مولکول‌های اطلاعاتی



توجه شـاید وقتی پاسـخ‌های تشـریحی را می‌خوانید ببینید که یک نکته بارها تکرار شده و ظاهراً خسته‌کننده باشد؛ ولی اولاً؛ تکرار رمز موفقیت است. ثانیاً؛ دقت کنید که ادبیات طراحی تسـت‌ها اسـت که کنکور را سخت کرده است وگرنه پاسـخ هر تست می‌تواند حاوی نکات یکسانی از کتاب کم‌حجم شما باشد. پس در پاسخ‌ها به کلمات *bold* شده بیشتر دقت کن چون تله‌های سؤالات هستن و خسته نشو. 😊

۲۹۹۱ (۳) موارد (الف)، (ب) و (د) صحیح هستند. این تست از متن کتاب است که کمی ترکیب با کتاب‌های دهم و یازدهم دارد.

بررسی موارد (الف) **درست.** خـط اول مقدمـهٔ کتـاب درسـی در این فصل اسـت که بایـد به آن‌ها هم دقـت کنیـد. (ب) **درست.** در مورد دنا، رنـا و پروتئین که نیتروژن‌دار هستند مرتبط با ژن می‌باشند، صحیح است. (قند و لیپید روی دنا رمز وراثتی ندارند.) (ج) نادرست. هر یاختهٔ بدن **همواره** هسته ندارد ولی شکل و اندازهٔ آن از هسته تأمین شده است. (د) **درست.** در مورد دنا و وجود فسفات در آن برخلاف پروتئین‌ها صحیح است (کروموزوم از پروتئین و دنا تشکیل شده است).

۲۹۹۲ (۴) اگر در آزمایش گریفیت، باکتری پوشینه‌دار استرپتوکوکوس زیادی در بدن موش وجود نداشته باشد و موش بیمار نشده باشد، بدین معنی است که حداقل قطعاً آزمایش چهارم و انتقال مادهٔ وراثتی انجام نشده است. *(البته ممکنه آزمایش دوم هم باشه!)*

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ممکن اسـت آزمایش چهارم بوده باشـد و **برخی** از باکتری‌های زندهٔ فاقد پوشـینه‌ای که تزریق شـده‌اند به پوشـینه‌دار تبدیل شده باشند. **گزینهٔ (۲):** ممکن است مانند آزمایش اول، از ابتدا **فقط** باکتری زندهٔ فاقد پوشینه اضافه کرده باشند. **گزینهٔ (۳):** در آزمایش چهارم چون **برخی** از باکتری‌های فاقد پوشینه به پوشینه‌دار تبدیل شده‌اند و موش مرده است، پس می‌توان هر دو نوع باکتری را در خون یا شش موش پیدا کرد. (تمام نکات گریفیت در جدول زیر وجود دارند.)

۳۱۶ آزمایش‌های گریفیت

مراحل	باکتری پوشینه‌دار	باکتری بدون پوشینه	مرگ موش‌ها	پس از این مرحله نتیجه‌گیری کرد که ...
مرحلهٔ ۱	زنده	-	✓	باکتری پوشینه‌دار عامل آنفلوانزا است (نه سینه‌پهلو!).
مرحلهٔ ۲	-	زنده	✗	پوشینه (کپسول) عامل بیماری است.
مرحلهٔ ۳	کشته شده	-	✗	پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش‌ها نیست.
مرحلهٔ ۴	کشته شده	زنده	✓	مادهٔ وراثتی می‌تواند از یک یاخته به یاختهٔ دیگر منتقل شود.

۲۹۹۳ (۳) دربارهٔ آزمایش‌های گریفیت که اطلاعات اولیه در مورد مادهٔ وراثتی، از آن‌ها حاصل شد، موارد (الف)، (ج) و (د) صحیح نیستند.

نکته

اطلاعـات اولیـه در مـورد مادهٔ وراثتی، از آزمایش‌های **گریفیت** به دسـت آمد. **دنا** بودنِ آن در آزمایش‌های **ایوری** و همکارانش ثابت شـد، **مارپیچی** بودنِ آن در عکس‌های پرتوی **ایکس** (ویلکینز و فرانکلین) ثابت شد و **دورشته‌ای** بودنش در مطالعات **واتسون و کریک** مشخص شد.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** این عبارت در مورد آزمایش‌های ایوری است که **در هر سه آزمایش** ثابت کرد که جنس مادهٔ وراثتی، پروتئین نیست. (ب) درست. در شکل کتاب درسی که باکتری پوشینه‌دار را نشان داده است که عامل بیماری در دو آزمایش اول و آخر است، مشاهده می‌کنیم که مقیاس ۲۰۰ نانومتری قرار داده است و به راحتی می‌توانیم بفهمیم که قطر باکتری استرپتوکوکوس نومونیای پوشینه‌دار، بیش از ۲۰۰ نانومتر است. در سایر تست‌ها توجه کنید که به جای نانومتر، واحد دیگری قرار نگرفته باشد. (کلاً به این عددها دقت کنید! چون در کنکور سؤال شده‌اند.) (ج) **نادرست.** در زمانی که گریفیت آزمایش می‌کرد، کسی نمی‌دانست که *DNA*، همان مادهٔ وراثتی است پس گریفیت نمی‌توانست اظهار کند که **دنا** فعال مانده و در بیماری‌زایی نقش داشته است. (د) **نادرست.** لنفوسیت‌ها (یاخته‌های دفاعی با هستهٔ تکی گرد یا بیضی) در نابودی باکتری‌های زنده دخالت دارند ولی باکتری‌های پوشینه‌دار آزمایش سوم که به‌طور کشته شده وارد خون موش شده‌اند، نیازی به فعالیت لنفوسیت‌ها ندارند و تنها توسط درشت‌خوارها پاک‌سازی می‌شوند.

۲۹۹۴ (۲) موارد (ج) و (د) صحیح می‌باشند.

بررسی موارد (الف) نادرسـت. در آزمایش دوم و سـوم گریفیت، موش‌ها زنده ماندند؛ در آزمایش دوم، باکتری بدون پوشـینه به موش تزریق شـد که دسـتگاه ایمنی موش به این نوع باکتری‌ها حمله کرد و آن‌ها را از بین برد. در آزمایش سوم نیز باکتری‌هایی که توسط گرما کشته شده بودند در بدن موش ایجاد شدند ولی دقت کنید که این عوامل بیماری‌زا توسط **بیگانه‌خوارها** حذف می‌شوند و قابل مشاهده در خون نمی‌باشند. (ب) نادرست. گریفیت نتوانست مشخص کند که دنا مادهٔ وراثتی در باکتری اسـت. از نتایج آزمایش گریفیت مشـخص شـد که مادهٔ وراثتی می‌تواند به یاختهٔ دیگری منتقل شـود ولی **ماهیت** این ماده و چگونگی انتقال آن مشخص **نشد.** (ج) **درست.** دنـای حلقـوی در باکتـری و در موش، دنای خطی، *mRNA* و دنای حلقوی میتوکندری قابلیت ثبت اطلاعـات در خود را دارند. (د) **درست.** در آزمایش سوم، گریفیت باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده با گرما را به موش تزریق و مشاهده کرد که موش‌ها سالم ماندند. گریفیت نتیجه گرفت که وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش‌ها نیست. سپس در آزمایش بعدی از دو نوع باکتری (پوشینه‌دار کشته شده با گرما و فاقد پوشینهٔ زنده) برای تزریق به موش استفاده کرد.

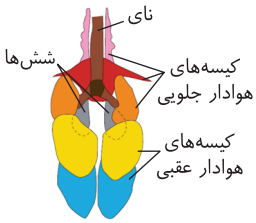
۲۹۹۵ (۲) در مرحلـهٔ اول و چهـارم آزمایـش گریفیت، موش‌هـا مردند. در هر دو مرحله در خون موش مرده باکتری‌های پوشـینه‌دار که انـدازهٔ بزرگ‌تر از ۲۰۰ نانومتر داشتند، قابل مشاهده بودند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گریفیت در مرحلهٔ چهارم از باکتری پوشینه‌دار مرده استفاده کرد که این باکتری توانایی بیماری‌زایی را ندارد. باکتری‌های پوشینه‌دار جدید ایجاد شده باعث مرگ موش شدند. **گزینهٔ (۳):** گریفیت فقط در مرحلهٔ سوم متوجه شد که پوشینه **به تنهایی** عامل بیماری‌زایی نیست. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ سوم آزمایش، فقط مخلوط حاوی اجزای باکتری مرده تزریق شد.

۲۹۹۶ : ۳ در آزمایش‌های گریفیت، باکتری‌ها **تزریق** می‌شدند و درنتیجه کاری به خط اول ایمنی (ورود ممنوع) نداشتند، چون از پوست عبور کرده‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: در مرحلهٔ چهارم از باکتری بدون پوشینه نیز استفاده شد که خارجی‌ترین لایهٔ آن دیواره است (نه پوشینه). **گزینهٔ (۲)**: بعد از مرحلهٔ سوم، گریفیت فهمید که پوشینه به تنهایی عامل بیماری‌زا نیست (نه اینکه هیچ‌گاه بیماری ایجاد نکند). **گزینهٔ (۴)**: باکتری‌های تزریق شده در مرحلهٔ اول پوشینه‌دار هستند اما در مرحلهٔ چهارم از باکتری بدون پوشینه نیز استفاده شده است. (کلاً قیدهای همه و هیچ‌گاه و قطعاً و ... اغلب عبارت را غلط می‌کنند.)

۲۹۹۷ : ۱ گریفیت سعی داشت علیه بیماری **آنفلوانزا**، **واکسن** تولید کند. از سال یازدهم فصل ۵ به یاد دارید که ویروس آنفلوانزای پرندگان، به **شش‌ها** حمله می‌کند و سبب **فعالیت بیش از حد** دستگاه ایمنی و تولید انبوه و بیش از اندازهٔ **لنفوسیت‌های T** می‌گردد. ویروس *HIV* نیز **لنفوسیت‌های T کمک‌کننده** را آلوده می‌کند.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲)**: ویروس آنفلوانزای پرندگان، به شش‌ها حمله می‌کند. طبق شکل، **در عقب شش‌های پرندگان همانند جلوی آن‌ها، کیسه‌های هوادار** مشاهده می‌شوند. **گزینهٔ (۴)**: طبق فصل ۵ یازدهم، در هر بار برخورد لنفوسیت‌ها با عامل بیگانه، **تعداد لنفوسیت عمل‌کنندهٔ بیشتری** نسبت به لنفوسیت‌های خاطره تولید می‌شود. **گزینهٔ (۴)**: واکسن‌های تولید شده در **مهندسی ژنتیک**، خطر ایجاد بیماری در اثر مصرف واکسن را ندارند. **واکسن نوترکیب ضد هپاتیت B** به روش مهندسی ژنتیک ساخته شده است.

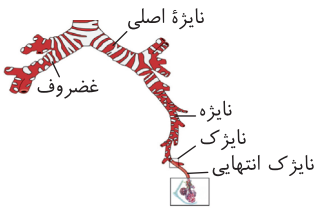
نکات مرتبط با گریفیت

- گریفیت، باکتری‌شناسی انگلیسی بود که سعی داشت تا واکسنی (واکسن، میکروب ضعیف‌شده، کشته‌شده، پادگن میکروب یا سم خنثی‌شدهٔ آن است که با وارد کردن آن به بدن، یاخته‌های خاطره پدید می‌آیند) علیه بیماری **آنفلونزا** تولید کند. از این مورد می‌توان نتیجه گرفت که بیماری سینه‌پهلو و آنفلوانزا علائم مشترکی دارند به همین علت گریفیت تصور می‌کرد که عامل بیماری آنفلوانزا، باکتری استرپتوکوس‌نومونیا است.
- در حد کتاب‌های درسی ۳ بیماری می‌شناسیم که ویروسی هستند: ویروس آنفلوانزا - ویروس *HIV* (بیماری ایدز) - آنفلوانزای پرندگان
- در زمان گریفیت، اسیدهای نوکلئیک کشف شده بودند اما نمی‌دانستند که آن‌ها مادهٔ وراثتی هستند؛ به عبارتی دیگر اطلاعات اولیه از فعالیت‌ها و آزمایش‌های گریفیت به‌دست آمد.
- آنفلوانزای پرندگان را ویروسی پدید می‌آورد که می‌تواند سایر گونه‌ها، **از جمله** انسان را نیز آلوده کند. این ویروس به **شش‌ها** حمله می‌کند که علاوه‌بر تولید اینترفرون نوع ۱، سبب می‌شود دستگاه ایمنی بیش از حد معمول فعالیت کند. بدین‌ترتیب، به تولید انبوه و بیش از اندازهٔ لنفوسیت‌های *T* می‌انجامد (فصل ۵ یازدهم).
- گریفیت در آزمایش‌های ۴ مرحله‌ای خود با ۲ نوع جاندار سروکار داشت:

۱ **موش**: نوعی پستاندار به عنوان میزبان باکتری - یوکاریوت و دارای دنای خطی و حلقوی - دارای رنای کوچک، اندامک، عوامل رونویسی، پیرایش، توالی افزاینده، فاقد مهارکننده و فعال‌کننده.

۲ **باکتری**: تک‌یاخته‌ای که به تصور اشتباه عامل بیماری آنفلوانزا شناخته می‌شد - پروکاریوت و دارای دنای حلقوی - دارای مهارکننده، فعال‌کننده، *mRNA* چندژنی، تنها یک نوع آنزیم رنابسپاراز - فاقد افزاینده و پیرایش.

۲۹۹۸ : ۴ گریفیت در **خون** (نوعی بافت پیوندی) و **شش‌های** (نوعی اندام) موش، استرپتوکوکوس نومونیای پوشینه‌دار مشاهده کرد. طبق شکل، در **ابتدای نایژه‌های اصلی** نیز حلقهٔ غضروفی کامل (Oمانند) دیده می‌شود اما ابتدای نایژه‌های اصلی، **درون شش‌ها ورود نکرده است.**



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: **استخوان دنده‌ها**، **بافت پیوندی متراکم کپسول کلیه** و **بافت چربی**، سه نوع بافت پیوندی هستند که در حفاظت از کلیه‌ها نقش دارند. همچنین **خون** با **داشتن پروتئین‌های دفاعی و گویچه‌های سفید**، در حفاظت کلی از کلیه‌ها همانند سایر اندام‌های بدن مؤثر است. **گزینهٔ (۲)**: پردهٔ صفاق در **حفرهٔ شکمی** قرار دارد در حالی که شش‌ها در قفسهٔ سینه قرار دارند در نتیجه به‌طور حتم با صفاق نیستند. **گزینهٔ (۴)**: پروتئین‌های مکمل، در خوناب **محلول** و **غیرفعال**‌اند اما پس از فعال‌شدن، **از حالت محلول خارج شده** و یکی یکی فعال می‌شوند و در نهایت سبب ایجاد منفذی در غشای میکروب می‌شوند. با **کاهش** میزان پروتئین‌های محلول در خوناب، احتمال ایجاد خیز یا ادم **افزایش** می‌یابد.

۲۹۹۹ : ۲ ایوری، در مرحلهٔ دوم آزمایش خود، عصارهٔ استخراج شده را توسط سانتریفیوژ لایه‌لایه کرد و انتقال صفت فقط در ظرفی که لایهٔ دارای دنا اضافه شد، صورت گرفت. در این مرحله از هیچ آنزیم هیدرولازی استفاده نشد. (در جدول زیر همهٔ نکات آزمایشات ایوری وجود دارد.)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: در مرحلهٔ سوم در محیط‌های کشتی که دنای آن تخریب نشده است، انتقال صفت مشاهده شد. در این مرحله فقط در یکی از لوله‌های آزمایش پروتئین‌ها تخریب شدند. **گزینهٔ (۳)**: در مرحلهٔ اول آزمایش ایوری، فقط از پروتئاز استفاده شد. در این مرحله متوجه شدند که پروتئین‌ها مادهٔ وراثتی نیستند. **گزینهٔ (۴)**: نتایج مرحلهٔ دوم برای عده‌ای قابل قبول نبود. در این مرحله عصارهٔ استخراج شدهٔ باکتری پوشینه‌دار را توسط سانتریفیوژ لایه‌لایه کردند.

آزمایش‌های ایوری ۳۱۷

آزمایش‌های کشف عامل وراثتی	نتایج کارهای دانشمندی به نام **ایوری و همکارانش** عامل مؤثر در انتقال صفت را مشخص کرد.	
	آزمایش اول	○ استفاده از عصارهٔ باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده و تخریب کردن تمامی پروتئین‌های موجود در مخلوط ○ اضافه کردن باقیماندهٔ مخلوط به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه ○ مشاهدهٔ انتقال صفت و نتیجه گرفتند که پروتئین‌ها عامل وراثت نیستند.
	آزمایش دوم	○ قرار دادن عصارهٔ استخراج شده از باکتری‌های کشته شدهٔ پوشینه‌دار در گریزانه با سرعت بالا ○ لایه‌لایه کردن مواد بدون استفاده از آنزیم ○ اضافه کردن هریک از لایه‌ها به صورت جداگانه به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه ○ با استفاده از آن‌ها مشاهده کردند که انتقال صفت **فقط** با لایه‌ای که در آن **دنا** وجود دارد، انجام می‌شود.
	آزمایش سوم	○ عصارهٔ باکتری پوشینه‌دار را استخراج و آن را به چند قسمت تقسیم کردند. ○ به هر قسمت آنزیم تخریب‌کنندهٔ یک مادهٔ آلی (پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها، لیپیدها و نوکلئیک‌اسیدها) را اضافه کردند. ○ هر کدام را به محیط کشت حاوی باکتری بدون پوشینه منتقل کرده و اجازه دادند تا فرصتی برای انتقال صفت و رشد و تکثیر داشته باشند. ○ مشاهده شد که در همهٔ ظروف انتقال صفت می‌گیرد به‌جز ظرفی که حاوی آنزیم تخریب‌کنندهٔ **دنا** است.
	نتیجه	از هر سه آزمایش فهمید که مادهٔ وراثتی از جنس پروتئین نمی‌باشد ولی از دو مرحلهٔ آخر فهمید که دنا مادهٔ وراثتی است.

۳۰۰۰ (۴) در دومین مرحله از مراحل آزمایش‌های ایوری، عصارهٔ یاخته‌ای باکتری پوشینه‌دار سانتریفیوژ شد و هر ماده به تنهایی به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه اضافه گردید، اما در مرحلهٔ سوم از آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ مواد آلی مختلف استفاده شد. (در مرحلهٔ اول فقط پروتئاز استفاده شد.)

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۲):** خیلی در تست‌ها دقت کنید که در آزمایش **ایوری** و همکارانش به هیچ عنوان **از موش استفاده نشد**. **گزینهٔ (۴):** در **همهٔ** مراحل آزمایش ایوری و همکاران باکتری بدون پوشینه، پوشینه‌دار شد. در مرحلهٔ اول از عصارهٔ حاوی چند نوع ماده، وارد محیط کشت شد. (عصارهٔ استخراج شده فقط فاقد پروتئین بود.)

۳۰۰۱ (۲) در آزمایش‌های ایوری، افزودن لایه‌های جداگانه به محیط کشت باکتری در مرحلهٔ **دوم** صورت می‌گیرد؛ در مرحلهٔ قبل از آن (مرحلهٔ اول) با استفاده از پروتئاز تمام پروتئین‌های موجود در عصارهٔ استخراج شده از باکتری کشته شدهٔ پوشینه‌دار تخریب شدند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** منظور از دستگاه جداکنندهٔ خوناب از خون، همان **سانتریفیوژ** است که در مرحلهٔ دوم استفاده شد؛ در مرحلهٔ قبل از آن (مرحلهٔ اول) ایوری و همکاران همهٔ پروتئین‌های عصارهٔ استخراج شده از باکتری کشته شدهٔ پوشینه‌دار را تخریب کردند اما دیدند که انتقال صفت صورت گرفت. آن‌ها نتیجه گرفتند که پروتئین‌ها مادهٔ وراثتی نیستند. **گزینهٔ (۳):** استفاده از آنزیم پروتئاز برای تخریب پروتئین در دو مرحله اتفاق افتاد: (۱) مرحلهٔ اول که متوجه شدند پروتئین مادهٔ وراثتی نیست. (۲) مرحلهٔ سوم که برای اثبات به بسیاری از دانشمندان که معتقد بودند پروتئین مادهٔ وراثتی است انجام پذیرفت. این گزینه فقط برای مرحلهٔ اول صدق می‌کند. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ دوم ایوری و همکارانش برای اولین‌بار متوجه شدند که عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات دنا است؛ در مرحلهٔ بعد از آن (مرحلهٔ سوم) با استفاده از آنزیم **نوکلئاز** و تخریب دنا و اضافه کردن آن به محیط کشت و عدم انتقال صفت، به این نتیجه رسیدند که مادهٔ وراثتی همان دنا است. (راستی بیشتر هورمون‌ها **پروتئینی** هستند. ایوری و همکارانش با تخریب پروتئین در مرحلهٔ آخر به نتیجهٔ اصلی نرسیدند و فقط باز هم مثل دو حالت قبل مطمئن شدند که پروتئین، مادهٔ وراثتی نیست.)

۳۰۰۲ (۳) طبق کتاب درسی، متن سؤال در مورد فعالیت‌های ایوری (۱۶ سال بعد از گریفیت نتیجه گرفت) است که در مرحلهٔ دوم با استفاده از سانتریفیوژ و چگالی مواد، عصاره را لایه‌لایه کردند و انتقال صفت به هنگام اضافه کردن لایهٔ دارای دنا مشاهده شد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مرحلهٔ اول فقط از آنزیم پروتئاز استفاده کردند و فقط ایوری و همکارانش قبول کردند که پروتئین‌ها مادهٔ وراثتی نیستند. **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ سوم از آنزیم‌های تخریب‌کنندهٔ پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها، لیپیدها و نوکلئیک‌اسیدها استفاده کردند. ایوری و همکارانش بعد از آزمایش دوم برای اولین‌بار نتیجه گرفتند که **دنا** مادهٔ وراثتی است. **گزینهٔ (۴):** ایوری در همهٔ موارد از باکتری‌های پوشینه‌دار جهت استخراج عصاره استفاده کرد.

۳۰۰۳ (۳) در آزمایش‌های اول، سوم و چهارم گریفیت باکتری‌های پوشینه‌دار به موش‌ها تزریق شدند.

نکتهٔ مهم

در تمامی مراحل از آزمایش‌های گریفیت، سیستم ایمنی اختصاصی موش‌ها (مهره‌دارند و ایمنی اختصاصی دارند) با کمک ترشح پادتن به مبارزه با باکتری‌های تزریق شده به جاندار پرداختند. در صورتی که فعالیت سیستم ایمنی کارساز باشد، موش‌ها زنده می‌مانند، در غیر این‌صورت موش‌ها می‌میرند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در آزمایش چهارم گریفیت، گروهی از باکتری‌های بدون پوشینه، پوشینه‌دار شدند و موش‌ها را از پا در آوردند. در این آزمایش، باکتری‌های پوشینه‌دار زنده در شش و خون موش‌ها مشاهده شدند. دقت کنید که در آزمایش اول هم باکتری‌های پوشینه‌دار زنده از ابتدا به موش‌ها تزریق شدند و در خون و شش موش‌ها یافت شدند ولی همهٔ آن‌ها طی انتقال صفت از نسل قبل از خود، پوشینه‌دار شده بودند. **گزینهٔ (۲):** در آزمایش اول و سوم ایوری و همکارانش، پروتئین‌های موجود در عصارهٔ باکتری‌ها، تخریب شدند. در آزمایش سوم، آنزیم‌های تخریب کنندهٔ مواد آلی مورد استفاده قرار گرفتند و مشاهده شد که انتقال صفت، در همهٔ ظروف صورت می‌گیرد به‌جز ظرفی که حاوی آنزیم تخریب‌کنندهٔ دنا است، اما در آزمایش اول، تنها نشان داده شد که پروتئین‌ها، مادهٔ وراثتی نیستند و عامل اصلی انتقال صفات شناسایی نشد. **گزینهٔ (۴):** در آزمایش‌های دوم و سوم ایوری و همکارانش، دنا به عنوان مادهٔ وراثتی و عامل اصلی انتقال صفات شناسایی شد. در آزمایش دوم برخلاف سوم، عصارهٔ استخراج شده از باکتری‌ها را سانتریفیوژ کردند و موادآلی سازندهٔ آن را با کمک تفاوت چگالی از هم جدا کردند.

۳۰۰۴ (۳) فقط مورد (د) صحیح است. (کلاً مقایسه بین نتایج و کارهای دانشمندان در کنکور زیاد تکرار شده است.)

بررسی موارد (الف) **نادرست.** در هر دو آزمایش ایوری و گریفیت، پوشینه‌دار شدن باکتری بدون پوشینه مشاهده شد که حاصل انتقال دنا که مادهٔ وراثتی بود به باکتری بدون پوشینه است. (ب) **نادرست.** در آزمایش گریفیت و ایوری، پوشینه توسط گرما از بین رفت (نه آنزیم). (ج) **نادرست.** در آزمایش‌های ایوری، بیشترین مولکول‌های غشا توسط آنزیم لیپاز تخریب شدند. در آزمایش‌های گریفیت نیز به دلیل تأثیر گرما، ساختار **غشای** باکتری پوشینه‌دار تخریب می‌شود. غشا دارای مولکول‌های فسفولیپید، پروتئین و کربوهیدارت است که نفوذپذیری انتخابی دارد. (د) درست. در هر دو آزمایش ایوری و گریفیت، انتقال صفت به باکتری بدون پوشینه مشاهده شد ولی با اینکه ایوری ماهیت دنا بودن آن را پیدا کرد ولی هنوز هیچ‌کدام از **ساختار دنا** اطلاعی نداشتند.

نکته

در آزمایش‌های گریفیت و ایوری، انتقال صفات دیده شد ولی جنس و ماهیت مادهٔ وراثتی در آزمایش‌های ایوری مشخص شد.

هم ایوری و هم گریفیت، لیپید و پروتئین را نابود کردند (ایوری با آنزیم و گریفیت با گرما).

۳۰۰۵ (۱) هیچ‌کدام از موارد صحیح نیستند. **نوکلئوتیدها**، واحدهای تکرارشوندهٔ ساختار نوکلئیک‌اسیدها هستند.

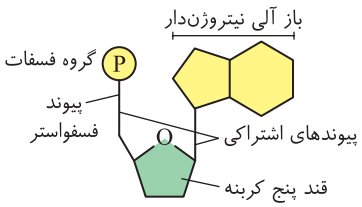
بررسی موارد (الف) نوکلئوتیدها، در ساختار خود **یک الی سه گروه فسفات** دارند. کبد نیز **صفرا** تولید می‌کند و در صفرا نوعی **فسفولیپید** (دارای فسفر) یافت می‌شود.

(ب) قند موجود در ساختار ATP، **ریبوز** است در نتیجه حتی با وجود جدا کردن دو فسفات از آن، نمی‌تواند در ساختار دنا قرار گیرد. (ATP نوکلئوتیدی است که رایج‌ترین منبع انرژی در یاخته می‌باشد.)

(ج) **متنوع‌ترین** گروه مولکول‌های زیستی، **پروتئین‌ها** هستند که در واحدهای تکرارشوندهٔ خود (آمینواسیدها) **نیتروژن** دارند. نوکلئوتیدها نیز در ساختار خود نیتروژن دارند.

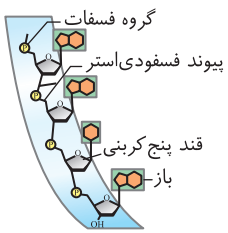
(د) **حلقهٔ پنج‌کربنی نیتروژن‌دار باز آلی**، با نوعی پیوند **کووالانسی** به **حلقهٔ پنج‌کربنی فاقد نیتروژن قند** متصل است، اما دقت کنید! **هر نوکلئوتیدی که باز پورین ندارد!** پس حلقهٔ پنج‌کربنی نیتروژن‌دار در هر نوکلئوتیدی دیده نمی‌شود، مثلاً باز آلی پیریمیدین، فقط یک حلقهٔ نیتروژن‌دار شش‌ضلعی دارد.

۱۷۸ شکل‌نامهٔ نوکلئوتید و نکات آن



- هر نوکلئوتید، واحدی سه‌بخشی است که از قند پنج‌کربنی، باز آلی نیتروژن‌دار و یک تا سه گروه فسفات تشکیل شده است.
- در ساختار نوکلئوتید؛ دوکربنی که در طرفین حلقهٔ قند قرار دارند، با اتم اکسیژن پیوند اشتراکی دارند.
- همانطور که از نام نوکلئیک‌اسیدها مشخص است، دارای خاصیت اسیدی هستند.
- حلقهٔ قند، پنج‌کربنه نیست بلکه چهارکربنهٔ پنج‌ضلعی است و یک اتم کربن آن در خارج از حلقه قرار دارد.
- در نوکلئوتید پورین‌دار، بین حلقهٔ پنج‌ضلعی نیتروژن‌دار (مربوط به باز آلی) و حلقهٔ پنج‌ضلعی فاقد نیتروژن (مربوط به قند پنج‌کربنه) **پیوند کووالانسی** (اشتراکی) برقرار است.
- هیچ‌گاه در حالت عادی بین باز آلی و فسفات هر نوکلئوتید، پیوندی وجود ندارد.
- قند از طریق کربن موجود در حلقه با باز آلی پیوند اشتراکی دارد ولی با کربن خارج از حلقه به فسفات متصل است.
- در ساختار هر واحدِ سه بخشی یا همان نوکلئوتید، پیوند هیدروژنی و فسفودی‌استر دیده نمی‌شود! ولی یک پیوند فسفواستر دارد.
- حلقهٔ کوچک‌تر باز آلی پورین (A و G) در پیوند اشتراکی با قند شرکت می‌کند و حلقهٔ بزرگ‌تر باز آلی در پیوند هیدروژنی (در دنا) با باز آلی مکمل پیریمیدینی خود شرکت می‌کند.
- در همهٔ نوکلئوتیدها فقط حلقهٔ شش‌ضلعی در تشکیل پیوند هیدروژنی نقش دارد.
- در نوکلئوتیدهای پورینی، قند به حلقهٔ پنج‌ضلعی باز آلی متصل ولی در نوکلئوتیدهای پیریمیدینی، به حلقهٔ شش‌ضلعی از باز آلی متصل است.
- در همهٔ نوکلئوتیدها، حداقل یک حلقهٔ پنج‌ضلعی (در قند) و یک شش‌ضلعی (در باز آلی) مشاهده می‌شود.
- اتم اکسیژن حلقهٔ پنج‌ضلعی قند، همواره به سمت انتهای فسفات رشته قرار دارد.
- دئوکسی‌ریبوز، یک اتم O کمتر از ریبوز دارد (نه یک مولکول اکسیژن!).
- در هر نوکلئوزوم می‌توان حداکثر ۲۴ نوع مونومر دید. (۲۰تا برای پروتئین هیستون و ۴تا برای دنا) *یادتونه نوکلئوزوم چی بود؟! مجموعهٔ ۸ هیستون و قسمتی از دو دور رشتهٔ اطراف آن!*
- در نوکلئوتید پیریمیدین‌دار، بین حلقهٔ شش‌ضلعی نیتروژن‌دار (مربوط به باز آلی) و حلقهٔ پنج‌ضلعی فاقد نیتروژن (مربوط به قند پنج‌کربنه) پیوند کووالانسی برقرار است.
- حلقهٔ قند ریبوز از یک سمت به باز آلی و از سمت دیگر با کربن قرار گرفته در خارج حلقه به گروه فسفات متصل است، درنتیجه دارای دو گروه OH است اما قند دئوکسی‌ریبوز یک اتم اکسیژن کمتر از قند ریبوز دارد، در نتیجه دارای یک گروه OH کمتر است.

۳۰۰۶ (۴) با توجه به شکل سمت چپ، بازهای پیریمیدینی، یک حلقهٔ شش‌ضلعی دارند و بازهای پورینی، دو حلقهٔ پنج‌ضلعی و شش‌ضلعی که از طریق حلقهٔ پنج‌ضلعی خود به قند متصل می‌شوند. بنابراین حلقهٔ شش‌ضلعی بازهای آلی پورینی آزاد است و به سمت رشتهٔ مقابل قرار می‌گیرد. این حلقه با حلقهٔ شش‌ضلعی بازهای پیریمیدینی پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهد.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با اینکه قند دئوکسی‌ریبوز یک اکسیژن از قند ریبوز کمتر دارد؛ اما این به این معنی نیست که اکسیژن ندارد! برای مثال همهٔ نوکلئوتیدها اکسیژن رأسی قند را دارند (شکل‌نامهٔ نوکلئوتید). **گزینهٔ (۲):** با توجه به شکل‌نامهٔ نوکلئوتید، در یک نوکلئوتید آزاد، فسفات به کربن خارج حلقهٔ قند متصل می‌شود. در ساختار دنا و پس از برقراری پیوند فسفودی‌استر، فسفات‌ها به یک کربن حلقهٔ داخل قند از نوکلئوتید دیگر هم متصل می‌شوند، اما دقت کنید که نوکلئوتید انتهایی دنای خطی فسفاتش آزاد است و این ویژگی را ندارد. **گزینهٔ (۳):** باز آلی آدنین در دنا با باز آلی تیمین پیوند برقرار می‌کند، اما در طی رونویسی برای ساخت رنا، به باز آلی یوراسیل هم می‌تواند متصل شود (شکل ۷ صفحهٔ ۲۷).

نکات نوکلئیک‌اسیدها (دنا و رنا)

- در ابتدا دقت کنید که نوکلئیک‌اسید، همان دنا یا رنا است و با نوکلئوتید یا قند ریبوز و دئوکسی‌ریبوز متفاوت است.
- نوکلئیک‌اسیدها که شامل دنا و رنا هستند، **بسپاری** از واحدهای تکرارشونده به نام نوکلئوتید (شامل یک قند پنج‌کربنه، یک باز آلی و گروه فسفات) می‌باشند.
- در یک نوکلئیک‌اسید مثل دنا، ممکن است تعداد پیوند هیدروژنی بیشتر از فسفودی‌استر باشد؛ و در یک نوکلئیک‌اسید مثل رنای ناقل، می‌تواند تعداد پیوند فسفودی‌استر از هیدروژنی بیشتر باشد.
- هر نوکلئوتید موجود در ساختار نوکلئیک‌اسیدها که تیمین دارد، در ساختار دنا قرار می‌گیرد و به همین شکل می‌توان گفت هر نوکلئوتید موجود در ساختار نوکلئیک‌اسیدها که یوراسیل دارد، در ساختار رنا قرار می‌گیرد.
- در یک دنای حلقوی، تعداد پیوند فسفودی‌استر با تعداد نوکلئوتید، باز آلی و قند موجود در نوکلئوتیدها برابر است ولی این برابری در مورد دنای خطی و یک رشته دنای خطی و رنا صدق نمی‌کند، چون بین هر دو نوکلئوتید آن‌ها یک پیوند فسفودی‌استر وجود دارد.
- در فرایند ویرایش، پیوند قند - فسفات بین نوکلئوتیدها شکسته می‌شود نه پیوند قند - فسفات داخل نوکلئوتید!
- تفاوت نوکلئوتیدهای یک نوع نوکلئیک‌اسید در نوع باز آلی آن‌ها می‌تواند باشد چون قند یکسانی دارند ولی تفاوت نوکلئوتیدهای دنا و رنا در قند آن‌ها حتمی است و در باز آلی نیز ممکن است با یکدیگر متفاوت باشند.
- بین باز آلی و فسفات یک نوکلئوتید هیچ پیوندی وجود ندارد.
- در طول برابر از انواع رناها، $tRNA$ پایداری بیشتری دارد چون برخلاف بقیهٔ انواع رناها پیوند هیدروژنی نیز علاوه‌بر فسفودی‌استر دارد.
- عاملی که باعث تبدیل استرپتوکوس نومونیا بدون پوشینه به پوشینه‌دار می‌شود، دناست و واجد ۵ نوع عنصر (کربن - نیتروژن - فسفر - اکسیژن - هیدروژن) می‌باشد.
- در یاختهٔ یوکاریوتی که فاقد میتوکندری و کلروپلاست هم باشد نیز می‌توان دنای حلقوی دید، به‌طور مثال در مخمر می‌توان پلازمید (دیسک) مشاهده کرد.

۳۰۰۷ (۳) نوکلئوتید موجود در یک رشته باید یک‌فسفاته باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. این نوکلئوتید حتماً یک‌فسفاته باید باشد. **گزینهٔ (۲):** نادرست. هیچ‌گاه در نوکلئوتید، باز آلی به فسفات متصل نمی‌باشد. **گزینهٔ (۴): درست.** بین حلقه‌های باز آلی مجاور در یک رشته در حالت عادی پیوندی ایجاد نمی‌شود. (البته دایمر تیمین را در فصل ۴ به عنوان یک جهش می‌خوانید که دو تیمین مجاور به هم متصل شده‌اند. ولی در سؤال گفته **طبیعی**!) **گزینهٔ (۴):** نادرست. در ساختار یک نوکلئوتید، پیوند فسفواستر وجود دارد (نه فسفودی‌استر!).

۳۰۰۸ (۳) واحدهای تکرار شوندهٔ میان رشته‌های دنا و رنا، همان **نوکلئوتیدهای تک‌فسفاته** هستند. دربارهٔ آن‌ها، موارد (الف)، (ج) و (د) صحیح هستند. در مورد (د)، در صورت مراجعه به بیشتر بدانید، خواهید فهمید که فقط **سیتوزین**، ویژگی گفته شده را دارد.

بررسی موارد (الف) **درست.** در وسط رشته، هر نوکلئوتید، به دو نوکلئوتید دیگر متصل است، پس هم گروه فسفات آن و هم قند پنج‌کربنی آن در تشکیل پیوند فسفودی‌استر دخیل هستند. (فقط باز آلی در پیوند فسفودی‌استر شرکت نمی‌کند.) (ب) نادرست. دو نکته اینجا حائز اهمیت هستند. یکی اینکه در ساختار نوکلئوتیدها، حلقهٔ پنج‌**کربنهٔ** فاقد نیتروژنی نداریم چون قند پنج‌کربنی، شامل یک حلقهٔ پنج‌ضلعی با چهار کربن و یک اکسیژن در یک رأس به جای کربن است. دیگری اینکه این حلقه از بالا به گروه فسفات متصل نمی‌شود و به کربن پنجم خود قند پیوند برقرار کرده است. (ج) **درست.** تمام نوکلئوتیدها حداقل یک حلقهٔ ۶ضلعی در باز آلی خود دارند و نوکلئوتیدهای گوانین‌دار و آدنین‌دار، دارای یک حلقهٔ پنج‌ضلعی دیگر (علاوه‌بر قند) در باز آلی نیتروژن‌دار خود هستند. پس نوکلئوتیدهای گوانین‌دار و آدنین‌دار، دو حلقهٔ پنج‌ضلعی (یکی در باز یکی در قند) دارند. باز آلی این دو نوکلئوتید (گوانین و آدنین) برخلاف تیمین، علاوه‌بر دنا، در ساختار رنا هم دیده می‌شوند. (د) **درست.** داشتن کمترین اکسیژن برای یک نوکلئوتید، زمانی رخ می‌دهد که هم قند آن دئوکسی‌ریبوز باشد و هم باز آلی نیتروژن‌دارِ آن، پیریمیدین و هم تعداد گروه فسفات آن برابر با یک باشد. (چون هر گروه فسفات، ۴ اتم اکسیژن دارد). با این شرایط، فقط دو نوکلئوتید خواهیم داشت که شامل دئوکسی‌ریبونوکلئوتید تیمین‌دار تک‌فسفاته و دئوکسی‌ریبونوکلئوتید سیتوزین‌دار تک‌فسفاته هستند.

۳۰۰۹ (۲) این نوکلئوتید آزاد می‌تواند هر شکلی داشته باشد. هم از نظر قند می‌تواند ریبوز یا دئوکسی‌ریبوز باشد، هم از نظر باز آلی می‌تواند پورین یا پیریمیدین باشد (چه پوراسیل و چه تیمین) و هم می‌تواند دارای یک تا سه گروه فسفات باشد. **قند پنج‌کربنی**، با باز آلی نیتروژن‌دار و گروه(های) فسفات، دو پیوند اشتراکی تشکیل داده است. می‌دانید که مونوساکاریدها تحت تأثیر آنزیم‌های گوارشی تجزیه نمی‌شوند چون حالتِ جذبیِ قندها هستند. در حقیقت مونوساکارید طی تنفس یاخته‌ای تجزیه می‌شود ولی گوارش و هیدرولیز نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بازهای آلی تیمین و آدنین می‌توانند هنگامی که در دنا روبه‌روی یکدیگر قرار می‌گیرند، دو پیوند هیدروژنی با هم تشکیل دهند (تعدادش در متن کتاب نیست). اما فقط آدنین که یک پورین است از راه حلقهٔ کوچک‌تر یعنی پنج‌ضلعی خود به قند متصل می‌شود و تیمین فقط یک حلقه دارد و لفظ «حلقهٔ کوچک‌تر» برای آن بی‌معناست. **گزینهٔ (۲):** باز آلی نیتروژن‌دار و گروه(های) فسفات فقط با قند پیوند برقرار کرده‌اند ولی دقت کنید که باز آلی با بخش حلقه‌ای قند ولی فسفات با کربنی در ساختار غیرحلقه‌ای اتصال دارد. پس منظور سؤال فقط باز آلی است. بازهای آلی پورین و پیریمیدین، نمی‌توانند تعداد اتم‌هایی مشابه داشته باشند (چون یکی تک‌حلقه‌ای و دیگری دوحلقه‌ای است که به هم وصل می‌شوند). **گزینهٔ (۴):** گروه(های) **فسفات** به اتم پنجم قند متصل می‌باشد و با هیچ حلقهٔ آلی‌ای پیوند برقرار نکرده‌اند. بزرگ‌ترین مولکول‌های غشای یاخته، **پروتئین‌ها** هستند که فاقد گروه فسفات می‌باشند *(یادتون باشه که فسفولیپیدها، بیشترین مولکول‌های غشا هستند).*

۳۰۱۰ (۱) تنها مورد (د) صحیح است. غدهٔ معدهٔ انسان سالم، شامل یاخته‌های اصلی، کناری و ترشح‌کنندهٔ مادهٔ مخاطی است. *(آگه یادت رفته برو فصل ۲ دهم جدول غدد و هفرات را مطالعه کن)*

بررسی موارد (الف) نادرست. یاخته‌های اصلی که پپسینوژن را می‌سازند، نوکلئیک‌اسیدهای موجود در هسته (بخش دارای غشاهای منفذدار)، می‌توانند مولکول‌های دنا و رنا باشند. توجه داشته باشید که داشتن دو سر متفاوت مربوط به هر **رشتهٔ** دنا و رنا است و دربارهٔ مولکول دورشته‌ای دنا صادق نیست چون دو سر یک مولکول دنا، به یک شکل است. (ب) نادرست. تولید بیکربنات توسط یاخته‌های **غدد** دیوارهٔ معده انجام **نمی‌شود** بلکه یاخته‌های حاضر در **حفرات** این کار را می‌کنند. *(آگه یادت رفته نگران نباش برو فصل ۲ دهم، گفتار غدد معده رو از پاسخ همین کتاب دوره کن!)* (ج) نادرست. یاخته‌های کناری عامل محافظت‌کننده از ویتامین B_{12} (ویتامین‌ها کوآنزیم هستند.) را ترشح می‌کنند. رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی فاقد تیمین می‌تواند رنا و یا دنا باشد (ممکن است تمام تیمین‌ها در رشتهٔ مقابل باشند). این دنا اگر درون راکیزه باشد، حلقوی است و دو سر آزاد متفاوت ندارد. (د) **درست.** در دنای حلقوی، هر نوکلئوتید در تشکیل دو پیوند فسفودی‌استر دخالت دارد. این نوکلئیک‌اسید درون راکیزه خواهد بود و اتصالی به دستگاه گلژی ندارد.

۳۰۱۱ (۴) همهٔ موارد نادرست می‌باشند.

بررسی موارد (الف) و (د) باز آلی نیتروژن‌دار می‌تواند به دو شکل دیده شود: (۱) دوحلقه ای: در این نوع یک حلقهٔ پنج‌ضلعی و حلقهٔ دیگر شش‌ضلعی می‌باشد که این باز آلی از طریق حلقهٔ پنج‌ضلعی به قند پنج‌کربنی متصل می‌شود. (۲) تک‌حلقه‌ای: با توجه به شکل ۵ کتاب درسی که بخشی از رشتهٔ نوکلئیک‌اسید را نشان می‌دهد می‌توان متوجه شد که حلقهٔ آلی شش‌ضلعی تک‌حلقهٔ باز آلی نیتروژن‌دار را تشکیل می‌دهد. (در نتیجه در بازهای آلی تک‌حلقه‌ای، حلقهٔ شش‌ضلعی به قند پنج‌کربنه متصل است.) (ب) در نوکلئیک‌اسیدهای خطی اولین نوکلئوتید سر فسفات آزاد دارد و از طریق گروه هیدروکسیل خود به نوکلئوتید مجاور متصل است. (ج) پیوند پرانرژی بین گروه‌های فسفات تشکیل می‌شود. در نوکلئیک‌اسیدها همهٔ نوکلئوتیدها یک گروه فسفات دارند، در نتیجه هیچ پیوند پرانرژی در نوکلئوتیدهای نوکلئیک‌اسید دیده نمی‌شود.

۳۰۱۲ (۴) همهٔ موارد، عبارت را به درستی کامل می‌کنند. دقت کنید که مادهٔ وراثتی، **دنا**ست و رنا، مادهٔ وراثتی محسوب نمی‌شود.

بررسی موارد (الف) همواره در دنا، **نصف بازهای آلی نیتروژن‌دار، پوریني و نصف دیگر پیریمیدینی** هستند. در نتیجه تعداد بازهای آلی پورین، نصف تعداد کل نوکلئوتیدهاست. همچنین **تعداد قندهای دئوکسی‌ریبوز، همواره برابر با تعداد نوکلئوتیدها**ست در نتیجه تعداد قندهای دئوکسی‌ریبوز، دو برابر تعداد بازهای آلی پورینی است. (ب) تعداد **پیوندهای هیدروژنی** در ساختار دنا، همواره **بیشتر** از تعداد **پیوندهای فسفودی‌استر** است. (ج) در **دنای حلقوی**، تعداد پیوندهای فسفودی‌استر برابر با تعداد کل نوکلئوتیدهاست. (د) **به ازای هر جفت نوکلئوتید، ۳ حلقهٔ پنج‌ضلعی** داریم (یک حلقهٔ پنج‌ضلعی باز آلی پورینی و دو حلقهٔ پنج‌ضلعی قند) در نتیجه **تعداد کل حلقه‌های پنج‌ضلعی، ۱/۵ برابر تعداد کل نوکلئوتیدها**ست.

نکاتی اضافی در مورد پیوندهای درون مولکول DNA

اگر چه طرح سؤال عددی یا محاسباتی از این فصل مجاز نمی‌باشد ولی برای دانایی بیشتر شما، مقداری از نکات ریاضی موجود در نوکلئیک‌اسیدها را در اینجا قرار داده‌ام!!

تعداد رشتهٔ خطی − تعداد نوکلئوتید = تعداد پیوند فسفودی‌استر
تعداد رشتهٔ خطی − (تعداد نوکلئوتید) × ۲ = تعداد پیوند قند - فسفات

پیوندهای درون نوکلئیک‌اسیدها ۳۱۸

	نوکلئوتید	پیوند قند - باز	پیوند قند - فسفات	پیوند فسفودی‌استر
DNA حلقوی	n	n	$2n$	n
DNA خطی (دورشته‌ای)	n	n	$2n-2$	$n-2$
مولکول RNA (یا هر رشتهٔ DNA خطی)	n	n	$2n-1$	$n-1$

۳۰۱۳ (۴) منظور سؤال مولکول **دنا** است. (فصل اول دهم آموختید که در پزشکی شخصی باید مولکول دنای فرد را بررسی کنیم!) در دنای حلقوی به خاطر اینکه دو انتهای رشته نیز با پیوند فسفودی‌استر به هم متصل هستند، در نتیجه همهٔ گروه‌های فسفات در تشکیل پیوند فسفودی‌استری نقش دارند. در دنای خطی به دلیل اینکه گروه فسفات آزاد در انتهای هر رشته دیده می‌شود در نتیجه می‌توان فهمید که بیشتر گروه‌های فسفات (نه همه!!!) در تشکیل پیوند فسفودی‌استر شرکت می‌کنند. هر نوکلئوتید موجود در دنا یک قند پنج‌کربنه و یک گروه فسفات دارد؛ با این توصیف همواره در نوکلئیک‌اسیدها، تعداد گروه‌های فسفات با تعداد قند پنج‌کربنه برابر می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نوکلئوتیدهای آدنین‌دار و تیمین‌دار می‌توانند علاوه‌بر اینکه در روبه روی خود قرار می‌گیرند در مجاور هم نیز قرار بگیرند؛ به عبارتی این دو نوع نوکلئوتید علاوه‌بر اینکه می‌توانند از طریق پیوند هیدروژنی به هم متصل باشند، از طریق پیوند فسفودی‌استر نیز می‌توانند به هم متصل شوند. (قید منحصراً (فقط) گزینه را نادرست کرده است.) **گزینهٔ (۲):** در هر نوکلئوتید بیش از یک حلقهٔ آلی دیده می‌شود: (۱) قند پنج‌کربنه که یک حلقهٔ پنج‌ضلعی است. (۲) باز آلی نیتروژن‌دار که دارای یک یا دو حلقهٔ آلی می‌باشد. با این توصیف قطعاً در هر نوکلئیک‌اسید، تعداد حلقه‌های آلی بیشتر از تعداد نوکلئوتیدها است. **گزینهٔ (۳):** درون هر نوکلئوتید یک پیوند بین قند پنج‌کربنه و باز آلی نیتروژن‌دار مشاهده می‌شود (پیوند قند - باز آلی)، بنابراین تعداد این پیوند، در نوکلئیک‌اسیدها برابر با تعداد نوکلئوتیدهای شرکت کننده در آن است.

۳۰۱۴ (۴) مشخص کردن تعداد اتم کربن برای حلقه‌های بازآلی و قند، کار به شدت خبط و خطایی است. دقت کنید که حلقه‌های پنج یا شش‌ضلعی نوکلئوتیدها، پنج یا شش کربنی نیستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در همهٔ دناهای حلقوی باز دوحلقه‌ای همانند باز تک‌حلقه از طریق حلقهٔ شش‌ضلعی پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهد. **گزینهٔ (۲):** پیوند هیدروژنی حداقل ۲ و حداکثر ۳تا تشکیل می‌شود اما تعداد پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدها یکی است. **گزینهٔ (۳):** در دناهای حلقوی هر قند پنج‌کربنهٔ آن سه پیوند اشتراکی دارد (دوتا برای اتصال به باز و فسفات خودش و یکی برای اتصال به نوکلئوتید دیگر). فراوان‌ترین اندامک در گردن اسپرم، راکیزه است که دنای حلقوی دارد.

۳۰۱۵ (۴) مولکول رنای پیک (mRNA) تک‌رشته‌ای و فاقد پیوند هیدروژنی است به همین دلیل هر باز آلی آن فقط به قند همان نوکلئوتید متصل شده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مولکول رنا برخلاف دنا ممکن است تعداد باز پورینی و پیریمیدینی برابری نداشته باشد. **گزینهٔ (۲):** در دناهای حلقوی دو سر متفاوت وجود ندارد. **گزینهٔ (۳):** مولکول رنا تک‌رشته‌ای است.

۳۰۱۶ (۴) ساختار مورد نظر در شکل، نوکلئوتیدها را نشان می‌دهد. همهٔ نوکلئوتیدها دارای حلقهٔ شش‌ضلعی در باز آلی خود هستند که با نوکلئوتید مکمل خود از طریق این حلقه پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دو حلقهٔ آلی باز آلی در این ساختار دیده می‌شود پس یا گوانین و یا آدنین است ولی عامل تمایز دنا و رنا، باز آلی تک‌حلقه‌ای تیمین یا یوراسیل است. **گزینهٔ (۲):** حلقهٔ باز آلی در ساختار نوکلئوتیدها، شش‌ضلعی است و ۶ اتم کربن در رأس‌های آن نیست. **گزینهٔ (۳):** حلقهٔ پنج‌کربنهٔ قند دئوکسی‌ریبوز، دارای ۴ اتم کربن است (نه ۵تا).

۳۰۱۷ (۲) موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح هستند. سؤال در مورد مطالعات روی دنا، **قبل از آزمایش روی تصویر حاصل از پراش اشعهٔ X** در تحقیقات ویلکینز و فرانکلین می‌باشد که شامل آزمایش‌های گریفیت (مورد (ب))، ایوری (مورد (الف)) و چارگاف (مورد (ج)) می‌باشد ولی مورد (د) دربارهٔ خود آزمایش‌های تصاویر اشعهٔ X بود (نه قبل از آن) و مورد (ه) در مورد آزمایش‌های واتسون و کریک بود که **پس** از نتایج اشعهٔ X به دست آمد.

نتایج چارگاف روی DNA

تا پیش از چارگاف تصور دانشمندان بر این بود که نسبت چهار باز آلی در دنا با هم برابر است؛ چارگاف با تحقیقات و مشاهدات خود نشان داد که صرفاً در مولکول دنا (نه یک رشته)، مقدار باز آلی آدنین با تیمین و مقدار باز آلی سیتوزین با گوانین برابر است. البته **دلیل** برابری این مورد توسط دانشمندان دیگر مشخص شد.

چارگاف نمی‌دانست که دنا دورشته‌ای است. به عبارت دیگر:
چارگاف دریافت که در مولکول‌های دنای جانداران مختلف، مقدار باز آلی آدنین با تیمین و سیتوزین با گوانین برابر است.

در شرایط طبیعی در دنا، مجموع مقدار $(A+C)$ برابر با مجموع مقدار $(G+T)$ می‌باشد.

نتایج چارگاف در مورد رنا و یک رشتهٔ دنا درست نیست و چارگاف با قطر مولکول دنا و مکمل بودن بازها و نوع پیوندهای درون مولکولی کاری نداشت.

۳۱۹ آزمایش‌های چارگاف

۳۰۱۸ (۲) ویلکینز و فرانکلین با استفاده از تصاویر حاصل از پرتوهای ایکس تنها به این نتیجه رسیدند که مولکول‌های دنا دارای **بیش از یک رشته** می‌باشند (یعنی ممکن است دارای سه رشته نیز باشند.) همچنین ساختار مارپیچی مولکول دنا از دیگر نتایج حاصل از آزمایش‌های این دانشمندان بود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** توجه داشته باشید که ساختار مولکول دنا توسط واتسون و کریک مشخص شد (نه ویلکینز و فرانکلین!!!). **گزینهٔ (۳):** تعیین اینکه مولکول دنا دارای دو رشته در ساختار خود می‌باشد، توسط واتسون و کریک انجام شد. **گزینهٔ (۴):** ویلکینز و فرانکلین همانند چارگاف نتوانستند دلیل برابری بازها در مولکول دنا را به اثبات برسانند (اثبات آن توسط واتسون و کریک انجام شد.).

ویلکینز و فرانکلین و اشعهٔ X

- این دو دانشمند با استفاده از پرتو X از مولکول دنا **تصاویری** تهیه کردند و از بررسی این تصاویر به نتایجی دست یافتند:
  (۱) مولکول دنا حالت مارپیچی دارد. (۲) مولکول دنا بیش از یک رشته دارد. (دو رشته‌ای بودن را نمی‌دانستند) (۳) ابعاد مولکول دنا را نیز تشخیص دادند.
- اشعهٔ X در رادیولوژی استفاده می‌شود و برخلاف امواج رادیویی، برای جنین ضرر دارد. (فصل ۷ یازدهم)
- در پرتوهای خورشیدی اشعهٔ فرابنفش وجود دارد که منجر به دوپار تیمین می‌شود (نه پرتو X!). (فصل ۴ دوازدهم)
- یکی از راه‌های پی بردن به شکل پروتئین‌ها استفاده از پرتو X است که محققین با استفاده از آن می‌توانند به ساختار سه‌بعدی **پروتئین** پی برده و حتی موقعیت هر اتم را مشخص کنند. (گفتار ۳ همین فصل)

۳۰۱۹ ۳ سه مورد (الف)، (ب) و (د) از مدل نردبان مارپیچ که توسط واتسون و کریک ارائه شد حاصل نمی‌شوند.

بررسی موارد **الف** شکل سیتوزین و گوانین یکسان نیست. سیتوزین، باز آلی پیریمیدینی است و یک حلقه دارد و گوانین، باز آلی از نوع پورین است و دو حلقه دارد. همین یکسان نبودن باعث یکسان شدن قطر دنا در سراسر مولکول می‌شود. **ب** اگر دنا را به نردبانی تشبیه کنیم، **ستون‌های** آن متشکل از گروه‌های **فسفات و قند**های دئوکسی‌ریبوز هستند و پله‌های آن، متشکل از بازهای آلی و پیوندهای هیدروژنی. برای از بین بردن پایداری ستون‌ها، تنها باید پیوندهای اشتراکی را شکست چون پیوند هیدروژنی‌ای در ستون‌ها وجود ندارد. **ج** در هنگام رونویسی و همانندسازی، تعدادی از پیوندهای غیراشتراکی (هیدروژنی) شکسته می‌شوند ولی پایداری مولکول به هم نمی‌خورد. **د** با داشتن ترتیب نوکلئوتیدهای موجود در یکی از رشته‌ها، می‌توانیم ترتیب واحدهای سازنده را در رشتهٔ مکمل کشف کنیم اما ابعاد رشته به کمک تصویربرداری (مثلاً پرتوی ایکس) مشخص می‌شود.

آزمایش‌های واتسون و کریک ۳۲۰

نتایج مکمل بودن بازهای آلی: در پی آزمایش‌های واتسون و کریک
یکسان بودن قطر مولکول دنا و پایداری دنا: بدین علت است که یک باز دوحلقه‌ای (پورین) در مقابل یک باز تک‌حلقه‌ای (پیریمیدین) قرار می‌گیرد و باعث ثابت ماندن قطر دنا می‌شود.
شناسایی ترتیب نوکلئوتیدهای رشتهٔ مقابل از روی رشتهٔ دیگر دنا: علت آن باز هم به پیوند هیدروژنی و مکمل بودن ساختار سه‌بعدی بازهای آلی بر می‌گردد؛ به‌طور مثال اگر در یک رشته توالی *ATAGCAT* داشته باشیم، رشتهٔ مقابل آن به صورت *TATCGTA* خواهد بود.
پایداری مولکول دنا: به علت تعداد زیاد پیوندهای هیدروژنی، دنا پایداری خود را حفظ می‌کند. البته در همانندسازی و رونویسی می‌توانند بخشی از رشته‌های دنا از هم جدا شوند بدون اینکه پایداری دنا به‌هم بخورد.

۳۰۲۰ ۱ فقط مورد (ج) به رابطهٔ مکملی بین جفت بازها بستگی ندارد.

بررسی موارد **الف** درست. کاملاً مطابق جملهٔ کتاب درسی است. **ب** درست. در هر مولکول دنا، تعداد بازهای پورینی با پیریمیدینی به دلیل ساختار مکمل آن‌ها برابر است. **ج** **نادرست**. کم بودن انرژی هر پیوند هیدروژنی به خاصیت جفت بازهای مکمل ربط ندارد. **د** درست. نکتهٔ این عبارت هم به علت وجود رابطهٔ مکملی بین جفت بازها است.

۳۰۲۱ ۱ هر مولکول دنا در حقیقت از دو رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی ساخته شده است که به دور محوری فرضی پیچیده شده و ساختار مارپیچ دو رشته‌ای را ایجاد می‌کند. این مارپیچ اغلب با یک نردبانِ پیچ‌خورده مقایسه می‌شود. ستون‌های این نردبان را قند و فسفات و پله‌ها را بازهای آلی تشکیل می‌دهند. بین فسفاتِ یک نوکلئوتید و گروه هیدروکسیلِ قند نوکلئوتیدِ مجاور پیوند فسفودی‌استر، و بین بازهای روبه‌روی هم پیوند هیدروژنی برقرار است. اگرچه هر پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی پیوند کمی دارد (درستی گزینهٔ (۱))، ولی وجود هزاران یا میلیون‌ها نوکلئوتید و برقراریِ پیوند هیدروژنی بین آن‌ها به مولکول دِنا حالت پایدارتری می‌دهد. ترتیب نوکلئوتیدهای هر رشتهٔ دنا توسط بازهای آلی مشخص می‌شود (نادرستی گزینهٔ (۲)). قرارگیری جفت‌بازها به این شکل باعث می‌شود که قطر مولکول دنا در سراسر آن یکسان باشد؛ زیرا یک باز تک‌حلقه‌ای در مقابل یک باز دوحلقه‌ای قرار می‌گیرد و باعث پایداری مولکول دنا می‌شود (نادرستی گزینهٔ (۳)). مطالعات چارگاف ثابت کرد که تعداد بازهای پورین در هر مولکول دنا برابر با بازهای پیریمیدین است (نادرستی گزینهٔ (۴)).

۳۰۲۲ ۳ **پیش از چارگاف**، مشخص شده بود که اسیدهای نوکلئیک از **نوکلئوتیدها** ساخته شده‌اند و هر نوکلئوتید نیز در ساختار خود **یک باز آلی**، **یک قند پنج‌کربنی** و **یک یا سه گروه فسفات** دارد. در نتیجه **چارگاف همانند دانشمندان پیش از خود**، معتقد بود که تعداد قندهای دئوکسی‌ریبوز در ساختار دنا با تعداد کل بازهای آلی برابر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: مشاهدات و تحقیقات **چارگاف** روی دِناهای جانداران مختلف نشان داد که **مقدار آدنین در دِنا با مقدار تیمین برابر** است و **مقدار گوانین در آن با مقدار سیتوزین برابری** می‌کند، اما دقت کنید! چارگاف **هنوز نمی‌دانست که دنا، دو رشته‌ای است** و دو رشتهٔ آن روبروی هم قرار دارند. **گزینهٔ (۲)**: **ویلکینز** و **فرانکلین** با استفاده از **پرتو ایکس** از مولکول‌های دِنا تصاویری تهیه کردند. با بررسی این تصاویر در مورد ساختار دِنا نتایجی را به دست آوردند از جمله اینکه دِنا حالت **مارپیچی** و **بیش از یک رشته** دارد. البته با استفاده از این روش **ابعاد مولکول‌ها** را نیز تشخیص دادند. اما دربارهٔ اینکه رشته‌های دنا با پیوندهای هیدروژنی به یکدیگر متصل شده‌اند، چیزی متوجه نشدند! **گزینهٔ (۴)**: طبق مدل **واتسون** و **کریک**، **پیوندهای هیدروژنی** بین بازها، دو رشتهٔ دِنا را در مقابل هم نگه می‌دارد. قرارگیری جفت بازها به این شکل باعث می‌شود که **قطر مولکول دنا در سراسر آن یکسان** باشد؛ زیرا یک باز تک‌حلقه‌ای در مقابل یک باز دوحلقه‌ای قرار می‌گیرد و باعث **پایداری** مولکول دنا می‌شود. اگرچه **هر پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی پیوند کمی** دارد، ولی وجود هزاران یا میلیون‌ها نوکلئوتید و برقراری پیوند هیدروژنی بین آن‌ها به مولکول دِنا حالت پایدارتری می‌دهد.

۳۰۲۳ ۲ تنها مورد (د) صحیح است.

بررسی موارد **الف** نادرست. ایوری توانست ثابت کند که مادهٔ وراثتی از جنس پروتئین نیست. در آزمایش‌هایی که ایوری انجام داد، هرگز از موش استفاده نشد و بررسی انتقال صفت، با میکروسکوپ انجام شد (نه کشتن موش‌های بیچاره!). **ب** نادرست. دورشته‌ای بودن دنا توسط واتسون و کریک به اثبات رسید اما ابعاد دنا قبلاً توسط ویلکینز و فرانکلین و با بررسی تصاویر حاصل از پرتوی ایکس، مشخص شده بود. **ج** نادرست. مارپیچی بودن رشته‌های (نه دو رشته) دنا، توسط فرانکلین و ویلکینز ثابت شده بود اما واتسون و کریک بودند که در مدل خود به پیچش دور یک محور فرضی اشاره کردند. **د** **درست**. چارگاف پی برد که بازهای آلی دنا، دو به دو با هم برابرند (نه همگی با هم) اما نتوانست بفهمد که دلیل این برابری دوگانه، روبه‌روی هم قرار گرفتنِ بازهاست.

۳۰۲۴ ۳ در مولکول دنای حلقوی که در باکتری‌ها به غشا متصل است، نوکلئوتیدهای دوحلقه‌ای در مقابل تک‌حلقه‌ای قرار می‌گیرند. پس تعداد برابری دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: گریفیت می‌خواست واکسنی برای آنفلوانزا پیدا کند. **گزینهٔ (۲)**: به کار بردن لفظ رشته‌**ها** برای **رنا** اشتباه است. **گزینهٔ (۴)**: این عبارت در رابطه با نوکلئیک‌اسیدهای حلقوی غلط است.

۳۰۲۵ ۱ *rRNA* نوعی *RNA* ساختاری با نقش آنزیمی است که در ساختمان ریبوزوم قرار می‌گیرد. این مولکول پس از ساخت، ابتدا با **پروتئین‌های ریبوزومی** ترکیب می‌شود تا زیرواحدهای ریبوزوم ایجاد شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲)**: جفت بازهای مکمل تعداد پیوند هیدروژنی یکسان ندارند (بین سیتوزین و گوانین سه پیوند و آدنین و تیمین دو پیوند وجود دارد)، ولی قطر دنا در سراسر مولکول به دلیل جفت بودن بازها یکسان است. **گزینهٔ (۳)**: جایگاه فعال در همهٔ **آنزیم‌ها** وجود دارد، ولی فقط گروهی از آن‌ها پروتئینی هستند و از روی *mRNA*ها ساخته می‌شوند. برخی *RNA*ها، نیز عمل کاتالیزوری یا آنزیمی دارند که از روی دنا ساخته می‌شوند. **گزینهٔ (۴)**: *RNA* ناقل فقط در انتقال آمینواسیدها یعنی واحدهای پروتئین‌های ریبوزومی نقش دارد ولی در ساختار ریبوزوم، *rRNA* نیز وجود دارد که *tRNA* در انتقال واحد سازندهٔ آن یعنی در انتقال **نوکلئوتیدها**، نقشی ندارد.

۳۰۲۶ :(۱) تنها مورد (ب) در مورد رناهای پیک، ناقل و ریبوزومی صحیح است. (در مورد (ج) از حالت‌های دیگر رنا صحبت شده است اما در صورت سؤال فقط به سه مورد اشاره شده است)

بررسی موارد (الف) نادرست. رنای پیک راکیزه‌ای در همان راکیزه برای ساخت پروتئین ترجمه می‌شود و نیازی به گذشتن از غشاهای منفذدار (مربوط به هسته) ندارد. (ب) **درست.** می‌دانیم که *tRNA*ها آمینواسیدها را به سوی رناتن می‌برند ولی فقط *rRNA*ها در ساختار ریبوزوم شرکت دارند. (ج) نادرست. رناها می‌توانند نقش آنزیمی و دخالت در تنظیم بیان ژن نیز داشته باشند پس در صورت داشتن هر دو نقش در مورد نقش آنزیمی، جایگاه فعال نیز دارند. (د) نادرست. رنا فقط از روی بخشی از یک رشتهٔ دنا ساخته می‌شود. رناهایی که خاصیت آنزیمی (کاهش انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها) دارند، پروتئین نیستند که از روی رنای پیک ساخته شوند.

مقایسهٔ انواع نوکلئیک‌اسیدها ۳۲۱

موارد مقایسه	*DNA* حلقوی	*DNA* خطی	*tRNA*	*rRNA*	*mRNA*	رنای کوچک
یافت شدن در پروکاریوت	بله	خیر	بله	بله	بله	خیر
یافت شدن در یوکاریوت	بله	بله	بله	بله	بله	بله
تعداد رشته	۲	۲	۱	۱	۱	۱
محل ساخت	سیتوپلاسم	هسته	هسته و سیتوپلاسم	هسته و سیتوپلاسم	هسته و سیتوپلاسم	هسته
خطی یا حلقوی	حلقوی	خطی	خطی	خطی	خطی	خطی
پیوند هیدروژنی	با خود و رنای در حال ساخت	با خود و رنای در حال ساخت	با خود و دنا و رنای پیک	با دنای الگو	با دنا و رنای ناقل و رنای کوچک	با دنا و رنای پیک
داشتن دو سر متفاوت	خیر	بله	بله	بله	بله	بله
انواع باز آلی	*G - C - T - A*	*G - C - T - A*	*G - C - U - A*	*G - C - U - A*	*G - C - U - A*	*G - C - U - A*
قند سازنده	دئوکسی‌ریبوز	دئوکسی‌ریبوز	ریبوز	ریبوز	ریبوز	ریبوز
آنزیم سازنده	دنابسپاراز پروکاریوتی یا میتوکندریایی یا کلروپلاستی	دنابسپاراز یوکاریوتی	رنابسپاراز پروکاریوتی یا رنابسپاراز ۳ یوکاریوتی	رنابسپاراز پروکاریوتی یا رنابسپاراز ۱ یوکاریوتی	رنابسپاراز پروکاریوتی یا رنابسپاراز ۲ یوکاریوتی	رنابسپاراز

۳۰۲۷ :(۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند. رنای پیک (mRNA) اطلاعات را از دنا به ریبوزوم می‌رساند. ریبوزوم با استفاده از اطلاعات رنای پیک پروتئین‌سازی می‌کند در حالی که رنای ریبوزومی در ساختار ریبوزوم‌ها شرکت دارد. (درستی مورد (د))

بررسی موارد (الف) هر سه نوع رنا در پروتئین‌سازی دخالت دارند. (ب) هر سه نوع رنا از روی بخشی از یک رشتهٔ دنا ساخته می‌شوند. (ج) در ساختمان هر سه نوع رنا فقط دو نوع باز پیریمیدینی (C, U) شرکت دارند.

۳۰۲۸ :(۱) همهٔ جانداران (پروکاریوت و یوکاریوت) در درون خود دارای *RNA* می‌باشند که یک نوع نوکلئیک‌اسید خطی است که در صورت داشتن نقش آنزیمی، عمل **اختصاصی** دارند. هر آنزیمی دارای جایگاه فعال، شکل سه‌بعدی و خاصیت پایین آوردن انرژی فعال‌سازی واکنش خاص را دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** رناها در تنظیم بیان ژن یعنی روشن یا مهار کردن ژن‌ها مؤثرند. **گزینهٔ (۳):** هم‌زمان با افزوده شدن نوکلئوتید سه فسفاته به انتهای رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید، از نوکلئوتید جدید گروه(های) فسفات آزاد می‌شود (نه از انتهای رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید!). **گزینهٔ (۴):** در هر نوکلئیک‌اسید، همواره پیوند هیدروژنی بین دو حلقهٔ آلی شش‌ضلعی تشکیل می‌شود (نه درون هر نوکلئوتید که اصلاً پیوند هیدروژنی وجود ندارد.).

۳۰۲۹ :(۲) مولکول رنا در باکتری‌ها توسط یک نوع آنزیم رنابسپاراز تولید می‌شود. در هر نوکلئوتید پیریمیدینی، دو حلقهٔ آلی (قند و باز) و در نوکلئوتید پورینی سه حلقهٔ آلی (قند و باز) وجود دارد. *ممکنه بگید من هنوز نمی‌دونم رنابسپاراز چیه؟! حق داری ولی حداقل میدونی که هر نوکلئوتید یک حلقهٔ قند و یک حلقهٔ باز آلی داره!*

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مولکول رنا ممکن است تعداد بازهای دوحلقه‌ای (مجموعهٔ A و G) و تک‌حلقه‌ای (سیتوزین) برابر باشد در حالی که یوراسیل هم نداشته باشد. چون در رنا، قانونی برای داشتن انواع باز آلی وجود ندارد. **گزینهٔ (۳):** در دنای حلقوی تعداد پیوندهای قند – فسفات دو برابر تعداد پیوندهای فسفودی‌استر است. دنای حلقوی دو سر آزاد ندارد. **گزینهٔ (۴):** مولکول دنا دارای قندهایی با یک اتم اکسیژن کمتر از رنا است. آخرین نوکلئوتید در دناهای خطی فقط یک پیوند فسفودی‌استر با نوکلئوتید قبلی خود دارد.

۳۰۳۰ :(۲) همهٔ موارد عبارت صورت سؤال را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد (الف) توجه داشته باشید که پیوند پپتیدی تنها بین آمینواسیدها تشکیل می‌شود و امکان مشاهدهٔ آن بین مولکول رنا و آمینواسیدها وجود ندارد. (ب) پیوند هیدروژنی در ساختار نوکلئیک‌اسیدها بین بازهای آلی نیتروژن‌دار تشکیل می‌شود (نه مولکول‌های قندی!!). (ج) **برخی** از مولکول‌های رنا، دارای **نقش آنزیمی** می‌باشند که شکل جایگاه فعال آن‌ها با شکل پیش‌ماده یا بخشی از آن **مکمل** (نه مشابه) است. (د) پیوند بین گروه‌های فسفات از نوع اشتراکی است ولی فسفودی‌استر نمی‌باشد.

۳۰۳۱ :(۴) تمامی موارد عبارت را به نادرستی تکمیل می‌نمایند.

بررسی موارد (الف) رنا (RNA) در ساختار نوکلئوتیدهای سازندهٔ خود دارای قند ریبوز می‌باشد. رناهای مختلفی مانند رنای پیک، رنای ناقل، رنای رناتنی، رناهای کوچک مؤثر بر تنظیم بیان ژن و ... در یاخته‌های یوکاریوتی دیده می‌شوند. در فصل بعد می‌آموزید که رناهای کوچک با اتصال به رنای پیک در تنظیم بیان ژن پس از رونویسی نقش دارند. این رناها در پروتئین‌سازی شرکت نمی‌کنند. (ب) در داخل هسته، دنا و رناهایی که از روی آن ساخته می‌شوند، دیده می‌شوند. دنا و گروهی از رناها (مانند رنای ناقل) در ساختار خود پیوند هیدروژنی دارند. در حالی که در بعضی از رناها مانند رنای پیک، بین نوکلئوتیدها پیوند هیدروژنی تشکیل نمی‌شود. (ج) **دنای** موجود در هسته، میتوکندری و دیسه‌ها در ذخیرهٔ اطلاعات وراثتی یاخته نقش دارند. دقت کنید که در فرایند تقسیم میتوز، پوشش هستهٔ تجزیه شده و دنای هسته در تماس با محتویات سیتوپلاسم قرار می‌گیرد. (د) در داخل اندامک میتوکندری، دنای حلقوی به همراه رناهایی که از روی آن ساخته می‌شوند، دیده می‌شود. دو پیوند فسفودی‌استر به ازای هر نوکلئوتید تنها در نوکلئیک‌اسیدهای حلقوی مانند دنای این اندامک مشاهده می‌شوند و رناها این ویژگی را ندارند.

۳۰۳۲ (۳) متن سؤال از خط اول فصل در مورد **ژن** است. اطلاعات وراثتی در واحدهایی به نام ژن در دنا سازماندهی شده‌اند. رنا، نوکلئیک‌اسیدی است که دستورالعمل‌های دنا را به اجرا درمی‌آورد.

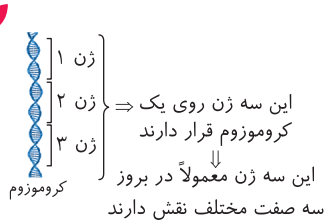
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اینکه اطلاعات وراثتی در دنا قرار دارند از نتایج آزمایش‌های ایوری و همکارانش بود. (به علاوه ویلکینز و فرانکلین هم به دورشته‌ای بودن دنا پی نبردند.) **گزینهٔ (۲):** همواره از روی یک ژن تنها یک نوع رنابسپاراز رونویسی می‌کند. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که رنا از روی کل یک رشته از دو رشتهٔ ژن (نه کل یک رشتهٔ دنا) تولید می‌شود (نه بخشی از آن ژن). در حقیقت کل یک رشته از دورشته‌ای که به نام ژن می‌شناسیم، در تولید رنا مؤثر است و الگو می‌باشد.

ژن چیست؟

همان‌طور که تا اینجا متوجه شدید، اطلاعات وراثتی جانداران در *DNA* آن‌ها ذخیره شده است. از آنجایی که هر جاندار تعداد صفات و ویژگی‌های زیادی دارد، پس باید **هر قسمتی** از *DNA*، سبب ایجاد یک یا چند ویژگی شود. **به هر بخشی از مولکول دورشته‌ای *DNA* که دستورالعمل بروز صفات را در خود ذخیره کرده است، یک ژن می‌گویند.** هر کروموزوم و *DNA* مرتبط با آن حاوی تعداد **بسیار زیادی ژن** می‌باشد. ژن‌های قرار گرفته روی یک کروموزوم، با هم به نسل بعد یاخته یا جاندار منتقل می‌شوند. در ادامه می‌بینید که هر ژن دستورالعمل ایجاد یک صفت را ابتدا از طریق تولید یک رنا و سپس در **برخی** حالات در صورت تولید رنای پیک با تولید **یک رشتهٔ پلی‌پپتیدی** خاص ایجاد می‌کند.

نکته

- در فصل ۳ می‌خوانید که در برخی موارد چند ژن با هم سبب فعالیت و بروز یک صفت می‌شوند (مثل رنگ چشم یا طول قد و ...).
- دقت کنید که ژن‌ها یا *DNA*های یوکاریوتی، درون **هسته** قرار دارند ولی پروتئین‌سازی درون **ریبوزوم** (رناتن) سیتوپلاسم صورت می‌گیرد. پس نیاز به یک مولکول میانجی بین آن‌ها وجود دارد که این مولکول همان ***RNA*** (رنا) می‌باشد.



۳۰۳۳ (۲) منبع رایج انرژی در یاخته‌ها، *ATP* است که متشکل از قند **ریبوز**، باز آلی آدنین و سه گروه فسفات می‌باشد. بر این اساس، موارد (الف) و (ج) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** انتقال مواد درشت از غشای یاخته به کمک اندوسیتوز و اگزوسیتوز انجام می‌شود که این دو فرایند همواره نیازمند *ATP* هستند. عبور مولکول‌های کوچک در خلاف جهت شیب غلظت نیز با انتقال فعال صورت می‌گیرد که معمولاً نیازمند *ATP* است. (ب) نادرست. مولکول‌های حامل یا ناقل الکترون در سبزدیسه و راکیزه، یا پروتئین هستند و یا موادی نوکلئوتیدی که فاقد *ATP* می‌باشند. (ج) **درست.** سازنده‌های پلهٔ نردبان دنا، بازهای آلی هستند که بینشان پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود. *ATP* فاقد پیوند هیدروژنی است و پیوندهای اشتراکی دارد که بین دو باز آلی مقابل، هرگز پیوند اشتراکی نمی‌بینیم. (د) نادرست. پمپ سدیم - پتاسیم که قابلیت کاتالیزوری برای شکستن *ATP* دارد، پیوند بین دو فسفات آن را می‌شکند و انرژی را آزاد می‌کند. در صورتی که پیوند قند - فسفات شکسته شود، تمام فسفات‌ها از نوکلئوتید جدا می‌شوند و دیگر *ADP* نخواهیم داشت.

نقش‌های مختلف *ATP*

(۱) رایج‌ترین منبع انرژی زیستی در یاخته است. (۲) حاوی قند ریبوز و باز آلی آدنین با سه گروه فسفات است. (۳) در هر مکانیسم درون‌بری و برون‌رانی مصرف می‌شود. (۴) در اغلب انتقال‌های فعال استفاده می‌شود. (۵) در سطح مجاور سیتوپلاسم پمپ سدیم - پتاسیم مصرف می‌شود. (۶) در سر میوزین برای انقباض ماهیچه هیدرولیز می‌شود. (۷) تولید آن با تولید آب و مصرف انرژی همراه است. (۸) در مرحلهٔ اول قندکافت مصرف و در مرحلهٔ آخر آن در سطح پیش‌ماده تولید می‌شود. (فصل ۵) (۹) در مرحله‌ای از چرخهٔ کربس در سطح پیش‌ماده تولید می‌شود. (فصل ۵) (۱۰) به کمک غشای درونی راکیزه به روش اکسایشی تولید می‌شود. (فصل ۵) (۱۱) به کمک غشای تیلاکوئید به‌صورت نوری در فتوسنتز تولید می‌شود. (فصل ۶) (۱۲) در مرحلهٔ دوم و چهارم چرخهٔ کالوین، مصرف می‌شود. (فصل ۶)

۳۰۳۴ (۱) فقط مورد (الف) در مورد **تمام** مولکول‌های *RNA* صحیح است. اجرای دستورالعمل تمام ژن‌ها بر عهدهٔ مولکول‌های **رناست** چون همهٔ ژن‌هایی که رونویسی می‌شوند به شکل رنا درمی‌آیند اما تمام رناها باعث ساخت پروتئین نمی‌شوند (مثلاً رنای ریبوزومی که بیان ژن محسوب می‌شود اما ساخت پروتئینی را رمزگردانی نمی‌کند).

بررسی موارد (الف) **درست.** همهٔ مولکول‌های *RNA* از نوکلئوتیدها تشکیل شده‌اند که واحدهایی دارای نیتروژن و فسفات هستند. (ب) نادرست. اندامک بدون غشا (بدون فسفولیپید) که به تولید پروتئین می‌پردازد، **ریبوزوم** است. توجه کنید که رنا به همراه پروتئین، این اندامک را می‌سازد (نه به کمک رنا). (ج) نادرست. رناهای اولیه از روی تمام طول یک رشتهٔ ژن ساخته شده‌اند، ولی در فصل بعد می‌آموزید که برخی رناهای پیک در باکتری‌ها می‌توانند از روی سه ژن هم ساخته شوند. (د) نادرست. نوکلئوتیدها دارای گروه هیدروکسیلی هستند و در یک سر آزاد یک رشتهٔ نوکلئیک‌اسیدی، گروه هیدروکسیل می‌بینیم (نه کربوکسیل).

۳۰۳۵ (۱) با توجه به شکل ۳ صفحهٔ ۴ کتاب درسی، تمامی نوکلئوتیدها صرف نظر از اینکه قند ریبوز یا دئوکسی‌ریبوز داشته باشند، در رأس حلقهٔ قندی خود، دارای یک اتم اکسیژن می‌باشند. دقت کنید که تفاوت اکسیژن قندهای ریبوز و دئوکسی‌ریبوز در یکی دیگر از رئوس قند می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در تمامی نوکلئوتیدهای پورینی، بازآلی از طریق حلقهٔ پنج‌ضلعی خود به قند پنج‌کربنه متصل می‌شود؛ بنابراین در این نوکلئوتیدها دو حلقهٔ پنج‌ضلعی متصل به هم دیده می‌شود. در نوکلئوتیدهای حاوی باز پیریمیدین، حلقهٔ شش‌ضلعی باز به قند متصل است. (دقت کنید که حلقهٔ ۵کربنی و ۶کربنی غلط است!) **گزینهٔ (۳):** پیوند پرانرژی بین گروه‌های فسفات، تنها در نوکلئوتیدهایی که بیش از یک گروه فسفات دارند، دیده می‌شود. **گزینهٔ (۴):** تنها برخی از نوکلئوتیدهای تک‌فسفاته می‌توانند با اتصال به نوکلئوتیدهای مشابه خود، رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی را تشکیل دهند مثلاً *AMP* که در متابولیسم وجود دارد نوکلئوتید آزاد است و به دیگری متصل نمی‌شود.

نقش‌های مختلف نوکلئوتیدها

- شرکت در ساختار *DNA* با **قند** دئوکسی‌ریبوز
- شرکت در ساختار *RNA*ها با **قند** ریبوز
- شرکت در ساختار رناتن به صورت *rRNA*
- به صورت ***ATP*** با قند ریبوز، انرژی رایج در یاخته هستند که طی تنفس یاخته‌ای و متابولیسم ایجاد می‌شوند و یاخته در فعالیت‌های مختلف خود از آن استفاده می‌کند.
- در فصل‌های ۵ و ۶ می‌خوانید که مولکول‌هایی مثل *NADH*، $FADH_2$ (در تنفس یاخته‌ای) و *NADPH* (در فتوسنتز) حاوی انواعی از نوکلئوتیدها هستند که برای انتقال **الکترون** کارایی دارند.

۳۰۳۶ **۴** در تمام نوکلئوتیدهای موجود در بدن انسان، می‌توان یک یا چند گروه فسفات متصل به قند را مشاهده کرد. (به کلمهٔ «یا» در گزینهٔ داده شده خوب دقت کنید).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید هر نوکلئوتیدی قند ریبوز ندارد. برخی نوکلئوتیدها مثل نوکلئوتیدهای موجود در دنا دارای قند دئوکسی‌ریبوز می‌باشند. **گزینهٔ (۲):** هر مادهٔ نوکلئوتیدی در ساختار رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی قرار نمی‌گیرد. مثلاً ATP - ADP - $NADH$ - NAD^+ - FAD - $FADH_2$ - $NADPH$ - $NADP$ این نوکلئوتیدها یا دی‌نوکلئوتیدها به صورت آزاد در یاخته وجود دارند. **گزینهٔ (۳):** این مورد تنها در رابطه با ATP صحیح است. مولکول‌های نوکلئوتیدی مختلف در جاهای مختلفی می‌توانند تولید شوند. (در مورد این مولکول‌ها در آخر همین گفتار بحث می‌کنیم!)

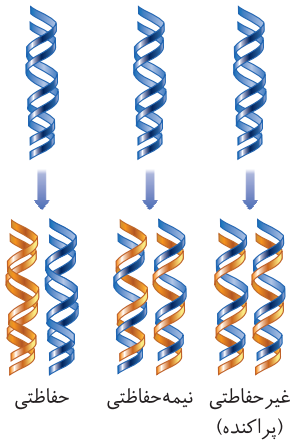
۳۰۳۷ **۲** موارد (ب) و (د) صحیح هستند. منظور از مولکول‌های مرتبط با ژن، **دنا، رنا و پروتئین** می‌باشد.

بررسی موارد **الف** **نادرست.** دقت کنید مولکول دنا توسط یاختهٔ مادری ساخته شده و به یاختهٔ دختری به ارث رسیده است. همچنین برخی پروتئین‌ها توسط یاخته‌های دیگری تولید می‌شوند و به یک یاختهٔ دیگر وارد می‌شوند؛ مانند آنزیم القاکنندهٔ مرگ برنامه‌ریزی شده. همچنین مولکول‌های رنا می‌توانند از طریق پلاسمودسم‌ها بین‌یاخته‌های گیاهی جابه‌جا شوند. (آنزیم‌ها ضمن کاهش انرژی فعال‌سازی، سرعت واکنش‌ها را زیاد می‌کنند.) **ب** درست. مولکول‌های **دنا** نقش مادهٔ ذخیره کنندهٔ اطلاعات **وراثتی** را دارند و این مولکول‌ها در دو بخش هسته و سیتوپلاسم یاختهٔ یوکاریوتی قرار دارند. **ج** **نادرست.** اطلاعات اولیه در مورد مادهٔ وراثتی (دنا) از آزمایشات **گریفیت** به دست آمد و در مورد هیچ‌کدام صادق نیست. **د** درست. دقت کنید با توجه به عنوان فصل (مولکول‌های اطلاعاتی) هرسه نوع مولکول دنا، رنا و پروتئین در خود اطلاعات را ذخیره کرده‌اند و فقط برخی از آن‌ها یعنی دنا و $mRNA$، اطلاعات **وراثتی** را در خود ذخیره کرده‌اند. در نتیجه این جمله دربارهٔ وجود هر سه نوع مولکول در هسته صحیح است.

۳۰۳۸ **۱** در طرح همانندسازی حفاظتی، مولکول دنای اولیه بدون تغییر می‌ماند و هیچ پیوند فسفودی‌استری در آن در طی همانندسازی شکسته نمی‌شود اما در طرح همانندسازی غیرحفاظتی (پراکنده)، پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهای دنای اولیه می‌شکند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** تمامی طرح‌های همانندسازی از قوانین واتسون و کریک تبعیت می‌کنند که در آن نوکلئوتیدهای پورین‌دار در مقابل نوکلئوتیدهای پیریمیدین‌دار قرار می‌گیرند. **گزینهٔ (۳):** در طرح همانندسازی حفاظتی هر مولکول دنا یا تماماً نوکلئوتیدهای جدید یا تماماً نوکلئوتیدهای قدیمی دارد. **گزینهٔ (۴):** در هر دو طرح همانندسازی غیرحفاظتی و نیمه‌حفاظتی، امکان مشاهدهٔ نوکلئوتیدهای جدید در هر دو مولکول دنای حاصل از همانندسازی وجود دارد.

نکاتی از طرح‌های همانندسازی



- با توجه به مدل **واتسون و کریک** و رابطهٔ **مکملی** بین بازها، همانندسازی دنا، **تا حد زیادی** قابل توجیه است.
- **۱ مدل حفاظتی:** هر دو رشتهٔ دنای قبلی بدون تغییر وارد یک یاخته می‌شوند. این مدل در آزمایش مزلسون و استال بعد از ۲۰ دقیقه یا همان نسل اول همانندسازی رد شد. در این روش در مولکول اولیه (مادر) هیچ پیوندی شکسته و تشکیل نمی‌شود و همهٔ مولکول‌های حاصله پیوندهای قدیمی و یا جدید دارند.
- **۲ مدل نیمه‌حفاظتی:** هر یاخته یک رشتهٔ قدیمی و یک رشتهٔ جدید دریافت می‌کند که پس از دو نسل همانندسازی توسط مزلسون و استال تأیید شد. در این روش پیوند هیدروژنی در دنای اولیه باز می‌شود.
- **۳ مدل غیرحفاظتی:** هر یاخته دنایی را دریافت می‌کند که حاوی قطعاتی از دنای قبلی و جدید است که توسط مزلسون و استال بعد از ۴۰ دقیقه یا دو نسل همانندسازی رد شد. در این مدل همه نوع پیوند در دنای اولیه تخریب و تشکیل می‌شود.
- در هر سه طرح همانندسازی، پیوندهای فسفودی‌استر تشکیل می‌شوند ولی فقط در همانندسازی غیرحفاظتی است که پیوندهای فسفودی‌استر میان نوکلئوتیدهای دنای اولیه می‌شکنند.
- فقط در طرح غیرحفاظتی، شکسته شدن فسفودی‌استر در دنای اولیه و تشکیل فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهای جدید با قدیمی وجود دارد.
- فقط در طرح حفاظتی، تشکیل پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای جدید و قدیمی صورت نمی‌گیرد.
- اگر همانندسازی به صورت حفاظتی انجام می‌شد، در یک نسل همانندسازی جهش‌های حاصل از خطاهای دنا پلیمراز فقط به یکی از یاخته‌های دختری منتقل می‌شد.
- مولکولی با دو رشتهٔ قدیمی فقط در طرح حفاظتی و مولکولی با هر دو رشتهٔ دارای نوکلئوتیدهای جدید و قدیمی، در طرح غیرحفاظتی دیده می‌شود.
- در طرح غیرحفاظتی، در دناهای جدید، الگوی قرارگیری قطعات رشته‌های قبلی و جدید یکسان است.

۳۰۳۹ **۱** فقط مورد (ب) به‌درستی بیان شده است.

بررسی موارد **الف** نادرست. هم در همانندسازی غیرحفاظتی و هم در همانندسازی نیمه‌حفاظتی تشکیل دنا با چگالی سبک امکان پذیر است. (اگر نوکلئوتیدهای مورد استفاده سبک باشند، در همانندسازی نیمه‌حفاظتی بعد از دو دور همانندسازی دنا با چگالی سبک مشاهده می‌شود.) **ب** **درست.** ویرایش فقط بر روی رشته‌های **جدید** در حال ساخت صورت می‌گیرد؛ و از آنجایی که در همانندسازی حفاظتی، هر دو رشتهٔ یک مولکول از نوع جدید و رشته‌های مولکول دیگری از نوع قدیم (مادری) هستند، پس ویرایش فقط در یکی از **مولکول‌های** حاصل دیده می‌شود. **ج** نادرست. در همانندسازی غیرحفاظتی نیز به دلیل اینکه در یک مولکول هم نوکلئوتیدهای قدیم و هم جدید دیده می‌شوند، امکان دارد در دور اول همانندسازی همانند، همانندسازی **نیمه‌حفاظتی** (نه حفاظتی!) یک نوار با چگالی متوسط در وسط لوله قرار گیرد. **د** **نادرست.** هم در همانندسازی نیمه‌حفاظتی و هم غیرحفاظتی قطعات و یا رشته‌ای از دنای مادری در هر مولکول جدید دیده می‌شوند که با قطعه یا رشتهٔ جدید، یک مولکول دنا را ساخته‌اند (مادهٔ ژنتیکی جدید) و در هر یاختهٔ حاصل از تقسیم دیده می‌شوند.

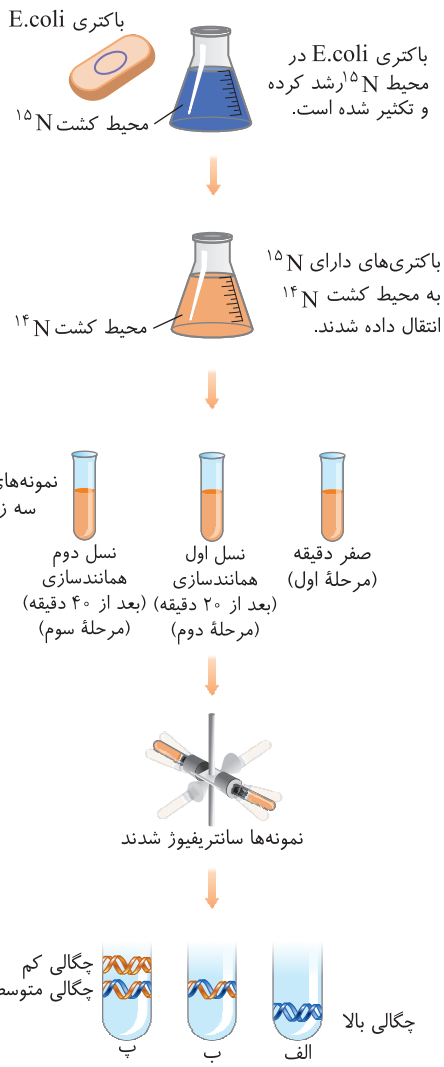
۳۰۴۰ **۱** در آزمایش مزلسون و استال، مولکول دنا با دو رشتهٔ ^{15}N را در محیط ^{14}N همانندسازی کردند و پس از ۲۰ دقیقه، در نسل اول باکتری‌ها، **یک نوار** در **وسط** لولهٔ سانتریفیوژ برای مولکول‌هایی با چگالی متوسط پیدا کردند و از نتایج نسل اول فهمیدند که چون دنا با چگالی سنگین مادری وجود ندارد، قطعاً روش همانندسازی از نوع **حفاظتی** نمی‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** پس از ۴۰ دقیقه در نسل دوم، دو نوع مولکول دنا ایجاد شد که یک نوع مولکول، سبک با دو رشتهٔ ^{14}N در **بالای** لوله و یک نوع مولکول متوسط با یک رشتهٔ ^{14}N و یک رشتهٔ ^{15}N بود (پس از ۴۰ دقیقه فهمیدند که مدل همانندسازی نمی‌تواند غیرحفاظتی یا پراکنده باشد). **گزینهٔ (۳):** مزلسون و استال طی مراحل مختلف آزمایش خود برای همانندسازی فهمیدند که روش **نیمه‌حفاظتی** صحیح است و در مولکول جدید، یک رشتهٔ جدید و یک رشتهٔ قدیمی وجود دارد. **گزینهٔ (۴):** کاملاً درست است و برای این کار نمونه‌ها را با سرعت **بالا** در محلول سزیم کلرید قرار دادند.

آزمایش مزلسون و استال برای تأیید طرح همانندسازی نیمه‌حفاظتی

این دو محقق به صورت **علمی** به بررسی سه فرضیه یا طرح پیشنهادی برای مدل همانندسازی *DNA* پرداختند و برای تشخیص *DNA*های جدید از قدیمی، از نوکلئوتیدهایی با ایزوتوپ **سنگین** ^{15}N نشانه‌گذاری شده، در نوکلئوتیدهای محیط استفاده کردند. آن‌ها سپس مولکول‌های حاصله را وارد دستگاه سانتریفیوژ با سرعت بالا کردند تا با بررسی آن‌ها پی به روش حقیقی همانندسازی دنا ببرند.

۱۷۹ شکل‌نامهٔ آزمایش‌های مزلسون و استال



هدف آزمایش: مشخص کردن نحوهٔ همانندسازی میان مدل‌های مطرح شده

اولین مرحلهٔ آزمایش (دقیقهٔ صفر): دنای باکتری را که در محیط نیتروژن سنگین همانندسازی کرده بودند را سانتریفیوژ کردند، یک نوار در قسمت **پایینی** لولهٔ آزمایش تشکیل شد که فقط حاوی نوکلئوتیدهای دارای نیتروژن سنگین بود.

دومین مرحلهٔ آزمایش (دقیقهٔ ۲۰): این مرحله پس از یک مرحله همانندسازی باکتری‌های نیتروژن سنگین در محیط حاوی نیتروژن سبک انجام شد و یک نوار در قسمت **میانی** لولهٔ آزمایش تشکیل شد و پس از ۲۰ دقیقه متوجه شدند که روش همانندسازی حفاظتی نادرست است چون مولکول سنگین ^{15}N مادر در نمونه‌ها وجود نداشت.

سومین مرحلهٔ آزمایش (دقیقهٔ ۴۰): این مرحله پس از دو دور همانندسازی باکتری‌های نیتروژن سنگین در محیط حاوی نیتروژن سبک انجام شد و پس از ۴۰ دقیقه، یک نوار در قسمت میانی لولهٔ آزمایش و یک نوار در قسمت بالایی لولهٔ آزمایش تشکیل شد؛ دناهایی که در وسط لولهٔ آزمایش بودند، یک رشته نیتروژن سنگین و یک رشته نیتروژن سبک داشتند ولی دناهایی که در بالای لولهٔ آزمایش قرار داشتند، فقط دارای نیتروژن سبک بودند.

- در مرحلهٔ دوم آزمایش (در دقیقهٔ ۲۰)، طرح حفاظتی و در مرحلهٔ سوم آزمایش طرح پراکنده رد شد.
- در مرحلهٔ سوم (در دقیقهٔ ۴۰)، بعضی از دناها و در مرحلهٔ دوم، همهٔ دناها چگالی متوسط داشتند.
- در مرحلهٔ سوم، بعضی از دناهای واجد نیتروژن سبک در قسمت میانی لوله، بعضی از دناهای واجد نیتروژن سبک در قسمت بالایی لوله و همهٔ دناهای واجد نیتروژن سنگین در قسمت میانی لولهٔ آزمایش بودند.
- در مرحلهٔ سوم، بعضی از دناهای تشکیل شده، سبک‌تر از دناهای تشکیل شده در مراحل قبل هستند و همینطور این که بعضی از دناهای تشکیل شده چگالی مشابه همهٔ دناهای مرحلهٔ دوم داشتند.
- در نخستین مرحله از آزمایش‌های مزلسون و استال (دقیقهٔ صفر)، هر نوار فقط یک نوع نوکلئوتید و در دومین مرحله (دقیقهٔ ۲۰)، هر نوار، دو نوع نوکلئوتید و در آخرین مرحله (دقیقهٔ ۴۰)، یک نوار (بالایی) فقط یک نوع نوکلئوتید و یک نوار دو نوع نوکلئوتید دارد.
- بعد از دور دوم همانندسازی باکتری‌ها یعنی بعد از ۴۰ دقیقه، تعداد دناهای موجود در بخش میانی لوله با چگالی متوسط ثابت باقی می‌ماند و تعداد دناهای موجود در نوار بالایی با چگالی سبک افزایش می‌یابد.

۳۰۴۱ ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) عبارت را به درستی کامل می‌کنند. دقت کنید که در این سؤال دنای اولیه، یک رشتهٔ سنگین و یک رشتهٔ سبک داشته است یعنی از اول چگالی متوسط داشته است.

بررسی موارد (الف) **درست.** به دنبال یک نسل همانندسازی **نیمه‌حفاظتی** این دنا در محیط دارای *N* سبک ۱۴، **دو** مولکول دنا خواهیم داشت که **یکی از آن‌ها هر دو رشتهٔ سبک** و **دیگری یک رشتهٔ سبک و یک رشتهٔ سنگین** دارد. در نتیجه، **سه رشتهٔ سبک** و **یک رشتهٔ سنگین** خواهیم داشت. (ب) **درست.** به دنبال یک نسل همانندسازی **حفاظتی** این دنا، **دو** مولکول دنا خواهیم داشت که **یکی از آن‌ها هر دو رشتهٔ سبک** و **دیگری یک رشتهٔ سبک و یک رشتهٔ سنگین** دارد. در نتیجه، **نیمی از** دناهای حاصل در **یک رشتهٔ** خود نیتروژن سبک خواهند داشت. (ج) نادرست. به دنبال دو نسل همانندسازی **نیمه‌حفاظتی** این دنا، **چهار** مولکول دنا خواهیم داشت که **یکی از آن‌ها، یک رشتهٔ سبک و یک رشتهٔ سنگین** خواهد داشت و **سه تای دیگر، هر دو رشتهٔ سبک** خواهند داشت. در نتیجه هیچ دنایی نداریم که فقط در نیمی از هر رشتهٔ خود، نوکلئوتیدهای سبک داشته باشد. (د) **درست.** به دنبال دو نسل همانندسازی **حفاظتی** این دنا، **چهار** دنا خواهیم داشت که **یکی از آن‌ها، یک رشتهٔ سبک و یک رشتهٔ سنگین** خواهد داشت و **سه تای دیگر، هر دو رشتهٔ سبک** خواهند داشت.

۳۰۴۲ (۳) موارد (الف)، (ب) و (د) عبارت را نادرست تکمیل می‌کنند ولی مورد (ج) صحیح است چون در نسل دوم آزمایش مزلسون و استال، یک نوار در بالا و یک نوار در وسط لولهٔ سانتریفیوژ تشکیل شد و این دلیل ردی بر نظریهٔ همانندسازی **غیرحفاظتی** (پراکنده) بود. در همانندسازی غیرحفاظتی، همواره باید نواری در بین دو انتهای لوله ایجاد شود و هیچ‌گاه نواری کاملاً در قسمت پایین یا کاملاً بالای لوله تشکیل نمی‌شود (دقت کنید که نتیجهٔ آزمایش این دانشمندان در نسل اول و مشاهدهٔ یک نوار در وسط لوله فقط مشخص کرد که همانندسازی از مدل حفاظتی تبعیت نمی‌کند).

بررسی موارد (الف) در نسل اول متوجه شدند که فقط مدل **حفاظتی** نادرست است چون **فقط یک نوار** در **وسط** لوله تشکیل شد. (ب) در نسل دوم علاوه‌بر اینکه متوجه شدند که مدل همانندسازی از نوع غیرحفاظتی (پراکنده) نیست، بار دیگر برای آن‌ها ثابت شد که مدل همانندسازی از نوع **حفاظتی** نیز نمی‌باشد چون نواری سنگین از دنای مادری در پایین لوله ایجاد نشده بود. (د) نسل اول مشخص نکرد که مدل همانندسازی قطعاً به صورت نیمه‌حفاظتی می‌باشد، بلکه از نتیجهٔ نسل اول که فقط یک نوار در وسط لوله تشکیل شد، به‌طور قطع فهمیدند که مدل همانندسازی از نوع **حفاظتی** نبوده است.

۳۰۴۳ (۳) در آزمایش مزلسون و استال، محیط دارای نوکلئوتید معمولی ^{14}N بوده در نتیجه هیچ‌گاه در این دو مدل، مولکولی با دو رشتهٔ ^{15}N در پایین لوله نخواهیم داشت.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در هر مدل همانندسازی همواره در هر مولکول دنا، نسبت پورین به پیریمیدین برابر یک است ولی در یک رشته هیچ قانونی رعایت نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** واژهٔ برخلاف نادرست است چون در روش حفاظتی و نیمه‌حفاظتی همواره از دو مولکول نسل اولی که مجموعاً چهار رشته دارند، دو تا قدیمی و دو تا جدید می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** در مدل نوع نیمه‌حفاظتی (طبیعی)، در نسل اول فقط یک نوار در وسط لوله دیده می‌شود.

۳۰۴۴ (۴) اگر این مولکول دنای سبک، در محیط سنگین، یک نسل به روش **نیمه‌حفاظتی** همانندسازی کند، در نهایت **۲ مولکول دنا** خواهیم داشت که **هر دو، یک رشتهٔ سبک و یک رشتهٔ سنگین** دارند. در نتیجه فقط **یک نوار در میانهٔ لوله** تشکیل می‌شود و در نزدیکی ابتدای لوله، نواری مشاهده نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اگر این مولکول دنا، دو نسل به روش **نیمه‌حفاظتی** همانندسازی کند، در نهایت **۴ مولکول دنا** خواهیم داشت که **دو عدد از آن‌ها یک رشتهٔ سبک و یک رشتهٔ سنگین** و **دو عدد از آن‌ها هر دو رشتهٔ سنگین** را دارند. در نتیجه، **۶ رشتهٔ سنگین** و **۲ رشتهٔ سبک** خواهیم داشت. **گزینهٔ (۲):** اگر این مولکول دنا، دو نسل به روش **حفاظتی** همانندسازی کند، در نهایت **۴ مولکول دنا** خواهیم داشت که **یک عدد از آن‌ها هر دو رشتهٔ سبک** و **سه عدد از آن‌ها هر دو رشتهٔ سنگین** را دارند. در نتیجه **دو نوار** در لولهٔ آزمایش تشکیل می‌شود که یکی در **نزدیکی ابتدای لوله** و دیگری در **نزدیکی انتهای لوله** دیده می‌شوند. پس بیشترین فاصلهٔ ممکن را از یکدیگر دارند. **گزینهٔ (۴):** اگر این مولکول دنا، یک نسل به روش **حفاظتی** همانندسازی کند، در نهایت **۲ مولکول دنا** خواهیم داشت که **یکی از آن‌ها هر دو رشتهٔ سبک** و **دیگری هر دو رشتهٔ سنگین** را خواهد داشت. در نتیجه **دو نوار** در لولهٔ آزمایش تشکیل می‌شود که **هر کدام شامل یک مولکول دنا** ست.

۳۰۴۵ (۲) موارد (الف) و (ج) صحیح می‌باشند.

بررسی موارد (الف) **درست.** در همانندسازی **نیمه‌حفاظتی** فقط شکسته شدن پیوند هیدروژنی دنای مادری مشاهده می‌شود. در این نوع همانندسازی نصف مولکول دنای حاصل یک رشتهٔ جدید، تازه ساخت و نصف دیگر آن همان رشتهٔ قدیمی دنای مادری است. (ب) نادرست. در همانندسازی حفاظتی هر دو رشتهٔ دنای مادری وارد یکی از یاخته‌های تازه ساخت می‌شوند و دو رشتهٔ دنای جدید وارد یاختهٔ دیگر می‌شوند. در نتیجه در یکی از یاخته‌ها هیچ نوکلئوتیدی از مولکول مادری دیده نمی‌شود. همانندسازی **حفاظتی** در بیست دقیقهٔ اول، مورد تأیید مزلسون و استال قرار نگرفت و تنها مدلی بود که رد شد. (ج) **درست.** فقط در همانندسازی غیرحفاظتی (پراکنده) پیوند فسفودی‌استر در دنای اولیه شکسته می‌شود. در این طرح هر کدام از رشته‌های مولکول حاصل از همانندسازی هم نوکلئوتید مادری و هم نوکلئوتید جدید را دارند. (د) نادرست. فقط در همانندسازی نیمه‌حفاظتی، رشته‌ای از دنای مادری به هر کدام از یاخته‌های حاصل از تقسیم وارد می‌شود. مزلسون و استال پس از **دو** دور همانندسازی نتیجهٔ قطعی گرفتند که همانندسازی دنا از نوع، نیمه‌حفاظتی است چون در نسل اول فقط فهمیدید که مدل حفاظتی رد می‌شود.

۳۰۴۶ (۲) در آزمایش مزلسون و استال، دنای مادر را با دو رشتهٔ ^{15}N و نوکلئوتیدهای جدید را به صورت ^{14}N انتخاب کردند. حال اگر دنای اولیه را با دو رشتهٔ ^{14}N (مولکول سبک) در محیط دارای نوکلئوتیدهای سنگین ^{15}N همانندسازی کنیم، گزینهٔ (۲) صحیح است چون در روش غیرحفاظتی، دنای مادر در ستون‌ها هم گسسته می‌شوند. در این حالت هیچ مولکولی کاملاً دو رشتهٔ ^{15}N یا دو رشتهٔ ^{14}N ندارد و در بالا یا پایین لوله نواری برای آن تشکیل نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مدل حفاظتی، همواره مولکول مادر در هر نسل وجود دارد. در نسل دوم این عمل طی موارد سؤال از ۴ مولکول حاصله یکی سبک (مادر) با دو رشتهٔ ^{14}N و سه‌تای دیگر سنگین با دو رشتهٔ ^{15}N می‌باشند. پس دو نوار با **ضخامت متفاوت** ایجاد می‌شوند. در حقیقت ضخامت نوار دارای دو رشتهٔ سنگین، سه برابر نوار بالایی است. **گزینهٔ (۳):** مدل موردنظر که حداقل یک رشتهٔ سبک در هر نسل دارد، مدل نیمه‌حفاظتی است که در صورت بروز اشتباه در همانندسازی جدید همواره با ویرایش پیوند فسفودی‌استر شکسته می‌شود. **گزینهٔ (۴):** منظور مدل نیمه‌حفاظتی است که در نسل اول یک نوار در میانهٔ لوله برای دو مولکول با چگالی متوسط ایجاد می‌شود.

۳۰۴۷ (۲) در نخستین نسل همانندسازی این دنا با نیتروژن سبک در مدل پراکنده، چگالی کاهش پیدا خواهد کرد اما یک مولکول که ^{15}N بیشتری دارد، مقداری سنگین‌تر خواهد بود و در وسط لوله قرار می‌گیرد. مولکول سبک‌تر هم بالاتر از آن. در سایر طرح‌ها نیز واضح است که دو مولکول خواهیم داشت. یکی با یک رشتهٔ سنگین و یک رشتهٔ سبک و دیگری با دو رشتهٔ سبک. با توجه به اینکه فقط یک نسل همانندسازی صورت گرفته، دو مولکول دنا و در نتیجه، نهایتاً دو نوار خواهیم داشت.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** چون مولکول دنای اولیه چگالی متوسط دارد، در همانندسازی حفاظتی، مولکول اولیه حفظ خواهد شد و همواره مولکول با چگالی متوسط خواهیم داشت پس نمی‌توانیم صرفاً نوارهای بالا و پایین داشته باشیم. **گزینهٔ (۴):** در همانندسازی با مدل پراکنده برای این مولکول با نیتروژن سنگین، پس از دو نسل، دو نوار خواهیم داشت. یکی مربوط به مولکول‌هایی که نیتروژن سبک اولیه را در خود دارند و دیگری، آن‌هایی که از نیتروژن ۱۵ تشکیل شده‌اند. طبیعتاً گروه دوم سنگین‌ها هستند و در پایین لوله قرار می‌گیرند. گروه اول با توجه به اینکه سبک‌تر هستند، بالاتر از نوار دیگر و تقریباً در وسط لوله قرار می‌گیرند. **گزینهٔ (۴):** در یک نسل همانندسازی نیمه‌حفاظتیِ این مولکول با نیتروژن سبک، مولکولی خواهیم داشت که هر دو رشتهٔ آن تماماً از ^{15}N تشکیل شده‌اند و در بالای لوله قرار خواهد گرفت.

۳۲۲ آزمایش مزلسون و استال

مولکول اولیه	مدل همانندسازی	نسل اولیه	لولهٔ سانتریفیوژ نسل اول	نسل دوم	لولهٔ سانتریفیوژ نسل دوم
^{15}N ^{14}N DNA متوسط مادری در محیط دارای $N=15$ سنگین	حفاظتی	$^{14}15$ متوسط $^{15}15$ سنگین	متوسط سنگین	متوسط سنگین سنگین سنگین	نوار متوسط نازک نوار قطور برای سنگین‌ها
	نیمه‌حفاظتی	$^{15}15$ سنگین جدید مادر متوسط جدید مادر	متوسط سنگین	سنگین سنگین سنگین متوسط	نوار متوسط نازک نوار سنگین قطور
	غیرحفاظتی (پراکنده) هیچ‌گاه در هیچ نسل، نوار در قسمت بالاترین یا پایین‌ترین وجود ندارد.	متوسط متوسط	نوار متوسط		نوار متوسط

۳۰۴۸ (۲) عبارت صورت سؤال **نادرست** است چون در طرح غیرحفاظتی پیوندهای فسفودی‌استر (بین دو مولکول قند) شکسته می‌شوند. در گزینهٔ دوم در زمان صفر و ۲۰ دقیقه بعد از همانندسازی، یک نوار تشکیل می‌شود که در یک مرحله همه نیتروژن ۱۵ هستند و ۲۰ دقیقه بعد از همانندسازی مخلوطی از نیتروژن ۱۵ و ۱۴ هستند. به عبارت دیگر برای تولید دنای اولیه، محیط دارای ^{15}N بود ولی برای تولید دناها در هر بیست دقیقهٔ بعد، نوکلئوتیدهای ^{14}N استفاده شد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در همانندسازی حفاظتی مولکول‌های تشکیل شده یا دارای نوکلئوتیدهای جدید هستند یا قدیم (حالت وسط وجود ندارد). **گزینهٔ (۳):** در لولهٔ آزمایش دارای دو نوار (پس از چهل دقیقه)، یکی در وسط و یکی در بالای لولهٔ آزمایش قرار دارند. مولکول‌های دنا قرار گرفته در وسط لوله، دارای یک رشتهٔ قدیمی و یک رشتهٔ جدید هستند. **گزینهٔ (۴):** در همانندسازی نیمه‌حفاظتی در نسل اول یک نوار در وسط لولهٔ آزمایش تشکیل می‌شود که یک رشته دارای نوکلئوتیدهای قدیمی و یک رشته دارای نوکلئوتیدهای جدید است.

۳۰۴۹ (۱) با فرض انجام همانندسازی به صورت حفاظتی پس از ۴۰ دقیقه (۲بار همانندسازی در باکتری‌ها) یک مولکول دنا با دو رشتهٔ سنگین ^{15}N خواهیم داشت و سه مولکول دنا با دو رشتهٔ سبک ^{14}N. بنابراین با گریزانه کردن دنای باکتری‌ها، در قسمت فوقانی لوله، نوار ضخیم و در قسمت تحتانی یک نوار نازک خواهیم داشت. در این شرایط دنا با چگالی متوسط (یک رشتهٔ ^{15}N و یک رشتهٔ ^{14}N) در میانهٔ لوله نخواهیم داشت.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** پس از انجام دو مرحله همانندسازی نیمه‌حفاظتی، دو مولکول دنا با ^{14}N و دو مولکول دنا با رشته‌های ^{15}N و ^{14}N خواهیم داشت. برای تشکیل نوار در انتهای لولهٔ آزمایش پس از گریزانه، نیاز به دنا با دو رشتهٔ ^{15}N است. **گزینهٔ (۳):** در طرح حفاظتی در نسل دوم، از چهار مولکول، یکی دارای چگالی سنگین و سه تا دارای چگالی سبک می‌شوند پس دو نوار با ضخامت متفاوت در دو سمت لوله ایجاد می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که در هر مرحلهٔ همانندسازی غیرحفاظتی (پراکنده)، دنای جدید دارای نوکلئوتیدهای مادری و جدید می‌باشد. بنابراین رشته‌های دنایی که تشکیل می‌شوند، لزوماً چگالی یکسانی ندارند و نوار واحدی تشکیل نمی‌دهند.

۳۰۵۰ (۳) موارد (ب)، (ج) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. پس از عمل هلیکاز، انواع دیگری از آنزیم‌ها با هم همکاری می‌کنند که دنابسپاراز یکی از مهم‌ترین آن‌هاست. (ب) **درست.** باز کردن پیچ‌وتاب فامینه (دنا) قبل از شروع همانندسازی توسط آنزیم‌هایی همراه با جدا کردن هیستون‌ها (در یوکاریوت‌ها) رخ می‌دهد ولی جدا کردن دو رشتهٔ دنا و مارپیچ دنا توسط هلیکاز در شروع همانندسازی رخ می‌دهد. (ج) **درست.** دنابسپاراز با شکستن پیوند اشتراکی بین فسفات‌ها عمل قسمت اول را انجام می‌دهد ولی قسمت دوم توسط آنزیم‌های قبل شروع همانندسازی رخ می‌دهد. (د) **درست.** در مورد دنابسپاراز صحیح است که روی یک رشتهٔ الگو قرار می‌گیرد و برای عمل ویرایش کار خود را بررسی می‌کند.

همانندسازی ۳۲۳

عوامل مؤثر		○ مولکول دِنا به عنوان الگو ○ آنزیمی که نوکلئوتیدها را به صورت مکمل کنار یکدیگر قرار دهد. ○ واحدهای سازندهٔ دِنا که بتوانند در کنار هم نسخهٔ مکمل الگو را بسازند. این واحدها نوکلئوتیدهای سه‌فسفاته با قند دئوکسی‌ریبوز هستند.
آماده‌سازی قبل از واکنش اصلی		قبل از همانندسازی دِنا، باید پیچ‌وتاپ فامینه باز و پروتئین‌های همراه آن یعنی هیستون‌ها از آن جدا شوند تا همانندسازی بتواند انجام شود. این کار را آنزیم‌هایی انجام می‌دهند؛ پس از آن تازه فرایند همانندسازی شروع می‌شود.
آنزیم‌های اصلی همانندسازی	هلیکاز	ابتدا با شکستن پیوند هیدروژنی مارپیچ دِنا را باز می‌کند و سپس دو رشتهٔ دِنا را در محلی از هم فاصله می‌دهد.
	دِنابسپاراز	**توجه:** انواع دیگری از آنزیم‌ها با هم فعالیت می‌کنند تا یک رشتهٔ دنا در مقابل رشتهٔ الگو ساخته شود. یکی از مهم‌ترین آن‌ها که نوکلئوتیدهای مکمل را در مقابل نوکلئوتیدهای رشتهٔ الگو قرار می‌دهد، دنابسپاراز است.
	فعالیت بسپارازی	نوکلئوتیدهای سه‌فسفاته مکمل را با نوکلئوتیدهای رشتهٔ الگو جفت می‌کند و با تجزیهٔ پیوند اشتراکی بین فسفات‌ها، نوکلئوتید جدید یک فسفاته را با تشکیل پیوند فسفودی‌استر به انتهای هیدروکسیل رشته در حال ساخت اضافه می‌کند.
	فعالیت نوکلئازی	○ با تشکیل هر پیوند فسفودی‌استر، آنزیم برمی‌گردد و کار خود را بررسی می‌کند، در صورت اشتباه، پیوند فسفودی‌استر را می‌شکند. ○ فعالیت نوکلئازی دنابسپاراز که باعث تصحیح اشتباهات در همانندسازی می‌شود را ویرایش می‌گویند. ○ اگر ویرایش صورت نگیرد و نوکلئوتید اشتباه در رشتهٔ دنا بماند، جهش ایجاد شده است که می‌تواند سبب ایجاد بیماری‌های ژنتیکی شود. (در ویرایش فقط پیوند فسفودی‌استر را دنابسپاراز می‌شکند.)

۳۰۵۱ (۴): مولکول دنا به عنوان الگو یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در همانندسازی دنا است که نوکلئوتیدهای آن دارای حلقهٔ شش‌ضلعی در بخش باز آلی و حلقهٔ پنج‌ضلعی در قند هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** *باز آلی که سه فسفاته نیست!* نوکلئوتیدهای آزاد داخل یاخته سه‌فسفاته هستند. **گزینهٔ (۲):** آنزیم هلیکاز پیوند هیدروژنی بین دو رشتهٔ دنا را می‌شکند. آنزیم**های** هلیکاز در همانندسازی دو جهته از دنای حلقوی، بعد از طی مسیری، به یکدیگر نزدیک می‌شوند و تقریباً روبه‌روی نقطهٔ شروع واکنش، به هم می‌رسند. **گزینهٔ (۳):** بر طبق برخی منابع، آنزیم دنابسپاراز طی تشکیل پیوند فسفودی‌استر، تولید آب کرده و باعث کاهش فشار اسمزی داخل یاخته می‌شود ولی بین اساتید در این موضوع اختلاف نظر وجود دارد. در هر صورت این آنزیم طی فعالیت نوکلئازی خود پیوند هیدروژنی را نمی‌شکند و این عبارت نادرست است.

۳۰۵۲ (۲): در اینترفاز، مرحلهٔ G_2 کوتاه‌ترین و تنها مرحلهٔ این قسمت است که بعد از همانندسازی دنا در مرحلهٔ S انجام می‌شود. و براساس کتاب درسی پیچ‌وتاب دنا و جدا شدن پروتئین، قبل از همانندسازی رخ می‌دهد.

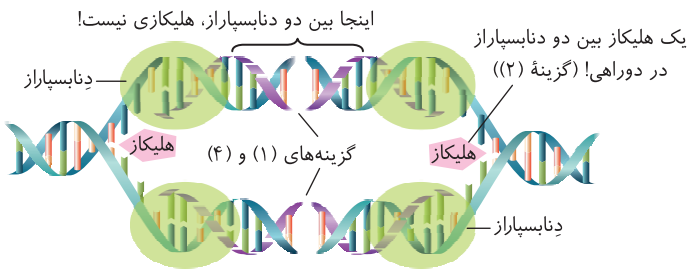
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** طبق متن کتاب درسی ابتدا پیچ‌وتاب دنا توسط آنزیم‌هایی باز می‌شود و در پی (بعد) آن هلیکاز مارپیچ دنا و دو رشتهٔ آن را باز می‌کند (نه برعکس!!!). **گزینهٔ (۳):** بر اساس شکل ۱۱ کتاب درسی هر دنابسپاراز روی دو رشتهٔ دنا قرار دارد که یکی رشتهٔ الگو و یکی رشتهٔ در حال ساخت است. **گزینهٔ (۴):** متن کتاب درسی است که هم‌زمان آنزیم‌ها در حال فعالیت هستند.

۳۰۵۳ (۲): با توجه به شکل‌نامه در محل یک دوراهی همانندسازی، بین دو دنابسپاراز یک هلیکاز در حال فعالیت است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** توجه داشته باشید که قرارگیری دو رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید بین دو دنابسپاراز در حال رونویسی در شکل‌نامه قابل مشاهده است. **گزینهٔ (۳):** تمامی نوکلئوتیدهایی که در فرایند همانندسازی مورد استفاده قرار می‌گیرند دارای قند دئوکسی‌ریبوز می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** با توجه به شکل‌نامه، می‌توان ۴ رشته از دنا بین عمل دو هلیکاز مشاهده کرد.

۱۸۰ شکل‌نامهٔ همانندسازی

- شکل، همانندسازی دو جهته را نشان می‌دهد که دو دوراهی همانندسازی ایجاد شده است.
- دوراهی‌های همانندسازی شبیه حرف Y هستند که هلیکاز در دهانهٔ آن‌ها قرار دارد.
- هلیکاز به نوکلئوتیدهای جدید متصل نمی‌شود.
- هر آنزیم دنابسپاراز فقط به یکی از رشته‌های دنای مادری متصل می‌شود.
- در این شکل آنزیم‌های دیگری هم برای همانندسازی شرکت می‌کنند که کتاب از آن‌ها نام نبرده است.
- بخشی از دنا که دنابسپاراز به آن متصل است، حاوی چندین نوکلئوتید است.
- هر دنابسپاراز یک رشتهٔ دنای اولیه را در برمی‌گیرد ولی هر هلیکاز دو رشتهٔ دنای اولیه را در برمی‌گیرد.
- دو دنابسپارازی که از روی یک رشته همانندسازی می‌کنند به‌تدریج ابتدا در حال دور شدن از هم هستند و جهت همانندسازی متفاوتی دارند.
- در یک نقطهٔ شروع همانندسازی دو جهتی، دو آنزیم هلیکاز و چهار آنزیم دنابسپاراز مشاهده می‌شود.
- در هر دوراهی همانندسازی، یک هلیکاز و دو دنابسپاراز و در هر حباب همانندسازی، در همانندسازی دوطرفه، دو هلیکاز و چهار دنابسپاراز وجود دارند.
- در این شکل نوکلئوتیدهای یوراسیل‌دار آزاد هم وجود دارند ولی استفاده نمی‌شوند.
- در طی این عمل، به‌طور کلی همواره، برای تشکیل پیوند هیدروژنی به آنزیمی نیاز نیست و فرایند خودبه‌خود صورت می‌گیرد.



۳۰۵۴ (۲) منظور صورت سؤال، آنزیم هلیکاز است. موارد (الف) و (د) دربارهٔ هلیکاز صادق هستند.

بررسی موارد (الف) درست. قبل از همانندسازی دِنا باید پیچ‌وتاب فامینه، باز و پروتئین‌های همراه آن یعنی هیستون‌ها از آن جدا شوند تا همانندسازی بتواند انجام شود. این کارها با کمک آنزیم‌های دیگر انجام می‌شود. سپس آنزیم هلیکاز مارپیچ دنا و دو رشتهٔ آن را از هم باز می‌کند. (ب) **نادرست.** منظور این مورد، آنزیم دنابسپاراز با عمل ویرایش است. (ج) **نادرست.** آنزیم هلیکاز پیوندهای هیدروژنی بین دو رشتهٔ دنا را می‌شکند (در یک رشته پیوند هیدروژنی وجود ندارد). (د) درست. آنزیم دنابسپاراز توانایی شکستن پیوند فسفودی‌استر را در طی فرایند ویرایش دارد (نه آنزیم هلیکاز).

نکته

آنزیم دنابسپاراز توانایی شکستن دو نوع پیوند اشتراکی را دارد. یکی پیوند اشتراکی بین گروه‌های فسفات و دیگری پیوند فسفودی‌استر برای عمل ویرایش که به دومی نوکلئازی گفته می‌شود.

۳۰۵۵ (۴) در یاخته‌های یوکاریوتی، دنای خطی درون هسته قرار گرفته و توسط غشا محصور شده است. در یاخته‌های پروکاریوتی دنای خطی وجود ندارد. توجه داشته باشید علاوه‌بر پروکاریوت‌ها، در گویچه‌های قرمز خون بدن انسان و همچنین در گیاهان یاخته‌های تشکیل‌دهندهٔ آوند آبکشی نیز به دلیل از بین رفتن هسته، دنای خطی وجود ندارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** این مورد در ارتباط با گویچهٔ قرمز صادق نیست چون دنای خطی و حلقوی ندارد. **گزینهٔ (۲):** اگر یاختهٔ یوکاریوتی فاقد توانایی تقسیم باشد، (مثلاً گامت‌های بدن انسان) چنین اتفاقی رخ نمی‌دهد. **گزینهٔ (۴):** در پروکاریوت‌ها، فام‌تن اصلی به صورت یک مولکول دنای حلقوی است که در سیتوپلاسم قرار دارد و به غشای یاخته متصل است. این مورد در ارتباط با گویچهٔ قرمز صادق نیست.

۳۰۵۶ (۱) منظور صورت سؤال، یاخته‌های یوکاریوتی در گیاه آزولا است. فقط مورد (الف) در ارتباط با این یاخته‌ها درست است.

بررسی موارد (الف) **درست.** طبق کتاب درسی، در یاخته‌های یوکاریوتی ممکن است تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی بسته به نیاز یاخته برای سرعت تقسیم، در دنا افزایش یا کاهش یابد. (ب) نادرست. هر آنزیم هلیکاز، بر روی دو رشتهٔ دنا اثر می‌گذارد و آن‌ها را از هم جدا می‌کند. (ج) نادرست. آنزیم هلیکاز، دو رشتهٔ دنا را از هم جدا می‌کند ولی این آنزیم در آزولا در دنای خطی اصلی فعالیت دارد (نه حلقوی). (د) نادرست. طبق متن کتاب درسی، برای افزوده شدن نوکلئوتید جدید به انتهای رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی، ابتدا از این نوکلئوتید سه‌فسفاتهٔ جدید، دو گروه فسفات آزاد می‌شود، نه اینکه از انتهای رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی گروه فسفاتی آزاد شود!

همانندسازی در پروکاریوت‌ها ۳۲۴

ویژگی‌ها

- در پروکاریوت‌ها (همهٔ باکتری‌ها) اطلاعات وراثتی آن‌ها در غشا محصور نشده است.
- فام‌تن اصلی آن‌ها به صورت یک مولکول دِنا حلقوی است که در سیتوپلاسم قرار دارد و به غشای یاخته متصل است.
- پروکاریوت‌ها علاوه‌بر دِنای اصلی، **ممکن** است مولکول‌هایی از دِنای دیگری را نیز به نام دیسک (پلازمید) در اختیار داشته باشند.
- اطلاعات این مولکول‌ها می‌تواند ویژگی‌های اضافه‌تری را به میزبان بدهند، مانند افزایش مقاومت باکتری در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها.

دو قید مهم در همانندسازی	اغلب	**اغلب** پروکاریوت‌ها فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در دِنای خود دارند.
	برخی	در باکتری‌ها همانندسازی دو جهتی نیز وجود دارد؛ یعنی در یک نقطه در دو جهت همانندسازی شروع و ادامه می‌یابد. پس **برخی** مواقع می‌تواند یک‌جهتی باشد.

۳۰۵۷ (۳) طبق متن کتاب درسی، گروهی از آنزیم‌ها در یاخته وجود دارند که قبل از شروع همانندسازی، پروتئین‌ها را از مولکول دنا جدا می‌کنند. فرض این سؤال این است که این مولکول دنای اصلی است؛ پس یاختهٔ یوکاریوتی و دنا خطی است. در همهٔ این یاخته‌ها، اطلاعات لازم برای ساخت آنزیم‌ها در مولکول دنا قرار دارد که اغلب از جنس پروتئین هستند و رنای پیک پیام ساخت آن‌ها را به سیتوپلاسم می‌آورد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید در ساختار مولکول دنا، علاوه‌بر هیستون‌ها، پروتئین‌های دیگری نیز یافت می‌شوند که آن‌ها نیز باید از دنای خطی جدا شوند. **گزینهٔ (۲):** فعالیت این آنزیم‌ها قبل از شروع همانندسازی است اما تشکیل دوراهی همانندسازی بعد از شروع همانندسازی است. **گزینهٔ (۴):** این آنزیم‌ها درون هسته فعالیت می‌کنند ولی در سیتوپلاسم در ریبوزوم‌های آزاد تولید می‌شوند.

همانندسازی در یوکاریوت‌ها

- یوکاریوت‌ها شامل آغازیان، قارچ‌ها، گیاهان و جانوران می‌باشند.
- فام‌تن‌ها و دِنای اصلی، درون هسته قرار دارند و به آن دِنای هسته‌ای (خطی) گفته می‌شود.
- دِنای اصلی در هر فام‌تن به صورت خطی است و مجموعه‌ای از پروتئین‌ها به نام هیستون در کنار آن قرار دارند.
- در یوکاریوت‌ها علاوه‌بر هسته در سیتوپلاسم نیز مقداری دِنا وجود دارد که به آن دِنای سیتوپلاسمی گفته می‌شود که حالت حلقوی دارند و در میتوکندری (راکیزه) و پلاست‌ها (سبزدیسه و ...) دیده می‌شود.
- همانندسازی در یوکاریوت‌ها بسیار پیچیده‌تر از پروکاریوت‌ها است. علت این مسئله وجود مقدار زیاد دنا و قرار داشتن در چندین فام‌تن است که هر کدام از آن‌ها چندین برابر دنای باکتری هستند.
- شروع همانندسازی از چندین نقطه می‌باشد و همواره در دو جهت در هر فام‌تن انجام می‌شود.
- تعداد نقطه‌های آغاز مورد استفاده در یوکاریوت‌ها مراحل رشد و نمو را تنظیم می‌کند. برای مثال در دوران جنینی در مراحل مورولا (در لولهٔ رحم) و بلاستولا (در رحم) سرعت تقسیم زیاد و نقاط آغاز هم زیاد است ولی پس از تشکیل اندام‌ها سرعت تقسیم و نقاط آغاز کم می‌شوند.

۳۰۵۸ (۳) موارد (الف)، (ب) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** پیوند بین بازهای آلی مکمل از نوع هیدروژنی است که بدون نیاز به آنزیم و به صورت خودبه‌خودی صورت می‌گیرد. (ب) **درست.** بین دو نوکلئوتید مجاور هم در یک رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی که دارای مثلاً باز آلی آدنین و تیمین باشد، می‌توان پیوند فسفودی‌استر بین قندهای آن‌ها و عوامل فسفات و هیدروکسیل مشاهده کرد. (ج) نادرست. این عمل با انتقال دنا بین دو جاندار هم رخ می‌دهد که در آزمایش‌های گریفیت دیدید و در مهندسی ژنتیک خواهید دید. (د) **درست.** دنابسپاراز طی فعالیت بسپارازی ابتدا پیوند اشتراکی بین فسفات‌های نوکلئوتید را می‌شکند و سپس طی عمل ویرایش نیز پیوند اشتراکی فسفودی‌استر بین دو نوکلئوتید تجزیه می‌شود.

۳۰۵۹ (۲): موارد (ب) و (د) به درستی بیان شده‌اند.

بررسی موارد (الف) نادرست. **دنابسپاراز**، توانایی شکستن و تشکیل پیوند فسفودی‌استر را دارد. دقت کنید که **دنای هسته در مرحلهٔ S** همانندسازی می‌کند اما دنای **میتوکندری** مستقل از چرخهٔ یاخته‌ای همانندسازی می‌کند. پس فعالیت دنابسپاراز در همانندسازی دنای میتوکندری، الزاماً در مرحلهٔ S دیده نمی‌شود. (ب) **درست**. در محل دوراهی همانندسازی (ساختار ۲ شکل)، **نوکلئوتید لادار** نیز دیده می‌شود. نوکلئوتید U‌دار ویژهٔ ساخت *RNA* است در نتیجه قطعاً قند **ریبوز** دارد پس ۸ نوع نوکلئوتید سه‌فسفاته با توجه به دو نوع قند و با ۵ نوع باز آلی دیده می‌شود. (ج) نادرست. دقت کنید! جدا شدن هیستون‌ها از مادهٔ وراثتی، **قبل از** آغاز همانندسازی روی می‌دهد (نه در حین آن!) (د) **درست**. متن کتاب درسی را بررسی کنیم: «آنزیم دِنابسپاراز **پس از برقراری هر پیوند فسفودی‌استر**، برمی‌گردد و رابطهٔ مکملی نوکلئوتید را بررسی می‌کند که رابطهٔ آن درست است یا اشتباه؟» طبق این جمله، **نوکلئوتید اول** مورد استفاده در همانندسازی، به‌طور معمول نمی‌تواند ویرایش شود!

۳۰۶۰ (۴): در فصل بعد می‌خوانید که پروتئین‌هایی که به هسته، میتوکندری و پلاست‌ها وارد می‌شوند، توسط ریبوزوم‌های آزاد (غیر متصل به شبکهٔ آندوپلاسمی) یاخته ساخته می‌شوند. این ویژگی در رابطه با تمامی پروتئین‌های مؤثر بر همانندسازی دنای هسته‌ای هم صحیح است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: آنزیم دنابسپاراز در برقراری پیوند فسفودی‌استر بین قند و فسفات نوکلئوتیدهای مجاور هم نقش دارد. اما دقت کنید که پیوند قند - فسفاتی که در نوکلئوتیدهای تک فسفاته خارج از رشتهٔ در حال ساخت دیده می‌شوند، توسط این آنزیم ساخته نمی‌شوند. **گزینهٔ (۲)**: در صورت اشتباه در عمل آنزیم دنابسپاراز، ممکن است نوکلئوتیدی در رشتهٔ در حال ساخت قرار بگیرد که فاقد مکملی با نوکلئوتید رشتهٔ الگو می‌باشد. در صورت عدم اصلاح این اشتباه، جهش رخ می‌دهد.

۳۰۶۱ (۲): موارد (الف) و (د) صحیح هستند.

نوجه *این تست کنکور را با دقت بخوانید تا با طرز فکر طراح آشنا شوید. البته در آخر هر فصل سؤالات شبیه‌ساز کنکور را طرح کرده‌ام که همگی با دیدگاه طراحان کنکور بوده‌اند.*

بررسی موارد (الف) **درست.** آنزیم‌ها همگی انرژی فعال‌سازی واکنش را کاهش می‌دهند. پس این مورد ویژگی تمام آنزیم‌هاست. (ب) نادرست. دقت کنید در دوراهی همانندسازی آنزیم‌های متعددی وجود دارد که دوتا از انواع مهم آن‌ها هلیکاز و دنابسپاراز می‌باشند. (ج) نادرست. دقت کنید هلیکاز دو رشتهٔ دنا را از هم جدا می‌کند اما جدا شدن هیستون‌ها را مولکول‌ها و آنزیم‌های دیگری، قبل از شروع همانندسازی انجام می‌دهند. (د) **درست.** دنابسپاراز به دلیل خاصیت ویرایش یا نوکلئازی که دارد، از وقوع جهش در دنا ممانعت کرده و همچنین یادتون هست که همهٔ نوکلئوتیدها در دنا تک‌فسفاته هستن و باید به صورت تک‌فسفاته به گروه هیدروکسیل رشتهٔ در حال ساخت اضافه بشن!

۳۰۶۲ (۴): اسفنج، جانوری یوکاریوتی است ولی جانداران فاقد هسته، پروکاریوت هستند. در یوکاریوت‌ها، **دنای اصلی هرگز به غشا** (دارای تراوایی نسبی) **متصل نیست**. در حالی که، **گروهی از پروکاریوت‌ها، پلازمید ندارند** و **فقط یک دنای اصلی** دارند که به غشا متصل است. پس قید **برخلاف** صحیح است. دقت کنید که در باکتری‌های پلازمیددار، **پلازمید به غشا متصل نیست.**

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: ریزوبیوم و **اشریشیاکلای** (جاندار مورد مطالعهٔ مزلسون و استال)، هر دو **پروکاریوت** هستند. در نتیجه هر دو **نمی‌توانند تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی را تنظیم کنند. گزینهٔ (۲)**: **سیانوباکتری‌ها**، همزیست با گیاه آزولا هستند. پروکاریوت‌ها دنای **حلقوی** دارند که در آن، **تعداد پیوندهای فسفودی‌استر برابر با تعداد نوکلئوتیدهاست**. اما دقت کنید که پارامسی نیز **میتوکندری** دارد و در میتوکندری خود، دارای دنای حلقوی است. **گزینهٔ (۳)**: **باکتری‌ها پروکاریوت** ولی **گونرا، یک گیاه** و یوکاریوت است. دقت کنید! در صورتی می‌توان گفت در پروکاریوت‌ها جایگاه پایان همانندسازی مقابل جایگاه آغاز همانندسازی قرار دارد که **همانندسازی دو جهتی فقط از یک جایگاه آغاز** شده باشد. در حالی که می‌دانیم همواره این گونه نیست. یعنی نه همواره هر پروکاریوتی فقط یک نقطهٔ شروع دارد و نه همواره همانندسازی دوجهتی دارد.

نوجه *بازم یه سؤال کنکور! شبیه‌ساز آخر فصل یادت نره‌ها!*

۳۰۶۳ (۱): در **پروکاریوت‌ها برخلاف یوکاریوت‌ها**، عامل اصلی انتقال صفات وراثتی یا همان **DNA**، به **غشای یاخته** متصل است. در یوکاریوت‌ها، آغاز همانندسازی از **چندین** نقطه در هر فام‌تن انجام می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲)**: **نوکلئوتیدها**، واحدهای تکرارشوندهٔ *DNA* هستند. دقت کنید! در یک نوکلئوتید، پیوند فسفودی‌استر **نداریم! گزینهٔ (۳)**: گروه‌های فسفات از **نوکلئوتید سه‌فسفاتهٔ** جدید جدا می‌شوند (نه از انتهای رشتهٔ در حال تشکیل!) **گزینهٔ (۴)**: **هلیکاز**، دو رشتهٔ دنا را از هم باز می‌کند اما **دنابسپاراز** نوکلئوتیدها را بر اساس رابطهٔ مکملی مقابل نوکلئوتیدهای رشته الگو قرار می‌دهد. البته من در این سؤال کنکور دست بردم و در گزینهٔ (۴) «برای همانندسازی» را اضافه کردم وگرنه سؤال دو جواب داشت چون در فصل بعد می‌خوانید که آنزیم **رنابسپاراز**، می‌تواند در فرایند رونویسی با شکستن پیوندهای هیدروژنی، دو رشتهٔ دنا را از هم باز کند و نوکلئوتیدهای مکمل را نیز مقابل نوکلئوتیدهای رشتهٔ الگو قرار دهد اما در این تست، گزینهٔ (۱)، گزینهٔ بهتری است. همواره در کنکور باید **بهترین گزینه** را انتخاب کنید. (در حقیقت بی‌دقتی طراح کنکور بود که ...)

۳۰۶۴ (۱): منظور سؤال یاختهٔ **یوکاریوتی** است که فقط عبارت (ب) به نادرستی تکمیل می‌کند. *(به کلمهٔ خام‌ترن اصلی دقت کن! اگه این اصلی نبود، باکتری هم به خاطر پلازمیدش قبول بود! تست رام طراحی خوبی دارها)*

بررسی موارد (الف) درست. در دنای حلقوی، دو دوراهی همانندسازی مربوط به یک نقطهٔ آغاز، ابتدا از هم دور و سپس به هم نزدیک می‌شوند. یوکاریوت‌ها در راکیزه و سبزدیسه می‌توانند دنای حلقوی داشته باشند. (ب) **نادرست**. کتاب درسی عنوان کرده که: «ابتدای تقسیمات یاخته‌ای در مثلاً مراحل جنینی» تعداد نقاط زیاد می‌شود نه ابتدای مرحلهٔ هر چرخهٔ یاخته‌ای! (ج) درست. تعداد نقاط آغاز همانندسازی در یوکاریوت‌ها وقتی به سرعت همانندسازی بالاتری نیاز است **بیشتر** می‌شود ولی تعداد دوراهی‌ها همان ۲ عدد در هر نقطهٔ آغاز باقی می‌ماند. (د) درست. اطلاعات یاخته در دنا، رنا و پروتئین است ولی اطلاعات وراثتی در دنا است.

۳۰۶۵ (۲): موارد (ب) و (ج) صحیح هستند. جانداران پریاخته‌ای، دارای بافت، یا اندام و غیره می‌باشند و بوم‌سازگان سطح هشتم سازمان‌دهی حیات آن‌هاست که همگی **یوکاریوت** هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. در طی همانندسازی همهٔ جانداران، رشتهٔ دنای حلقوی (در دنای اصلی یا سیتوپلاسمی) و قسمت در حال همانندسازی دارای رشتهٔ خطی می‌باشد که هنوز دنای آن تکمیل نشده است. (ب) **درست**. در یوکاریوت‌ها همواره به ازای هر نقطهٔ شروع، یک حباب، دو دوراهی و دو نقطهٔ پایان با رسیدن به دوراهی مجاور وجود دارد. (ج) **درست.** همانندسازی دنای اصلی یوکاریوت‌ها در مرحلهٔ S اینترفاز رخ می‌دهد که دو مرحلهٔ G_1 و G_2 قبل و بعد آن دارای نقاط وارسی اصلی می‌باشند. (همواره یادتون باشه که تعداد نقاط وارسی سه عدد نیست بلکه آن سه تا اصلی‌ها هستند که کتاب عنوان کرده) (د) نادرست. در هر دوراهی، هر پنج نوع باز آلی وجود دارند ولی فقط ۴ نوع در دنا مصرف می‌شوند و آنزیم‌های زیادی در همانندسازی دخالت دارند.

۳۰۶۶ (۳) موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند. لنفوسیت T در مواجهه با یاختهٔ سرطانی یا آلوده به ویروس باید تکثیر شود.

بررسی موارد (الف) درست. قسمت اول در نقطهٔ وارسی آخر G_2 رخ می‌دهد که پس از قسمت دوم برای جدا شدن هیستون‌ها از دنا می‌باشد. (ب) **نادرست.** بارها گفتیم که نوکلئوتید جدید با فسفات خود به گروه هیدروکسیل نوکلئوتید آخر رشتهٔ در حال ساخت پیوند برقرار می‌کند. (ج) **نادرست.** تغییر تعداد نقاط شروع همانندسازی بستگی به مراحل رشدونمو جاندار دارد (نه تقسیم هر یاخته!). (د) **نادرست.** این عبارت اگر در مورد یک حباب همانندسازی بود صحیح بود ولی دقت کنید که در هر دوراهی همانندسازی **فقط یک هلیکاز** وجود دارد.

نکات ترکیبی در مورد همانندسازی دنا

- همانندسازی دنا فقط در یاخته‌هایی انجام می‌شود که می‌خواهند تقسیم شوند (همینطور در میتوکندری و کلروپلاست در صورت نیاز)؛ پس مواردی که به همانندسازی مربوط می‌شوند مثل هلیکاز و دنابسپاراز و دوراهی همانندسازی و ... در یاخته‌هایی مانند بیشتر یاخته‌های ماهیچه‌ای، بیشتر یاخته‌های عصبی، گویچه‌های قرمز خونی، یاخته‌های آوند چوبی بالغ، یاخته‌های مردهٔ سطح پوست انسان و لنفوسیت‌های عمل‌کننده (پلاسموسیت و T کشنده) مشاهده نمی‌شوند.
- گروهی از یاخته‌ها سرعت تقسیم بالایی دارند، بنابراین سرعت فعالیت هلیکاز و دنابسپاراز در آن‌ها بالاست، همانند یاخته‌های بنیادی مغز استخوان، مریستمی در گیاهان، یاخته‌های سرطانی، یاخته‌های مورولا و بلاستوسیت.
- در یوکاریوت‌ها، همانندسازی دنای خطی در مرحلهٔ S و همانندسازی دنای حلقوی (میتوکندری و کلروپلاست) در همهٔ قسمت‌ها ولی به‌طور عمده در مرحلهٔ G_2 صورت می‌گیرد.
- در صورت کاهش ذخایر ید، فعالیت دنابسپاراز در یاخته‌های تیروئیدی افزایش می‌یابد به این دلیل که غدهٔ تیروئید بزرگ‌تر می‌شود تا ید بیشتری را جذب کند.
- شکسته شدن پیوند فسفات - فسفات فقط در حین ساخت دنا یا رنا انجام نمی‌شود، به‌طور مثال پمپ سدیم - پتاسیم پیوند فسفات - فسفات را در ATP می‌شکند.
- در صورت اشکال در همانندسازی، نقطهٔ وارسی G_2 اجازهٔ ورود یاخته به مرحلهٔ تقسیم را نخواهد داد و در نتیجه یاخته تقسیم نخواهد شد.
- دنابسپاراز یاخته از مرحلهٔ پرومتافاز تا آخر آنافاز همواره در تماس با رناتن یاخته می‌باشد.
- به‌طور معمول، تعداد جایگاه آغاز همانندسازی در کروموزوم بزرگ‌تر بیشتر است یعنی کروموزوم شمارهٔ ۱ بزرگ‌تر از سایر کروموزوم‌هاست و همینطور کروموزوم X از کروموزوم Y (در مردان) بزرگ‌تر است و در نتیجه تعداد جایگاه آغاز همانندسازی بیشتری را داراست. چون به‌طور معمول تعداد ژن‌های کروموزوم بزرگ‌تر، بیشتر می‌باشد.
- دیسک (پلازمید) یک مولکول دنای دورشته‌ای و خارج فام‌تنی است که معمولاً درون باکتری‌ها و بعضی قارچ‌ها مثل مخمرها وجود دارد و می‌تواند مستقل از ژنوم میزبان همانندسازی کند.
- از دیسک‌ها در ساخت دنای نوترکیب استفاده می‌شود و در این حالت بهتر است از دیسکی استفاده شود که فقط یک جایگاه تشخیص برای آنزیم برش‌دهنده داشته باشد. (فصل ۷ دوازدهم)

۳۰۶۷ (۱) هیچ یک از موارد **قطعاً** تفاوت آن‌ها نیست.

بررسی موارد (الف) باکتری دارای دیسک نیز تعدادی دنا دارد که همانند یوکاریوت‌ها، هر دنا، تعدادی ژن دارد. (ب) برخی پروکاریوت‌ها نیز بیش از یک نقطهٔ شروع همانندسازی در هر دنا دارند. (ج) هر جانداری رنا به عنوان رشتهٔ خطی و دنای حلقوی را دارد. (د) هم برخی پروکاریوت‌ها و هم برخی قارچ‌ها (یوکاریوت‌ها) دارای پلازمید (دیسک) می‌باشند.

۳۰۶۸ (۱) سؤال در مورد یوکاریوت‌هاست که همواره در هر جایگاه آغاز همانندسازی، دو دوراهی ایجاد می‌کنند چون، فقط همانندسازی دوجهته دارند. قبل از همانندسازی دنا (نه طی آن)، باید پیچ‌وتاب فامینه، باز و پروتئین‌های همراه آن یعنی هیستون‌ها از آن جدا شوند تا همانندسازی بتواند انجام شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** آنزیم ویرایش‌کننده، دنابسپاراز است. این آنزیم، در کاهش تعداد نوکلئوتیدهای سه فسفاتهٔ آزاد موجود در هسته نقش دارد و حین ساخت رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی دنا، از این نوکلئوتیدها استفاده می‌کند. **گزینهٔ (۳):** همانندسازی دنا با دقت زیادی انجام می‌شود؛ این دقت تا حدود زیادی مربوط به رابطهٔ مکملی بین نوکلئوتیدهاست. **گزینهٔ (۴):** اگر جاندار فوق زنبورعسل نر باشد، فقط حاوی یاخته‌های هاپلوئید است.

۳۰۶۹ (۱) فقط مورد (ب) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. ممکن است یک مولکول رنا، با نقش آنزیمی، فاقد یوراسیل باشد چون الگوی آن آدنین نداشته است. (ب) **درست.** تک رشتهٔ پلی نوکلئوتیدی بدون پیوند هیدروژنی، حتماً رنا است و تیمین ندارد. (ج) نادرست. این دو رشته می‌توانند در طی همانندسازی در حال تشکیل باشند که در انتها به هم متصل می‌شوند. (د) نادرست. اگر رشته‌های مورد نظر $tRNA$ باشند، می‌توانند قند ریبوز با اکسیژن بیشتر داشته باشند ولی تعداد کربن قند آن‌ها همواره ۵ عدد است.

۳۰۷۰ (۱) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) آنزیم‌ها یا پروتئینی هستند که از روی $mRNA$ خطی تولید می‌شوند و یا از جنس رنا هستند که در هسته از روی دنای خطی تولید می‌شوند ولی دنا در دو سر خود عوامل یکسانی دارد در حالی که رنا و هر رشتهٔ دنا، دو سر متفاوت دارند. (ب) در مرحلهٔ تقسیم یاخته، با از بین رفتن غشای هسته، مولکول‌های دنای خطی هم در سیتوپلاسم قرار می‌گیرند که فسفات آزاد در دو سمت خود دارند. (ج) در مورد کرهٔ توپر مورولا در جنین صحیح است که در لولهٔ رحم درون جدار لقاحی ایجاد می‌شود ولی کرهٔ توخالی بلاستولا درون رحم و خارج از جدار لقاحی ایجاد می‌شود. (د) آن‌ها روی تصویر حاصل از اشعهٔ X کار کردند (نه خود دنا!)

۳۰۷۱ (۴) پروتئینی که موجب کاهش فشردگی دنا می‌شود هلیکاز است چون دو رشتهٔ دنا را از هم جدا می‌کند و پروتئینی که موجب افزایش فشردگی دنا می‌شود هیستون می‌باشد چون نوکلئوزوم ایجاد می‌کند. پروکاریوت‌ها چون اغلب فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در دنای خود دارند، در نتیجه هلیکاز فقط از یک نقطه رشتهٔ دنا را باز می‌کند و در دو جهت به پیش می‌برد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پروکاریوت‌ها پروتئین همراه دنا به نام هیستون را ندارند. **گزینهٔ (۲):** بر اساس شکل کتاب درسی، هلیکاز در یوکاریوت‌ها در هر حباب همانندسازی به تعداد دو عدد وجود دارد. **گزینهٔ (۳):** پروتئین‌های هیستون بعد از پایان همانندسازی (پایان فعالیت آنزیم دنابسپاراز) به مولکول دنا متصل می‌شوند. (نه ضمن یا هم‌زمان آن)

۳۰۷۲ (۲) موارد (ب) و (د) عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد (الف) نادرست. هیچ آنزیمی در فرایندهای مختلف کتاب درسی ما، توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی را ندارد. (ب) **درست.** منظور هلیکاز و رنابسپاراز است که روی هر دو رشتهٔ دنا قرار می‌گیرند. (ج) نادرست. دنابسپاراز می‌تواند بین نوکلئوتیدها پیوند فسفودی‌استر تشکیل بدهد و در صورت نیاز این پیوند را بشکند اما توجه داشته باشید ما گفتیم توانایی شکستن پیوند فسفودی‌استر (بین فسفات یک نوکلئوتید با قند دئوکسی‌ریبوز نوکلئوتید دیگر) نه اینکه هر پیوند بین فسفات و قند دئوکسی‌ریبوز! (چون درون هر نوکلئوتید نیز ما این پیوند را داریم که دنابسپاراز توانایی شکستن آن را ندارد.) (د) **درست.** هم رنابسپاراز و هم دنابسپاراز توانایی تشکیل رشتهٔ پلی‌پپتیدی را دارند و هردو می‌توانند در هر بار فعالیت فقط در مقابل یکی از رشته‌های دنا نوکلئوتیدهای مکمل را قرار دهند.

۳۰۷۳ (۳) آنزیم دنابسپاراز ممکن الخطاست و احتمال دارد از نوکلئوتید غیرمکمل با الگو استفاده کند اما در اغلب موارد برمی‌گردد و خطای خود را اصلاح می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** درهر دوراهی ایجادشده، یک آنزیم هلیکاز وجود دارد (نه آنزیم‌های هلیکاز). **گزینهٔ (۲):** باتوجه به‌شکل ۱۴ فصل ۱ زیست دوازدهم، سرعت همانندسازی در جایگاه‌های آغاز همانندسازی می‌تواند متفاوت باشد چون ابتدا اندازهٔ سه حباب یکسان است ولی بعد از مدتی اندازهٔ حباب وسطی از بقیه بزرگ‌تر شده است. **گزینهٔ (۴):** فقط دنای اصلی یاخته‌های پروکاریوتی به غشا متصل است و دنای حلقوی در راکیزه و سبزدیسه به غشا متصل نیست، مثلاً در شکل راکیزه فصل ۵ دوازدهم می‌بینید که دناها به غشا متصل نیستند.

۳۰۷۴ (۳) در همانندسازی دنا، ابتدا دو رشتهٔ دنا در جایگاه آغاز از یکدیگر جدا شده و سپس دوراهی‌های همانندسازی به دنبال فعالیت آنزیم هلیکاز ایجاد می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** جدا شدن پروتئین‌های هیستون مربوط به اقدامات قبل از همانندسازی است (نه به هنگام آن). **گزینهٔ (۲):** در طی همانندسازی ابتدا نوکلئوتیدها دو فسفات خود را از دست داده و سپس پیوند فسفودی‌استر بین آن‌ها تشکیل می‌شود. **گزینهٔ (۴):** ابتدا دوراهی همانندسازی ایجاد می‌شود و سپس بعد از قرار دادن نوکلئوتید در انتهای رشتهٔ در حال ساخت، صحت رابطهٔ مکملی توسط دنابسپاراز بررسی می‌شود.

۳۰۷۵ (۱) با توجه به فصل اول زیست دهم، منظور از جاندارانی که سطوح **یاخته و فرد** در آن‌ها یکسان می‌باشد، جانداران تک‌یاخته‌ای است. در سطح بعدی این گروه دیگر بافت، اندام و دستگاه وجود ندارد و سطح بعد از یاخته، جمعیت است که همگی چون از یک گونه هستند، ژنوم یا محتوای ژنتیکی یکسانی دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** ATP نوعی نوکلئوتید دارای قند ریبوز است که همواره در فرایندهای اگزوسیتوز و اندوسیتوز برای تأمین انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** در پروکاریوت‌ها مادهٔ وراثتی اصلی که به صورت یک مولکول دنای حلقوی است درون نوعی غشا (منظور غشای اختصاصی مثل غشای هسته است) محصور نشده است ولی توجه داشته باشید که این گزینه در ارتباط با جانداران یوکاریوتی تک‌یاخته‌ای مانند پارامسی صحیح نمی‌باشد. **گزینهٔ (۴):** در همهٔ انواع نوکلئیک‌اسیدها، تمامی قندهای پنج‌کربنه در تشکیل پیوندهای فسفودی‌استر نقش داشته ولی با توجه به خطی یا حلقوی بودن ساختار نوکلئیک‌اسید مورد نظر، تعدادی از گروه‌های فسفات می‌توانند در تشکیل این پیوند نقش نداشته باشند.

۳۰۷۶ (۲) موارد (الف) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. پلازمیدها در تعدادی از یاخته‌های پروکاریوتی و نیز **برخی** از یاخته‌های یوکاریوتی نظیر مخمرها یافت می‌شوند. (ب) **درست.** انجام همانندسازی دو جهته، هم در یوکاریوت‌ها و هم در پروکاریوت‌ها مشاهده می‌شود ولی اینکه کلاً در دنا فقط یک جایگاه شروع و دو دوراهی همانندسازی وجود داشته باشد ویژهٔ پروکاریوت‌هاست. (ج) **درست.** در همانندسازی یک‌جهته، در مقدار کمی از باکتری‌ها می‌توان یک دوراهی در یک جایگاه شروع همانندسازی مشاهده کرد. (د) نادرست. در تمامی مولکول‌های دنای حلقوی تعداد نقاط آغاز و پایان همانندسازی با یکدیگر برابر می‌باشند ولی توجه داشته باشید که امکان مشاهدهٔ دنای حلقوی در میتوکندری و پلاست یاخته‌های یوکاریوتی نیز وجود دارد.

۳۰۷۷ (۲) در جانداران پروکاریوتی، مولکول‌های وراثتی در غشا محصور نشده‌اند (البته غشای یاخته اینجا منظور نیست بلکه منظور غشای هسته است) و در ساختار کروموزوم اصلی یا دیسک جاندار قرار می‌گیرند. دناهای حلقوی پروکاریوت‌ها سرعت همانندسازی ثابتی دارند و نمی‌توانند سرعت همانندسازی خود را بسته به مراحل رشدونمو تنظیم نمایند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در یوکاریوت‌ها، دو نوع دنا دیده می‌شود. (۱) دنای خطی موجود در هسته (۲) دنای حلقوی موجود در میتوکندری و پلاست‌ها. دنای خطی هسته در مرحلهٔ S چرخهٔ یاخته‌ای همانندسازی می‌شود اما همانندسازی دنای داخل میتوکندری و پلاست‌ها در مرحلهٔ G_2 رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۳):** تنها در رابطه با دنای موجود در کروموزوم اصلی باکتری‌ها صحیح می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** به دلیل سرعت متفاوت همانندسازی، اندازهٔ حباب‌ها پس از تشکیل ابتدا یکسان است و سپس متفاوت می‌شود.

۳۰۷۸ (۲) موارد (الف) و (د)، عبارت داده شده دربارهٔ انواع استرپتوکوکوس نومونیا را به درستی تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد (الف) **درست.** در آزمایش‌های ایوری، از باکتری بدون پوشینه، فقط به شکل زنده استفاده شد که از این نوع باکتری در دو آزمایش از چهار آزمایش گریفیت (دوم و چهارم) استفاده شد. (ب) نادرست. در مطالعات گریفیت، باکتری‌های پوشینه‌دار، یک‌بار به شکل زنده و دوبار در حالت مرده به موش تزریق شدند. رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی خطی متشکل از قند دئوکسی‌ریبوز، همان دنا است و بخشی از آن که هنوز همانندسازی یاخته در آن تمام نشده است به صورت یک رشتهٔ خطی متصل به رشتهٔ دنای مادری دیده می‌شود. (ج) نادرست. در آزمایش‌های ایوری، باکتری‌های پوشینه‌دار همیشه به شکل کشته شده استفاده شدند. این باکتری‌ها می‌توانند **ژن‌های** ساخت پوشینهٔ خود را به باکتری‌های فاقد پوشینه منتقل کنند (نه آنزیم). (د) **درست.** باکتری‌های پوشینه‌دار، دوبار موجب مرگ موش شدند. این به آن معناست که در جدال بین دفاع موش و باکتری، باکتری پیروز می‌شود.

۳۰۷۹ (۲) همهٔ موارد صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) توجه داشته باشید که نوکلئوتید دارای باز آلی تیمین ممکن نیست دارای قند ریبوز باشد و بتواند در ساختار مولکول رنا قرار گیرد. (ب) هیچ‌کدام از نوکلئوتیدهای سه‌فسفاته توانایی قرارگیری در ساختار نوکلئیک‌اسیدها را ندارند. این نوکلئوتیدها ابتدا باید تک‌فسفاته شوند. (ج) با توجه به شکل کتاب مشخص است که در محل دوراهی همانندسازی نوکلئوتیدهای دارای باز آلی یوراسیل نیز قابل مشاهده هستند، در حالی که می‌دانیم این نوکلئوتیدها توانایی قرارگیری در ساختار مولکول‌های دنا و در نتیجه جایگاه فعال آنزیم دنابسپاراز را دارا نمی‌باشند. (د) در سیتوپلاسم، انواع مختلفی از نوکلئوتیدها می‌توانند یافت شوند؛ در حالی که می‌دانیم تنها ATP می‌تواند در تأمین انرژی فرایندهای مختلف یاخته‌ای مورد استفاده قرار گیرد.

۳۰۸۰ (۲) موارد (ب) و (د) عبارت را به درستی کامل می‌کنند. به قید «برخی» صورت سؤال دقت کن!

بررسی موارد (الف) نادرست. **دنا** و **انواع رنا**، همگی می‌توانند در هسته دیده شوند. چه در دنا و چه در رنا، **حلقهٔ فاقد نیتروژن نوکلئوتید** (در قند پنج‌کربنه) برخلاف **حلقهٔ پنج‌ضلعی نیتروژن‌دار** (مربوط به باز پورینی) می‌تواند در پیوند **فسفودی‌استر** شرکت کند. (ب) **درست.** **دنای خطی** و **انواع رنا**، دارای **دو انتهای متفاوت**اند. دنا به کمک آنزیم **دنابسپاراز** تشکیل می‌شود که دارای توانایی **تشکیل** و **شکستن** پیوند **فسفودی‌استر** است. (ج) نادرست. **رنای پیک** همواره **فاقد پیوند هیدروژنی** در ساختار خود است. این نوع از رنا می‌تواند با عبور از **منافذ غشای هسته** وارد سیتوپلاسم شود. اما دقت کنید! **هسته اندامک محسوب نمی‌شود** بلکه یکی از سه بخش یاخته می‌باشد. (د) **درست.** **دنا** و **رنای ناقل**، در ساختار خود **پیوند هیدروژنی** دارند. برحسب کتاب درسی، انواع رنا، همواره به صورت **خطی** در جانداران مختلف دیده می‌شوند.

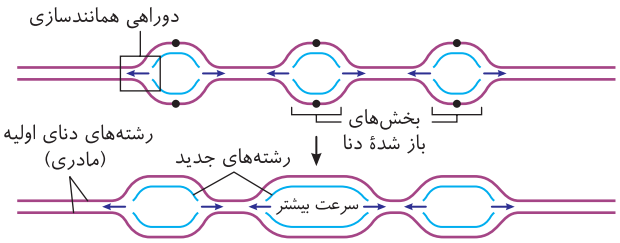
۳۰۸۱ (۳) موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند. در یوکاریوت‌ها، هلیکاز و دنابسپاراز می‌توانند در ریبوزوم آزاد در سیتوپلاسم تولید شوند و در هسته فعالیت کنند. در پروکاریوت‌ها، محل تولید و فعالیت هلیکاز همان سیتوپلاسم است.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** فقط در برخی یوکاریوت‌ها مثل انسان، تقسیم‌بندی مورولا، بلاستولا و غیره وجود دارد. (ب) **نادرست.** پروکاریوت‌ها فقط یک دنای اصلی دارند، پس فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی برای دنای اصلی دارند. (ج) درست. تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی در یاخته‌های یوکاریوتی می‌تواند بنابر شرایط رشد و نمو یاخته تغییر کند که پس از مرحلهٔ رشد زیاد، سرعت همانندسازی و تعداد نقاط شروع آن کم می‌شود. (د) **نادرست.** قسمت اول در مورد پروکاریوت‌هاست که فرایند همانندسازی بسیار ساده‌تری از یوکاریوت‌ها دارند.

۳۰۸۲ (۲) **هیستون‌ها** موجب افزایش فشردگی دنای فام‌تنی می‌شوند. این پروتئین‌ها پس از همانندسازی دنا و فعالیت دنابسپاراز، با اتصال به دناهای جدید، فشردگی آن‌ها را افزایش می‌دهند چون واحدهای نوکلئوزومی را ایجاد می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پروکاریوت‌ها (عامل کزاز) پروتئین هیستون ندارند؛ ضمناً قبل از اتصال هلیکاز بازکنندهٔ پیوند هیدروژنی، باید فشردگی دنا شروع به کاهش نماید. **گزینهٔ (۲):** اولاً که پروکاریوت‌ها از جمله عامل سینه‌پهلو، هیستون ندارند و ثانیاً اغلب پروکاریوت‌ها فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در دنای خود دارند. **گزینهٔ (۴):** در هر حباب همانندسازی، دو هلیکاز و چهار دنابسپاراز حضور دارند و از طرفی هلیکاز فشردگی کروموزوم را تغییر نمی‌دهد.

۳۰۸۳ (۳) موارد (ب)، (ج) و (د) به درستی بیان شده‌اند.



بررسی موارد (الف) نادرست. طبق شکل مقابل، سرعت فعالیت آنزیم هلیکاز در جایگاه‌های مختلف آغاز همانندسازی دنا الزاماً برابر نیست، مثلاً در حباب وسط، سرعت بیشتر بوده است. (ب) **درست.** رشته‌های دنای خطی، دارای دو انتهای متفاوت هستند. دقت کنید که در یوکاریوت‌ها جایگاه شروع و پایان همانندسازی متفاوت است. (ج) **درست.** برای همانندسازی دنا، آنزیم‌های متنوعی لازم است که هلیکاز و دنابسپاراز، **دو نوع مهم** آن‌هاست. (د) **درست.** طبق شکل ۱۱ صفحهٔ ۱۱ زیست‌شناسی (۳) و متن صفحهٔ ۱۲، در طی همانندسازی با شکل‌گیری پیوند هیدروژنی و با شکستن پیوند بین فسفات‌ها، پیوند فسفودی‌استر نیز ایجاد می‌شود.

۳۰۸۴ (۳) پارانشیم رایج‌ترین بافت در سامانهٔ زمینه‌ای است. گروهی از یاخته‌های پارانشیمی می‌توانند با تقسیمات خود آسیب‌های گیاهی را ترمیم کنند. طی فرایند همانندسازی دو هلیکاز موجود در جایگاه آغاز همانندسازی ضمن باز کردن مارپیچ *DNA* از هم دور می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** باید توجه داشت که همانندسازی ژنوم میتوکندری و کلروپلاست لزوماً در مرحلهٔ *S* چرخهٔ یاخته‌ای صورت نمی‌گیرد. **گزینهٔ (۲):** در یوکاریوت‌ها تعداد زیادی دوراهی همانندسازی وجود دارد که برخی هم‌جهت و برخی غیرهم‌جهت همانندسازی می‌کنند (این نکته فقط در مورد دو دوراهی یک نقطهٔ شروع صحیح است). **گزینهٔ (۴):** در گیاهان در محل آسیب نوعی عامل رشد تولید می‌شود که منجر به افزایش سرعت تقسیم یاخته‌ها و ایجاد تودهٔ یاخته‌ای می‌شود که این توده از نفوذ میکروب‌ها جلوگیری می‌کند. (فصل ۶ یازدهم)

۳۰۸۵ (۳) اطلاعات وراثتی در هستهٔ یاخته توسط **دنای خطی** ذخیره می‌شوند و به کمک رنای پیک انتقال می‌یابند. دربارهٔ این دو مولکول، ویژگی‌های ذکر شده در موارد (الف)، (ب) و (ج) مشترک هستند.

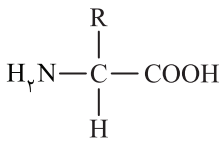
بررسی موارد (الف) **مشترک.** **آنزیم‌های پروتئینی** که هم دنا و هم رنا را می‌سازند، مولکول‌هایی با فعالیت اختصاصی و دارای پیوند هیدروژنی در سطح ساختاری دو، سه و چهار خود هستند. (ب) **مشترک.** واحدهای تکرار شوندهٔ رنا و دنا نوکلئوتید است. در هر نوکلئوتید (فارغ از پورین‌دار یا پیریمیدین‌دار بودن) یک حلقهٔ پنج‌ضلعی وجود دارد که مربوط به قند (ریبوز یا دئوکسی‌ریبوز) است. در نوکلئوتیدهای پورین‌دار، یک حلقهٔ پنج‌ضلعی دیگر هم در باز آلی مشاهده می‌شود. (ج) **مشترک.** در یک سوی هر رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی، گروه فسفات وجود دارد که حاوی اکسیژن است (PO_4^{3-}). در سوی دیگر قند ریبوز یا دئوکسی‌ریبوز قرار دارد که گروه عاملی الکلی دارد و در این گروه هم اکسیژن یافت می‌شود (OH^-). (د) متفاوت. اختلال تحمل ایمنی به معنای ایجاد **حساسیت** است. در این شرایط بازوفیل‌ها به مادهٔ حساسیت‌زا واکنش می‌دهند و به کمک رونویسی و ترجمه **باعث بروز علایم حساسیت** می‌شوند اما نکتهٔ کلیدی در رد این عبارت، این است که این مولکول‌های **حساسیت‌زا** از بیرون وارد بدن شده‌اند نه اینکه به کمک دنا و رنا ساخته شوند (فصل ۵ یازدهم).

۳۰۸۶ (۱) فقط مورد (الف) صحیح است چون تفاوت آمینواسیدها در **گروه R** متصل به کربن مرکزی است.

بررسی موارد (ب) پیوند پپتیدی می‌تواند بین یک آمینواسید آزاد و آمینواسیدهای کربوکسیل یک رشتهٔ پپتیدی ایجاد شود. (ج) پروتئین‌ها از یک یا چند زنجیرهٔ بلند و **بدون شاخه** به نام پلی‌پپتید ساخته شده‌اند. (د) اگر چه آمینواسیدها در طبیعت انواع گوناگونی دارند، اما فقط ۲۰ نوع آن‌ها در ساختار پروتئین‌ها به‌کار می‌روند.

• پروتئین و آمینواسید

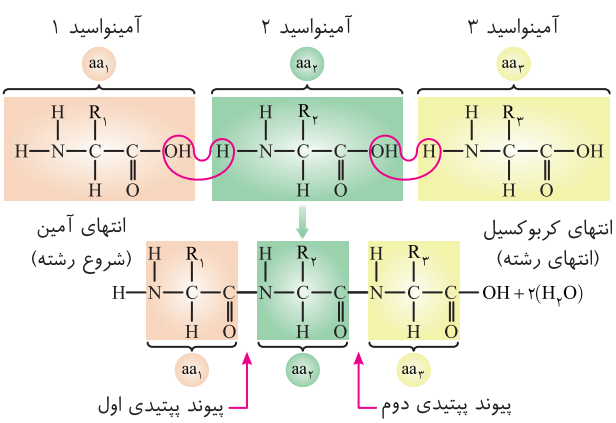
- ساختار و عمل پروتئین‌ها، به **نوع، تعداد و ترتیب** آمینواسیدها بستگی دارد. نوع آمینواسیدها به **گروه R** آن‌ها بستگی دارد.
- از آنجا که در طبیعت آمینواسیدهای گوناگونی داریم ولی فقط ۲۰ نوع آن‌ها در ساختار پروتئین‌ها به‌کار می‌روند، می‌توان نتیجه گرفت که همهٔ آمینواسیدهای موجود در طبیعت لزوماً توانایی ایجاد پیوند پپتیدی و حضور در ساختار یک پروتئین را ندارند.
- با توجه به ساختار آمینواسیدها، تنها تفاوت ۲۰ نوع مختلف در گروه *R* متصل به کربن مرکزی است.



«ساختار عمومی یک آمینواسید»

• پیوند پپتیدی

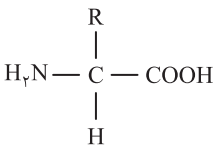
- در فرایند ایجاد پیوند پپتیدی، چون *OH* از گروه کربوکسیل آمینواسید اول و *H* از گروه آمین آمینواسید دوم، خارج می‌شود با هم یک مولکول آب تولید می‌کنند و به همین دلیل داخل یاخته رقیق‌تر می‌شود و فشار اسمزی آن کاهش می‌یابد.
- همهٔ آمینواسیدها در تشکیل پیوند بین هیدروژن و اکسیژن با تولید آب نقش دارند!
- به‌جز آمینواسید اول و آخر، سایر آمینواسیدها از دو طرف عامل آمین و کربوکسیل خود در پیوند پپتیدی شرکت می‌کنند.
- در یک رشتهٔ پپتیدی، اولین آمینواسید (متیونین)، عامل آمین آزاد و آخرین آمینواسید، عامل کربوکسیل آزاد دارد.
- همواره اگر در یک رشتهٔ پلی‌پپتید *n* تا آمینواسید وجود داشته باشد، $(n-1)$ پیوند پپتیدی تشکیل شده است و *n* تا آب آزاد شده است.



۳۰۸۷ (۳) در فصل بعد می‌خوانید که در تشکیل رشتهٔ پلی‌پپتید، آمینواسید اول، همواره، **متیونین** است. این آمینواسید برای تشکیل پیوند پپتیدی، OH گروه کربوکسیل خود را آزاد می‌کند ولی آمین آن در پیوند پپتیدی شرکت نمی‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** منظور آمینواسید آخر رشته است که هر ۲۰ نوع مختلف می‌تواند باشد. **گزینهٔ (۲):** منظور آمینواسیدهای دوم تا یکی مانده به آخر می‌باشد که از دو طرف خود در پیوند پپتیدی شرکت کرده‌اند و هم H و هم OH از دست داده‌اند. ممکن است این آمینواسیدها دارای H و O متصل به کربن باشند. (H که همیشه متصل است، پیوند C=O هم دارد.) **گزینهٔ (۴):** منظور H و R متصل به کربن مرکزی می‌باشد که فقط R عامل تفاوت آمینواسیدهاست.

۳۰۸۸ (۴) اتم موردنظر (الف) نیتروژن در ساختار گروه آمین است و (ب). اتم هیدروژن (H) است. دقت کنید که در صورت افزایش CO_2، خون اسیدی شده و ترشح H^+ در ادرار زیاد می‌شود. (فصل ۳ دهم)



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مورد تثبیت N توسط باکتری‌های ریزوبیوم و سیانوباکتری صحیح است. (فصل ۷ دهم)
گزینهٔ (۲): H، C و O در هر مولکول زیستی وجود دارد. (فصل ۱ دهم) **گزینهٔ (۳):** در مورد گیاهان گوشت‌خوار که N آلی را از شکار حشرات می‌گیرند، صحیح است. (فصل ۷ دهم)

۳۰۸۹ (۱) فقط مورد (ج) صحیح است. مولکول‌های حاوی اطلاعات وراثتی در یوکاریوت‌ها عبارتند از دناها و رناهای پیک درون یاخته! در این سؤال **حامل** اطلاعات را دقت کنید که منظور طراح به احتمال زیاد رنای پیک بوده است.

بررسی موارد (الف) نادرست. دقت کنید رنا نقطهٔ شروع همانندسازی ندارد. (ب) نادرست. رنا همانندسازی ندارد. (ج) **درست.** رنا و دنا، انشعاب ندارند و همگی از واحدهای سه بخشی به نام نکلئوتید ایجاد شده‌اند که از باز آلی، قند و فسفات تشکیل می‌شوند. (د) نادرست. رنا پروتئین همراه ندارد.

خط کتاب درسی

علاوه‌بر دِنا و رِنا که در یاخته ذخیره و انتقال اطلاعات را بر عهده دارند مولکول‌های دیگری نیز هستند که به انجام فرایندهای مختلف یاخته‌ای کمک می‌کنند. از جمله این مولکول‌ها، پروتئین‌ها هستند که نقش بسیار مهمی در فرایندهای یاخته‌ای دارند. به هر حال ذخیرهٔ اطلاعات وراثتی را در دنا بدانید ولی حمل آن را مربوط به رنای پیک در نظر بگیرید.

۳۰۹۰ (۴) ساختار چهارم پروتئین در پروتئین‌هایی با **چند** زنجیرهٔ پپتیدی وجود دارد و **نحوهٔ آرایش زیرواحدها** در کنار هم ساختار چهارم پروتئین‌ها نامیده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** منشأ ساختار اول، پیوندهای پپتیدی است و تغییر اسیدآمینه در هر جایگاه موجب تغییر در ساختار اول آن می‌شود که **ممکن** است (نه قطعاً) تغییر فعالیت آن را نیز باعث شود. **گزینهٔ (۲):** دو نمونهٔ **معروف** ساختار دوم، ساختار مارپیچ و صفحه‌ای هستند (نه فقط این دو نمونه!). **گزینهٔ (۳):** در ساختار سوم با تشکیل پیوندهای دیگری مانند هیدروژنی، اشتراکی و یونی، ساختار سوم پروتئین تثبیت می‌شود. مجموعهٔ نیروها قسمت‌های مختلف پروتئین را به صورت به‌هم پیچیده در کنار هم نگه می‌دارند. با وجود این نیروها پروتئین‌های دارای ساختار سوم، ثبات نسبی (نه کامل) دارند. عامل ایجاد این پیوندها خاصیت آب‌گریز برخی گروه‌های R آمینواسیدها و نزدیک شدن آن‌ها به هم می‌باشد. (جدول زیر حاوی همهٔ نکات ساختار پروتئین‌ها می‌باشد.)

ساختار پروتئین‌ها ۳۲۵

ویژگی / سطح	سطح اول	سطح دوم	سطح سوم	سطح چهارم
به چه شکلی دیده می‌شوند؟	خطی	مارپیچی و صفحه‌ای و شکل‌های دیگر	شکل‌های متفاوت	شکل‌های متفاوت
شیوهٔ ایجاد	ایجاد پیوند پپتیدی	ایجاد پیوند هیدروژنی	برهم‌کنش‌های آب‌گریز	آرایش زیرواحدها
پیوند جدید	پپتیدی (اشتراکی)	هیدروژنی	آب گریز - اشتراکی - یونی - هیدروژنی	نحوهٔ کنار هم آمدن زیرواحدها
همهٔ پیوندهای موجود	اشتراکی پپتیدی	اشتراکی - هیدروژنی	آب‌گریز - اشتراکی غیر پپتیدی و پپتیدی - یونی - هیدروژنی	آب‌گریز - اشتراکی - یونی - هیدروژنی
کدام گروه(ها) نقش اصلی را دارند؟	آمین و کربوکسیل	آمین و کربوکسیل	گروه R	-
در چه پروتئین‌هایی دیده می‌شوند؟	همهٔ پروتئین‌ها	همهٔ پروتئین‌ها	همهٔ پروتئین‌ها	پروتئین‌های دو یا چندزنجیره‌ای
ساختار نهایی پروتئین	هیچ پروتئینی	هیچ پروتئینی	پروتئین‌های تک‌زنجیره‌ای	پروتئین‌های دو یا چندزنجیره‌ای
ثبات نسبی	ندارد	ندارد	دارد	دارد
توضیحات	نوع و تعداد و ترتیب آمینواسید مطرح می‌باشد و همه سطوح به این سطح بستگی دارند.	برای مثال ساختار دوم در میوگلوبین و هموگلوبین دارای ساختار مارپیچی‌شکل است.	با توجه به شکل کتاب می‌تواند ساختار مارپیچی و صفحه‌ای را با هم داشته باشد.	مانند هموگلوبین که از دو نوع زنجیرهٔ آلفا و بتا تشکیل شده است.

۳۰۹۱ (۱) فقط مورد (ب) عبارت را به‌درستی تکمیل می‌کند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** شکل‌دهی به پروتئین، در اثر ماهیت شیمیایی **گروه** R آمینواسیدها صورت می‌گیرد ولی ساختار اول و دوم پروتئین‌ها با تشکیل پیوندهای پپتیدی **اشتراکی** و **هیدروژنی** بین عامل آمینی و کربوکسیلی صورت می‌گیرند. (ب) درست. **گروه‌های** R در ایجاد پیوندهای اشتراکی (غیر پپتیدی)، یونی و هیدروژنی ساختار **سوم** پروتئین (ساختار نهایی هر رشته) نقش دارند. خیلی در تست‌ها دقت کنید که پیوند اشتراکی ایجاد شده در سطح سوم، از نوع پپتیدی نیست. (ج) **نادرست.** در ساختار اول پروتئین‌ها، تشکیل پیوند پپتیدی با تولید آب همراه می‌باشد (نه تجزیهٔ آن!). (د) **نادرست.** قسمت H هر آمینواسید، فقط از یک نوع اتم تشکیل شده است که در تشکیل **پیوند پپتیدی** نقش ندارد.

۳۰۹۲ (۴) آمینواسیدهایی که در ساختار پروتئین‌ها شرکت می‌نمایند با حضور آنزیم، واکنش سنتز آبدهی را انجام می‌دهند. در این نوع واکنش با خروج یک مولکول آب، یک آمینواسید با آمینواسید دیگر پیوند اشتراکی ایجاد می‌کند. این پیوند اشتراکی بین آمینواسیدها در ساختار اول پروتئین‌ها را پیوند پپتیدی می‌گویند. در واکنش سنتز آبدهی ضمن تشکیل پیوند بین آمینواسیدها، مولکول آب آزاد می‌شود و میزان آب محیط افزایش می‌یابد و سبب کاهش غلظت و فشار اسمزی می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تنها پروتئین‌هایی که ساختار **چهارم** دارند، دارای **بیش از یک** زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی می‌باشند. در این پروتئین‌ها ممکن است پیوند بین آمینواسیدهای چند رشتهٔ مختلف با هم مشاهده شود. **گزینهٔ (۲):** دو نمونهٔ **معروف** از ساختار دوم پروتئین‌ها، ساختار مارپیچی و صفحه‌ای می‌باشد. یعنی یک آمینواسید می‌تواند با تشکیل پیوند هیدروژنی در تشکیل ساختار دومی غیر از این دو ساختار هم شرکت نماید. علاوه‌بر این با توجه به شکل ۱۷ صفحهٔ ۱۶ کتاب درسی، ممکن است در این ساختار برخی آمینواسیدها اصلاً پیوندهیدروژنی تشکیل ندهند.

نکتهٔ مهم

- دقت کنید که گروه آمین، آمینواسید اول و گروه کربوکسیل آمینواسید آخر رشتهٔ پلی‌پپتیدی آزاد می‌باشد. بنابراین آمینواسید آخر تنها از طریق گروه آمین خود و آمینواسید اول تنها از طریق گروه کربوکسیل خود در تشکیل پیوند پپتیدی شرکت می‌نمایند.
- در تشکیل پروتئین، همهٔ آمینواسیدها لزوماً H و OH آزاد نمی‌کنند برای مثال آمینواسید اول H و آمینواسید آخر OH آزاد نمی‌کند.
- تعداد پیوندهای هیدروژنی ساختار مارپیچ بیشتر از ساختار صفحه‌ای است پس ساختار مارپیچی نسبت به ساختار صفحه‌ای مستحکم‌تر می‌باشد. البته پیوندهای هیدروژنی در پروتئین‌ها بین هیدروژن گروه آمین و اکسیژن گروه کربوکسیل تشکیل می‌شود درحالی‌که در دنا و بعضی رناها، بین بازهای آلی برقرار می‌شود.
- تأثیر شکل‌دهی آمینواسیدها به پروتئین‌های مختلف، به ماهیت شیمیایی گروهی بستگی دارد که در ساختار پیوند پپتیدی شکلی ندارد (گروه R).

۳۰۹۳ (۱) تنها مورد (ج) دربارهٔ میوگلوبین که نخستین پروتئینی است که ساختار آن شناسایی شد، صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. تشکیل پیوند پپتیدی که همراه با تولید آب است فقط در ساختار اول انجام می‌شود. در ساختار سوم هم برقراری پیوند اشتراکی بین آمینواسیدها وجود دارد اما چون پپتیدی نیست همراه با تولید آب نمی‌باشد. (ب) نادرست. آرایش هر زیرواحد پس از شکل‌گیری ساختار سوم صورت می‌گیرد اما میوگلوبین کلاً سه ساختار دارد و تک‌زیرواحدی است. (ج) **درست.** گروه‌های آمین و کربوکسیل تنها در ساختار اول و دوم تأثیرگذارند و در سطح ساختاری سوم که پیوندها شکل پیچیده و ساختار نهایی پروتئین را پدید می‌آورند، این گروه‌ها در پیوندی شرکت نمی‌کنند و گروه‌های R تعیین کننده هستند. (د) نادرست. بخش آهن‌دار این مولکول‌ها گروه آلی غیر پروتئینی «**هم**» است. این بخش، ساختار پروتئینی ندارد و از آمینواسید و پیوندهای هیدروژنی مربوطه تشکیل نشده است.

۳۰۹۴ (۱) آرایش زیرواحدها در پروتئین‌هایی معنی دارد که دارای بیش از یک زیرواحد باشند که به این معناست که چهار سطح ساختاری دارند. دربارهٔ این سطوح فقط مورد (الف) درست است.

بررسی موارد (الف) **درست.** در سطح **دوم** که اولین تاخوردگی‌ها با برقراری پیوندهای هیدروژنی برقرار می‌شوند، همانند سطح یکم، گروه‌های R که عامل تمایز آمینواسیدها هستند، نقشی در تشکیل پیوندها ندارند و هر پیوند (چه هیدروژنی و چه پپتیدی) بین گروه‌های آمین و کربوکسیل است. (ب) نادرست. در سطح سوم تشکیل پیوندهای یونی را داریم که نهایتاً موجب تاخوردگی **بیشتر** زنجیره می‌شود. از طرفی قبلاً هم گفتم ساختار صفحه‌ای و مارپیچی، تنها دو نمونهٔ معروف از تغییرات صورت گرفته در سطح دوم هستند و نمی‌توان همهٔ تغییرات را محدود به همین دو نمونه دانست. (ج) نادرست. پیوند هیدروژنی در تشکیل ساختارهای ۲، ۳ و ۴ مؤثر است اما برهم‌کنش‌های آب‌گریز فقط در سطح ۳ و سطح ۴ مؤثر هستند. دقت کنید که هر ساختار در تشکیل ساختارهای بعدی مؤثر است. (د) نادرست. اتصال زنجیره‌های آلفا و بتا به یکدیگر، چیزی نیست که در همهٔ پروتئین‌های چندزیرواحدی‌ای دیده شود بلکه فقط در مثال کتاب (هموگلوبین) اینگونه بوده است. شما پروتئینی را تصور کنید که کلاً دو زیرواحد کاملاً مشابه دارد؛ در این صورت زنجیره‌های آن نام واحد خواهند داشت و هر زیرواحد نمی‌تواند به دو زیرواحد دیگر متصل شود (چون کلاً دو زیرواحد وجود دارد).

چند نکتهٔ مهم از شکل‌های ساختار پروتئین‌ها

- پروتئینی که دارای ساختار چهارم است، به ترجمهٔ بیش از یک $mRNA$ در سیتوپلاسم نیاز دارد.
- در ساختار سوم تاخوردگی بیشتر صفحات و مارپیچ‌ها رخ می‌دهد بنابراین در ساختار دوم اولین پیچ‌خوردگی‌ها را شاهد هستیم.
- در ساختار اول و دوم صفحه‌ای، گروه R دو آمینواسید مجاور به صورت متناوب یکی در میان، بالا و پایین قرار می‌گیرند.
- براساس شکل‌های کتاب، می‌توان دو ساختار صفحه‌ای بین دو ساختار مارپیچ مشاهده کرد و همین‌طور بین ساختارهای صفحه‌ای و بین بخش‌های هر ساختار مارپیچ، پیوندهای هیدروژنی را دید و اینکه بین آمینواسیدهای یک رشته در ساختار دوم پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود.

۳۰۹۵ (۱) در سرخرگ آئورت گیرنده‌های حساس به کاهش **اکسیژن** وجود دارند. دو نوع پروتئین آهن‌دار هم به نام‌های **هموگلوبین** و **میوگلوبین** وجود دارند که توانایی اتصال به این مادهٔ غیرآلی را دارند. با این توصیفات، تنها مورد (د) نادرست است.

بررسی موارد (الف) درست. سرخرگ وابران کلیه، یک سرخرگ **کوچک** است که افزایش CO_2 و مواد دیگری منجر به گشاد شدن آن می‌شود. از بین دو پروتئین مذکور، کربن‌دی‌اکسید فقط به هموگلوبین متصل می‌شود. (ب) درست. درون رگ فقط هموگلوبین دیده می‌شود (لفظ ماهیچه، شما را به دام میوگلوبین نیندازد). به وضوح می‌دانید که هموگلوبین از چهار زیرواحد تشکیل شده است. (ج) درست. ساختار سوم پروتئین‌ها در اثر پیوندهای جدیدی که تشکیل می‌دهند و برهم‌کنش‌های آب‌گریز، به ثبات نسبی می‌رسند. (د) **نادرست.** کمبود اکسیژن خون موجب **افزایش** ترشح اریتروپویتین در کبد (اندام تولیدکنندهٔ اوره) و کلیه‌ها (اندام‌های دفع کنندهٔ اوره) می‌شود. واژه‌ای که در این عبارت مشکل دارد، «**شروع**» است. چون می‌دانیم که ترشح اریتروپویتین **همواره** صورت می‌گیرد و نباید ترشح آن را محدود به زمان کمبود اکسیژن دانست. (فصل ۴ دهم گفتار ۳)

۳۰۹۶ (۱) *(این تست خوبه واسه اونائیکه می‌فهمن فصل ۳ یازدهم یادشون رفته!)* منظور قسمت اول سؤال پروتئین میوزین است. با توجه به اینکه این پروتئین از دو زنجیرهٔ به هم پیچیده تشکیل شده است پس می‌توان نتیجه گرفت که قطعاً دارای ساختار چهارم در ساختار پروتئینی خود است (شکل ۱۴ صفحهٔ ۴۶ زیست یازدهم).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** منظور از خطوط عمودی دو انتهای سارکومر، خطوط Z می‌باشند. با خطوط Z فقط اکتین‌ها تماس دارند و میوزین‌ها با این خطوط در ارتباط نیستند. **گزینهٔ (۳):** اکتین‌ها در هنگام انقباض با جابه‌جایی خطوط Z قابلیت جابه‌جایی در طول سارکومر را دارند (چون به خطوط Z متصل می‌باشند). **گزینهٔ (۴):** هیچ کدام از پروتئین‌های سارکومر چه در هنگام انقباض و چه استراحت، طول خودشان را تغییر نمی‌دهند (طول این پروتئین‌ها ثابت می‌باشد).

۳۰۹۷ (۲) اتصال کربن‌مونوکسید به پروتئین هموگلوبین مانع اتصال اکسیژن کافی به آن شده، به دنبال آن تنفس هوازی و تولید ATP نامناسب می‌شود، ولی اولین پروتئینی که ساختار آن مشخص شد میوگلوبین می‌باشد. دقت کنید که در ساختار دوم، هم میوگلوبین و هم هموگلوبین ساختار **مارپیچی** مشاهده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در هموگلوبین دو نوع زنجیرهٔ آلفا و بتا وجود دارد پس توالی آمینواسیدی، یکسان نمی‌باشد. **گزینهٔ (۳):** چون هم در میوگلوبین و هم در هموگلوبین ساختار سوم مشاهده می‌شود پس در هر دو زیر واحد، تاخورده و شکل خاصی پیدا می‌کند. **گزینهٔ (۴):** میوگلوبین ساختار چهارم ندارد.

۳۰۹۸ (۳) پیوند هیدروژنی منشأ تشکیل دومین ساختار پروتئین‌هاست که هر دو گروه کربوکسیلی و آمینی آمینواسیدها در آن شرکت دارد. این پیوند توسط آنزیم دنابسپاراز شکسته نمی‌شود ولی در پی عمل نوکلئازی آن، خودبه‌خود جدا می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ساختار سوم به وسیلهٔ برهم‌کنش پیوندهای آب‌گریز ایجاد می‌شود و مولکول دارای ثبات نسبی می‌شود ولی ساختار دوم هنوز ثبات نسبی ندارد. **گزینهٔ (۲):** در ایجاد پیوند هیدروژنی آمینواسیدها در ساختار دوم، گروه آمین و کربوکسیل نقش دارند (نه هیدروکسیل). **گزینهٔ (۴):** همواره آخرین آمینواسید یک رشتهٔ پلی‌پپتیدی، فقط از سمت گروه آمینی خود پیوند پپتیدی تشکیل داده است، ولی دقت کنید که هر آمینواسید ممکن است توسط دو گروه آمین یا کربوکسیل خود در ایجاد **پیوند هیدروژنی** برای ساختارهای دیگر شرکت کند.

۳۰۹۹ (۴) در ساختار چهارم بیش از یک عدد زنجیره وجود دارد و در حقیقت نحوهٔ آرایش زیر واحدها در کنار هم ساختار چهارم پروتئین‌ها نامیده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تشکیل پیوند هیدروژنی به آنزیم نیاز ندارد. **گزینهٔ (۲):** در ساختار اول، فقط پیوند پپتیدی تشکیل می‌شود. **گزینهٔ (۴):** فقط در ساختار چهارم بیش از یک عدد زنجیره وجود دارد.

۳۱۰۰ (۲) موارد (الف) و (ج) درست می‌باشند.

بررسی موارد (الف) **درست.** در ساختار چهارم بیش از یک عدد زنجیره وجود دارد و نحوهٔ آرایش زیرواحدها در کنار هم ساختار چهارم پروتئین‌ها نامیده می‌شود.

(ب) نادرست. ساختار سوم پروتئین‌ها در اثر تشکیل پیوند آب‌گریز ایجاد می‌شود. پیوندهای آب‌گریز بین گروه‌های R امینواسیدهایی که آب‌گریز هستند، تشکیل می‌شود. (ج) **درست.** پیوند هیدروژنی منشأ تشکیل ساختار دوم است البته در ساختار دوم پروتئین‌ها، پیوند هیدروژنی فقط در بین برخی آمینواسیدها ایجاد می‌شود ولی هر تاخوردگی قطعاً دارای پیوند هیدروژنی می‌شود. (د) نادرست. در ساختار اول، پیوند پپتیدی با تولید آب بین گروه کربوکسیل و آمینی تشکیل می‌شود و سایر سطوح ساختاری پروتئین‌ها به ساختار اول بستگی دارند ولی دقت کنید که بین این دو عامل (آمین و کربوکسیل) در ساختار دوم هم پیوند تشکیل می‌شود ولی ساختار اول به وجود ساختار دوم مرتبط نمی‌شود.

۳۱۰۱ (۴) پروتئین **حمل‌کنندهٔ** گازهای سمی در فراوان‌ترین گویچه‌های خونی در بخش یاخته‌ای خون، هموگلوبین است ولی پروتئین **ذخیره‌کنندهٔ** اکسیژن در یاخته‌های ماهیچه‌ای اسکلتی دوسر بازو، میوگلوبین می‌باشد. وجه تشابه آن‌ها داشتن گروه **هم** کروی‌شکل است که غیرپروتئینی بوده و در وسط آن یک یون Fe^{2+} وجود دارد.

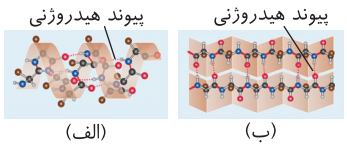
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** همهٔ پروتئین‌ها ساختار اول را دارند و تغییر در ساختار اول پروتئین‌ها می‌تواند به تغییر در فعالیت پروتئین منجر شود. **گزینهٔ (۲):** با توجه به فصل سه زیست (۲)، میوگلوبین همانند هموگلوبین رنگ‌دانهٔ قرمز دارد. **گزینهٔ (۴):** هموگلوبین در دستهٔ پروتئین‌های انتقالی است که گازهای تنفسی را با خود حمل می‌کند و به بخش‌های مختلف بدن منتقل می‌کنند اما میوگلوبین؛ اکسیژن را در یاختهٔ ماهیچهٔ اسکلتی ذخیره می‌کند ولی آن را به بخشی از بدن حمل نمی‌کند.

۳۱۰۲ (۴) ساختار پروتئین‌ها در چهار سطح بررسی می‌شود که هر ساختار، مبنای تشکیل ساختار بالاتر است، پس مثلاً مبنای تشکیل ساختار دوم پروتئین ساختار اولیهٔ پروتئین می‌شود. در ساختار دوم پروتئین‌ها، الگوهایی از پیوندهای هیدروژنی تشکیل می‌شوند. در این ساختار، پیوندهای هیدروژنی بین گروه CO و NH آمینواسیدهای **غیرمجاور** تشکیل می‌شوند. بنای تشکیل ساختار دوم، ساختار اول پروتئین است. در ساختار اول که توالی آمینواسیدهاست، نوع، تعداد، ترتیب و تکرار آمینواسیدها، ساختار اول پروتئین‌ها را تعیین می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** میوگلوبین؛ پروتئین ذخیره‌کنندهٔ اکسیژن در یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی است که ساختار نهایی آن ساختار سوم است. تشکیل ساختار سوم پروتئین در اثر برهم کنش‌های آب‌گریز است؛ به این صورت که گروه‌های R آمینواسیدهایی که آب‌گریزند، به یکدیگر نزدیک می‌شوند تا در معرض آب نباشند پس با تشکیل پیوندهای دیگری مانند هیدروژنی، اشتراکی و یونی، ساختار سوم پروتئین تثبیت می‌شود. مجموعهٔ این نیروها قسمت‌های مختلف پروتئین را به صورت به هم پیچیده در کنارهم نگه می‌دارند. **گزینهٔ (۲):** **شروع** پیچ‌خوردگی رشتهٔ پلی‌پپتیدی در سطح **دوم** پروتئین می‌باشد. دقت کنید در سطح سوم پروتئین، برهم کنش آب‌گریز آمینواسیدها نقش ایفا می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** در سطح اول ساختار پروتئین‌ها، با درنظر گرفتن ۲۰ نوع آمینواسید و اینکه محدودیتی در توالی آمینواسیدها وجود ندارد، پروتئین‌های حاصل می‌توانند بسیار متنوع باشند. در ساختار سوم پروتئین‌ها، هریک از زنجیره‌ها به صورت یک زیرواحد، تاخورده و شکل خاصی پیدا می‌کند. نحوهٔ آرایش این زیرواحدها در کنارهم، ساختار چهارم پروتئین نامیده می‌شود.

۳۱۰۳ (۲) شکل‌ها بیانگر ساختار دوم پروتئین‌ها می‌باشند که قسمت (الف) ساختار مارپیچی و قسمت (ب) ساختارهای صفحه‌ای منظم را نشان می‌دهند که هر دو با اولین تاخوردگی رشتهٔ پلی‌پپتید ایجاد شده‌اند (درستی گزینهٔ (۲)).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هر دو شکل در ساختار دوم بر پایهٔ ایجاد پیوند هیدروژنی ایجاد شده‌اند که این پیوند در ساختار دوم بین گروه کربوکسیل ($-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-$) و آمین ($-NH-$) تشکیل می‌شود. **گزینهٔ (۳):** هر دو ساختار، نوع دوم را نشان می‌دهد. پس برهم کنش آب‌گریز در ساختار سوم وارد واکنش نشده‌اند. **گزینهٔ (۴):** با توجه به شکل کتاب، می‌توان در ساختار سوم، بخشی از رشته را به صورت مارپیچی و بخشی را به صورت صفحه‌ای مشاهده کرد.



۳۱۰۴ (۲) موارد (ب) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) درست. منظور عبارت، میوگلوبین است که در ساختار اول آن ایجاد پیوندهای پپتیدی بین آمینواسیدها شکل می‌گیرد و در ساختار سوم پیوند اشتراکی دیگری دارد. (ب) **نادرست.** هموگلوبین و میوگلوبین پروتئین‌هایی هستند که به‌طور برگشت‌**پذیر** به چهار مولکول **اکسیژن** متصل می‌شوند. هر زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی هموگلوبین در ساختار دوم به شکل مارپیچ در می‌آید. (ج) درست. دقت داشته باشید که تشکیل ساختار سوم پروتئین‌ها در اثر برهم کنش‌های آب‌گریز است، اما تشکیل پیوندهای دیگری مانند هیدروژنی، اشتراکی و یونی ساختار سوم پروتئین را تثبیت می‌کنند. (د) **نادرست.** دقت کنید که منظور میوگلوبین است که فقط یک رشتهٔ پلی‌پپتید دارد و حداکثر دارای ساختار سوم است.

۳۱۰۵ (۴) **بررسی موارد** (الف) نادرست. با روش‌های **شیمیایی** آمینواسیدهای یک پروتئین را جدا می‌کنند تا آن‌ها را شناسایی کنند. (ب) درست. طبق متن کتاب با استفاده از پرتوهای X و روش‌های دیگر می‌توان به ساختار سه‌بعدی پروتئین‌ها پی برد و شکل فضایی پروتئین و نوع عمل آن را مشخص می‌کند. (ج) نادرست. با توجه به شکل ساختار اول در شکل ۱۷ این فصل کتاب درسی متوجه می‌شوید که گروه‌های R در دو سمت آمینواسیدهای مختلف قرار دارند. (د) نادرست. با اتصال پپتیدی آمینواسیدها، زنجیره‌ای به نام **پلی‌پپتید** (نه پروتئین) ایجاد می‌شود که ساختار نهایی پروتئین به حساب می‌آید.

۳۱۰۶ (۴) پروتئین قرمزرنگ موجود در ماهیچه‌های اسکلتی، **میوگلوبین** نام دارد. در ساختار دوم پروتئین، برای برقراری پیوند هیدروژنی بخشی از رشته تا می‌خورد و تغییر شکل پیدا می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** میوگلوبین تنها **یک** زنجیره دارد و لفظ زنجیره‌**ها** برای آن نادرست است. **گزینهٔ (۲):** دقت کنید میوگلوبین دارای دو بخش پروتئینی و غیرپروتئینی (هم) می‌باشد. آهن در بخش غیرپروتئینی آن یافت می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در ساختار دوم، تنها **بخشی** از رشتهٔ پلی‌پپتیدی با یکدیگر پیوند هیدروژنی برقرار می‌کنند. (طبق معمول قید **همه**، عبارت را نادرست کرده است.)

۳۱۰۷ (۲) اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد، **میوگلوبین** بود. این پروتئین دارای یک زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی بوده (نادرستی گزینهٔ (۳)) و ساختار نهایی آن در ساختار سوم پروتئین‌ها تکمیل می‌شود. میوگلوبین فقط توانایی ذخیرهٔ **اکسیژن** در ماهیچه‌ها را دارد **(نه هر نوع گاز تنفسی)** (نادرستی گزینهٔ (۴)). در ساختار نهایی این پروتئین پیوندهای اشتراکی (پپتیدی و غیرپپتیدی)، هیدروژنی و یونی در برهم‌کنش آب‌گریز نقش دارند که به آن ثبات می‌دهند (طراح پیوند اشتراکی مختلف را دو نوع در نظر گرفته است) (نادرستی گزینهٔ (۱)). تغییر در هر آمینواسید آن، می‌تواند سبب تغییر در ساختار اول و هر ساختار دیگر آن شود (درستی گزینهٔ (۲)).

۳۱۰۸ (۱) منظور تست یاختهٔ گویچهٔ قرمز بوده و مولکول موردنظر هموگلوبین است. گزینهٔ (۱) صحیح است چون گروه **هم** بخش آلی غیرپروتئینی است که اتم آهن آن می‌تواند به O_2 و CO وصل شود.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** گویچهٔ قرمز مسئول انتقال بیشترین مقدار O_2 در خون توسط هموگلوبین است ولی بیشترین انتقال CO_2 به صورت یون بیکربنات در پلاسما می‌باشد. **گزینهٔ (۳):** با توجه به شکل، رشته‌های آلفا و بتا دوتا پایین و دوتا بالا مجاور هم هستند. **گزینهٔ (۴):** با توجه به شکل هموگلوبین کتاب جهت آهن‌ها متفاوت است.

۳۱۰۹ (۴) **بررسی گزینه‌ها** اولین پروتئینی که ساختارش با پرتو ایکس کشف شد، پروتئین **میوگلوبین** بود پروتئین میوگلوبین ATPساز نمی‌باشد بلکه ذخیرهٔ اکسیژن دارد (رد گزینهٔ (۲)) و در وسط ساختار آن یک گروه غیرآمینواسیدی **هم** وجود دارد که وسط گروه هِم آن، یک یون آهن Fe^{2+} است. (درستی گزینهٔ (۴)). در آزمایش‌های ویلکینز و فرانکلین، اولین تصاویر از دنا توسط پرتو ایکس تهیه شد که از **تصویر** حاصله همهٔ نتیجه‌گیری‌ها انجام شد (نه مستقیماً از دنا) (رد گزینهٔ (۳)). نظریه‌ای که امروز مورد قبول دانشمندان است، توسط واتسون و کریک ارائه شد (رد گزینهٔ (۱)).

۳۱۱۰ (۴) در **هر چهار سطح** ساختاری پروتئین‌ها، پیوند **پپتیدی** نیز قابل مشاهده است زیرا اساس تشکیل هر ساختار، ساختار پایین‌تر است و در ساختار **اول** پروتئین‌ها پیوند پپتیدی تشکیل می‌شود پس در بقیهٔ ساختارها نیز قابل مشاهده است. دقت کنید که در **هر چهار سطح** ساختاری پروتئین‌ها، آمینواسیدها قابل مشاهده‌اند و در ساختار هر آمینواسید، **پیوندهای کووالانسی غیرپپتیدی** (مثلاً بین کربن و هیدروژن) قابل مشاهده می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تشکیل ساختار **سوم**، در اثر **برهم‌کنش‌های آب‌گریز** است. **گزینهٔ (۲):** به‌طور مثال تشکیل ساختار **دوم** پروتئین‌ها، مستقیماً نیازی به تولید آب ندارد زیرا فقط در اثر تشکیل پیوندهای **هیدروژنی** روی می‌دهد. پیوندهای هیدروژنی **با سنتز آبدهی تولید نمی‌شوند** و برای تشکیل **نیاز به حضور آنزیم ندارند**. **گزینهٔ (۳):** فقط ساختار **اول** پروتئین‌ها درون **ریبوزوم‌ها** (اندامکی سیتوپلاسمی که دو زیرواحد کوچک و بزرگ دارد) تشکیل می‌شود.

۳۱۱۱ (۳) هموگلوبین نوعی **پروتئین** است در نتیجه **شکل فضایی** آن تحت تأثیر پروتئاز (آنزیم تجزیه‌کنندهٔ پروتئین‌ها) تغییر می‌کند. **هموگلوبین**، در ساختار خود چهار گروه هم و چهار یون Fe^{2+} دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** الزاماً هموگلوبین در پی هر بار فعالیت مجدداً تولید نمی‌شود و تا حدود ۱۲۰ روز در گویچهٔ قرمز کارایی دارد (فصل ۴ دهم). **گزینهٔ (۲):** علاوه‌بر هموگلوبین که در انتقال O_2 و CO_2 مؤثر است. آنزیم کربنیک‌انیدراز نیز در انتقال CO_2 خون، با تولید بیکربنات مؤثر است. **گزینهٔ (۴):** هموگلوبین درون **گویچه‌های قرمز** یافت می‌شود که روزانه حدود **یک درصد** آن‌ها تخریب می‌شوند (فصل ۴ دهم).

۳۱۱۲ (۴) سؤال در مورد **پروتئین میوگلوبین** می‌باشد که در ساختار **دوم** آن با تاخوردن اولیهٔ مولکول، بین گروه CO و NH برخی آمینواسیدهای نزدیک شدهٔ آن پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بخش آهن‌دار هِم، قسمت آلی غیرپروتئینی است و مربوط به بخش آلی پپتیدی آن نمی‌باشد. **گزینهٔ (۲):** میوگلوبین فقط یک زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی دارد. **گزینهٔ (۳):** در ساختار دوم و سوم پروتئین‌ها، فقط برخی آمینواسیدها با هم پیوند هیدروژنی دارند.

۳۱۱۳ (۲) در ساختار نوکلئیک‌اسیدها، فسفر، نیتروژن، اکسیژن، هیدروژن و کربن وجود دارد که تنوع عناصر در آن بیشتر از هر گروه مولکول زیستی دیگریست. برخی از انواع نوکلئیک‌اسیدها ویژگی آنزیمی دارند اما نمی‌توان برای این آنزیم‌ها کوآنزیم تعریف کرد زیرا کوآنزیم مختص آنزیم‌های پروتئینی است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** **پروتئین‌ها** از نظر ساختار و عملکرد، **متنوع‌ترین** مولکول‌های زیستی به شمار می‌روند. این مولکول‌ها **فاقد** انشعاب هستند و طول زیادی دارند. **گزینهٔ (۳):** گروه R که به کربن مرکزی آمینواسید متصل می‌شود، در ساختارهای اول و دوم پروتئین نقشی ایفا نمی‌کند چون در این دو سطح، پیوندهای اشتراکی و هیدروژنی، تنها بین گروه‌های آمین و کربوکسیل ایجاد شده است. **گزینهٔ (۴):** همانطور که در شکل کتاب هم می‌بینید، یک پروتئین می‌تواند ساختارهای مختلفی در سطح دوم خود داشته باشد؛ پس در سطح سوم که پروتئین حالت کروی پیدا کرده است نیز این ویژگی حفظ شده و دیده می‌شود.

۳۱۱۴ (۲) موارد (الف) و (ب) درمورد **برخی** آنزیم‌ها درست هستند. نکته‌ای که باید در این تست در نظر داشته باشید این است که آنزیم‌ها هم می‌توانند از جنس پروتئین باشند و هم از جنس رنا.

بررسی موارد (الف) **درست.** فقط درمورد آنزیم‌های پروتئینی درست است که گروه‌های R متفاوتی در جایگاه فعال خود دارند. (ب) **درست.** کوآنزیم‌ها موادی **آلی** هستند که برای فعالیت آنزیم‌های پروتئینی لازم می‌باشند و ویتامین‌ها به‌طور کلی یکی از انواع کوآنزیم‌ها می‌باشند. (ج) نادرست. برخی سموم باعث تغییر شکل جایگاه فعال در آنزیم‌ها می‌شوند که ممکن است از هر نوعی باشد. (د) نادرست. این ویژگی نه فقط در برخی آنزیم‌ها، بلکه در **همهٔ** آن‌ها دیده می‌شود (البته فقط در واکنش‌های انجام‌شدنی!).

نکات

- واکنش‌های شیمیایی در صورتی سرعت مناسب می‌گیرند که انرژی اولیهٔ کافی برای انجام آن‌ها وجود داشته باشد. این انرژی را انرژی فعال‌سازی گویند.
- انجام واکنش‌ها در بدن موجود زنده نیز که با عنوان کلی سوخت‌وساز مطرح می‌شوند همین‌طور هستند. این واکنش‌ها با حضور آنزیم انجام می‌شوند.
- آنزیم امکان برخورد مناسب مولکول‌ها را **افزایش** و انرژی فعال‌سازی واکنش را **کاهش** می‌دهد. با این کار سرعت واکنش‌هایی را که در بدن موجود زنده انجام **شدنی** هستند زیاد می‌کند. بدون آنزیم ممکن است در دمای بدن سوخت‌وساز یاخته‌ها بسیار کند انجام شود و انرژی لازم برای حیات تأمین نشود.
- آنزیم‌های ترشحی دستگاه گوارش مثل آمیلاز بزاق و لیپاز در خارج یاخته عمل می‌کنند ولی آنزیم‌های مؤثر در تنفس یاخته‌ای، فتوسنتز و همانندسازی درون یاخته فعالیت می‌کنند، البته گروهی از آنزیم‌هایی مثل پمپ سدیم - پتاسیم فعالیت خود را در غشا انجام می‌دهند.

ساختار آنزیم‌ها

- **بیشتر** آنزیم‌ها پروتئینی هستند.
- آنزیم‌ها در ساختار خود بخشی به نام جایگاه فعال دارند.
- جایگاه فعال، بخشی اختصاصی در آنزیم است که به‌طور معمول، **پیش‌ماده** (ترکیباتی که آنزیم روی آن‌ها عمل می‌کند) در آن قرار می‌گیرد.
- ترکیباتی که حاصل فعالیت آنزیم هستند، **فراورده** یا **محصول** خوانده می‌شوند.
- بعضی آنزیم‌ها برای فعالیت به یون‌های فلزی مانند **آهن**، مس و یا موادآلی مثل ویتامین‌ها نیاز دارند که به این مواد کوآنزیم (کمک‌کننده به آنزیم) گفته می‌شود.
- وجود بعضی از مواد سمی در محیط مثل **سیانید** و **آرسنیک** می‌تواند با قرار گرفتن در جایگاه فعال آنزیم، مانع فعالیت آن شود. بعضی از این مواد به همین طریق باعث مرگ می‌شوند. دقت کنید که سیانید و ارسنیک، شکل آنزیم را تغییر نمی‌دهند.

عملکرد اختصاصی

- هر آنزیم روی یک یا چند پیش‌مادهٔ خاص مؤثر است.
- شکل آنزیم در جایگاه فعال با شکل پیش‌ماده یا بخشی از آن مطابقت دارد و مکمل است. این حالت شبیه به جفت شدن قفل و کلید است.
- اگرچه آنزیم‌ها عملی اختصاصی دارند ولی برخی از آن‌ها بیش از یک نوع واکنش را سرعت می‌بخشند.
- آنزیم‌ها در همهٔ واکنش‌های شیمیایی بدن جانداران که شرکت می‌کنند؛ سرعت واکنش را زیاد می‌کنند اما در پایان واکنش‌ها دست نخورده باقی می‌مانند تا بدن بتواند بارها از آن‌ها استفاده کند. به همین دلیل یاخته‌ها به مقدار کم به آنزیم‌ها نیاز دارند.
- به مرور مقداری از آنزیم‌ها از بین می‌روند و یاخته مجبور به تولید دوبارهٔ این آنزیم‌ها می‌شود.

عوامل مؤثر بر فعالیت آنزیم

pH محیط

- pH بیشتر مایعات بدن بین ۶ تا ۸ است؛ مثلاً pH خون حدود ۷/۴ است. خارج از این محدوده، pH ترشحات معده است که حدود ۲ می‌باشد.
- هر آنزیم در یک pH ویژه، **بهترین** فعالیت را دارد که به آن pH **بهینه** گویند.
- پپسین که از معده ترشح می‌شود، pH بهینهٔ آن ۲ است. به همین دلیل با ورود به دوازدهه غیرفعال می‌شود.
- آنزیم‌هایی که از لوزالمعده به رودهٔ کوچک وارد می‌شوند، pH بهینهٔ ۸ دارند.
- تغییر pH باعث تغییر شکل آنزیم شده و امکان اتصال آن به پیش‌ماده از بین می‌رود در نتیجه میزان فعالیت آن تغییر می‌کند.

دما

- آنزیم‌های بدن انسان در دمای ۳۷ درجه بهترین فعالیت را دارند. (البته دمای درون بیضه‌ها ۳۴ درجه است.)
- این آنزیم‌ها در دمای **بالاتر** ممکن است شکل غیرطبیعی یا برگشت**ناپذیر** پیدا کنند و غیرفعال شوند.
- آنزیم‌هایی که در دمای **پایین** غیرفعال می‌شوند با برگشت دما به حالت طبیعی، می‌توانند به حالت فعال برگردند.
- برخی باکتری‌های گرمادوست، آمیلازهای مقاوم به گرما در دمای بالا دارند.

غلظت آنزیم و پیش‌ماده

- مقدار بسیار **کمی** از آنزیم کافی است تا مقدار **زیادی** از پیش‌ماده را در واحد زمان به فراورده تبدیل کند.
- اگر مقدار آنزیم زیادتر شود، تولید فراورده در واحد زمان افزایش می‌یابد.
- افزایش غلظت پیش‌ماده در محیطی که آنزیم وجود دارد نیز می‌تواند تا حدی واکنش را با سرعت بیشتری انجام دهد. ولی این افزایش تا زمانی ادامه می‌یابد که **تمامی** جایگاه‌های فعال آنزیم‌ها با پیش‌ماده اشغال شوند. با رسیدن به این حالت، سرعت انجام واکنش ثابت می‌شود.

۳۱۱۵ (۴) آنزیم‌ها یا همان کاتالیزورهای زیستی، سبب **کاهش** انرژی فعال‌سازی واکنش‌های مختلف می‌شوند. این واکنش ممکن است یک واکنش تجزیه باشد و فقط یک پیش‌ماده داشته باشد پس نمی‌توانیم برای هر واکنش و آنزیمی، پیش‌ماده**های** مختلف درنظر بگیریم.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** از اسم دئوکسی‌نوکلئاز برمی‌آید که یک پروتئین آنزیمی تجزیه کنندهٔ دنا باشد. از طرفی، ساختار سه‌بعدی پروتئین‌ها را می‌توان با پرتوی X بررسی کرد. ابعاد خود دنا را هم می‌توان با تصاویر ثبت شده به کمک این پرتو مشخص کرد. **گزینهٔ (۲):** برای مثال پمپ سدیم - پتاسیم یک پروتئین مصرف کنندهٔ انرژی است که برای فعالیت خود نیاز به شکستن ATP دارد و این واکنش انرژی‌زا را انجام دهد، البته همهٔ پروتئین‌های مصرف‌کنندهٔ انرژی اینگونه نیستند، مثلاً پمپ‌های پروتونی میتوکندری نیازمند انرژی هستند اما واکنش انرژی‌زایی ترتیب نمی‌دهند. **گزینهٔ (۴):** این گزینه از اجزای زیادی تشکیل شده است. از رشد آغاز می‌کنیم. رشد شامل افزایش برگشت‌ناپذیر در **حجم** و یا **تعداد** است. رشد تعدادی، توسط تقسیم یاخته‌ای صورت می‌گیرد. مرحلهٔ پایانی تقسیم یاخته‌ای نیز تقسیم سیتوپلاسم با ایجاد کمربند انقباضی (فصل ۶ یازدهم) است که در جانوری همچون اسفنج به کمک اکتین و میوزین صورت می‌گیرد. میوزین هم پروتئینی با قابلیت لغزش است. پس کامل شدن رشد در اسفنج به کمک این پروتئین لغزشی صورت می‌گیرد.

۳۱۱۶ (۲) موارد (الف) و (ج) نادرست هستند.

بررسی موارد **الف) نادرست.** اسیدیته‌ای که یک آنزیم می‌تواند در آن فعالیت داشته باشد، یک چیز است و pH بهینه چیز دیگری. در واقع pH بهینه، عددی در بازهٔ فعالیت آنزیم است که در آن **بهترین** و **بیشترین** فعالیت را از سوی آنزیم می‌بینیم. **ب)** درست. محل تولید گاسترین، معده است و با تحریک ترشح HCl، باعث کاهش pH معده می‌شود. سکرتین نیز از روده ترشح می‌شود و باعث افزایش ترشح بیکربنات از لوزالمعده شده تا pH دوازدهه را کمی افزایش دهد. **ج) نادرست.** تغییر اسیدیتهٔ محیط با تأثیر بر روی پیوندهای شیمیایی پروتئین‌ها سبب تغییر شکل آن‌ها می‌شود اما اکسی‌توسین یک هورمون است و جایگاه فعال ندارد. **د)** درست. برای فعالیت پپسین، pH اسیدی (حدود ۲) و دمای بدن لازم است. دمای بسیار بیشتر و اسیدیتهٔ بسیار متفاوت، امکان اتصال کلاژن مادهٔ غذایی به پپسین را کاهش چشمگیری می‌دهد.

۳۱۱۷ (۱) فقط مورد (ج) صحیح می‌باشد.

بررسی موارد (الف) **برخی** از آنزیم‌ها (نه اغلب!!!) برای فعالیت به یون‌های فلزی یا مواد آلی نیاز دارند. (ب) به متن عبارت توجه کنید! آنزیم‌ها در **همهٔ** واکنش‌های شیمیایی که شرکت می‌کنند سرعت واکنش را افزایش می‌دهند. نمی‌توان گفت الزاماً آنزیم‌ها در تمام واکنش‌های بدن شرکت می‌کنند، برای مثال، تجزیه خودبه‌خودی کربنیک‌اسید به بیکربنات و یون هیدروژن به آنزیم نیاز ندارد. (ج) متن کتاب درسی است مثلاً به نقش بسپارازی و نوکلئازی و دنابسپاراز فکر کنید. (د) کوآنزیم‌ها بر اساس کتاب درسی فقط می‌توانند مواد **آلی** (مانند ویتامین‌ها) باشند، و آهن، مس و کلسیم، کوآنزیم نیستند.

نکته

دقت کنید که از نظر علمی هر ویتامینی، نقش کوآنزیمی ندارد ولی چون کتاب درسی این تقسیم‌بندی را انجام نداده است، طراح کنکور می‌تواند آن‌ها را کوآنزیم در نظر بگیرد.

- انواع ویتامین (کوآنزیم)های مهم بدن انسان
  - محلول در آب
    - ویتامین C ← کتاب حرفی و نکته‌ای از آن نگفته است.
    - برای جذب به صفرا نیاز ندارند.
    - ویتامین B
      - انواع مختلفی دارد.
      - B_{12}
        - در تولید گویچهٔ قرمز در مغز استخوان مؤثر است.
        - فقط در غذاهای جانوری یافت می‌شود.
        - توسط باکتری‌های روده نیز تولید می‌شود و از رودهٔ بزرگ جذب می‌شود.
        - توسط فاکتور داخلی معده محافظت می‌شود.
        - از رودهٔ باریک جذب خون می‌شود و به سیاهرگ باب کبدی می‌رود.
      - فولیک‌اسید
        - در تولید گویچهٔ قرمز در مغزاستخوان مؤثر است.
        - در غذای گیاهی و جانوری وجود دارد.
        - کارکرد صحیح آن به ویتامین B_{12} محتاج است.
        - برای تقسیم طبیعی یاخته‌ها مؤثر است.
  - محلول در چربی
    - برای جذب به وجود صفرا نیازمندند و وارد سیاهرگ باب کبدی نمی‌شوند.
    - پس از جذب از روده وارد رگ لنفی می‌شوند.
    - ویتامین A ← در تولید مادهٔ رنگی موجود در گیرنده‌های بینایی مؤثر است.
    - ویتامین K ← در انعقاد خون و تولید ترومبین مؤثر است.
    - ویتامین D
      - توسط هورمون پاراتیروئیدی فعال می‌شود.
      - در جذب کلسیم از روده مؤثر است.
    - ویتامین E ← *کتاب‌های شما حرفی از آن نزده است.*

۳۱۱۸ (۲) موارد (الف) و (ج) صحیح می‌باشند. (به **یوکاریوت** در سؤال دقت کنید!)

نکته

یادتون نره که پیوند هیدروژنی به صورت فوری تشکیل میشه!

مارپیچ دنا را هلیکاز اما پیچ‌وتاب فامینه را آنزیم‌های دیگری باز می‌کنند.

بررسی موارد (الف) **درست.** دنابسپاراز طی ویرایش مانع وقوع جهش و اختلال در دنا می‌شود. از طرفی طی فعالیت بسپارازی، نوکلئوتید یک‌فسفاته را به رشتهٔ در حال ساخت با پیوند فسفودی‌استر اضافه می‌کند. (ب) نادرست. قسمت اول قبل از شروع همانندسازی است ولی قسمت دوم کار هلیکاز در شروع همانندسازی است. (ج) **درست.** هر آنزیمی، طی فعالیت خود انرژی فعال‌سازی واکنش را کم می‌کند. (د) نادرست. پیوند هیدروژنی خودبه‌خود و بدون نیاز به آنزیم ایجاد می‌شود. از طرفی در دوراهی همانندسازی هم هلیکاز و هم دنابسپاراز و هم آنزیم‌های دیگر وجود دارند.

۳۱۱۹ (۳) اولین پروتئینی که ساختار آن مشخص شد **میوگلوبین** است که دارای ساختار **سوم** می‌باشد. پیوندهای آب‌گریز بین گروه‌های R آمینواسیدهایی که آب‌گریز هستند، تشکیل می‌شود (پس این نکته مربوط به ساختار نهایی آن است نه اولین ساختار!).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تارهای ماهیچه‌ای کند قرمزرنگ و در ورزشکاران بیشتر از افراد معمولی است. **گزینهٔ (۲):** افرادی که زودتر خسته می‌شوند بیشتر تارهای ماهیچه‌ای تند دارند. تارهای ماهیچه‌ای تند، میوگلوبین کمتری دارند و سفیدترند. **گزینهٔ (۴):** با تشکیل پیوندهایی مانند هیدروژنی، اشتراکی (پپتیدی و غیرپپتیدی) و یونی ساختار سوم پروتئین تثبیت می‌شود. مجموعهٔ نیروها قسمت‌های مختلف پروتئین را به صورت به‌هم پیچیده در کنار هم نگه می‌دارند. با وجود این نیروها، پروتئین‌های دارای ساختار سوم، ثبات نسبی دارند.

۳۱۲۰ (۳) موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند. تمامی آنزیم‌ها با کاهش انرژی فعال‌سازی سرعت واکنش‌هایی را که در بدن موجود زنده انجام شدنی هستند، زیاد می‌کنند (درستی مورد (ج)).

بررسی موارد (الف) برخی آنزیم‌ها غیرپروتئینی بوده و در هسته ساخته می‌شوند (مثل رناهای آنزیمی). (ب) هم آنزیم‌های درون یاخته‌ای و هم آنزیم‌های برون‌یاخته‌ای می‌توانند روی یک یا چند پیش‌ماده اثر گذارند، پس می‌توانند سرعت بیش از یک نوع واکنش را افزایش دهند. (د) تمامی آنزیم‌ها تحت تأثیر pH و دمای محیط می‌باشند و تغییر این عوامل می‌تواند سبب افزایش و یا کاهش فعالیت آن‌ها شوند.

آنزیم

محل تولید آنزیم‌ها

- **برخی** آنزیم‌ها که غیرپروتئینی و از جنس *RNA* هستند در **هستهٔ** یوکاریوت‌ها و **سیتوپلاسم** پروکاریوت‌ها و همچنین درون میتوکندری و کلروپلاست تولید می‌شوند.
- **بیشتر** آنزیم‌ها پروتئینی هستند و رشته‌های پلی‌پپتیدی با ساختار اول آن‌ها در **رناتن** تولید می‌شوند و سپس ساختارهای دیگر خود را در یاخته به دست می‌آورند. این گروه در ریبوزوم سیتوپلاسم یا در نوع آزاد آن‌ها یا روی شبکهٔ آندوپلاسمی و درون راکیزه و سبزدیسه تولید می‌شوند.

محل فعالیت آنزیم‌ها

- **درون یاخته:** آنزیم‌های مورد نیاز برای همانندسازی، رونویسی، ترجمه و آنزیم‌های مؤثر در میتوکندری (تنفس یاخته‌ای)، کلروپلاست (فوتوسنتز) و...
- **بیرون یاخته:** آنزیم‌هایی که از یاخته ترشح می‌شوند، مانند آنزیم‌های گوارشی و هیدرولیز کنندهٔ مواد غذایی (آمیلاز، لیپاز و ...) از این نوع هستند.
- **سطح غشای یاخته:** آنزیم‌هایی مثل پمپ سدیم - پتاسیم و...

۳۱۲۱ (۲): آنزیم رنابسپاراز در تجزیهٔ پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای دنا همانند برقراری پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهای سازندهٔ رنا نقش دارد. بنابراین می‌تواند سرعت چندواکنش شیمیایی را افزایش دهد (فصل ۲ زیست‌شناسی دوازدهم). آنزیم روبیسکو هم دارای دو فعالیت کربوکسیلازی و اکسیژنازی می‌باشد و می‌تواند ریبولوزبیس‌فسفات را در دو واکنش مختلف با اکسیژن یا کربن‌دی‌اکسید ترکیب نماید. (فصل ۶ زیست‌شناسی دوازدهم)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مادهٔ مخاطی از یاخته‌های مخاطی بدن به سطح مخاط ترشح می‌شود. آنزیم‌های موجود در مادهٔ مخاطی (مانند آنزیم دفاعی لیزوزیم) در خارج از فضای یاخته‌ای به فعالیت می‌پردازند (فصل ۲ زیست‌شناسی دهم). آنزیم پلاسمین در تجزیهٔ لخته‌های خون نقش دارد و در خارج یاخته‌ها فعالیت می‌کند. (فصل ۷ زیست‌شناسی دوازدهم) **گزینهٔ (۳):** آنزیم‌های موجود در بدن انسان (مثل آنزیم‌های پروستات که در شکم قرار دارند) عموماً در دمای ۳۷ درجهٔ سانتی‌گراد، بیشترین فعالیت را دارند. دقت کنید که کیسهٔ بیضه در خارج از محوطهٔ شکمی قرار می‌گیرد و دمای آن حدود سه درجه از دمای بدن پایین‌تر می‌باشد. بنابراین آنزیم‌های آن مانند آنزیم تجزیهٔ کنندهٔ سیتوپلاسم اسپرماتیدها در دمای حدود ۳۴ درجه بیشترین فعالیت خود را دارند. (فصل ۷ زیست‌شناسی یازدهم) **گزینهٔ (۴):** ساخت *ATP* از *ADP* و فسفات همانند واکنش برقراری پیوند پپتیدی بین آمینواسیدها نوعی واکنش سنتز آبدهی می‌باشد. در این واکنش ضمن تولید محصول، آب هم تولید می‌شود. (فصل‌های ۱ و ۵ زیست‌شناسی دوازدهم)

آنزیمی که:	
در از بین بردن باکتری‌های درون دهان و نخستین خط دفاعی بدن نقش دارد.	لیزوزیم
گوارش کربوهیدرات را در لولهٔ گوارش آغاز می‌کند.	آمیلاز بزاق
گوارش پروتئین را در لولهٔ گوارش آغاز می‌کند.	پپسین (نه پپسینوژن)
در شروع فرایند مربوط به تشکیل لخته نقش دارد.	پروترومبیناز
رشته‌های پروتئینی فیبرین را در لخته تشکیل می‌دهد.	ترومبین
رشته‌های پروتئینی فیبرین در لخته را تجزیه می‌کند.	پلاسمین
در مرحلهٔ *S* چرخهٔ یاخته‌ای پیوندهای هیدروژنی دو رشتهٔ دنا را می‌شکند و مارپیچ دنا را باز می‌کند.	هلیکاز
فعالیت نوکلئازی و بسپارازی دارد.	دنابسپاراز
علاوه‌بر شکستن پیوندهای هیدروژنی، در تشکیل فسفودی‌استر میان نوکلئوتیدها نقش دارد.	رنابسپاراز
پیوند فسفودی‌استر را می‌شکند.	دنابسپاراز - برش‌دهنده - آنزیم(های) مؤثر در پیرایش رنای پیک
پیوند فسفودی‌استر را تشکیل می‌دهد.	دنابسپاراز - رنابسپاراز - لیگاز
فسفودی‌استر را تشکیل می‌دهد ولی نمی‌تواند آن را بشکند.	رنابسپاراز - لیگاز
با تخریب جدار رحم، در تأمین مواد غذایی مورد نیاز جنین نقش دارد.	آنزیم‌های ترفوبلاست
در جدا شدن برگ از شاخه نقش دارد.	آنزیم‌های تجزیه‌کننده
در تبدیل *ATP* به *ADP* نقش دارد.	پمپ سدیم - پتاسیم آنزیم بخش سر میوزین
در آزمایشات گریفیت مورد استفاده قرار گرفت	نداریم!
در بیش از یک آزمایش ایوری مورد استفاده قرار گرفت.	پروتئاز
در فقط یکی از آزمایشات ایوری مورد استفاده قرار گرفت.	کربوهیدراز - لیپاز - نوکلئاز
در غشا فعالیت می‌کند.	پمپ سدیم - پتاسیم، آنزیم *ATP*ساز غشای اندامک‌ها
درون‌یاخته‌ای است.	آنزیم‌های مؤثر در تنفس یاخته‌ای و همانندسازی و فتوسنتز و ...
برون‌یاخته‌ای است.	آنزیم‌های ترشحی دستگاه گوارش و آمیلاز لایهٔ گلوتن‌دار و آنزیم جداکنندهٔ برگ از شاخه و آنزیم تجزیه‌کنندهٔ ناقل عصبی و ...

۳۱۲۲ (۴) وظیفهٔ یاخته‌های حفرات معده، حفاظت از مخاط در برابر اسید و آنزیم به واسطهٔ تولید مادهٔ مخاطی و ترشح بیکربنات است در حالی که یاخته‌های غدد باعث ایجاد pH اسیدی و تولید آنزیم می‌شوند که نهایتاً موجب شکستن پروتئین‌ها به پپتیدهای کوچک می‌شوند. همان‌طور که دیدید، یاخته‌های حفرات ارتباطی به فعالیت آنزیمی معده ندارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در فصل ۴ دهم آموختید که پروترومبیناز آنزیمی است که مقدار کم آن، می‌تواند از پروترومبین، فراوردهٔ زیادی تولید کند اما توجه کنید که فراورده، ترومبین است که برخلاف فیبرین، نامحلول نیست. **گزینهٔ (۲):** صفرا فاقد آنزیم و نتیجتاً فاقد جایگاه فعال است. **گزینهٔ (۴):** افزایش پیش‌ماده فقط تا زمان اشباع نشدن جایگاه‌های فعال می‌تواند موجب افزایش تولید شود اما بیشتر از آن، تأثیر ندارد.

۳۱۲۳ (۳) ساختار سوم با تشکیل پیوندهای آب‌گریز شکل می‌گیرد و با تشکیل پیوندهای یونی، هیدروژنی و اشتراکی تثبیت می‌شود. تمام این پیوندها در کنار هم نگه‌داشتن بخش‌های مختلف پروتئین در ساختار سوم نقش دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بیشتر آنزیم‌ها منشأ پروتئینی دارند و با ترجمهٔ رنای پیک تولید می‌شوند. برخی از آنزیم‌ها هم (مانند رنای رناتنی) منشأ غیرپروتئینی دارند و مستقیماً از روی دنا ایجاد می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** پیش‌ماده‌ها و برخی مواد سمی مانند سیانید و آرسنیک می‌توانند بر روی جایگاه فعال آنزیم قرار بگیرند. قرارگیری موادسمی بر روی جایگاه فعال، فعالیت آنزیم و سرعت واکنش موردنظر را کاهش می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** پروتئین‌های هموگلوبین و میوگلوبین در اکسیژن‌رسانی به ماهیچه‌ها نقش دارند. به‌طور معمول ساختار سوم در اثر تاخوردگی بیشتر صفحات و مارپیچ‌ها تشکیل می‌شود. این ساختار، ساختار نهایی پروتئین میوگلوبین می‌باشد و هموگلوبین ساختار نهایی چهارم را دارد که هر دو رشته‌های مارپیچی دارند.

۳۱۲۴ (۳) موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند. برخی از ترکیباتی که در جایگاه فعال آنزیم‌ها قرار می‌گیرند، پیش‌مادهٔ آن آنزیم نیستند. مثال چنین ترکیباتی، آرسنیک و سیانید است که با قرارگیری در جایگاه فعال آنزیم، مانع عملکرد آن می‌شوند. (درستی مورد (ب))

بررسی موارد (الف) متنوع‌ترین گروه مولکول‌های زیستی پروتئین‌ها هستند، که همهٔ آن‌ها در ساختار خود پیوند هیدروژنی دارند (نه برخی از آن‌ها!). (ج) همهٔ مولکول‌های پروتئینی از تک‌پارهای آمینواسید تشکیل شده‌اند و در ساختار سوم آن‌ها، تاخوردگی بیشتر الگوهای پیوندی هیدروژنی (مانند صفحات و یا مارپیچ‌ها) مشاهده می‌شود (نه برخی از آن‌ها). (د) آنزیم‌ها همگی دارای جایگاه فعال هستند. دقت کنید که آنزیم‌ها یا از جنس رنا یا یک رشته هستند و اگر بیش از یک رشته داشته باشد حتماً پروتئینی هستند که در همهٔ آن‌ها دیده می‌شوند.

۳۱۲۵ (۱) فقط مورد (د) عبارت را به درستی تکمیل می‌کند.

بررسی موارد (الف) نادرست. آنزیم پپسین در pHهای بسیار پایین معده فعال می‌ماند. (ب) نادرست. آنزیم‌هایی که در دمای پایین غیرفعال می‌شوند، با بازگشت دما به حالت عادی، دوباره فعال می‌شوند؛ پس تغییرات ناپایدار است. (ج) نادرست. پروتئین میوگلوبین در ذخیرهٔ اکسیژن نقش دارد در حالی که فاقد ساختار چهارم پروتئین است. (د) **درست.** گروهی از پروتئین‌ها گیرنده هستند مثلاً گیرندهٔ هورمون، ناقل عصبی یا آنتی‌ژن. گیرندهٔ ناقل عصبی در حقیقت یک پروتئین با دو عملکرد گیرندهٔ کانال است. اتصال ناقل عصبی به آن باعث باز شدن کانال می‌شود.

نکته

- سم‌ها، جایگاه فعال آنزیم را اشغال می‌کنند ولی تغییرات دما و pH، جایگاه فعال آنزیم را تغییر می‌دهند البته دمای بالا و پایین آنزیم را غیرفعال می‌کند.
- گروهی از آنزیم‌ها در pH پایین فعالیت می‌کنند مانند لیزوزیم سطح پوست که در محیط اسیدی قرار دارد و پروتئازهای موجود در معده.
- گروهی از آنزیم‌ها در pH بالا فعالیت می‌کنند مانند آنزیم‌های موجود در روده که در محیط قلیایی فعالیت می‌کنند.
- آنزیم‌ها در همهٔ واکنش‌ها شرکت نمی‌کنند؛ به‌طور مثال تبدیل پپسینوژن به پپسین می‌تواند توسط HCl انجام شود.
- بعضی مواد سمی مانند سیانید و آرسنیک مهارکننده‌های عملکرد آنزیم هستند و با قرارگرفتن در جایگاه فعال آنزیم مانع از فعالیت آن می‌شوند. به عنوان مثال سیانید فعالیت آنزیمی آخرین ناقل الکترون را در زنجیرهٔ انتقال الکترون میتوکندری مهار کرده و باعث از کار افتادن تنفس هوازی و مرگ‌یاخته‌ای می‌شود.

۳۱۲۶ (۲) از میان انبوه پروتئین‌های گویچه‌های قرمز که هماتوکریت خون را تشکیل می‌دهند، کتاب درسی دو پروتئین هموگلوبین و کربنیک‌انیدراز را ذکر کرده است. موارد (الف) و (ج) دربارهٔ این دو پروتئین صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** می‌دانیم که در جایگاه فعال کربنیک‌انیدراز CO_2 قرار می‌گیرد تا واکنش انجام شود. همچنین هموگلوبین هم به CO_2 متصل می‌شود و می‌تواند بخشی از آن را جابه‌جا کند. بیشترین مادهٔ آلی ادرار، اوره است که از ترکیب آمونیاک و کربن‌دی‌اکسید در کبد ساخته می‌شود، در نتیجه افزایش واکنش دهنده‌ها می‌تواند باعث تولید بیشتر فراورده (یعنی اوره) شود. (ب) نادرست. فقط کربنیک‌انیدراز ویژگی آنزیمی دارد و می‌توان درمورد پیش‌ماده و جایگاه فعال آن صحبت کرد. (ج) **درست.** در هر پروتئینی گروه R آمینواسیدهای تشکیل دهندهٔ آن، شکل فضایی و عملکرد آن را تعیین می‌کنند. (د) نادرست. تغییر شکل پروتئین‌ها فقط در دماهای بالاتر از دمای بهینهٔ آن‌ها رخ می‌دهد و در صورت کاهش دما، غیرفعال می‌شوند ولی تغییر شکل نمی‌دهند و با بازگرداندن دما به دمای قبلی، کارکرد خود را به دست می‌آورند.

۳۱۲۷ (۲) کوآنزیم‌ها، مواد آلی هستند که به فعالیت برخی از آنزیم‌های بدن کمک می‌کنند. گروهی از آن‌ها (B_{12}) برای جذب به محیط داخلی با آندوسیتوز وارد یاخته‌های پوششی رودهٔ باریک می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** جایگاه فعال مخصوص آنزیم‌ها می‌باشد. در حالی که کوآنزیم فاقد جایگاه فعال است. **گزینهٔ (۳):** ویتامین A می‌تواند به عنوان کوآنزیم‌ها باشد، برای ساختن مادهٔ حساس به نور لازم است نه تجزیهٔ آن. **گزینهٔ (۴):** هنگام تأثیر هورمون پاراتیروئیدی، کلسیم از مادهٔ زمینه‌ای استخوان آزاد می‌شود (کوآنزیم‌ها مواد آلی هستند.).

۳۱۲۸ (۱) فقط مورد (ب) صحیح است. به قید **برخی** در صورت سؤال دقت کن!

نتایج این آزمایش‌ها، ایوری و همکارانش را به این نتیجه رساند که عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات، **دِنا** است. به عبارت ساده‌تر، دِنا همان مادهٔ وراثتی است. با این حال نتایج به دست آمده مورد قبول عده‌ای قرار نگرفت؛ چون در آن زمان **بسیاری از** دانشمندان بر این باور بودند که **پروتئین‌ها** مادهٔ وراثتی هستند.

بررسی موارد (الف) هنگام تولید **همهٔ** پروتئین‌ها در ریبوزوم، **گروه آمینی آمینواسید جدید با گروه کربوکسیل آمینواسید قبلی** واکنش می‌دهد و **پیوند پپتیدی** بین آن‌ها تشکیل می‌شود. (ب) **برخی** پروتئین‌ها مانند **پمپ سدیم - پتاسیم**، ضمن انجام **فعالیت آنزیمی** خود (تجزیهٔ ATP) و کاهش دادن انرژی فعال‌سازی نوعی واکنش، می‌توانند مواد را در **خلاف جهت شیب غلظت** (انتقال فعال) جابه‌جا کنند. (ج) پیوند **هیدروژنی** در DNA، طی عمل **رونویسی** می‌تواند توسط **رنابسپاراز** و در همانندسازی توسط هلیکاز شکسته شود. **همهٔ** پروتئین‌ها در **ساختار دوم** خود دارای پیوندهای هیدروژنی هستند. (د) **بعضی** آنزیم‌ها برای فعالیت به **یون‌های فلزی** مانند آهن، مس و یا **مواد آلی** مثل ویتامین‌ها نیاز دارند. به **مواد آلی** که به آنزیم کمک می‌کنند، **کوآنزیم** می‌گویند. در نتیجه، یون‌های فلزی آهن و مس کوآنزیم محسوب نمی‌شوند.

۳۱۲۹ : (۲) موارد (الف) و (ب) درست هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** همهٔ آنزیم‌ها و همهٔ کوآنزیم‌ها مواد آلی هستند و در نتیجه در ساختار خود اتم کربن دارند. (ب) **درست.** آنزیم‌ها در تنظیم سوخت‌وساز یاخته‌ها نقش دارند و کوآنزیم‌ها برای فعالیت آنزیم‌ها ضروری هستند. (ج) نادرست. تنها برخی از آنزیم‌ها بیش از یک نوع واکنش را سرعت می‌بخشند. (د) نادرست. آنزیم‌هایی که در دمای پایین غیرفعال می‌شوند با برگشت دما به حالت طبیعی می‌توانند به حالت فعال برگردند.

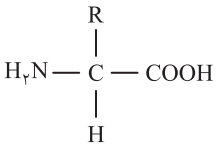
۳۱۳۰ : (۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** آنزیم دنابسپاراز می‌تواند پیوند فسفودی‌استری را که در همانندسازی تشکیل داده است در فرایند ویرایش بشکند. (ب) **درست.** به عنوان مثال، پمپ سدیم - پتاسیم را در نظر بگیرید که طی واکنش آنزیمی و تجزیهٔ *ATP*، از انرژی آن برای انتقال فعال سدیم و پتاسیم، استفاده می‌کند. (ج) **درست.** به عنوان مثال آنزیم‌ها می‌توانند با پیوستن **به مواد آلی کوآنزیم یا** برخی مواد معدنی، تمایل خود را به پیش‌ماده تنظیم کنند. (د) نادرست. دقت کنید آنزیم فقط سرعت واکنش‌های انجام **شدنی** را زیاد می‌کند (نه اینکه واکنشی که انجام نمی‌شده رو انجام شدنی کنه).

۳۱۳۱ : (۴) آنزیم هلیکاز پروتئینی است که با شکستن پیوندهای هیدروژنی بین دو رشتهٔ ژن، آن‌ها را ازهم جدا می‌کند. در پی تحریک تقسیم یاخته‌ای توسط سیتوکینین میزان تولید و فعالیت این آنزیم افزایش می‌یابد. (فصل ۹ یازدهم)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تبدیل اسپرماتید به اسپرم، طی تمایز و بدون تقسیم و همانندسازی دنا رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۲):** دقت کنید یاخته‌های پلاسموسیت که پادتن‌ساز هستند، در بدن فرد تقسیم نمی‌شوند. **گزینهٔ (۴):** یاخته‌های آوند آبکش که وظیفهٔ انتقال شیرهٔ پرورده را برعهده دارند، هسته ندارند.

۳۱۳۲ : (۱) مطابق فرمول ساختاری مقابل، هر آمینواسید دارای یک کربن مرکزی است که چهار ظرفیت آن توسط هیدروژن، گروه آمین ($-NH_2$)، گروه کربوکسیل ($-COOH$) و گروه R پر می‌شود.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گروه‌های آمین و کربوکسیل که هر دو در تشکیل پیوند پپتیدی شرکت می‌کنند، در دومین ساختار پروتئین، توانایی تشکیل پیوندهای هیدروژنی (نوعی پیوند غیراشتراکی) را دارند. دقت کنید داشتن **توانایی** تشکیل پیوند هیدروژنی الزاماً به معنی تشکیل قطعی پیوند هیدروژنی نیست. **گزینهٔ (۲):** در آخرین آمینواسید زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی گروه کربوکسیل در ایجاد پیوند پپتیدی و تولید آب شرکت نمی‌کند. این گروه در ایجاد ویژگی‌های آمینواسید کاملاً بی‌نقش نیست، زیرا باعث ایجاد خاصیت اسیدی در آمینواسیدها می‌شود. **گزینهٔ (۴):** گروه R است که ویژگی‌های منحصر به فرد هر آمینواسید را ایجاد می‌کند. در ساختار سوم هر پلی‌پپتید، برهم‌کنش‌های آب‌گریز بین گروه‌های R آب‌گریز تشکیل می‌شود. توجه کنید که در ساختار پلی‌پپتیدها گروه‌های R زیادی نیز یافت می‌شود که آب‌گریز نیستند. این گروه‌های R در ساختار سوم پروتئینی نقشی در برهم‌کنش‌های آب‌گریز ندارند. **گزینهٔ (۴):** گروه آمین در نخستین آمینواسید زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی در پیوند پپتیدی و تولید آب شرکت ندارد. این گروه فاقد کربن متصل به اکسیژن است.

۳۱۳۳ : (۱) فقط مورد (الف) نادرست است.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** بعضی از مواد سمی مثل **سیانید و آرسنیک** می‌توانند با قرارگرفتن در جایگاه فعال آنزیم، مانع فعالیت آن شوند. (ب) درست. **هیپوتالاموس** (مرکز تنظیم دمای بدن) در تب نقش دارد. تب، یک پاسخ دفاعی در خط دوم دفاع غیراختصاصی است. هیپوتالاموس در پاسخ به بعضی ترشحات میکروب‌ها، دمای بدن را بالا می‌برد. آنزیم‌ها در دمای بالاتر ممکن است (نه همواره) شکل غیرطبیعی یا برگشت‌ناپذیر پیدا کنند و غیرفعال شوند. (ج) درست. **سیانید** در دفاع شیمیایی گیاهان مؤثر است و تنفس یاخته‌ای را متوقف می‌کند. این مواد با قرارگرفتن در جایگاه فعال مانع فعالیت آنزیم می‌شوند. (د) درست. **آرسنیک**، در نوعی سرخس در غلظت‌های زیاد به صورت ایمن نگهداری می‌شود. مواد سمی مثل سیانید و آرسنیک با اتصال به جایگاه فعال آنزیم، موجب اشغال آن شده و از قرارگرفتن پیش‌ماده در جایگاه فعال جلوگیری می‌کنند نه این‌که جایگاه فعال آنزیم را تخریب کنند.

۳۱۳۴ : (۱) فقط مورد (الف) صحیح است.

بررسی موارد (الف) **درست.** در مورد نقش آنزیم سلولاز در تولید سوخت زیستی و کاغذسازی صحیح است. (ب) و (د) نادرست. مایه‌پنیر نام عمومی آنزیم **هایی** (نه یک آنزیم) برای دلمه کردن پروتئین شیر (نه قند شیر) می‌باشد. (ج) نادرست. در صنایع شوینده از نوکلئاز برخلاف لیپاز، پروتئاز و آمیلاز استفاده نمی‌شود.

- کاربرد آنزیم‌ها در صنعت
  - سلولاز
    - در صنایع مختلف مثل تولید دارو، خوراکی، آشامیدنی و سوخت زیستی استفاده می‌شود.
    - سبب تجزیهٔ سلولز به گلوکز و هیدرولیز کامل آن می‌شود.
    - اغلب توسط جانوران تولید نمی‌شود ولی برخی تک‌یاخته‌ای‌ها آن را می‌سازند.
    - از آنزیم‌های مورد استفاده در کاغذسازی است.
    - در تولید سوخت تجدیدناپذیر زیستی اهمیت دارد.
  - صنایع غذایی لبنی
    - مایه‌پنیر نام عمومی آنزیم‌هایی برای دلمه کردن پروتئین شیر در تولید پنیر می‌باشد.
    - مایه‌پنیر به‌طور سنتی از معدهٔ نوزادان شیرخوار گاو و گوسفند به دست می‌آید.
    - مایه‌پنیر امروزه، با مهندسی ژنتیک توسط گیاهان و ریزجانداران هم تولید می‌کنند.
  - صنایع شوینده
    - از لیپاز، پروتئاز و آمیلاز استفاده می‌کنند.
    - نوکلئاز در آن کاربرد ندارد.
    - انواع شوینده با قدرت تمیزکنندگی بالا تولید می‌شود.

۳۱۳۵ : (۳) قدرت تمیزکنندگی بالا در شوینده‌ها توسط لیپاز، پروتئاز و آمیلاز صورت می‌گیرد که پروتئاز به‌طور فعال می‌تواند از لولهٔ گوارش انسان تولید شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مورد عدم وجود دستورالعمل ژنتیکی ساخت آنزیم سلولاز در یاخته‌های انسان صحیح است. **گزینهٔ (۲):** این آنزیم‌ها که مایه‌پنیر نام دارند از نوزاد پستاندارانی شیرخوار گرفته می‌شوند (نه بالغ). **گزینهٔ (۴):** برحسب متن کتاب درسی، آمیلاز در غدد بزاقی و لوزالمعده تولید می‌شود که قسمتی از لولهٔ گوارش نمی‌باشد.

کاربرد آنزیم‌ها در صنعت

از آنزیم‌ها در صنایع متفاوتی مانند تولید دارو، خوراکی، آشامیدنی و سوخت‌های زیستی استفاده می‌شود. مثلاً آنزیم **سلولاز** که در تجزیهٔ سلولز به گلوکز نقش دارد از آنزیم‌های مورد استفاده در کاغذسازی و تولید سوخت زیستی است. آنزیم‌ها در صنایع غذایی، به ویژه صنایع لبنی از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. **مایه‌پنیر** در واقع نامی عمومی برای آنزیم‌هایی است که با دلمه کردن پروتئین شیر آن را به پنیر تبدیل می‌کنند. مایه‌پنیر را به‌طور سنتی از معدهٔ نوزادان (شیرخواران) جانورانی مانند گوسفند و گاو به دست می‌آورند. امروزه انواعی از مایه‌پنیرها وجود دارد که از گیاهان و ریزجانداران (میکروارگانیسم‌ها) به دست می‌آیند.

۳۱۳۶ (۴) سویه‌ای از باکتری استرپتوکوکوس نومونیا که آنزیم لیزوزیم روی آن اثر ندارد، از نوع **پوشینه‌دار** است. دنای اصلی باکتری‌ها به غشای پلاسمایی متصل می‌باشد که غشا تحت تأثیر گرما از بین می‌رود. (در اثر گرما، فقط دنا ویژگی خود را حفظ می‌کند.)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** باکتری‌ها، تک‌یاخته هستند و تقسیم آن‌ها به صورت دوتایی است. در حقیقت این جاندار یاختهٔ دیگری ندارد. **گزینهٔ (۲):** باکتری‌های که در مرحلهٔ اول آزمایشات گریفیت به موش تزریق شدند، پوشینه‌دار بوده و مشابه شکل صورت سؤال می‌باشند. **گزینهٔ (۳):** در مرحلهٔ سوم آزمایش گریفیت، فقط پوشینه تزریق شد. غشای پلاسمایی این باکتری در تماس مستقیم با دیواره است.

۳۱۳۷ (۴) باکتری شمارهٔ (۱) نشان‌دهندهٔ باکتری پوشینه‌دار و باکتری شمارهٔ (۲) نشان‌دهندهٔ باکتری بدون پوشینه است. در تمام آزمایش‌هایی که از باکتری زندهٔ بدون پوشینه استفاده شد (آزمایش‌های دوم و چهارم) سیستم ایمنی موش‌ها به مبارزه با باکتری پرداخت ولی دقت کنید که این باکتری‌ها تزریق شده و از سدّ پوست گذشته بودند پس لیزوزیم پوست در مقابله با آن‌ها نقشی ندارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اینترفرون در برابر باکتری‌ها ترشح نمی‌شود، بلکه نوع (۱) آن ضدویروس و نوع (۲) ضدسرطان است. **گزینهٔ (۲):** دقت کنید که گریفیت باکتری‌های پوشینه‌دار (۱) را کشت. **گزینهٔ (۴):** در مورد آزمایش اول صادق نیست.

چند نکته در طراحی تست‌ها

- پوشینه **به تنهایی** عامل مرگ موش نیست؛ به عبارتی دیگر این طور نیست که پوشینه هیچ نقشی در مرگ موش نداشته باشد.
- البته هر باکتری استرپتوکوس نومونیا (هم پوشینه‌دار و بدون پوشینه)، باعث تحریک دستگاه ایمنی می‌شود؛ یعنی در هر ۴ مرحله دستگاه ایمنی موش تحریک شده است ولی در مراحل ۱ و ۴، موش در برابر باکتری پوشینه‌دار زنده موفق نبوده است.
- چون گرما باعث مرگ باکتری شده است ولی دنا سالم مانده است پس لزوماً مرگ باکتری برابر با نابودی دنا نیست.
- در آزمایش چهارم، طبق متن کتاب فقط **گروهی** از یاخته‌های بدون پوشینه، پوشینه‌دار شدند و این یعنی همهٔ باکتری‌های بدون پوشینه، دنا را دریافت نکرده‌اند.
- لزوماً هر باکتری زندهٔ پوشینه‌داری که در شش‌های موش مرحلهٔ ۴ دیده شد، دنای خود را از محیط دریافت نکرده است، مثلاً باکتری‌های حاصل از تقسیم باکتری‌های قبلی.
- می‌توان دید که باکتری توانایی ادامهٔ حیات را در بدن موش مرده داشته باشد.
- در آزمایش چهارم، گریفیت انتظار زنده ماندن موش را داشت، زیرا هر کدام از اجزا مخلوط در آزمایش‌های دوم و سوم به‌طور جداگانه سبب مرگ موش نشدند.
- در آزمایش‌های گریفیت، ماهیت مادهٔ وراثتی و نحوه انتقال آن، مشخص نگردید بلکه امکان انتقال مادهٔ وراثتی از یک یاخته به یاختهٔ دیگر مشخص شد.

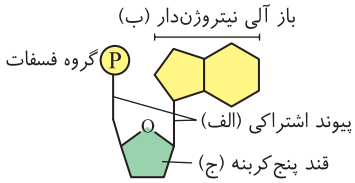
۳۱۳۸ (۳) شکل، مربوط به مرحلهٔ سوم آزمایش گریفیت است که باکتری‌های پوشینه‌دار را با گرما کشت و سپس مخلوط کشته شده با گرما را به موش‌ها تزریق کرد و مشاهده کرد که موش‌ها زنده ماندند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نوعی لنفوسیت *B* که پادتن ترشح می‌کند! **پلاسموسیت** است. این یاخته گیرندهٔ آنتی‌ژنی ندارد و نمی‌تواند آنتی‌ژن را شناسایی کند ولی می‌تواند پادتن ترشح کند. **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ دوم، گریفیت باکتری‌های بدون پوشینه را به موش تزریق کرد و مشاهده کرد که موش‌ها زنده ماندند، زیرا دستگاه ایمنی موش قادر به از بین بردن باکتری‌های بدون پوشینه است. از آن جایی که دستگاه ایمنی تحریک شده و **پادتن و یاخته‌های خاطره** بر علیه باکتری ایجاد می‌شوند، پس ایمنی از نوع **فعال** است. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ چهارم آزمایش، گریفیت از باکتری‌های بدون پوشینهٔ زنده و مخلوط باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده با گرما استفاده کرد. باکتری‌های زندهٔ بدون پوشینه، **فاقد** ژن‌های **فعال** سازندهٔ پوشینه هستند. (زیرا اگر این ژن‌ها را به‌صورت فعال داشتند که دیگر نیازی به انتقال مادهٔ وراثتی از باکتری پوشینه‌دار کشته شده با گرما به باکتری بدون پوشینه نبود!) **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که **فقط تعدادی** از باکتری‌های بدون پوشینه، در مرحلهٔ چهارم آزمایش تغییر کردند و پوشینه‌دار شدند. در نتیجه در خون و شش‌های موش می‌توان هم باکتری بدون پوشینه و هم باکتری پوشینه‌دار را مشاهده کرد.

نکته

- مهره‌داران از جمله موش، دفاع اختصاصی دارند در نتیجه لنفوسیت‌ها در مبارزه با عوامل بیگانه مؤثرند.
- لنفوسیت‌های *B* پس از شناسایی آنتی‌ژن بیگانه به وسیلهٔ گیرنده‌های آنتی‌ژنی خود، پس از بازتولید یاخته‌هایی مثل خود، در نسل بعد یاخته‌های خاطره و پلاسموسیت‌ها را ایجاد می‌کنند که پلاسموسیت‌ها با تولید و ترشح پادتن، بر علیه عامل بیگانه مبارزه می‌کنند.
- ایمنی که در اثر واکسن یا برخورد دستگاه ایمنی با عامل بیماری‌زا حاصل می‌شود، از نوع **فعال** است.

۳۱۳۹ (۴) این شکل یک نوکلئوتید با باز آلی پورین (A یا G) را نشان می‌دهد. همان‌طور که می‌دانید، قند ریبوز و دئوکسی‌ریبوز عامل **اصلی** تمایز نوکلئوتیدهای *RNA* و *DNA* می‌باشند. (حتماً می‌دانید که بازهای آلی دوحلقه‌ای *A* و *G*، در دنا و رنا می‌توانند وجود داشته باشند.)



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** قسمت (ب) باز آلی است که با پیوند هیدروژنی به باز آلی مکمل در رشتهٔ مقابل متصل می‌شود (نه پیوندی از نوع اشتراکی!). **گزینهٔ (۲):** اوریک‌اسید از متابولیسم یا تجزیهٔ بازهای آلی **نیتروژن‌دار** ایجاد می‌شود. دقت کنید که کربوهیدرات یا همان قند فاقد نیتروژن است و در تولید مواد زائد نیتروژن‌دار شرکت ندارد. **گزینهٔ (۳):** در گفتار ۳ همین فصل آموختید که برای ایجاد ساختار دوم پروتئین‌ها، پیوند هیدروژنی نقش اصلی را دارد (نه پیوند اشتراکی!)

۳۱۴۰ (۳) موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند. در رشتهٔ مولکول دنا، یک انتهای آن دارای گروه هیدروکسیلی و یک انتها دارای یک گروه فسفات است. (درستی مورد (ج))

بررسی موارد (الف) تنوع نوکلئوتیدهای دوحلقه‌ای و تک‌حلقه‌ای در قسمتی از یک مولکول دنا ممکن است فقط به دو نوع مثل *A* و *T* یا *C* و *G* ختم شود. (ب) تعداد بازهای آلی پورینی و پیریمیدینی در یک مولکول دنا برابر است اما در یک رشته نه! (د) مشاهدات چارگاف نشان داد که مقدار آدنین با تیمین و مقدار سیتوزین با گوانین برابر است.

۳۱۴۱ (۳): شکل می‌تواند یک رشتهٔ رنا یا یکی از دو رشتهٔ مولکول دنا باشد. مولکول دنا در همانندسازی به عنوان پیش‌مادهٔ هلیکاز قرار می‌گیرد. در هر دو سمت مولکول دنا گروه هیدروکسیل و فسفات قرار دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** همهٔ نوکلئوتیدها در ساختار خود دارای یک حلقهٔ شش‌ضلعی در باز آلی هستند که در ساختار رنا باز آلی به قند ریبوز متصل است. **گزینهٔ (۱):** دو انتهای مولکول رنا برخلاف مولکول دنا متفاوت است. قطعاً در مولکول رنا تعداد بازهای آلی پورین و پیریمیدینی با یکدیگر برابر نیست. **گزینهٔ (۴):** در مولکول دنای حلقوی، همهٔ نوکلئوتیدهای آن دارای پیوند فسفودی‌استر هستند. قند ریبوز دارای دو گروه هیدروکسیل است.

۳۱۴۲ (۳): شکل (الف) مربوط به آزمایش ویلکینز و فرانکلین و شکل (ب) مربوط به آزمایش واتسون و کریک است. ویلکینز و فرانکلین از پرتو ایکس استفاده کردند. از این پرتو در شناسایی ساختار پروتئین **میوگلوبین** موجود در تارهای ماهیچه‌ای تند و کند نیز استفاده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ویلکینز و فرانکلین با تهیهٔ تصاویر (نه خود دنا) دنا نتیجه گرفتند که مولکولی مارپیچ است و بیش از یک رشته دارد. **گزینه‌های (۲) و (۴):** نکات واتسون و کریک در مورد مولکول دنا است (نه هر نوکلئیک‌اسید).

۳۱۴۳ (۲): مدل نشان داده شده در سؤال، همانندسازی **نیمه‌حفاظتی** است. پس از دو نسل همانندسازی نیمه‌حفاظتی ۴ مولکول دنا تشکیل می‌شود که دوتا از آن‌ها دارای رشته‌های جدید و دوتای دیگر دارای یک رشتهٔ قدیمی و یک رشتهٔ جدید می‌باشند. در همانندسازی حفاظتی نیز ۴ مولکول دنا تشکیل می‌شوند که سه تای آن‌ها دارای رشته‌های جدید و یکی دارای رشته‌های قدیمی است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در همانندسازی غیرحفاظتی در هر رشته هم نوکلئوتید جدید و هم نوکلئوتید قدیم وجود دارد. **گزینهٔ (۳):** در همانندسازی نیمه‌حفاظتی پس از نسل اول، دو مولکول دنا تولید می‌شود که هر دو دارای رشتهٔ قدیم و جدید هستند. **گزینهٔ (۴):** مدل همانندسازی مشخص شده نیمه‌حفاظتی است و قید برخلاف معنی ندارد.

۳۱۴۴ (۲): نوار شمارهٔ دو دارای مولکول‌های دنا با چگالی متوسط است که یکی از رشته‌ها دارای ^{15}N و به‌طور کامل از دنای مادری و رشتهٔ دیگر دارای ^{14}N و به‌طور کامل از نوکلئوتیدهای جدید ساخته شده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نوار یک، تنها دارای مولکول‌های دنا با چگالی سبک و نیتروژن‌های ^{14}N است. همهٔ نیتروژن‌های ^{14}N مربوط به محیط کشت هستند. **گزینهٔ (۳):** مولکول‌های دنا در نوار شمارهٔ ۳ همگی حاصل همانندسازی مولکول‌های دنای باکتری اولیه هستند. باکتری اولیه نیز مولکول دنای خود را در محیط کشت دارای ^{15}N ساخته است. **گزینهٔ (۴):** دناهای موجود در نوار شمارهٔ ۴ همگی چگالی سنگین و نیتروژن ^{15}N دارند. همان‌طور که می‌دانید نوکلئوتیدهای دارای ^{15}N درواقع نوکلئوتیدهای نشانه‌گذاری شده هستند.

۳۱۴۵ (۳): فقط مورد (ب) صحیح است، مولکول A، آنزیم هلیکاز و مولکول B، آنزیم دنابسپاراز را نشان می‌دهد. آنزیم هلیکاز پیوندهای هیدروژنی تشکیل شده بین حلقه‌های شش‌ضلعی بازهای آلی مکمل هم را می‌شکند.

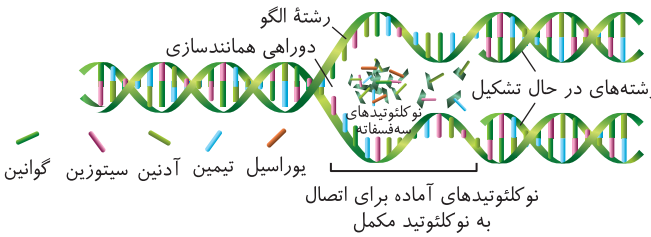
بررسی موارد الف) آنزیم هلیکاز پیچ‌وتاب، دنا را باز می‌کند (نه فامینه). ج) برای ساخت رشتهٔ دنا، آنزیم‌های متفاوتی فعالیت دارند که از مهم‌ترین آن‌ها آنزیم دنابسپاراز است. د) آنزیم دنابسپاراز ممکن است دچار اشتباه شود و در مقابل نوکلئوتید آدنین‌دار، نوکلئوتید دیگری قرار دهد.

تغییرهای طراحی تست ۳۲۸

در هر مرحله‌ای از آزمایش مزلسون و استال:	
تشکیل فقط یک نوار در لولهٔ آزمایش	اول + دوم
تشکیل نوار فقط در قسمت میانی لوله	دوم
تشکیل نوار در قسمت میانی لوله	دوم + سوم
تشکیل نوار در پایین لوله	اول
تشکیل دنای فاقد نیتروژن سبک	اول
تشکیل دنای فاقد نیتروژن سنگین	سوم
تشکیل فقط دنای واجد نیتروژن سبک و سنگین	دوم
تشکیل دنای واجد نیتروژن سبک و سنگین	دوم + سوم
فقط می‌توان چگالی متوسط را در نسل‌های بعد دید	پراکنده
در طرحی که توالی دنای اولیه و جدید مشابه است.	هر سه طرح

دوراهی همانندسازی

- در محلی که دو رشتهٔ دِنا از یکدیگر جدا شده‌اند، ساختار Y مانندی به‌وجود می‌آید که دو راهی همانندسازی نام دارد. در این محل پیوند هیدروژنی بین دو رشته گسیخته و دو رشته از یکدیگر باز شده‌اند. همچنین پیوندهای فسفودی‌استر جدیدی از روی هر دو رشتهٔ دنا، در حال تشکیل هستند.



این دو مولکول دنای جدید در صورت تقسیم سیتوپلاسم به دو یاخته جدید منتقل می‌شود.

- دِنابسپاراز نوکلئوتیدها را به انتهای رشتهٔ در حال تشکیل اضافه می‌کنند؛ اضافه شدن یک نوکلئوتید بستگی دارد **به نوع بازی** که در نوکلئوتید رشتهٔ الگو قرار دارد.
- در محل همانندسازی انواع نوکلئوتیدها حتی نوکلئوتید یوراسیل‌دار مشاهده می‌شود که می‌تواند توسط دنابسپاراز به اشتباهی استفاده شود.
- تعداد فسفات‌های **آزاد** در محل همانندسازی به دلیل جدا شدن دو فسفات از نوکلئوتیدها برای اتصال به الگو زیاد می‌شود.
- به هنگام تشکیل پیوند فسفودی‌استر، آب، تولید (سنتزآبدهی) و به هنگام تجزیه و هیدرولیز آن، آب مصرف می‌شود. (البته برخی منابع هم معتقدند که بدون صرف آب می‌باشد.)
- در فرایند همانندسازی، دو رشتهٔ دنا به صورت تدریجی توسط هلیکاز باز می‌شود، یعنی این طور نیست که دو رشته به‌طور کامل از هم جدا شوند و سپس دنابسپاراز با فعالیت بسپارازی خود رشته‌های دنای جدید را بسازد.
- در فرایند ویرایش، دنابسپاراز پیوند قند - فسفات یا همان فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدها را تجزیه می‌کند و با پیوند قند - فسفات یا فسفواستر داخل یک نوکلئوتید کاری ندارد.
- در بخشی از دنا که سیتوزین و گوانین نسبت به آدنین و تیمین بیشتر باشد، کار هلیکاز کمی سخت‌تر است چون باید پیوندهای هیدروژنی بیشتری را بشکنند.
- کلاً باز کردن پیوند هیدروژنی برای عمل ویرایش خودبه‌خودی می‌باشد و فقط هلیکاز و رنابسپاراز می‌توانند پیوند هیدروژنی را طی فعالیت کاتالیزوری خود بشکنند.
- در ناحیه‌ای که همانندسازی انجام می‌شود، دنا حالت مارپیچی خود را از دست می‌دهد اما پس از تشکیل رشتهٔ جدید در مقابل رشتهٔ الگوی دنا، دوباره ساختار مارپیچ دنا تشکیل می‌شود.
- پیوندهای هیدروژنی در فرایند همانندسازی بین بازهای نوکلئوتیدهای جدید با قدیمی شکل می‌گیرند ولی پیوندهای فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهای جدید در یک رشتهٔ جدید شکل می‌گیرند.

۳۱۴۶: (۱) فقط مورد (الف) نادرست است. شمارهٔ (۳) نوکلئوتیدهای سه‌فسفاته را نشان می‌دهد که در فرایند همانندسازی شرکت می‌کنند.

بررسی موارد (ب) بخش شمارهٔ (۲) دوراهی همانندسازی را نشان می‌دهد. این دوراهی طی فعالیت آنزیم هلیکاز با شکستن پیوندهای هیدروژنی ایجاد می‌شود که برای شکستن این پیوند، مولکول آب مصرف نمی‌شود. (ج) بخش شمارهٔ (۱) رشتهٔ دنای الگو را نشان می‌دهد. این رشته توسط آنزیم دنابسپاراز ایجاد می‌شود که طی فرایند همانندسازی می‌تواند به عنوان الگو قرار بگیرد. (د) به علت از دست دادن فسفات نوکلئوتیدهای سه‌فسفاته، تعداد گروه‌های فسفات در این محل بیشتر می‌شود. فسفات گرچه در خاک فراوان است اما اغلب برای گیاهان غیرقابل دسترس است.

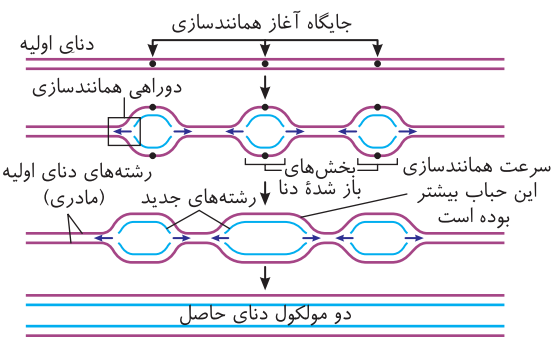
۳۱۴۷: (۴) **بررسی گزینه‌ها** شکل بیانگر همانندسازی **دوجهته** باکتری‌ها با یک نقطهٔ شروع می‌باشد که محل پایان همانندسازی روبه‌روی نقطهٔ آغاز قرار دارد. در این شکل دو دوراهی همانندسازی وجود دارد که در هر دوراهی، یک هلیکاز و دو دنابسپاراز در حال فعالیت هستند، پس حداقل ۶ آنزیم در این همانندسازی نقش دارند (درستی گزینه‌های (۱) و (۲)). همهٔ باکتری‌ها یک *DNA* اختصاصی اصلی دارند که به غشا چسبیده است ولی ممکن است برخی از آن‌ها نیز تعدادی *DNA* کمکی به نام دیسک داشته باشند (درستی گزینهٔ (۳)). عمل ویرایش همواره در حین همانندسازی و پس از تشکیل هر پیوند فسفودی‌استر به صورت نوکلئوتید به نوکلئوتید صورت می‌گیرد (نه پس از کامل شدن آن! نادرستی گزینهٔ (۴)).

۳۱۴۸: (۳) بخش شمارهٔ (۱) جایگاه آغاز همانندسازی و بخش شمارهٔ (۲) دوراهی همانندسازی را نشان می‌دهد. تعداد جایگاه آغاز همانندسازی و فعالیت دنابسپاراز به هنگام کاهش مقدار ید و هورمون‌های تیروئیدی به خاطر افزایش فعالیت غدهٔ تیروئید بیشتر می‌شود، چون در یوکاریوت‌ها این تعدادها قابل تغییر هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در اغلب پروکاریوت‌ها، یک عدد جایگاه آغاز همانندسازی وجود دارد. **گزینهٔ (۲):** در جایگاه همانندسازی تک‌جهته، تنها یک دوراهی همانندسازی ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** سرعت هر دوراهی همانندسازی حتی در یک جایگاه آغاز همانندسازی ممکن است با یکدیگر متفاوت باشد.

چند نکتهٔ مهم

- سرعت همانندسازی در جایگاه‌های مختلف آغاز همانندسازی، متفاوت است. با توجه به شکل سرعت همانندسازی در نقطهٔ شروع وسط بیشتر از بقیه بوده است و این نقطه حباب بزرگ‌تری ایجاد کرده است.
- دوراهی‌های دو نقطهٔ آغاز همانندسازی مجاور ممکن است نزدیک شوند.
- در دنای خطی، دو دوراهی در یک نقطهٔ آغاز همانندسازی، از هم دور می‌شوند.
- در همانندسازی دنای خطی، تعداد دوراهی‌های همانندسازی دو برابر تعداد جایگاه‌های آغاز است.
- با به‌هم رسیدن دوراهی‌های دو نقطهٔ آغاز همانندسازی مجاور در دنای خطی، همانندسازی تمام می‌شود.
- در صورت افزایش تعداد جایگاه‌های همانندسازی، طول بخشی از دنا که توسط دنابسپاراز همانندسازی می‌شود، کاهش می‌یابد.



«همانندسازی در یوکاریوت‌ها»

۳۱۴۹: (۴) با توجه به شکل ۱۶ همین فصل می‌توان متوجه شد که همهٔ آمینواسیدهایی که از دو سمت کربوکسیلی و آمینی پیوند پپتیدی تشکیل می‌دهند، این دو گروه آمین و کربوکسیل در ساختار دوم در تشکیل پیوند هیدروژنی می‌توانند شرکت کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اولین آمینواسید در زنجیرهٔ پپتیدی از سمت کربوکسیلی پیوند پپتیدی تشکیل می‌دهد ولی این آمینواسید می‌تواند در ساختار دوم خود از سه آمین خود در ایجاد پیوند هیدروژنی استفاده کند. **گزینهٔ (۲):** همهٔ آمینواسیدها از سمت گروه کربوکسیلی به رنای ناقل متصل می‌شوند. اولین آمینواسید در زنجیرهٔ پپتیدی از سمت کربوکسیلی پیوند پپتیدی تشکیل می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** آخرین آمینواسید در زنجیرهٔ پپتیدی تنها از سمت گروه آمینی پیوند پپتیدی تشکیل می‌دهد و به ازای تشکیل یک پیوند پپتیدی، یک مولکول آب آزاد می‌شود.

۳۱۵۰: (۲) شکل، ساختار چهارم پروتئین‌ها را نشان می‌دهد که در ساختار چهارم پروتئین‌ها، **قرارگیری زیرواحدها** (یا هر رشتهٔ پلی‌پپتیدی) نقش کلیدی در ایجاد مولکول دارند.

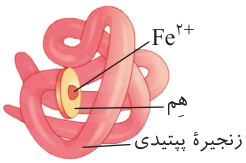
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. پروتئین فوق نمی‌تواند هموگلوبین باشد، چون در برخی بخش‌های خود ساختار صفحه‌ای دارد ولی طبق متن کتاب درسی هموگلوبین فقط رشته‌های مارپیچ داشته است. **گزینهٔ (۲): درست.** این پروتئین چهار زیرواحد دارد و برای تولید به چهار رنای پیک نیاز دارد. **گزینه‌های (۳) و (۴):** نادرست. در ساختار چهارم، هر یک از چند زنجیرهٔ موجود و بیشتر از یکی بودن آن‌ها نقش کلیدی دارد. از طرفی گزینهٔ (۳) در مورد میوگلوبین تک‌رشته‌ای است و گزینهٔ (۴) نیز نادرست است چون گویچهٔ قرمز بالغ، ژن ندارد.

۳۱۵۱: (۴) تمامی موارد صحیح می‌باشند.

بررسی موارد (الف) بخش (۱) زنجیرهٔ آلفای این پروتئین را نشان می‌دهد. هر کدام از زنجیره‌های سازندهٔ هموگلوبین خود به تنهایی دارای ساختار سوم می‌باشند. این ساختار در اثر تشکیل پیوندهای آب‌گریز بین گروه‌های *R* آمینواسیدها تشکیل می‌شود. (ب) بخش (۲) نشان‌دهندهٔ یون آهن می‌باشد. سبزیجات با برگ سبز تیره، حبوبات، گوشت قرمز و جگر از منابع آهن و فولیک‌اسید می‌باشند. (فصل ۴ زیست‌شناسی دهم) (ج) در شرایطی که میزان اکسیژن بدن کاهش می‌یابد (مانند انجام ورزش‌های سنگین و قرارگیری در ارتفاعات)، ترشح هورمون اریتروپویتین از کبد و کلیه افزایش می‌یابد. این هورمون ساخت گویچهٔ قرمز و هموگلوبین را افزایش می‌دهد. برای تشکیل بیشتر هموگلوبین، گروه هم (بخش (۳)) با سرعت بیشتری به زنجیره‌های آلفا و بتا متصل می‌شود. (د) بخش (۴) نشان‌دهندهٔ زنجیرهٔ بتای هموگلوبین می‌باشد. در افراد دارای کم‌خونی داسی‌شکل، در این زنجیره، یک آمینواسید والین جایگزین یک آمینواسید گلوتامیک‌اسید می‌شود. همین تغییر کوچک می‌تواند تمام پیامدهای وخیم این بیماری را ایجاد کند. (فصل ۴ زیست‌شناسی دوازدهم)

در هر سطحی از سطوح ساختاری پروتئین‌ها که:	
در تعداد آمینواسید محدودیتی وجود ندارد.	اول
شروع پیچ‌خوردگی رشتهٔ پپتیدی	دوم
همهٔ سطوح به این سطح وابسته‌اند.	اول
پیوند هیدروژنی برای اولین‌بار تشکیل می‌شود.	دوم
نزدیک شدن گروه‌های آب‌گریز ویژگی این سطح است.	سوم
ساختار نهایی پروتئین موجود در فراوان‌ترین یاختهٔ خونی است.	چهارم
در ساختار اولین پروتئینی که ساختار آن مشاهده شد، وجود نداشت.	چهارم
با تشکیل انواعی از پیوندهای اشتراکی و هیدروژنی و یونی به ثبات می‌رسد.	سوم
ساختار نهایی پروتئین‌های اکتین و میوزین موجود در سارکومر ماهیچهٔ اسکلتی است.	چهارم
ساختار نهایی پروتئین‌های ذخیره‌کنندهٔ اکسیژن در ماهیچهٔ اسکلتی (میوگلوبین)	سوم
در آن هر یک از زنجیره‌ها به صورت یک واحد تا می‌خورد.	چهارم

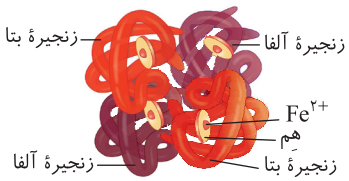
۱۸۱ شکل‌نامهٔ میوگلوبین و هموگلوبین



«میوگلوبین با ساختار سوم»

میوگلوبین اولین پروتئینی بود که ساختار آن شناسایی شد و تنها از یک رشتهٔ پلی‌پپتیدی تشکیل شده است و درون یاخته‌های ماهیچه‌ای قرار دارد و اکسیژن ذخیره می‌کند. در تارهای تند (سفید) مقدار کمی ولی در تارهای کند (قرمز) مقدار زیادی میوگلوبین وجود دارد و به همین دلیل تار کند **بیشتر** انرژی خود را از روش **هوازی** تأمین می‌کند ولی تار تند بیشتر انرژی خود را از روش بی‌هوازی (تخمیر لاکتیکی) تأمین می‌کند. (فصل ۳ یازدهم + فصل ۵ دوازدهم)

میوگلوبین فاقد بخشی به نام جایگاه فعال است و فعالیت آنزیمی ندارد. از طرفی چون مربوط به یوکاریوت‌هاست، در فصل بعد می‌خوانید که امکان ترجمهٔ رنای پیک آن پیش از پایان فرایند رونویسی وجود ندارد ولی ژن آن در تمامی یاخته‌های هسته‌دار بدن موجود است در حالی که این ژن فقط در ماهیچهٔ اسکلتی بیان می‌شود. این پروتئین برخلاف هموگلوبین که دارای چهار گروه هِم است، یک گروه هِم بیشتر ندارد. البته این را هم باید دانست که میوگلوبین برخلاف هموگلوبین قادر به اتصال به کربن‌دی‌اکسید و کربن‌مونوکسید نیست ولی هر دوی آن‌ها می‌توانند به اکسیژن متصل شوند. در مرکز گروه هِم، یون آهن دو بار مثبت قرار دارد.



هم میوگلوبین و هم هموگلوبین در خوناب حضور ندارند. میوگلوبین درون یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی و هموگلوبین در گویچه‌های قرمز قرار دارند. این بدان معناست که در اثر سانتریفیوژ خون، هموگلوبین در بخش پایینی (سنگین‌تر و چگال‌تر) خون یعنی یاخته‌های خونی قرار دارد.

هم میوگلوبین و هم هموگلوبین توسط رناتن‌های آزاد در سیتوپلاسم بدون عبور از شبکهٔ آندوپلاسمی و دستگاه گلژی ساخته می‌شوند، چون پروتئینی درون سیتوپلاسمی است.

در مجموع با تغییر تنها دو آمینواسید در پروتئین هموگلوبین (در هر زنجیرهٔ بتای هموگلوبین، ششمین آمینواسید یعنی گلوتامیک‌اسید به والین تبدیل می‌شود) باعث تغییر شکل و عملکرد هموگلوبین و منجر به کم‌خونی داسی‌شکل می‌شود، البته تعداد پیوند پپتیدی هموگلوبین فرد سالم و فرد دچار کم‌خونی داسی‌شکل با هم برابر است و این پروتئین برخلاف میوگلوبین، به بیش از یک ژن و بیش از یک *mRNA* نیاز دارد (فصل ۴ دوازدهم).

در هموگلوبین رشته‌های آلفا و بتا ضربدری روبه‌روی هم به‌صورت مشابه قرار گرفته‌اند.

۳۱۵۲ ۱) شکل مربوط به پروتئین میوگلوبین است و تنها موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. تنها ۲۰ نوع آمینواسید از آمینواسیدهای موجود در طبیعت، در ساختار پروتئین‌ها به کار برده شده است. (ب) نادرست. تاخوردگی بیشتر صفحات و مارپیچ‌ها در ساختار سوم رخ می‌دهد؛ درنتیجه اولین تاخوردگی در ساختار دوم است ولی در میوگلوبین تاخوردگی به صورت مارپیچی است. (ج) نادرست. با توجه به متن کتاب درسی، در ساختار دوم تنها در بین بخش‌هایی از زنجیرهٔ پپتیدی، پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود. از طرفی اصلاً میوگلوبین ساختار چهارم ندارد. (د) **درست**. برهم‌کنش‌های آب‌گریز فقط بین گروه‌های *R* آمینواسیدهایی که آب‌گریز هستند، تشکیل می‌شود.

۳۱۵۳ ۴) فقط مورد (د) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. *توی همه که نه! برفی هم فوریه‌فوری رخ می‌دن!* (ب) نادرست. مثلاً رنا هم در تنظیم بیان ژن نقش دارد. (ج) نادرست. بعضی از جنس کلسترول بود (فصل ۱ دهم). (د) **درست**. هم کاهش و هم افزایش دما سبب تغییر شکل آنزیم می‌شوند ولی کاهش دما برخلاف افزایش، تغییر شکل برگشت‌پذیر می‌دهد!

نکات مرتبط با آنزیم‌ها

پروتئین‌های حاضر در خوناب مانند فیبرین، پروتئین‌های مکمل، آلبومین و ... در حفظ فشار اسمزی نقش دارند و کمبود آن‌ها باعث کاهش فشار اسمزی خوناب و در نهایت، ادم می‌شود.

شروع گوارش پروتئین‌ها توسط پپسین در معده است و در کبد از مواد جذب شده، پروتئین و گلیکوژن ساخته می‌شوند.

برخی پروتئین‌ها مثل آلبومین باعث انتقال داروهایی مانند پنی‌سیلین در خون می‌شوند.

در اثر تراوش، پروتئین‌ها از شبکهٔ مویرگی خارج نمی‌شوند.

هر آنزیمی که آب مصرف می‌کند، لزوماً آنزیم هیدرولیزکننده نیست بلکه مانند کربنیک‌انیدراز ممکن است آب را با CO_2 ترکیب کند.

آنزیم‌ها اغلب پروتئینی هستند ولی می‌توانند رنایی نیز باشند؛ یعنی آنزیم‌هایی که جزء مونوساکاریدی دارند، از جنس رنا هستند.

بعضی پروتئین‌ها در ابتدای تولیدشان غیرفعال هستند مانند پروتئین مکمل و پپسینوژن و پروتئازهای لوزالمعده.

برخی از باکتری‌های خاک‌زی، پروتئین‌هایی تولید می‌کنند که حشرات مضر برای گیاهان زراعی را می‌کشند. این باکتری‌ها در مرحله‌ای از رشد خود نوعی پروتئین سمی می‌سازند که ابتدا به صورت مولکولی غیرفعال است. این مولکول در بدن حشره فعال شده، حشره را از بین می‌برد. پیش‌سم غیرفعال، تحت تأثیر آنزیم‌های گوارشی موجود در لولهٔ گوارش حشره شکسته و فعال می‌شود. سم فعال شده باعث تخریب یاخته‌های لولهٔ گوارش و سرانجام مرگ حشره می‌شود.

۳۱۵۴ ۱) سؤال ویژگی مشترک همهٔ یوکاریوت‌ها رو می‌خواهد!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: هم دنای هسته و هم راکیزه و پلاست‌ها در بخش دوغشایی قرار دارند. **گزینهٔ (۲)**: *دلیل نداره در همهٔ یوکاریوت‌ها تعداد جایگاه آغاز همانندسازی یکسان باشه!* **گزینهٔ (۳)**: *کلی آنزیم دیگه هم هستند.* **گزینهٔ (۴)**: یوکاریوت تک‌یاخته‌ای هم در قارچ و آغازیان داریم که سطوح بافت، اندام و دستگاه را ندارند!

۳۱۵۵ ۴) دنابسپاراز منظور است که هم پیوند اشتراکی بین فسفات‌ها در یک نوکلئوتید و هم پیوند اشتراکی فسفودی‌استر را موقع ویرایش می‌شکند!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: قسمت اول کار دنابسپاراز ولی قسمت دوم کار هلیکاز است! **گزینهٔ (۲)**: *دو باز آلی مقابل هم چرا پیوند اشتراکی باید داشته باشن؟ تهش پیوندهای هیدروژنی دارن.* **گزینهٔ (۳)**: پیوند بین قند و فسفات هر نوکلئوتید ربطی به دنابسپاراز ندارد، دنابسپاراز بین دو نوکلئوتید پیوند اشتراکی ایجاد می‌کند.

۳۱۵۶ ۴) استرپتوکوس نومونیا و موش در آزمایش گریفیت استفاده شدند که اولی تک‌یاخته‌ای و دومی پریاخته‌ای بود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: پمپ فشار مثبت تنفسی مربوط به دوزیست بالغ است. **گزینهٔ (۲)**: موش، یوکاریوت است و دنای متصل به غشا ندارد. **گزینهٔ (۳)**: در آزمایش گریفیت، باکتری پوشینه‌دار کشته شده، دنا را برای باکتری بدون پوشینه می‌فرستاد. **گزینهٔ (۴)**: *آره دیگه، همهٔ اونا رنا می‌سازن که دو سر متفاوت دارن!*

۳۱۵۷ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** نادرست. آزمایش دوم آن‌ها سانتریفیوژ داشت نه اولین آزمایش. **گزینهٔ (۲):** نادرست. *اولش داره آزمایش سوم رو میگه ولی ما می‌دونیم تو هر سه‌بار آزمایش فهمیدن پروتئین این کاره نیست و مادهٔ وراثتی نیست.* **گزینهٔ (۳):** **درست.** *تو آزمایش دوم فهمیدن.* **گزینهٔ (۴):** *دیگه اونجا آزمایش آخر بود که ایوری به سیم آخر زد و یک یک مواد آلی رو زد تخریب کرد. (برو جدول زیر رو دوره کن!)*

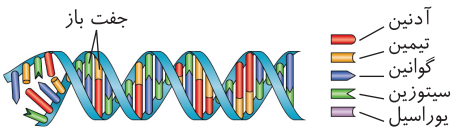
آزمایش ایوری ۳۳۰

آزمایشات ایوری / مراحل آزمایش	اول	دوم	سوم
مرحلهٔ (۱)	استخراج عصارهٔ درون یاختهٔ باکتری پوشینه‌دار کشته شده با گرما که حاوی مادهٔ وراثتی است.	استخراج عصارهٔ درون یاختهٔ باکتری کشته‌شدهٔ پوشینه‌دار	استخراج عصارهٔ درون یاختهٔ باکتری پوشینه‌دار کشته شده با گرما و تقسیم آن به ۴ قسمت
مرحلهٔ (۲)	تخریب **تمامی** پروتئین‌های عصاره با استفاده از آنزیم‌های **پروتئاز**	قرار دادن عصاره در سانتریفیوژ (گریزانه سرعت بالا) و جداکردن مواد آن به صورت لایه‌لایه	اضافه کردن آنزیم تخریب‌کنندهٔ یک مادهٔ آلی به هر یک از قسمت‌ها
مرحلهٔ (۳)	اضافه کردن باقی‌ماندهٔ محصول به محیط کشت باکتری **فاقد** پوشینه	اضافه کردن هر یک از لایه‌ها به صورت **جداگانه** به محیط کشت باکتری زندهٔ فاقد پوشینه	انتقال هر قسمت به محیط کشت حاوی باکتری زندهٔ فاقد پوشینه
مرحلهٔ (۴)	انتقال ویژگی رخ داد و باکتری فاقد پوشینه، پوشینه‌دار شد.	رخ دادن انتقال صفت فقط در لایه‌ای که در آن **دنا** وجود داشت.	انتقال ویژگی در **همهٔ** ظرف‌ها به‌جز ظرفی که حاوی آنزیم تخریب‌کنندهٔ دنا بود.
نتیجه	پروتئین، مادهٔ وراثتی نیست.	دنا مادهٔ وراثتی است و سایر مولکول‌ها این ویژگی را ندارند.	دنا قطعاً مادهٔ وراثتی است و سایر مولکول‌ها این ویژگی را ندارند.

۳۱۵۸ (۳) همهٔ موارد نادرست هستند. *زود نرو تو ساختار دنا و رنا! شاید نوکلئوتید آزاد بود!*

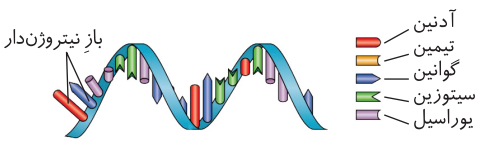
بررسی موارد (الف) مثلاً ATP برای انرژی‌زایی می‌تواند باشد! (ب) *ببین عزیز؛ این نوکلئوتید سه‌فسفاته می‌تونه قندش ریبوز و دئوکسی‌ریبوز باشه و طبیعتاً چون دئوکسی‌ریبوز یه اتم اکسیژن کم داره، پس قطعاً نمیشه گفت همه دو تا OH دارند.* (ج) در شکل کتاب مشخص است که بازهای تک‌حلقه‌ای دارای یک حلقهٔ شش‌ضلعی هستند. (د) *بازم اومدیم ATP بود و اصلاً برای انرژی‌زایی بود و نیومد تو ساختار نوکلئیک‌اسیدها و پیوند فسفودی‌استر هم نداره!*

۳۱۵۹ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** *متن کتاب نوشته که دنا از این سوسولا نیست که تا یه کم پیوند هیدروژنیش باز بشه، پایداریش هم بیره!* **گزینهٔ (۲):** *قطر دنا یکسانه! فلاص!* **گزینهٔ (۳):** *همیشه پورین جلوی پیریمیدینه، پس حلقهٔ شش‌ضلعی پورین میوفته جلوی حلقهٔ شش ضلعی پیریمیدین اون وسط دو پله!* **گزینهٔ (۴):** *نه والا برو تو شکل دنا ببین، مکمل‌ها فاصلشون کمتره!*



۳۱۶۰ (۴) فقط مورد (ج) درست است.

بررسی موارد (الف) نادرست. *تنظیم بیان ژن یعنی بعضی موقع بزاری بیان بشه و پروتئین بسازی و بعضی موقع نزاری دیگه؛* (البته با توجه به متن صفحه ۸ مطرح شده است.) (ب) نادرست. ژن**هایی** غلط است! در یوکاریوت‌ها هر رنا از روی یک ژن ساخته می‌شود! چون در پروکاریوت می‌تواند یک رنا محصولی از چند ژن باشد. (ج) **درست.** قسمت‌هایی که باز آلی پیریمیدین دارد نازک‌تر است! *(شکل رو ببین)* (د) نادرست. *خب شاید در میتوکندری سافته شده باشه و اصلاً دلیل نداره بیار بیرون از اونجا!*



۳۱۶۱ (۱) در دو طرح نیمه‌حفاظتی و پراکنده در مولکول‌های حاصله نوکلئوتید جدید و قدیمی وجود دارد!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در دو طرح حفاظتی و پراکنده نوکلئوتید جدید در دو رشتهٔ جدید یک یا دو مولکول حاصله وجود دارد! **گزینهٔ (۳):** *در مورد طرح پراکنده که هر رشته قاطی پاتیه است درسته!* **گزینهٔ (۴):** در دو طرح نیمه‌حفاظتی و پراکنده این مورد درست است!

۳۱۶۲ (۲) فقط مورد (د) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. هر دوراهی، یک هلیکاز بیشتر ندارد! (ب) نادرست. هر رشتهٔ جدید به یک رشتهٔ قدیم مادری وصل می‌شود (نه به رشتهٔ جدید دیگه!) (ج) نادرست. ابتدا باید نوکلئوتید جدید، توسط دنابسپاراز، دو فسفات از دست بدهد سپس به دنای در حال تشکیل وصل بشود! (د) **درست.** پادتن و دوراهی همانندسازی هر دو Y مانند هستند که در قسمت بازشده دو رشتهٔ دنا، پیوند هیدروژنی وجود ندارد!

۳۱۶۳ (۲) منظور آزمایش مزلسون و استال است!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** *سزیم کلرید بود درست ببین!* **گزینهٔ (۲):** درست گفته است! **گزینهٔ (۳):** سرعت بسیار بالا درست است! **گزینهٔ (۴):** با ایزوتوپ سنگین نشانه‌گذاری شدند.

۳۱۶۴ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** باکتری اگر فقط یک جایگاه شروع همانندسازی داشته باشد، نقطهٔ آغاز و پایان روبه‌روی هم می‌شوند! ولی خب ممکن است چند جایگاه شروع همانندسازی هم داشته باشد. **گزینهٔ (۲):** به تدریج از یک جا مارپیچ شروع به باز شدن می‌کند. *نه اینکه کلشو باز کنیم بعد بشینیم تازه دنابسپاراز بیار بسازه!* **گزینهٔ (۳):** *هیستون توی باکتری نداریم! نگرد!* **گزینهٔ (۴):** کاملاً بر مبنای شکل ۱۳ کتاب درست است!

۳۱۶۵ (۲) بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در یوکاریوت‌ها، آنزیم‌های هلیکاز **یک** جایگاه همانندسازی همواره فقط از هم دور می‌شوند! **گزینهٔ (۲):** *آره دیگه، از هم دور میشن و هر کدوم به یک سمت دنای خطی می‌رن!* **گزینهٔ (۳):** توسط یک سری آنزیم دیگر قبل از همانندسازی انجام می‌شود. **گزینهٔ (۴):** *این سفته واقعاً اگر ویرایش باشه انواع برابری داریم پس این مورد غلطه؛* چرا که پیوندهای تشکیل شده عبارتند از: (۱) فسفودی‌استر، (۲) هیدروژنی؛ و پیوندهای شکسته شده: (۱) فسفودی‌استر (ویرایش)، (۲) هیدروژنی

۳۱۶۶ (۳) فقط در همانندسازی غیرحفاظتی هر رشتهٔ دنای اولیه هم شکسته می‌شود! ولی در دو روش دیگر فقط هر رشته نهایتاً از رشتهٔ مقابل خود جدا می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** برای نیمه‌حفاظتی غلط است، چون یک رشتهٔ کامل از هر دنای جدید، از دنای اولیه آمده است. **گزینهٔ (۲):** *حفاظتی نه؛ چون یک دنا کلاً جدیده؛ یک دنا کلاً قدیمیه.* **گزینهٔ (۴):** *در پراکنده، دنای اولیه دیگه به فنا میره! ولی در حفاظتی آره همیشه یه یافته، دنای اولیه رو داره!*

۳۱۶۷ (۲) موارد (الف)، (ج) و (د) صحیح هستند. پیوندهای هیدروژنی و فسفودی‌استر در همانندسازی دنا برقرار می‌شوند.

بررسی موارد (الف) **درست.** همهٔ نوکلئوتیدها در دنا تک‌فسفاته هستند(برحسب کتاب درسی). (ب) نادرست. *پیوند هیدروژنی رو هیچکی تشکیل نمیده و تشکیلش کاملاً خودبه‌خودی هست.* (ج) **درست.** هر دو می‌توانند بین دو نوکلئوتید دارای باز مکمل باشند! در هیدروژنی اجباری، در فسفودی‌استر اختیاری! (د) **درست.** *هلیکاز و دنابسپاراز اینکاره هستن!*

۳۱۶۸ (۴) همهٔ موارد صحیح هستند. در پروکاریوت‌ها برخلاف یوکاریوت‌ها امکان ندارد تعداد نقاط شروع همانندسازی دنا تغییر کند!

بررسی موارد (الف) هر دو در مورد پروکاریوت است و صحیح می‌باشند. (ب) هر دو در مورد یوکاریوت درست است! (ج) در مورد دنای حلقوی اندامک‌های سیتوپلاسمی یوکاریوتی درست است! (د) هر دو مورد دربارهٔ پروکاریوت درست است!

۳۳۱ تعبیرهای مهم در طراحی تست

در هر طرحی از همانندسازی که:	
در هر دو یاختهٔ حاصل از تقسیم، رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی اولیه را می‌توان دید.	نیمه‌حفاظتی
فقط در یک یاختهٔ حاصل از تقسیم، رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی اولیه را می‌توان دید.	حفاظتی
بین رشته‌های اولیه و جدید تشکیل پیوند هیدروژنی دارد.	نیمه‌حفاظتی
می‌توان چگالی سبک و سنگین را در کل طرح بررسی کرد.	حفاظتی + نیمه حفاظتی
می‌توان چگالی سبک و سنگین را در زاده‌ها بررسی کرد.	حفاظتی
می‌توان در نسل‌های بعد چگالی متوسط دید.	نیمه‌حفاظتی + پراکنده
هر سه نوع چگالی را می‌توان در سه نسل متوالی بررسی کرد.	نیمه‌حفاظتی
هرگز نمی‌توان چگالی متوسط را در نسل‌های مختلف دید.	حفاظتی
فقط می‌توان چگالی متوسط را در نسل‌های بعد دید.	پراکنده
در طرحی که توالی دنای اولیه و جدید مشابه است و نسبت پورین به پیریمیدین برابر یک است.	هر سه طرح

۳۳۲ مقایسهٔ پروکاریوت و یوکاریوت

ویژگی	یوکاریوت	پروکاریوت	
جهت همانندسازی	همیشه دوطرفه	یک طرفه	اغلب دو طرفه
تعداد نقاط آغاز همانندسازی	زیاد	اغلب تک جایگاهی	
تعداد دوراهی های همانندسازی	۲ برابر تعداد نقطه آغاز	برابر تعداد نقطهٔ آغاز	۲ برابر تعداد نقطهٔ آغاز
نوع مولکول ساخته شده	خطی	حلقوی	
سرعت همانندسازی	به‌طور کلی بیشتر (متغیر است)	به‌طور کلی کمتر	
نوع همانندسازی	نیمه‌حفاظتی	نیمه‌حفاظتی	
نوع نوکلئوتید به کار رفته	دئوکسی‌ریبونوکلئوتید	دئوکسی ریبونوکلئوتید	
زمان انجام	مرحلهٔ S اینترفاز	آتش به اختیار! هر وقت لازم بود!	
محل همانندسازی	هسته	سیتوپلاسم	
هیستون	دارد	ندارد	
پروتئین هایی به‌جز هیستون	دارد	دارد	
تعداد کروموزوم اصلی	بین دو تا خیلی زیاد	یکی	
تعداد هلیکاز در هر دوراهی	یکی	یکی	
تعداد هلیکاز در هر نقطه آغاز	دو تا	یکی	دو تا
تعداد دنابسپاراز در هر دوراهی	دو تا	دو تا	دو تا
تعداد دنابسپاراز در هر نقطه آغاز	چهار تا	دو تا	چهار تا
شامل	گیاهان و جانوران و آغازیان و قارچ ها	باکتری ها	

۳۱۶۹ (۲) منظور سؤال دنا و رنای هستهٔ آن یاخته‌ها هستند!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** رنا همانندسازی ندارد و یک رشته‌ای است. **گزینهٔ (۲):** برای دنای خطی و رنا اوکیه **گزینهٔ (۳):** رنای تک‌رشته‌ای همیشه پیوند هیدروژنی ندارد! *گاهی وقت‌ها تو رنای ناقل داره فقط!* **گزینهٔ (۴):** رنا دئوکسی ریبوز ندارد!

۳۱۷۰ (۲) با توجه به شکل کتاب، هر هلیکاز که از جلو دنا را باز می‌کند! دو دنابسپاراز هر کدام یک رشتهٔ جدید می‌سازند در همان جهت!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** *تهش اگر ویرایش هم رخ بده باز یه نوعه، اونم دنابسپاراز* **گزینهٔ (۳):** بالاتر هم گفتم، هیدروژنی به شکل خودبه‌خودی است و *هیچکی تشکیلش نمیده* **گزینهٔ (۴):** به رشتهٔ دنای جدید در حال ساخت نوکلئوتید وصل می‌شود و طی ویرایش از آن، نوکلئوتید جدا می‌شود، *نه اینکه نوکلئوتید جدید بره به رشتهٔ الگو وصل بشه!*

۳۱۷۱ (۲) مولکول‌های اطلاعاتی دنا و رنا هستند!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** متن کتاب در مورد مطالعات چارگاف گفته است! **گزینهٔ (۲):** رشته‌ای که نیاز به آنزیمی با فعالیت نوکلئازی دارد، رشته‌های دنا هستند، چون رنابسپاراز قادر به این کار نیست. از طرفی هیچ‌وقت بین مونومرهای یک رشتهٔ دنا پیوند هیدروژنی نداریم ولی در رنای ناقل داریم. **گزینهٔ (۳):** متن کتاب درسی در مورد مطالعات واتسون و کریک است. **گزینهٔ (۴):** *متن کتاب است، رنا در همهٔ جانداران یه کارو انجام میده اونم انتقال صفات هست که در کنکورهای گذشته هم این نکته اومده!*

۳۱۷۲ (۱) آزمایش‌های گریفیت و موش‌ها! مد نظر تست است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** *در آزمایش سوم این رو فهمیدن!* **گزینهٔ (۲):** در آزمایش چهارم بدون پوشینه‌ها، پوشینه‌دار شدند. **گزینهٔ (۳):** در مورد پوشینه‌دارهای کشنده! صحیح است. **گزینهٔ (۴):** کاملاً درست است!

۳۱۷۳ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** نوکلئوتید آزاد که تک‌فسفاته نیست، سه فسفاته است، *رنابسپاراز میگیره و تک‌فسفاتش می‌کنه!* **گزینهٔ (۲):** هلیکاز فقط مارپیچ را باز می‌کند نه پیچ‌وتاب. در کنکور ۹۸ هم سؤال آمده بود. **گزینهٔ (۳):** منظور دنابسپاراز است که در ویرایش باعث رفع اشتباه می‌شود. **گزینهٔ (۴):** رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی در همانندسازی ساخته می‌شود (نه پلی‌پپتید!).

۳۱۷۴ (۴) دنا و رنا را سؤال مدنظر قرار داده که آنزیمی مثل دنابسپاراز یا رنابسپاراز برای ساخت آن‌ها به جای خاصی از دنا وصل می‌شوند!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دنای باکتری حلقوی است و اصلاً انتها ندارد. **گزینهٔ (۲):** پیوند فسفودی‌استر باید باشد نه فسفواستر *(در کنکور ۱۴۰۰ هم اومد).* **گزینهٔ (۳):** باکتری که هسته ندارد. **گزینهٔ (۴):** هم دنا و هم رنا می‌توانند برای ساخت پروتئین نقش ایفا کنند!

۳۱۷۵ (۱) نیتروژن دارند و می‌توانند در ساخت فراوان‌ترین مادهٔ دفعی آلی در ادرار یعنی **اوره** نقش داشته باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** *توی اولین آزمایش، پروتئاز زد و کاری به نوکلئیک‌اسیدها نداشت.* **گزینهٔ (۳):** این عبارت در مورد نوکلئوتید صحیح است نه نوکلئیک‌اسید! **گزینهٔ (۴):** در انتقال اطلاعات وراثتی و ساخت رنا و پروتئین و ... نقش دارد.

۳۱۷۶ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** *اصلاً شکستن پیوند هیدروژنی بین دو باز مقابل، اگر اشتباه بود توسط آنزیمی صورت نمی‌گیرد و فوری‌فوری است چون در ویرایش رنابسپاراز فقط پیوند فسفودی‌استر را می‌شکند.* **گزینهٔ (۲):** ابتدا دنابسپاراز این بررسی را انجام می‌دهد تا اشتباه نکند *ولی بررسی مجدد کارش رو بعد از سایر گزینه‌ها انجام میده!* **گزینهٔ (۳):** *قبل زدن فسفودی‌استر این کار رو می‌کنه!* **گزینهٔ (۴):** *بعد گزینهٔ سه میره سراغ این گزینه و بعدش گزینهٔ (۲).*

۳۱۷۷ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** *در حفاظتی، یکی از دناها، همون اولیه هست.* **گزینهٔ (۲):** *رشتهٔ دنای اولیه همونجوری می‌مونه، فقط توی پراکنده دست میفوره!* **گزینهٔ (۳):** در حفاظتی یک یاخته یا هر دو رشتهٔ قدیمی را دارد، یا دو رشتهٔ جدید. **گزینهٔ (۴):** *غیرحفاظتی کلاً رشته‌ها از هم میپاشن، نصف یه رشتهٔ قدیمیه، نصف دیگه رشتهٔ جدیده.*

۳۱۷۸ (۲) خوب به این سؤال توجه کنید و اول دقت کنید که به‌جز دنابسپاراز و هلیکاز، آنزیم‌های دیگری هم در همانندسازی مؤثرند.

بررسی موارد (الف) **درست.** قسمت اول را دنابسپاراز انجام می‌دهد ولی قسمت دوم کار هلیکاز است. (ب) نادرست. بین دو باز آلی مکمل پیوند هیدروژنی برقرار است نه اشتراکی! (ج) نادرست. تشکیل یک نوکلئوتید توسط دنابسپاراز صورت نمی‌گیرد. (د) **درست.** در مورد فعالیت دنابسپاراز در شکستن پیوند بین فسفات‌ها و عدم توانایی در شکستن پیوند هیدروژنی صحیح است.

۳۱۷۹ (۴) منظور سؤال موروولا و بلاستولا می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مورد موروولا غلط است چون کاملاً در جدار لقاحی قرار دارد! **گزینهٔ (۲):** *نه ریگه! تعداد نقاط شروع زیاد می‌شه تا سرعت کلی زیاد بشه! نه سرعت تو هر نقطه زیاد بشه!* **گزینهٔ (۳):** *کلاً تا قبل از جایگزینی در رهم زیاد رشد یافته نداریم مثلاً کل اندازهٔ کرهٔ توپر موروولا به اندازهٔ تخم اولیه‌اس!* **گزینهٔ (۴):** *درسته چون هم موروولا و هم بلاستولا یاخته‌های بنیادی دارن و آله هرا بشن دوقلو یا چندقلوی همسان ایجاد می‌کنن.*

۳۱۸۰ (۴) چون هسته دارند، پس یوکاریوت هستند و از طرفی منظور یوکاریوت تک‌یاخته‌ای است که با هر تقسیم، نسل بعد را می‌سازد! در یوکاریوت‌ها فقط در قارچ‌ها و آغازیان می‌توان تک‌یاخته‌ای مشاهده کرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. فقط قارچ‌ها همانند جانوران، گلیکوژن ذخیره‌ای دارند. **گزینهٔ (۲):** نادرست. مثلاً در آغازی تک‌یاخته‌ای به نام اوگلنا، کلروپلاست هم دنای حلقوی دارد. (فصل ۶) **گزینهٔ (۳):** نادرست. در هنگام تقسیم یاخته، غشای هسته هم‌زمان با شبکهٔ آندوپلاسمی از بین می‌رود و فام‌تن‌ها هیچ‌گاه در مجاورت شبکهٔ آندوپلاسمی قرار نمی‌گیرند. **گزینهٔ (۴):** **درست.** چون تک‌یاخته‌ای هستند، پس سطح سوم آن‌ها اجتماع و پنجم زیست‌بوم است که بین آن‌ها بوم‌سازگان با بررسی محیط است.

۳۱۸۱ (۱) فقط مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. حلقهٔ قند، پنج کربنه نیست، چهار کربنه است، *شکل کتابو بنگر.* (ب) نادرست. فقط در مورد عوامل درون راکیزه و کلروپلاست است ولی مثلاً ATP انتقال الکترون انجام نمی‌دهد. (ج) **درست.** *بله ضب، بالاخره هم بازشون حلقه داره، هم قندشون.* (د) نادرست. مثلاً ATP و ADP در مصارف انرژی لزوماً توسط بسپاراز مورد مصرف قرار نمی‌گیرند.

۳۱۸۲ (۴) میوگلوبین منظور سؤال است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. در ساختار دوم هیدروژن گروه آمین و اکسیژن گروه کربوکسیل پیوند هیدروژنی دارند. **گزینهٔ (۲):** نادرست. اتفاقاً گروه‌های R آب‌گریز به هم نزدیک می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** نادرست. *میوگلوبین ساختار چهارم نداشت! ولی بقیش درسته‌ها* **گزینهٔ (۴):** **درست.** در ساختار اول و دوم، پیوندهای پپتیدی و هیدروژنی بین انتهای دو عامل آمین و کربوکسیل ایجاد می‌شوند.

۳۳۳ تغییرهای مهم در طراحی تست

مرحله‌ای از آزمایشات گریفیت که:	
در بدن موش باکتری بدون پوشینه وجود دارد.	دوم + چهارم
ظاهر باکتری‌ها تغییر کرد.	چهارم
در خون موش باکتری پوشینه‌دار زنده مشاهده شد.	اول + چهارم
در خون موش باکتری پوشینه‌دار دیده شد.	اول + چهارم
از باکتری پوشینه‌دار استفاده شد.	اول + سوم + چهارم
از گرما برای کشتن باکتری پوشینه‌دار استفاده شد.	سوم
از باکتری فاقد پوشینه استفاده شد.	دوم + چهارم
از باکتری زنده استفاده شد.	اول + دوم + چهارم
نتیجه‌ای برخلاف انتظار به‌دست آمد.	چهارم
باکتری‌های فاقد پوشینه، پوشینه‌دار شدند.	چهارم
باکتری‌های پوشینه‌دار، فاقد پوشینه شدند.	نداریم!

۳۳۴ ساختار پروتئین‌ها

ساختار پروتئین / ویژگی	تعداد رشته	نام دیگر	پیوند جدید	گروه ایجادکنندهٔ این ساختار	نکته
اول	یک	توالی آمینواسیدها	اشتراکی پپتیدی	آمین و کربوکسیل	همهٔ سطوح دیگر به آن بستگی دارد.
دوم	یک	الگوهایی از پیوند هیدروژنی	هیدروژنی	آمین و کربوکسیل	**دو نوع معروف** صفحه و مارپیچ با اولین تاخوردگی‌ها دارد.
سوم	یک	تاخورده متصل به هم	یونی، اشتراکی، هیدروژنی	گروه‌های R	ثبات نسبی و فعالیت دارد.
چهارم	بیش از یک	آرایش زیرواحدها	بین زیرواحدها	-	در برخی پروتئین‌ها وجود دارد.

۳۱۸۳ : (۲) بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** قسمت اول همهٔ مراحل - قسمت دوم مرحلهٔ یک و سه **گزینهٔ (۲):** قسمت اول و قسمت دوم مرحلهٔ دو **گزینهٔ (۴):** قسمت اول همهٔ مراحل - قسمت دوم مرحلهٔ دو و سه **گزینهٔ (۴):** قسمت اول مرحلهٔ سه - قسمت دوم مرحلهٔ دو.

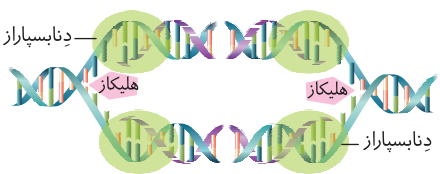
۳۳۵ تغییرهای مهم در طراحی تست

در هر مرحله‌ای آزمایشات ایوری که:	
انتقال صفت در بیش از یک محیط کشت	سوم
انتقال صفت تنها در یک محیط	اول + دوم
کمترین تعداد محیط کشت	اول
استفاده از عصارهٔ باکتری‌های پوشینه‌دار مرده	همهٔ مراحل
استفاده از باکتری بدون پوشینه زنده	همهٔ مراحل
استفاده از گریزانه	دوم
تخریب پروتئین‌ها	اول + سوم
تخریب مولکول‌های غیرپروتئینی	سوم
تخریب فقط پروتئین‌ها	اول
مشخص شدن نقش نداشتن پروتئین‌ها در انتقال صفات	همهٔ مراحل
مشخص شدن ماهیت مادهٔ وراثتی در انتقال صفات	دوم + سوم

۳۱۸۴ : (۳) همهٔ موارد صحیح هستند. سؤال در مورد همهٔ پروکاریوت‌ها و برخی یوکاریوت‌هاست که تک‌یاخته‌ای هستند.

بررسی موارد **الف**، **ب** و **ج** در مورد یوکاریوت تک‌یاخته‌ای صحیح است. **د** در مورد پروکاریوت‌ها صحیح است.

۳۱۸۵ : (۴) بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** *درسته و باید در همانندسازی اینطور باشه.* **گزینهٔ (۲):** مطابق شکل کتاب درست است. **گزینهٔ (۴):** *درسته، چون انواعی آنزیم در همانندسازی نیازه!* **گزینهٔ (۴):** *چون دوجهتی هست پس دیگه حداقل دو تا دنابسپاراز هر رشته رو می‌سازه.*



۳۱۸۶ : (۱) موارد (ب)، (ج) و (د) صحیح هستند. منظور سؤال آنزیم‌ها می‌باشند که می‌توانند از جنس **رنا یا پروتئین** باشند ولی دقت کنید که باید در مورد برخی از آن‌ها عبارت ما صادق باشد.

بررسی موارد **الف** نادرست. *بالافره همه چی از ژن شروع میشه.* **ب** **درست.** *بعضی از آنزیم‌ها، کوآنزیم می‌خوان.* **ج** **درست.** فقط در برخی آنزیم‌ها کل پیش‌ماده و در برخی دیگر قسمتی از پیش‌ماده در جایگاه فعال قرار می‌گیرد. **د** **درست.** *بعضیا فقط با یک واکنش کار دارن، بعضی‌ها بیشترا*

۳۱۸۷ : (۴) سؤال در مورد پروکاریوت است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** درست. دنای کمکی به غشا وصل نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** درست. معمولاً یک جایگاه آغاز همانندسازی دارند. **گزینهٔ (۳):** درست. ممکن است پلازمید داشته باشند و از روی آن رنا بسازند! **گزینهٔ (۴):** **نادرست.** *اگر دو دوراهی همانندسازی دارن که باید در یک نقطه به هم برسن دیگه!*

چند نکتهٔ مهم از باکتری‌ها از جمله استرپتوکوس‌نومونیا در طرح تست‌ها

- آنزیم لیزوزیم که در عرق، اشک، ماده‌های مخاطی از جمله بزاق است می‌تواند باعث نابودی نوع بدون پوشینهٔ آن بشود.
- درشت‌خوارهای مستقر درون حبابک (جزء دیوارهٔ حبابک نیستند) نیز توانایی بیگانه‌خواری نوع بدون پوشینهٔ آن را دارند.
- بر حسب کتاب درسی، عامل سینه‌پهلو و کزاز نوعی باکتری است.
- در اثر ورود باکتری به درون بدن، پادتن‌ها می‌توانند با فعال کردن پروتئین‌های مکمل سبب نابودی باکتری‌ها و یا به هم چسباندن آن‌ها و یا توسط خنثی‌سازی باعث بی‌اثر کردن آن‌ها شوند که درنهایت سبب افزایش بیگانه‌خواری آن‌ها شوند.
- در مقابله با آن‌ها، اینترفرون، پرفورین و آنزیم‌هایی مرگ برنامه‌ریزی شده تولید و فعال نمی‌شود.
- استرپتوکوس‌نومونیا ممکن است علاوه‌بر دنای حلقوی اصلی خود دارای دیسک هم باشد که ویژگی‌هایی مثل مقاومت در برابر آنتی‌بیوتیک را به آن می‌دهد.
- ممکن است استرپتوکوس‌نومونیا دارای بیش از یک جایگاه همانندسازی باشد و همانندسازی آن دوطرفه است.
- مقاوم شدن باکتری‌ها نسبت به آنتی‌بیوتیک نشان می‌دهد که موجودات زنده در گذر زمان می‌توانند تغییر کنند و مقاوم شدن باکتری‌ها و جمعیت آن‌ها در اثر **انتخاب طبیعی** توجیه می‌شود.

- ایجاد جانداران **تراژن** از باکتری‌ها شروع شد ولی برای سایر جانداران نیز بعدها ممکن شد (جانداری که ژن گونهٔ بیگانه را دارد تراژن است.).
- بعضی از یاخته‌های یوکاریوت همانند تمامی یاخته‌های پروکاریوتی فاقد هسته هستند؛ مانند گویچه‌های قرمز خونی و یاخته‌های آوند آبکشی، البته این یاخته‌ها ابتدای تشکیل، هسته داشتند ولی پس از بلوغ هستهٔ خود را از دست دادند.
- یاخته‌های بیگانه‌خوار سرتولی در بیضهٔ مردان خاصیت بیگانه‌خواری باکتری‌ها را دارند.
- باکتری‌ها به‌طور طبیعی ژنی فعال برای ساخت آنزیم برش‌دهندهٔ دنای بیگانه دارند که نقش دفاعی برای آن‌ها دارد. از این آنزیم در زیست فناوری نوین مثل مهندسی ژنتیک و ... استفاده می‌شود. (فصل ۷)
- باکتری‌ها می‌توانند مثل ریزوبیوم و سیانوباکتری‌ها با گیاهان همزیستی کنند و نیتروژن آزاد جوّ را طی تثبیت کردن به آمونیوم تبدیل کنند.
- باکتری‌ها برحسب منبع انرژی می‌توانند مصرف‌کننده (اغلب آن‌ها)، فتوسنتزکننده یا شیمیوسنتزکننده باشند. (فصل ۶)

۳۱۸۸ ۴ دقت کنید که پس از ۴۰ دقیقه، نسل دوم همانندسازی نیمه‌حفاظتی در محیط دارای نوکلئوتید سبک ۱۴ ایجاد شد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. مدل حفاظتی از نتایج نسل اول پس از ۲۰ دقیقه رد شد. **گزینهٔ (۲):** نادرست. غلظت‌های متفاوت درست است و متن کتاب است. **گزینهٔ (۳):** نادرست. *چرا باید با چگالی‌های متفاوت در یک نوار باشند؟* **گزینهٔ (۴): درست.** براساس چگالی در نوار بالا و وسط جای گرفتند که چون هر نوار دو مولکول داشت، قطر نوارها با هم برابر بود.

۳۱۸۹ ۴ **بررسی موارد** (الف) *شاید آنزیم از جنس رنا باشه و اصلاً این سطوح رو نداره!* (ب) شاید هورمون از جنس کلسترول باشد، پس لیپیدی هست (نه پروتئینی). (ج) *مگه همهٔ پروتئین‌های دفاعی رو گویچه‌های سفید می‌سازن؟ اینترفرون نوع یک که می‌تونه توسط هر یاختهٔ آلوده به ویروسی در بدن ساخته بشه.* (د) در یاخته‌های جانوری که تقسیم می شوند، اکتین و میوزین می‌توانند باعث تقسیم سیتوپلاسم شوند.

۳۱۹۰ ۴ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** هر دو در مورد ایوری است که صحیح است. **گزینهٔ (۲):** هر دو در مورد مطالعات روی اشعهٔ X و دنا است که صحیح است. **گزینهٔ (۳):** هر دو در مورد مدل واتسون و کریک صحیح است. **گزینهٔ (۴):** باز هم می‌گویم، در هر رشته هیچ قانونی وجود ندارد، بلکه در هر مولکول دورشته‌ای دنا، باز گوانین با سیتوزین برابر است و *این رو چارگاف اولین‌بار گفت.*

جمع‌بندی آزمایشات مربوط با مولکول‌های زیستی ۳۳۶

دانشمند	هدف	جاندار مورد استفاده	آزمایش	نتیجه
گریفیت	تولید واکسن ضدآنفلوانزا	موش و استرپتوکوس‌نومونیا (پوشینه‌دار و بدون پوشینه)	تزریق انواعی از باکتری‌های استرپتوکوس‌نومونیا به موش	مادهٔ وراثتی می‌تواند از یک یاخته به یاختهٔ دیگری منتقل شود.
ایوری	پیدا کردن ماهیت دنای عامل اصلی انتقال صفات (مادهٔ وراثتی)	استرپتوکوس‌نومونیا کشته شده (پوشینه‌دار) و زنده (بدون پوشینه)	اضافه کردن عصارهٔ باکتری پوشینه‌دار به محیط کشت باکتری بدون پوشینه زنده	پروتئین مادهٔ وراثتی نیست و دنا مادهٔ وراثتی است.
چارگاف	اندازه‌گیری باز آلی در دنای جانداران مختلف			$A=T$ و $C=G$ در دنا
ویلکینز و فرانکلین	تصویربرداری از دنا با استفاده از پرتو X			مولکول دنا حالت مارپیچی دارد. مولکول دنا بیش از یک رشته دارد. ابعاد مولکول دنا را نیز تشخیص دادند.
واتسون و کریک	کشف ساختار دنا با کمک اطلاعات خود و دانشمندان قبلی			○ مدل نردبان مارپیچ دنا که دورشته‌ای است. ○ بررسی پیوندهای اشتراکی و هیدروژنی در دنا

۳۱۹۱ ۱ فقط عبارت (الف) صحیح است چون در مورد گروه R آمینواسیدها و آب‌گریز بودن صادق است ولی سؤال در مورد گروه آمین و کربوکسیل است.

بررسی موارد (ب) گروه آمین و کربوکسیل وجه تشابه آمینواسیدهاست و به کربن مرکزی متصل است. (ج) و (د) ساختار تاخورده و متصل به هم، ساختار سوم است که گروه R در پیوند شرکت می‌کند. (آمین و کربوکسیل برای ساختار اول و دوم شرکت می‌کنند.)

۳۱۹۲ ۲ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** *ساختار سوم منظور قسمت اوله و فب به هر حال هر ساختاری نقش داره دیگه.* **گزینهٔ (۲):** *ساختار سوم منظور قسمت اوله در ساختار سوم زنجیرهٔ پلی‌پپتیدها را نداریم، کلاً یه زنجیره داریم و فلاص.* **گزینهٔ (۳):** *ساختار اول منظوره و بله کلاً سه ساختار اول، تک زنجیره‌ای هستند.* **گزینهٔ (۴):** *ساختار چهارم منظوره و بله ساختار نهایی هموگلوبین، ساختار چهارم با آرایش زیرواحدهاست.*

۳۱۹۳ ۱ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** *کاملاً درسته، در آزمایش ایوری که همیشه باکتری فاقد پوشینه، دنای جدید دریافت می‌کرد ولی در آزمایش‌های اول تا سوم گریفیت نه!* **گزینهٔ (۲):** *همانند باید می‌گفت.* **گزینهٔ (۳):** در آزمایش ایوری باکتری زنده استفاده شده همیشه فاقد پوشینه بود. **گزینهٔ (۴):** در آزمایش ایوری براثر آنزیم تخریب شدند (نه گرما!).

۳۱۹۴ ۱ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** *زنجیره‌ها یعنی ساختار چهارم رو میگه* که طبیعتاً پیوند یونی، هیدروژنی و اشتراکی ساختارهای قبل در این ساختار هم دیده می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** *ساختار سوم رو میگه* اما با نزدیک شدن درسته نه دور شدن. **گزینهٔ (۳):** در ساختار سوم هم تاخوردگی داریم ولی پیوند هیدروژنی برای اولین‌بار تشکیل نمی‌شود بلکه در ساختار دوم برای نخستین‌بار تشکیل شده است. **گزینهٔ (۴):** در ساختار سوم هم پیوند اشتراکی از نوع غیر پپتیدی ایجاد می‌شود ولی زنجیره دارای تاخوردگی می‌باشد.

۳۱۹۵ ۱ فقط مورد (ج) صحیح است. سؤال در مورد یوکاریوت‌هاست و دقت کنید که در متن سؤال شروع همانندسازی به بعد را خواسته است!

بررسی موارد (الف) نادرست. باز کردن پیچ‌وتاب فامینه پس از شروع همانندسازی نیست بلکه قبل از آن است. (ب) نادرست. جداشدن هیستون‌ها هم قبل از شروع همانندسازی است. (ج) **درست.** اول پیوند فسفات - فسفات تخریب می‌شود و سپس تشکیل فسفودی‌استر را داریم. (د) نادرست. هر دنابسپاراز می‌تواند یک رشتهٔ دنای اولیه را در بر بگیرد.

۳۱۹۶ ۴ سؤال در مورد همهٔ آنزیم‌هاست. چه پروتئینی و چه از نوع رنای آنزیمی!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** همهٔ آنزیم‌ها به دلیل شکل خاص جایگاه فعال اختصاصی هستند. **گزینهٔ (۲):** برخی آنزیم‌ها برای سرعت کار بیشتر به مولکول‌های دیگری نیاز دارند. **گزینهٔ (۳):** بعضی دارای نوکلئوتید هستند مثل رنای آنزیمی. **گزینهٔ (۴):** در مورد ساخت آنزیم‌های پروتئینی و تولید آن‌ها در رناتن بدون غشا صحیح است ولی در مورد تولید رنا نه!

۳۱۹۷ (۴) فقط روش همانندسازی حفاظتی در نسل اول باید دو لایه نوار و دنای جدا داشته باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دور دوم و محل لایه‌ها باید تاییدکنندهٔ نیمه‌حفاظتی باشد (نه غیرحفاظتی). **گزینهٔ (۲):** در دوره یا نسل دوم آزمایش آن‌ها دو لایه نوار و دنا ایجاد شد (نه یک لایه). **گزینهٔ (۴):** در نسل اول فقط یک لایه ایجاد شد.

۳۱۹۸ (۲) در ساختار اول و سوم پروتئین‌ها پیوند اشتراکی بین آمینواسیدها ایجاد می‌شود که فقط در ساختار اول از نوع پپتیدی و با گروه آمین و کربوکسیل می‌باشد.

بررسی موارد الف و ب نادرست. این مورد فقط در رابطه با پیوند اشتراکی پپتیدی موجود در ساختار اول صحیح است. ج نادرست. این مورد در رابطه با پیوند اشتراکی موجود در ساختار سوم درست است. د درست. هر ساختار در این عمل مؤثر است.

۳۱۹۹ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** رنا هم نوعی نوکلئیک‌اسید است. ولی فقط دنای آن قبول است! **گزینهٔ (۲):** انتقال صفت ربطی به پروتئین ندارد چون دنا مادهٔ وراثتی است. **گزینهٔ (۳):** رنا و دنا انواع نوکلئیک‌اسیدها هستند پس نمی‌توان قطعاً گفت. **گزینهٔ (۴):** متن کتاب است و کاملاً درست چون دنا هم در عصاره است.

۳۲۰۰ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** ترتیب را رعایت نکرده است. *اول رو تا فسفات بدا می‌شه بعد می‌وصله!* **گزینهٔ (۲):** جداشدن پروتئین‌های هیستون از دنا **قبل** از همانندسازی است. *(چند بار آفها)* **گزینهٔ (۳):** *یک آنزیم هلیکاز در هر دوراهی فعالیت داره رقمت کن!* **گزینهٔ (۴):** متن کتاب است و حساسیت زیاد دنابسپاراز و *وسواس کاریش!*

۳۲۰۱ (۱) منظور یوکاریوت‌هاست که همیشه همانندسازی دوجهته دارند و به ازای یک نقطهٔ شروع همانندسازی، دو دوراهی دارند!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ساختار سوم همواره دارای یک زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی است و از روی یک ژن تولید می‌شود. **گزینهٔ (۲):** ممکن است نوکلئیک‌اسید را از راه پلاسمودسم بین دو یاختهٔ گیاهی دریافت کرده باشد. **گزینهٔ (۳):** هر دنابسپاراز روی یک رشتهٔ الگو قرار می‌گیرد ولی هر هلیکاز روی هر دو رشته قرار می‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** ممکن است نوکلئوتید مورد نظر ATP باشد و بخواهد برای آندوسیتوز یا پمپ سدیم - پتاسیم یا سر میوزین فعالیت کند!

۳۲۰۲ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** *به مقدار کم درسته!* **گزینهٔ (۲):** شاید دوباره به آنزیم نیاز پیدا شود. *از طرفی آنزیم‌ها عمر نوح که ندارن تجزیه میشن و دوباره ساخته می‌شن.* **گزینهٔ (۳):** آنزیم‌ها در واکنش‌های شیمیایی مصرف نمی‌شوند. اینجا به کلمهٔ **که** خیلی دقت کنید چون برخی واکنش‌ها مثل تولید پیوند هیدروژنی *اصلاً آنزیم نمی‌خوادا* **گزینهٔ (۴):** متن کتاب است و درست است!

نکتهٔ ترکیبی خوب برای آنزیم‌های چندکاره!

آنزیم‌ها با وجود اینکه عمل اختصاصی دارند اما می‌توانند بیش از یک نوع واکنش را سرعت ببخشند، مانند فعالیت بسپارازی و نوکلئازی دنابسپاراز، فعالیت اکسیژناژی روبیسکو در تنفس نوری، فعالیت کربوکسیلازی روبیسکو در چرخهٔ کالوین، پمپ سدیم - پتاسیم که از طرفی فرایند انتقالی خود را که سه یون سدیم به سمت بیرون و دو یون پتاسیم به سمت درون منتقل می‌کند و فرایند آنزیمی که مصرف ATP و آزادسازی ADP و یون فسفات است را انجام می‌دهد. آنزیم ATPساز در غشای داخلی میتوکندری و تیلاکوئید هم که کار کانالی یعنی انتقال یون‌های هیدروژن با انتشار تسهیل‌شده و هم کار آنزیمی که مصرف ADP و یون فسفات و تولید ATP است را دارد. آلبومین نیز در حفظ فشار اسمزی خون و انتقال بعضی داروها مانند پنی‌سیلین نقش دارد.

۳۲۰۳ (۴) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد الف دو فسفات از نوکلئوتید جدید جدا می‌شوند (نه از رشتهٔ در حال ساخت!). ب بر اساس شکل کتاب درسی، نوکلئوتید یوراسیل‌دار همانند تیمین‌دار دیده می‌شود. ج شاید نوکلئوتید غیرمکمل به اشتباه در مقابل رشتهٔ الگو قرار داده شود و پیوند فسفودی‌استر برقرار شود. د در مرحلهٔ S نقطهٔ وارسی اصلی وجود ندارد، ولی در یک دوراهی همانندسازی هر دو رشته به عنوان الگو عمل می‌کنند.

۳۲۰۴ (۱) دربارهٔ باکتری زندهٔ پوشینه‌دار صحیح است چون فقط در محیطی که دنا نداشت این باکتری مشاهده نشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** آزمایش اول ایوری فقط یک محیط کشت داشت. **گزینهٔ (۳):** در آزمایش سوم ایوری، پروتئین‌های عصارهٔ باکتری پوشینه‌دار تخریب شدند (نه خود باکتری!). **گزینهٔ (۴):** باکتری فاقد پوشینه منظور است که در ظرف حاوی آنزیم تخریب‌کنندهٔ دنا در آزمایش سوم ایوری مشاهده شد.

۳۲۰۵ (۲) آرایش زیرواحدها در ساختار چهارم رخ می‌دهد که بعد از ساختار سوم که منظور قسمت اول عبارت است، رخ می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ۲۰ نوع آمینواسید در ساختار هر پروتئین قرار ندارند. **گزینهٔ (۳):** همهٔ ساختارهای پروتئینی واجد پیوند اشتراکی می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** میوگلوبین، یک گروه هِم برای اتصال به O_2 و CO_2 دارد ولی به CO_2 متصل نمی‌شود.

۳۲۰۶ (۳) موارد (ب)، (ج) و (د) صحیح‌اند.

بررسی موارد الف نادرست. تغییر در تعداد نقاط آغاز همانندسازی لزوماً با آسیب یا تغییر در دنا همراه نیست، بلکه ممکن است برحسب نیاز در یوکاریوت‌ها کم یا زیاد شوند. بنابراین یاخته‌ها می‌توانند تقسیم هم بشوند. ب **درست.** ممکن است با تغییر در تعداد نقاط آغاز، فقط سرعت همانندسازی کمی کمتر یا بیشتر شود و در عملکرد یاخته تغییر چندانی ایجاد نشود! ج **درست.** در صورتی که تغییر در تعداد نقاط آغاز همانندسازی و خود فرایند همانندسازی، همراه با تغییر در مادهٔ وراثتی یاخته‌ای باشد و این تغییر هم اصلاح نشود، یاخته‌ها می‌توانند پس از رسیدن به نقاط وارسی، وارد فرایندهای مرگ یاخته‌ای بشوند. د **درست.** طبیعی است تغییر در تعداد نقاط آغاز همانندسازی با تغییر در فعالیت آنزیم‌های مؤثر در این فرایند همراه است.

۳۲۰۷ (۲) موارد (الف) و (د) نادرست هستند. برای همانندسازی چند گروه آنزیم لازم است، که در نکتهٔ زیر مشاهده می‌کنید.

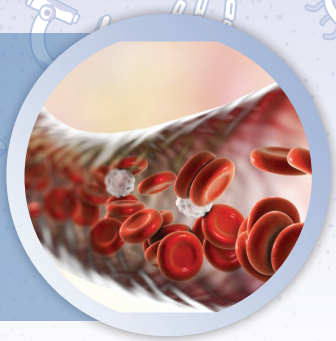
نکته

سه گروه آنزیم اصلی در همانندسازی دنا نقش دارند: ۱) آنزیم‌هایی که پیش از شروع همانندسازی و فعالیت هلیکاز، هیستون‌ها را جدا می‌کنند و پیچ‌وتاب دنا را باز می‌کنند. ۲) آنزیم‌های هلیکاز که پیوندهای هیدروژنی را می‌شکنند و مارپیچ دنا را باز می‌کنند. ۳) آنزیم‌هایی که با فعالیت خود موجب قرارگیری نوکلئوتیدها در مقابل رشتهٔ الگو می‌شوند (مانند دنابسپاراز).

آنزیم‌های گروه اول فعالیت نوکلئازی ندارند و پیوند هیدروژنی را هم نمی‌شکنند. البته آنزیم‌های فرعی دیگری هم فعالیت دارند که کتاب از آن‌ها نام نبرده است و دنابسپاراز و هلیکاز را دو مورد مهم این فعالیت دانسته است.

بررسی موارد الف **نادرست.** قسمت اول انواع آنزیم‌ها به‌جز دنابسپاراز است ولی قسمت دوم فقط کار هلیکاز است. ب درست. جدایی هیستون از دنا، قبل از شروع فرایند همانندسازی است و قسمت اول هم در مورد آنزیم‌های مورد نیاز از شروع همانندسازی تا پایان آن است. ج درست. هر دو کار، وظیفهٔ دنابسپاراز است *پس اگه یکی رو انجام نده، اون یکی رو هم نمی‌تونه انجام بده!* د **نادرست.** بخش اول در مورد هر آنزیمی به‌جز هلیکاز است ولی بخش دوم در مورد عمل دنابسپاراز برای بسپارازی و نوکلئازی است.

جریان اطلاعات در یاخته



۳۲۰۸ (۴) بیماری کم‌خونی داسی‌شکل مد نظر سؤال است که ارثی است و درمان نمی‌شود، فقط با تزریق عواملی علائم آن را کمی مهار می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اِشکال بیماری، شکل نادرست هموگلوبین درون گویچهٔ قرمز (کوچک‌ترین یاختهٔ خونی) است که نقش انتقالی برای گازهای تنفسی دارد (نه آنزیمی!). **گزینهٔ (۲):** *خب به چشمات شک کن آخه این رو زدی! مگه ما صدها هفت کروموزوم داریم؟!* **گزینهٔ (۳):** این بیماری رابطهٔ ژن و پروتئین را نشان می‌دهد که گویچهٔ قرمز بالغ ژن ندارد.

۳۲۰۹ (۲) منظور سؤال، دو فرایند همانندسازی و رونویسی است که (الف) بیانگر رونویسی با تولید رنای آنزیمی و (ب) همانندسازی **دنا** می‌باشد که در فصل ۱ دهم عنوان شد در **پزشکی شخصی** استفاده می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. اندامک مورد نظر، رناتن است که در هیچ‌کدام از این دو فرایند نقشی ندارد. **گزینهٔ (۲): درست.** رونویسی برخلاف همانندسازی، در هر سه مرحلهٔ G_1، S و G_2 می‌تواند رخ دهد. **گزینهٔ (۳):** نادرست. در هر دو فرایند علاوه‌بر شکستن پیوند هیدروژنی دنا، پیوند اشتراکی بین گروه‌های فسفات نوکلئوتید جدید هم می‌شکنند. **گزینهٔ (۴):** نادرست. در هر دو فرایند هیستون‌ها باید از دنا جدا شوند.

مقایسهٔ همانندسازی در رونویسی

- اساس این فرایند **مشابه** اساس **همانندسازی** می‌باشد، یعنی از روی مولکول نوکلئیک‌اسیدی الگو، باید رشتهٔ نوکلئیک‌اسیدی ساخته شود.
- در هر دو فرایند، تشکیل پیوندهای فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهای جدید را داریم.
- در هر دو فرایند، به تدریج ۲ رشتهٔ دنا باز می‌شوند؛ در همانندسازی به کمک هلیکاز ولی در رونویسی به کمک رنابسپاراز.
- در هر دو فرایند، دنا به عنوان الگو قرار دارد. در همانندسازی از هر دو رشته به عنوان الگو استفاده می‌شود ولی در رونویسی از بخشی از یک رشته.
- در هر دو فرایند، نوکلئوتیدها براساس رابطهٔ مکملی مقابل هم قرار می‌گیرند؛ با این تفاوت که در همانندسازی مقابل آدنین، تیمین ولی در رونویسی مقابل آدنین، یوراسیل قرار می‌گیرد.
- در هر دو فرایند، آنزیم‌هایی نقش دارند. در همانندسازی آنزیم‌های هلیکاز و دنابسپاراز و ... ولی در رونویسی رنابسپاراز نقش دارد که همهٔ این آنزیم‌ها پروتئینی بوده و پیش‌ساز این آنزیم‌ها، آمینواسیدها هستند.
- در هر دو فرایند، نوکلئوتیدهایی که بر اساس رابطهٔ مکملی مقابل هم قرار می‌گیرند با هم پیوند هیدروژنی برقرار می‌کنند با این تفاوت که در همانندسازی دو رشته با هم می‌مانند ولی در رونویسی (و البته ترجمه) از هم جدا می‌شوند.
- مولکول حاصل از رونویسی، یک‌رشته‌ای ولی مولکول حاصل از همانندسازی، دورشته‌ای می‌باشد.
- برحسب کتاب درسی، مولکول حاصل از رونویسی، قطعاً خطی است ولی مولکول حاصل از همانندسازی، می‌تواند خطی یا حلقوی باشد.
- هر دو فرایند می‌توانند هم در هسته و هم در سیتوپلاسم دیده شوند؛ البته در پروکاریوت‌ها فقط در سیتوپلاسم دیده می‌شوند ولی در یوکاریوت‌ها در هسته و سیتوپلاسم (میتوکندری و کلروپلاست) مشاهده می‌شوند.
- طی همانندسازی به دو محصول ولی در رونویسی به یک محصول می‌رسیم.
- همانندسازی در هر چرخهٔ یاخته‌ای در یوکاریوت برای دنای خطی در مرحلهٔ S و برای دنای سیتوپلاسمی به‌طور عمده در مرحلهٔ G_2 رخ می‌دهد ولی رونویسی بارها و در زمان‌های مختلف رخ می‌دهد.
- همانندسازی به‌طور کلی فرایندی دوجهته ولی رونویسی فرایندی یک‌جهته است و در هر دو فرایند تشکیل و شکست پیوند هیدروژنی را داریم.
- در هر دو قبل از آغاز فرایند، پیچ‌وتاب دنا باز و (در کروموزوم‌های یوکاریوتی) هیستون‌ها جدا می‌شوند.
- در همانندسازی در هر ژن هر دو رشتهٔ دنا الگو هستند ولی در رونویسی در هر ژن فقط یک رشتهٔ دنا الگو می‌باشد.
- در همانندسازی، وقتی پیوند هیدروژنی بین دو رشتهٔ مادری شکسته می‌شود، دیگر بین آن‌ها تشکیل پیوند هیدروژنی نداریم ولی در رونویسی دوباره بین دو رشتهٔ مادری دنا تشکیل پیوند هیدروژنی را داریم.
- دنابسپاراز می‌تواند پیوند فسفودی‌استر را طی فرایند ویرایش بشکند ولی رنابسپاراز توانایی شکست پیوند فسفودی‌استر را ندارد.
- در همانندسازی، مقابل دئوکسی‌ریبونوکلئوتید، دئوکسی‌ریبونوکلئوتید قرار می‌گیرد ولی در رونویسی مقابل دئوکسی‌ریبونوکلئوتید، ریبونوکلئوتید قرار می‌گیرد.
- در هر دو فرایند تشکیل حباب داریم با این تفاوت که در همانندسازی برای هستهٔ یاخته‌های یوکاریوتی و برخی پروکاریوت‌ها، چند حباب ولی در رونویسی یک حباب تشکیل می‌شود.

۳۲۱۰ (۳) موارد (ب)، (ج) و (د) عبارت را به نادرستی کامل می‌کنند.

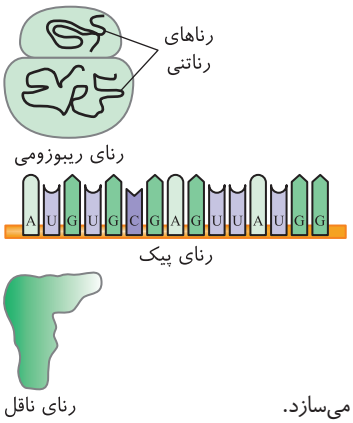
بررسی موارد (الف) درست. در **پروکاریوت‌ها**، رونویسی **همهٔ** ژن‌ها از جمله ژن مربوط به ساخت آنزیم دنابسپاراز، توسط رنابسپاراز پروکاریوتی و درون سیتوپلاسم انجام می‌پذیرد. (ب) **نادرست.** پروتئین رناتنی را با رنای رناتنی اشتباه نگیرید! ساخت هر پروتئینی نیاز به *mRNA* دارد که در یوکاریوت‌ها توسط رنابسپاراز ۲ رونویسی می‌شود ولی رنای رناتنی توسط رنابسپاراز ۱ رونویسی می‌شود. (ج) **نادرست.** رنابسپاراز ۳ در یوکاریوت‌ها وجود دارد (نه پروکاریوت‌ها!) (د) **نادرست.** منظور از رنای انتقال‌دهندهٔ آمینواسیدها، رنای ناقل (*tRNA*) است که ژن‌های آن توسط آنزیم رنابسپاراز ۳ در یوکاریوت‌ها رونویسی می‌شوند.

آنزیم رنابسپاراز

- عمل رونویسی از دنا را انجام می‌دهد. یک آنزیم نمی‌باشند و به مجموعهٔ آنزیم‌های مورد نیاز رونویسی، رنابسپاراز گفته می‌شود.
- در رونویسی، فقط آنزیم رنابسپاراز نقش دارد. این آنزیم مانند هر پروتئین دیگری از روی رمزهای وراثتی *mRNA* در رناتن سیتوپلاسم ساخته می‌شود. (یادتان باشد که رنابسپاراز یوکاریوتی پس از تولید در خارج هسته، برای فعالیت از منافذ غشایی وارد هسته می‌شود.)

انواع رنابسپاراز

- در پروکاریوت‌ها
  - یک نوع وجود دارد که هر سه نوع *RNA* (r , t , m) را می‌سازد.
  - در سیتوپلاسم تولید شده و فعالیت می‌کند.
- در یوکاریوت‌ها
  - سه نوع ۱، ۲ و ۳ وجود دارد.
  - همگی در رناتن آزاد در سیتوپلاسم ساخته شده و در هسته فعالیت می‌کنند.
  - انواع
    - رنابسپاراز ۱ ← *rRNA* یا *RNA* ریبوزومی (رناتنی) را برای شرکت در ساختار رناتن می‌سازد.
    - رنابسپاراز ۲ ← *mRNA* یا *RNA* پیک را به عنوان الگوی ساخت رشتهٔ پلی‌پپتید می‌سازد.
    - رنابسپاراز ۳ ← *tRNA* یا *RNA* ناقل را به عنوان ناقل آمینواسید می‌سازد.



۳۲۱۱ (۴) در همانندسازی تشکیل و شکستن پیوندهای هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای دئوکسی‌ریبوزدار رخ می‌دهد اما در رونویسی شکستن پیوندهای هیدروژنی هم بین نوکلئوتیدهای دئوکسی‌ریبوزدار دنا و هم بین رنا و دنا صورت می‌گیرد، البته تشکیل این پیوند بین نوکلئوتیدهای دنا و رنا یعنی بین نوکلئوتیدهایی با قند ریبوز و دئوکسی‌ریبوز فقط در رونویسی رخ می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در فرایند همانندسازی رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی جدید از رشتهٔ الگو جدا نمی‌شود و به آن متصل باقی می‌ماند. **گزینهٔ (۲):** همانندسازی مربوط به تولید دنا است و درآن به‌طورکلی، نوکلئوتید یوراسیل‌دیده نمی‌شود، از طرفی در رونویسی نیز شکستن پیوند اشتراکی میان نوکلئوتیدآدنین‌دار و یوراسیل‌دار دیده نمی‌شود، چون یوراسیل در ساختار رنا قرار دارد و در حین رونویسی، فرایند پیرایش و شکستن پیوند فسفودی‌استر میان نوکلئوتیدهای رنا انجام نمی‌شود این کار پس از پایان رونویسی است و بخشی از رونویسی به حساب نمی‌آید. **گزینهٔ (۴):** در فرایند رونویسی، بروز خطا در محصول نهایی رونویسی که می‌تواند رنا یا پروتئین باشد رخ می‌دهد که مربوط به همین یاخته است و در نسل‌های بعد یاخته (درصورت امکان تقسیم) به دلیل تخریب این محصول، امکان انتقال وجود ندارد. در مورد همانندسازی نیز بدانید خطاهای اصلاح‌نشده اگر در فرایند تولید یاخته‌های جنسی رخ‌دهد امکان انتقال به نسل بعد وجود دارد.

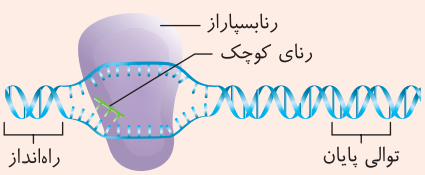
۳۲۱۲ (۲) موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) درست. آنزیم رنابسپاراز توانایی تشکیل پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهای مجاور را دارد. (ب) **نادرست.** پیوند هیدروژنی خودبه‌خود تشکیل می‌شود و آنزیم نمی‌خواهد. (ج) **نادرست.** پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای مکمل تشکیل می‌شود **نه مجاور!** (د) **نادرست.** آنزیم رنابسپاراز توانایی شکستن پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهای مجاور را ندارد.

۳۲۱۳ (۴) در رونویسی فقط یک رشته الگو می‌باشد و رشتهٔ دیگر رمزگذار است.

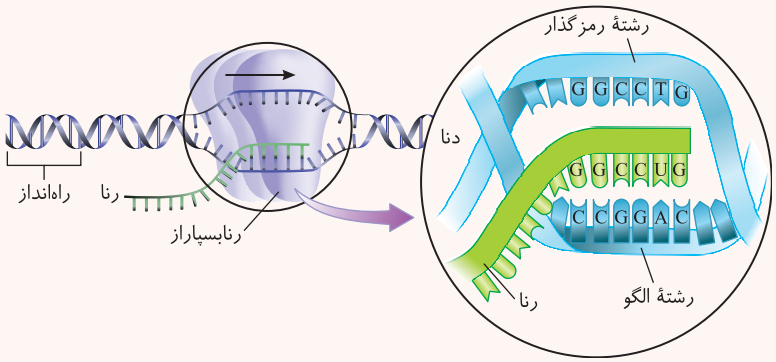
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** حباب رونویسی در محل رونویسی و نواحی مجاور آن‌ها ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ پایان رونویسی برخلاف آغاز، دو رشتهٔ دنا نیز به هم متصل می‌شوند. نوکلئوتیدهای رشتهٔ دنا قند یکسانی از دئوکسی‌ریبوز دارند. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ طویل شدن رونویسی برخلاف آغاز، پیوند هیدروژنی بین دو رشتهٔ دنا و رنا شکسته می‌شود.

مرحله	ویژگی
مرحلهٔ آغاز	○ ابتدا باید رنابسپاراز، قبل از ژن، به توالی راه‌انداز متصل شود و پیوند هیدروژنی دو رشتهٔ دنا را باز کند. ○ توالی نوکلئوتیدی کوچکی از رنا تشکیل می‌شود. این مرحله کوتاه است به همین دلیل پیوند هیدروژنی بین دو رشتهٔ دنا نمی‌شکند. ○ زنجیرهٔ کوتاهی از رنا تشکیل می‌شود که کاملاً درون رنابسپاراز قرار دارد. ○ چند نوکلئوتید رونویسی شده است و کمی پیوند فسفودی‌استر ایجاد شده است. ○ تشکیل پیوند هیدروژنی میان حلقهٔ باز آلی به صورت خودبه‌خودی انجام می‌شود. ○ به دلیل کوتاه بودن زنجیره، پیوند هیدروژنی بین دنا و رنا شکسته نمی‌شود. ○ در هیچ یک از مراحل پیوند فسفودی‌استر شکسته نمی‌شود ولی پیوند اشتراکی بین فسفات‌ها شکسته می‌شود. ○ در مجاورت رنابسپاراز بین نوکلئوتیدهایی که قند متفاوتی دارند، پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود. ○ در این مرحله رنای در حال ساخت از دنای الگو جدا نمی‌شود.



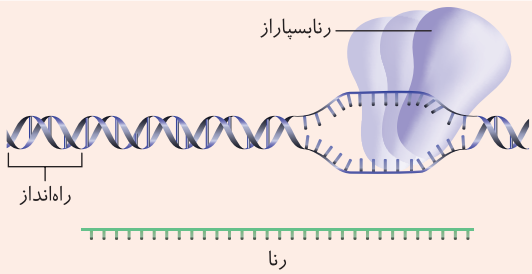
مرحلهٔ طویل شدن

- در این مرحله آنزیم رنابسپاراز در طول رشته حرکت کرده و بیشترین مقدار طول رنا را تولید می‌کند.
- تعداد پیوندهای فسفودی‌استر تشکیل شده و پیوندهای هیدروژنی تشکیل و شکسته شده در این مرحله نسبت به مراحل دیگر بیشتر است.
- شروع جدا شدن بخشی از رنا از دنا صورت می‌گیرد.
- پیوندهای فسفات ـ فسفات در نوکلئوتیدها شکسته می‌شوند.
- همانند مراحل قبل و بعد، در هر حباب رونویسی هم‌زمان ۳ رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی دیده می‌شود.



مرحلهٔ پایان

- ابتدا توالی پایان رونویسی را نیز رونویسی می‌کند.
- مولکول رنای تولید شده از رشتهٔ الگوی ژن جدا می‌شود.
- پیوندهای فسفات – فسفات در نوکلئوتیدها شکسته می‌شوند و فسفودی‌استر تشکیل می‌شود.
- جدا شدن بخشی از رنا از دنا و سپس کل رنا از دنا صورت می‌گیرد.
- جدا شدن آنزیم رنابسپاراز از دنا مشاهده می‌شود.
- در نهایت دو رشتهٔ الگو و رمزگذار دنا کاملاً به هم متصل می‌شوند.



سایر نکات رونویسی

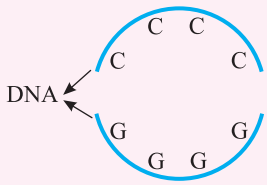
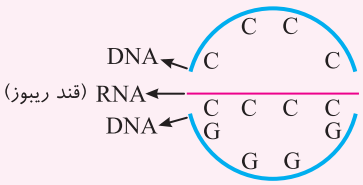
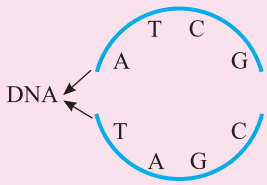
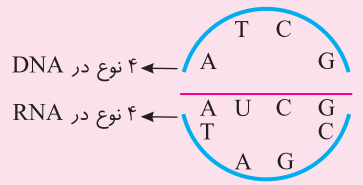
- هر ژن یوکاریوتی دارای یک راه‌انداز مخصوص به خود است.
- برحسب کتاب، تمامی رناها تک‌رشته‌ایی هستند و محل فعالیت آن‌ها در سیتوپلاسم است. رنابسپارازها همگی پروتئینی‌اند و در هسته و سیتوپلاسم فعال‌اند.
- محصول رنابسپاراز ۱ رنای رناتنی است و در ساختار رناتن شرکت می‌کند.
- محصول رنابسپاراز ۲ رنای پیک است و در ترجمه به عنوان الگوی پروتئین‌سازی شرکت می‌کند.
- محصول رنابسپاراز ۳، رنای ناقل یا حمل‌کنندهٔ آمینواسیدها است که به سمت رناتن می‌رود.
- محصولات همهٔ انواع رنابسپارازها می‌توانند در تولید پلی‌پپتید **نقش** داشته باشند.
- محصول رنابسپاراز ۲ دارای توالی‌های کدون می‌باشد و در انتقال اطلاعات لازم برای تولید پروتئین از دنا به ریبوزوم نقش دارد.
- محصول رنابسپاراز ۳، رنای ناقل است که دارای توالی متعدد، یک جایگاه اتصال آمینواسیدها و آنتی‌کدون می‌باشد. چهار بازو و سه حلقه دارد.
- ساختار سه‌بعدی آن بر اثر تاخوردگی‌ها و پیوندهای هیدروژنی تشکیل شده، به شکل L در می‌آید.
- بین دو رشتهٔ دنا، فقط در مرحلهٔ آغاز، تشکیل پیوند هیدروژنی مجددی ایجاد نمی‌شود.
- در مرحلهٔ آغاز برخلاف مرحلهٔ پایان، رنابسپاراز در ابتدای حباب رونویسی قرار دارد.
- با توجه به شکل کتاب، جداشدن رنا از دنا، مقدم بر جداشدن رنابسپاراز از دناست. (البته که متن کتاب برعکس گفته! اینجا به شکل توجه کنید!)
- در هر حباب رونویسی، می‌توان تا ۸ نوع نوکلئوتید را مشاهده کرد (چهار نوع با قند ریبوز و چهار نوع با قند دئوکسی‌ریبوز).
- شکستن پیوند هیدروژنی در هر ۳ مرحله مشاهده می‌شود ولی شکست پیوند هیدروژنی بین دنا و رنا (میان نوکلئوتیدهایی با قند متفاوت) در مرحلهٔ طویل شدن و پایان دیده می‌شود.
- رنابسپاراز، در مرحلهٔ آغاز در ابتدا و کمی جلوتر به سمت وسط حباب رونویسی است، در مرحلهٔ طویل شدن در وسط حباب است و در مرحلهٔ پایان به انتهای حباب می‌رسد.

۳۲۱۴ (۴) در نخستین مرحلهٔ رونویسی، بخش کوچکی از مولکول دنا باز شده و زنجیرهٔ کوتاهی از رنا با تشکیل پیوندهای فسفودی‌استر (کووالانسی) میان نوکلئوتیدها ساخته می‌شود. هنگام اضافه شدن هر نوکلئوتید سه‌فسفاته به انتهای رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید دو تا از فسفات‌های آن از مولکول جدا می‌شوند (شکسته شدن پیوندهای کووالانسی) و نوکلئوتید تک‌فسفاته به رشتهٔ رنا متصل می‌شود. در این حالت میزان فسفات آزاد در محل انجام فرایند زیاد می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** طی رونویسی، میان نوکلئوتیدهای تشکیل‌دهندهٔ رنا، پیوندهای فسفودی‌استر برقرار می‌گردد. نوکلئوتید تیمین‌دار در ساختار رنا شرکت نمی‌کند. **گزینهٔ (۲):** ساخته شدن غلاف میلین توسط یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیا) انجام می‌گیرد (نه نورون‌ها!). **گزینهٔ (۳):** دقت کنید رنابسپاراز ابتدا به راه‌انداز متصل می‌شود ولی راه‌انداز قسمتی از ژن نمی‌باشد.

۳۲۱۵ (۳) طی رونویسی، رنابسپاراز که پروتئینی حاوی پیوند هیدروژنی است، سبب باز شدن این پیوند در دنا می‌شود. *(یادتونه که هر پروتئینی در سافتار دوم به بعد فورش پیوند هیدروژنی داشت؟)*

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در حباب در حال رونویسی ۸ نوع نوکلئوتید در رنا و دنا به همراه سه رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی وجود دارد. **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ آغاز رونویسی زنجیرهٔ **کوتاهی** از رنا ساخته می‌شود. **گزینهٔ (۴):** طبق شکل کتاب درسی، رنابسپاراز باز کردن پیوند هیدروژنی را قبل از نقطهٔ شروع آغاز می‌کند.

موارد مقایسه	قبل از شروع RNAسازی (حباب دو رشتهٔ دنا دارد.)	بعد از شروع RNAسازی (حباب سه رشته دارد.)
شکل حداقل انواع مولکول‌ها در حباب		
حداقل انواع باز آلی	۲ نوع	۲ نوع: سیتوزین، گوانین
حداقل انواع نوکلئوتید	۲ نوع	۳ نوع: C+ دئوکسی‌ریبوز، C+ ریبوز، G+ دئوکسی‌ریبوز
شکل حداکثر انواع نوکلئوتیدها در حباب		
حداکثر انواع باز آلی	۴ نوع	۵ نوع: A T C G U
حداکثر انواع نوکلئوتید	۴ نوع (فقط قند دئوکسی‌ریبوز دارند)	۸ نوع: دئوکسی‌ریبوز + (G–C–T–A)، ریبوز + (G–C–U–A)

سیستم‌های ۳۸ ژنی

۳۲۱۶ : (۲) در مراحل طویل شدن و پایان رونویسی، پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای دو رشتهٔ دنای اولیه تشکیل می‌گردد. در هر دوی این مراحل، جدا شدن نوکلئوتیدهای دنا (با قند دئوکسی‌ریبوز) و رنا (با قند ریبوز) از یکدیگر با شکستن پیوند هیدروژنی قابل مشاهده می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: در هیچ مرحله‌ای از رونویسی پیوندفسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهایی با قند یکسان (در دو رشتهٔ الگو و رمزگذار دنا قندها یکسان هستند.) شکسته نمی‌گردد! **گزینهٔ (۳)**: در مرحلهٔ آغاز رونویسی، بین ریبونوکلئوتیدها پیوند فسفودی‌استر اولیه برقرار شده و زنجیرهٔ **کوتاهی** از رنا تشکیل می‌گردد. در این مرحله فقط بازشدن دو رشتهٔ دنا از یکدیگر مشاهده می‌شود و اتصال رشته‌های دنای باز شده و فشرده شدن آن‌ها در مراحل بعدی صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۴)**: در مرحلهٔ آغاز رونویسی، با فعالیت آنزیم رنابسپاراز، پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای رشتهٔ دنای الگو شکسته می‌شود؛ دقت کنید که در این مرحله رنابسپاراز به **راه‌انداز** متصل می‌گردد اما از روی راه‌انداز رونویسی نمی‌نماید.

۳۲۱۷ : (۴) همهٔ موارد نادرست می‌باشند. سؤال در مورد مرحلهٔ رونویسی برای تولید *tRNA* می‌باشد که ناقل آمینواسید است.

۳۳۹ مقایسهٔ مراحل رونویسی

مراحل رونویسی		مرحلهٔ آغاز	مرحلهٔ طویل‌شدن	مرحلهٔ پایان
تشکیل پیوند هیدروژنی	بین دو رشتهٔ دنا	✗	✓	✓
	بین رنا و دنا	✓	✓	✓
شکستن پیوند هیدروژنی	بین دو رشتهٔ دنا	✓	✓	✓
	بین رنا و دنا	✗	✓	✓
تشکیل پیوند فسفودی‌استر		✓	✓	✓
شکستن پیوند فسفودی‌استر		✗	✗	✗
شکستن پیوند اشتراکی بین فسفات‌ها		✓	✓	✓
شناسایی راه‌انداز		✓	✗	✗

بررسی موارد (الف) رنا همواره طی رونویسی از رشتهٔ **الگو** جدا می‌شود (نه رشتهٔ رمزگذار!). (ب) در مرحلهٔ آغاز رونویسی، شناسایی راه‌انداز که بیرون ژن است، صورت می‌گیرد. در این مرحله همهٔ نوکلئوتیدهای رشتهٔ رنای کوتاه تولید شده به رشتهٔ الگو متصل است ولی در مرحلهٔ پایان، قسمت زیادی از رنا از دنا و سپس کل رنا از دنا جدا شده است. (ج) این عبارت در مورد تولید رنای پیک می‌باشد ولی قسمت دوم یعنی جدایی رنابسپاراز پس از رنا صحیح است. (د) مرحلهٔ طویل شدن مد نظر است که بین دو نوکلئوتید مجاور با هر باز آلی، پیوند فسفودی‌استر زده می‌شود.

۳۲۱۸ : (۲) سؤال در مورد پروکاریوت **سیانوباکتری** است که در فصل ۷ دهم همزیستی آن با گیاه کوچک آزولا را مطالعه کردید. در مرحلهٔ پایان رونویسی رنابسپاراز از مولکول رنا جدا می‌شود. در تمام مراحل رونویسی آنزیم رنابسپاراز در طول مولکول دنا حرکت می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: در مرحلهٔ آغاز، رنابسپاراز به مولکول دنا متصل **می‌شود**. پس از این مرحله، مرحلهٔ طویل‌سازی است که در هر دو مرحله پیوند هیدروژنی بین دو رشتهٔ دنا شکسته می‌شود. **گزینهٔ (۳)**: در مرحلهٔ آغاز، زنجیرهٔ کوتاهی از رنا ساخته می‌شود. ولی دقت کنید که رنابسپارازهای ۱، ۲ و ۳ مربوط به یوکاریوت‌ها می‌باشند ولی سؤال در مورد پروکاریوت‌هاست. **گزینهٔ (۴)**: **بیشترین** تعداد پیوند فسفودی‌استر در مرحلهٔ **طویل شدن** ایجاد می‌شود. در تمام مراحل رونویسی رنابسپاراز روی هر دو رشتهٔ مولکول دنا قرار گرفته است.

۳۲۱۹ (۳) شکل مورد نظر را می‌توان به هر دو مرحلهٔ **طویل‌شدن** و **پایان رونویسی** نسبت داد. فقط عبارت موجود در گزینهٔ (۳)، در رابطه با هر دوی این مراحل درست است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مرحلهٔ پایان رونویسی، رنابسپاراز به‌سمت توالی پایان حرکت نمی‌کند زیرا بر روی آن قرار دارد. **گزینهٔ (۲):** رنای در حال رونویسی، مکمل رشتهٔ الگو و مشابه رشتهٔ رمزگذار است ولی نوع **قند نوکلئوتیدهای** آن همواره متفاوت است. **گزینهٔ (۳):** در این دو مرحلهٔ رونویسی، به هنگام جدا شدن رنا از دنای الگو، بین بازهای آلی دو رشتهٔ دنای الگو و رمزگذار، پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ پایان رونویسی، توالی‌های ویژه‌ای وجود دارد که موجب پایان رونویسی توسط رنابسپاراز می‌شود.

۳۲۲۰ (۳) آنزیم رنابسپاراز پس از اتمام رونویسی توالی پایان، به طور کامل از رونوشت ژن(ها) جدا می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مطابق شکل کتاب درسی مرحلهٔ آغاز، آنزیم رنابسپاراز از راه‌انداز عبور می‌کند اما زنجیرهٔ کوتاه رنای ساخته شده از ساختار آنزیم خارج نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** مطابق شکل مرحلهٔ طویل شدن، قسمت خارج شده از رنابسپاراز می‌تواند طویل‌تر از رنای در حال ساخت باشد. **گزینهٔ (۴):** آنزیم رنابسپاراز توانایی ویرایش ندارد.

۳۲۲۱ (۴) سؤال در مورد مراحل رونویسی برای ساخت رنای پیک است. توجه داشته باشید که در این تست، مرحلهٔ **بعدی** را خواسته، نه همان مرحله‌ای که اتفاقات مذکور رخ داده‌اند! در گزینهٔ (۴)، دقت کنید که شناسایی بخش تنظیمی (راه‌انداز) در مرحلهٔ **آغاز** رخ می‌دهد و پس از آن در مرحلهٔ طویل شدن شروع جدایی رنا از دنا صورت می‌گیرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هر دو کار در مرحلهٔ **آغاز** رونویسی است. **گزینهٔ (۲):** شناسایی **رمزهٔ** پایان مربوط به مرحلهٔ پایان ترجمه است (نه رونویسی!). **گزینهٔ (۳):** جدایی آخرین گروه فسفات با رونویسی آخرین نوکلئوتید توالی پایان صورت می‌گیرد که مرحلهٔ بعدی ندارد.

۳۲۲۲ (۳) طراحی این تست **بسیار بسیار بد** بوده است! در این تست می‌توان هم به مولکول **دنا** توجه کرد که هر مولکول از یک رشتهٔ دنای الگو ساخته می‌شود و هم **رنا**، که بسیاری است که مستقیماً از روی یکی از رشته‌های دنا ساخته می‌شود ولی فکر کنم منظور طراح فقط رنا بوده است که در این صورت گزینهٔ (۳) بهتر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** فقط رنا در طی ساخته شدن به تدریج از رشتهٔ الگو جدا می‌شود. (دنا از الگوی خود جدا نمی‌شود.) **گزینهٔ (۲):** در تولید رنا، فقط آنزیم رنابسپاراز شرکت دارد البته باید توجه داشت که طبق متن کتاب درسی رنابسپاراز شامل **چندین** نوع آنزیم است پس این گزینه نیز کاملاً صحیح نیست! از طرفی در همانندسازی دنا هم آنزیم‌های متعددی لازم است. **گزینهٔ (۴):** طبق کتاب این فرایندها **پیوسته** هستند ولی کتاب در نظر گرفته که می‌توان رونویسی را فرایندی سه مرحله‌ای در نظر گرفت ولی صحبتی از مراحل همانندسازی نکرده است و این عبارت هم می‌تواند جواب باشد. **گزینهٔ (۴):** هم رنا و هم **هر رشتهٔ** دنای خطی دو سر متفاوت دارای فسفات و هیدروکسیل دارند.

توجه اگر فقط هم فکر کنیم که طراح به **رنا** فکر کرده است آن موقع گزینهٔ (۲) باید جواب بهتری باشد چون کتاب درسی رنای حلقوی را بررسی نکرده است! *(خلاصه که این تست مربوط به دورهٔ آفر زمونه! و فقط طراح خودش باید بگه منظورش چیه!)*

مقایسهٔ دنا و رنا ۳۴۰

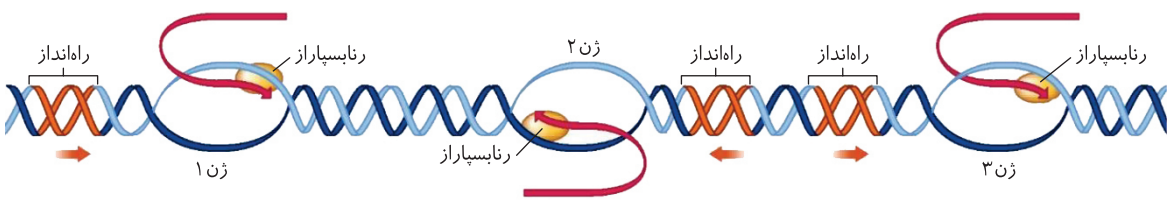
موارد مقایسه	داشتن پیوند هیدروژنی	داشتن نوکلئوتید مکمل روبه‌روی هم	ساخته شدن از روی هر دو رشتهٔ ژن	امکان ویرایش در فرایند ساخت	داشتن پیوند فسفودی استر	استفاده از نوکلئوتیدهای ۳ فسفاته
رنا	ممکن است، مثلاً در رنای ناقل دارد.	ممکن است داشته باشد. (رنای ناقل)	-	-	+	+
دنا	+	+	+	+	+	+

۳۲۲۳ (۲) تنها مورد (ج) به‌درستی بیان شده است و سایر موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. با توجه به شکل‌نامه، دو راه‌انداز ژن ۲ و ۳ مجاور هم قرار دارند و این توالی‌ها رونویسی نمی‌شوند. از طرفی ممکن است ژنی بین دو راه‌انداز باشد که در یاختهٔ مورد نظر غیرفعال باشد. (ب) نادرست. در دو ژن نزدیک به هم ممکن است رونویسی در جهت‌های مشابه و یا متفاوتی باشد و الزامی در متفاوت بودن جهت‌ها نیست. (ج) **درست**. با توجه به شکل‌نامه، در ژن‌هایی با رشتهٔ الگوی یکسان قطعاً جهت رونویسی نیز یکسان است. (د) نادرست. وجود دو ژن بین دو راه‌انداز نشانگر متفاوت بودن جهت رونویسی و رشتهٔ الگوی متفاوت است.

۱۸۲ شکل‌نامهٔ رونویسی از چند ژن

- رنابسپاراز همواره از راه‌انداز مربوط به ژن در حال رونویسی دور می‌شود.
- جهت خروج رنا از حباب با جهت حرکت آنزیم رنابسپاراز برخلاف هم می‌باشد.
- هر دو رشتهٔ دنا می‌توانند رونویسی شوند (در ژن‌های مختلف).
- رنابسپارازهایی که در یک جهت حرکت می‌کنند، از یک رشتهٔ دنای مشابه رونویسی می‌کنند.
- بین دو راه‌انداز متوالی، ممکن است هیچ ژن ساختاری وجود نداشته باشد. در این صورت این دو راه‌انداز به رنابسپاراز جهت متفاوتی برای رونویسی را اطلاع می‌دهند.
- جهت رونویسی از دو ژن مجاور هم، در صورتی که راه‌اندازی بین آن‌ها نباشد یا دو راه‌انداز بین آن‌ها باشد، عکس یکدیگر است.
- در شکل زیر جهت رونویسی و رشتهٔ الگوی دنا و ژن‌های یک و سه یکسان می‌باشند و با ژن دو متفاوت است.



باید دقت کنید که در یک کروموزوم یا در یک مولکول DNA ، تعداد زیادی ژن پشت سر هم برای ساخت انواع مختلف RNA وجود دارند. از طرفی قبل از هر ژن یوکاریوتی نیز یک توالی راه‌انداز اختصاصی وجود دارد. جهت رونویسی در هر ژن همواره یک‌طرفه می‌باشد ولی بسیار بسیار به این نکته دقت کنید که یک ژن می‌تواند از سمت راست به چپ و از رشتهٔ DNA بالایی رونویسی شود ولی ژن بعدی در همان کروموزوم از رشتهٔ DNA پایینی و از چپ به راست رونویسی شود و ژن بعدی نیز ترتیب خاص خود را داشته باشد. (یادتان باشد که در تست‌ها، راه‌انداز جزئی از ژن به حساب نمی‌آید، چون ژن بخش رونویسی‌شونده می‌باشد.)

در این شکل و سایر شکل‌های کتاب درسی، ژن قسمتی است که بعد از راه‌انداز می‌باشد و از روی کل یک رشتهٔ آن رونویسی انجام می‌شود. با دقت در شکل مشاهده می‌شود که اولاً بین راه‌انداز و ژن می‌تواند فاصله باشد و ثانیاً می‌توان دو راه‌انداز از دو ژن ۲ و ۳ مجاور هم را در کنار هم دید که قطعاً جهت رونویسی متفاوتی دارند و یا می‌توان دو ژن ۱ و ۲ را در مجاور هم مشاهده کرد که بین آن‌ها راه‌اندازی وجود نداشته است که باز هم قطعاً دلیل آن، جهت مخالف رونویسی آن‌ها بوده است.

در دانشگاه می‌آموزید که دو ژنی مثل ژن‌های ۱ و ۳ که از روی یکی از رشته‌های بالایی یا پایینی دنا رونویسی می‌شوند، قطعاً جهت رونویسی یکسانی دارند.

۳۴۱ دیستوپیا

اگر در یوکاریوت‌ها، بین دو ژن	جهت رونویسی	رشتهٔ الگو	اگر در یوکاریوت‌ها بین دو راه‌انداز	جهت رونویسی ژن آن	رشتهٔ الگوی ژن آن
راه‌انداز نباشد	متفاوت	متفاوت	ژنی نباشد	متفاوت	متفاوت
دو راه‌انداز باشد	متفاوت	متفاوت	دو ژن باشد	متفاوت	متفاوت
یک راه‌انداز باشد	یکسان	یکسان	یک ژن باشد	یکسان	یکسان

۳۲۲۴ (۲) با توجه به شکل مرحلهٔ پایان رونویسی در کتاب درسی، جدا شدن رنابسپاراز در این مرحله ابتدا از رشتهٔ الگو و در انتها از رشتهٔ رمزگذار می‌باشد. البته شاید واقعاً در دیدگاه علمی این موضوع سندیتی نداشته باشد ولی این‌قدر این سال‌ها از شکل، سؤالاتی فقط با دیدگاه سطحی طرح شده است که ما سعی کردیم برای احتیاط آن‌ها را تست کنیم! *(علی‌رغم میل باطنی!)*

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دنابسپارازها رشتهٔ رمزگذار ندارند و از یک رشته به عنوان الگو استفاده می‌کنند و فقط روی یک رشتهٔ الگوی ساخت قرار می‌گیرند. **گزینهٔ (۴):** همواره رونویسی فقط از رشته‌ای که الگو نامیده می‌شود صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** طی رونویسی رشتهٔ رمزگذار اصلاً به رنا متصل نمی‌باشد.

۳۲۲۵ (۲) موارد (الف) و (د) نادرست هستند. آنزیم دنابسپاراز روی یک رشتهٔ دنای مادری و آنزیم رنابسپاراز و هلیکاز روی دو رشتهٔ دنای آن قرار می‌گیرد.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** *به فردا به پیر به پیغمبر قسم! رونویسی فقط یک رشتهٔ الگو دارد!* (ب) درست. همانندسازی از روی کل دنا در بخش‌های مختلف توسط دنابسپاراز رخ می‌دهد. (ج) درست. پیوند بین دو نوکلئوتید پورین‌دار فقط می‌تواند در یک رشته به صورت فسفودی‌استر یا در دو رشته طی همانندسازی در حالت نوکلئوتید غلط وجود داشته باشد که رنابسپاراز نه قدرت ویرایش و نه قدرت شکستن فسفودی‌استر را دارد. (د) **نادرست.** اگر دو نوکلئوتید مجاور هم در دنا دارای باز پورین و پیریمیدین باشند، دنابسپاراز موقع ویرایش می‌تواند پیوند بین آن‌ها را بشکند.

۳۲۲۶ (۳) رنای **ناقل**، به رشتهٔ پلی‌پپتیدی در حال ساخت اتصال دارد که در پروکاریوت‌ها توسط **رنابسپاراز پروکاریوتی** و در یوکاریوت‌ها توسط **رنابسپاراز ۳** تولید می‌شود، بنابراین در هر حالت توسط **یک رنابسپاراز** تولید می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** **همهٔ** رناها در ساختار خود پیوند **اشتراکی از نوع فسفودی‌استر** و یا **پیوندهای اشتراکی درون ساختار نوکلئوتیدها** دارند. در گفتار آخر این فصل می‌آموزید که در باکتری اشرشیاکلای، از روی هر **سه ژن** مربوط به **تجزیهٔ لاکتوز** و یا از روی هر **سه ژن** مربوط به **تجزیهٔ مالتوز**، **یک رنا** ساخته می‌شود زیرا هر سه ژن، توالی‌های تنظیمی مشترک دارند. **گزینهٔ (۲):** رنای **پیک**، دارای رمزهٔ پایان است. باکتری‌ها **هسته و عمل پیرایش ندارند!** **گزینهٔ (۴):** **همهٔ** رناها به رشتهٔ **رمزگذار** شباهت بسیار دارند اما **کدون، ویژهٔ رنای پیک** است.

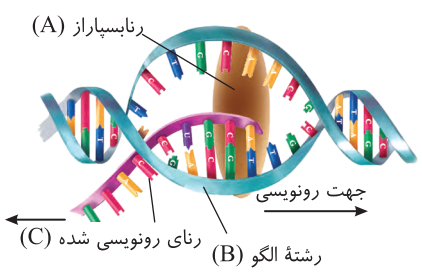
رنا

انواع RNA
- mRNA (رنای پیک): این نوع RNA بعد از ساخته شدن از روی **DNA**، پیام پروتئین‌سازی را از DNA به **ریبوزوم** (رناتن) می‌برد. **در حقیقت، پروتئین به‌طور مستقیم از روی توالی‌های موجود در mRNA ساخته می‌شود.**
- tRNA (رنای ناقل): این نوع RNA نیز پس از ساخته شدن از روی **DNA** وارد سیتوپلاسم شده تا **آمینواسیدها** را برای پروتئین‌سازی به رناتن منتقل کند و در حقیقت وسیله‌ای برای حمل یک نوع آمینواسید اختصاصی می‌باشد.
- rRNA (رنای رناتنی): این نوع RNA، ابتدا از روی **DNA** در هسته ساخته می‌شود و سپس به همراه **پروتئین‌های** رناتنی سبب ساخت **زیرواحدهای کوچک و بزرگ رناتنی** می‌شود. در حقیقت این RNA در **ساختار** رناتن‌ها نقش دارد.

علاوه‌بر نقش‌های ذکر شده برای RNAها، این مولکول‌ها دارای نقش **آنزیمی متعدد** و دخالت بر **تنظیم بیان ژن‌ها** را نیز بر عهده دارند، یعنی به فعال یا غیرفعال شدن ژن‌های خاص در یاخته‌های مختلف کمک می‌کنند پس در تست‌ها خیلی دقت کنید که **کاتالیزگر زیستی یا آنزیم** هم می‌تواند ساختار نوکلئیک‌اسیدی از رنا داشته باشد که مستقیماً از روی دنا ساخته شده‌اند ولی اغلب آنزیم‌ها از جنس پروتئین بوده و مستقیماً از روی اطلاعات mRNA ایجاد می‌شوند.

هر آنزیمی از هر جنسی که باشد، **جایگاه فعال** دارد و با **کاهش** انرژی فعال‌سازی، سرعت واکنش‌های انجام‌**شدنی** یاخته را زیاد می‌کند ولی خود آنزیم در **هر** واکنش تغییر نمی‌کند.

۳۲۲۷ (۳) بخش‌های A، B و C به ترتیب، آنزیم رنابسپاراز، رشتهٔ الگو در دنا و رنای رونویسی شده هستند. بخش C، رنا می‌باشد که دارای رونوشت‌های میانه‌ها و بیانه‌ها به صورت یک‌درمیان است که فقط توالی‌های یک‌درمیان رونوشت‌های میانه را از دست می‌دهند. از طرفی این نکات در حالی است که رنای در حال رونویسی، از نوع رنای پیک یوکاریوتی باشد.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** طبق متن کتاب درسی، آنزیم رنابسپاراز با کمک توالی **راه‌انداز**، نوکلئوتید مناسب را به‌طور دقیق پیدا کرده و رونویسی را از این محل آغاز می‌کند. **گزینهٔ (۲):** در دنا، توالی‌های ویژه‌ای به نام پایان رونویسی موجود است که سبب پایان فرایند رونویسی می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** آنزیم رنابسپاراز در ابتدای رونویسی، دو رشتهٔ دنا را از هم باز می‌کند که این فرایند با شکسته شدن پیوند هیدروژنی بین بازهای مکمل در دنا صورت می‌گیرد.

۳۲۲۸ (۲) در یوکاریوت‌ها، دو ژن متوالی هر کدام یک راه‌انداز اختصاصی دارند. اگر هر دو فعال باشند و برای ساخت پروتئین رمز داشته باشند، ابتدا باید رنای پیک از روی آن ساخته شود که هر دو توسط رنابسپاراز ۲ تولید می‌شوند و چون جهت رونویسی یکسانی دارند، پس بین آن‌ها در توالی بین ژنی، فقط یک راه‌انداز وجود دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** همهٔ موارد این گزینه صحیح است فقط به **قید «قطعاً»** در سؤال دقت کنید. ممکن است این دو ژن در نوتروفیل بیان نشوند مثلاً ژن ساخت هپارین باشند که فقط در بازوفیل فعال است. **گزینه‌های (۳) و (۴):** تغییر رنا می‌تواند در طی رونویسی یا پس از آن باشد ولی کوتاه شدن طول (پیرایش) که حذف رونوشت اینترون‌هاست، **پس از** پایان رونویسی صورت می‌گیرد.

۳۲۲۹ (۲) به‌جز مورد (د)، هیچ‌کدام از موارد در رابطه با تمامی رناهای پیکی که در این یاخته ترجمه می‌شوند، صحیح نمی‌باشد.

بررسی موارد (الف) نادرست. در یاخته‌های یوکاریوتی **ممکن است** رنای پیک، در حین یا پس از رونویسی دستخوش تغییراتی شود. بنابراین این تغییرات لزوماً در همهٔ رناهای پیک مشاهده نمی‌شوند. (ب) نادرست. در یاختهٔ کبدی، میتوکندری از روی دنای حلقوی خود هم به تولید رنا می‌پردازد. (ج) نادرست. سؤال در مورد رنای پیک است که طی پروتئین‌سازی ترجمه می‌شوند ولی این عبارت برای انتقال آمینواسید ویژهٔ رنای ناقل است. (د) **درست.** اگر رشتهٔ الگو باز آدنین نداشته باشد، رشتهٔ رمزگذار باز تیمین و رنا یوراسیل ندارد. پس بازهای *C*، *G* و *A* محصول و رشتهٔ رمزگذار مشابه هستند.

۳۲۳۰ (۴) همهٔ موارد نادرست هستند. در شکل مورد نظر *A*: رشتهٔ اینترون دنای الگو، *B*: رنای بالغ در بخش رونوشت اگزون و *C*: معرف رشتهٔ اگزون دنای الگو می‌باشد.

بررسی موارد (الف) بخش *A*، قسمتی از دنا با قند دئوکسی‌ریبوز است که بیانگر اینترون می‌باشد. (ب) *B* رنای بالغ است که رونوشت‌های اینترون آن حذف شده است چون اینترون‌های دنا، حلقه زده‌اند و مکمل ندارند. (ج) هسته، محل سوخت‌وساز نورون است. در هسته، هم اینترون و هم اگزون روی رنا رونوشت دارند. (د) *A* بیانگر اینترون است که رونوشت آن حذف شده است و در ترجمه نقش ندارد.

• مفهوم اینترون (میانه)، اگزون (بیانه) و رونوشت آن‌ها

اگزون‌ها (بیانه‌ها)

اگزون‌ها قطعاتی از ژن در مولکول دو رشته‌ای *DNA* هستند که یک رشتهٔ همگی آن‌ها رونویسی می‌شود و رونوشت آن‌ها در *mRNA* **نابالغ و بالغ** وجود دارد، چون رونوشت این توالی‌ها در *mRNA* بالغ نیز حفظ می‌شوند. در حقیقت وقتی *mRNA* نابالغ را با رشته *DNA* الگو کنار هم قرار می‌دهیم، هیچ قطعه‌ای از دنا به صورت حلقه درنمی‌آیند، ولی اگر رنای پیک بالغ را کنار رشتهٔ الگو قرار دهیم، **توالی‌های اینترون** در دنا به صورت **حلقه** درمی‌آیند چون رونوشت آن‌ها در رنای پیک بالغ وجود ندارد. از طرفی به طور معمول **توالی‌های اگزون همواره در دو انتهای ژن وجود دارند و تعداد آن‌ها یکی از توالی‌های اینترون بیشتر می‌باشد.**

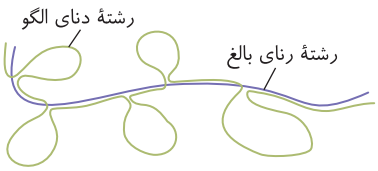
نکته

اگزون‌ها حاوی پیام‌هایی برای ترجمه یا پروتئین‌سازی می‌باشند، به همین دلیل رونوشت آن‌ها از *mRNA* نابالغ به بالغ، پیرایش یا حذف نمی‌شود. دقت کنید که **همواره** یک توالی اینترون بین دو توالی اگزون وجود دارد.

اینترون‌ها (میانه‌ها)

قطعاتی از ژن در مولکول دورشته‌ای *DNA* هستند که همواره بین دو توالی اگزون واقع شده‌اند. از روی این توالی‌ها عمل رونویسی به طور کامل انجام می‌شود و رونوشت آن‌ها در *mRNA* نابالغ یا اولیه درون هسته وجود دارد؛ ولی مشاهده می‌شود که وقتی *mRNA* بالغ می‌شود، اینترون‌های رشتهٔ *DNA* الگو، هنگام قرارگیری در کنار طول رشتهٔ *mRNA* بالغ فاقد باز مکمل می‌باشند و به صورت حلقه‌ای درمی‌آیند. **در حقیقت رونوشت آن‌ها در *mRNA* بالغ برخلاف نابالغ وجود ندارد.**

رونوشت‌های اگزون



قطعاتی در *mRNA* تک‌رشته‌ای و به صورت غیرپیوسته می‌باشند که قند **ریبوز** دارند. در *mRNA* نابالغ بین آن‌ها رونوشت‌های اینترون وجود دارند ولی در *mRNA* بالغ در امتداد رونوشت‌های اگزون دیگر قرار دارند. در فرایند ترجمه، بخش‌هایی از این قسمت شرکت می‌کنند و رشتهٔ پلی‌پپتید را رمزگذاری می‌کنند.

رونوشت‌های اینترون

قطعاتی در *mRNA* نابالغ هستند که رونویسی شده‌اند ولی هرکدام از آن‌ها با تجزیهٔ دو پیوند فسفودی‌استر در دو طرف آن‌ها از *mRNA* نابالغ جدا می‌شوند و سپس بین دو رونوشت اگزون یک پیوند فسفودی‌استر زده می‌شود تا *mRNA* بالغ حاصل شود. دقت کنید که *mRNA* نابالغ در هسته ساخته می‌شود و درون هسته نیز رونوشت‌های اینترون خود را از دست می‌دهد. در انتهای پیرایش، درون هسته با اتصال رونوشت‌های اگزون به هم، *mRNA* بالغ ساخته می‌شود که با عبور از منافذ غشای هسته برای پروتئین‌سازی وارد رناتن سیتوپلاسم می‌شود.

۳۲۳۱ (۳) موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست می‌باشند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** رونوشت‌های باقی‌مانده در رنای بالغ، همان رونوشت بیانه‌ها هستند که توالی‌های مشابهی با بخش‌هایی از رشتهٔ رمزگذار دارند، ولی چون رونوشت‌های اینترون حذف شده‌اند پس توالی یکسانی ندارند. (ب) درست. مولکول رنا نوعی مولکول مرتبط با ژن است که فرایند پیرایش باعث یکپارچه‌سازی این مولکول می‌شود. (ج) **نادرست.** رنای پیک ممکن است دستخوش تغییراتی در حین رونویسی یا پس از آن شود که فقط **یکی** از این تغییرات فرایند پیرایش است. (د) **نادرست.** در پیرایش رنای پیک، به ازای هر دو پیوند فسفودی‌استری که برای حذف رونوشت اینترون برش می‌یابد، یک پیوند فسفودی‌استر بین دو رونوشت اگزون برقرار می‌شود.

۳۲۳۲ (۴) باتوجه به شکل ۲ صفحه ۲۴ کتاب که مراحل مختلف رونویسی را نشان می‌دهد در مرحلهٔ طویل شدن با زنجیرهٔ سنگین رنای درحال ساخت، پیوندهای هیدروژنی مابین این رنا و رشتهٔ الگو از هم گسسته شده و مجدداً بین رشتهٔ الگو و رشتهٔ رمزگذار دنا پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود در حالی که این قضیه در مرحلهٔ آغاز رونویسی به دلیل کوتاه بودن طول زنجیرهٔ رنای درحال ساخت رخ نمی‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید در رونویسی، تنها نوکلئوتیدهای رنایی (و نه هر نوکلئوتیدی) با ازدست دادن دو گروه فسفات در پیوند فسفودی‌استر شرکت می‌کنند، مثلاً نوکلئوتیدهای دئوکسی‌ریبوزدار در واکنش شرکت نمی‌کنند. **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ آغاز رونویسی برخلاف پایان، رنابسپاراز به توالی راه‌انداز متصل می‌شود. اما در گفتار آخر این فصل می‌آموزید که رنابسپارازهای یوکاریوتی **به تنهایی** به راه‌انداز متصل **نمی‌شوند** و همراه پروتئین‌هایی به نام عوامل رونویسی این کار را انجام می‌دهند. **گزینهٔ (۴):** محصول رونویسی لزوماً رنای پیک نیست، در ضمن رنای پیک تنها در یوکاریوت‌ها پیرایش‌پذیر است.

۳۲۳۳: (۱) در این سؤال نیز باید توجه کنید که میانه و بیانه قسمتی از توالی *DNA* می‌باشند که توسط دنابسپاراز ساخته می‌شوند ولی رونوشت بیانه و میانه، روی *mRNA* اولیه یوکاریوت است که توسط رنابسپاراز ۲ رونویسی می‌شود (درستی گزینهٔ (۱)). از طرفی باید دقت کنید که در دنا یا رنای اولیه، دو رونوشت میانه مجاور هم، دو میانه یا دو بیانه مجاور هم وجود ندارد چون همواره **بیانه‌ها و میانه‌ها به صورت یک در میان قرار می‌گیرند** (نادرستی گزینه‌های (۲) و (۴)). در آخر نیز باید دقت کنید که **دو رونوشت بیانه مجاور**هم در *mRNA* بالغ برخلاف *mRNA* اولیه و دنا می‌تواند وجود داشته باشد؛ ولی آنزیمی که پیرایش رونوشت‌های میانه و اتصال رونوشت‌های بیانه به هم را انجام می‌دهد رنابسپاراز نمی‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۳)).

۳۲۳۴: (۴) نوکلئوتیدهای رنا همگی قند ریبوز دارند، درحالی‌که نوکلئوتیدهای سازندهٔ دنا همگی قند دئوکسی‌ریبوز دارند و بنابراین با نوکلئوتیدهای سازندهٔ رنا متفاوت‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** رناهایی که از روی دنای میتوکندری ساخته می‌شوند، از ابتدا درون سیتوپلاسم قرار دارند و بنابراین قبل از ورود به سیتوپلاسم تغییری در آن‌ها رخ نمی‌دهد. درضمن تغییرات ممکن است درحین رونویسی رخ دهد. **گزینهٔ (۲):** براساس متن صفحهٔ ۲۳ کتاب زیست‌شناسی (۳)، رونویسی توسط سه نوع آنزیم انجام می‌شود، نه یک آنزیم. علاوه‌بر این در عمل پیرایش که در هسته صورت می‌گیرد نیز گروهی از آنزیم‌ها دخالت دارند و بنابراین رنای موردنظر ممکن است یک رنای بالغ باشد. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که ژن بخشی از دناست و در هیچ رنایی وجود ندارد.

۳۲۳۵: (۲) سؤال در مورد فرایند **پیرایش** در رنای پیک یوکاریوت‌ها است. رنای پیک ممکن است دستخوش تغییراتی در حین رونویسی و یا پس از آن شود. یکی از این تغییرات، حذف بخش‌هایی از مولکول رنای پیک است. در بعضی ژن‌ها، توالی‌های معینی از رنای ساخته شده، جدا و حذف می‌شوند و سایر بخش‌ها به هم متصل می‌شوند و یک رنای پیک یکپارچه می‌سازند، به این فرایند پیرایش گفته می‌شود. در فرایند پیرایش جهت جداکردن رونوشت توالی‌های میانه از رنای پیک، پیوندهای فسفودی‌استر (پرانرژی بین واحدهای سه بخشی یا همان نوکلئوتیدها) شکسته شده و جهت اتصال رونوشت توالی‌های بیانهٔ باقی‌مانده، پیوندهای فسفودی‌استر تشکیل می‌شوند، در فرایند ویرایش نیز پیوندهای فسفودی‌استر شکسته می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** فرایند پیرایش قبل از ورود رناها به درون سیتوپلاسم و درون هسته (محل کنترل فعالیت یاخته) رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۳):** دقت کنید بررسی آنزیم برای ویرایش در حین همانندسازی و پس از برقراری هر پیوند فسفودی‌استر و هم‌زمان با تشکیل دنا رخ می‌دهد، **گزینهٔ (۴):** فرایند پیرایش در یاخته‌های یوکاریوتی و فقط برای تولید *mRNA* مشاهده می‌شود.

۳۴۲ مقایسهٔ پیرایش و ویرایش

موارد مقایسه	پیرایش	ویرایش
فرایند روی ... انجام می‌شود	رنای پیک اولیه	دنا
یوکاریوت یا پروکاریوت	یوکاریوت	یوکاریوت و پروکاریوت
محل انجام	درون هسته	درون هسته و البته سیتوپلاسم یوکاریوت و پروکاریوت
شکستن پیوند فسفودی‌استر	✓ (در دو طرف بخش‌هایی از رشتهٔ رنا، پیوندهای فسفودی‌استر شکسته می‌شود.)	✓ (پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتید اشتباه و رشتهٔ دنای در حال تشکیل شکسته می‌شود.)
مولکول تغییر یابنده در طی انجام	رنای پیک	دنا
انجام توسط آنزیم بسپاراز	✓	✓ (دنابسپاراز)

۳۲۳۶: (۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح است.

بررسی موارد (الف) **درست.** تولید آنزیم‌های پروتئینی هلیکاز و رنابسپاراز، با تولید آب همراه است که مایع درون سیتوپلاسم را رقیق کرده و غلظت آن را کم می‌کند. (ب) **درست.** با توجه به شکل ۴ فصل ۲ کتاب دوازدهم صحیح است. (ج) **درست.** اعمال قسمت اول برای همانندسازی یا رونویسی است که به مصرف نوکلئوتیدهای آزاد می‌پردازد. (د) نادرست. در گیاهان در اثر میوز پارانشیم خورش، از چهار یاختهٔ حاصله، سه‌تا از بین می‌روند.

۳۲۳۷: (۴) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) در پروکاریوت‌ها دنای اصلی به غشای پلاسمایی متصل است. پروکاریوت‌ها می‌توانند **اغلب** در دنای خود دارای یک نقطهٔ آغاز همانندسازی باشند. (ب) همهٔ یاخته‌های زنده‌ای که همانندسازی هم داشته باشند می‌توانند از یک رشتهٔ دنا به عنوان الگو برای دو آنزیم دنابسپاراز و رنابسپاراز استفاده نمایند. هلیکاز فقط برای همانندسازی است. (ج) دقت کنید که در پروکاریوت‌ها، فقط یک نوع رنابسپاراز و یک محل برای فعالیت آن وجود دارد (چون راکیزه و دیسه ندارند). در این جانداران همانندسازی باید زمانی انجام شود که پروتئین‌های فشرده کننده (به‌جز هیستون) به دنا متصل نباشند اما در این حالت پروتئین‌هایی مانند هلیکاز و دنابسپاراز به دنا متصل هستند. (د) فرایند پیرایش مولکول رنای پیک در **یوکاریوت‌ها** دیده می‌شود. دقت کنید بعضی از یاخته‌های یوکاریوتی مثل پلاسموسیت‌ها در مرحلهٔ G_0 چرخهٔ یاخته‌ای قرار دارند، در نتیجه نمی‌توان گفت این یاخته‌ها به طور حتم دنای اصلی خود را همانندسازی می‌کنند.

۳۲۳۸: (۱) به عنوان مثال **ریزوبیوم‌ها** با ریشهٔ گیاهان رابطهٔ همزیستی دارند اما پیرایش ویژهٔ **یوکاریوت‌هاست** (این عبارت مثلاً در مورد قارچ‌های شرکت‌کننده در قارچ‌ریشه‌ای صحیح است).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** همهٔ جانداران با داشتن **آنزیم‌ها**، در کاهش انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها مؤثرند. **گزینهٔ (۳):** همهٔ جانداران، **گلیکولیز را در مادهٔ زمینه سیتوپلاسم** انجام می‌دهند و در فرایند گلیکولیز، حامل الکترونی *NADH* را تولید می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** در پروکاریوت‌ها، دنای اصلی به غشای یاخته متصل است. در پروکاریوت‌ها، رنابسپاراز می‌تواند راه‌انداز همه ژن‌ها را شناسایی کند.

۳۲۳۹ (۳) عامل سینه‌پهلو نوعی پروکاریوت است و پیرایش ندارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پلاسموسیت، تقسیم نمی‌شود و در هسته فاقد دنابسپاراز فعال است ولی همواره برای فعالیت‌های خود رنابسپاراز فعال در هسته و راکیزه دارد. در راکیزه دنابسپاراز فعال هم در مجاور دنای حلقوی می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** رنابسپاراز ۲ برای ساخت هر رنای پیکی از جمله الگوی ساخت خودش و انواع پروتئین‌ها از جمله اینترفرون‌ها در لنفوسیت T و کشندهٔ طبیعی نقش ایفا می‌کند. **گزینهٔ (۴):** آزولا نوعی گیاه و یوکاریوت است که رناهای ساخته شده در هسته به سیتوپلاسم می‌آیند ولی رناهای درون راکیزه باقی می‌مانند و آن‌جا فعالیت می‌کنند.

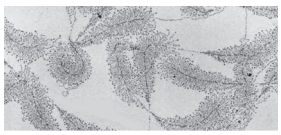
۳۲۴۰ (۴) طبق شکل کتاب، در برخی ژن‌ها، **رشتهٔ بالایی** دنا و در برخی **رشتهٔ پایینی** آن به عنوان الگو مورد استفاده قرار می‌گیرند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** رنای پیک ممکن است دستخوش تغییراتی در **حین رونویسی** و یا **پس از آن** شود. **گزینهٔ (۲):** سمتی از رنای پیک که **زودتر** ساخته می‌شود، **زودتر** هم ترجمه می‌شود. **گزینهٔ (۴):** رشتهٔ پلی‌پپتیدی، از سر **آمینی** شروع به تشکیل شدن می‌کند، در نتیجه، **متیونین** اولین آمینواسید در انتهای **آمینی** همهٔ پلی‌پپتیدهای تازه ساخته شده است.

۳۲۴۱ (۲) ژن‌های مورد نظر مربوط به ساخت RNA درون **رناتن** هستند و سبب ساخت تعداد زیادی ***rRNA*** می‌شوند. $rRNA$ نه می‌تواند مثل $tRNA$ها آمینواسید حمل کند و نه مثل $mRNA$ها به انتقال اطلاعات DNA بپردازد بلکه این مولکول ($rRNA$) در تولید ریبوزوم و با نقش کاتالیزوری در تشکیل پیوند پپتیدی نقش دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پارامسی یوکاریوت است و ژن‌های مرتبط به هم که دارای یک راه‌انداز باشد را ندارد! (سیستم‌های چند ژن با یک راه‌انداز همانند ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز و مالتوز، ویژهٔ پروکاریوت‌هاست.) **گزینهٔ (۳):** در این ژن‌ها می‌توان با میکروسکوپ الکترونی (نه نوری)، تعداد زیادی رنای در حال رونویسی از یک ژن را مشاهده کرد. **گزینهٔ (۴):** این نوع RNA، اطلاعاتی برای ساخت **پروتئین‌های** ریبوزومی ندارد بلکه نوعی RNA ریبوزومی می‌باشد (اطلاعات ساخت هر نوع پروتئینی روی $mRNA$ قرار دارد).

شدت رونویسی



به طور کلی میزان رونویسی یک ژن به مقدار نیاز یاخته به فراورده‌های آن بستگی دارد. بعضی ژن‌ها، مانند ژن‌های سازندهٔ رنای رِناتَنی در یاخته‌های **تازه تقسیم شده** بسیار فعال‌اند؛ زیرا باید تعداد زیادی از این نوع رِنا را بسازند. در این نوع ژن‌ها، هم‌زمان تعداد زیادی رنابسپاراز از ژن رونویسی می‌کنند. به این دلیل که در هر زمان، رنابسپارازها در مراحل مختلفی از رونویسی هستند، در زیر میکروسکوپ **الکترونی**، اندازهٔ رناهای ساخته شده متفاوت دیده می‌شوند. در این تصاویر رناها از اندازهٔ کوتاه به بلند دیده می‌شوند.

۳۲۴۲ (۲) موارد (الف) و (ج) نادرست است.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** جهت رونویسی از سمت (A) به سمت (B) است اما دقت کنید که رنابسپارازهایی که از این قسمت از ژن رونویسی می‌کنند همگی از یک نوع هستند. (ب) درست. یکی از عوامل مؤثر بر سرعت رونویسی، تعداد نوکلئوتیدهای گوانین‌دار و آدنین‌دار است. هر چه تعداد نوکلئوتیدهای گوانین‌دار بیشتر باشد سرعت رونویسی نیز به دلیل تشکیل تعداد پیوند هیدروژنیِ بیشتر، بیشتر است. (ج) **نادرست.** رنابسپارازهای سمت (B) زودتر از رنابسپارازهای سمت (A) شروع به رونویسی کرده‌اند؛ در نتیجه مدت فعالیت آن‌ها بیشتر است. (د) درست. به خاطر رونویسی از یک قسمت از ژن، همهٔ رناهای تولیدی توالی یکسانی دارند.

۳۲۴۳ (۳) موارد (الف) و (ج) درست هستند. در ابتدا دقت کنید که هلیکاز مولکولی پروتئینی است و مونومرهای آن آمینواسیدها هستند اما مونومرهای راه‌انداز، دنا و رنا هر سه از نوع نوکلئوتیدهای ریبوز یا دئوکسی‌ریبوزدار هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** این عبارت‌ها در رابطه با **آمینواسید** هستند، که شکل نهایی هر پروتئین به آمینواسیدها و ماهیت شیمیایی گروه R آن‌ها بستگی دارد. (ب) نادرست. راه‌انداز رونویسی نمی‌شود و رونوشت ندارد. (ج) **درست.** کروموزوم از دنا و پروتئین در واحدهای نوکلئوزومی به وجود آمده است که هر دو مولکول پیوند هیدروژنی دارند. (د) نادرست. نوکلئوتید C و Uدار رنا، یک حلقه قند پنج‌ضلعی و باز آلی شش‌ضلعی دارند (این عبارت فقط برای پورین‌ها صحیح است).

۳۲۴۴ (۲) موارد (الف) و (ج) صحیح و موارد (ب) و (د) نادرست هستند چون در مورد (ب) عبارت باید رونویسی باشد نه همانندسازی و در مورد (د) نیز زمانی که چند رنابسپاراز هم‌زمان، بر روی یک ژن رونویسی را انجام می‌دهند ضمن فعالیت هر آنزیم، رشتهٔ الگو و رشتهٔ رمزگذار در آن قسمت از هم جدا می‌شوند.

بررسی موارد (الف) جهت رونویسی از طرف رنای کوتاه‌تر به‌سمت رنای بلندتر است. یعنی رنای کوتاه به راه‌انداز نزدیک‌تر است و رنای بلند از راه‌انداز آن ژن دورتر است. (ج) هرچه آنزیم رنابسپاراز، از راه‌انداز دورتر و به توالی پایان نزدیک‌تر می‌شود، رنای در حال ساخت، بلندتر می‌شود.

۳۲۴۵ (۴) موارد (ب) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. با توجه به طول مولکول‌های رنای تولید شده که از کوتاه به بلند می‌باشد، رونویسی در جهت (الف) انجام می‌شود. (ب) **درست.** با توجه به طول رناهای تولید شده، توالی راه‌انداز در سمت A قرار دارد. (ج) نادرست. دقت کنید چندین آنزیم در حال رونویسی هستند، اما آن را به صورت هم‌زمان آغاز نکرده‌اند. (د) **درست.** توالی همهٔ رناهای تولید شده یکسان بوده و از یک **نوع** هستند ولی تعداد آن‌ها زیاد است. (ه) نادرست. دقت کنید رناهای تولید شده، الزاماً رنای پیک نیستند، ممکن است سایر انواع مولکول رنا باشند.

۳۲۴۶ (۲) آنزیم DNAپلی‌مراز در طی عملکرد پلی‌مرازی خود باعث شکسته‌شدن پیوند هیدروژنی نمی‌شود (البته در فصل ۷ هم آنزیم لیگاز را می‌خوانید که این ویژگی تشکیل پیوند فسفودی‌استر را دارد ولی پیوند هیدروژنی را نمی‌شکند).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** برای آنزیم RNAپلی‌مراز صادق نیست. **گزینهٔ (۲):** برای آنزیم هلیکاز صادق نیست. **گزینهٔ (۴):** آنزیم DNAپلی‌مراز در تشکیل پیوند فسفودی‌استر نقش دارد این آنزیم در همانندسازی شرکت می‌کند نه رونویسی.

فعالیت آنزیم‌های رونویسی ۳۴۳

آنزیم	شکستن پیوند	هیدرولیز پیوند	استفاده از انرژی زیستی	شکستن پیوند فسفودی‌استر	تشکیل پیوند فسفودی‌استر	شکستن پیوند هیدروژنی	تشکیل پیوند هیدروژنی
دنابسپاراز	+	+	+	+	+	-	-
رنابسپاراز	+	+	+	-	+	+	-
هلیکاز	+	-	+	-	-	+	-
برش‌دهنده‌ها	+	+	+	+	-	-	-
لیگاز	-	-	+	-	+	-	-

۳۲۴۷: (۱)

در صورتی که در یک مولکول دنا یوکاریوتی، بین دو ژن متوالی
- راه‌اندازی نباشد ← قطعاً جهت رونویسی در رشتهٔ الگوی آن‌ها متفاوت است.
- دو راه‌انداز باشد ← قطعاً جهت رونویسی و رشتهٔ الگوی آن‌ها متفاوت است.
- یک راه‌انداز باشد ← قطعاً جهت رونویسی و رشتهٔ الگوی یکسانی دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در یاخته‌های تازه تقسیم شده، ژن‌های سازندهٔ **رنای ناقلی** بسیار فعال هستند. **گزینهٔ (۳):** اتصال رنای کوچک به رنای پیک، **پس از پایان** رونویسی و برای مهار ترجمه رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** رونوشت اینترون (میانه) مربوط به رنای نابالغ است. دقت کنید که دنا دارای بیانه و میانه است، نه رونوشت آن‌ها و در حلقه‌های تشکیل شده خود میانه بر روی دنا دیده می‌شود!

۳۲۴۸: (۴) سؤال در مورد رنای پیک یا *mRNA* یوکاریوتی می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. هیچ‌گاه طی ترجمه، رنای پیک به آمینواسید متصل نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** نادرست. در یوکاریوت‌ها به دلیل وجود غشای هسته، همواره فرایند رونویسی در هسته و ترجمه در سیتوپلاسم به‌طور مجزا صورت می‌گیرد، یعنی نمی‌توان رنایی یافت که هم در انتهای خود در حال رونویسی و مکمل‌گذاری با دنا باشد و هم از ابتدای خود به رنای ناقل برای ترجمه متصل باشد. **گزینهٔ (۳):** نادرست. در مرحلهٔ پایان پس از خروج رنای ناقل، حرکت رناتن نداریم. **گزینهٔ (۴): درست.** رنای پیک یوکاریوتی، پس از ساخته شدن، طی پیرایش، با حذف رونوشت‌های اینترون (میانه) کوتاه می‌شود. این رنای پیک ممکن است در هنگامی که یاخته نیازی به ترجمهٔ یک نوع رنای پیک ندارد، قطعه‌ای رنای کوتاه با ابتدای آن مکمل شود و با پیوند هیدروژنی به آن متصل شود تا رناتن نتواند رمزهٔ آغاز ترجمه را تشخیص دهد.

۳۲۴۹: (۱) توبره‌واش نوعی گیاه و در نتیجه یوکاریوت است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در هسته برای بلوغ *mRNA*، بین **رونوشت‌های بیانه** پیوند فسفودی‌استر برقرار می‌شود. همچنین بین *DNA* هسته و *mRNA* نیز، عمل رونویسی در هسته صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۲):** شکستن پیوند رونوشت‌های میانه از رونوشت‌های بیانهٔ *mRNA* در هسته صورت می‌گیرد؛ ولی پیوند پپتیدی بین هر دو آمینواسید در رناتن در **سیتوپلاسم** صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۳):** پیوند بین نوکلئوتیدهای **دو رمزه**، در هنگام رونویسی با اتصال هر نوکلئوتید به نوکلئوتید قبلی در **هسته** صورت می‌گیرد؛ ولی پیوند بین *tRNA* و *mRNA* **در سیتوپلاسم** برای ترجمه صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** شکستن پیوند بین آمینواسید و *tRNA* در جایگاه *P* رناتن **در سیتوپلاسم** ولی تشکیل پیوند بین مونومرهای *rRNA* در **هسته** و در هنگام رونویسی صورت می‌گیرد.

۳۲۵۰: (۴) موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند ولی مورد (د) درست است، چون روی دنا، ۶۴ نوع رمز وجود دارد که رونوشت ۶۱ نوع آن قابل ترجمه به آمینواسید می‌باشد (دقت کنید که همهٔ رمزهای دنا، رونویسی می‌شوند ولی اغلب کدون‌ها یا رمزه‌ها، ترجمه می‌شوند).

بررسی موارد **الف)** ترجمه از روی رونوشت رمز یا همان رمزه (کدون) انجام می‌شود. (هیچ‌گاه از رمز دنا، ترجمه صورت نمی‌گیرد ولی همهٔ آن‌ها قابل رونویسی هستند.) **ب)** تولید پروتئین فقط از روی رونوشت ژن‌ها صورت می‌گیرد (نه توالی‌های بین‌ژنی). **ج)** در **پروکاریوت‌ها**، رونویسی توسط رنابسپاراز واحدی صورت می‌گیرد. در یوکاریوت‌ها انواعی از رنابسپاراز وجود دارند.

۳۲۵۱: (۴) دقیقاً بر طبق متن کتاب فصل ۱ دهم و این فصل دوازدهم، انرژی تولید پروتئین از انرژی‌های زیستی **مانند** *ATP* (نه فقط ATP) تأمین می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** همواره بین دو آمینواسید اول و دوم، پیوند پپتیدی بین گروه کربوکسیل آمینواسید اول با گروه آمین آمینواسید دوم برقرار می‌شود که طی آن *H* آمینواسید اول به همراه *OH* آمینواسید دوم، یک مولکول آب ایجاد می‌کند. **گزینهٔ (۲):** اتفاقاً در مورد این گزینه کاملاً می‌توان گفت که مثلاً *UAA* در رمزه همانند *ATT* در رمز دنا، برای تولید آمینواسید نمی‌باشد. **گزینهٔ (۳):** به جز آمینواسید اول که فقط از انتهای کربوکسیل خود و آمینواسید آخر که از انتهای آمین خود، پیوند پپتیدی تشکیل می‌دهند، سایر آمینواسیدها از دو سمت آمین و کربوکسیل خود به تولید پیوند پپتیدی می‌پردازند.

۳۲۵۲: (۲) همواره قسمت اولی از رنا که تولید شده است، زودتر نیز در ترجمه شرکت می‌کند. *گول رو سمت فلش را نخورید.*

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پس از ایجاد ساختار اول پروتئین‌ها، در ساختار دوم بین همین دو عامل آمین و کربوکسیل، پیوند هیدروژنی ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۳):** در هر جاندار سازوکارهایی جهت محافظت از مولکول‌ها برای استفادهٔ بیشتر از آن‌ها وجود دارد. **گزینهٔ (۴):** با توجه به اینکه رونویسی و ترجمه هم‌زمان در حال رخ دادن است، همهٔ موارد می‌تواند در سیتوپلاسم پروکاریوت رخ دهد.

۳۲۵۳: (۲) مواد اولیهٔ مصرفی در ترجمه، **آمینواسیدها** هستند. طی عمل ترجمه، آمینواسیدها با هم پیوند پپتیدی برقرار می‌کنند. ممکن نیست تشکیل پیوند پپتیدی و فعالیت رناتن (ریبوزوم)، درون هستهٔ یاخته دیده شود ولی این عمل در ریبوزوم‌های درون اندامک‌های دیسه، راکیزه و ریبوزوم‌های سیتوپلاسمی رخ می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** *ATP* منظور است که فقط در **برخی** فرایندهای انتقال فعال استفاده می‌شود. **گزینهٔ (۳):** رنای ناقل منظور است و برخلاف رنای پیک که الگوی ترجمه است، پیوند هیدروژنی دارد. **گزینهٔ (۴):** رناتن یکی از عوامل لازم به عنوان محل ترجمه است که در رنای رناتنی خود همانند *ATP*، دارای ریبوز می‌باشد.

۳۲۵۴: (۲) با توجه به شکل کتاب، در هر دو مدل ساختاری، جایگاه تعیین کنندهٔ نوع آمینواسید اتصالی به رنا یا همان توالی پادرمزه، دورترین توالی به جایگاه اتصال به آمینواسید می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در ساختار اولیهٔ رنای ناقل، سه حلقه با فاصله دیده می‌شوند. ولی در ساختار نهایی دو عدد از این حلقه فشرده شده و در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند اما حلقهٔ حاوی توالی پادرمزه (آنتی‌کدون) در کنار آن‌ها قرار نمی‌گیرد. **گزینهٔ (۳):** پیوند بین نوکلئوتید جایگاه اتصال و آمینواسید از نوع پیوند پپتیدی یا فسفودی‌استر نمی‌باشد. **گزینهٔ (۴):** علاوه‌بر حلقه‌ها، نوکلئوتیدهای جایگاه اتصال به آمینواسید هم پیوندهیدروژنی تشکیل نمی‌دهند.

۳۲۵۵: (۴) فقط مورد (ج) عبارت را به درستی کامل می‌کند.

بررسی موارد **الف)** نادرست. در یاخته‌های پروکاریوتی، شبکهٔ آندوپلاسمی و دستگاه گلژی وجود ندارد. **ب)** نادرست. آنزیم متصل کنندهٔ آمینواسید به رنای ناقل، نوعی پیوند اشتراکی **غیرپپتیدی** را ایجاد می‌کند که این پیوند در جایگاه *P* ریبوزوم در زمان ترجمه شکسته می‌شود. **ج)** **درست.** با توجه به شکل ۹ صفحه ۲۹ زیست‌شناسی دوازدهم و متن در مورد ترتیب ورود مواد به آنزیم صحیح است. **د)** نادرست. هر آنزیم ویژهٔ اتصال رنای ناقل به آمینواسید، دو جایگاه با اندازهٔ متفاوت دارد ولی فقط یک جایگاه **فعال** برای تشکیل پیوند اشتراکی دارد.

۳۲۵۶ (۲) تغییر *pH* محیط می‌تواند بر پیوندهای شیمیایی پروتئین تأثیر بگذارد و شکل آن را تغییر بدهد. بنابراین هنگامی که این تغییر در محیط انجام شود، با تغییر وضعیت گروه‌های *R* آمینواسید، شکل پروتئین نیز دچار دگرگونی می‌شود (پیوند بین گروه‌های آمین و کربوکسیل خیلی جای تغییر ندارد، پس هر دگرگونی‌ای که به وجود می‌آید، مربوط به گروه R آمینواسید است).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** باز کردن مارپیچ دنا و گسستن پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته، هر دو توسط آنزیم هلیکاز صورت می‌گیرد (نه دو آنزیم مختلف). **گزینهٔ (۳):** در رنای ناقل نواحی دارای نوکلئوتیدهای مکمل با هم پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهند، این موضوع باعث می‌شود که برخی نوکلئوتیدهای غیرمکمل هم بدون تشکیل پیوند، مقابل هم قرار بگیرند اما در برخی نقاط این اتفاق نمی‌افتد و رنا به شکل حباب درمی‌آید. با توجه به شکل نهایی رنای ناقل، فقط دو قسمت جانبی (نه قسمت پادرمزه) در انتها بدون پیوند هیدروژنی کنار هم قرار می‌گیرند. **گزینهٔ (۴):** اتفاقاً برعکس است. هنگام همانندسازی ابتدا پیوند اشتراکی بین گروه‌های فسفات شکسته شده سپس پیوند فسفودی‌استر برقرار می‌شود.

۳۲۵۷ (۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** مطابق شکل کتاب درسی، ساختار **سه‌بعدی** فعال رنای ناقل که مانند حرف *L* انگلیسی برعکس است، در جایگاه فعال آنزیم ویژه‌ای قرار می‌گیرد (نه این ساختار که تاخوردهٔ اولیه است!) که آمینواسید را به رنای ناقل متصل می‌کند. (ب) **نادرست.** مطابق متن کتاب، مولکول‌های رنای ناقل فقط در ناحیهٔ پادرمزه قطعاً با هم متفاوت هستند. اگر مثلاً توالی‌های دو پادرمزهٔ مربوط به دو رنای ناقل به صورت *UAA* و *UAG* باشند، در نتیجه این دو رنای ناقل چون انواعی توالی‌های مشابه دارند ممکن است فقط در یک نوکلئوتید با هم تفاوت داشته باشند. (ج) **نادرست.** دقت کنید در این ساختار، تاخوردگی‌های اولیهٔ رنا مشاهده می‌شود و ساختاری قبل از آن وجود ندارد. (د) درست. در این ساختار دو حلقهٔ جانبی از هم دور هستند ولی در ساختار سه‌بعدی تاخوردهٔ نهایی بعدی آن دو حلقهٔ جانبی کنار هم قرار می‌گیرد.

۳۲۵۸ (۳) موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست می‌باشند. رناهای **ناقل** در ساختار خود پیوند هیدروژنی دارند.



بررسی موارد (الف) درست. هر رنای ناقل به واسطهٔ توالی پادرمزهٔ خود تنها می‌تواند به **یک نوع** آمینواسید متصل شود که این اتصال توسط آنزیم‌های ویژه‌ای صورت می‌گیرد که با تشخیص پادرمزه در رنای ناقل، آمینواسید مناسب را یافته و به آن وصل می‌کند. (ب) **نادرست.** پس از رونویسی (نه حین رونویسی) بخش‌هایی از رنای ناقل تا می‌خورد سپس رنای ناقل، تاخوردگی‌های **مجددی** پیدا می‌کند و ساختار سه‌بعدی خود را به‌وجود می‌آورد. در رنای ناقلِ هر جانداری، پس از رونویسی تغییر ساختار بدون حذف قطعه و بدون پیرایش صورت می‌گیرد. (ج) **نادرست.** باتوجه به شکل، در ساختار سه‌بعدی فاصلهٔ بین جایگاه اتصال آمینواسید و پادرمزه در حداکثر فاصله ممکن قرار دارند. (د) **نادرست.** طبق شکل *tRNA*، انتهایی که جایگاه اتصال به آمینواسید دارد، برخلاف انتهای دیگر فاقد پیوند هیدروژنی است.

۳۲۵۹ (۲) موارد (الف) و (ج) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** در رناهای ناقل و الگوهای سازندهٔ آن‌ها، تفاوت قطعاً در توالی پادرمزهٔ آن‌هاست و سایر قسمت‌های مولکول از جمله دو سر آن می‌توانند انواع توالی مشابهی داشته باشند. (ب) نادرست. اتصال رنای ناقل به آمینواسید، به توالی **پادرمزه** بستگی دارد (نه رمزه!). (ج) **درست.** رناتن از رنا و پروتئین رناتنی ایجاد شده و کروماتین از دنا و پروتئین است که هر دو نوکلئوپروتئینی هستند. (د) نادرست. هم در ساختار تاخوردهٔ اولیه و هم در ساختار سه‌بعدی نهایی رناهای ناقل، پیوند هیدروژنی دیده می‌شوند.

۳۲۶۰ (۲) موارد (الف) و (ب) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** ساختار مورد سؤال ساختار **نهایی** رنای ناقل است و ساختار بعدی ندارد. (ب) **نادرست.** فقط قسمت (۱) در جایگاه فعال قرار می‌گیرد و پیوند با آمینواسید برقرار می‌کند. (ج) درست. با توجه به شکلِ ساختار تاخوردهٔ اولیهٔ رنای ناقل، تاخوردگی کوچکی بین پادرمزه و حلقهٔ سمت چپ در جهتی قرار دارد که در انتها به سمت جایگاه اتصال آمینواسید می‌باشد. (د) درست. در ترجمه قسمت (۲) به عنوان پادرمزه با رمزهٔ خود پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند.

۳۲۶۱ (۳) موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست می‌باشند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** رنای پیک ساخت فاکتور داخلی معده، توسط یاختهٔ کناری بیان می‌شود نه یاختهٔ اصلی! (از طرفی کوتاه شدن رنا، مخصوص رنای پیک یوکاریوتی است). (ب) **نادرست.** رنای ناقل منظور سؤال است که در هر قسمتی به‌جز پادرمزهٔ خود می‌تواند توالی *AUU* داشته باشد (در حقیقت توالی AUU چون مکمل رمزهٔ پایانی UAA است، هیچ‌گاه به عنوان پادرمزه وجود ندارد). (ج) درست. رنای ناقل پیوند هیدروژنی دارد که اطلاعاتی برای ساخت پروتئین حمل نمی‌کند. (د) **نادرست.** پپسینوژن چون اگزوسیتوز می‌شود رناتن سازندهٔ آن روی شبکهٔ آندوپلاسمی قرار دارند (نه رناتن آزاد!).

۳۲۶۲ (۲) در یک سمت هر رنای ناقل، **جایگاه اتصال آمینواسید** دیده می‌شود که در همهٔ رناهای ناقل **یکسان** است.

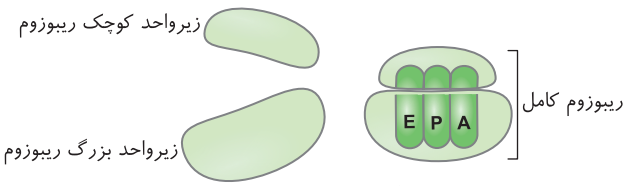
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید که یک آمینواسید، ممکن است **بیش از یک کدون مختص خود** داشته باشد و بتواند به **بیش از یک نوع رنای ناقل** متصل شود. **گزینهٔ (۴):** ممکن است از روی یک ژن پروتئین‌ساز، **چندین رنای پیک پی‌درپی** تولید شده باشد که در این حالت، رناهای پیک پیام‌هایی **تکراری** را به سیتوپلاسم می‌آورند. همچنین رناهای پیکی که درون **میتوکندری** تولید شده‌اند، به مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم نمی‌آیند. **گزینهٔ (۴):** برای مثال، **رنابسپاراز ۲** راه‌انداز **چند نوع** ژن پروتئین‌ساز مختلف را می‌تواند شناسایی کند یا **رنابسپاراز پروکاریوتی** درون **میتوکندری**، راه‌انداز **چندین نوع** ژن مختلف را شناسایی می‌کند.

۳۲۶۳ (۳) موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست می‌باشند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** در رناتن رشتهٔ پلی‌پپتیدی و ساختار اول آن تولید می‌شود. (ب) **نادرست.** هر زیرواحد کوچک یا بزرگ رناتن، یک رنا و چند پروتئین دارد. (ج) درست. در مورد (ب) توضیح دادم. (د) **نادرست.** در ساختار **کامل** رناتن سه جایگاه *A*، *P* و *E* قرار دارد.

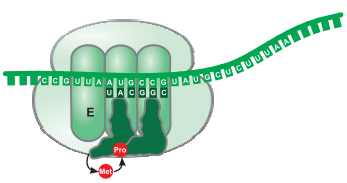
نکات ساختار ریبوزوم (رناتن) از متن و شکل‌ها

- رناتن ساختار یا اندامکی بدون غشا در همهٔ یاخته‌های موجودات می‌باشد.
- این ساختار از *rRNA* و پروتئین‌های رناتنی به وجود آمده است که به صورت فعال، علاوه‌بر مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم، درون میتوکندری و کلروپلاست و یا روی غشای شبکهٔ آندوپلاسمی نیز وجود دارد.
- *RNA*های رناتنی آن، از روی رشتهٔ *DNA* الگو و پروتئین‌های رناتنی آن، از روی *mRNA* ساخته شده‌اند.
- این اندامک، محل ساخت رشتهٔ پلی‌پپتید در حین عمل ترجمه می‌باشد؛ که دو زیرواحد کوچک و بزرگ دارد.
- هر زیرواحد آن، یک *rRNA* و تعدادی پروتئین رناتنی مربوط به آن‌ها را در کنار هم دارد.
- در شروع و انتهای فرایند پروتئین‌سازی، دو زیرواحد رناتن از هم جدا می‌باشند ولی در حین این عمل، دو زیرواحد روی هم قرار می‌گیرند و شکل رناتن کامل می‌شود.
- رناتن کامل شده و دو زیرواحد متصل به هم، حاوی سه جایگاه به نام *A*، *P* و *E* می‌باشد؛ که در توضیح مراحل ترجمه به فعالیت هر جایگاه می‌پردازیم.
- به‌طور خلاصه و تیتروار در نظر داشته باشید که جایگاه *P* (Polypeptide)، مربوط به منطقهٔ قرارگیری پلی‌پپتید در حال ساخت است، جایگاه *A* (Aminoacid) مربوط به منطقه ورود آمینواسید **جدید** می‌باشد و جایگاه *E* (Exit) مربوط به منطقهٔ **خروج** *tRNA* بدون آمینواسید می‌باشد.



«ترتیب قرارگیری زیرواحدهای رناتن»

۳۲۶۴ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** کدون‌های *UAA*، *UAG* و *UGA* هیچ آمینواسیدی را رمز نمی‌کنند و به آن‌ها کدون (رمزه)های پایان گفته می‌شود؛ این کدون‌ها در اتمام فرایند ترجمه نقش دارند. تمامی این کدون‌ها دارای نوکلئوتیدهایی با دو بازآلی پورین و یک بازآلی پیریمیدین می‌باشند، بنابراین دارای ۵ حلقهٔ آلی باز نیتروژن‌دار و ۳ حلقهٔ آلی قند بدون نیتروژن (جمعاً ۸ حلقهٔ آلی) می‌باشند. **گزینهٔ (۲):** رنای ناقل قبل از فعالیت آنزیم اتصال دهندهٔ آمینواسید و بعد از خارج شدن از جایگاه *E* ریبوزوم، به آمینواسیدی متصل نمی‌باشد. **گزینهٔ (۳):** هر زیرواحد رناتن، یک رنای رناتنی دارد. پس هر دو رنای رناتنی توسط یک نوع رنابسپاراز پروکاریوتی یا رنابسپاراز نوع ۱ یوکاریوتی تولید می‌شود. **گزینهٔ (۴):** با توجه به شکل رناتن، طی ترجمه، رناهای ناقل فقط در قسمت زیرواحد بزرگ رناتن قرار می‌گیرند.



۳۲۶۵ (۱) فقط مورد (د) نادرست است. اکسی‌توسین یک هورمون پروتئینی است.

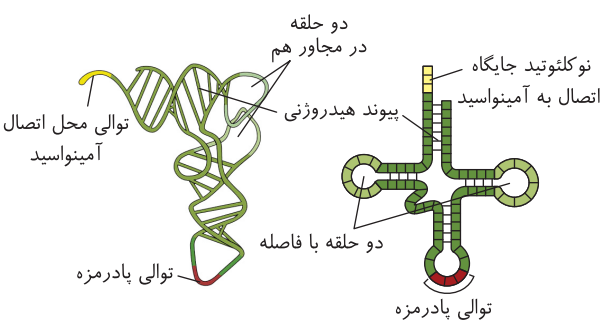
بررسی موارد (الف) درست. در مورد آنزیم‌های مسئول اتصال رنای ناقل به آمینواسید صحیح است. (ب) درست. در مورد رناهای ناقل و هر ساختار تاخوردهٔ آن‌ها صحیح است. (ج) درست. در مورد رناتن که حاوی رنا و پروتئین است صدق می‌کند. (د) **نادرست**. در مورد رنای ناقل و توالی ابتدای آن برای معرفی کدون **آغاز** می‌باشد (نه پایان!).

۳۲۶۶ (۳) موارد (الف)، (ج) و (د) صحیح هستند. سؤال در مورد **ترجمه** است و باید عباراتی را انتخاب کنیم که در مورد **برخی** از موارد مورد نیاز صحیح باشد (نه همهٔ آن‌ها!).

بررسی موارد (الف) **درست**. در مورد رنای ناقل و پیک صحیح است. (ب) نادرست. **همهٔ** مواد مورد نیاز ترجمه، از مولکول‌های زیستی هستند و دارای *C*، *H* و *O* می‌باشند (نه برخی!). (ج) **درست**. در مورد رنای ناقل صحیح است. (د) **درست**. در مورد ساختار آمینواسید صحیح است. دقت کنید که تولید آب در تشکیل پیوند اشتراکی بین زیرواحدهای مختلف می‌باشد.

۳۲۶۷ (۲) دقت کنید که هنگام همانندسازی، تشکیل پیوند فسفودی‌استر همواره **کمی بعد از** شکستن پیوند اشتراکی بین فسفات‌های نوکلئوتید سه‌فسفاته روی می‌دهد ولی در حالت ویرایش می‌تواند بعد از شکستن پیوند فسفودی‌استر رخ دهد. در این سؤال دقت کنید که طراح پیوند فسفواستر را عنوان کرده است نه فسفودی‌استر!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** **هلیکاز**، مارپیچ دنا و دو رشتهٔ آن را از هم باز می‌کند. **گزینهٔ (۳):** تغییر *pH* می‌تواند سبب تغییر ساختار سه‌بعدی پروتئین‌ها شود و ساختار سوم پروتئین‌ها را با تغییر در وضعیت گروه‌های *R* آمینواسیدها نسبت به یکدیگر تغییر دهد. **گزینهٔ (۴):** طبق شکل، در یک رنای ناقل نهایتاً در ساختار سه‌بعدی، **حلقه‌های جانبی** که نوکلئوتیدهای غیرمکمل دارند در مجاورت هم قرار می‌گیرند در حالی‌که در ساختار پیچ‌خوردهٔ اولیه از هم دور هستند.



۳۲۶۸ (۱) دقت کنید که سؤال فقط در مورد مرحلهٔ **آغاز** ترجمه است. پس اصلاً مورد (ج) رخ نمی‌دهد که مخصوص مرحلهٔ طویل شدن است. از طرفی در این مرحله ابتدا رنای ناقل به رنای پیک در جایگاه *P* (البته P ناکامل) متصل می‌شود و سپس زیرواحد بزرگ روی زیرواحد کوچک قرار می‌گیرد (پس مورد (الف) هم نادرست است). در غیر این دو مورد ترتیب موارد (ب) ← (ه) ← (د) صحیح است.

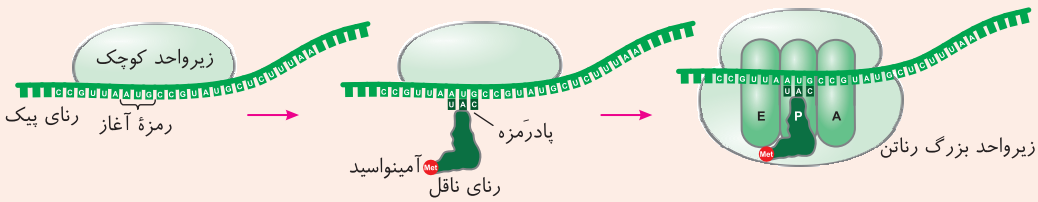
مراحل آغاز و طویل شدن ترجمه ۳۴۴

مرحلهٔ آغاز

مراحل

۱) اتصال رناتن به رنای پیک و هدایت زیرواحد کوچک رناتن توسط بخش‌هایی از رنای پیک به سمت کدون آغاز
۲) اتصال رنای ناقل مکمل با کدون آغاز و استقرار آن در جایگاه *P* تکمیل نشده (با تشکیل پیوند هیدروژنی)
۳) اضافه شدن زیرواحد بزرگ رناتن به مجموعه و کامل شدن ساختار رناتن (رنای ناقل در زیرواحد بزرگ قرار دارد.)

نکات شکل



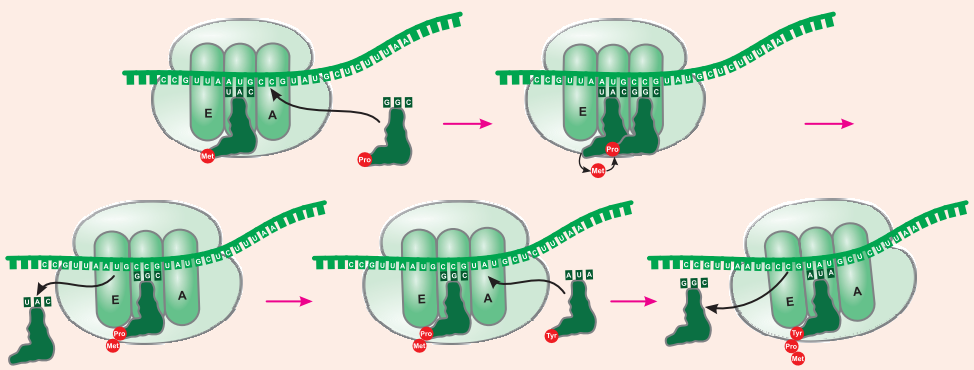
- قبل از اتصال بخش بزرگ رناتن، آمینواسید متیونین ترجمه شده است.
- بین رنای ناقل و رنای پیک، پیوند هیدروژنی در خارج رناتن تشکیل می‌شود.
- در جایگاه‌های *A* و *E*، توالی سه نوکلئوتیدی قابل مشاهده است اما رنای ناقل و پادرمزه مشاهده نمی‌شود.
- همواره آمینواسید(های) متصل به *tRNA* به سمت جایگاه *E* قرار گرفته‌اند.

مرحلهٔ طویل شدن

مراحل

- در این مرحله ممکن است رناهای ناقل مختلفی وارد جایگاه *A* رناتن شوند ولی فقط رنایی که پادرمزهٔ مکمل با کدون جایگاه *A* دارد **استقرار** پیدا می‌کند، در غیر این صورت رنای ناقل جایگاه *A* را ترک می‌کند (استقرار رنای ناقل یعنی تشکیل پیوندهای هیدروژنی صحیح).
- آمینواسید جایگاه *P* از رنای ناقل خود جدا شده و با گروه آمین آمینواسید جایگاه *A* پیوند برقرار می‌کند.
- پس از آن رناتن به اندازهٔ یک رمزه به سوی رمزهٔ پایان پیش می‌رود که به عنوان اولین حرکت روی کدون‌ها بررسی می‌شود.
- در این حالت رنای ناقل حامل دی‌پپتید وارد جایگاه *P* و رنای ناقل بدون آمینواسید وارد جایگاه *E* شده و سپس از آن خارج شده و رمزهٔ جدید وارد *A* می‌شود.
- این فرایند بارها انجام می‌شود تا جایگاه *A* رناتن به یکی از رمزه‌های پایان برسد. (UAA,UAG,UGA) در این حالت پلی‌پپتید در جایگاه *P* وجود دارد.

نکات شکل



- فقط در جایگاه *A*، پیوند پپتیدی تشکیل می‌شود.
- طی تشکیل پیوند پپتیدی با واکنش سنتزآبدهی، مولکول آب در جایگاه *A* تولید می‌شود.
- در جایگاه *A*، بین رنای ناقل و رنای پیک، پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود.
- هیدرولیز پیوند اشتراکی بین آمینواسید و رنای ناقل در جایگاه *P* با مصرف آب هم‌زمان است.
- هیدرولیز پیوند بین آمینواسید و رنای ناقل در جایگاه *P* قبل از جابه‌جایی رناتن رخ می‌دهد.
- شکست پیوند هیدروژنی بین رنای ناقل و رنای پیک در جایگاه *E* رخ می‌دهد.
- در این مرحله دو رنای ناقل در رناتن دیده می‌شوند که همیشه یکی از آن‌ها در جایگاه *P* قرار دارد.

۳۲۶۹ (۴) هر چهار مورد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) در مرحلهٔ آغاز ترجمه در جایگاه *A* پیوند هیدروژنی تشکیل نمی‌شود. (ب) پیوند هیدروژنی هیچ‌گاه هیدرولیز نمی‌شود. (ج) و (د) در همهٔ جایگاه‌های رناتن بین نوکلئوتیدهای مجاور پیوند فسفودی‌استر دیده می‌شود. از طرفی در مرحلهٔ طویل شدن در جایگاه *P* پیوند هیدروژنی تشکیل نمی‌شود.

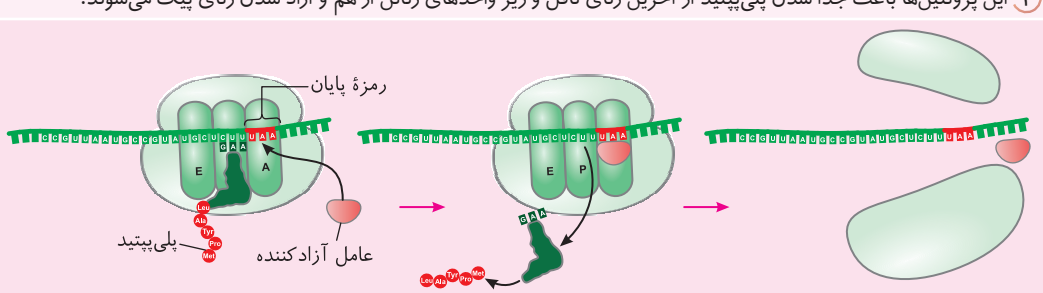
پایان ترجمه ۳۴۵

مرحلهٔ پایان

مراحل

۱) وارد شدن رمزهٔ پایان به جایگاه *A* و اشغال شدن این جایگاه با پروتئین‌هایی به نام **عوامل آزادکننده**
۲) این پروتئین‌ها باعث جدا شدن پلی‌پپتید از آخرین رنای ناقل و زیر واحدهای رناتن از هم و آزاد شدن رنای پیک می‌شوند.

نکات شکل



«مرحلهٔ پایان ترجمه»

- در این مرحله هیچ رنای ناقلی وارد جایگاه *E* و *A* نمی‌شود
- در این مرحله شکست پیوند هیدروژنی بین رنای ناقل و رنای پیک در جایگاه *P*، بعد از جدا شدن رشتهٔ پپتیدی از رنای ناقل می‌باشد.
- خروج عوامل آزادکننده از رناتن، هم‌زمان با جدا شدن دو زیرواحد رناتن از یکدیگر رخ می‌دهند.

۳۲۷۰ (۳) فقط در مرحلهٔ طویل شدن، رنای ناقل از جایگاه *A* خارج می‌شود که بعد از این اتفاق یا مرحلهٔ طویل شدن دوباره ادامه خواهد داشت یا اینکه کدون پایان وارد جایگاه *A* شده و مرحلهٔ پایان پس از آن آغاز می‌شود. در کمترین حالت ما دو عدد آمینواسید که با یک پیوند پپتیدی به هم متصل شده‌اند در جایگاه *P* خواهیم دید.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اگر وارد مرحلهٔ پایان شویم در این صورت رنای ناقل وارد جایگاه *E* نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ پایان جایگاه *A* توسط پروتئین اشغال می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ طویل شدن و پایان بین رمزه و پادرمزه پیوند هیدروژنی تشکیل نمی‌شود.

۳۲۷۱ (۲) تصویر سؤال، مرحلهٔ **طویل‌شدن** ترجمه را با ایجاد یک دی پپتید در *P* نشان می‌دهد که جهت حرکت رناتن از چپ به راست است. وقتی پس از آن رنای ناقل وارد *E* شود، یک رنای ناقل با سه آمینواسید در جایگاه *P* قرار دارد و *A* خالی است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هیچ‌گاه در رناتن هم‌زمان، سه تا رنای ناقل قرار نمی‌گیرد. **گزینهٔ (۳):** پس از این لحظه، ابتدا باید رنای ناقل صحیح در *A* مستقر شود و سپس با تشکیل پیوند پپتیدی در *A* ، دومین حرکت در رناتن زده شود. **گزینهٔ (۴):** قبل از این لحظه، خروج اولین رنای ناقل از *E* بوده است.

۳۲۷۲ (۴) در مورد این تست اول گزینهٔ (۳) را حذف کنید چون روبه‌روی رمزهٔ *UGA* که آمینواسید قرار نمی‌گیرد. ولی همان‌طور که می‌دانید گزینه‌های (۱) و (۲) در جایگاه *A* و گزینهٔ (۴) در جایگاه *P* در آخر ترجمه صورت می‌گیرند.

۳۲۷۳ (۲) موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح می‌باشند.

بررسی موارد **الف) درست.** در مرحلهٔ اول یا آغاز رونویسی، رنابسپاراز، راه‌انداز را شناسایی کرده و پس از شناسایی نقطهٔ آغاز رونویسی، قطعهٔ کوتاهی از ابتدای *RNA* را می‌سازد. (دقت کنید که براساس شکل بیان ژن‌های پروکاریوتی، هر رنابسپاراز، خودش بعد از شناسایی راه‌انداز، حرکت می‌کند تا به نقطه آغاز می‌رسد.) **ب) درست.** رنابسپاراز در مرحلهٔ طویل شدن رونویسی، هم از جلو پیوندهای هیدروژنی دو رشتهٔ *DNA* را باز می‌کند و هم از عقب *RNA* در حال ساخت را از رشتهٔ *DNA* الگو جدا می‌کند. **ج) درست.** بر طبق متن کتاب درسی، در آخر مرحلهٔ دوم یا طویل شدن ترجمه، با آخرین حرکت رناتن، یکی از سه رمزهٔ پایانی در جایگاه *A* رناتن قرار می‌گیرد. **د)** نادرست. ورود *tRNA* آغازین به رناتن و جفت شدن آن‌ها با رمزه، **قبل از** اتصال زیرواحد بزرگ رناتن به کوچک صورت می‌گیرد.

۳۴۶ اتفاقات طی رونویسی

مرحله	شناسایی راه‌انداز	تشکیل *RNA* با فسفودی‌استر	جدا شدن بخشی از *RNA* از *DNA* (باز شدن هیدروژنی)	تجزیهٔ پیوند فسفودی‌استر	تشکیل پیوند هیدروژنی *RNA* با *DNA*	تشکیل پیوند هیدروژنی بین دو رشته *DNA*	باز شدن پیوند هیدروژنی دو رشته *DNA*	تجزیهٔ پیوند بین فسفات‌ها
آغاز	+	+ (کم)	−	−	+	−	+	+
طویل شدن	−	+ + + (زیاد)	+ +	−	+ + +	+ + +	+ + +	+ +
پایان	−	+ (رونوشت جایگاه پایان)	+	−	+	+	+	+

۳۲۷۴ (۲) موارد (ج) و (د) عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند. دقت کنید که چهارمین رنای ناقل وقتی وارد رناتن می‌شود که پس از آن سومین پیوند پپتیدی برقرار شود. در این حالت سومین رمزه در جایگاه *P* و دومین در جایگاه *E* قرار دارد.

نکته
دقت داشته باشید که اولین توالی سه نوکلئوتیدی قبل از کدون آغاز که وارد جایگاه *E* می‌شود را یک کدون به حساب نمی‌آوریم.

بررسی موارد **الف)** نادرست. خروج دومین *tRNA* از جایگاه *E*، **قبل** از ورود چهارمین *tRNA* صورت می‌گیرد. **ب)** نادرست. پیوند پپتیدی همواره بین کربوکسیل آمینواسید قبلی با گروه آمین آمینواسید بعدی (یعنی گروه کربوکسیل سومین آمینواسید با گروه آمین چهارمین آمینواسید) ایجاد می‌شود. **ج) درست.** پس از ورود چهارمین *tRNA*، سومین پیوند پپتیدی تشکیل می‌شود و سپس سومین جابه‌جایی رخ می‌دهد. **د) درست.** به دنبال سومین جابه‌جایی، سومین *tRNA* بدون آمینواسید از جایگاه *P* به *E* منتقل می‌شود.

۳۲۷۵ (۱) همواره در ترجمه، پس از تشکیل هر پیوند پپتیدی، رناتن بر روی رنای پیک به اندازهٔ یک رمزه جلو می‌رود و رنای ناقل بدون آمینواسید از جایگاه *P* برای خروج از رناتن به جایگاه *E* می‌رود و بعد از آن است که رنای ناقل آمینواسید چهارم وارد رناتن می‌شود. (البته یادتون باشه که آخرین رنای ناقل از P رناتن خارج می‌شود و به E وارد نمی‌شود.)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** دومین پیوند پپتیدی در حالتی ایجاد می‌شود که رنای ناقل سوم در رناتن حاوی تری‌پپتید است (نه دوما). در حقیقت دومین پیوند پپتیدی وقتی ایجاد می‌شود که دی‌پپتید از جایگاه *P* و رنای آن وارد *A* شده باشد. **گزینهٔ (۳):** جدایی آمینواسید از رنای ناقل، فقط در جایگاه *P* رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** وقتی دومین پیوند پپتیدی تشکیل شده است، یعنی رشتهٔ پلی‌پپتید حاوی سه آمینواسید است. در این حالت، با حرکت رناتن، چهارمین آمینواسید برای ترجمه وارد رناتن می‌شود.

۳۲۷۶ (۳) تولید رنابسپاراز به عنوان یک پروتئین طی ترجمه رخ می‌دهد. در مرحلهٔ ادامه، در جایگاه *E* پیوند هیدروژنی شکسته می‌شود. در مرحلهٔ پایان جابه‌جایی صورت نمی‌گیرد و آخرین جابه‌جایی همان انتهای مرحلهٔ ادامه انجام می‌شود تا یکی از کدون‌های پایان وارد جایگاه *A* شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مرحلهٔ طویل شدن ترجمه، در جایگاه *A* آب تولید می‌شود و پس از آن مرحلهٔ پایان است. در مرحلهٔ پایان جابه‌جایی رناتن انجام نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ پایان، جایگاه *A* توسط پروتئین آزاد کننده اشغال می‌شود. در مرحلهٔ قبل یعنی طویل شدن، در جایگاه *A* با تشکیل پیوند پپتیدی مولکول آب آزاد می‌شود. بعد از مرحلهٔ پایان دیگر مرحله‌ای نداریم. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ پایان و طویل شدن، در جایگاه *P* پیوند کووالانسی بین *tRNA* و آمینواسید شکسته می‌شود. در همهٔ مراحل در جایگاه *P* رنای رناتنی، رنای پیک و رنای ناقل وجود دارد.

۳۲۷۷ (۲) در هر دو مرحلهٔ طویل شدن و پایان، رشتهٔ پلی‌پپتیدی در جایگاه *P* وجود دارد. در مرحلهٔ آغاز و پایان، یک رنای ناقل و در مرحلهٔ طویل شدن دو رنای ناقل در رناتن است و همواره جایگاه *P* حاوی رنای ناقل می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تشکیل پیوند هیدروژنی در جایگاه *A* ویژهٔ مرحلهٔ طویل شدن است. عدم وجود رنای ناقل در جایگاه *E* ویژهٔ مرحلهٔ آغاز و پایان است. **گزینهٔ (۳):** در مرحلهٔ طویل شدن ترجمه، در جایگاه *P* پیوند هیدروژنی شکسته نمی‌شود. قسمت دوم وجه مشترک مرحلهٔ پایان و طویل شدن است. **گزینهٔ (۴):** جابه‌جایی رناتن در مرحلهٔ طویل شدن اتفاق می‌افتد. قسمت دوم فقط در مرحلهٔ طویل شدن آن است.

۳۲۷۸ (۱): مرحلهٔ **پایان** ترجمه مد نظر است که پیوند کووالانسی بین زنجیرهٔ پپتیدی و آمینواسید در جایگاه *P* شکسته می‌شود. دقت کنید که استقرار رنای ناقل در مرحلهٔ آغاز در *P* و در مرحلهٔ طویل شدن در *A* رخ می‌دهد ولی در مرحلهٔ پایان، رنای ناقلی وارد رناتن نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲)**: در مرحلهٔ پایان ترجمه، پیوندهای هیدروژنی در جایگاه *P* شکسته می‌شوند (نه در جایگاه E که در مرحلهٔ طویل شدن شکسته می‌شوند). **گزینهٔ (۳)**: در مرحلهٔ پایان، در دو جایگاه *A* و *E* رناتن، رمزه‌ها بدون مکمل هستند. **گزینهٔ (۴)**: در مرحلهٔ پایان، ابتدا رشتهٔ پلی‌پپتید و سپس رنای ناقل آخر از *P* خارج می‌شود.

۳۲۷۹ (۴): پیوند اشتراکی بین آمینواسید و رنای‌ناقل در هر دو مرحلهٔ طویل شدن و پایان ترجمه می‌شکند. شکستن پیوند اشتراکی با مصرف آب همراه است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: در هیچ‌یک از مراحل ترجمه تمام جایگاه‌های ریبوزوم توسط رنای ناقل پر نمی‌شوند. **گزینهٔ (۲)**: در مرحلهٔ طویل شدن پیوند هیدروژنی بین کدون و آنتی‌کدون مکمل‌هم، در جایگاه *E* ریبوزوم شکسته می‌شود؛ ولی در مرحلهٔ پایان ترجمه، شکسته‌شدن پیوند هیدروژنی بین کدون و آنتی‌ژن کدون مکمل هم، در جایگاه *P* رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۳)**: در همهٔ مراحل ترجمه، توالی سه نوکلئوتیدی (نه بیشتر!) در جایگاه *P* ، *E* و *A* ریبوزوم دیده می‌شوند. در مورد آنتی‌کدون دقت کنید که در مراحل آغاز و پایان یک نوع آنتی‌کدون و در مرحلهٔ طویل شدن، امکان مشاهدهٔ حداکثر دو نوع آنتی‌کدون در ریبوزوم وجود دارد.

۳۲۸۰ (۱): در پروتئین‌سازی، پس از کامل شدن رناتن، باید *tRNA* وارد جایگاه *A* شود و با استقرار آن، رمزهٔ دوم *mRNA* در جایگاه *A*، ترجمه شود. دقت کنید که در سؤال اولین عمل را با ذکر کلمهٔ **بلافاصله** خواسته است. بدیهی است که بعد از ترجمهٔ رمزهٔ دوم، باید پیوند پپتیدی و سپس حرکت رناتن اتفاق بیفتد. (گزینهٔ (۳) قبل از اتصال زیرواحد بزرگ به کوچک رناتن رخ می‌دهد و بین سه گزینهٔ دیگر به ترتیب ۱ ← ۲ ← ۴ رخ می‌دهند.)

۳۲۸۱ (۲): رنای ناقل در بین نوکلئوتیدهای خود، پیوند هیدروژنی دارد. رمزه‌های پایان فاقد آمینواسید و پادرمزه هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: رنای رناتنی در ساختار رناتن شرکت می‌کند. رنای پیک بعد از تولید دچار تغییرات کوتاه شدن می‌شود. **گزینهٔ (۳)**: رنای رناتنی در جایگاه *A* رناتن وجود دارد و می‌تواند خاصیت آنزیمی داشته باشد. باکتری‌ها اندامک غشادار و هسته ندارند. **گزینهٔ (۴)**: رنای پیک حاوی اطلاعات لازم برای ساخت پروتئین‌هاست. باکتری‌ها اندامک غشادار و هسته ندارند.

۳۲۸۲ (۱): پس از اینکه رنای ناقل به جایگاه *E* وارد می‌شود، به جایگاه *A* یک رنای ناقل به همراه آمینواسید و یا پروتئین عامل آزادکنندهٔ انتهای ترجمه مربوطه وارد می‌شود. رنای ناقل و پروتئین یک بسپار (پلی‌نوکلئوتید) هستند، پس همیشه ورود یک **بسپار** به *A* انجام می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲)**: ورود رنای ناقل به جایگاه خالی، هم در طویل شدن و هم در مرحلهٔ آغاز رخ می‌دهد که در مرحلهٔ آغاز پیوند پپتیدی تشکیل نشده است. **گزینهٔ (۳)**: در مرحلهٔ آغاز، **توالی آمینواسیدی** در جایگاه *P* دیده نمی‌شود پس این گزینه دربارهٔ مراحل طویل شدن و پایان است. در مرحلهٔ پایان، ورود *tRNA* بدون آمینواسید به جایگاه *E* رخ نمی‌دهد. از طرفی ورود رنای ناقل به *P* و *E* هم‌زمان با حرکت رناتن رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۴)**: آنتی‌کدون *UAC* مربوط به کدون *AUG* است که هم در مرحلهٔ آغاز و **هم در مرحلهٔ طویل شدن** می‌تواند در جایگاه *P* مستقر شود. اگر متیونین آخرین آمینواسید رشته باشد، پس از آن دیگر *tRNA* در *A* مستقر نخواهد شد بلکه عامل آزادکننده در آن جایگاه قرار خواهد گرفت.

۳۲۸۳ (۳): دقت کنید در مراحل ترجمه، می‌توان خروج رنای ناقل از رناتن را از تمام جایگاه‌های رناتن مشاهده کرد. *خب حالا هرکدوم کی و کجا؟*

جایگاه *A*: *اون‌هایی که در مرحلهٔ طویل شدن اومدن اما آنتی‌کدونشون مکمل کدون رنای پیک نبوده و مستقر نشده‌اندا و دست از پا درازتر برگشتن!*

جایگاه *P*: *آفرین رنای ناقل مستقرشده که از این جایگاه با شکستن پیوند هیدروژنی خارج میشه!*

جایگاه *E*: *رنای ناقل آغازینی که وارد P شده بود و رناهای ناقلی که در مرحلهٔ طویل شدن به درستی وارد جایگاه A میشن (به‌جز رنای ناقل آخر) در نهایت از این جایگاه خارج میشن!*

حالا بریم سر وقت رد گزینهٔ (۳)؛کدوم رناهای ناقل، از زنجیره‌ای از آمینواسیدها جدا می‌شن؟ هر tRNA جایگاه P می‌تونه از زنجیرهٔ آمینواسیدی (حداقل دو تا) جدا بشه! ولی همهٔ اون‌ها به‌جز آخرین رنای ناقل برای خروج از رناتن، به جایگاه E می‌رن!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: در توالی آمینواسیدی، به‌جز رنای ناقل حاوی **اولین** متیونین، بقیهٔ رناهای ناقل باید به جایگاه *A* وارد شوند. **گزینهٔ (۲)**: بعضی از رناهای ناقل وارد شده به جایگاه *A* ارتباط مکملی برقرار نمی‌کنند و در نهایت از همان جایگاه خارج می‌شوند ولی آن‌هایی که پادرمزهٔ درستی دارند، در جایگاه *A*، **مستقر** می‌شوند!. (خیلی به کلمهٔ مستقر شدن در جایگاه A دقت کنید!) **گزینهٔ (۴)**: به‌جز اولین رنای ناقل که وقتی در جایگاه *P* با کدون مکمل می‌شود هنوز رناتن کامل تشکیل نشده است، بقیهٔ رناهای ناقل پس از تکمیل رناتن ابتدا به جایگاه *A* وارد می‌شوند. این رناهای ناقل همگی در نهایت به دو یا چند آمینواسید یعنی به زنجیرهٔ آمینواسیدی متصل می‌شوند.

۳۲۸۴ (۴): در زمانی که با حرکت رناتن، رشتهٔ پلی‌پپتیدی به جایگاه *P* وارد می‌شود، هنوز *tRNA* بعدی وارد نشده است و در نتیجه پیوند هیدروژنی در جایگاه *A* دیده نمی‌شود. در مرحلهٔ آغاز نیز زمانی که اولین *tRNA* وارد جایگاه *P* می‌شود، هنوز *tRNA* بعدی به رناتن وارد نشده است و پیوند هیدروژنی جدید به غیر از آن‌ها که در ساختار پروتئین رناتنی هستند، در آن وجود ندارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: در مرحلهٔ پایان ترجمه، پیوند هیدروژنی در جایگاه *P* شکسته می‌شود، اما پس از آن جابه‌جایی رناتن صورت نمی‌گیرد. **گزینهٔ (۲)**: مولکول آب با ایجاد پیوند پپتیدی در طی فرایند سنتز آبدهی آزاد می‌شود که در این زمان یعنی در مرحلهٔ **طویل** شدن، **دو** *tRNA* در رناتن وجود دارند. **گزینهٔ (۴)**: در فرایند ترجمه، در مرحلهٔ آغاز و پایان، همواره فقط یک رنای ناقل در رناتن وجود دارد ولی عوامل آزادکننده فقط در مرحلهٔ پایان ترجمه در رناتن دیده می‌شوند.

۳۲۸۵ (۱): فقط مورد (د) می‌تواند صحیح باشد.

بررسی موارد (الف) نادرست. *tRNA* **آغازگر** حاوی آمینواسید متیونین اول، ابتدا وارد **جایگاه** *P* شده و ترجمه می‌شود. (ب) نادرست. در مرحلهٔ **طویل شدن** هر بار تعداد زیادی *tRNA* می‌توانند وارد جایگاه *A* شوند ولی فقط رنای ناقلی **مستقر** (دقت کنید به واژهٔ مستقر) می‌شود که پادرمزهٔ آن دقیقاً مکمل رمزه باشد و رابطه مکملی با پیوند هیدروژنی ایجاد کند. (ج) نادرست. **آخرین** *tRNA* که در جایگاه *P* وجود دارد و از پلی‌پپتید جدا می‌شود دیگر وارد *E* نمی‌شود و از همان جایگاه *P* خارج می‌شود. (د) **درست**. هر *tRNA*ی که در مرحلهٔ طویل شدن در رناتن مستقر می‌شود خود یک آمینواسید دارد و می‌تواند به آمینواسیدهای قبلی متصل شود و یک توالی آمینواسیدی از دی‌پپتید تا پلی‌پپتید را ایجاد کند (اینجا منظور طراح فقط اولین tRNA ورودی به A نبوده است).

۳۲۸۶ (۳): منظور گزینهٔ (۳)، مرحلهٔ طویل شدن **رونویسی** است که طی آن علاوه‌بر نوکلئوتیدهای دنای الگو و رمزگذار، نوکلئوتیدهای ریبوزدار رنا هم وجود دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: تولید رنا مربوط به رونویسی است که زنجیرهٔ کوچک در مرحلهٔ آغاز و پایان تولید می‌شود، ولی جدایی رنای در حال ساخت از دنا مربوط به مرحلهٔ طویل شدن و پایان است. **گزینهٔ (۲)**: منظور مرحلهٔ پایان **ترجمه** است، ولی دقت کنید که رنابسپاراز مربوط به عمل رونویسی است. **گزینهٔ (۴)**: باید دقت می‌کردید که در مرحلهٔ طویل شدن ترجمه، تعداد زیادی رنای ناقل وارد رناتن در جایگاه *A* می‌شود، ولی فقط یکی از آن‌ها مستقر می‌شود. از طرفی عامل آزاد کننده در مرحلهٔ پایان ترجمه وارد رناتن می‌شود. دقت کنید که در این عبارت عنوان کرده که عامل آزادکننده در **یاخته** وجود ندارد که این غلط است، چون این عامل در مرحلهٔ طویل شدن، هنوز وارد رناتن نشده است (بالاخره در یاخته وجود دارد ولی هنوز وارد رناتن نشده است).

مقایسهٔ همانندسازی، رونویسی و ترجمه

- همانندسازی (دنای اصلی) در هر چرخهٔ یاخته‌ای به طور معمول یک بار رخ می‌دهد اما رونویسی و ترجمه می‌تواند بارها رخ دهد.
- هر سه فرایند پیوسته هستند به علت سنتز، انرژی‌خواه می‌باشند و تقسیم‌بندی آغاز، طویل شدن و پایان فقط به درد کتاب و کنکور می‌خوره!
- امکان دیده شدن پیوند هیدروژنی در ساختار نهایی محصول هر ۳ فرایند وجود دارد: همانندسازی بین ۲ رشته و رونویسی در *tRNA*و ترجمه در ساختار پروتئین.
- در هر سه فرایند، هم تشکیل و هم شکسته شدن پیوند هیدروژنی را شاهد هستیم.
- فرایند دو جهته بودن را می‌توان در همانندسازی دید اما رونویسی و ترجمه قطعاً یک جهته هستند.
- برای تشکیل پیوند بین مونومرهای محصول، در هر سه فرایند **آنزیم** حضور دارد: همانندسازی: دنابسپاراز / رونویسی: رنابسپاراز / ترجمه: رناهای آنزیمی مثل *rRNA*.
- در هر سه فرایند مکمل شدن بازها و تشکیل پیوند هیدروژنی را شاهد هستیم: همانندسازی؛ بین بازهای دو نوکلئوتید دئوکسی‌ریبوزدار، در رونویسی؛ بین بازهای نوکلئوتیدهای ریبوزدار و دئوکسی‌ریبوزدار و در ترجمه؛ بین بازهای نوکلئوتیدهای ریبوزدار رمزه و پادرمزه.
- در همانندسازی و رونویسی از روی دنا، محصول ساخته می‌شود ولی در ترجمه از روی رنا، محصول ساخته می‌شود.
- نوع محصول نهایی، در رونویسی و ترجمه تک‌رشته‌ای است اما در همانندسازی محصول دورشته‌ای است که البته یک رشتهٔ آن جدید ایجاد شده است.
- در هر سه فرایند، بین مونومرها تشکیل پیوند کووالانسی داریم: در همانندسازی و رونویسی؛ فسفودی‌استر و در ترجمه؛ پیوند پپتیدی.
- ترجمه هم در یوکاریوت و هم در پروکاریوت در سیتوپلاسم رخ می‌دهد اما رونویسی و همانندسازی در یوکاریوت در هسته و در برخی اندامک‌های سیتوپلاسم رخ می‌دهد اما در پروکاریوت فقط در سیتوپلاسم رخ می‌دهد.
- محصول هر سه فرایند، نوعی بسپار محسوب می‌شود و در ساختار مونومرهای محصول هر سه فرایند، نیتروژن دیده می‌شود.
- در محصول همانندسازی و رونویسی حداکثر ۴ نوع محصول به کار می‌رود اما در محصول ترجمه حداکثر ۲۰ نوع مونومر به کار می‌رود.
- در ساختار محصول همانندسازی و رونویسی برخلاف محصول ترجمه، فسفر و قند دیده می‌شود.
- جهت رونویسی و ترجمه برای تولید و عمل یک رنای پیک یکسان می‌باشد.

۳۲۸۷: **۴** تمامی موارد در رابطه با فرایند ترجمه نادرست می‌باشند.

بررسی موارد **ب** در مرحلهٔ **آغاز** ترجمه، اولین توالی سه حرفی که در جایگاه *E* ریبوزوم قرار می‌گیرد، قبل از کدون آغاز بوده و خود نوعی **کدون** مورد نیاز برای ترجمهٔ آمینواسید به حساب نمی‌آید. *(بهتره آن را کدون نگیریم!)* **ج** دقت کنید که در مرحلهٔ **طویل** شدن ترجمه، رناهای ناقل مختلفی وارد جایگاه *A* ریبوزوم می‌شوند ولی فقط رنایی که مکمل رمزهٔ جایگاه *A* است، استقرار پیدا می‌کند؛ در غیر این صورت از همین جایگاه *A*، ریبوزوم را ترک می‌نماید. **د** در مرحلهٔ طویل شدن، آمینواسید اولین رنای ناقلی که در جایگاه *A* استقرار پیدا می‌کند، با آمینواسید متیونین (نه پلی‌پپتید) رنای ناقل جایگاه *P* پیوند برقرار می‌نماید.

نکتهٔ مهم

برقراری پیوند هیدروژنی **جدید** بین رنای ناقل و رنای پیک تنها در جایگاه‌های *A* (در مرحلهٔ طویل شدن) و *P* (در مرحلهٔ آغاز) صورت می‌گیرد. پس از حرکت ریبوزوم به سمت جلو، رناهای ناقل وارد جایگاه قبلی ریبوزوم می‌شوند بدون اینکه پیوند هیدروژنی جدیدی شکسته یا برقرار نمایند! (نادرستی مورد (الف))

۳۴ اتفاقات طی مراحل ترجمه

موارد مقایسه	آغاز	طویل شدن	پایان
تشکیل پیوند پپتیدی	−	+ (A)	−
شکست پیوند پپتیدی	−	−	−
تشکیل پیوند هیدروژنی	+ (P)	+ (A)	−
شکست پیوند هیدروژنی (خروج رنای ناقل از رناتن)	−	+ (E)	+ (P)
ورود رنای ناقل به جایگاه *A* ریبوزوم	−	+	−
ورود درشت مولکول به جایگاه *A* ریبوزوم	−	+ (رنای ناقل)	+ (عوامل آزادکننده!)
شکست پیوند بین رنای ناقل و آمینواسید	−	+ (P)	+ (P)
تشکیل پیوند بین رنای ناقل و آمینواسید	+ (خارج رناتن)	+ (خارج رناتن)	−
ورود رنای ناقل به جایگاه *P* ریبوزوم	+ (ولی هنوز P کامل نیست.)	+ (از A به P)	−
ورود رنای ناقل از خارج رناتن به جایگاه *P* ریبوزوم	+ (ولی هنوز P کامل نشده.)	−	−
ورود رنای ناقل به جایگاه *E* ریبوزوم	−	+ (از P)	−
ورود مستقیم رنای ناقل به جایگاه *E* ریبوزوم	−	−	−
خروج رنای ناقل از جایگاه *A*	−	+ مستقرنشده به خارج می‌رود. مستقرشده به *P* می‌رود.	−
خروج رنای ناقل از جایگاه *P*	−	+ (به E می‌رود.)	+ (به خارج رناتن می‌رود)
خروج رنای ناقل از جایگاه *E*	−	+ (به خارج رناتن می‌رود)	−

۳۲۸۸ (۲) پس از شکسته شدن پیوند بین آمینواسید و رنای ناقل جایگاه *P* ریبوزوم، این آمینواسید با آمینواسید(های) جایگاه *A* پیوند پپتیدی برقرار کرده و مولکول آب در این جایگاه آزاد می‌شود. بلافاصله پس از این مرحله، ریبوزوم یک کدون به سمت کدون پایان حرکت کرده و رنای ناقل بدون آمینواسید از جایگاه *P* خارج شده و وارد جایگاه *E* می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مرحلهٔ **آغاز**، رنای ناقل و آمینواسید در جایگاه *P* قرار می‌گیرند. پس از این مرحله باید رنای ناقل جدیدی در جایگاه *A* استقرار پیدا کند سپس پیوند بین آمینواسید و رنای ناقل جایگاه *P* شکسته شود. **گزینهٔ (۳):** دقت کنید که در مرحلهٔ پایان ترجمه، ابتدا پیوند بین زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی و رنای ناقل جایگاه *P* شکسته می‌شود، سپس با شکسته شدن پیوند بین کدون و آنتی‌کدون این جایگاه، رنای ناقل از رنای پیک جدا می‌گردد. **گزینهٔ (۴):** پس از کامل شدن ساختار ریبوزوم و ورود به مرحلهٔ طویل شدن ترجمه، رناهای ناقل **مختلفی** ممکن است در جایگاه *A* قرار بگیرند، اما فقط رنایی که مکمل کدون جایگاه *A* است در آن استقرار پیدا می‌کند.

۳۲۸۹ (۱) در مرحلهٔ طویل شدن به دلیل تشکیل پیوند پپتیدی و تولید مولکول آب در جایگاه *A* و همچنین هیدرولیز پیوند اشتراکی بین آمینواسید و رنای ناقل در جایگاه *P* در هر دو مرحلهٔ طویل شدن و پایان، فشار اسمزی محل فرایند ترجمه تغییر می‌کند. (البته اتصال آمینواسید به رنای ناقل در آنزیم آن نیز با تولید آب همراه است، پس در مجموع یک آب بیشتر تولید می‌شود.)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ پایان جایگاه *A* دارای عوامل آزادکننده است که از جنس پروتئین هستند. **گزینهٔ (۳):** در مرحلهٔ طویل شدن، آخرین رنای ناقل وارد شده به جایگاه *A*، بعد از آخرین جابه‌جایی وارد جایگاه *P* می‌شود و سپس در مرحلهٔ پایان از همین جایگاه *P* خارج می‌شود و هیچ‌گاه به جایگاه *E* وارد نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** اولین آمینواسید در زنجیره، آمینواسید متیونین است که همانند هر آمینواسید دیگری از سمت گروه کربوکسیلی خود به رنای ناقل متصل می‌شود.

۳۲۹۰ (۱) حتماً به یاد دارید که به‌جز آخرین رنای ناقل، که از جایگاه *P* خارج می‌شود، سایر رناهای ناقل در طی مرحلهٔ طویل شدن، فقط از جایگاه *E* خارج می‌شوند. در حقیقت از وقتی خروج رنای ناقل از *E* شروع می‌شود، یعنی پیوندهای پپتیدی شروع به تشکیل کرده‌اند و حداقل یک دی‌پپتید در جایگاه *P* وجود دارد. این عمل ادامه می‌یابد تا پلی‌پپتید در جایگاه *P* کامل شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** هیچ‌گاه در جایگاه *A*، آمینواسیدی از رنای ناقل جدا نمی‌شود. **گزینهٔ (۳):** در مورد این گزینه باید به آخرین حرکت رناتن دقت کنید که رنای ناقل از *E* خارج می‌شود ولی کدون پایان وارد *A* می‌شود که دیگر رنای ناقل جدیدی به رناتن وارد نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** هیچ‌گاه پیوند پپتیدی در جایگاه *P* تشکیل نمی‌شود.

۳۲۹۱ (۴) منظور مرحلهٔ **طویل شدن** ترجمه است که تشکیل پیوند هیدروژنی در *A* و جدا شدن آن در *E* صورت می‌گیرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. بعد از تشکیل هر پیوند پپتیدی، رناتن حرکت می‌کند. *پس ممکن است دومین حرکت را کرده و الان سومین پیوند زده شده و داره آماده میشه برای سومین حرکت!* **گزینهٔ (۲):** نادرست. در مرحلهٔ طویل شدن، تشکیل پیوند هیدروژنی فقط در *A* صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۳):** نادرست. در این مرحله، تولید آب با تولید پیوند پپتیدی در *A* و مصرف آن در *P* می‌باشد تا رنای ناقل از آمینواسید جدا شود. **گزینهٔ (۴): درست.** تنها جایگاهی که همواره رنای ناقل دارد، *P* می‌باشد.

۳۲۹۲ (۳) در مراحل آغاز و پایان، همواره دو جایگاه *E* و *A* فاقد رنای ناقل می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** منظور مرحلهٔ طویل شدن ترجمه است که می‌تواند دو رنای ناقل در *P* و *A* یا در *P* و *E* داشته باشد و پلی‌پپتید در *P* یا *A* قرار دارد. **گزینهٔ (۲):** پروتئین حاوی پیوند یونی در ساختار سوم خود می‌باشد. وقتی عامل آزادکننده در مرحلهٔ پایان وارد *A* می‌شود، فقط جایگاه *P* رنای ناقل دارد. **گزینهٔ (۴):** منظور مرحلهٔ طویل شدن می‌باشد که با توجه به شکل کتاب یا جایگاه *P* به تنهایی یا به همراه *A* یا *E* دارای رنای ناقل است.

۳۲۹۳ (۲) *این تست قشنگیه!* ابتدا توجه کنید که در تست، **مکمل** رشتهٔ رونویسی شونده (رشتهٔ رمزگذار) داده شده است. الگوی رونویسی در این *DNA*، به صورت *CAT-TTT-ACT* می‌باشد و *mRNA* رونویسی شده از روی آن به صورت *GUA-AAA-UGA* است و با توجه به اینکه *tRNA* روبه‌روی رمزه‌های قابل ترجمه (*AAA* و *GUA*) آمینواسید می‌آورد، پادرمزه‌ها از چپ به راست به صورت *UUU* و *CAU* خواهند بود. (روبه‌روی رمزهٔ *UGA*، پادرمزه قرار نمی‌گیرد.)

۳۲۹۴ (۲) تعداد مولکول آب تولید شده با تعداد پیوند پپتیدی برابر است. پس ۱۶ پیوند پپتیدی تشکیل و ۱۷ آمینواسید ترجمه شده است. در ترجمه رنای ناقل اول به *P* وارد و از *E* خارج می‌شود و سایر رناهای ناقل مستقر شده به *A* وارد و از *E* یا آخری از *P* خارج می‌شوند. پس اگر رنای ناقل ورود و خروج یکسان دارد، یعنی به *A* وارد شده ولی مستقر نشده و دوباره از *A* خارج شده است و در ترجمه شرکت نکرده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** همیشه ابتدا پیوند پپتیدی *n*ام تولید می‌شود و سپس حرکت *n*ام صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۳):** هفدهمین رنای ناقل مربوط به آخرین رمزهٔ معنی‌دار است. هفدهمین برای *P* و شانزدهمین برای *A* می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** در ترجمه پیوند پپتیدی شکسته نمی‌شود *(با پیوند اشتراکی آمینواسید و رنای ناقل قاطی نکنید!)*.

۳۲۹۵ (۳) ابتدا موارد را بررسی کنیم.

بررسی موارد الف درست. جایگاه *P* طی ترجمه همواره دارای رنای ناقل است که در مرحلهٔ آغاز در آن پیوند هیدروژنی بین رمزه و پادرمزه تشکیل شده و در مرحلهٔ پایان شکسته می‌شود. ب درست. وقتی پادرمزه توالی *UGA* دارد، یعنی رمزه *ACU* معنی‌دار برای آمینواسید بوده که می‌تواند بارها در مرحلهٔ طویل شدن تکرار شود و رنای ناقل آن استفاده شود. ج درست. منظور جایگاه *E* می‌باشد که دو کدون آخر از آن عبور نمی‌کند. د نادرست. در مرحلهٔ پایان هم پیوند بین رنای ناقل و آمینواسید آخر در *P* شکسته می‌شود ولی در جایگاه *A*، پروتئین‌های عوامل آزادکننده وجود دارند (نه رنای ناقل).

نتیجه: سه عبارت درست و یک عبارت نادرست وجود دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. فقط **دو** نوع ساختار هسته و راکیزه در پارامسی دوغشایی هستند که از رناتن، پروتئین دریافت می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** نادرست. برای ساخت رشتهٔ پلی‌پپتید، هر **سه** نوع رنای پیک، ناقل و رناتنی مورد نیاز است. **گزینهٔ (۳): درست.** در مرحلهٔ طویل شدن ترجمه، فقط در **یک** جایگاه (یعنی E) پیوند هیدروژنی شکسته می‌شود. **گزینهٔ (۴):** نادرست. در یک دوراهی همانندسازی چون هر دو رشته الگو هستند و دو رشتهٔ جدید در حال تولید است، پس **چهار** رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید وجود دارد.

۳۲۹۶ (۳) در مرحلهٔ پایان ترجمه، پیوند کووالانسی بین زنجیرهٔ پپتیدی و آمینواسید در جایگاه *P* شکسته می‌شود. در رونویسی هیچ پیوند کووالانسی شکسته نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پیوند هیدروژنی، هیدرولیز نمی‌شود و تولید آن به همراه آب نمی‌باشد. **گزینهٔ (۲):** در هر دو فرایند در مرحلهٔ آغاز، پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در هر دو فرایند در مرحلهٔ طویل شدن، پیوند اشتراکی تشکیل و درنتیجه آب نیز تولید می‌شود.

۳۴۸ مقایسهٔ رونویسی و ترجمه

فرایند	نیاز به انرژی زیستی	تعداد مراحل	الگو	آنزیم در مرحله اول بر روی الگو	محل انجام	محصول
رونویسی	دارد	۳	دنا	حرکت می‌کند.	هسته، میتوکندری و کلروپلاست	رنا
ترجمه	دارد	۳	رنای پیک	ندارد (رناتن حرکت دارد)	سیتوپلاسم، میتوکندری و کلروپلاست	پلی پپتید

۳۲۹۷ (۲) موارد (الف) و (ب) درست می‌باشند.

بررسی موارد **الف) درست.** در مرحلهٔ آغاز و پایان ترجمه فقط در جایگاه *P* رنای ناقل وجود دارد. **ب) درست.** در مرحلهٔ ادامهٔ ترجمه در جایگاه *A* با تشکیل پیوند پپتیدی بین دو آمینواسید، یک مولکول آب آزاد می‌شود. **ج)** نادرست. در مرحلهٔ پایان در جایگاه *E* رنای ناقل وجود ندارد و پیوند هیدروژنی در *P* تجزیه می‌شود. **د)** نادرست. در همهٔ مراحل ترجمه، در داخل جایگاه‌ها کدون وجود دارد و بین نوکلئوتیدهای کدون پیوند فسفودی‌استر می‌باشد.

۳۲۹۸ (۴) در رونویسی هیچ‌گاه پیوند فسفودی‌استر شکسته نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مرحلهٔ دوم و سوم رونویسی، پیوند هیدروژنی بین رشتهٔ الگو و جدید شکسته می‌شود. در مرحلهٔ طویل شدن ترجمه در جایگاه *A* پیوند پپتیدی (نوعی پیوند کووالانسی) تشکیل می‌شود. در مرحلهٔ دوم و سوم رونویسی نیز پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شود. **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ آغاز ترجمه، ساختار رناتن کامل می‌شود. در مرحلهٔ طویل شدن ترجمه برخلاف مرحلهٔ آغاز، در جایگاه *P* بین نوکلئوتیدهای رمزه و پادرمزه پیوند هیدروژنی تشکیل نمی‌شود. **گزینهٔ (۳):** در مرحلهٔ پایان ترجمه پروتئین آزاد کننده به جایگاه *A* وارد می‌شود. در مرحلهٔ پایان ترجمه، آنزیمی پیوند بین رنای ناقل و پلی‌پپتید را می‌شکند. در مرحلهٔ طویل شدن ترجمه، نیز آنزیمی در جایگاه *P*، پیوند بین *tRNA* و آمینواسیدهای متصل به آن را می‌شکند.

۳۲۹۹ (۱) جایگاه *A* در مرحلهٔ پایان دارای پروتئین آزاد کننده است. این جایگاه در مرحلهٔ طویل شدن ترجمه محل تشکیل پیوند پپتیدی توسط آنزیم‌های رنایی است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** جایگاه *A* در مرحلهٔ طویل شدن، محل تشکیل پیوند پپتیدی و تولید آب است. این جایگاه در مرحلهٔ پایان ترجمه دارای پروتئین آزاد کننده است. **گزینهٔ (۳):** جایگاه *E* در مرحلهٔ طویل شدن، محل خروج رنای بدون آمینواسید می‌باشد. این جایگاه در مرحلهٔ آغاز ترجمه دارای توالی سه نوکلئوتیدی قبل از کدون آغاز است که پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهای آن می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** جایگاه *P* در مرحلهٔ آغاز، پذیرای رنای ناقل آمینواسید متیونین است. در مرحلهٔ طویل شدن پیوند هیدروژنی در جایگاه *A* تشکیل می‌شود.

۳۳۰۰ (۲) در طی ترجمه، پس از تشکیل هر پیوند پپتیدی، با هر حرکت رناتن، رمزهٔ جدیدی وارد جایگاه *A* می‌شود. در این حالت **پلی‌پپتید** ساخته شده به جایگاه *P* می‌رود (نادرستی گزینهٔ (۳)). سپس پادرمزه و *tRNA* قبلی از جایگاه *E* خارج می‌شوند (درستی گزینهٔ (۲)). در مورد گزینهٔ (۱) دقت کنید که رمزهٔ جدید وارد شده به *A*، اگر نوعی رمزهٔ پایان باشد، دیگر پذیرای *tRNA* حاوی آمینواسید نمی‌شود (نادرستی گزینهٔ (۱)). در مورد گزینهٔ (۴) باید خیلی دقت کنید چون که همواره با حرکت رناتن **تعدادی** آمینواسید وارد جایگاه *P* می‌شوند (نه فقط یک آمینواسید، یعنی حداقل دو آمینواسید با هر حرکت رناتن از *A* وارد *P* می‌شود).

۳۳۰۱ (۴) در مرحلهٔ پایان رونویسی با رونویسی از جایگاه پایان رونویسی پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شود. در مرحلهٔ آغاز ترجمه پیوند کووالانسی تشکیل نمی‌شود و فقط یک آمینواسید اول ترجمه می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مرحلهٔ طویل شدن ترجمه، پیوند هیدروژنی در جایگاه *E* و در مرحلهٔ آغاز رونویسی، پیوند هیدروژنی بین دو رشتهٔ دنا شکسته می‌شود. **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ طویل شدن رونویسی، پیوند فسفودی‌استر تشکیل و در مرحلهٔ ادامهٔ ترجمه در جایگاه *A* پیوند پپتیدی تشکیل می‌شود. **گزینهٔ (۳):** در مرحلهٔ پایان ترجمه، در جایگاه *P* پیوند هیدروژنی بین کدون و آنتی‌کدون شکسته می‌شود. در مرحلهٔ ادامهٔ رونویسی پیوند هیدروژنی بین دو رشتهٔ دنا و رشتهٔ رنا و دنا شکسته می‌شود.

۳۴۹ مقایسهٔ پیوندها در رونویسی و ترجمه

مراحل	آغاز				طویل شدن				پایان			
فرایند	رونویسی	ترجمه			رونویسی	ترجمه			رونویسی	ترجمه		
		A	*P*	*E*		*A*	*P*	*E*		*A*	*P*	*E*
تشکیل پیوند اشتراکی	+	−	−	−	+	+	−	−	+	−	−	−
تشکیل پیوند هیدروژنی	+	−	+	−	+	+	−	−	+	−	−	−
شکست پیوند کووالانسی	+ (بین فسفات‌های نوکلئوتید)	−	−	−	+ (بین فسفات‌های نوکلئوتید)	−	+ (بین رنای ناقل و آمینواسید)	−	+ (بین فسفات‌های نوکلئوتید)	−	+	−
شکست پیوند هیدروژنی	+ (در دنا)	−	−	−	+ (بین دنا با دنا و رنا)	−	−	+	+ (بین دنا با دنا و رنا)	−	+	−

۳۳۰۲ (۲) در مرحلهٔ طویل شدن در جایگاه *A* پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود، اما در مرحلهٔ آغاز قبل از تشکیل جایگاه‌ها، پیوند هیدروژنی در *P* ناکامل تشکیل می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مرحلهٔ آغاز در هیچ‌کدام از جایگاه‌های رناتن، کدون پایان مشاهده نمی‌شود و در مرحلهٔ پایان هم در جایگاه‌های *P* و *E* دیده نمی‌شوند. **گزینهٔ (۳):** در مرحلهٔ طویل شدن، رناهای ناقل مختلفی وارد جایگاه *A* می‌شوند، اما تنها رنای ناقلی که آنتی‌کدون آن با توالی کدون مکمل است، در جایگاه *A* مستقر می‌شود. **گزینهٔ (۴):** پیرایش ویژهٔ یوکاریوت‌هاست (نه باکتری استرپتوکوکوس!).

۳۳۰۳ (۴) فقط مورد (الف) صحیح است.

بررسی موارد **الف) درست.** پس از اینکه رنای ناقل در جایگاه *A* رناتن استقرار پیدا کرد، آمینواسید یا رشتهٔ پلی‌پپتیدی موجود در جایگاه *P* به آمینواسید جایگاه *A* متصل می‌شود و سپس با حرکت ریبوزوم به اندازهٔ یک کدون، رنای ناقل فاقد آمینواسید جایگاه *P*، به جایگاه *E* منتقل می‌شود. **ب)** نادرست. دقت کنید که ممکن است همراه با استقرار رنای ناقل در جایگاه *E*، **کدون پایان** در جایگاه *A* قرار گرفته باشد و در این حالت عوامل آزادکننده وارد جایگاه *A* می‌شوند. **ج)** نادرست. دقت کنید که از دو نظر این عبارت را می‌توانیم غلط اعلام کنیم. یکی اینکه **هم‌زمان** (نه پس از) با استقرار رنای ناقل حامل توالی آمینواسیدی در جایگاه *P*، رنای ناقل فاقد آمینواسید به جایگاه *E* منتقل می‌شود و دیگری این که در آخرین مرحله وقتی رشتهٔ پلی‌پپتید در *P* مستقر شد، دیگر حرکت بعدی برای انتقال رنای ناقل به *E* نداریم! **د)** نادرست. دقت کنید که ممکن است رنای ناقل، مربوط به مکمل کدون پیش از کدون پایان باشد و در این حالت، **کدون پایان** در جایگاه *A* قرار دارد و عوامل آزادکننده وارد جایگاه *A* می‌شوند.

۳۳۰۴ (۲) دقت کنید که اولاً هیچ‌گاه سه جایگاه رناتن با هم پر از رنای ناقل نمی‌باشند و ثانیاً جایگاه *P* همواره طی ترجمه حاوی رنای ناقل است. در مرحلهٔ پایان ترجمه همانند مرحلهٔ آغاز، تنها رنای ناقل موجود در ریبوزوم در جایگاه *P* قرار دارد اما دقت کنید که در مرحلهٔ پایان، **عامل آزادکننده** در جایگاه *A* قرار می‌گیرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هنگامی که رنای ناقل حامل یک آمینواسید در جایگاه *A* قرار می‌گیرد، جایگاه *E* قطعاً خالی است. **گزینهٔ (۳):** هنگامی که پیوند پپتیدی در *A* برقرار می‌شود جایگاه *E* قطعاً خالی است. **گزینهٔ (۴):** هنگامی که رنای ناقل از جایگاه *E* خارج می‌شود، جایگاه *A* قطعاً خالی است.

۳۳۰۵ (۳) پیوند هیدروژنی منشأ تشکیل ساختار دوم پروتئین‌هاست. هلیکاز توانایی تشکیل پیوند فسفودی‌استر را ندارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مرحلهٔ طویل شدن فرایند رونویسی همانند مرحلهٔ پایان آن، بین رشتهٔ رنا و دنای الگو شکسته و تشکیل می‌شود. **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ طویل شدن فرایند ترجمه با ورود رنای ناقل به جایگاه *A* بین رنای پیک و رنای ناقل پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در ساختار دوم پروتئین‌ها، پیوند هیدروژنی فقط در **بخش‌هایی** از زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی می‌تواند تشکیل شود.

۳۳۰۶ (۴) بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. واژهٔ سیتوپلاسم به معنی مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم و اندامک‌ها می‌باشد و هسته و غشا را شامل نمی‌شود. هر پروتئینی در سیتوپلاسم تولید می‌شود. پروتئینی که در هسته فعال می‌شود، در ریبوزوم آزاد در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید می‌شود ولی پروتئینی که در غشا و خارج یاخته فعالیت می‌کند در ریبوزوم روی شبکهٔ آندوپلاسمی تولید می‌شود. **گزینهٔ (۲):** نادرست. آنزیم‌های درون لیزوزوم و یا غشا در شبکهٔ آندوپلاسمی کامل می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** نادرست. پروتئین‌های درون واکوئول و لیزوزوم هم در شبکهٔ آندوپلاسمی تولید و در گلژی بسته‌بندی می‌شوند ولی در سیتوپلاسم می‌مانند و اصلاً تغییری در سطح غشای یاخته نمی‌دهند. **گزینهٔ (۴):** **درست**. پروتئین‌های درون هسته، دیسه و راکیزه در تماس با دنا هستند که در ریبوزوم اندامک‌ها یا آزاد سیتوپلاسم تولید می‌شوند.

۳۵۰ محل پروتئین‌سازی

محل ترجمه	مسیر عبور درون یاخته‌ای	مقصد نهایی	مثال
ریبوزوم‌های متصل به شبکه آندوپلاسمی زبر	رشته‌های پلی‌پپتیدی پس از تولید با عبور از شبکه آندوپلاسمی و دستگاه گلژی درون ریزکیسه‌ها بسته بندی می‌شوند. (زیرواحد بزرگ رناتن به آندوپلاسمی متصل است.)	ترشح به خارج از یاخته + قرارگیری در غشای یاخته + قرارگیری در واکوئول + قرارگیری در کافنده‌تن	آنزیم‌های گوارشی + هورمون‌ها + پرفورین + پادتن + ناقل عصبی + پروتئین مکمل + پمپ سدیم–پتاسیم + موسین + گیرنده‌های غشایی + فاکتور داخلی + کانال‌های نشتی و دریچه‌دار
ریبوزوم‌های آزاد درون سیتوپلاسم	این پروتئین‌ها از شبکه آندوپلاسمی و دستگاه گلژی عبور نمی‌کنند.	هسته + میتوکندری + کلروپلاست + ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم	دنابسپاراز + رنابسپاراز + هلیکاز + هیستون + آنزیم‌های تنفس یاخته‌ای و فتوسنتز
ریبوزوم‌های درون میتوکندری و کلروپلاست	درون میتوکندری و کلروپلاست قرار دارند.	میتوکندری + کلروپلاست	آنزیم‌های تنفس یاخته‌ای و فتوسنتز

۳۳۰۷ (۲) همان‌طور که در شکل ۱۴ فصل ۲ زیست‌شناسی (۳) می‌بینید، پروتئین‌های ساخته‌شده در سیتوپلاسم سرنوشت‌های مختلفی پیدا می‌کنند. بعضی از این پروتئین‌ها به شبکهٔ آندوپلاسمی و دستگاه گلژی (کیسه‌های روی هم) می‌روند و ممکن است برای ترشح به خارج از یاخته رفته یا به بخش‌هایی مثل واکوئول و کافندتن بروند. بعضی پروتئین‌ها نیز در سیتوپلاسم می‌مانند و یا این که به راکیزه‌ها، هسته و یا دیسه‌ها (بخش‌های دوغشایی) می‌روند. در هر یک از این موارد براساس مقصدی که پروتئین باید برود، توالی‌های آمینواسیدی در آن وجود دارد که پروتئین را به مقصد هدایت می‌کند. پروتئین‌هایی که توسط ریبوزوم‌های چسبیده به سطح شبکهٔ آندوپلاسمی ساخته می‌شوند، هم‌زمان با ساخت، وارد شبکهٔ آندوپلاسمی می‌شوند اما از طرف دیگر پروتئین‌های ساخته شده توسط ریبوزوم‌های آزاد در سیتوپلاسم، ممکن است در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم بمانند.

بررسی موارد (ج) و (د) انتقال به بخش دوغشایی ویژهٔ پروتئین‌هایی است که در رناتن آزاد در سیتوپلاسم ساخته می‌شوند ولی انتقال به بخش تک‌غشایی در رناتن روی شبکهٔ آندوپلاسمی تولید می‌شود.

۳۳۰۸ (۱) این سؤال اصلاً ربطی به پانکراس یا یاخته دیگری ندارد. در این سؤال مهم این است که مولکول آماده شده برای اگزوسیتوز از **شبکهٔ آندوپلاسمی** گذشته و در **گلژی** بسته‌بندی شده است، سپس باید به صورت **وزیکول انتقالی** برای برون‌رانی (اگزوسیتوز) به سمت **غشای یاخته** برود. با ورود عوامل آزادکننده به رناتن، **مرحلهٔ پایان ترجمه** انجام می‌شود که **قبل از** آماده شدن پروتئین برای ترشح است.

۳۳۰۹ (۴) شکل، مربوط به ساخت پروتئین توسط رناتن شبکهٔ آندوپلاسمی و دستگاه گلژی می‌باشد. پروتئین‌هایی که از این ساختارها عبور می‌کنند ممکن است به لیزوزوم بروند و گوارش درون‌یاخته‌ای انجام دهند که در هیدر با ساده‌ترین ساختار عصبی، گوارش مواد مغذی را کامل می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مورد پروتئین گلوتن درون واکوئول که بیماری سلیاک ایجاد می‌کند رد می‌شود. **گزینهٔ (۲):** در مورد پمپ سدیم - پتاسیم و مصرف *ATP* به همراه عبور سدیم و پتاسیم رد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** آنزیم مورد نظر هلیکاز یا رنابسپاراز است که در شبکهٔ آندوپلاسمی تولید نمی‌شود.

۳۳۱۰ (۲) حلقهٔ انقباضی برای تقسیم یاختهٔ جانوری کاربرد دارد که در سیتوپلاسم فعالیت می‌کند، پس پروتئین‌های اکتین و میوزین آن توسط رناتن آزاد در سیتوپلاسم تولید می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** آنزیم‌های گوارش درون‌یاخته‌ای، در رناتن شبکهٔ آندوپلاسمی تولید شده، ولی در کافنده‌تن‌ها فعالیت می‌کنند. **گزینهٔ (۳):** همواره طی ترجمه، هر رناتن می‌تواند یک رشتهٔ پلی‌پپتید بسازد و از طرفی، در هر دو نوع جاندار چندین رناتن می‌تواند از یک رنای پیک ترجمه کند. **گزینهٔ (۴):** برخی پروتئین‌های راکیزه و دیسه‌ها، توسط رناتن سیتوپلاسم و برخی توسط خود اندامک تولید می‌شوند.

۳۳۱۱ (۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) عبارت مورد نظر را به نادرستی تکمیل می‌کنند. با توجه به شکل ۱۴ فصل ۲، پروتئین‌هایی که توسط رناتن (ریبوزوم)های روی شبکهٔ آندوپلاسمی ساخته می‌شوند، چند نوع سرنوشت مختلف خواهند داشت ۱ یا در واکوئول و لیزوزوم قرار می‌گیرند و درون یاخته‌ای هستند. ۲ به غشای یاخته می‌روند. (پمپ سدیم - پتاسیم یا پروتئین غشایی) ۳ از یاخته به بیرون اگزوسیتوز می‌شود.

بررسی موارد (الف) **نادرست**. از ترجمهٔ یک رنای‌پیک توسط این رناتن، یک زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی پدید خواهد آمد. این زنجیره می‌تواند به‌صورت یک پروتئین درون‌یاخته‌ای دارای عملکرد مستقل باشد، اما اگر قرار باشد که این زنجیره، در ساختار یک پروتئین چندرشته‌ای (حاوی ساختار چهارم) شرکت کند، دیگر به تنهایی پروتئینی را شکل نمی‌دهد و نقش مستقلی نخواهد داشت. (ب) **نادرست**. هیچ‌کدام از محصولات آن به هسته، راکیزه و دیسه که دنا دارند، نمی‌روند. (ج) **نادرست**. براساس مقصدی که هر پروتئین باید برود، **توالی‌های** آمینواسیدی ویژه‌ای در آن وجود دارد که پروتئین را به مقصد هدایت می‌کنند. (نه یک آمینواسید خاص)

(د) درست. در مورد خروج اگزوسیتوز آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده و ورود آن به یاختهٔ بعد با منفذی که پرفورین ایجاد کرده است درست است.

۳۳۱۲ : (۲) موارد (ب) و (ج) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. یک پروتئین غیرترشحی ممکن است پس از ساخته شدن در ساختار **غشای یاخته** قرار گیرد یا نوعی آنزیم باشد که در **هسته** فعالیت می‌کند یا نوعی آنزیم باشد که در **مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم**، در فرایند گلیکولیز شرکت می‌کند. (ب) **درست**. می‌دانید که پروتئین‌ها **از طرف سر آمینی به طرف سر کربوکسیل** ساخته می‌شوند. طبق شکل واضح است که یک رشتهٔ پپتیدی هنگام تولید به وسیلهٔ ریبوزوم‌های شبکهٔ آندوپلاسمی زبر، از سر **آمینی** خود وارد این شبکه می‌شود. (ج) **درست**. طبق شکل کتاب درسی، پروتئین‌های تولید شده در شبکهٔ آندوپلاسمی به سطحی از دستگاه گلژی وارد می‌شوند که از غشای یاخته **دورتر** است. (د) نادرست. ممکن است یک پروتئین به وسیله **آندوسیتوز** به درون سیتوپلاسم یاخته آزاد شود در حالی که توسط ریبوزوم‌های آن یاخته تولید نشده است. همچنین **آنزیم القاکنندهٔ مرگ برنامه‌ریزی شده** به دنبال اثر پرفورین روی غشا می‌تواند وارد یاخته شود در حالی که توسط یاختهٔ دیگری تولید شده است.

۳۳۱۳ : (۲) طی رونویسی، مولکول *RNA* و طی ترجمه، رشته‌های پلی‌پپتید ساخته می‌شوند که هر دو از ترکیبات نیتروژن‌دار هستند (در یاخته‌ها، برحسب نیاز، هم‌زمان از روی یک ژن، RNAهای متعدد مشابه ساخته می‌شوند و در تجمع رناتن‌ها نیز هم‌زمان پلی‌پپتیدهای متعدد مشابه از روی یک mRNA ساخته می‌شوند).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هم شدت رونویسی و هم میزان ترجمه بسته به نیاز یاخته تنظیم می‌شود. **گزینهٔ (۳):** محصول ترجمه، *rRNA* نیست ولی محصول رونویسی می‌تواند *rRNA* باشد. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که الگوی رونویسی، مولکول دنا است که عمر آن با عمر یاخته برابر است ولی الگوی ترجمه، مولکول *mRNA* است که در پروکاریوت‌ها عمر نسبتاً کوتاهی دارد.

۳۳۱۴ : (۳) هورمون اکسی‌توسین نوعی هورمون **پروتئینی** می‌باشد. در شرایطی که این هورمون به میزان زیادی موردنیاز باشد. با تجمع رناتن‌ها در اطراف رنای پیک، تولید این پروتئین افزایش می‌یابد اما دقت کنید که هورمون‌ها نوعی پروتئین ترشحی می‌باشند و تولید آن‌ها توسط رناتن‌ها متصل به شبکهٔ آندوپلاسمی یاخته (نه رناتن‌های آزاد!) صورت می‌گیرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** آنزیم‌های برش‌دهنده، پروتئینی بوده و جزئی از سامانهٔ دفاعی باکتری‌ها می‌باشند. در باکتری‌ها پروتئین‌سازی و فعالیت رناتن‌ها می‌تواند پیش از پایان رونویسی رنای پیک آغاز شود. **گزینهٔ (۲):** ژن برخی از پروتئین‌های داخل میتوکندری، در داخل هسته و برخی دیگر در داخل دنای خود میتوکندری قرار دارد، بنابراین برخی از پروتئین‌های میتوکندری توسط رناتن‌های اندامک ساخته می‌شوند. این رناتن‌ها در داخل مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم فعالیت نمی‌کنند. **گزینهٔ (۴):** آنزیم‌های گوارشی نوتروفیل‌ها در داخل اندامک لیزوزوم قرار می‌گیرند. این آنزیم‌ها، پروتئینی می‌باشند و برای ساخت آن‌ها ریبوزوم‌ها و رنای پیک آنزیم باید به شبکهٔ آندوپلاسمی یاخته متصل گردند. پس از ساخت زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی، این زنجیره وارد شبکهٔ آندوپلاسمی شده و پس از بسته‌بندی شدن در دستگاه گلژی وارد لیزوزوم می‌شود.

۳۳۱۵ : (۱) ریزوبیوم نوعی پروکاریوت است که تعداد جایگاه آغاز همانندسازی آن برخلاف یوکاریوت‌ها (مثل گیاه گونرا) همیشه ثابت است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** تجمع رناتن‌ها برای پروتئین‌سازی از روی یک رنای پیک هم در پروکاریوت‌ها و هم در یوکاریوت‌ها وجود دارد. **گزینهٔ (۳):** هر دو پروکاریوت هستند و قید **برخلاف** در مورد ویژگی کلی آن‌ها نادرست است. **گزینهٔ (۴):** در هر جانداری، آنزیم رنابسپاراز تولیدکنندهٔ رنای پیک می‌تواند الگوی ساخت خود را تولید کند.

تعمیرهای تستی ۳۵۱

امکان وقوع ...	پروکاریوت	یوکاریوت
هم‌زمان رونویسی و ترجمه برای یک ژن (براساس کنکور ۹۸)	+	–
رونویسی هم‌زمان دو **نوع** رنابسپاراز از یک ژن	–	–
رونویسی هم‌زمان تعداد زیادی رنابسپاراز از یک ژن (ایجاد ساختار پرمانند)	+	+
ترجمه هم‌زمان یک رنای پیک توسط چندین ریبوزوم	+	+
ترجمه یک رنای پیک توسط چندین ریبوزوم که به‌طور هم‌زمان ترجمه را آغاز کرده‌اند.	+ (رنای پیک چندژنی)	–

۳۳۱۶ : (۴) صورت سؤال به یاخته‌های **یوکاریوتی** اشاره دارد. در این یاخته‌ها رونویسی در هسته، راکیزه (میتوکندری) و دیسه (پلاست)ها رخ داده و ترجمه در سیتوپلاسم، راکیزه (میتوکندری) و دیسه (پلاست)ها اتفاق می‌افتد. در پروکاریوت‌ها، محل هر دو فرایند رونویسی و ترجمه سیتوپلاسم است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در یاخته‌های یوکاریوتی همانند پروکاریوت‌ها، بعضی ژن‌ها بسیار فعال‌اند و به همین علت، تعداد زیادی رنابسپاراز به‌طور هم‌زمان از ژن رونویسی می‌کنند (پس این ویژگی مشترک است). **گزینهٔ (۲):** توالی‌های ۳ نوکلئوتیدی در رنای پیک که تعیین می‌کنند کدام آمینواسید در ساختار پلی‌پپتید قرار بگیرد را رمزه (کدون) می‌گوییم. یاخته‌های یوکاریوتی ۳ نوع آنزیم رنابسپاراز دارند اما در ساخت رنای پیک فقط یک نوع رنابسپاراز (رنابسپاراز ۲) شرکت دارد (پس این ویژگی در هیچ جانداری نیست). **گزینهٔ (۳):** نخستین آمینواسید در انتهای آمینی پلی‌پپتیدهای تازه ساخته شده، متیونین (با رمزهٔ *AUG*) است. نخستین آمینواسید در انتهای اسیدی پلی‌پپتیدهای تازه ساخته شده می‌تواند انواعی از آمینواسیدها باشد، اما دقت کنید که *UAA*، *UGA* و *UAG* رمزه‌های پایان بوده و هیچ آمینواسیدی را رمز نمی‌کنند. (پادرمزه‌ای ندارند.) **گزینهٔ (۴):** عبور مواد از غشاهای متعدد یاخته‌ای، ویژهٔ یوکاریوت‌ها و اندامک‌های غشادار آن‌هاست.

۳۳۱۷ : (۳) طول عمر رنای پیک در یاخته‌های پروکاریوت کم است. در این یاخته‌ها (همچنین یوکاریوت‌ها مثل پارامسی) یک مولکول رنای پیک در صورت نیاز می‌تواند به‌طور هم‌زمان توسط چندین رناتن ترجمه شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پروتئین‌سازی در مورد ساخت هلیکاز در پروکاریوت‌ها می‌تواند پیش یا پس از پایان رونویسی رنای پیک آغاز شود. **گزینهٔ (۲):** هر دو پروکاریوت هستند و قید **برخلاف** نادرست است. **گزینهٔ (۴):** آنزیم رنابسپاراز ۱ یا انواع اختصاصی، فقط در یوکاریوت‌ها دیده می‌شود.

۳۳۱۸ : (۴) با توجه به اینکه در صورت سؤال به یاختهٔ سالم اشاره شده است در نتیجه آنزیم‌های مرگ برنامه‌ریزی را در نظر نمی‌گیریم و پروتئین‌هایی که با آندوسیتوز وارد یاخته می‌شوند به‌طور حتم توسط رناتن‌های همان یاخته ساخته شده‌اند. از طرفی هورمون‌ها می‌توانند توسط یاخته‌ای تولید و به یاختهٔ دیگر وارد شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به شکل کتاب درسی می‌توان فهمید که آنزیم‌های لیزوزوم از انتهای اولیه یا آمینی خود وارد شبکهٔ آندوپلاسمی می‌شوند یعنی هر قسمتی که زودتر ساخته می‌شود، زودتر هم وارد شبکهٔ آندوپلاسمی می‌شود. **گزینهٔ (۲):** همهٔ پروتئین‌های ترشحی با مصرف انرژی و به دنبال ادغام ریزکیسه‌های دستگاه گلژی از یاخته خارج می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** با توجه به شکل کتاب درسی، پروتئین‌ها به سطحی از دستگاه گلژی می‌روند که در کنار شبکهٔ آندوپلاسمی بوده و دور از غشا قرار دارند.

۳۳۱۹ (۱) در یوکاریوت‌ها، رنای در حال رونویسی درون **هسته** قرار دارد ولی رناتن **فعال** برای پروتئین‌سازی، درون سیتوپلاسم واقع است. پس هیچ‌گاه نمی‌توان در مورد ژن‌های یوکاریوتی هستهٔ آن‌ها، هم‌زمانی رونویسی و ترجمه را مشاهده کرد. در حالی‌که در پروکاریوت‌ها این هم‌زمانی به دلیل عدم وجود غشای هسته صورت می‌گیرد.

نکته

توجه داشته باشید که وقتی در تست کنکور به‌طور کلی در مورد یوکاریوت صحبت می‌کند، نباید به ژن‌های راکیزه و پلاست توجه کنید!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** همواره پروتئین‌سازی از انتهای آمینی و با آمینواسید **متیونین** به سمت انتهای کربوکسیل رشتهٔ پلی‌پپتیدی صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۳):** در یک مولکول دنا، هر ژن می‌تواند یکی از دو رشتهٔ دنا را به عنوان رشتهٔ الگوی ویژهٔ خود داشته باشد. **گزینهٔ (۴):** در یوکاریوت‌ها، تغییرات رنا در حین رونویسی یا پس از آن رخ می‌دهد.

۳۳۲۰ (۲) براساس متن کتاب درسی، هنگام تجمع رناتن‌ها بر روی رنای‌پیک در حال ساخت، ساختاری تسبیح‌مانند شکل می‌گیرد که دانه‌های تسبیح آن رناتن‌ها و نخ تسبیح رنای‌پیک می‌باشد. محل خروج رشتهٔ پلی‌پپتیدی در حال ساخت از زیرواحد بزرگ‌تر ریبوزوم است که همواره انتهایی که زودتر تولید شده و سر آمینی دارد زودتر خارج می‌شود.

ساختارهای تسبیح‌مانند ۳۵۲

فشرده شدن کروموزم	دانهٔ تسبیح (هسته‌تن)	۸ مولکول پروتئینی هیستون + مولکول دنا
	نخ تسبیح	مولکول دنا
ترجمه	دانه (رناتن)	دارای زیرواحد کوچک و بزرگ (متشکل از پروتئین و رنای ریبوزومی)
	نخ	مولکول رنای پیک

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** طبق شکل کتاب در زمان‌های مختلف، براساس طول رنای‌پیک، تعداد رناتن‌های متصل به آن نیز متغیر است اما دقت کنید که این مولکول دنا است که رونویسی می‌شود نه رنای‌پیک! رنای‌پیک خودش محصول رونویسی است. **گزینهٔ (۳):** در شکل ۱۵ صفحهٔ ۳۲ می‌بینید که هرچه رناتن به رنابسپاراز نزدیک‌تر باشد، طول پلی‌پپتید تولید شده توسط آن نیز نسبت به سایر رناتن‌ها بیشتر است. **گزینهٔ (۴):** هم در رنای‌پیک و هم در رناتن که دارای رنای رناتنی است، نوکلئوتیدهای دارای ریبوز و باز آلی یوراسیل یافت می‌شوند.

۳۳۲۱ (۴) همهٔ موارد صحیح‌اند. صورت سؤال به شدت کلی بیان شده است در نتیجه هر چیزی ممکن است!

بررسی موارد (الف) هنگام تقسیم سیتوپلاسم در یاخته‌های گیاهی، غشای وزیکول‌های حاوی پیش‌سازهای تیغهٔ میانی و دیوارهٔ نخستین، با غشای یاختهٔ گیاهی ادغام می‌شود و سپس دیوارهٔ یاخته‌ای جدید تشکیل می‌شود. (ب) در مورد اتصال لیزوزوم به واکوئول غذایی و عمل گوارش آنزیم‌های آن صحیح است. (ج) اتصال رناتن روی شبکهٔ آندوپلاسمی در تولید رشتهٔ پلی‌پپتید مؤثر است. (د) آنزیم‌هایی که به دستگاه گلژی منتقل می‌شوند می‌توانند در واکنش‌های تجزیه‌ای هیدرولیز، مونومر ایجاد کنند و یا در واکنش‌های سنتزآبدهی شرکت کنند و سپس فراورده این واکنش‌ها می‌تواند وزیکول شود و یا به اندامک دیگری مثل لیزوزوم و واکوئول بروند.

تعبیرهای طراحی تست ۳۵۳

چند مطلب انتهایی	
دورترین آمینواسید از رنای ناقل، نخستین آمینواسید ورودی به ریبوزوم است و آمینواسید متصل به رنای ناقل هم آخرین آمینواسید ورودی به ریبوزوم می‌باشد.	هر کدام از کدون‌های معروف (!) وارد چه جایگاه‌هایی از ریبوزوم می‌شوند: کدون پایان (A) / کدون ماقبل پایان (P , A) / وسطی‌ها (A , P , E) / کدون آغاز (E , P) / توالی ماقبل آغاز (E)
نخستین $tRNA$ که حامل آمینواسید متیونین است، در تشکیل بخش آمینی زنجیرهٔ پپتیدی نقش دارد.	در مرحلهٔ طویل شدن ترجمه، خروج رنای ناقل فاقد آمینواسید از جایگاه E رناتن پیش از ورود رنای ناقل دارای آمینواسید به جایگاه A رناتن صورت می‌گیرد.
همهٔ کدون‌های پایان در اولین نوکلئوتید خود دارای باز آلی یوراسیل هستند و در رنای پیک قرار دارند.	ابتدا $tRNA$ قبلی از E بیرون رفته و سپس $tRNA$ بعدی وارد A می‌شود.
در ترجمه، هم‌زمان با رونویسی، ریبوزوم نزدیک‌تر به دنا، پروتئین بلندتری تولید کرده است.	ریزکیسه‌های خارج شده از شبکهٔ آندوپلاسمی همانند دستگاه گلژی از بخش برآمدهٔ آن جوانه می‌زنند.

۳۳۲۲ (۲) موارد (ج) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. همانندسازی دنا در همهٔ یاخته‌ها یکسان است و به ژن خاصی تعلق ندارد، برای همین همانندسازی مرحله‌ای از تنظیم بیان ژن نمی‌باشد. (ب) نادرست. بیان ژن سبب فعالیت رونویسی و ترجمه می‌شود ولی **تنظیم** بیان ژن می‌تواند سبب فعال یا غیرفعال شدن رونویسی و ترجمه شود. (ج) **درست.** تنظیم بیان ژن در هر جانداری می‌تواند با تغییر پایداری (طول عمر) محصول رخ دهد. (د) **درست.** خط کتاب درسی است.

۳۳۲۳ (۱) فقط مورد (الف) صحیح است.

بررسی موارد (الف) **درست.** خط کتاب درسی در مورد تنظیم بیان ژن‌هاست. (ب) نادرست. تنظیم بیان از دوران جنینی شروع می‌شود. (ج) نادرست. در هر یاخته طی تنظیم بیان ژن‌ها، اغلب ژن‌ها غیرفعال می‌شوند. (د) نادرست. هم در مورد یک یاخته و هم یاخته‌های مختلف، برحسب نیاز، تنظیم بیان ژن عوض می‌شود.

۳۳۲۴ (۳) در پروکاریوت، از روی ژن پروتئین مهارکننده و فعال‌کننده همیشه رونویسی صورت می‌گیرد و اصلاً ربطی به مقدار گلوکز ندارد!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تنظیم بیان ژن آنزیم‌های تجزیه کنندهٔ لاکتوز با تنظیم بیان ژن پروتئین مهارکننده هم‌زمان است چون مهارکننده برای ژن‌های مختلف کاربرد دارد و یاخته همواره به آن نیاز دارد. **گزینهٔ (۲):** به دنبال اتصال لاکتوز به پروتئین مهارکننده با بیان ژن و تجزیهٔ لاکتوز، گلوکز بیشتری در دسترس باکتری قرار می‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** برای **رونویسی**، همواره یک محل آغاز و یک محل پایان در دنای الگو وجود دارد. ولی رنای پیک تولید شده در مکانیسم تجزیهٔ لاکتوز باکتری دارای سه کدون آغاز و سه کدون پایان ترجمه است.

تنظیم منفی

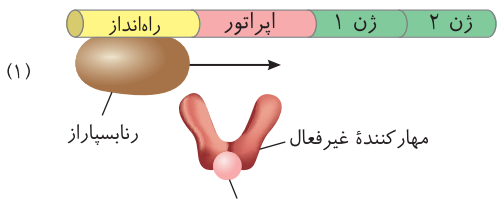
تعاریف	**پروتئین مهارکننده:** نوعی پروتئین که مانع عبور رنابسپاراز از روی راه‌انداز و اپراتور دنای پروکاریوتی می‌شود. **اپراتور:** توالی خاصی از دنا در بخش تنظیمی قبل از ژن، بین راه‌انداز و ژن است که با اتصال پروتئین مهارکننده به آن، مانع انجام رونویسی می‌شود.
مراحل	**تنظیم رونویسی در غیاب لاکتوز در باکتری اشرشیاکلای:** اتصال پروتئین مهارکننده به اپراتور ← عدم رونویسی از ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز **تنظیم رونویسی در حضور لاکتوز در باکتری اشرشیاکلای:** حضور لاکتوز در محیط و سپس درون باکتری ← تغییر شکل مهارکننده و مانع اتصال آن یا باعث خروج آن از اپراتور می‌شود ← انجام رونویسی تقویت می‌شود.
نکات شکل در مورد تجزیهٔ لاکتوز	○ می‌توان دید که چند نوع ژن در ایجاد یک فرایند نقش دارند مثلاً سه آنزیمی که دارای نقش در تجزیهٔ لاکتوز هستند. ○ در سیستم ژنی تجزیهٔ لاکتوز، ژن ابتدایی، دارای جایگاه آغاز رونویسی و ژن پایانی دارای جایگاه پایان رونویسی می‌باشد ولی ژن وسط هیچ‌کدام را ندارد. ○ در محل سه ژن مربوط به تجزیهٔ لاکتوز می‌توان بیش از یک ساختار رونویسی‌کننده مشاهده کرد یعنی هم‌زمان تعدادی رنابسپاراز از روی هر سه ژن را مشاهده کرد. ○ رنای پیک مربوط به تنظیم مثبت همانند تنظیم منفی رونویسی، حداقل دارای سه کدون *AUG* است. ○ در یاخته‌های پروکاریوتی ممکن است که در تنظیم مثبت و منفی رونویسی چند ریبوزوم ترجمهٔ یک رنا را به‌طور هم‌زمان انجام دهند. ○ زمانی که مهارکننده به اپراتور متصل است، رنابسپاراز راه‌انداز را شناسایی کرده است، در نتیجه مرحلهٔ آغاز رونویسی **شروع** شده است. ○ هر سه ژن روبه‌رو، تحت کنترل یک اپراتور و یک راه‌انداز مشترک‌اند پس از روی هر سه، فقط یک رنای پیک ساخته می‌شود که حاوی اطلاعات هر سه ژن است. ○ رنابسپاراز، هیچ‌گاه به مهارکننده و لاکتوز متصل نمی‌شود. ○ تمایل مهارکننده برای اتصال به لاکتوز و تغییر شکل یافتن بیشتر از تمایل آن برای اتصال به اپراتور است. ○ هر سه ژن مربوط به تجزیهٔ لاکتوز، اندازهٔ تقریباً یکسانی دارند و بین آن‌ها توالی بین‌ژنی وجود ندارد. ○ هر سه ژن، یک نقطهٔ آغاز رونویسی مشترک دارند که در ابتدای ژن اول واقع است ولی هر کدام یک رمز آغاز ترجمه برای خود دارند. ○ هر سه ژن، یک نقطهٔ پایان رونویسی مشترک دارند که در انتهای ژن سوم واقع است ولی هر کدام یک رمز پایان ترجمه برای تولید کدون پایان دارند.

۳۳۲۵ (۴) در صورت عدم اتصال مهار کننده به اپراتور، رنابسپاراز از اپراتور عبور کرده تا رونویسی کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اتصال مهارکننده به عامل محیطی و تغییر شکل سبب جدا شدن آن از اپراتور می‌شود. **گزینهٔ (۲):** در تنظیم منفی رنابسپاراز همیشه به راه‌انداز متصل است. **گزینهٔ (۳):** مهارکنندهٔ متصل به اپراتور، به عامل دیگری وصل نیست.

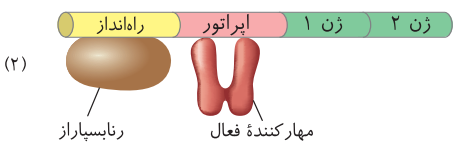
پروتئین مهارکننده و سیستم تجزیهٔ لاکتوز در باکتری اشریشیاکلای

در پروکاریوت‌ها، پروتئین‌های مخصوصی برای تنظیم **منفی** رونویسی آن‌ها می‌باشند و همان‌طور که گفتیم و از نام آن‌ها مشخص است، تمایل دارند جلوی بیان ژن(ها) را بگیرند. این پروتئین‌ها به توالی اپراتور متصل می‌شوند تا مانع از حرکت رنابسپاراز شوند. در حقیقت این پروتئین‌ها مانع ادامه یافتن مرحلهٔ اول یا شروع حرکت رنابسپاراز برای رونویسی پروکاریوت‌ها می‌شوند. هر عاملی که سبب تغییر شکل آن‌ها شود، مانع اتصال آن‌ها به اپراتور و یا باعث جدا شدن آن‌ها از اپراتور می‌شود، در حقیقت این عوامل باعث شروع **حرکت** آنزیم در رونویسی و بیان ژن می‌شوند و مهارکننده را غیرفعال می‌کنند. این عوامل (مثل لاکتوز) در اصل، القاکننده‌های ژن و فعالیت رنابسپاراز می‌باشند که مقدار آن‌ها به **محیط** بستگی دارد.



عاملی که مانع اتصال مهارکننده به اپراتور می‌شود (عامل القاکنندهٔ ژن).

در شکل (۱) مهارکننده، غیرفعال است چون عاملی به آن وصل شده و آن را تغییر شکل داده که نتواند روی اپراتور قرار بگیرد یا اینکه آن را از روی اپراتور بلند کرده است، در این حالت رنابسپاراز می‌تواند از اپراتور عبور کند و از ژن‌ها رونویسی کند.



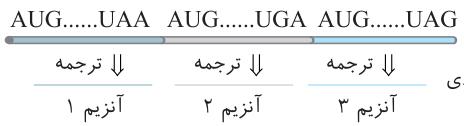
در شکل (۲) مهارکننده فعال است؛ چون روی اپراتور قرار گرفته است و عمل مهار ژن برای رونویسی شدن را انجام داده است. در این حالت رنابسپاراز پروکاریوتی باز هم مستقیماً به راه‌انداز متصل است ولی نمی‌تواند از روی اپراتور عبور کند تا رناسازی کند.

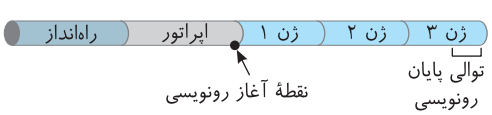
نکتهٔ مهم

در هر حالتی چون در این مکانیسم رنابسپاراز به راه‌انداز متصل است اولین کار از مرحلهٔ آغاز رونویسی انجام شده است. از طرفی تمایل مهارکننده به عامل تغییر شکل دهندهٔ آن (مثل لاکتوز) از تمایل آن به اتصال به اپراتور بیشتر است.

- دقت کنید که لاکتوز هیچ‌گاه به هیچ بخشی از دنا در این مکانیسم متصل نمی‌شود.

مثالی برای *mRNA* ایران لاکتوز سه رشتهٔ پلی‌پپتیدی





- *mRNA*ای که از روی سه ژن تجزیهٔ لاکتوز ساخته می‌شود دارای ۳ رمزهٔ آغاز ترجمه و ۳ رمزهٔ پایان ترجمه می‌باشد و در نهایت ۳ آنزیم تک‌رشته‌ای را درون یاخته برای تجزیهٔ لاکتوز می‌سازند.

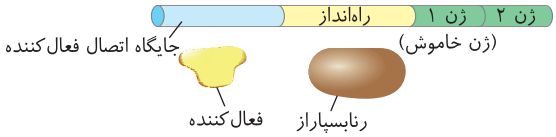
۳۳۲۶ (۴) میزان رونویسی از ژن پروتئین **مهارکننده** ارتباطی با وجود یا نبود لاکتوز یا گلوکز در محیط **ندارد**! چون مهارکننده، آنزیم نیست که اختصاصی باشد و روی مهار ژن‌های زیادی اثر دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید! اگر لاکتوز در محیط باکتری مشاهده شود و **گلوکز نیز در محیط باکتری نباشد**، با اتصال لاکتوز به مهارکننده، شکل آن **تغییر** می‌کند و نمی‌تواند به اپراتور متصل بماند. پس اگر گلوکز که قند ترجیحی باکتری است به همراه لاکتوز در محیط باشد، مهارکننده باز هم به اپراتور متصل است و لاکتوز تجزیه نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** هر سه ژن، **یک راه‌انداز مشترک** دارند در نتیجه با ایجاد جهش در راه‌انداز، غلظت سه آنزیم **به یک نسبت** تغییر خواهد کرد. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید! حتی در حالتی که مهارکننده به اپراتور متصل باشد نیز ابتدای **مرحلهٔ آغاز رونویسی** (یعنی شناسایی راه‌انداز توسط رنابسپاراز) صورت گرفته است.

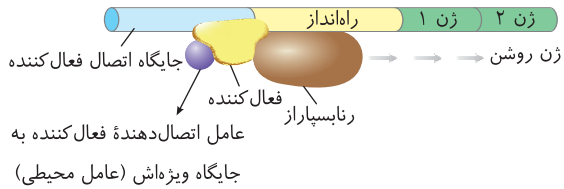
۳۳۲۷ (۲) موارد (الف) و (د) نادرست هستند. سؤال در مورد پروتئین فعال‌کننده می‌باشد.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** تنظیم مثبت و منفی رونویسی مربوط به پروکاریوت‌هاست که انواع ۱، ۲ و ۳ برای رنابسپاراز ندارند. (ب) درست. با توجه به شکل و محل تماس فعال‌کننده به دنا در قبل از راه‌انداز صحیح است. (ج) درست. فعال‌کننده توانایی اتصال به مالتوز (هیدرات کربن)، دنا (نوکلئیک‌اسید) و رنابسپاراز (پروتئین) دارد. (د) **نادرست.** فعال‌کننده و مهارکننده نقش آنزیمی و جایگاه فعال ندارند.

پروتئین فعال‌کننده و تنظیم بیان مثبت رونویسی در پروکاریوت‌ها



قبل از برخی ژن(های) پروکاریوتی، توالی اپراتور وجود ندارد. در این ژن(ها)، **راه‌انداز** به ژنی که می‌خواهد رونویسی شود متصل است. اگر رنابسپاراز به راه‌انداز متصل شد، به راحتی رونویسی را شروع می‌کند. قبلاً گفتیم که رنابسپاراز پروکاریوتی به تنهایی می‌تواند راه‌انداز خود را **شناسایی** کند. این عمل در این ژن‌ها متفاوت است و همانند سیستم‌های یوکاریوتی رنابسپاراز توانایی اتصال مستقیم و به تنهایی به راه‌انداز را ندارد. پس برای اتصال به راه‌انداز نیاز به عوامل **کمکی** دارد، بدین صورت که در بخش تنظیمی که قبل از ژن‌ها وجود دارد، قبل از راه‌انداز، یک توالی به نام جایگاه اتصال **فعال‌کننده**، می‌باشد.



انواعی از پروتئین‌ها به نام **فعال‌کننده** در این ژن‌های **پروکاریوتی** وجود دارند که مسئول تنظیم **مثبت** رونویسی هستند. فعال‌کننده‌ها، ابتدا به جایگاه اتصال خود در **قبل** از راه‌انداز متصل می‌شوند و سپس به رنابسپاراز کمک می‌کنند تا با شناسایی فعال‌کننده، به راه‌انداز خود متصل شود، یعنی در نهایت به رنابسپاراز کمک می‌کنند تا سریع‌تر رونویسی را از ژن‌های متصل به راه‌انداز آغاز کند. البته خواهیم گفت که یک‌سری عوامل مورد نیاز است تا فعال‌کننده به جایگاه مخصوص خود متصل شود وگرنه در حالت عادی این اتصال صورت نمی‌گیرد و ژن بیان نمی‌شود. (این عوامل محیطی مثلاً می‌تواند دی‌ساکارید مالتوز در نبود گلوکز باشد.)

- در این شکل چون فعال‌کننده به جایگاه ویژهٔ خود متصل نشده است، رنابسپاراز نیز به راه‌انداز متصل نمی‌شود و هیچ مرحله‌ای از رونویسی صورت نمی‌گیرد، در نتیجه ژن‌ها خاموش هستند.
- در شکل در اثر عوامل محیطی (مالتوز)، عاملی در یاخته وارد می‌شود که فعال‌کننده را به سمت جایگاه ویژهٔ خود هدایت می‌کند و سپس با کمک آن، رنابسپاراز می‌تواند به راه‌انداز خود وصل شود و رونویسی را آغاز کند. در این حالت برخلاف تنظیم منفی رونویسی، پروتئین‌ها تغییر شکل نمی‌یابند.

نکتهٔ مهم

- در بیان ژن پروکاریوتی، تغییر شکل مهارکننده سبب شروع رونویسی و بیان ژن می‌شود ولی در مورد فعال‌کننده‌ها دقت کنید که تغییر شکل ندارند و اتصال آن‌ها به توالی *DNA*، سبب فعال شدن رونویسی و بیان ژن می‌شود.
- در هر دو حالت دقت کنید که عامل محیطی به پروتئین تنظیمی مهارکننده یا فعال‌کننده متصل می‌شود ولی هیچ‌گاه به راه‌انداز، دنا و یا رنابسپاراز متصل نمی‌شود.

۳۳۲۸ (۲) در صورت حضور باکتری در محیطی که فاقد گلوکز و حاوی مالتوز است، ابتدا مالتوز وارد یاخته شده و به فعال‌کننده متصل می‌شود. این اتصال سبب می‌شود فعال‌کننده به جایگاه اتصال خود در دنا وصل شود. پس از این، رنابسپاراز می‌تواند راه‌انداز را شناسایی و به آن متصل شود و رونویسی را انجام دهد تا درنهایت پس از رونویسی و ترجمه، آنزیم‌های مربوط به تجزیهٔ مالتوز ساخته شوند.

۳۳۲۹ (۳) در حضور مالتوز در محیط، پروتئین فعال‌کننده به جایگاه خود متصل می‌شود و پس از اتصال به **رنابسپاراز** کمک می‌کند تا به راه‌انداز متصل شود و رونویسی را **شروع** کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اتصال مالتوز به **فعال‌کننده** باعث پیوستن آن به جایگاه اتصال شده و رونویسی شروع می‌شود. **گزینهٔ (۲):** اگر در محیط باکتری، قند **مالتوز** وجود داشته باشد، درون باکتری آنزیم‌هایی ساخته می‌شوند که در **تجزیهٔ آن** دخالت دارند. **گزینهٔ (۴):** **عوامل رونویسی** ویژهٔ **یوکاریوت**هاست!

۳۳۳۰ (۴) زمانی که مالتوز، تنها قند موجود در محیط برای اشرشیاکلای باشد، تنظیم بیان ژن از نوع مثبت فعال می‌شود و پروتئین فعال‌کننده در اثر اتصال به مالتوز، در جایگاه خود قرار می‌گیرد و به رنابسپاراز کمک می‌کند تا به *DNA* متصل شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در باکتری‌ها فقط یک نوع رنابسپاراز وجود دارد. **گزینهٔ (۲):** اتصال مهارکننده به جایگاه اتصال خود در زمانی دیده می‌شود که گلوکز در محیط وجود دارد و نیازی به رونویسی ژن‌های مربوط به تجزیهٔ لاکتوز نیست. **گزینهٔ (۴):** پروتئین فعال‌کننده به سه مولکول متصل است: رنابسپاراز، مالتوز و دنا که در میان آن‌ها فقط یک پروتئین وجود دارد (رنابسپاراز).

۳۳۳۱ (۱) با حضور لاکتوز در محیط باکتری، به دنبال اتصال لاکتوز به پروتئین مهارکننده و تغییر شکل آن، رونویسی از ژن‌ها رخ خواهد داد که طی مصرف نوکلئوتیدها در رونویسی، دو گروه فسفات آن‌ها جدا شده و درنتیجه مقدار گروه‌های فسفات بیشتر خواهد شد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** رونویسی از ژن پروتئین مهارکننده همواره صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** اگر گلوکز نباشد، آن وقت از ژن‌های مربوط به تجزیهٔ قند مالتوز رونویسی انجام می‌شود ولی شکل مربوط به تجزیهٔ لاکتوز است (نه مالتوز). **گزینهٔ (۴):** اگر گلوکز در محیط نباشد و لاکتوز وجود داشته باشد؛ آنگاه باکتری برای مصرف قند لاکتوز آنزیم‌های لازم را تولید می‌کند.

۳۳۳۲: ۴ سیستم ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ مالتوز در باکتری اشرشیاکلای به صورت تنظیم **مثبت** رونویسی بوده تا در صورت کمبود گلوکز، باکتری بتواند با تجزیهٔ مالتوز، نیاز خود را برطرف کند. در این ژن‌ها، برای بیان شدن، ابتدا پروتئین‌های متنوع فعال‌کننده به جایگاه اتصال خود به توالی قبل از راه‌انداز متصل می‌شوند و سپس به اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز کمک می‌کنند. در حقیقت مالتوز با اتصال به فعال‌کننده، سبب چسبیدن فعال‌کننده به جایگاه اتصال خود در دنا شده و سپس به اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز و حرکت آن به سمت نقطهٔ شروع رونویسی کمک می‌کند. در این سؤال، عوامل رونویسی (که مخصوص یوکاریوت‌هاست) (گزینهٔ (۱))، مهارکننده (که مربوط به ژن‌های تجزیهٔ مالتوز نیست) (گزینهٔ (۲)) و **سنتز** مالتوز (به جای تجزیهٔ آن!) (گزینهٔ (۳)) در مورد آن‌ها نادرست است.

۳۳۳۳: ۱ دقت کنید در تنظیم **منفی** رونویسی رنابسپاراز به تنهایی راه‌انداز را شناسایی می‌کند! در تنظیم مثبت رونویسی رنابسپاراز نیازمند عامل فعال‌کننده می‌باشد. بالاخره دقت کنید که در پروکاریوت‌ها به‌جز رنابسپاراز، پروتئین دیگری برای رونویسی، به راه‌انداز وصل نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** پروتئین مهارکننده، در تنظیم منفی رونویسی، به لاکتوز و پروتئین فعال‌کننده در تنظیم مثبت رونویسی به مالتوز اتصال پیدا می‌کنند. هر دو این‌ها بر رونویسی تأثیر می‌گذارند! (حالا یکی تأثیرش مثبته یکی منفی). **گزینهٔ (۴):** جاندار مربوط به صورت سؤال نوعی باکتری است! در باکتری کلاً یک نوع رنابسپاراز برای انجام رونویسی از هر ژنی که می‌خواهیم، وجود دارد. **گزینهٔ (۴):** رنابسپاراز چه در تنظیم منفی و چه در تنظیم مثبت، در نهایت برای شناسایی جایگاه آغاز رونویسی به توالی **راه‌انداز** (توالی ویژه‌ای در دنا) نیاز دارد.

۳۵۵ تنظیم رونویسی

نوع تنظیم رونویسی	نوع پروتئین تنظیمی	نوع دی‌ساکارید متصل به پروتئین تنظیمی	جایگاه اتصال پروتئین تنظیمی در دنا	وضعیت پروتئین تنظیمی در عدم حضور دی‌ساکارید ویژه	وضعیت پروتئین تنظیمی در حضور دی‌ساکارید ویژهٔ خود	توانایی اتصال مستقل رنابسپاراز به راه‌انداز	عملکرد پروتئین تنظیمی
منفی	مهارکننده	لاکتوز	اپراتور	متصل به اپراتور	تغییرشکل و جداشدن از اپراتور	+	ایجاد مانع بر سر راه رنابسپاراز
مثبت	فعال کننده	مالتوز	جایگاه اتصال فعال‌کننده	محلول در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم	اتصال به جایگاه اتصال فعال‌کننده و بدون تغییرشکل آن	−	تسهیل اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز و شروع رونویسی

۳۳۳۴: ۳ در تنظیم منفی رونویسی، پروتئین تنظیمی (مهارکننده) به توالی اپراتور در جلوی راه‌انداز و پروتئین فعال‌کننده به جایگاه اتصال فعال‌کننده در پشت راه‌انداز متصل می‌گردد. هر دوی این توالی‌ها (اپراتور و جایگاه اتصال فعال‌کننده) در مجاور راه‌انداز قرار دارند، اما **بخشی از ژن نمی‌باشند** و به آن‌ها توالی تنظیمی گفته می‌شود. (مطرح شده در کنکور ۹۸)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در تنظیم منفی رونویسی، بلافاصله پس از راه‌انداز، اپراتور و بعد از آن ژن‌های سازندهٔ آنزیم قرار گرفته‌اند. بنابراین توالی آغاز رونویسی در مجاورت با اپراتور قرار می‌گیرد نه راه‌انداز! اما در تنظیم مثبت رونویسی، ژن‌های موردنظر بلافاصله پس از راه‌انداز قرار گرفته و توالی آغاز رونویسی در کنار راه‌انداز قرار دارد. **گزینهٔ (۲):** رنای پیک مربوط به آنزیم‌های تجزیه کنندهٔ لاکتوز و مالتوز، دارای سه ژن متصل به هم می‌باشد. این سه ژن دارای یک توالی آغاز رونویسی، یک توالی پایان رونویسی، سه کدون آغاز ترجمه و سه کدون پایان ترجمه می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** در تنظیم مثبت رونویسی، اتصال مالتوز به پروتئین فعال‌کننده منجر به اتصال آن به جایگاه خود در دنا می‌شود. در نهایت این مجموعه به رنابسپاراز کمک می‌کند تا به راه‌انداز متصل شود و رونویسی را شروع کند.

۳۳۳۵: ۴ در باکتری اشرشیاکلای، ژن سوم از ژن‌های مربوط به تجزیهٔ مالتوز، آخرین ژنی است که رونویسی می‌شود و جایگاه پایان رونویسی درون آن قرار دارد. اگر در این توالی جهشی صورت بگیرد، ممکن است توقف رونویسی در محل صحیح خود انجام نشود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در این باکتری، در تنظیم رونویسی ژن‌های مربوط به تجزیهٔ لاکتوز، مهارکننده به رنابسپاراز متصل نمی‌شود بلکه به اپراتور متصل می‌شود. **گزینهٔ (۲):** ژن دوم در باکتری، وسط ژن‌های دیگر مربوط به تجزیهٔ مالتوز قرار دارد که رونویسی می‌شوند ولی این ژن فاقد نقطهٔ آغاز و توالی پایان رونویسی می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** جایگاه اتصال فعال‌کننده در فعالیت ژن‌های لاکتوز وجود ندارد بلکه مربوط به فعالیت ژن‌های مربوط به تجزیهٔ مالتوز است.

۳۳۳۶: ۱ همان‌طور که می‌دانید قند ترجیحی این باکتری گلوکز است و وقتی گلوکز کافی در محیط باشد، دلیلی بر استفاده از لاکتوز و مالتوز ندارد. در این حالت در سیستم تجزیهٔ لاکتوز، مهارکننده به اپراتور دنا متصل است ولی در سیستم تجزیهٔ مالتوز، فعال‌کننده به توالی دنا وصل نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در این حالت ژن‌های تجزیهٔ مالتوز فعال می‌شوند ولی فعال‌کننده برخلاف مهارکننده، خاصیت تغییر شکل ندارد. **گزینهٔ (۳):** مهارکننده همواره در صورت اتصال به دنا، باید به اپراتور متصل شود و هیچ‌گاه به رنابسپاراز متصل نمی‌شود (سیستم ژنی تجزیهٔ مالتوز، مهارکننده ندارد). **گزینهٔ (۴):** در صورت بیان ژن‌های لاکتوز، سه نوع رونوشت مختلف از سه ژن مختلف ولی همگی روی یک رنای پیک قرار دارند.

۳۳۳۷: ۴ دقت کنید که اگر گلوکز هم در محیط باکتری کافی باشد، آنگاه نیازی به آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ قند دیگری وجود ندارد (دلیل رد گزینه‌های (۱) و (۳) و درستی گزینهٔ (۴)). در مورد گزینهٔ (۲) هم دقت کنید که بین رنا و دنا، پیوند هیدروژنی ایجاد می‌شود.

۳۳۳۸: ۲ از روی ژن پروتئین‌های تنظیمی چه در حضور گلوکز و چه در غیاب گلوکز رونویسی انجام می‌شود (سؤال در مورد ویژگی مشترک پروتئین مهارکننده و فعال‌کننده است).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پروتئین مهارکننده با اتصال لاکتوز، از دنا جدا می‌شود. **گزینهٔ (۳):** پروتئین فعال کننده به انجام رونویسی کمک می‌کند. **گزینهٔ (۴):** پروتئین مهارکننده با اتصال لاکتوز، از دنا جدا می‌شود.

۳۳۳۹: ۲ در تنظم بیان ژن منفی زودترین کار، اتصال آنزیم رنابسپاراز پروکاریوتی به راه‌انداز است. این عمل در هر صورت رخ می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در تنظیم مثبت، ابتدا مالتوز به پروتئین فعال کننده متصل می‌شود و سپس هر دو با هم به دنا متصل می‌شوند. **گزینه‌های (۳) و (۴):** در صورت حضور گلوکز نیازی به تولید آنزیم‌های تجزیه کننده نیست.

۳۳۴۰ (۴) شناسایی توالی راه‌انداز در تنظیم منفی رونویسی بدون نیاز به پروتئین مهارکننده انجام می‌شود اما در تنظیم مثبت رنابسپاراز نیاز به کمک پروتئین فعال‌کننده دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بـا اتصـال مهارکننده به اپراتور، امکان رونویسـی وجود ندارد. هنگام رونویسـی، از نوکلئوتیدهای سه‌فسـفاته داخل سیتوپلاسـم اسـتفاده می‌شـود. **گزینهٔ (۲):** پروتئین محرک رنابسـپاراز، پروتئین فعال‌کننده اسـت. با اتصال مالتوز به آن، به جایگاه اتصال فعال کننده متصل می‌شـود. جایگاه اتصال فعال‌کننده در قسـمت **پشتی** راه‌انـداز قـرار دارد (نه در بین راه‌انداز و ژن!). **گزینهٔ (۳):** دقت کنید به دنبال اتصال دی‌سـاکارید فقط پروتئین مهارکننده منتقل می‌شـود و به هیچ‌یک از توالی‌های دنا متصل نمی‌شود.

۳۳۴۱ (۲) در حالتی که گلوکز کم ولی لاکتوز و مالتوز در اطراف باکتری اشرشیاکلای زیاد باشد، این دی‌ساکاریدها با ورود به یاخته و مکانیسم‌های مختلف تنظیم منفی و مثبت رونویسی سبب بیان ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ این دی‌ساکاریدها می‌شوند، چون قند ترجیحی باکتری اشریشیاکلای، گلوکز است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرسـت. طبق متن کتاب درسـی، ابتدا مجموعهٔ مالتوز و فعال‌کننده به جایگاه مخصوص خود قبل از راه‌انداز متصل می‌شـوند و سـپس رنابسپاراز به آن‌ها و راه‌انداز می‌پیوندد. **گزینهٔ (۲):** **درست.** در پی اتصال لاکتوز (قند شیر) به مهارکنندهٔ روی اپراتور، با تغییر شکل مهارکنندهٔ اپراتور که میان راه‌انداز و ژن اسـت، خالی شـده و رنابسپاراز برای رونویسی تحریک می‌شـود و به راه می‌افتد. **گزینهٔ (۳):** نادرست. فعال‌کنندهٔ مربوط به تنظیم مثبت رونویسی در ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ مالتوز است و به اپراتور کاری ندارد. **گزینهٔ (۴):** نادرست. در ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ مالتوز، اتصال دی‌ساکارید به فعال‌کننده سبب تغییر شکل آن نمی‌شود، ولی در ژن‌های تجزیهٔ لاکتوز، دی‌ساکارید با تغییر شکل مهارکننده، به فعالیت می‌پردازد.

۳۳۴۲ (۱) فقط مورد (الف) صحیح است.

بررسی موارد (الف) **درست.** واژهٔ **بیان ژن** به معنی فعالیت و رونویسی از ژن است، ولی **تنظیم بیان ژن** را می‌توان هم برای روشن شدن و هم برای خاموش شدن ژن در نظر گرفت. (ب) نادرست. در تنظیم مثبت رونویسی، تغییر شکلی در پروتئین فعال‌کننده ایجاد نمی‌شود. (ج) نادرست. در تنظیم بیان ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز، این قند با اتصال به مهارکنندهٔ روی اپراتور، وارد فعالیت می‌شـود. (د) نادرسـت. رنابسـپاراز پروکاریوتی قادر به **شناسایی** راه‌انداز خود می‌باشد، ولی برای **اتصال** به آن‌ها در ژن‌هایی با تنظیم مثبت، نیاز به فعال‌کننده دارد.

۳۳۴۳ (۳) در همهٔ پروکاریوت‌ها، ژن‌های مجاور هم در یک سیسـتم چندژنی (مثل تجزیهٔ لاکتوز و مالتوز)، توسـط یک راه‌انداز و یک آنزیم رنابسـپاراز رونویسی می‌شوند ولی در ژن‌هایی با توالی تک‌ژنی هم همین نوع آنزیم به رونویسی می‌پردازد و نوع دیگری وجود ندارد (نادرستی گزینهٔ (۲) و درستی گزینهٔ (۳)).

نکته

اغلب باکتری‌ها به‌جز *DNA* حلقوی اصلی تعدادی دیسـک دارند (نه همهٔ آن‌ها) (نادرسـتی گزینهٔ (۱)) و در سیسـتم‌های چندژنی مثل تجزیهٔ لاکتوز و مالتوز، یک بخش تنظیم‌کننده برای هر سه ژن دارند و پروتئین ویژه هر ژن وجود ندارد.

۳۳۴۴ (۴) در این ژن‌ها، لاکتوز محرک فعالیت رنابسپاراز به‌طور غیرمستقیم است چون مسیر عبور آن را از روی اپراتور خالی می‌کند. همان‌طور که می‌دانید لاکتوز نوعی دی‌ساکارید است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به متن کتاب درسی، مهارکننده همواره به اپراتور تمایل دارد و این لاکتوز است که با اتصال به مهارکننده، در آن **تغییر شکل** می‌دهد و سبب جدایی مهارکننده از اپراتور می‌شود ولی طراح کنکور این موضوع را تمایل بیشتر مهارکننده به لاکتوز دانسته است. **گزینهٔ (۲):** شناسایی راه‌انداز توسط پروتئین ویژه، مخصوص یوکاریوت‌ها و ژن‌های تجزیهٔ مالتوز است. **گزینهٔ (۳):** ژن‌های تجزیهٔ لاکتوز، به پروتئین فعال‌کننده نیازی ندارند. (خیلی دقت کنید، هر سال از این مباحث سؤال طرح می‌شود!)

۳۳۴۵ (۲) موارد (الف) و (د) صحیح می‌باشند *(البته نظر من با طراح تست آن سال متفاوت است!)*. جهش، در اصطلاح زیست‌شناسی به هرگونه تغییر در توالی نوکلئوتیدهای **دنا** (*DNA*) گفته می‌شود. جهش می‌تواند روی رونویسی اثر کرده و نوع *RNA* را تغییر دهد که در صورت تغییر در *mRNA*، می‌تواند روی پروتئین نیز اختلال ایجاد کند.

بررسی موارد (الف) **درست.** در صورت جهش در سه ژن سازندهٔ آنزیم تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز، ممکن است جایگاه فعال محصول آن نیز تغییر کند. (ب) نادرست. اصلاً مهارکننده هیچ‌گاه به ژن متصل نمی‌شود که در اثر جهش این اتصال به مشکل بخورد. (مهارکننده به بخش تنظیمی اپراتور که قبل از ژن (ها) قرار دارد متصل می‌شود.) (ج) نادرسـت. لاکتوز نوعی قند اسـت و به‌طور مسـتقیم از روی ژن ساخته نمی‌شود (البته طراح محترم دقت نکرده است که جهش ممکن است سبب عدم تولید پروتئین مهارکننده شـود و دیگر لاکتوز به آن وصل نخواهد شد ولی چه کنیم که سؤال کنکور اسـت؟!). (د) **درست.** برخی جهش‌ها ممکن است با تغییرات اندک در محصول، سبب افزایش فعالیت آن محصول شوند.

۳۳۴۶ (۳) *در باکتری اشرشیاکلای، پروتئین مهارکننده در تنظیم منفی رونویسی چگار به فعال‌کننده در تنظیم مثبت دارد؟!* اصلاً این دو مکانیسم و بیان آن‌ها به‌طور مستقیم در کار هم ارتباطی ندارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در صورت تغییر محیط از محیطی که فقط لاکتوز دارد به محیطی که فقط گلوکز دارد، پروتئین مهارکننده باید تغییر شـکل دهد و مجدداً به اپراتور ژن‌های مربوط به آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز متصل شـود. **گزینهٔ (۲):** در صورتی که محیط باکتری از محیطی که فقط لاکتوز دارد به محیطی که فقط مالتوز دارد تغییر کند، در فرایند تنظیم مثبت رونویسـی، فعال‌کننده به رنابسـپاراز متصل می‌شـود. **گزینهٔ (۴):** در صورت تغییر محیط باکتری از محیطی که فقط گلوکز دارد به محیطی که فقط لاکتوز دارد، با جدا شدن مهارکننده از اپراتور، **رنابسپاراز می‌تواند روی اپراتور نیز قرار گیرد** که در مجاورت راه‌انداز است اما **آن را رونویسی نمی‌کند.**

۳۳۴۷ (۴) سـؤال در مورد تجزیهٔ لاکتوز اسـت، بنابراین مربوط به تنظیم **منفی** رونویسی اسـت. فراوردهٔ ژن‌ها مربوط به آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز هستند. **آنزیم‌ها** در افزایش سرعت واکنش‌های شیمیایی نقش دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مهارکننده با پیوسـتن لاکتوز به آن، از دنا جدا می‌شـود. پس می‌توان گفت تمایل آن به آن قند بیشـتر اسـت. **گزینهٔ (۲):** محرک فعالیت رنابسپاراز در تنظیم منفی نداریم! این گزینه مربوط به تنظیم مثبت رونویسی باکتری است. از طرفی اگر منظور از محرک، لاکتوز است که نوعی دی‌ساکارید می‌باشد.(نه مونوساکارید). **گزینهٔ (۳):** آنزیم رونویسی‌کننده رنابسپاراز نام دارد. دقت کنید توالی اپراتور توسط رنابسپاراز در حد کتاب درسی رونویسی نمی‌شود.

۳۳۴۸ (۴) در سیسـتم‌های ژنـی تجزیه‌کننـدهٔ لاکتوز و مالتوز، در هـر دو حالت تنظیم بیان منفی و مثبت، بـه ترتیب پروتئین‌های مهارکننـده و فعال‌کننده با اتصال به دی‌ساکاریدها به حرکت رنابسپاراز روی دنا کمک می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پروکاریوت‌ها فقط یک نوع رنابسپاراز دارند و کلاً نادرست است. **گزینهٔ (۲):** این گزینه فقط در مورد تنظیم مثبت رونویسی صادق است چون در تنظیم منفی، اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز بدون واسطه انجام می‌شود. **گزینهٔ (۳):** این عبارت و عمل **فعال‌کننده** نیز فقط در تنظیم مثبت برای تجزیهٔ مالتوز کارایی دارد.

۳۳۴۹ : ۴ چه در تنظیم مثبت و چه در تنظیم منفی رونویسی اشرشیاکلای، به دنبال اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز، پیوند هیدروژنی میان دو رشتهٔ *DNA* باز می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در تنظیم منفی رونویسی، راه‌انداز در مجاورت اولین ژن قرار ندارد و بین آن‌ها اپراتور قرار دارد. **گزینهٔ (۲):** رنای نابالغ، ویژهٔ یوکاریوت‌هاست. **گزینهٔ (۳):** اتصال قند به مهارکننده، سبب جدا شدن آن از اپراتور می‌شود. (به فعل و قید عبارت دقت کنید)

۳۳۵۰ : ۴ در یوکاریوت‌ها، هم عوامل ژن هسته و هم ژن‌های سیتوپلاسمی در بیان ژن مؤثرند ولی در پروکاریوت‌ها همگی در سیتوپلاسم هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هم در پروکاریوت‌ها توالی‌هایی مثل اپراتور یا جایگاه اتصال فعال‌کننده و هم در یوکاریوت‌ها توالی افزاینده مؤثر است. **گزینهٔ (۲):** در هر جانداری تنظیم بیان ژن فرایندی دقیق و پیچیده است که در یوکاریوت‌ها پیچیده‌تر است. **گزینهٔ (۳):** در هر دو نوع جاندار، عامل محرک مثل لاکتوز و عامل‌های دیگر باید حداقل از غشای یاخته عبور کنند.

تنظیم بیان ژن ۳۵۶

تنظیم بیان ژن پروکاریوت	تنظیم بیان ژن یوکاریوت
علاوه‌بر راه‌انداز، توالی اپراتور یا جایگاه اتصال فعال‌کننده وجود دارد.	علاوه‌بر راه‌انداز ممکن است توالی افزاینده داشته باشد.
رنابسپاراز در تنظیم منفی به تنهایی می‌تواند به رنابسپاراز متصل شود اما در تنظیم مثبت، رنابسپاراز به کمک پروتئین فعال‌کننده به راه‌انداز متصل می‌شود.	رنابسپاراز برای شناسایی و اتصال به راه‌انداز نیاز به عوامل رونویسی دارد.
برای تنظیم بیان ژن مهارکننده یا فعال‌کننده دارند.	برای تنظیم بیان ژن عوامل رونویسی دارند.
تنظیم مثبت و منفی فقط در پروکاریوت وجود دارد.	پروتئینی به نام عوامل رونویسی تنها در یوکاریوت وجود دارد.
در تنظیم منفی، راه‌انداز در مجاورت محل شروع رونویسی قرار ندارد اما در تنظیم مثبت، راه انداز در مجاورت محل شروع رونویسی قرار دارد.	راه‌انداز معمولاً در نزدیکی محل شروع رونویسی قرار دارد.
خمیدگی در مولکول دنا وجود ندارد.	در صورت نیاز به افزاینده، خمیدگی در مولکول دنا ایجاد می‌شود.
دارای عوامل رونویسی، سانتریول، توالی افزاینده، اگزون، اینترون، هیستون، بلوغ رنای پیک، رنای کوچک و چندین نوع رنابسپاراز نمی‌باشد.	دارای آنزیم برش‌دهنده، فعال‌کننده، مهارکننده، یک نوع رنابسپاراز، اپراتور، دنای متصل به غشای یاخته‌ای نمی‌باشد.

۳۳۵۱ : ۱ فقط مورد (ب) برای تکمیل عبارت مناسب است.

بررسی گزینه‌ها در یوکاریوت‌ها، توالی‌های راه‌انداز و افزاینده، نوعی توالی تنظیمی به حساب می‌آیند. با توجه به شکل ۱۸ صفحهٔ ۳۵، پروتئین‌هایی مانند آنزیم رنابسپاراز و عوامل رونویسی می‌توانند به این توالی متصل شوند. تنها **برخی** از عوامل رونویسی در تنظیم سرعت آنزیم رنابسپاراز نقش دارند (رد مورد (د)). اما تمامی این پروتئین‌ها با توجه به شکل ۱۴ صفحهٔ ۳۱ توسط ریبوزوم‌های **آزاد** موجود در سیتوپلاسم ساخته شده و با عبور از منافذ هسته، می‌توانند به دنای اصلی یاخته متصل شوند (درستی مورد (ب)). برای یاخته‌های پروکاریوتی هم می‌توان تنظیم مثبت و منفی رونویسی باکتری *E.coli* را مثال زد. آنزیم رنابسپاراز در تنظیم منفی رونویسی، نوعی مولکول پروتئینی است که می‌تواند به راه‌انداز، اپراتور (چون در مسیرش است) و نوکلئوتیدهای داخل ژنی متصل باشد (رد موارد (الف) و (ج)).

۳۳۵۲ : ۱ در هستهٔ یاخته‌های یوکاریوتی، دو گروه پروتئین می‌توانند به توالی راه‌انداز متصل گردند ۱) آنزیم رنابسپاراز (که از جنس پروتئین است) ۲) گروهی از عوامل رونویسی که در اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز نقش دارند. تنها رنابسپارازها دارای فعالیت آنزیمی بوده و می‌توانند با شکستن پیوندهیدروژنی بین نوکلئوتیدها، ساختار مولکول دنا را تغییر دهند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** نوع دیگری از عوامل رونویسی هم وجود دارند که با اتصال به توالی افزاینده منجر به خمیدگی مولکول دنا و در نهایت افزایش سرعت رونویسی می‌شوند. این پروتئین‌ها در تماس با راه‌انداز قرار نمی‌گیرند. **گزینهٔ (۳):** با توجه به شکل ۱۹ صفحهٔ ۳۵ کتاب درسی، رنابسپاراز و عوامل رونویسی متصل به رنابسپاراز در تماس مستقیم با توالی تنظیمی دیگر (افزاینده) قرار نمی‌گیرند. فقط می‌توانند در کنار پروتئین‌های متصل به آن قرار بگیرند. **گزینهٔ (۴):** همهٔ این پروتئین‌ها با فعالیت رناتن‌های آزاد مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید شده و برای رسیدن به دنای اصلی یاخته، باید از منافذ هسته عبور نمایند.

تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها

از آنجایی که در یوکاریوت‌ها اندامک‌های غشادار متفاوتی وجود دارند و فرایند رونویسی درون هسته، ولی ترجمه در رناتن سیتوپلاسم صورت می‌گیرد، **واکنش‌های مربوط به تنظیم بیان ژن و عوامل مؤثر بر آن‌ها از سیستم‌های پروکاریوتی پیچیده‌تر می‌باشند** و در **مراحل بیشتری** صورت می‌گیرند. دقت کنید که هر عامل محیطی یا درونی می‌توانند در بیان ژن‌های آن‌ها که درون هسته، میتوکندری و پلاست‌ها قرار دارند، اثر کنند. **این عوامل باید از غشاهای مختلفی عبور کرده تا روی ژن مورد نظر اثر کنند.**

نکته

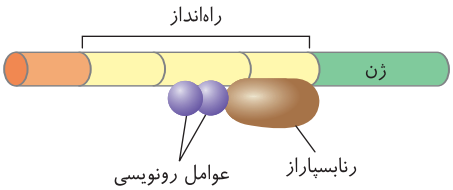
بیشتر بدانید ولی لازم: در جانداران، برخی ژن‌ها نیازی به تنظیم بیان ندارند، چون همواره بیان می‌شوند و روشن هستند. مثلاً ژن‌های مربوط به ساخت *rRNA* و پروتئین‌های رناتنی همواره فعال هستند چون رناتن‌سازی همواره باید در یاخته انجام شود.

تنظیم بیان ژن‌های یوکاریوتی در مرحلهٔ رونویسی

در سیستم‌های یوکاریوتی برخلاف پروکاریوتی فعالیتِ **هر ژن**، همواره توسط **یک بخش تنظیمی** که دارای **یک راه‌انداز** است، تنظیم می‌شود. در یوکاریوت‌ها پروتئین‌های مهارکننده، فعال‌کننده، توالی‌های اپراتور و جایگاه اتصال فعال‌کننده‌ها وجود ندارند و از همه مهم‌تر اینکه رنابسپارازهای ۱ ، ۲ و ۳ یوکاریوتی برخلاف رنابسپاراز پروکاریوتی در تنظیم منفی ژن‌ها، نمی‌توانند **به تنهایی** توالی راه‌انداز ژن خود را پیدا کنند. در یوکاریوت‌ها توالی راه‌انداز در ژن‌های مختلف در بخش‌های **متفاوتی** قرار دارند و خود راه‌انداز از بخش‌هایی با کارهای مختلف و جایگاه اتصال به عوامل مختلفی ایجاد شده است. در این جانداران پروتئین‌هایی بسیار متنوع به نام **عوامل رونویسی** وجود دارند که به مناطق مختلفی از *DNA* متصل می‌شوند تا فعالیت‌های مختلفی را برای رونویسی انجام دهند.

توجه در تست‌های کنکور وقتی صحبت از سیستم یوکاریوتی می‌کنیم، منظور ژن‌های هسته می‌باشد و به ژن‌های میتوکندری و پلاست‌های آن‌ها کاری نداریم.

در یوکاریوت‌ها برای شروع رونویسی، ابتدا **برخی از عوامل رونویسی** (در شکل دو تا با اندازهٔ یکسان) به **بخشی از راه‌انداز** متصل می‌شوند و سپس رنابسپارازها با شناسایی عوامل رونویسی می‌توانند به راه‌انداز خود که در نزدیکی ژن مورد نظر می‌باشد، متصل شوند و سپس رونویسی را آغاز کنند.

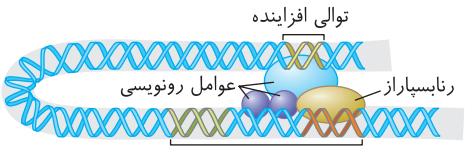


در برخی ژن‌های یوکاریوتی دیده می‌شود که حتی با اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز که به کمک عوامل رونویسی روی راه‌انداز صورت گرفته است، باز هم رونویسی آغاز نمی‌شود. در این ژن‌ها، معمولاً در مناطقی **دورتر از راه‌انداز** بخش‌های خاصی از *DNA* به نام **توالی افزاینده** وجود دارند که خود محل اتصال **انواعی دیگر از عوامل رونویسی** با اندازهٔ متفاوت (بزرگ‌تر) می‌باشند.

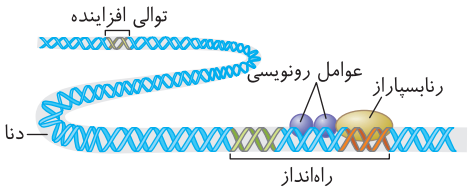
وقتی این عوامل رونویسی جدید به توالی افزاینده متصل شدند، **یک خمیدگی** یا **حلقه** روی مولکول *DNA* در **بین توالی افزاینده و راه‌انداز** ایجاد می‌کنند به‌طوری که توالی افزاینده و راه‌انداز در مقابل یکدیگر قرار می‌گیرند و **عوامل رونویسی** متصل به آن‌ها **به هم** وصل می‌شوند. در این حالت مجموعه عوامل رونویسی روی توالی افزاینده و راه‌انداز سبب تحریک رنابسپاراز شده و **سرعت** و **مقدار** رونویسی این آنزیم را افزایش می‌دهند.

چند نکته از شکل

- اندازهٔ عوامل رونویسی متصل به راه‌انداز تقریباً برابر است ولی عامل رونویسی متصل به توالی افزاینده اندازهٔ بزرگ‌تری می‌تواند داشته باشد.
- لازم نیست، رنابسپاراز به هر عامل رونویسی روی راه‌انداز متصل شود.
- لازم نیست عامل رونویسی روی افزاینده به هر عامل رونویسی روی راه‌انداز متصل شود.
- توالی افزاینده هیچ‌گاه به راه‌انداز و رنابسپاراز و عوامل روی راه‌انداز متصل نمی‌شود.
- اندازهٔ راه‌انداز از توالی افزاینده بزرگ‌تر است.



«توالی افزاینده و عوامل رونویسی متصل به آن»



«تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها»

نکته

عوامل متعدد محیطی و درونی جانداران یوکاریوتی، در تنظیم بیان ژن‌ها مؤثر می‌باشند، این عوامل سبب **تغییر در تمایل پیوستن** عوامل رونویسی به راه‌انداز شده و **مقدار و سرعت** رونویسی را تغییر می‌دهند. حتی تنوع در خود راه‌اندازهای متنوع نیز در اتصال عوامل رونویسی مختلف به آن‌ها مؤثر است.

۳۳۵۳: ۱ یاختهٔ کشندهٔ طبیعی نوعی یاختهٔ یوکاریوتی است. عوامل رونویسی، پروتئینی هستند، پس ژن آن‌ها توسط رنابسپاراز ۲ رونویسی شده و رنای پیک تولید می‌کند که در ساختار خود پیوند فسفودی‌استر دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** پروتئین رناتنی هم نوعی پروتئین است در نتیجه ژن آن توسط رنابسپاراز ۲ رونویسی می‌شود. **گزینهٔ (۳):** دقت کنید محصول رونویسی، رنابسپاراز ۱، رنای رناتنی است که به پروتئین رناتنی وصل می‌شود تا رناتن بسازد و به رنای دیگری وصل نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** آنزیم اتصال‌دهندهٔ رنای ناقل به آمینواسید مناسب پروتئینی با نقش آنزیمی است و ژن(های) آن توسط رنابسپاراز ۳ رونویسی نمی‌شود.

۳۳۵۴: ۱ فقط مورد (الف) صحیح است.

بررسی موارد (الف) **درست.** با توجه به شکلِ توالی افزاینده و عامل رونویسی متصل به آن صحیح است. (ب) نادرست. عامل رونویسی متصل به افزاینده، اندازهٔ بزرگی دارد. (ج) نادرست. هیچ‌گاه راه‌انداز و افزاینده به هم متصل نمی‌شود. (د) نادرست. فقط رنابسپاراز نقش آنزیمی دارد.

۳۳۵۵: ۳ آنزیم رنابسپاراز ۱ در یوکاریوت‌ها وجود دارد. در یوکاریوت‌ها، مولکول‌های رنای تولیدشده در هسته پس از رونویسی و قبل از ورود به سیتوپلاسم دچار تغییراتی می‌شوند که یکی از آن‌ها حذف رونوشت‌های میانه است، بنابراین اگر رنای درون سیتوپلاسم را با مولکول دنای هسته مجاورت دهیم، بخش‌هایی از دنا که **میانه** نام دارند، به‌صورت حلقه بیرون می‌زنند. (شکل ۵ - صفحهٔ ۲۶ زیست‌شناسی دوازدهم)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تجمع رناتن‌ها هم در پروکاریوت‌ها و هم یوکاریوت‌ها دیده می‌شود؛ اما تغییرات پیرایش در یوکاریوت‌ها اتفاق می‌افتد. **گزینهٔ (۲):** اغلب پروکاریوت‌ها یک جایگاه آغاز همانندسازی در رنای اصلی خود دارند. تنظیم بیان‌ژن در پروکاریوت‌ها در همهٔ مراحل رونویسی و ترجمه می‌تواند انجام گیرد، اما به طور معمول در مرحلهٔ رونویسی انجام می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در مراحل رونویسی، تشکیل و از بین رفتن پیوند هیدروژنی و نیز تشکیل پیوند فسفودی‌استر دیده می‌شود؛ اما شکستن پیوند فسفودی‌استر در رونویسی رخ نمی‌دهد.

۳۳۵۶: ۱ سؤال در مورد یاختهٔ **یوکاریوتی** است (چون نقطهٔ وارسی دارد)، پس باید برای شروع رونویسی، رنابسپاراز به مجموعهٔ راه‌انداز و پروتئین عوامل رونویسی هدایت شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** بودن یک نوع آنزیم رنابسپاراز برای ساخت انواع رناها، مخصوص **پروکاریوت**هاست. **گزینه‌های (۳) و (۴):** ترجمه فقط از روی **رنای پیک** انجام می‌شود که فقط حاصل عمل رنابسپاراز ۲ می‌باشد.

۳۳۵۷: ۲ با توجه به این جملهٔ کتاب که در یوکاریوت‌ها آنزیم‌های متعددی در رونویسی وجود دارد که به‌طور کلی رنابسپاراز گفته می‌شوند، صحیح است. از طرفی بیان ژن به آنزیم‌های متعددی نیازمند است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مورد رشتهٔ رمزگذار دنا رد می‌شود (چون رونویسی نمی‌شود). **گزینهٔ (۳):** هستهٔ دیپلوئید اشتباه است چون اسپرماتوسیت ثانویهٔ هاپلوئید، نیز برای ورود به میوز ۲، سانتریول‌های خود را مضاعف می‌کند. **گزینهٔ (۴):** در مورد ژن‌های *rRNA* و *tRNA*ساز رد می‌شود چون پلی‌پپتید فقط از روی رنای پیک تولید می‌شود.

۳۳۵۸: ۱ وقتی جهش در **اپراتور** صورت گیرد، ممکن است پروتئین تنظیمی مهارکننده به آن نپیوندد (این عمل در اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز و شروع رونویسی اختلالی ایجاد نمی‌کند). در گزینه‌های (۳) و (۴) دقت داشته باشید که عمل مهارکننده در اتصال به اپراتور مهم است و جهش می‌تواند جایگاه اتصال لاکتوز را به گونه‌ای تغییر دهد که دیگر پذیرای لاکتوز نباشد و یا شکل و تمایل محل اتصال به اپراتور را تغییر دهد و در مورد گزینهٔ (۲) هم دقت کنید که پروکاریوت، عامل رونویسی ندارد.

۳۳۵۹ : ۴ در صورت اشکال در پروتئین فعال‌کننده ژن‌های مربوط به تجزیهٔ مالتوز، بیان نمی‌شوند و پیوند بین گلوکزهای تشکیل‌دهندهٔ آن‌ها نیز هیدرولیز نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در ژن‌های مربوط به تجزیهٔ مالتوز، راه‌انداز به ژن اول متصل است و بین آن‌ها توالی خاصی وجود ندارد. **گزینهٔ (۲):** بخش تنظیمی مربوط به ژن، در تولید ساختار رنا و پروتئین نقش ندارد و فقط مقدار آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** باکتری عامل رونویسی ندارد.

۳۳۶۰ : ۴ منظور ریشهٔ گیاهان است که توالی افزایندهٔ آن‌ها هیچ‌گاه به راه‌انداز **متصل** نمی‌شود بلکه نزدیک می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در تنظیم منفی رونویسی، در هر حال مرحلهٔ آغاز با اتصال مستقیم رنابسپاراز به راه‌انداز انجام می‌شود. **گزینهٔ (۲):** منظور در قارچ و گیاه است که هر دو یوکاریوت جیبرلین‌سازند که در آن‌ها توالی افزاینده وجود دارد ولی عوامل رونویسی متصل به افزاینده، به راه‌انداز وصل نمی‌شوند. **گزینهٔ (۴):** این مثال و نکته در تنظیم مثبت رونویسی و برای ژن‌های تجزیهٔ مالتوز که سه ژن مجاور هستند صحیح است ولی همواره درست نیست!

۳۳۶۱ : ۱ فقط (ب) صحیح است. دقت کنید که سؤال در مورد تجزیهٔ لاکتوز در انسان است (نه باکتری!).

بررسی موارد (الف) نادرست. اصلاً افزاینده به راه‌انداز وصل نمی‌شود! (ب) **درست.** قسمت ابتدای راه‌انداز در شکل کتاب به عوامل رونویسی و رنابسپاراز وصل نیست. (ج) نادرست. یوکاریوت اپراتور ندارد. (د) نادرست. یوکاریوت تنظیم مثبت و منفی رونویسی ندارد.

۳۳۶۲ : ۴ **هسته**، مرکز تنظیم ژنتیک در یاخته‌های **یوکاریوت** می‌باشد که برای رونویسی نیاز به **عوامل رونویسی** دارند ولی گزینهٔ (۱) فقط در مورد توالی خاصی برای اتصال به آمینواسید در مولکول *tRNA* درست است، گزینهٔ (۲) و (۳) به ترتیب در مورد فقط *tRNA* و *mRNA* صادق می‌باشد.

۳۳۶۳ : ۳ وقتی لاکتوز در محیط نیست پس سیستم ژنی تجزیهٔ لاکتوز **خاموش** است و رونویسی از آن انجام نمی‌شود (نادرستی گزینهٔ (۱)) و با اتصال مهارکننده به اپراتور تجزیهٔ لاکتوز هم صورت نمی‌گیرد (نادرستی گزینهٔ (۲)) ولی ژن سازندهٔ پروتئین مهارکننده **همواره** در حال ساخت پروتئین مهارکننده می‌باشد و ربطی به خاموش یا روشن بودن سایر ژن‌ها ندارد (درستی گزینهٔ (۳)). عامل رونویسی نیز مخصوص یوکاریوت‌هاست (نادرستی گزینهٔ (۴)).

۳۳۶۴ : ۲ عبارت‌های (ب) و (د) نادرست هستند. سؤال در مورد باکتری‌ها می‌باشد که در تنظیم منفی رونویسی، رنابسپاراز تنها راه‌انداز را شناسایی کرده و به آن وصل می‌شود.

بررسی موارد (الف) درست. باکتری‌ها دارای دنای اصلی متصل به غشا می‌باشند. (ب) **نادرست.** باکتری‌ها، تک‌یاخته‌ای هستند و فقط هومئوستازی درون یاخته را حفظ می‌کنند. در پُریاخته‌ای‌ها، هومئوستازی مایع بین‌یاخته‌ای نیز حفظ می‌شود. (ج) درست. باکتری‌ها برای تنظیم بیان ژن، طول عمر پروتئین یا رنا را تغییر می‌دهند. (د) **نادرست.** دقت کنید که طی **تنظیم** بیان ژن، ممکن است ژن روشن یا خاموش شود. در حالت خاموش شدن، رونویسی مهار می‌شود.

۳۳۶۵ : ۳ همهٔ آنزیم‌ها و همهٔ کوآنزیم‌ها، ترکیباتی **آلی** هستند و دارای اتم کربن می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** آنزیم‌ها در دمای بالاتر **ممکن است** تغییر شکل برگشت‌ناپذیر داشته باشند. **گزینهٔ (۲):** همهٔ آنزیم‌ها الزاماً در تنظیم روند سوخت‌وساز یاخته مؤثر نیستند مانند لیزوزیم. **گزینهٔ (۴):** آنزیم‌هایی مانند دنابسپاراز می‌توانند بیش از یک نوع واکنش را سرعت بخشند.

۳۳۶۶ : ۴ پروتئین تنظیمی مهارکننده برخلاف فعال‌کننده، سبب خاموشی ژن‌ها در سیستم تجزیهٔ لاکتوز می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** فقط برخی از ژن‌ها (نه همهٔ آن‌ها) در هر یاخته بیان می‌شوند، چون پشه جانداری تمایزیافته است. **گزینهٔ (۲):** توالی افزاینده جزئی از توالی تنظیمی است که توالی تنظیمی نیز هیچ‌گاه رونویسی نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** تفاوت در یاخته‌های پیکری گندم به علت تفاوت **در بیان ژن آن‌ها** است.

۳۳۶۷ : ۴ پس از اتصال مهارکننده (پروتئین تنظیمی) به لاکتوز که عامل تنظیمی محیطی است سیستم ژنی روشن و رنابسپاراز با عبور از دنا، نقطهٔ آغاز را شناسایی و رونویسی شروع می‌شود تا یک *mRNA* ۳ ژنی بسازد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** رنای پیک این سیستم، حاوی سه رونوشت برای سه ژن مجاور هم می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** لاکتوز و مالتوز به دنا وصل نمی‌شوند. **گزینهٔ (۴):** رنابسپاراز در تنظیم منفی رونویسی، همواره به راه‌انداز متصل می‌شود.

۳۳۶۸ : ۴ در **یوکاریوت‌ها** رنابسپاراز **نمی‌تواند** به تنهایی راه‌انداز را شناسایی کند و برای پیوستن به آن نیازمند پروتئین**هایی** به نام **عوامل** رونویسی هستند. در رونویسی یوکاریوت‌ها چندین پروتئین نقش دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در پروکاریوت‌ها و در برخی ژن‌ها که تنظیم رونویسی منفی دارند، رنابسپاراز به تنهایی می‌تواند راه‌انداز را شناسایی کند در این جانداران ممکن است (نه قطعاً) از طریق تغییر در پایداری (طول عمر) رنا یا پروتئین، فعالیت آن‌ها تنظیم شود. **گزینهٔ (۲):** در یوکاریوت‌ها ممکن است عوامل رونویسی دیگری که مجموعه‌ای از پروتئین‌ها می‌باشند به بخش‌های خاصی از دنا به نام توالی افزاینده متصل شوند. **گزینهٔ (۴):** یوکاریوت‌ها (نه پروکاریوت‌ها) در زمان رونویسی خمیدگی‌هایی در بخش‌هایی از مولکول دنا ایجاد می‌کنند.

۳۳۶۹ : ۴ تست به مقایسهٔ تنظیم بیان ژن بین یوکاریوت‌ها و پروکاریوت‌ها پرداخته است. اشرشیاکلای و ریزوبیوم، باکتری‌هایی هستند که وقوع هر جهش کوچک (جانشینی، حذف و اضافه) در ژن ساختاری آن‌ها، منجر به تغییر رنای حاصل از رونویسی آن ژن می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در یوکاریوت‌ها رونویسی در هسته صورت گرفته، ترجمه در سیتوپلاسم انجام می‌شود. به همین دلیل در یوکاریوت‌ها به علت جدایی مکانی رونویسی و ترجمه، فرصت بیشتری برای تنظیم بیان ژن وجود دارد. هیدر جانوری یوکاریوت است ولی باکتری اشرشیاکلای پروکاریوت می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** در پروکاریوت‌ها ژن‌ها توسط یک نوع رنابسپاراز به نام رنابسپاراز پروکاریوتی رونویسی می‌شوند. باکتری‌های استرپتوکوکوس نومونیا و اشرشیاکلای هردو پروکاریوت‌اند. **گزینهٔ (۴):** در یوکاریوت‌ها ممکن است بین توالی تنظیمی راه‌انداز و افزاینده، فاصلهٔ زیادی وجود داشته باشد. پارامسی یک یوکاریوت تک‌یاخته‌ای است.

۳۳۷۰ : ۴ دقت کنید راه‌انداز برخلاف توالی افزاینده در اتصال *RNA* پلی‌مراز به توالی نوکلئوتیدی ژن نقش دارد و توالی افزاینده فقط می‌تواند سرعت رونویسی و مقدار آن را افزایش دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در یاخته‌های یوکاریوتی توالی افزاینده برای دنای **خطی** موجود در هسته است، اما راه‌انداز می‌تواند در ساختار مولکول دنای حلقوی میتوکندری یا کلروپلاست مشاهده شود. **گزینهٔ (۲):** توالی‌های افزاینده و راه‌انداز در تنظیم بیان ژن نقش دارند؛ اما هیچ‌گاه توسط *RNA* پلی‌مراز به عنوان اگزون رونویسی نمی‌شوند. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید گروهی از ژن‌ها، توالی تنظیمی افزاینده را ندارند.

توالی راه‌انداز و افزاینده ۳۵۷

توالی	دخالت در تنظیم بیان ژن	جنس	اندازه	قابلیت اتصال به رنابسپاراز	وجود در پروکاریوت	تعداد عوامل رونویسی متصل به آن	موقعیت نسبت به ژن
راه‌انداز	همیشه	دنا	بیشتر	+	+	چندتا	اغلب متصل به ژن
افزاینده	گاهی در یوکاریوت	دنا	کمتر	−	−	یکی	دارای فاصلهٔ کم یا زیاد از ژن

۳۳۷۱ (۲) یوکاریوت‌ها **همانند** پروکاریوت‌ها می‌توانند در خاک نیتروژن را تثبیت کنند، زیرا طبق متن کتاب درسی، **بخشی از** نیتروژن تثبیت شده در خاک حاصل عمل **باکتری‌هاست**. رنای پیک در یوکاریوت‌ها **همانند** پروکاریوت‌ها می‌تواند **هم‌زمان توسط چندین رناتن** ترجمه شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** **یوکاریوت‌ها** می‌توانند بسته به مراحل رشد و نمو، تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی دنا را تنظیم کنند. **گزینهٔ (۳):** در پروکاریوت‌ها **برخلاف** یوکاریوت‌ها، فرایند ترجمهٔ رنای پیک **در حال رونویسی** از روی دنای اصلی، می‌تواند **پیش از پایان** رونویسی آغاز شود. **گزینهٔ (۴):** پروکاریوت‌ها **هسته ندارند!**

• تثبیت نیتروژن از فصل ۷ دهم

- تثبیت نیتروژن فرایندی است که سبب تبدیل N_2 آزاد جوّ به NH_4^+ (آمونیوم) می‌شود.
- **بخشی** از نیتروژن تثبیت شده در خاک، حاصل عملکرد **زیستی** باکتری‌هاست (مثل ریزوبیوم‌ها و برخی سیانوباکتری‌ها).
- باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن هم به صورت **آزاد** در خاک هستند و هم به صورت **همزیست** با برخی گیاهان زندگی می‌کنند. (سیانوباکتری‌ها فتوسنتزکننده و سازندهٔ مواد آلی هستند ولی ریزوبیوم‌ها باکتری‌های مصرف‌کنندهٔ مواد آلی هستند. این دو گروه، مهم‌ترین باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن می‌باشند که قادرند با گیاهان همزیستی کنند.)
- باکتری‌هایی مثل ریزوبیوم یا **برخی** سیانوباکتری‌ها که با گیاهان همزیستی کرده و تثبیت نیتروژن می‌کنند، یون آمونیوم حاصل از تثبیت خود را به مقدار قابل توجهی **دفع** می‌کنند و سبب استفادهٔ گیاهان در حال رشد می‌شوند ولی کمی از آمونیوم‌ها را نیز نگه می‌دارند و پس از مرگ باکتری، گیاهان در سال‌های آینده برای رشد از آن‌ها استفاده می‌کنند.
- باکتری‌های آمونیاک‌ساز که ضمن تجزیهٔ مواد آلی به تولید آمونیوم می‌پردازند، قادر به تثبیت نیتروژن نیستند.
- دقت کنید که باکتری‌های نیترات‌ساز که آمونیوم را به نیترات تبدیل می‌کنند، تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن محسوب نمی‌شوند.

۳۳۷۲ (۳) واحدهای تکراری در رشتهٔ کروماتین **نوکلئوزوم‌ها** می‌باشند، تغییر فشردگی در نوکلئوزوم‌ها همیشه مربوط به تنظیم بیان ژن **پیش** از رونویسی است! تنظیم بیان ژن **پیش از رونویسی** تنها مختص **یوکاریوت‌ها**ست.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** میزان دسترسی پیش‌ماده به آنزیم مثلاً می‌تواند در حین مراحل رونویسی (شروع یا عدم شروع رونویسی توسط رنابسپاراز به کمک عوامل رونویسی) باشد. **گزینهٔ (۲):** اتصال رناهای کوچک به رنای پیک مربوط به تنظیم بیان ژن **پس** از رونویسی است (نه پیش از آن.) **گزینهٔ (۴):** مولکول میانجی دنا و رناتن، رنا است. افزایش طول عمر رنا مربوط به تنظیم بیان ژن **پس** از رونویسی است.

• تنظیم بیان ژن یوکاریوتی در مراحل غیر از رونویسی

۱) قبل از شروع رونویسی (تنظیم کروموزومی):

در یوکاریوت‌ها تنظیم بیان ژن می‌تواند **پیش از شروع رونویسی** نیز صورت بگیرد، مثلاً تنظیم بیان ژنی که در **سطح کروموزومی** رخ می‌دهد و به **مقدار فشردگی** آن‌ها بستگی دارد نمونه‌ای از این مورد می‌باشد. به‌طور معمول بخش‌هایی از کروموزوم که **فشرده‌تر** هستند و نوکلئوزوم و هیستون بیشتری دارند، **کمتر** در دسترس رنابسپارازها قرار می‌گیرند و راه‌انداز، **کمتر** آن‌ها را شناسایی می‌کند. پس یاخته‌ها در مراحل تقسیم که کروموزوم‌های فشرده‌تری دارند (مخصوصاً در متافاز) **کمتر** رونویسی می‌شوند چون دسترسی رنابسپاراز به توالی راه‌انداز سخت‌تر می‌شود و یاخته‌ها با تغییر فشردگی کروموزوم‌ها، برحسب نیاز خود، مقدار **رونویسی** را تغییر می‌دهند.

۲) بعد از پایان رونویسی:

این تنظیم را با تغییراتی که روی محصول رونویسی انجام می‌شود بررسی می‌کنیم.

الف) اتصال RNA کوچک: مشاهده می‌شود که در برخی *mRNA*های یوکاریوتی، پس از ساخته شدن، برخی *RNA*های **مکمل کوچک** به ابتدای آن متصل می‌شوند و در واقع قسمتی از *mRNA* دارای دو رشتهٔ *RNA*دار می‌شود که با پیوند **هیدروژنی** به هم متصل‌اند. با این اتصال، رناتن‌ها دیگر قادر به شناسایی رمزهٔ آغاز و شروع **ترجمه** نمی‌باشند و عمل ترجمه متوقف می‌شود. از آنجایی که هر *mRNA* طول عمر خاصی دارد، این *mRNA* رونویسی شده پس از مدتی **تجزیه** می‌شود (سر یاخته از تولید محصول پروتئینی بی‌کلاه می‌ماند!!)

ب) هرچه طول عمر *mRNA* در یاخته بیشتر باشد، زمان برای ترجمه و ساخت محصول پروتئینی نیز **بیشتر** می‌شود.

۳۳۷۳ (۴) هم پروکاریوت‌ها و هم یوکاریوت‌ها قادرند طول عمر رنای پیک تولید شده را افزایش دهند تا میزان بیشتری پروتئین از روی آن ساخته شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اتصال رناهای کوچک و پیرایش *mRNA*، **بعد** از پایان **رونویسی** (نه ترجمه) *mRNA* صورت می‌گیرد (این عمل مانع ترجمه می‌شود). **گزینهٔ (۲):** تغییر در فشردگی فام‌تن‌ها، مرحلهٔ **قبل** از شروع رونویسی را در بیان ژن تنظیم می‌کند. **گزینهٔ (۳):** تنظیم بیان ژن قبل از رونویسی، فقط **ویژهٔ** یوکاریوت‌هاست ولی ریزوبیوم، نوعی پروکاریوت است.

۳۳۷۴ (۴) در فرایند رونویسی، تمام نوکلئوتیدهایی که در ساختار رشتهٔ رنای در حال ساخت قرار می‌گیرند، ابتدا با کمک پیوند هیدروژنی به نوکلئوتیدهای رشتهٔ الگوی دنا (دارای قند دئوکسی‌ریبوز) متصل می‌گردند. سپس در مراحل بعدی، این پیوند شکسته شده و رنا از دنا جدا می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید که تمامی انواع رنابسپارازها، **پروتئینی** می‌باشند و با کمک ریبوزوم‌های درون سیتوپلاسم تولید می‌شوند. رنابسپارازهای ۱، ۲ و ۳ برخلاف رنابسپاراز درون میتوکندری و کلروپلاست، به هسته وارد شده و از روی دنای خطی رونویسی می‌نمایند. **گزینهٔ (۲):** رناهای کوچکی در یاخته‌های یوکاریوتی دیده می‌شوند که در فرایند تنظیم بیان ژن نقش دارند و با اتصال به رنای پیک از ترجمه شدن آن جلوگیری می‌نمایند. این رناها برخلاف رناهای ناقل به آمینواسیدها متصل نمی‌گردند. **گزینهٔ (۴):** در یوکاریوت‌ها، رنابسپاراز نمی‌تواند به تنهایی راه‌انداز را شناسایی نماید و برای اتصال به آن نیازمند به پروتئین‌هایی به نام **عوامل** رونویسی می‌باشد. این پروتئین‌ها با اتصال به نواحی خاصی از راه‌انداز، رنابسپاراز را به محل راه‌انداز هدایت می‌کنند، بنابراین هم رنابسپاراز و هم عوامل رونویسی، پروتئین‌هایی هستند که در ابتدای فرایند رونویسی به راه‌انداز متصل می‌گردند. عوامل رونویسی توانایی شکستن پیوند هیدروژنی را ندارند.

۳۳۷۵ (۳) اولین مرحلهٔ فعالیت رونویسی، شناسایی **راه‌انداز** است که این مسأله ربطی به توالی افزاینده ندارد و با عوامل رونویسی راه‌انداز انجام می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اتصال رنای کوچک به رنای پیک در یوکاریوت‌ها، مانع شروع ترجمه و شناسایی کدون آغاز ترجمه می‌شود (نه شناسایی راه‌انداز!). **گزینهٔ (۲):** قسمت اول در مورد پروکاریوت و یوکاریوت صحیح است ولی عامل رونویسی فقط ویژهٔ یوکاریوت‌هاست. **گزینهٔ (۴):** ممانعت از حرکت رنابسپاراز روی دنا، ویژهٔ تنظیم منفی رونویسی یوکاریوت‌هاست ولی کیسه‌های سیتوپلاسمی ویژهٔ یوکاریوت‌ها می‌باشد.

۳۳۷۶: ۴ با اتصال بعضی رناهای کوچک به رنای پیک از کار رناتن‌ها جلوگیری می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با تغییر در میزان فشردگی فام‌تن‌ها، دسترسی رنابسپاراز به ژن مورد نظر بیشتر می‌شود. **گزینهٔ (۲):** با افزایش طول عمر رنای پیک، مقدار محصول نیز افزایش می‌یابد. برای تولید پروتئین در ترجمه، رنای‌رناتنی در جایگاه A بین آمینواسیدها پیوند پپتیدی برقرار می‌کند. **گزینهٔ (۳):** به دنبال کنار هم قرار گرفتن عوامل رونویسی متصل به افزاینده و راه‌انداز، سرعت رونویسی زیاد می‌شود.

۳۳۷۷: ۱ فقط مورد (الف) صحیح است.

بررسی موارد (الف) **درست.** همواره تنظیم بیان ژن فرایندی دقیق، پیچیده و وابسته به عوامل متعددی می‌باشد. (ب) نادرست. بیان ژن همواره معنی روشن بودن و رونویسی شدن از ژن را می‌دهد ولی پاسخ به محیط می‌تواند با تنظیم بیان ژن در جهت عدم فعال شدن و رونویسی ژن باشد. (ج) نادرست. وجود چندین رناتن روی یک رنای پیک، به تولید یک نوع رشتهٔ پلی‌پپتید در هر ژن می‌پردازد. (د) نادرست. در مورد دو ژن مجاور هم مثل ژن‌های تجزیهٔ لاکتوز در باکتری‌ها متفاوت است، چون در این حالت جهت رونویسی آن‌ها یکسان است ولی بین آن‌ها راه‌اندازی وجود ندارد.

۳۳۷۸: ۲ موارد (الف) و (ب) صحیح می‌باشد. در همیاری میکوریزا (قارچ ریشه‌ای) در جاندار **یوکاریوتی** نقش دارند.

بررسی موارد (الف) **درست.** در یوکاریوت‌ها شناسایی راه‌انداز به تعدادی پروتئین به نام عامل رونویسی نیاز دارد. (ب) **درست.** پروتئین غشایی یوکاریوت‌ها از شبکهٔ آندوپلاسمی زبر و گلژی می‌گذرد که هر دو اندامک ساختار کیسه‌ای دارد. (ج) نادرست. یوکاریوت‌ها اپراتور ندارند. (د) نادرست. هر دو یاخته یوکاریوتی هستند و ویژگی کلی رونویسی، همانندسازی و ترجمهٔ آن‌ها مشترک است.

۳۳۷۹: ۴ آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده از ابتدای ساخت به‌صورت فعال است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پروتئین‌های مکمل به‌صورت غیرفعال در خوناب هستند و پس از ترجمه فعال می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** بازوفیل مادهٔ ضدانعقاد خون ترشح می‌کند و فیبرینوژن عملی مخالف آن دارد که به‌صورت غیرفعال در خون حضور دارد و در اثر عمل ترومبین فعال می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** پروتئازهای معده به‌صورت غیرفعال ترشح می‌شوند و پس از ترشح به صورت پپسین در می‌آیند.

۳۳۸۰: ۳ اصلاح ایرادات علمی متن: ۱) **تنها** پس از رونویسی ← می‌تواند پیش از رونویسی یا بعد از آن انجام شود. ۲) اتصال به رنای **ناقل** ← رنای پیک ۳) **قطعاً** ← به طورمعمول ۴) **بیشتر** ← کمتر

۳۳۸۱: ۲ موارد (ج) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. در تنظیم بیان ژن، پس از رونویسی، برخی موارد در یوکاریوت‌ها، رنای کوچکی به ابتدای رنای **پیک** مکمل و اضافه می‌شود (نه رنای ناقل!). (ب) نادرست. با توجه به **تنظیم** بیان ژن قبل از شروع رونویسی یوکاریوت‌ها، هر چه تراکم کروموزوم و نوکلئوزوم‌ها بیشتر باشد، امکان شروع رونویسی کمتر است، ولی دقت کنید که **بیان ژن** گفته شده و از رونویسی شروع می‌شود (نه تنظیم بیان ژن!) (این عامل همان قارچ جیبرلا، یوکاریوتی است که در فصل آخر یازدهم خواندید). (ج) **درست.** تغییر در پایداری و طول عمر رنا و پروتئین در پروکاریوت و یوکاریوت دیده می‌شود. (د) **درست.** محل تولید و حذف رونوشت‌های اینترون در هسته می‌باشد.

۳۳۸۲: ۴ تنظیم طول عمر رنای پیک مربوط به **پس** از رونویسی است، درحالی‌که تنظیم در سطح فام‌تنی مربوط به پیش از رونویسی است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بخش شمارهٔ (۲)، توالی **راه‌انداز** را نشان می‌دهد که توسط بخشی از خود، به آنزیم رنابسپاراز متصل می‌شود که از شکل سؤال هم به‌طور واضح قابل برداشت است. **گزینهٔ (۲):** بروز جهش در توالی افزاینده، بر روی نوع محصول تولیدی اثری ندارد و صرفاً بر **مقدار** آن اثر دارد. **گزینهٔ (۴):** مطابق توضیحات کتاب درسی، عوامل رونویسی به بخشی از راه‌انداز متصل می‌شوند. این عوامل می‌توانند هم در اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز و هم در مقدار رونویسی مؤثر باشند.

۳۳۸۳: ۳ این تست از آن دسته سؤالاتی است که با **رد گزینه** راحت‌تر می‌توانید به آن پاسخ دهید. همان‌طور که می‌دانید ژن‌ها **برحسب نیاز بدن** و تنظیم بیان ژن‌ها به صورت **غیرتصادفی** رونویسی می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** برخی کدون‌ها، کدون **پایان** هستند و تعیین‌کنندهٔ آمینواسید نمی‌باشند. **گزینهٔ (۲):** اتصال **بعضی رناهای کوچک مکمل** به رنای پیک مثالی از تنظیم بیان ژن **پس از** رونویسی است. **گزینهٔ (۴):** یکی از تغییراتی که در **برخی** RNA**های یوکاریوتی** رخ می‌دهد حذف رونوشت اینترون و کوتاه شدن RNA در هسته می‌باشد.

۳۳۸۴: ۴ اتصال بعضی رناهای کوچک مکمل به رنای پیک مثالی از تنظیم بیان ژن **پس** از رونویسی است. با اتصال این رناها، از کار رناتن جلوگیری می‌شود. در نتیجه عمل ترجمه متوقف و رنای ساخته شده پس از مدتی تجزیه می‌شود. (هیدر نوعی یوکاریوت و عامل کزاز باکتری و پروکاریوت است.)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در یوکاریوت‌ها، رنابسپاراز (RNA پلیمراز) نمی‌تواند به تنهایی راه‌انداز را شناسایی کند و برای پیوستن به آن نیازمند پروتئین‌هایی به نام عوامل رونویسی هستند. در پروکاریوت‌ها هم در تنظیم بیان ژن مالتوز، ابتدا پروتئین فعال‌کننده به رنابسپاراز متصل می‌شود و سپس رنابسپاراز به راه‌انداز اتصال می‌یابد. **گزینهٔ (۲):** از روش‌های دیگر تنظیم بیان ژن طول عمر رنای پیک یا همان تغییر در پایداری (طول عمر) رنا یا پروتئین است. **گزینهٔ (۴):** ایجاد تاخوردگی دنا برای کمک به رونویسی سریع‌تر، ویژهٔ برخی تنظیم بیان ژن‌ها در برخی ژن‌های یوکاریوتی است که در این حالت توالی افزاینده نیاز است.

۳۳۸۵: ۳ موارد (الف)، (ج) و (د)، دربارهٔ مراحل تنظیم بیان ژن **قبل** از رونویسی می‌باشند. (البته پاسخ این تست نیز از اختلافات مهم بین اساتید زیست‌شناسی کشور است.)

مورد (د) این سؤال ایراد فاحشی دارد! شاید بتوان **خمیدگی** دنا را جزئی از تنظیم بیان ژن پیش از رونویسی گرفت، اما عدم خمیدگی دنا قطعاً مربوط به رونویسی یا همانندسازی است! می‌دانیم دنا خمیدگی‌های ذاتی دارد و لفظ عدم خمیدگی تنها در صورت باز شدن مارپیچ آن صحیح است.

نکته

- به نظر طراح کنکور، خمیدگی دنا یا عدم آن برای شروع رونویسی راحت‌تر، مثالی از تنظیم بیان ژن پیش از رونویسی است.
- فشردگی کروموزوم، میزان دسترسی رنابسپاراز و دنابسپاراز را به دنا کمتر می‌کند.
- در مرحلهٔ متافاز و آنافاز که کروموزوم‌ها در حداکثر فشردگی خود هستند، امکان رونویسی از ژن‌های آن‌ها در کمترین حالت خود قرار می‌گیرد.

بررسی موارد (الف) **درست.** با فشردگی دنا، میزان دسترسی رنابسپاراز به دنا (و بالعکس) برای رونویسی **کم** می‌شود. (ب) نادرست. اتصال رنای کوچک به رنای پیک مربوط به **پس** از رونویسی می‌باشد. (ج) **درست.** تغییر در فشردگی نوکلئوزوم‌ها و کروماتین‌ها نمونه‌ای از تنظیم بیان ژن **قبل** از رونویسی می‌باشد. (د) **درست.** خمیدگی ایجاد شده در دنا بین راه‌انداز و توالی افزاینده، مرحلهٔ اول از تنظیم بیان در مرحلهٔ رونویسی می‌باشد ولی احتمالاً طراح مدنظرش هر نوع خمیدگی بوده است و بدون توجه به کتاب درسی این عبارت را درست گرفته است (خمیدگی یا همان پیچ خوردن دنا قبل از رونویسی).

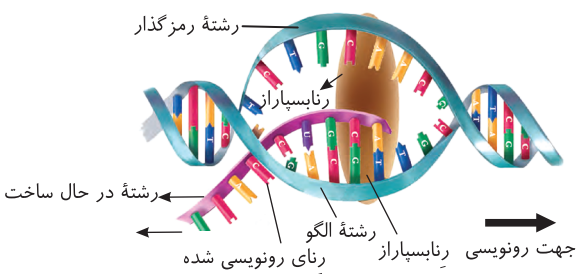
۳۳۸۶ (۲) موارد (ب) و (د) صحیح هستند. دقت کنید که با تغییر تنظیم بیان ژن‌ها، **هر چیزی ممکن است!** در نتیجه دو موردی که قید «ممکن است» دارند صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. ممکن است با تغییر در تنظیم بیان ژن، مقدار و مدت زمان استفاده از ژن‌ها **کاهش** یا **افزایش** یابد. (ب) **درست. ممکن** است تنظیم بیان ژن سبب کاهش تولید پروتئین‌های سطحی یاخته شود. (ج) نادرست. مثلاً هنگامی که با اختلال در تنظیم بیان ژن‌ها، یاخته سرطانی می‌شود، برای وقوع مرگ یاخته‌ای نیاز به دریافت آنزیمی از یاختهٔ کشندهٔ طبیعی یا لنفوسیت T کشنده دارد. (د) **درست**. ممکن است اختلال در تنظیم بیان ژن سبب سرطانی شدن یاخته شود و یاخته به سرعت تقسیم شده و از همهٔ نقاط وارسی چرخهٔ یاخته عبور کند.

۳۳۸۷ (۲) در این شکل، (الف) رشتهٔ دنای رمزگذار، (ب) رنابسپاراز، (ج) رشتهٔ رنای در حال ساخت و (د) رشتهٔ دنای الگو می‌باشد. عبارت مورد نظر سؤال نادرست است چون در ساختار سوم (نهایی) میوگلوبین سه نوع پیوند اشتراکی، هیدروژنی و **یونی** تشکیل می‌شود که پیوند اشتراکی در ساختار اول و هیدروژنی در ساختار دوم پروتئین هم وجود دارد و فقط منظور **پیوند یونی** است که در فعالیت نوکلئازی دنابسپاراز نقشی ندارد. پس باید دنبال گزینهٔ **درست** بگردیم.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: نادرست. چون رنا از الگو جدا شده است، پس مرحلهٔ آغاز رونویسی نیست. **گزینهٔ (۲)**: **درست**. نوکلئوتیدهای (الف) و (د) قند دئوکسی‌ریبوز دارند و هیچ‌کدام در ساختار رنا به کار نمی‌روند. **گزینهٔ (۳)**: نادرست. رنابسپاراز همانند هلیکاز پیوند ضعیف هیدروژنی را می‌شکند. **گزینهٔ (۴)**: نادرست. (الف) می‌تواند تیمین و (ج) یوراسیل داشته باشد.

۱۸۳ شکل‌نامهٔ فرایند رونویسی

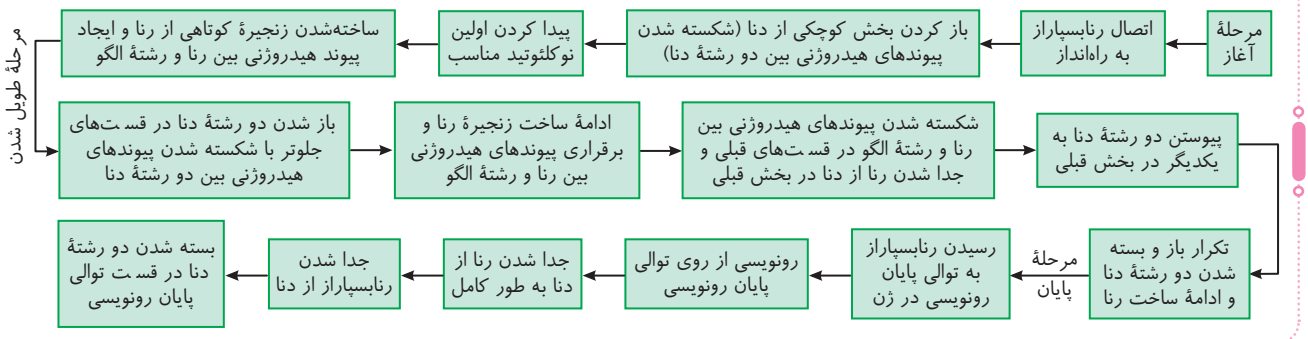


- رنا بسپاراز روی هر دو رشتهٔ دنا قرار می‌گیرد ولی جایگاه فعال آن به سمت رشتهٔ الگوی رونویسی است.
- دنا همانند رنا می‌تواند در یاختهٔ یوکاریوتی در تماس مستقیم با سیتوپلاسم باشد. (در مراحل تقسیم یاخته‌ای)
- به علت تعداد زیاد پیوندهای هیدروژنی در دنا، دنا پایداری خود را حفظ می‌کند. البته در همانندسازی و رونویسی می‌توانند بخشی از رشته‌های دنا از هم جدا شوند بدون اینکه پایداری دنا به هم بخورد.
- در یوکاریوت تنوع رنابسپاراز بیشتر است ولی در پروکاریوت تنوع محصولات رنابسپاراز بیشتر می‌باشد.
- رنابسپاراز از جلو، پیوند هیدروژنی بین دو دئوکسی‌ریبونوکلئوتید را می‌شکند و از عقب بین ریبونوکلئوتید در حال ساخت و دئوکسی‌ریبونوکلئوتید الگو را جدا می‌کند.
- توالی باز آلی رنای در حال ساخت با رشتهٔ مکمل الگو (رشتهٔ رمزگذار) یکسان است و فقط در بازهای پوراسیل و تیمین با هم متفاوت‌اند.
- نوکلئوتیدهای واحدهای سازندهٔ دنا، در **نوع باز آلی** با هم تفاوت دارند اما واحدهای سازندهٔ پروتئین، در بخش R با هم تفاوت دارند.
- رمز، رمزه و پادرمزه را با یکدیگر اشتباه نگیرید:
  - رمز: توالی‌های سه نوکلئوتیدی در **دنا**
  - رمزه (کدون): توالی‌های سه نوکلئوتیدی در رنای **پیک**
  - پادرمزه (آنتی‌کدون): توالی سه نوکلئوتیدی تعیین کنندهٔ نوع آمینواسید در رنای **ناقل**

۳۳۸۸ (۲) شکل مورد نظر می‌تواند مربوط به مرحلهٔ طویل شدن و یا پایان رونویسی باشد، چون رنای در حال ساخت از رشتهٔ الگوی خود جدا شده است. در همهٔ مراحل رونویسی پیوند فسفودی‌استر توسط آنزیم رنابسپاراز تشکیل می‌شود که قبل از آن باید پیوند اشتراکی بین گروه‌های فسفات در یک نوکلئوتید جدید شکسته شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: اگر مرحلهٔ پایان را نشان دهد در این صورت اولین پیوند هیدروژنی بین دو رشتهٔ دنا در مرحلهٔ طویل شدن تشکیل شده است. **گزینهٔ (۳)**: پیوند هیدروژنی نوعی پیوند غیراشتراکی است که هیدرولیز نمی‌شود. **گزینهٔ (۴)**: ممکن است مربوط به مرحلهٔ طویل شدن باشد و توالی‌های پایان، رونویسی نشوند.

رونویسی در یک نگاه!



۳۳۸۹ (۳) مرحلهٔ مورد نظر، مرحلهٔ **پایان** رونویسی است. تنها مورد (د) نادرست است. در همهٔ مراحل رونویسی پیوند هیدروژنی بین دو رشتهٔ دنا شکسته، پیوند فسفودی‌استر بین ریبونوکلئوتیدها تشکیل می‌شود و همچنین در مراحل طویل شدن و پایان بین دو رشتهٔ دنا پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود. در هیچ‌کدام از مراحل رونویسی پیوند فسفودی‌استر رشتهٔ الگو شکسته نمی‌شود که بعداً تشکیل شود.

۳۳۹۰ (۲) از این شکل مشخص نیست که کدام میانه و کدام میانه هستند و اگر رونوشت آن حفظ شد بیانه بوده است ولی اگر رونوشت آن حذف شود میانه بوده است. در مورد گزینهٔ (۲) دقت کنید آنزیم رنابسپاراز از هر دو بخش (۱) و (۲) رونویسی می‌کند که طی رونویسی تنها یکی از رشته‌ها، به عنوان الگو قرار می‌گیرد.

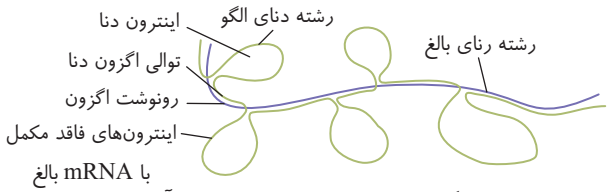
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: با توجه به شکل ۴ فصل ۲ دوازدهم، ممکن است طول میانه از بیانه بیشتر باشد. **گزینه‌های (۳) و (۴)**: دقت کنید که طی فرایند پیرایش، رونوشت میانه حذف می‌شود نه اینکه خود بخش میانه. در مورد گزینهٔ (۳) باز هم دقت کنید که رمزه روی رنای پیک است، نه دنا.

۳۳۹۱: (۱) در این شکل A = رنای بالغ، B = رشتهٔ دنای الگو و C = یک رشتهٔ اینترون است. فقط مورد (الف) صحیح است چون حلقه‌های ایجاد شده (C) یک رشته از توالی‌های میانهٔ (اینترون) دنا هستند. با قراردادن یک رنای پیک سیتوپلاسمی، در مجاورت رشتهٔ الگوی ژن آن در دنا، بخش‌هایی از دنای الگو با رنای رونویسی شده، دو رشتهٔ مکمل را تشکیل می‌دهند، ولی بخش‌هایی نیز فاقد مکمل باقی می‌مانند. این بخش‌ها به‌صورت حلقه‌هایی بیرون از مولکول دورشته‌ای قرار می‌گیرند. به این نواحی که در مولکول دنا وجود دارد ولی رونوشت آن در رنای پیک سیتوپلاسمی حذف شده، میانه (اینترون) می‌گویند. درواقع رنای رونویسی شده (A) از رشتهٔ الگو (B)، در ابتدا دارای رونوشت‌های میانهٔ دنا است. به این رنا، رنای نابالغ یا اولیه گفته می‌شود.

بررسی موارد **ب** در بعضی ژن‌ها، توالی‌های معینی از رنای ساخته شده، جدا و حذف می‌شود و سایر بخش‌ها به هم متصل می‌شوند و یک رنای پیک یکپارچه می‌سازند. به این فرایند **پیرایش** گفته می‌شود؛ این فعالیت در هسته و از روی رنای نابالغ رخ می‌دهد (نه سیتوپلاسم). **ج** در فرایند ترجمه، مولکول‌های رنا به رناتن وارد می‌شوند، پس هیچ‌یک از بخش‌های مولکول **دنا** نمی‌توانند برای ترجمه وارد رناتن گردند. **د** با حذف رونوشت‌های میانه از رنای اولیه و پیوستن بخش‌های باقی‌مانده به هم (رونوشت بیانه‌ها)، رنای بالغ ساخته می‌شود؛ ولی در شکل مقابل این عمل رخ داده است چون حلقه‌های (C) فاقد توالی مکمل هستند.

نکات مهم در مورد شکل

- هر رنایی در سیتوپلاسم که به طور کامل با دنای هسته‌ای مکمل نیست، لزوماً حاصل فرایند پیرایش نیست چون ممکن است در میتوکندری یا کلروپلاست ساخته شده باشد.
- در شکل رشتهٔ کوتاه‌تر رشتهٔ رنای بالغ است که رونوشت‌های میانه را از دست داده است. رشتهٔ طولانی‌تر که قسمت‌های حلقوی دارد، رشتهٔ الگوی ژن است که حاوی یک رشته از توالی‌های میانه و بیانه است.



«طرح ساده‌ای از رشته الگوی مولکول دنا و رنای بالغ حاصل از آن»

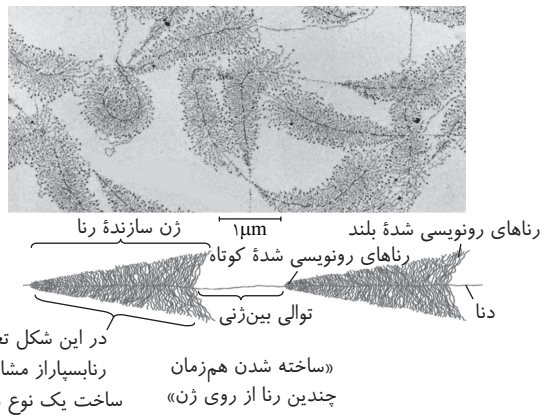
- قسمت‌هایی از رشتهٔ الگوی دنا به‌صورت حلقه در می‌آیند و فاقد قسمت مکمل با رنای بالغ است. این قسمت‌ها همان توالی‌های میانه هستند.

۳۳۹۲: (۲) موارد (الف) و (ه) صحیح هستند. شکل رونویسی با سرعت زیاد و هم‌زمان برای دو ژن متوالی را نشان می‌دهد.

بررسی موارد **الف** **درست.** هر دو ژن از چپ به راست و از روی یک رشتهٔ الگوی مشترک دنا رونویسی می‌شوند. **ب** نادرست. در این توالی بین ژنی، فقط یک راه‌انداز برای ژن سمت راست وجود دارد. چون راه‌انداز ژن سمت چپ در سمت چپ آن قرار دارد. **ج** نادرست. اگر هر دو ژن برای ساخت رنای ناقل باشد، در یوکاریوت‌ها هر دو توسط رنابسپاراز ۳ تولید می‌شوند. **د** نادرست. محصولات دنا همواره ابتدا رنا هستند که هم در تنظیم بیان ژن و هم در نقش آنزیمی می‌توانند شرکت کنند (فصل ۱). **ه** **درست.** چون در شکل رناهای جدا شده از دنا مشخص هستند، پس هر کدام که مشاهده می‌شوند در مرحلهٔ طویل شدن رونویسی قرار دارند که از الگوی خود جدا شده‌اند.

چند نکته در بررسی تست‌ها

- شکل بیانگر رونویسی هم‌زمان از یک یا چند ژن می‌باشد.
- رناهای کوتاه‌تر، رناهایی هستند که در ابتدای رونویسی می‌باشند و به راه‌انداز نزدیک‌تر هستند و رناهای بلندتر در مراحل پایان رونویسی هستند و جهت رونویسی در هر ژن از سمت رنای کوتاه‌تر به سمت رنای بلندتر است.
- رنابسپاراز برخلاف رناتن از بخش کوچک‌تر خود با محصول خود در تماس است.
- جهت رونویسی در ساختارهای رونویسی هم‌زمان از یک ژن، از سمت رناهای کوتاه‌تر به سمت رناهای بلندتر است و علت این تفاوت طول، به خاطر تفاوت زمانی در شروع رونویسی می‌باشد.
- در ساختارهای رونویسی هم‌زمان از یک ژن، رأس به سمت راه‌انداز و قاعدهٔ آن‌ها به سمت توالی پایان می‌باشد. البته همهٔ رناهای موجود در این ساختار، دارای طول و توالی یکسان خواهند شد.



«ساخته شدن هم‌زمان چندین رنا از روی ژن»

در این شکل تعداد زیادی رنابسپاراز مشابه در حال ساخت یک نوع رنا می‌باشند.

- توالی بین ژنی در شکل مقابل به طور حتم دارای یک راه‌انداز می‌باشد، چون جهت رونویسی دو ژن مجاور هم یکسان از سمت چپ به راست بوده است. این دو ژن رشتهٔ الگوی دنای یکسانی دارند.

۳۳۹۳: (۲) موارد (الف) و (ج) نادرست هستند.

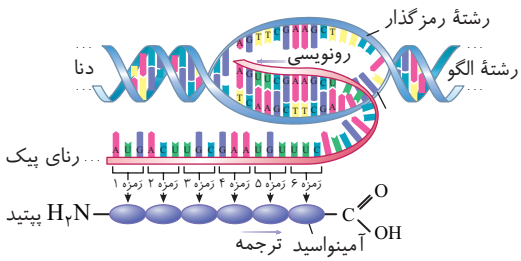
بررسی موارد **الف** **نادرست.** جهت رونویسی از سمت A به سمت B است اما دقت کنید که رنابسپارازهایی که از این قسمت از ژن رونویسی می‌کنند همگی از یک نوع هستند. **ب** درست. رنابسپارازهای سمت B زودتر از رنابسپارازهای سمت A شروع به رونویسی کرده‌اند؛ درنتیجه مدت فعالیت آن‌ها بیشتر است. **ج** **نادرست.** یکی از عوامل مؤثر بر سرعت رونویسی، تعداد نوکلئوتیدهای گوانین‌دار و آدنین‌دار است. هر چه تعداد نوکلئوتیدهای گوانین‌دار بیشتر باشد سرعت رونویسی نیز به دلیل تشکیل تعداد پیوند هیدروژنی بیشتر، بیشتر است. **د** درست. به خاطر رونویسی از یک قسمت از ژن، همهٔ رناهای تولیدی توالی یکسانی دارند.

۳۳۹۴: (۳) بخش (۱) = آمینواسید ششم، بخش (۲) = آمینواسید اول (متیونین)، بخش (۳) = پپتید، بخش (۴) = رنای پیک می‌باشند.

با توجه به شکل کتاب، هر آمینواسیدی که از طریق رنای ناقل جدیدی وارد ریبوزوم می‌شود (به‌جز آمینواسید اول)، بعد از برقراری پیوند پپتیدی، از یک طرف به گروه کربوکسیل آمینواسید قبلی و از طرف کربوکسیل خود به نوکلئوتید انتهایی رنای ناقل متصل است، بنابراین آمینواسید **متیونین اول** برخلاف آمینواسیدهای بعدی **نمی‌تواند** هم‌زمان به آمینواسید و نوکلئوتید متصل باشد (چون که بلافاصله پس از اتصال به آمینواسید از نوکلئوتید فاصله می‌گیرد).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به شکل، گروه آمین آمینواسید اول و گروه کربوکسیل آمینواسید آخر آزاد است. **گزینهٔ (۲):** رنای پیک از روی دنای هسته‌ای یاخته‌های یوکاریوتی ساخته می‌شود، بنابراین در مجاور آن قرار می‌گیرد. پروتئین ساخته‌شده هم در صورتی که نوعی پروتئین هسته‌ای باشد (مانند آنزیم‌های رنابسپاراز و دنابسپاراز) می‌تواند در مجاورت با دنای هسته‌ای قرار بگیرد. **گزینهٔ (۴):** آمینواسیدهای پلی‌پپتید در ساختار **دوم** و سوم از طریق پیوندهیدروژنی به هم متصل می‌شوند؛ اما دقت کنید که نوکلئوتیدهای رنای پیک برخلاف رنای ناقل با هم پیوند هیدروژنی تشکیل نمی‌دهند.

۱۸۴ شکل‌نامهٔ تشکیل پپتید



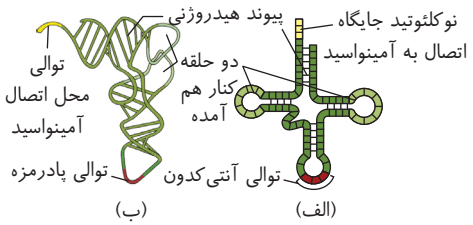
«طرح ساده‌ای از تشکیل شدن پلی‌پپتید»

- اولین رمزه برای ساخت رشتهٔ پلی‌پپتید، همواره *AUG* است که در رنای پیک دیده می‌شود ولی لزوماً در ابتدای رنای پیک قرار ندارد.
- رمزهٔ *AUG* می‌تواند در وسط ساخت پلی‌پپتید نیز مورد استفاده قرار گیرد ولی در این حالت دیگر رمزهٔ آغاز نیست.
- برای رمزه‌های پایان، توالی پادرمزه وجود ندارد؛ بنابراین تعداد کل پادرمزه‌ها سه تا از تعداد کل رمزه‌ها کمتر است.
- رمزه‌های پایان همانند رمزهٔ آغاز، شامل دو نوکلئوتید پورینی و یک نوکلئوتید پیریمیدینی (U) است.
- اگر این شکل را در کنکور به شما دادند، منظور از فرایندها در یک یاختهٔ پروکاریوتی بوده است که رونویسی از ژن هم‌زمان با ترجمهٔ محصول آن انجام می‌شود.
- اولین آمینواسید از طریق گروه عاملی کربوکسیلی و آخرین آمینواسید از طریق گروه عاملی آمینی در تشکیل پیوند پپتیدی نقش دارند، ولی سایر آمینواسیدها از هر دو سمت خود در ایجاد پیوند پپتیدی شرکت می‌کنند.

۳۳۹۵ (۴) پیوند هیدروژنی در دنا توسط دو نوع آنزیم هلیکاز و رنابسپاراز تجزیه می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بخش شمارهٔ (۳) رنا، فقط هنگام همانندسازی با دنا و هنگام ترجمه با رنای پیک که همگی نوکلئیک‌اسید هستند، پیوند می‌زند ولی بخش (۱) با آمینواسید از گروه دیگر مولکول‌ها پیوند برقرار می‌کند. **گزینهٔ (۲):** بخش (۲) پیوند هیدروژنی است که در ساختار اول پروتئین‌ها وجود ندارد. **گزینهٔ (۳):** تفاوت رناهای ناقل در پادرمزهٔ (۳) و تشابه آن‌ها در بخش‌های دیگر مثل (۱) است.

۱۸۵ شکل‌نامهٔ *tRNA*

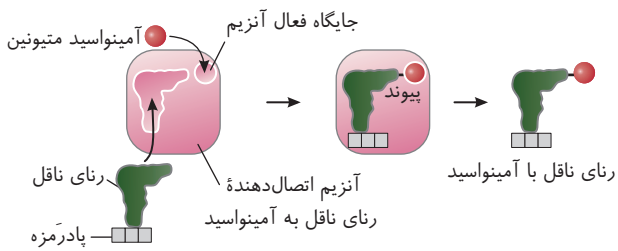


- **هر** رنای ناقل در **هر** جانداری پس از تولید دچار تغییر می‌شود تا به شکل نهایی آن تبدیل شود.
- شکل (الف)، ساختار دو بعدی تاخوردهٔ اولیه و شکل (ب)، ساختار سه‌بعدی رنای ناقل تاخوردهٔ نهایی را نشان می‌دهد.
- در ساختار رنای ناقل، پیوند هیدروژنی در حلقه‌های بازوها تشکیل نمی‌شود؛ بلکه در قسمت دراز و بدون حلقهٔ بازوها پیوند هیدروژنی بین ریبونوکلئوتیدهای مکمل تشکیل می‌شود.
- تعداد پیوندهای هیدروژنی در دو بازوی کناری رنای ناقل در ساختار دو بعدی، با یکدیگر برابر است.
- بیشترین تعداد پیوند هیدروژنی در بازویی است که دارای محل اتصال آمینواسید می‌باشد.
- حلقه‌ها فاقد پیوند هیدروژنی هستند و جایگاه اتصال به آمینواسید در بازوی بدون حلقهٔ رنای ناقل است.
- در همهٔ انواع رناهای ناقل، توالی محل اتصال آمینواسید، تعداد پیوندهای هیدروژنی و سایر توالی‌های نوکلئوتیدی در بخش‌های دیگر رنای ناقل می‌تواند یکسان باشند به‌جز توالی پادرمزه. یعنی وجه تمایز رناهای ناقل، قطعاً در توالی پادرمزهٔ آن‌هاست.
- توالی پادرمزه مشخص می‌کند چه آمینواسیدی به رنای ناقل متصل شود؛ توالی پادرمزه در هنگام ترجمه با توالی رمزه پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهد.
- در مقابل نوکلئوتیدهای جایگاه اتصال آمینواسید، هیچ نوکلئوتیدی قرار ندارد.
- بخشی از رنای ناقل که دارای جایگاه اتصال آمینواسید است، به اندازهٔ ۴ نوکلئوتید بالاتر از رشتهٔ روبه‌رویی است.
- در تاخوردگی اولیهٔ رنای پیک، چهار بازو وجود دارد که در انتهای سه تای آن‌ها حلقه دیده می‌شود و توالی پادرمزه در حلقهٔ میانی قرار دارد.
- علاوه‌بر تاخوردگی در محل حلقه‌ها، تاخوردگی دیگری در رنای ناقل وجود دارد که کوچک بوده و بین دو تا از بازوها قرار می‌گیرد. این تاخوردگی در سمت جایگاه اتصال به آمینواسید قرار دارد و نوکلئوتیدهای آن پیوند هیدروژنی تشکیل نمی‌دهند.
- حلقه‌های رنای ناقل به‌طور دقیق روبه‌روی هم نیستند و نوکلئوتید ۵ با نوکلئوتید ۱ دارای پیوند هیدروژنی می‌باشد.

۳۳۹۶ (۳) فقط مورد (د) نادرست است چون شمارهٔ (۱)، نوعی آنزیم پروتئینی و شمارهٔ (۲)، مولکول *tRNA* را نشان می‌دهد. هر دو ماده **نیتروژن‌دار** هستند و تجزیهٔ زیرواحدهای هر دو مولکول می‌تواند منجر به تولید آمونیاک شود. همان‌طور که می‌دانید آمونیاک نوعی مادهٔ سمی است که باید در کبد به اوره تبدیل شود تا از کلیه دفع شود.

بررسی موارد (الف) اطلاعات وراثتی به صورت واحدهایی به نام ژن در دنا ذخیره شده است و موجب ساخت پروتئین‌ها و مولکول‌های *RNA* می‌شود. از طرفی هر دو پیوند هیدروژنی دارند. (ب) مولکول (۱)، نوعی **آنزیم** با جایگاه فعال است و برخلاف رنای ناقل می‌تواند انرژی فعال‌سازی نوعی واکنش را **کاهش** دهد. (ج) بین زیرواحدهای پروتئین‌ها (آمینواسیدها)، پیوند پپتیدی و بین زیرواحدهای رنای ناقل (نوکلئوتیدها)، پیوند فسفودی‌استر برقرار است. پیوند پپتیدی و پیوند فسفودی‌استر هر دو نوعی پیوند اشتراکی هستند.

۱۸۶ شکل‌نامهٔ آنزیم اتصال‌دهندهٔ رنای ناقل به آمینواسید



«نحوهٔ پیوستن آمینواسید به رنای ناقل مربوط به خود توسط آنزیم ویژهٔ آن»

- این آنزیم‌ها برحسب **پادرمزهٔ** رناهای ناقل انواعی دارند و با شناخت پادرمزه، به رنای ناقل مخصوص خود متصل می‌شوند.
- این آنزیم ابتدا با شناسایی پادرمزه، رنای ناقل را در خود جای می‌دهد، سپس آمینواسید مناسب را وارد کرده و با صرف انرژی زیستی بین آن‌ها در جایگاه فعال خود پیوند اشتراکی برقرار می‌کند.
- توالی پادرمزه دورترین قسمت از رنای ناقل نسبت به آمینواسید و جایگاه فعال آنزیم است.
- پیوند بین رنای ناقل و آمینواسید، از نوع اشتراکی است ولی فسفودی‌استر نمی‌باشد.

نای ناقل حداکثر ۴ نوع مونومر دارد و آمینواسید هم یک مونومر است؛ بنابراین ترکیب و فراوردهٔ حاصل حداکثر شامل ۵ نوع مونومر می‌باشند.
در پلی‌پپتیدی متصل به *tRNA*، جدیدترین آمینواسید مستقیماً از سمت گروه کربوکسیل به *tRNA* متصل است.
پس از اتصال رنای ناقل و آمینواسید، این ترکیب‌ها از آنزیم جدا می‌شوند و به سوی رناتن می‌روند.
با توجه به شکل، رنای ناقل با ساختار نهایی خود وارد آنزیم اختصاصی برای اتصال به آمینواسید می‌شود.

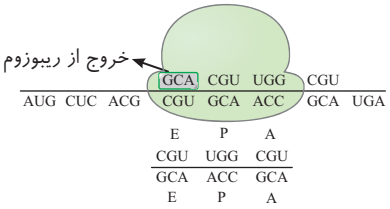
نکات ترکیبی فصل ۱ دوازدهم

آنزیم اتصال دهندهٔ آمینواسید به رنای ناقل پروتئینی، بوده و مانند سایر آنزیم‌ها *pH* بهینهٔ مخصوص خود را دارد.
آنزیم اتصال دهندهٔ آمینواسید به رنای ناقل، امکان برخورد مناسب رنای ناقل با آمینواسید را افزایش داده و انرژی فعال‌سازی را کاهش می‌دهد.
هر چه مقدار رنای ناقل و آمینواسید که پیش‌مادهٔ آنزیم اتصال‌دهندهٔ آمینواسید به رنای ناقل هستند، افزایش یابد؛ سرعت تولید فراورده نیز بیشتر می‌شود.

۳۳۹۷ (۱) ریبوزوم‌ها ساختارهایی برای تولید پلی‌پپتید در یاخته‌های یوکاریوتی و پروکاریوتی هستند. ریبوزوم‌ها از دو زیرواحد کوچک و بزرگ تشکیل شده‌اند، هر زیرواحد نیز از رنا و پروتئین تشکیل شده است. در هر زیرواحد رناتن، یک نوع رنای رناتنی و تعدادی پروتئین دارای پیوند هیدروژنی وجود دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۲) و (۴):** دقت کنید که در ترجمه، رنای ناقل فقط در زیرواحد بزرگ قرار می‌گیرد (رد گزینهٔ (۲)). نمی‌توان گفت اولین توالی سه نوکلئوتیدی موجود در رنای‌پیک، کدون آغاز است. پیش از کدون آغاز توالی‌های مختلفی حضور دارند که ترجمه نمی‌شوند (رد گزینهٔ (۴)). **گزینهٔ (۳):** ریبوزوم‌ها علاوه‌بر یاخته‌های یوکاریوتی در پروکاریوت‌ها نیز دیده می‌شوند، بنابراین در یک یاختهٔ پروکاریوتی ساخت ریبوزوم نمی‌تواند نتیجهٔ همکاری آنزیم‌های رنابسپاراز ۱، ۲ و ۳ است.

۳۳۹۸ (۴) اگر به ترجمهٔ *mRNA* روبه‌رو دقت کنید، می‌بینید که وقتی پادرمزهٔ *GCA* می‌خواهد از جایگاه *E* خارج شود، پادرمزه *CGU* در *P* و *UGG* در *A* قرار دارد.



اگر سؤال را خوب بخوانید، متوجه می‌شوید که منظور طراح این دو پادرمزه‌ای که در حال حاضر در جایگاه *P* و *A* قرار دارند، نبوده است؛ چون در سؤال گفته شده **با اولین حرکت رناتن**، پس باید پیوند پپتیدی جدیدی در *A* زده شود و یک رمزه به سمت جلو برویم. در این حالت رمزهٔ *GCA* وارد *E*، رمزهٔ *ACC* و پادرمزهٔ *UGG* وارد *P* می‌شود و رمزهٔ *GCA* (قبل از رمزه پایانی) وارد *A* می‌شود تا پادرمزهٔ *CGU* روبه‌روی آن قرار بگیرد.

۳۳۹۹ (۲) شکل به ترتیب در مرحلهٔ (۱) و (۲)، انتهای مرحلهٔ آغاز و ابتدای مرحلهٔ طویل شدن را نشان می‌دهند و مرحلهٔ (۳) آخر مرحلهٔ پایان برای خروج رنای ناقل از رناتن را نشان می‌دهد. در مرحلهٔ آغاز ترجمه ابتدا رنای آغازگر بر روی رنای پیک و سپس بخش بزرگ رناتن در کنار بخش کوچک قرار می‌گیرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مرحلهٔ طویل شدن ترجمه، ابتدا آمینواسید از جایگاه *P* به جایگاه *A* منتقل می‌شود و سپس طی جابه‌جایی رناتن، رنای ناقل از جایگاه *P* به *E* منتقل می‌شود. **گزینهٔ (۳):** در مرحلهٔ طویل شدن ترجمه، ابتدا طی ورود رنای ناقل به جایگاه *A*، پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود و سپس با جابه‌جایی رناتن و خروج رنای ناقل از جایگاه *E*، پیوند هیدروژنی در این جایگاه شکسته می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ پایان ترجمه، ابتدا زنجیرهٔ پپتیدی از رنای ناقل جدا و سپس دو بخش رناتن از هم جدا می‌شوند.

نکات تکمیلی برای پاسخ به تست‌های فرایند ترجمه

در هیچ مرحله‌ای از ترجمه جایگاه‌های ریبوزوم به طور کامل خالی نیستند و حداقل یک *tRNA* جایگاه *P* در آن قرار دارد.
رشتهٔ پلی‌پپتیدی متصل به *tRNA* در جایگاه *P* ریبوزوم از سمت گروه کربوکسیل به *tRNA* متصل است و گروه آمین آزاد دارد.
ضمن تشکیل پلی‌پپتید در ترجمه با تولید آب، فشار اسمزی در جایگاه *A* کم می‌شود.
در رشتهٔ پلی‌پپتیدی متصل به *tRNA*، جدیدترین آمینواسید مستقیماً از سمت گروه کربوکسیل به *tRNA* متصل است.
در مرحلهٔ آغاز ترجمه، ابتدا زیرواحد کوچک به *mRNA* سپس *tRNA* به *mRNA* و پس از آن زیرواحد بزرگ ریبوزوم به زیرواحد کوچک متصل شده و ساختار ریبوزوم کامل می‌شود.
در مرحلهٔ طویل شدن، *tRNA*هایی با آنتی‌کدون‌های مختلف به جایگاه *A* وارد می‌شوند، اما فقط پس از **استقرار** *tRNA* با آنتی‌کدون مکمل با کدون موجود در این جایگاه با *mRNA* پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند، بنابراین خروج رنای ناقل در این مرحله علاوه‌بر جایگاه *E* از جایگاه *A* هم صورت می‌گیرد.
کدون‌های پایان فقط وارد *A* می‌شوند اما توالی‌های *UAA*، *UAG* و *UGA* می‌توانند به عنوان آنتی‌کدون به هر سه جایگاه ریبوزوم وارد شوند.
در جایگاه *A* تشکیل پیوند پپتیدی و تولید آب را شاهد هستیم و در جایگاه *P* شکستن پیوند بین آمینواسید و *tRNA* و مصرف را می‌بینیم.
همیشه ابتدا *tRNA* قبلی از جایگاه *E* بیرون می‌رود سپس *tRNA* جدید وارد جایگاه *A* می‌شود.
ابتدا در مرحلهٔ پایان *tRNA* جدا می‌شود و سپس دو زیرواحد ریبوزوم از هم جدا می‌شوند! در این حالت عامل آزادکننده هم از رناتن خارج می‌شود.
در طی مراحل ترجمه فقط یک رنای ناقل (مربوط به آمینواسید متیونین) در مرحلهٔ آغاز ترجمه وارد ریبوزوم می‌شود و سایر رناهای ناقل در مرحلهٔ طویل شدن وارد ریبوزوم می‌شوند.
دورترین آمینواسید به ریبوزوم و *tRNA*، متیونین است.
اولین *tRNA* هیچ وقت وارد جایگاه *A* نمی‌شود و آخرین *tRNA* هیچ وقت وارد جایگاه *E* نمی‌شود.
در مرحلهٔ طویل شدن، پیوند هیدروژنی فقط در *A* تشکیل و فقط در *E* شکسته می‌شود.
در فرایند ترجمه می‌توان *tRNA* را دید که بیش از یک آمینواسید دارد پس لزوماً هر *tRNA* یک آمینواسید حمل نمی‌کند.
برای تولید پروتئینی با ساختار چهارم، چندین‌بار فرایند ترجمه انجام می‌شود چون طی هر ترجمه فقط یک رشتهٔ پلی‌پپتید تولید می‌شود.
خروج *tRNA* فاقد آمینواسید از جایگاه *E* مقدم بر ورود *tRNA* جدید به جایگاه *A* می‌باشد.

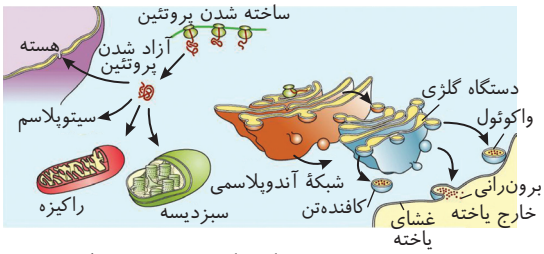
۳۵۸ فرایند ترجمه

جایگاه ریبوزوم	قرارگیری رمزهٔ آغاز	قرارگیری رمزهٔ پایان	شکستن پیوند هیدروژنی	خروج رنای ناقل	شکستن پیوند بین آمینواسید و رنای ناقل	تشکیل پیوند پپتیدی	تشکیل پیوند هیدروژنی
در *A*	−	+	−	+(غیرمستقرها)	−	+	+(طویل شدن)
در *P*	+	−	+	+	+	−	+(آغاز)
در *E*	+	−	+	++	−	−	−

۳۴۰۰ : ۱ میکوریزا همزیستی دو یوکاریوت از قارچ و گیاه است. شکل، غشای یاخته را نشان می‌دهد. پروتئین‌هایی که در ساختار غشا قرار می‌گیرند، توسط رناتن‌های شبکهٔ آندوپلاسمی زبر یوکاریوت‌ها ساخته می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** پروتئین‌هایی که به بیرون از یاخته برون‌رانی می‌شوند، توسط رناتن‌های شبکهٔ آندوپلاسمی زبر ساخته می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** پروتئین‌هایی که درون واکوئول یا کافندتن فعالیت دارند، توسط رناتن‌های شبکهٔ آندوپلاسمی زبر ساخته می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** پروتئین‌هایی که درون هسته فعالیت دارند، توسط رناتن‌های آزاد سیتوپلاسم ساخته می‌شوند. (شکل غشای منفذدار هسته را نشان می‌دهد.)

۱۸۷ شکل‌نامهٔ پروتئین‌سازی



«سرنوشت پروتئین‌های ساخته شده در سیتوپلاسم»

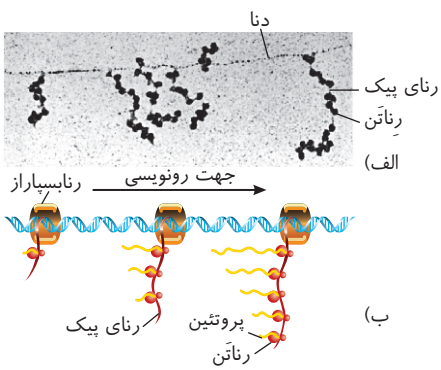
- در قسمت منفذ هسته، دو غشای هسته به یکدیگر متصل‌اند.
- غشای داخلی سبزدیسه برخلاف راکیزه چین‌خوردگی ندارد.
- بخشی از شبکهٔ آندوپلاسمی که با دستگاه گلژی ارتباط دارد، دارای سطح بیشتری می‌باشد.
- پروتئین ورودی به هسته، از منافذ هسته می‌گذرد. تمامی پروتئین‌های هسته همانند بسپارازها، هیستون و هلیکاز توسط ریبوزوم‌های موجود در فضای آزاد سیتوپلاسم تولید می‌شوند.
- ریزکیسه‌های خارج شده از شبکهٔ آندوپلاسمی همانند دستگاه گلژی از بخش برآمدهٔ آن جوانه می‌زنند و غشایی از جنس کیسهٔ گلژی دارند.
- شروع فرایند ترجمه برای رناهای پیک یوکاریوتی ساخته شده از روی دنای هسته، در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم رخ می‌دهد.
- فضای بین دو غشای هسته، با شبکهٔ آندوپلاسمی در ارتباط است.
- ریبوزوم‌های متصل به شبکهٔ آندوپلاسمی زبر، از سمت زیرواحد بزرگ خود به این شبکه متصل‌اند.
- **برخی** پروتئین‌های مورد نیاز میتوکندری و کلروپلاست، توسط ریبوزوم‌های خود و برخی توسط ریبوزوم‌های سیتوپلاسم ساخته می‌شوند.
- درون هسته، هیچ ریبوزوم فعالی وجود ندارد و پروتئین‌سازی روی نمی‌دهد.
- دو لایهٔ پوشش هسته، در محل منافذ پوشش هسته با یکدیگر ادغام می‌شوند. پس عبور مواد بین هسته و سیتوپلاسم از راه آندوسیتوز یا اگزوسیتوز نمی‌باشد.
- غشای داخلی میتوکندری برخلاف غشای داخلی هسته و کلروپلاست، به سمت داخل چین‌خوردگی‌هایی دارد.
- میتوکندری و هسته، درون خود دو فضا دارند اما کلروپلاست با توجه به فضای درون تیلاکوئیدها، سه فضا دارد.
- میتوکندری و کلروپلاست برخلاف هسته، اندامک‌های سیتوپلاسمی محسوب می‌شوند.
- کیسه‌های دستگاه گلژی برخلاف کیسه‌های شبکهٔ آندوپلاسمی، مستقیماً به یکدیگر راه ندارند.
- منشأ غشای یاخته، می‌تواند از غشای دستگاه گلژی باشد و منشأ غشای دستگاه گلژی نیز می‌تواند از غشای شبکهٔ آندوپلاسمی باشد.
- شبکهٔ آندوپلاسمی زبر و دستگاه گلژی در تولید لیزوزوم مشارکت می‌کنند. پس در گردش درون‌یاخته‌ای نقش مهمی دارند.
- شبکهٔ آندوپلاسمی برخلاف دستگاه گلژی، واجد کیسه‌های متصل به هم می‌باشد.
- عبارت «فقط پروتئین‌های تولیدی در رناتن‌ها متصل به شبکه آندوپلاسمی می‌توانند به یاختهٔ دیگر انتقال یابند.» نادرست است چون پروتئین‌های تولیدی توسط ریبوزوم‌های آزاد سیتوپلاسم نیز می‌توانند از راه پلاسمودسم به یاختهٔ دیگر منتقل شوند.
- هیچ آنزیمی که در تنفس یاخته‌ای یا فتوسنتز فعال می‌باشد در رناتن‌های روی شبکهٔ آندوپلاسمی ساخته نمی‌شود.
- اگر رنای پیک باکتری چندژنی باشد، می‌توان تولید چند نوع پپتید را از روی یک رنای پیک مشاهده کرد.

۳۴۰۱ : ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) به‌درستی بیان شده‌اند. سؤال در مورد هم‌زمانی ترجمه و رونویسی در پروکاریوت‌هاست.

بررسی موارد (الف) **درست.** شکل سؤال نشان‌دهندهٔ ترجمه در حین رونویسی از فام‌تن اصلی در یاخته‌های پروکاریوتی است. در دنای اصلی یاخته‌های پروکاریوتی که به غشا وصل است، برخلاف دنای کمکی ژن مقاوم به پادزیست ندارد. (ب) **درست.** باکتری ریزوبیوم با ریشهٔ سویا (پروانه‌داران)، همزیستی کرده و با تثبیت نیتروژن سبب تبدیل N_2 به NH_4^+ (آمونیوم) می‌شود. (ج) **درست.** در یاخته‌های پروکاریوتی می‌توان تغییراتی که روی رنای ناقل و پس از انجام رونویسی رخ می‌دهد، مشاهده کرد. (د) نادرست. در یاخته‌های پروکاریوتی برخلاف یوکاریوتی، تغییر در تعداد نقاط شروع همانندسازی امکان ندارد.

نکات سرعت و مقدار پروتئین‌سازی از متن و شکل کتاب

- **سرعت و مقدار** پروتئین‌سازی یاخته‌ها به **نیاز یاخته** به آن پروتئین بستگی دارد.
- جالب است بدانید که چون محل **رونویسی و ترجمه** در پروکاریوت‌ها **یکسان** است و هر دو در **سیتوپلاسم** صورت می‌گیرد و از طرفی طول عمر *RNA* پیک پروکاریوتی نیز **کم** می‌باشد، پس می‌توان **شروع ترجمه** از یک رشتهٔ *mRNA* را حتی **قبل از پایان رونویسی** آن مشاهده کرد. یعنی در حالی که هنوز آنزیم رنابسپاراز در حال رونویسی *mRNA* از روی *DNA* می‌باشد، رناتن از روی همین رنای پیک (mRNA) در حال شروع ترجمه و پروتئین‌سازی می‌باشد.
- هرگاه یاخته در یک زمان نیاز به **تعداد زیادی** از یک پروتئین خاص داشته باشد، در این حالت به‌طور **هم‌زمان**، چند رناتن در کنار هم روی یک *mRNA* در حال ترجمه قرار می‌گیرند تا تعداد بیشتری از یک پروتئین در یک زمان ساخته شود. به این حالت قرارگیری رناتن‌ها به صورت یک مجموعه کنار هم **اجتماع رناتن‌ها روی *mRNA*** می‌گویند. این حالت مانند **تسبیحی** است که هر دانهٔ آن یک رناتن است، یک نخ که همان *mRNA* می‌باشد از درون آن‌ها عبور می‌کند و همگی در حال ساخت یک نوع رشتهٔ پلی‌پپتید هستند. بدیهی است که هر رناتنی که زودتر ترجمه را آغاز کرده است پلی‌پپتید در حال ساخت بلندتری دارد و به رمزهٔ پایان نزدیک‌تر است. در این حالت رشته‌های پلی‌پپتیدی از کوتاه به بلند در حال ساخته شدن می‌باشند. در همین حالت در یاختهٔ پروکاریوتی امکان دارد خود انتهای *mRNA* نیز در حال رونویسی شدن از روی ژن مورد نظر خود باشد. (خلاصه هم‌زمان هر کی در حال انجام فعالیت خود می‌باشد!!)



«الف) تصویر میکروسکوپی مجموعهٔ رناتن‌ها
ب) طرحی ساده از رناتن‌هایی که چند رنای در حال رونویسی را ترجمه می‌کنند.»

- در یوکاریوت‌ها نیز همانند پروکاریوت‌ها می‌توان اجتماع رناتن‌های فعال روی یک رنای پیک را مشاهده کرد، ولی دقت کنید که فرایند رونویسی آن‌ها در هسته و ترجمه در سیتوپلاسم صورت می‌گیرد. **پس در یوکاریوت‌ها برخلاف پروکاریوت‌ها، هم‌زمان که *mRNA* در هسته در حال ساخته شدن است، رناتن ترجمه را بر روی آن آغاز کند.**
- در یوکاریوت‌ها عمر *mRNA*ها به اندازهٔ پروکاریوت‌ها کوتاه نمی‌باشد. یاختهٔ **یوکاریوتی** دارای سازوکارهایی برای حفاظت از *mRNA* خود در برابر تخریب (فعالیت نوکلئازی) می‌باشد و **فرصت بیشتری برای پروتئین‌سازی وجود دارد.** البته در یوکاریوت‌ها نیز می‌توان در سیتوپلاسم مجموعه‌ای از رناتن‌ها را مشاهده کرد که هم‌زمان در حال ترجمهٔ یک نوع رشتهٔ پلی‌پپتید از روی یک *mRNA* می‌باشند.
- گویچه‌های قرمز نابالغ انسان ابتدا که در مغز استخوان ساخته می‌شوند هسته دارند ولی هرچه به بلوغ خود نزدیک‌تر می‌شوند، هستهٔ خود را به تدریج از دست می‌دهند. گویچهٔ قرمز بالغ در خون هسته ندارد، پس عمل همانندسازی و رونویسی ندارد و هرچه *RNA* نیاز داشته است باید تا بالغ شدن در خود **ذخیره کند**. سپس می‌تواند به مقدار مورد نیاز خود، طی عمل ترجمه از روی *mRNA*ها، پروتئین‌های مورد نیاز خود مانند هموگلوبین، کربنیک‌انیدراز و... را بسازد.

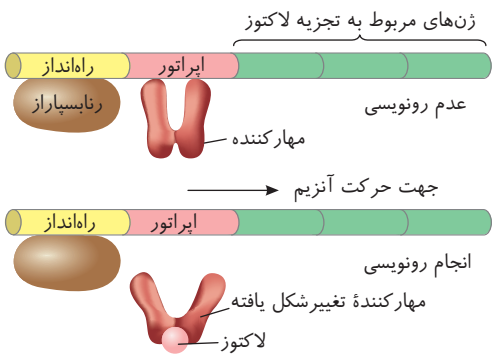
۳۴۰۲ (۴) در یاخته‌های پروکاریوتی، عمر و پایداری رنای پیک و پروتئین ساخته شده تغییر می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بخش شمارهٔ (۱) دنا را نشان می‌دهد. در باکتری‌ها یک نوع رنابسپاراز (شمارهٔ (۴)) وجود دارد. شکل در مورد پروکاریوت است چون ترجمه هم‌زمان با رونویسی در حال انجام است. **گزینهٔ (۲):** مولکول شمارهٔ (۲) رنای پیک را نشان می‌دهد. **یکی** از تغییراتی که ممکن است، برای رنای پیک صورت بگیرد، حذف رونوشت‌های میانه است؛ پس نمی‌توان گفت قطعاً رونوشت‌های میانه حذف خواهند شد. **گزینهٔ (۴):** بخش (۳) رناتن است، رنای رناتنی فعالیت آنزیمی در تشکیل پیوند پپتیدی دارد. در هر دو (نه یکی) ساختار کوچک و بزرگ رناتن، رنای رناتنی وجود دارد چون شکل، ترجمهٔ هم‌زمان با رونویسی را نشان می‌دهد، پس یاختهٔ پروکاریوتی را نشان می‌دهد که فقط یک نوع رنابسپاراز دارد. پس آنزیم سازندهٔ (۱) رنای پیک و رنای ناتنی یکسان است.

۳۴۰۳ (۲) در تنظیم بیان ژن منفی، با اتصال لاکتوز به پروتئین مهارکننده و تغییر شکل آن، طی رونویسی از ۳ ژن ساختاری، رنای پیک شامل ۳ رونوشت ژن تولید خواهد شد که دارای یک جایگاه آغاز و پایان رونویسی است. (در شکل بخش (۱) مهارکننده و (۲) لاکتوز می‌باشد.)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اگر گلوکز در محیط کشت باکتری باشد، آنگاه تنظیم بیان ژن منفی رخ نخواهد داد و همچنان با بودن لاکتوز هم این ژن‌ها بیان نمی‌شوند. **گزینهٔ (۳):** در تنظیم مثبت رونویسی، با اتصال پروتئین فعال‌کنندهٔ (۳) به جایگاه اتصال خود در مولکول دنا، رنابسپاراز به راه‌انداز متصل و اولین نوکلئوتید مناسب جهت رونویسی را پیدا خواهد کرد (نه برعکس). **گزینهٔ (۴):** آنزیم شکنندهٔ پیوندهای هیدروژنی بین دو رشتهٔ دنا توسط هلیکاز و رنابسپاراز انجام می‌شود که هیچ‌کدام از مولکول‌های لاکتوز و مالتوز به آن‌ها متصل نمی‌شوند.

۱۸۸ شکل‌نامهٔ تنظیم منفی رونویسی در اشرشیاکلای



- هر سه ژن مقابل، تحت کنترل یک اپراتور و یک راه‌انداز مشترک‌اند پس از روی هر سه فقط یک رنای پیک ساخته می‌شود که حاوی اطلاعات هر سه ژن است.
- هر سه ژن، یک نقطهٔ آغاز رونویسی مشترک دارند که در ابتدای ژن اول واقع است.
- هر سه ژن، یک نقطهٔ پایان رونویسی مشترک دارند که در انتهای ژن سوم واقع است.
- رونوشت هرکدام از سه ژن، دارای یک رمزهٔ آغاز و یک رمزهٔ پایان ترجمه مختص خود هستند. در نتیجه در مجموع رنای پیک رونویسی شده از این سه ژن، سه رمزهٔ آغاز و سه رمزهٔ پایان و سه رونوشت دیده می‌شود.
- از ترجمهٔ رنای پیک حاصل از رونویسی این سه ژن، سه نوع آنزیم پروتئینی که هرکدام شامل یک رشتهٔ پلی‌پپتیدی هستند ایجاد می‌شود که هر آنزیم در نهایت ساختار سوم پروتئینی با پیوندهای اشتراکی، هیدروژنی و یونی دارد.
- زمانی که مهارکننده به اپراتور متصل است، رنابسپاراز راه‌انداز را شناسایی کرده است. در نتیجه مرحلهٔ آغاز رونویسی شروع شده است.
- راه‌انداز و اپراتور رونویسی نمی‌شوند.
- رنابسپاراز، هیچ‌گاه به مهارکننده و لاکتوز متصل نمی‌شود.
- تمایل مهارکننده به اتصال لاکتوز و تغییر شکل یافتن بیشتر از تمایل آن به اپراتور است.
- هر سه ژن مربوط به تجزیهٔ لاکتوز، اندازهٔ تقریباً یکسانی دارند و بین آن‌ها توالی بین‌ژنی وجود ندارد.

تنظیم مثبت و منفی رونویسی ۳۵۹

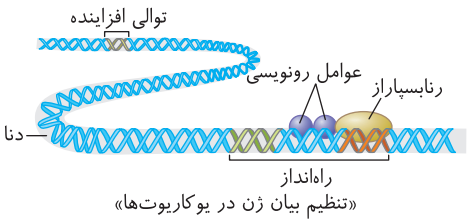
تجزیهٔ لاکتوز (تنظیم منفی رونویسی)	**تجزیهٔ مالتوز** (تنظیم مثبت رونویسی)
سه ژن در تجزیهٔ آن نقش دارد.	سه ژن در تجزیهٔ آن نقش دارد.
پروتئین مهارکننده در صورت اتصال به دی‌ساکارید، تغییر شکل می‌دهد.	پروتئین فعال‌کننده در صورت اتصال به دی‌ساکارید، تغییر شکل نمی‌دهد.
ژن‌های مربوط به تجزیهٔ لاکتوز بلافاصله پس از **اپراتور** قرار دارند.	ژن‌های مربوط به تجزیهٔ مالتوز بلافاصله پس از **راه‌انداز** قرار دارند.
در هر بخش تنظیمی، بیش از یک توالی وجود دارد. (اپراتور + راه‌انداز)	در هر بخش تنظیمی، بیش از یک توالی وجود دارد. (جایگاه اتصال فعال‌کننده + راه‌انداز)
اتصال لاکتوز به مهارکننده، باعث جداشدن آن از دنا می‌شود.	اتصال مالتوز به فعال‌کننده، باعث اتصال آن به دنا می‌شود.
راه‌انداز در مجاورت محل شروع رونویسی قرار ندارد.	راه‌انداز در مجاورت محل شروع رونویسی قرار دارد.
لاکتوز دی‌ساکارید است و در نبود گلوکز به مصرف می‌رسد.	مالتوز دی‌ساکارید است و در نبود گلوکز به مصرف می‌رسد.
دی‌ساکارید به پروتئین غیرآنزیمی متصل می‌شود و به راه‌انداز متصل نمی‌شود.	دی‌ساکارید به پروتئین غیرآنزیمی متصل می‌شود و به راه‌انداز متصل نمی‌شود.
در صورت بیان هر دو گروه، ابتدا یک رشتهٔ رنای پیک پلی‌نوکلئوتیدی و سپس سه رشتهٔ پلی‌پپتیدی به عنوان سه آنزیم تولید می‌شود.	

۳۴۰۴: (۱) عبارات (الف) و (ج) نادرست هستند.

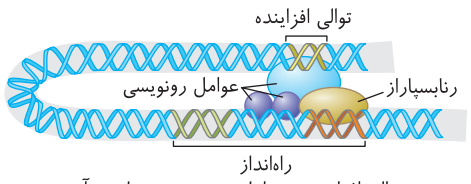
شکل در مورد بیان ژن یوکاریوت برای عمل **رونویسی** است (نادرستی مورد (الف)) و قسمت (A) نمایانگر **عامل رونویسی** است که ابتدا به توالی راه‌انداز متصل شده است (نادرستی مورد (ج)) ولی این عمل برای ترجمه نمی‌باشد (نادرستی مورد (الف)). عمل فوق در شروع رونویسی و بیان ژن یوکاریوت، مثل تولید پپسینوژن مؤثر است (درستی موارد (ب) و (د)).

چند نکته در بررسی تست‌ها

- لزوماً هر عامل رونویسی نیز به رنابسپاراز متصل نیست.
- اندازهٔ راه‌انداز براساس شکل کتاب درسی بیشتر از توالی افزاینده است.
- در هر دو نوع تنظیم مثبت و منفی رونویسی، پروتئین تنظیمی به راه‌انداز متصل نمی‌شود.
- راه‌انداز، توالی افزاینده، اپراتور و جایگاه اتصال فعال کننده، جزئی از ژن نیستند.
- پروتئین عوامل رونویسی می‌تواند در تماس با انواعی از پروتئین‌ها مثل رنابسپاراز و عوامل رونویسی دیگر باشد.
- اتصال پروتئین فعال‌کننده در پروکاریوت‌ها و عوامل رونویسی در یوکاریوت‌ها موجب شناسایی راه‌انداز می‌شود اما هنگامی که پروتئین مهارکننده به دنا متصل است نیز امکان شناسایی راه‌انداز توسط رنابسپاراز وجود دارد و مرحلهٔ آغاز رونویسی همواره در تنظیم منفی رونویسی شروع شده است.
- توالی افزاینده همانند راه‌انداز، دارای دو رشته بوده و در دناست.
- هر پروتئین موجود در هسته که در تنظیم بیان ژن نقش دارد، جزء عوامل رونویسی نیست (مثل هیستون).



«تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها»



«توالی افزاینده و عوامل رونویسی متصل به آن»

۳۴۰۵: (۴) موارد (ب)، (ج) و (د) درست هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. *شاید در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم یافته بمونه ضب.* (ب) **درست**. ترجمه فقط در سیتوپلاسم صورت می‌گیرد. (ج) **درست**. در انتهای آمین خود که متیونین دارند و زودتر ساخته شده، زودتر هم خارج می‌شود. (د) **درست**. هر رشتهٔ پلی‌پپتید حاصل ترجمهٔ کدون‌های یک رنای پیک است که در یوکاریوت‌ها طی پیدایش کوتاه شده است.

۳۴۰۶: (۳) در این تست به قید «پس از» در اول سؤال دقت کنید.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: *نه دیگه، توی جایگاه E که پروتئین نداریم.* **گزینهٔ (۲)**: *دیگه توی مرحلهٔ پایان، جابه‌جایی رنای ناقل نداریم.* **گزینهٔ (۳)**: *این مورد از ابهامات کتاب درسی است که البته من از قصد اینجا آوردمش؛ چون دو نگاه به رمزه وجود داره، یه عده میگن رمزه فقط به قسمتی از رنای پیک مربوط میشه که در فرایند ترجمه باهاش کار داریم، بعضیا هم میگن رمزه، به هر توالی سه‌تایی رنای پیک گفته میشه؛ به هر حال می‌تونه مثل این سؤال در کنکور بیاد چون چالش قابل حل با توجه به گزینه‌های دیگه هست ولی از نظر من رمزه یعنی اون قسمتی که قراره چیزی رو رمز کنه یا بگه دیگه رمز نکن!* **گزینهٔ (۴)**: اول پلی‌پپتید از رنای ناقل و سپس دو زیرواحد رناتن از هم جدا می‌شوند!

ترتیب وقایع ترجمه ۳۶۰

مراحل	نکات
آغاز	۱ هدایت زیرواحد کوچک ریبوزوم توسط بخش‌هایی از *mRNA* به سوی کدون *AUG* ۲ فعال شدن آنزیمی برای اتصال رنای ناقل حاوی پادرمزهٔ *UAC* به آمینواسید متیونین ۳ ورود و استقرار *tRNA* حامل آمینواسید متیونین به جایگاه *P* و خالی بودن جایگاه‌های *A* و *E* ۴ ترجمهٔ اولین کدون (*AUG*) ۵ ایجاد پیوند هیدروژنی در جایگاه *P* بین رمزه و پادرمزه ۶ تکمیل ساختار ریبوزوم و به هم پیوستن بخش‌های ریبوزوم و مشخص شدن جایگاه‌های ریبوزوم ۷ عدم شکسته شدن پیوند هیدروژنی در این مرحله ۸ عدم شکسته شدن پیوند کووالانسی بین نوکلئوتید و آمینواسید ۹ عدم تشکیل و شکسته شدن پیوند پپتیدی و عدم آزاد شدن آب
طول شدن	۱ ورود انواع *tRNA* از خارج به جایگاه *A* ۲ ورود *tRNA* مناسب و **استقرار** آن برای اولین‌بار در جایگاه *A* ۳ تشکیل پیوند هیدروژنی در جایگاه *A* ۴ شکسته شدن پیوند کووالانسی بین رنای ناقل و میتونین اول در جایگاه *P* ۵ تشکیل پیوند کووالانسی (پپتیدی) در جایگاه *A* ۶ مشاهدهٔ هم‌زمان دو آنتی‌کدون در ریبوزوم می‌توان دو جایگاه ریبوزوم را توسط *tRNA* اشغال شده دید ۷ شروع حرکت ریبوزوم پس از تشکیل اولین پیوند پپتیدی ۸ ورود *tRNA* اول به *E* و خروج *tRNA* از جایگاه *E* ۹ شکسته شدن پیوند هیدروژنی در جایگاه *E* بدون کدون و آنتی‌کدون ۱۰ ترجمهٔ کدون جدید در جایگاه *A* و دوباره تشکیل پیوند پپتیدی دوم در *A* ۱۱ حرکت ریبوزوم به سمت کدون پایان ۱۲ دیده شدن رشتهٔ پپتیدی در جایگاه *A* یا *P* ۱۳ امکان ترجمهٔ کدون *AUG* وجود دارد اما کدون آغاز نیست. ۱۴ امکان ورود *tRNA* حامل یک آمینواسید و استقرار آن در جایگاه *P* وجود ندارد ۱۵ امکان دیده شدن توالی‌های *UAA* و *UAG* و *UGA* در جایگاه *A* وجود دارد اما نه به صورت کدون بلکه به صورت آنتی‌کدون! ۱۶ در آخر یکی از سه کدون پایانی وارد *A* می‌شود که دیگر ترجمه نمی‌شوند. و پلی‌پپتید در آخر این مرحله در جایگاه *P* است.
پایان	۱ عدم حرکت ریبوزوم، خروج مستقیم *tRNA* از جایگاه *P* ۲ ورود عوامل آزادکننده به جایگاه *A* و شناسایی کدون *UAA* و *UAG* و *UGA* واقع در جایگاه *A* ۳ پر بودن فقط یک جایگاه ریبوزوم (*P*) توسط *tRNA* همانند مرحلهٔ آغاز؛ البته در مرحلهٔ پایان جایگاه *A* هم پر است اما نه توسط *tRNA* بلکه توسط عوامل آزادکننده ۴ دیده شدن رشتهٔ پپتیدی در ۲ جایگاه: *A*: عوامل آزادکننده و *P*: پلی‌پپتید ساخته شده ۵ ورود و استقرار مولکولی واجد آنتی‌کدون (*tRNA*) نداریم ۶ شکسته شدن پیوند کووالانسی بین رشتهٔ پلی‌پپتید تولیدشده از رنای ناقل در جایگاه *P*، عدم تشکیل پیوند کووالانسی و پپتیدی ۷ شکسته شدن پیوند هیدروژنی در جایگاه *P* و خروج آخرین رنای ناقل از رناتن ۸ رهاشدن *mRNA* و پلی‌پپتید و جداشدن ۲ زیرواحد ریبوزوم از هم ۹ عدم شکسته شدن پیوند هیدروژنی

۳۴۰۷: (۲) موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) **نادرست**. هر توالی نوکلئوتیدی رنا که قرار نیست حتماً ترجمه شود! *شاید رنای ناقل یا رناتنی بود اصلاً* (ب) **نادرست**. لزوماً تغییرات نداریم، کتاب گفته بود ممکن است. *تازه اونم می‌تونه پس از پایان رونویسی باشه!* (ج) **نادرست**. *ضب شاید چند رنابسپاراز هم‌زمان ریفتن سرشو چند رنا پشت سر هم ساختن مثل شکل ۶ کتاب درسی!* (د) درست. *یه رنا رو همیشه یه رنابسپاراز می‌سازه. اونم در همهٔ جانداران! تمام!*

۳۴۰۸ (۴): سؤال در مورد همهٔ جانداران یوکاریوت و پروکاریوتی است که این عمل را طی ترجمه انجام می‌دهند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در یوکاریوت بر اساس کنکور سراسری ۹۸ نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** *غلط پروکاریوت که میشه و یوکاریوت هم در میتوکندری و کلروپلاستش میشه* **گزینهٔ (۳):** در رنای ناقل تعداد نوکلئوتید سمتی از پادرمزه که به سمت جایگاه اتصال آمینواسید است، بیشتر می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** بعضی آمینواسیدها چند توالی پادرمزه‌ای داشته و هرکدام یک رنای ناقل دارند چون آنزیم مخصوص اتصال آمینواسید و رنای ناقل، برحسب توالی پادرمزه این اتصال را انجام می‌دهد نه برحسب نوع آمینواسید!

۳۴۰۹ (۴): فقط مورد (د) نادرست است.

بررسی موارد (الف) *آره غلط اولیه* (ب) و (ج) *آره، در این موارد کلاً قانون خاصی نیست ؛ همه پی میشه! یعنی دو ژن مجاور می‌تونن رشتهٔ الگو و جهت رونویسی یکسان یا متفاوت داشته باشن!* (د) *نه، مثلاً رنابسپاراز که نوکلئازی نداره.*

۳۴۱۰ (۲): باکتری، جاندار مورد مطالعهٔ گریفیت بود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** راه‌انداز رونویسی نمی‌شود و اولین توالی است که در دنا برای رونویسی شناسایی می‌شود! **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ طویل شدن ابتدا رنا از دنا جدا می‌شود! **گزینهٔ (۳):** *راه‌انداز توی پایان چیکار می‌کنه انصافاً* **گزینهٔ (۴):** *پروکاریوت که آگزون و اینترون نداره!*

در هر مرحله‌ای از رونویسی که ...	
پیوندهای هیدروژنی میان دئوکسی ریبونوکلئوتیدها تشکیل می‌شوند.	طویل‌شدن و پایان
پیوندهای هیدروژنی میان ریبونوکلئوتیدها تشکیل می‌شوند.	هیچ‌کدام
توالی راه‌انداز شناسایی می‌شود.	آغاز
پیوندهای فسفودی‌استر میان نوکلئوتیدها شکسته می‌شوند.	هیچ‌کدام
پیوندهای قند- فسفات درون نوکلئوتیدها شکسته می‌شوند.	هیچ‌کدام
پیوندهای هیدروژنی میان دئوکسی ریبونوکلئوتیدها و ریبونوکلئوتیدها شکسته می‌شوند.	طویل‌شدن و پایان
پیوندهای هیدروژنی میان دئوکسی ریبونوکلئوتیدها شکسته می‌شوند.	آغاز، طویل‌شدن و پایان
بیشترین میزان طول رنا تولید می‌شود.	طویل‌شدن
پیوندهای هیدروژنی میان ریبونوکلئوتیدها شکسته می‌شوند.	هیچ‌کدام
پیوندهای فسفات ـ فسفات در نوکلئوتیدها شکسته می‌شوند.	آغاز، طویل‌شدن و پایان
کوتاه‌ترین زنجیره از رنا ساخته می‌شود.	آغاز
آنزیم رنابسپاراز به مولکول دنا و ژن متصل می‌شود.	مرحلهٔ آغاز
آنزیم رنابسپاراز به مولکول دنا متصل است.	همهٔ مراحل
جدا شدن بخشی از رنا از دنا صورت می‌گیرد.	طویل‌شدن و پایان
جدا شدن آنزیم رنابسپاراز از دنا و رنا و جدا شدن کل رنا از دنا مشاهده می‌شود.	پایان

تغییرهایی برای طراحی تست ۳۶۱

۳۴۱۱ (۳): موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند! در این سؤال، بخش‌های حلقه‌شده، رشته‌های اینترونی هستند که مکملی در رنای بالغ ندارند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** دنا دئوکسی‌ریبوز دارد. (ب) **نادرست.** *رونوشت میانه که در رنای بالغ نیست اصلاً.* (ج) درست. اگر میانه حاوی جایگاه آغاز باشد که کل اون ژن به فنا میره، چرا که رونوشتش اصلاً در رنای بالغ نمیاد و اصلاً پروتئینی بعداً از روش ساخته نمی‌شه! (د) **نادرست.** میانه در دناست، *رونوشتش در رناست و رونوشتش حذف می‌شه!*

۳۴۱۲ (۲): موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند!

بررسی موارد (الف) **نادرست.** *می‌تونه چند تا هم داشته باشه. فقط متیونین و تریپتوفان یک کدون دارن!* (ب) **نادرست.** *شاید کدون پایان باشه و مربوط به آمینواسید نباشه!* (ج) درست. هر پادرمزه برای یک آمینواسید است! (د) **نادرست.** *شاید به چندتا پادرمزه وصل شد. می‌شه یک آمینواسید ۶ تا کدون داشته باشه.*

۳۴۱۳ (۲): **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** نادرست. آنزیم اتصال‌دهندهٔ رنای ناقل به آمینواسید، برحسب توالی پادرمزه، آن‌ها را به هم وصل می‌کند که توالی پادرمزه نزدیک آمینواسید نمی‌باشد. **گزینهٔ (۲): درست.** همواره آمینواسید از بخش کربوکسیل خود به رنای ناقل متصل می‌شود چون آمینواسید انتقالی از P به A برای تشکیل پیوند پپتیدی باید به سر آمینی از آمینواسید جایگاه A وصل شود و سر کربوکسیل آن به رنای ناقل متصل است. **گزینهٔ (۳):** نادرست. ابتدا آنزیم پادرمزه رنای ناقل را می‌شناسد سپس آمینواسید می‌آید. **گزینهٔ (۴):** نادرست. جایگاه فعال این آنزیم در قسمتی است که آمینواسید قرار می‌گیرد.

۳۴۱۴ (۴): **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** *غلط شاید رفت توی لیزوزوم یا واکوئول.* **گزینهٔ (۲):** *نه، از رناتن مادهٔ زمینه‌ای میاد توی هسته.* **گزینهٔ (۳):** *شاید توی خود راکیزه ساخته شده باشند.* **گزینهٔ (۴):** *یس؛ شکل مهمه کتابه که پروتئین‌های واکوئولی (مثل گلوتن) باید از شبکهٔ آندوپلاسمی و گلژی عبور کنن!*

۳۴۱۵ (۴): **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** *نه مثلاً رنای کوچک، تازه پروتئین‌سازی رو متوقف هم می‌کند.* **گزینهٔ (۲):** *آخ آخ! نکتهٔ خوبی بود چون در متاخاز شبکهٔ آندوپلاسمی نداریم که آنزیم لیزوزومی ساخته بشه ولی خب یافتهٔ پارتن اصلاً تقسیم نداره و اصلاً وارد متاخاز نمی‌شه!* **گزینهٔ (۳):** *همهٔ رناهای پیک که پیرایش ندارند؛ کتاب گفته ممکن است.* **گزینهٔ (۴):** *هر رنایی در یوکاریوت که از هسته اومده باشه؛ حاصل یک ژن است.*

۳۴۱۶ (۱): **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** *عالی، توی کنکور ۹۸ هم یه‌جور دیگه همین جمله اومده بود.* **گزینهٔ (۲):** *کتاب گفته ممکن است، به قیدها دقت کن!* **گزینهٔ (۳):** *کتاب میگه خیلی توی طبیعت آمینواسید داریم ولی ما با ۲۰تاش تو ساخت پروتئین کار داریم.* **گزینهٔ (۴):** *کتاب گفته یکی از راه‌ها.*

۳۴۱۷ (۳): **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** چون صورت سؤال یوکاریوت است، پس چند نوع رنابسپاراز دارد (نه یکی). **گزینهٔ (۲):** در میتوکندری هم دنا داریم که رونویسی اون توسط رنابسپارازهای میتوکندریایی انجام می‌شود. **گزینهٔ (۳):** در هسته ترجمه نداریم پس درست است. **گزینهٔ (۴):** هلیکاز و دنابسپاراز و ... ؛ *آیا اینا یه نوع آنزیم هستند؟*

۳۴۱۸ (۳) منظور سؤال یاختهٔ یوکاریوتی است که می‌تواند تعداد نقاط شروع همانندسازی خود را تغییر دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پیوند هیدروژنی آبکافت ندارد. **گزینهٔ (۲):** در هر دو فرایند اول پیوند فسفات – فسفات تجزیه می‌شود؛ سپس پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شود (این تشابه است نه تمایز!). **گزینهٔ (۳):** *برای رنابسپاراز همانندسازی که روی یک رشتهٔ الگو قرار می‌گیره غلطه ولی برای رنابسپاراز رونویسی درسته* (پس شد تمایز). **گزینهٔ (۴):** برای هر دو غلط است چون در رونویسی محصول از رشتهٔ الگو جدا می‌شود نه رمزگذار! همانندسازی هم که هر دو رشتهٔ الگو هستند و اصلاً محصول جدا نمی‌شود!

مقایسه همانندسازی و رونویسی ۳۶۲

موارد مقایسه	همانندسازی	رونویسی
زمان انجام حداکثری در چرخهٔ یاخته‌ای یوکاریوت‌ها	S (درون هسته)	G_1 ، G_2
محل انجام در یاختهٔ یوکاریوتی	هسته، میتوکندری، کلروپلاست	هسته، میتوکندری، کلروپلاست
آنزیم‌های مؤثر	هلیکاز، دنابسپاراز و انواع دیگری آنزیم	رنابسپاراز
مونومرهای استفاده شده	دئوکسی ریبونوکلئوتید	ریبونوکلئوتید
بازهای مورد استفاده	A, T, G, C	A, U, G, C
ویرایش	✓	×
قوانین جفت شدن بازها	صادق است.	صادق است.
جدا شدن دو رشتهٔ دنا از یکدیگر	✓ (در تمامی طول دنا)	✓ (در بخشی از طول دنا)
تعداد رشته‌های الگو	دو عدد	یکی در هر ژن
تشکیل فسفودی‌استر	دارد	دارد
تشکیل پیوند هیدروژنی	دارد	دارد
شکستن پیوند هیدروژنی	دارد	دارد

۳۴۱۹ (۴) موارد (الف)، (ج) و (د) صحیح هستند. این سؤال در مورد هر جاندار تک‌یاخته‌ای است که می‌تواند یوکاریوت یا پروکاریوت باشد.

بررسی موارد (الف) **درست.** در مورد یوکاریوتی تک‌یاخته‌ای صحیح است (در هسته و راکیزه). (ب) نادرست. هر رنا همواره توسط یک نوع رنابسپاراز ساخته می‌شود. (ج) **درست.** ، در یوکاریوت تقسیم یاخته‌ای سبب رشد و نمو است. (د) **درست.** دو ژن بدون توالی بین ژنی در پروکاریوت‌ها مثل ژن‌های تجزیهٔ لاکتوز و مالتوز دیده می‌شود که قطعاً یک رنابسپاراز، برای همهٔ آن‌ها یک رنا در یک جهت می‌سازد.

۳۴۲۰ (۳) موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) درست. رنابسپاراز و دنابسپاراز روی آن‌ها می‌توانند عبور کنند. (ب) **نادرست.** *راه‌انداز جزء اگزون نمی‌تونه باشه چون اصلاً جزء ژن نیست.* (ج) **نادرست.** هر دو جزء دنا هستند و دئوکسی‌ریبوز دارند. (د) **نادرست.** راه‌انداز جزء ژن نیست.

۳۴۲۱ (۳) مرحلهٔ آغاز رونویسی در پروکاریوت منظور متن سؤال است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مرحلهٔ آغاز چون رنا از دنا جدا نمی‌شود پس نمی‌توان ترجمه داشت. **گزینهٔ (۲):** در تنظیم منفی رونویسی در صورت قرارگیری مهارکننده روی اپراتور، رنابسپاراز مرحلهٔ آغاز را با اتصال به راه‌انداز شروع می‌کند ولی نمی‌تواند از روی اپراتور عبور کند. **گزینهٔ (۳):** دقت کنید که تنظیم بیان ژن می‌تواند با خاموش کردن ژن هم رخ دهد. **گزینهٔ (۴):** *درسته، چون فقط مرحلهٔ آغاز برخلاف اون دو مرحلهٔ بعدش، جدا شدن رنا و دنا رو ندارد.*

۳۴۲۲ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** *آیا هر یافتهٔ یوکاریوت اصلاً سبزیسه داره؟* **گزینهٔ (۲):** شکل کتاب است و در مورد منافذ غشای هسته درست است. **گزینهٔ (۳):** *از وسطای دستگاه گلژی هم خارج میشن.* **گزینهٔ (۴):** *یادت رفته فصل ۶ یازدهم رو؟! متافاز که هسته و شبکهٔ آندوپلاسمی نداره!*

۳۴۲۳ (۴) منظور دو فرایند رونویسی و همانندسازی است که آنزیم بسپاراز فقط از یک رشتهٔ دنای مادر، محصول را تولید می‌کند. موارد (ب) و (ج) صحیح می‌باشند.

بررسی موارد (الف) نادرست. در رونویسی هر دو رشتهٔ دنا درون رنابسپاراز در برگرفته می‌شود. (ب) **درست.** *همون پورین دوحلقه‌ای و پیریمیدین تک‌حلقه‌ای رو میگه.* (ج) **درست.** فسفودی‌استر یعنی پیوند قند تا قند دو نوکلئوتید مجاور. (د) نادرست. فقط برای همانندسازی صدق می‌کند که دنابسپاراز توانایی ویرایش دارد!

۳۴۲۴ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** این عبارت در ابتدای فعالیت با اتصال مالتوز به فعال‌کننده رخ می‌دهد! **گزینهٔ (۲):** این حالت بعد از گزینهٔ (۱) برای اتصال فعال‌کننده به دنا رخ می‌دهد! **گزینهٔ (۳):** *این بوابه چون دیگه رنابسپاراز می‌ره به سمت رونویسی کردن!* **گزینهٔ (۴):** باکتری فقط یک نوع رنابسپاراز دارد.

۳۴۲۵ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** *ممکنه اولی مرحلهٔ طویل شدن باشه و دومی مرحلهٔ پایان.* **گزینهٔ (۲):** قسمت اول و دوم در همهٔ مراحل رخ می‌دهد! **گزینهٔ (۳):** *قسمت اول که مرحلهٔ آغازه یا حتی پایان ولی چرا باید به راه‌انداز متصل باقی بمانه؟ خب باید حرکت کنه و رونویسی کنه.* **گزینهٔ (۴):** *ممکنه قسمت اول مرحلهٔ طویل شدن و پایان باشه ولی دومی حتماً مرحلهٔ پایانه!*

۳۴۲۶ (۱) منظور مرحلهٔ طویل شدن است که سه تا رمزه و دو تا پادرمزه در رناتن وجود دارند. در این مرحله گروه کربوکسیل آمینواسید آخر به رنای ناقل وصل است و آزاد نیست!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** آمین اولین آمینواسید همیشه آمینش آزاد است و کربوکسیل آن در پیوند می‌باشد. **گزینهٔ (۳):** دو تا پادرمزه می‌توانند در P و E یا در P و A باشند. **گزینهٔ (۴):** کربوکسیل آخرین آمینواسید در رشتهٔ پلی‌پپتید در این مرحله به رنای ناقل وصل است و آمین آن در پیوند پپتیدی شرکت می‌کند!

۳۴۲۷ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** درست. *چون وصل شدن دو رشتهٔ رنا به هم رو فقط در آغاز نداریم.* **گزینهٔ (۲):** درست. فقط در مرحلهٔ پایان رونویسی، بسپاراز به آخر حباب می‌رسد. **گزینهٔ (۳): نادرست.** در رونویسی یک ژن، دو رشتهٔ الگو نداریم. **گزینهٔ (۴):** درست. دو رشتهٔ دنا و یک رشتهٔ رنا داریم. *درسته که ممکنه توالی بازهای رشتهٔ رنا و رمزگذار دنا با هم یکی باشه ولی قند اون‌ها و نوکلئوتید اون‌ها قطعاً متفاوته!*

۳۴۲۸: (۱) سؤال در مورد هم‌زمانی رونویسی چند رنابسپاراز از روی یک ژن یوکاریوتی است.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** رونویسی از ابتدای ژن شروع می‌شود (نه قسمت میانی). (ب) درست. وقتی از یک ژن کلی رونویسی می‌شود، خیلی رنا داریم ولی از یک نوع. (ج) **نادرست.** رنای نابالغ رونوشت میانه و بیانه را دارد ولی رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید! (نه پلی‌پپتید!) (د) **نادرست.** اتفاقاً به پایان نزدیک‌ترند و درازترند. (ه) درست. *دارن میان توی رنا و هر کدوم رو تا فسفات از دست میدن دیگه!*

۳۴۲۹: (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** رنای ناقل که آمینواسید ندارد. **گزینهٔ (۲):** راه‌انداز قسمتی از دنا و عوامل رونویسی از جنس پروتئین هستند. پیوند هیدروژنی هم در دنا و هم در پروتئین است. **گزینهٔ (۳):** توالی افزاینده در دناست پس توالی دئوکسی ریبونوکلئوتیدی دارد. **گزینهٔ (۴):** میانه جزء دناست پس کربوکسیل و ... ندارد.

۳۴۳۰: (۴) سؤال در مورد یوکاریوت‌هاست.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** براساس کتاب درسی و کنکور ۹۸ هم‌زمانی ترجمه و رونویسی در یوکاریوت نداریم. **گزینهٔ (۲):** در همهٔ جانداران اجتماع رناتن‌ها برای ترجمه از روی یک رنای پیک را داریم! **گزینهٔ (۳):** این پروتئین‌ها که روی ژن اثر دارند را ریبوزوم مادهٔ زمینه‌ای، میتوکندری و کلروپلاست می‌سازند (نه شبکهٔ آندوپلاسمی). **گزینهٔ (۴):** در یوکاریوت‌ها این سازوکارها در هسته (محل فعالیت هیستون‌ها) وجود دارد!

۳۴۳۱: (۳) سؤال در مورد یاختهٔ درون‌ریز رودهٔ باریک است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** رنابسپاراز ۲ فقط دنای خطی را رونویسی می‌کند. **گزینهٔ (۲):** آنزیم واکنش انجام نشدنی را کاری ندارد *(باید انجام شدنی باشه که انجام بده!)* **گزینهٔ (۳):** در مورد رناهای کوچک برای تنظیم بیان ژن پس از رونویسی درست است. **گزینهٔ (۴):** رودهٔ باریک هورمونی برای تنظیم قند خون نمی‌سازد!

۳۴۳۲: (۲) بخش مورد نظر در رنای ناقل، جایگاه اتصال آمینواسید می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** توالی‌های پادرمزه عامل تفاوت‌اند و قند ریبوز که مونوساکارید است را دارند. **گزینهٔ (۲):** همواره بخش اتصال به آمینواسید و پادرمزه از هم فاصلهٔ زیاد دارند. **گزینهٔ (۳):** این قسمت به آمینواسید و رشتهٔ پپتیدی از طریق گروه کربوکسیل آمینواسیدها متصل می‌شود. **گزینهٔ (۴):** این بخش با آمینواسید یک پیوند اشتراکی به کمک نوعی آنزیم برقرار می‌کند.

۳۴۳۳: (۲) منظور لاکتوز و اپراتور دنا است. فقط مورد (الف) صحیح است.

بررسی موارد (الف) **درست.** لاکتوز که دو قند مونوساکارید دارد و دنا ریبوز دارد. (ب) نادرست. لاکتوز و کلاً قند و لیپید فاقد رمز روی دنا می‌باشند. (ج) نادرست. لاکتوز فقط یک پیوند اشتراکی بین دو مونوساکارید دارد! (د) نادرست. لاکتوز که پیوند هیدروژنی ندارد! *تازه رنا هم که پیوند هیدروژنی داره، بین بازهاش هست.*

۳۴۳۴: (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** *راه‌انداز رو میگه که در تمامی بخش‌ها نه، طبق شکل ۱۸ به قسمت‌های اولیهٔ اون اصلاً پروتئین وصل نمی‌شه!* **گزینهٔ (۲):** *میتوکندری رناتن فعال داره و تنظیم بیان ژن‌های مهم خودش دارد!* **گزینهٔ (۳):** *افزاینده منظورشه برای افزایش سرعت رونویسی، ولی لزوماً افزاینده دور از راه‌انداز نیست (ممکن است دور باشه!)* **گزینهٔ (۴):** *هسته منظورشه که مکان سافت برفی آنزیم‌هایی از جنس رناست.*

۳۴۳۵: (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** مهارکننده به اپراتور وصل است که جزء ژن نیست. **گزینهٔ (۲):** *وقتی مهارکننده برداشته شود، تولید رنا داریم. اونم یک نوع برای سافت سه رشته!* **گزینهٔ (۳):** *اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز ربطی به تغییرشکل مهارکننده نداره. همیشه پلاسه روی راه‌انداز واسه تجزیهٔ لاکتوزا* **گزینهٔ (۴):** هر یک از ژن‌ها، یک توالی پایان دارند! وقتی از توالی پایان آخرین ژن (سومی) عبور کرد و رنا کامل شد بعد از اینکه ترجمه کرد و آنزیم تجزیهٔ لاکتوز را ساخت حالا لاکتوز تجزیه یا آبکافت می‌شود!

۳۴۳۶: (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** *ممکن نیست چون کتاب میگه فعال‌کننده‌ها انواعی از پروتئین‌ها هستند.* **گزینهٔ (۲):** رونویسی از راه‌انداز نداریم ولی پس از اتصال این عوامل، رنابسپاراز به راه‌انداز وصل می‌شود و راه‌انداز هم کار خود را شروع می‌کند! **گزینهٔ (۳):** *آره دیگه، برفی آنزیم‌ها چرا؟ این آنزیم‌ها با هم هستند، یا همه رونویسی میشن، یا هیچکس.* **گزینهٔ (۴):** *چون پروکاریوته پس میشه قبل از اتمام رونویسی، ترجمه داشته باشیم*

۳۴۳۷: (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** قبل رمزهٔ آغاز هم کلی توالی نوکلئوتیدی داریم که ترجمه نمی‌شوند *(پس باید می‌گفت کدون‌های مورد نیاز ترجمه تا درست می‌شدا).* **گزینهٔ (۲):** *اتفاقاً آفرین آمینواسید صد بار گفتیم که کربوکسیلش آزاده.* **گزینهٔ (۳):** *در پروکاریوت هم در تنظیم مثبت رونویسی فعال‌کننده مثل عوامل رونویسی یوکاریوتی واسه این آشنایی کمک می‌کنه!* **گزینهٔ (۴):** *درسته و فیلی باحاله، در پروکاریوت میشه از بعضی ژن‌ها مثل همین قضیه تنظیم مثبت و منفی مالتوز و لاکتوز رو دید که در حال رونویسی از ژن دوم هستند ولی به پایان رونویسی هنوز نرسیدیم، اگر متوجه نمیشی پی میگم به شکل کتاب درسی مراجعه کن. چون تا ژن سوم رونویسی نشه هنوز توالی پایان رونویسی نشده ولی رونویسی ژن ۱ و ۲ تمام شده! عجب باحالنا!*

۳۴۳۸: (۲) فقط یوکاریوت در این سؤال قرار می‌گیرد که هر رنای آن‌ها از روی یک ژن ساخته می‌شوند و *ازین لوس بازی‌های سه‌ژنی لاکتوز و مالتوز ندارن!*

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هم یوکاریوت و هم پروکاریوت این ویژگی را دارند. **گزینهٔ (۲):** فقط یوکاریوت این ویژگی را دارد. **گزینهٔ (۳):** هم یوکاریوت در دناهای اندامک‌ها و هم پروکاریوت در پلازمید می‌توانند. **گزینهٔ (۴):** عوامل رونویسی فقط برای یوکاریوت است ولی در سطح رونویسی است نه پیش از رونویسی و از طرفی به ژن وصل نمی‌شوند به قسمت تنظیمی قبل ژن وصل می‌شوند!

۳۴۳۹: (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** *کی گفته؟ خب بستگی به مرحلهٔ فعالیتشون و تقسیم اونها داره! یعنی بعضیاشون تک‌کروماتیدی هستن، بعضیاشون دو کروماتیدی و ژن بیشتری دارن!* **گزینهٔ (۲):** یاخته‌های عصبی که میلین نمی‌سازند. فقط در مورد پشتیبان‌ها درست است! **گزینهٔ (۳):** در هستهٔ همهٔ یاخته‌های هسته‌دار پیکری بدن، کروموزوم‌های یکسانی وجود دارد پس ژن‌هاشون هم یکیه پس درسته که همهٔ لنفوسیت‌ها ژن مربوط به داشتن یا نداشتن پروتئین D را دارند. **گزینهٔ (۴):** *کی گفته همهٔ یاخته‌های دفاع اختصاصی تقسیم میشن؟ آیا پلاسموسیت تقسیم میشه؟*

۳۶۳ دستنویس مولوکول

موارد مقایسه	راه‌انداز	افزاینده	جایگاه اتصال فعال‌کننده	اپراتور
موجود در دنای اصلی یوکاریوت؟	+	+	−	−
موجود در دنای اصلی پروکاریوت؟	+	−	+	+
همانندسازی می‌شود؟	+	+	+	+
دارای قند دئوکسی ریبوز؟	+	+	+	+
رنابسپاراز از روی آن عبور می‌کند؟	+	−	−	+
جزئی از ژن است؟	−	−	−	−
رونویسی می‌شود؟	−	−	−	−
عوامل رونویسی به آن متصل می‌شوند؟	+	+	−	−

۳۴۴۰ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** درست. چون پروتئینی که در واکوئول است در ریبوزوم روی شبکهٔ آندوپلاسمی ساخته می‌شود. **گزینهٔ (۲): نادرست.** در ریشهٔ چغندر، دیسه مربوط به ایجاد رنگ بود نه واکوئول. **گزینهٔ (۳):** درست. آنزیم درون‌یاخته‌ای مؤثر توسط لیزوزیم در ریبوزوم روی شبکهٔ آندوپلاسمی ساخته می‌شود! **گزینهٔ (۴):** درست. در غشا می‌رود بنابراین در شبکهٔ آندوپلاسمی ساخته می‌شود!

۳۴۴۱ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** *مرحلهٔ طویل شدن ترجمه رو میگه و درسته. چون همواره به اندازهٔ یک کدون رناتن جلو می‌ره!* **گزینهٔ (۲):** *در مورد مرحلهٔ آغاز ترجمه درسته!* **گزینهٔ (۳):** *برعکس گفته چون اول رشتهٔ پلی‌پپتید جدا می‌شه بعد دو زیرواحد رناتن!* **گزینهٔ (۴):** طبق متن کتاب در مرحلهٔ طویل شدن درست است!

۳۴۴۲ (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در مورد پروتئین‌های ساخته شده در شبکهٔ آندوپلاسمی کاملاً صحیح است. **گزینهٔ (۲):** یاخته‌های کناری که اصلاً آنزیم پروتئاز ترشح نمی‌کنند! **گزینهٔ (۳):** پروتئازهای معده، در یاخته‌های سازندهٔ خود غیرفعال هستند و با نام پپسینوژن شناخته می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** *این درسته اما متأسفانه بعد گزینهٔ (۱) اتفاق می‌افته!*

۳۴۴۳ (۱) در این تست، دقت کنید که مادهٔ زمینه‌ای و ریبوزوم روی شبکهٔ آندوپلاسمی و درون راکیزه و پلاست همگی در سیتوپلاسم هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** متن کتاب است و در مورد هر رشتهٔ پلی‌پپتید صحیح می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** *قب شاید بفوار بره توی میتوکندری یا کلروپلاست اونوقت توی همون اندامک تولید می‌شه!* **گزینهٔ (۳):** *شاید اصلاً قرار نباشه بره توی اندامک.* **گزینهٔ (۴):** *شاید اصلاً پروتئین ترشحی نباشه.*

۳۴۴۴ (۳) آمینواسیدها مواد اولیهٔ مصرفی در ترجمه هستند. موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست می‌باشند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** آمینواسید برخلاف *ATP*، فاقد باز آلی می‌باشد. (ب) درست. آمینواسید به کمک نوعی آنزیم به رنای ناقل طی فرایند سنتز آبدهی متصل می‌شود. (ج) **نادرست.** پیوند اشتراکی در ساختار سوم پروتئین‌ها در خارج رناتن زده می‌شود. (د) **نادرست.** در مورد راکیزه و دیسه نادرست است.

۳۴۴۵ (۴) همهٔ موارد نادرست می‌باشند.

بررسی موارد (الف) *شاید آنزیم از جنس رنا باشه.* (ب) *شاید هورمون از جنس کلسترول باشه، پس لیپیدی هست نه پروتئینی.* (ج) *مگه همهٔ پروتئین‌های دفاعی رو گویچه‌های سفید میسازن؟ اینترفرون نوع یک که می‌تونه توسط هر یاختهٔ آلوده به ویروسی در بدن ساخته بشه.* (د) *اکتین و میوزین می‌تونن در یاخته‌های جانوری که تقسیم میشن، باعث تقسیم سیتوپلاسم بشن.*

۳۴۴۶ (۳) تنظیم مثبت رونویسی در پروکاریوت‌ها منظور سؤال است که رنابسپاراز برای اتصال به راه‌انداز، نیاز به پروتئین‌های فعال‌کننده دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اتصال مالتوز به فعال‌کننده سبب وصل آن‌ها به دنا می‌شود نه اینکه جدا می‌شود. **گزینهٔ (۲):** جایگاه اتصال فعال‌کننده جزء ژن نیست پس پیوند هیدروژنی در این محل شکسته نمی‌شود. **گزینهٔ (۳):** در مورد اتصال رنابسپاراز به دنا، پس از اتصال فعال‌کننده به دنا، صحیح است. **گزینهٔ (۴):** مانع در تنظیم منفی و تجزیهٔ لاکتوز بود (نه تنظیم مثبت).

۳۴۴۷ (۲) خروج دومین رنای ناقل از *E* ، پس از دومین حرکت رناتن رخ می‌دهد!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** *برعکس گفته، اتفاقاً کامل شدن رناتن، بعد از ترجمهٔ کدون اول رخ می‌ده!* **گزینهٔ (۳):** *برعکس گفته، اتفاقاً بعدشه تا چهارمین آمینواسید نیاد تو رناتن که سومین پیوند پپتیدی زده نمی‌شه!* **گزینهٔ (۴):** این دو فرایند طبق شکل کتاب هم‌زمان رخ می‌دهند.

۳۴۴۸ (۱) در مراحل آغاز و پایان، رنای ناقلی وارد جایگاه *A* نمی‌شود! پس سؤال در مورد یکی از این دو مرحله باید باشد!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** *برای مرحلهٔ آغاز اوکیه ولی برای مرحلهٔ پایان نه.* **گزینهٔ (۲):** در هر دو مرحله امکان ندارد، رنای ناقل از *E* خارج شود. **گزینهٔ (۳):** *با اینکه شاید نظر بعضیا متفاوت باشه، ولی این برای هر دو مرحله درسته، برای آغاز که معلومه، دومین آمینواسید رو نشون میده، ولی برای پایان چی؟ برای اونم درسته چون وقتی میگه ترجمه به اتمام برسه پس یعنی اینکه در تعیین آمینواسیدهای پروتئین نقش داره، از این گزینه‌ها توی کنکور هم داریم که نظرات متفاوته ولی باید هواستون باشه که دنبال یه گزینهٔ ضایع مثل گزینهٔ (۱) بگردید.* **گزینهٔ (۴):** برای هر دو غلط است چون در این مرحله پیوندی در *A* تشکیل نمی‌شود.

۳۴۴۹ (۲) منظور ژنی است که رمزگردان آنزیم پروتئینی است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لزوماً هر ژن آنزیم پروتئینی پیرایش ندارد. **گزینهٔ (۲):** *بله دیگه، هر ژنی از یه رشته‌اش رونوشت برداشته میشه از یک رشتهٔ دیگه‌اش هم نه.* **گزینهٔ (۳):** کلاً یه نوع، یعنی قند دئوکسی‌ریبوز در دنا وجود دارد. **گزینهٔ (۴):** این عبارت در مورد خود آنزیم صحیح است نه ژن آن!

۳۴۵۰ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** شاید توسط رناتن خود اندامک راکیزه و دیسه ساخته شده باشند. **گزینهٔ (۲):** بله، شکل کتاب است. **گزینهٔ (۳):** *شاید برن توی واکوئول یا لیزوزوم.* **گزینهٔ (۴):** پروتئینی که در رناتن آزاد در سیتوپلاسم تولید می‌شود، شاید در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم بماند و اصلاً به هسته، راکیزه و دیسه نرود! (مثل آنزیم‌های مراحل قندکافت و تخمیر!)

۳۴۵۱ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در مرحلهٔ آخر هم پیوند هیدروژنی در *P* شکسته می‌شود ولی دیگر رناتن جلوتر نمی‌رود. **گزینهٔ (۲):** پیرایش در پروکاریوت نداریم. **گزینهٔ (۳):** *اول باید رنای ناقل جدید بیاد توی A بعد آمینواسید از P بره به A باید حرکت ریبوزوم رو ببینیم بعد ...* **گزینهٔ (۴):** متن کتاب در مرحلهٔ پایان ترجمه است.

۳۴۵۲ (۴) توالی افزاینده منظور سؤال در گویچه‌های سفید خونی است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** باید می‌گفت همانند، چون هر دو از ژن فاصله دارند و راه‌انداز بین آن‌هاست. **گزینهٔ (۲):** توالی افزاینده در بیان همهٔ ژن‌ها نقش ندارد. **گزینهٔ (۳):** به بزرگ‌تر یعنی به عامل رونویسی بزرگ وصل می‌شود! *شکل کتاب رو بنگر.* **گزینهٔ (۴):** هر دو باعث افزایش بیان ژن می‌شوند.

۳۴۵۳ (۴) در هر سه فرایند رونویسی، همانندسازی و ترجمه از توالی نوکلئوتیدی برای ایجاد، رنا، دنا یا رشتهٔ پلی‌پپتید استفاده می‌شود. گزینهٔ (۴) صحیح است چون در هر سه فرایند *ATP* مصرف می‌شود تا انرژی ایجاد گردد که برای آن باید آب مصرف شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** فقط در رونویسی صحیح است. **گزینهٔ (۲):** در مورد رنابسپاراز و رونویسی صحیح است. **گزینهٔ (۳):** در مورد فرایند ترجمه، فسفاتی از نوکلئوتید آزاد نمی‌شود.

۳۴۵۴ (۱) فقط مورد (ب) نادرست است.

بررسی موارد (الف) درست. رنای ناقل باید توسط آنزیم مخصوص به آمینواسید متصل شود. (ب) **نادرست.** در دو مرحلهٔ طویل شدن و پایان در جایگاه *P*، پیوند بین آمینواسید و رنا شکسته می‌شود. (ج) درست. در هر دو مرحله رنای ناقل یا مستقیماً و یا با انتقال از *A* به *P*، در جایگاه *P* مستقر می‌شود. (د) درست. توالی *UAA* در جایگاه *E* می‌تواند در ابتدا قبل از *AUG* اول قرار بگیرد.

۳۴۵۵ : ۴ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** رنابسپاراز مربوط به ژن‌های تجزیهٔ لاکتوز، همواره می‌تواند به راه‌انداز متصل باشد. **گزینهٔ (۲):** تغییر شکل پروتئین، فقط برای لاکتوز است (نه مالتوز). **گزینهٔ (۳):** لاکتوز هم اگر تجزیه شود گلوکز می‌دهد پس می‌توانیم برای تنفس یاخته‌ای، تجزیهٔ گلوکز را ببینیم. **گزینهٔ (۴):** کاملاً درست است چون ژن‌های تجزیهٔ لاکتوز، وقتی بیان می‌شوند که گلوکز کم و لاکتوز زیاد است.

۳۴۵۶ : ۲ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** قسمت اول گزینه را در مورد یوکاریوت می‌توان در نظر گرفت که حاوی توالی افزاینده است. **گزینهٔ (۲):** در مورد پروکاریوت‌هاست که دنا فقط در سیتوپلاسم دارند و در تنظیم مثبت رونویسی، رنابسپاراز، راه‌انداز را شناسایی نمی‌کند. **گزینهٔ (۳):** در مورد یوکاریوت‌هاست که مثلاً توالی افزاینده دارند. **گزینهٔ (۴):** برای یوکاریوت راکیزه و دیسه‌دار صحیح است که دنای هسته مجاور هیستون است.

۳۴۵۷ : ۳ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** پیوند هیدروژنی به طور خودبه‌خود تشکیل می‌شود و به آنزیم نیاز ندارد. **گزینهٔ (۲):** در رابطه با آنزیم برش‌دهندهٔ دنا نادرست است چون فقط این پیوند را می‌شکند (فصل ۷). **گزینهٔ (۳):** صحیح است چون هر کار باکتری درون سیتوپلاسم رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** *چرا قطعاً رناهای متصل به غشا؟! می‌تونه واسه پلازمید هم همانندسازی کنه!*

۳۴۵۸ : ۳ در ترجمه، پس از جدایی آمینواسید از رنای ناقل جایگاه *P*، باید پیوند پپتیدی در جایگاه *A* برقرار شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** همواره در ترجمه، بعد از تشکیل پیوند پپتیدی، حرکت رناتن رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ آغاز ترجمه، پس از ترجمهٔ کدون اول، زیرواحد بزرگ رناتن روی زیرواحد کوچک قرار می‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ آخر ترجمه، ابتدا رشتهٔ پلی‌پپتید از رنای ناقل جدا می‌شود و سپس با جدایی دو زیرواحد رناتن، عوامل آزادکننده از *A* خارج می‌شوند.

جمع‌بندی مراحل ترجمه ۳۶۴

موارد مقایسه		آغاز			طویل شدن			پایان		
		A	*P*	*E*	*A*	*P*	*E*	*A*	*P*	*E*
ترجمهٔ کدون		−	+	−	+	−	−	−	−	−
تشکیل پیوند	هیدروژنی	−	+	−	+	−	−	−	−	−
	پپتیدی	−	−	−	+	−	−	−	−	−
وجود رنای ناقل آمینواسیددار		−	+	−	+	+	−	−	+	−
خروج رنای ناقل بدون آمینواسید		−	−	−	−	+	+	−	+	−
شکست پیوند	هیدروژنی	−	−	−	−	−	+	−	+	−
	اشتراکی	−	−	−	−	+	−	−	−	−
وجود آمینواسید ترجمه		−	+	−	+	+	−	−	+	−

۳۴۵۹ : ۴ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در عدم وجود مالتوز، پروتئینی به ژن‌های تجزیهٔ مالتوز و توالی‌های مرتبط با آن‌ها متصل نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** رونویسی از ژن مربوط به تجزیهٔ لاکتوز مهار می‌شود (نه ژن مهارکننده!). **گزینهٔ (۳):** براساس شکل کتاب تغییرشکل فضایی در بیان ژن‌های مالتوز برخلاف لاکتوز وجود ندارد. **گزینهٔ (۴):** برای تجزیهٔ لاکتوز و در حضور لاکتوز، با خالی شدن اپراتور، رنابسپاراز با عبور از اپراتور به ژن اول وصل شده و با رونویسی آن و سپس تجزیهٔ لاکتوز، مقدار گلوکز در باکتری زیاد می‌شود.

۳۴۶۰ : ۳ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** نوکلئوتید سبک‌تر که باز آلی یکسانی دارد، در دنا دیده می‌شود که قند دئوکسی‌ریبوز با اتم اکسیژن کمتر دارند. دنای حلقوی در میتوکندری و کلروپلاست بدون دو انتهای آزاد را می‌توان مشاهده کرد. **گزینهٔ (۲):** هم دنا (قسمت اول) و هم رنا (قسمت دوم) در هر واحد خود یک فسفات دارند. **گزینهٔ (۳):** در رابطه با رنا (با محل تولید و فعالیت متفاوت) و *ATP* یعنی منبع رایج انرژی صحیح است. **گزینهٔ (۴):** رنا خاصیت آنزیمی دارد که برحسب کتاب، رنای دورشته‌ای نداریم.

۳۴۶۱ : ۴ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** هم فشرده شدن کروموزوم و هم ایجاد حلقه در دنا را باید در نظر گرفت که اولی می‌تواند قبل از رونویسی باشد. **گزینهٔ (۲):** می‌تواند حین رونویسی در اتصال عوامل رونویسی به دنا باشد. **گزینهٔ (۳):** می‌تواند حین رونویسی در میزان تمایل اتصال عوامل رونویسی به راه‌انداز باشد. **گزینهٔ (۴):** در رابطه با اتصال رنای کوچک به رنای پیک بعد از پایان رونویسی صحیح است.

۳۴۶۲ : ۲ فقط موارد (ب) و (ج) نادرست هستند.

بررسی موارد **الف** درست. اولین پیوند هیدروژنی، بین دو رشتهٔ دنا رخ می‌دهد که در مرحلهٔ آغاز پس از شناسایی توالی راه‌انداز قبل از ژن صورت می‌گیرد.

ب **نادرست.** در رونویسی فقط یک رشتهٔ دنا به عنوان الگو می‌باشد. از طرفی تشکیل اولین پیوند هیدروژنی در مرحلهٔ آغاز است. **ج** **نادرست.** اولین پیوند اشتراکی شکسته شده بین فسفات‌ها در مرحلهٔ آغاز رونویسی است ولی دقت کنید که در یوکاریوت‌ها شناسایی راه‌انداز توسط رنابسپاراز صورت نمی‌گیرد بلکه به کمک عوامل رونویسی صورت می‌گیرد. **د** درست. اولین جدایی قسمتی از رنا از دنا در مرحلهٔ طویل شدن صورت می‌گیرد ولی شناسایی جایگاه پایان رونویسی در مرحلهٔ پایان صورت می‌گیرد.

۳۴۶۳ : ۳ در گروه خونی *RH*، از روی رنای پیک ژن *D*، مستقیم پروتئین *D* ساخته می‌شود که بر روی غشای یاخته قرار می‌گیرد؛ اما از روی ژن‌های گروه‌خونی *ABO*، ابتدا **آنزیم‌هایی** ساخته می‌شوند که می‌توانند کربوهیدرات‌های مربوطه را به غشای یاخته اضافه کنند. می‌دانید که آنزیم‌ها هم سرعت واکنش‌های شیمیایی درون یاخته را افزایش می‌دهند (دلیل انتخاب گزینهٔ (۳)). دقت کنید که تمامی پروتئین‌ها دارای یک انتهای کربوکسیل آزاد و یک انتهای آمینی آزاد می‌باشند (رد گزینهٔ (۱)). در هر پروتئین بر اساس مقصدی که پروتئین باید برود، توالی‌های آمینواسیدی در آن وجود دارد که پروتئین را به مقصد هدایت می‌کند (رد گزینهٔ (۴)). همچنین تمامی پروتئین‌ها در طی فرایند ترجمه ساخته می‌شوند که فرایندی پیوسته است اما برای سادگی آن را به سه مرحله تقسیم می‌کنند (رد گزینهٔ (۲)).

۳۴۶۴: ۴ در تنظیم‌های مثبت و منفی رونویسی در باکتری *E.coli* قندهای دی‌ساکاریدی مالتوز و لاکتوز را داریم. اتصال مالتوز به فعال‌کننده منجر به افزایش میل اتصالی این پروتئین به جایگاه اتصال فعال‌کننده می‌شود و اتصال لاکتوز به مهارکننده هم میل اتصالی این پروتئین به اپراتور را کاهش می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در تنظیم مثبت رونویسی، رنابسپارز با کمک فعال‌کننده به راه‌انداز متصل می‌گردد. **گزینهٔ (۲):** رنابسپاراز خود نوعی آنزیم پروتئینی‌است که می‌تواند به ژن‌های سازندهٔ آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز و مالتوز متصل شود. **گزینهٔ (۳):** دقت کنید که اپراتور مجاور ژن است و به مهارکننده متصل است اما با اتصال قند به مهارکننده، این پروتئین از اپراتور جدا شده و دیگر پروتئینی چسبیده به قند به اپراتور (توالی مجاور ژن) متصل نیست.

۳۴۶۵: ۱ در ابتدای مرحلهٔ طویل شدن ترجمه وقتی اولین رنای ناقل به جایگاه *A* وارد می‌شود، رنای ناقل حاوی فقط متیونین (نه پلی‌پپتید!) در جایگاه *P* است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** دقت کنید که پیوند هیدروژنی در مرحلهٔ آغاز در جایگاه *P* و در مرحلهٔ طویل شدن در جایگاه *A* تشکیل می‌شود و هیچ‌گاه در جایگاه *E* پیوندی تشکیل نمی‌شود. **گزینهٔ (۳):** برای لحظات کوتاهی پس از حرکت رناتن، جایگاه *P* با پلی‌پپتید و جایگاه *E* با رنای ناقل بدون پلی‌پپتید اشغال شده است. پلی‌پپتید جایگاه *P* حداقل یک متیونین اولیه را دارد. **گزینهٔ (۴):** یکی که خود جایگاه *A* و یکی هم در جایگاه *P*. البته در مرحلهٔ پایان با اشغال جایگاه *A* توسط پروتئین یک عدد رنای ناقل در *P* داریم؛ که قید حداکثر برای همان است!

فرایند ترجمه	
تنها کدونی که فقط در جایگاه *A* ریبوزوم می‌نشیند.	کدون پایان
تنها *tRNA* که مستقیماً به جایگاه *P* ریبوزوم وارد می‌شود.	*tRNA* آغازگر
تنها مرحله‌ای که تشکیل پیوند هیدروژنی نداریم.	مرحلهٔ پایان
هر مرحله‌ای که تشکیل پیوند پپتیدی مشاهده نمی‌شود.	مرحلهٔ آغاز و پایان
هر مرحله‌ای که جایگاه *P* رناتن می‌تواند حاوی رنای ناقل باشد.	مرحلهٔ آغاز و طویل شدن و پایان
جایگاه‌هایی از رناتن که می‌تواند رنای ناقل متصل به **یک** آمینواسید داشته باشد.	جایگاه *A* و *P*
خروج *tRNA* (دارای آمینواسید/ فاقد آمینواسید) از ریبوزوم	دارای آمینواسید (A) / فاقد آمینواسید (P,E)
در مرحلهٔ پایان قطعاً در جایگاه *A* دیده می‌شود.	عوامل آزادکننده
هر مرحله‌ای که جایگاه *A* رناتن می‌تواند حاوی رنای ناقل باشد.	مرحلهٔ طویل شدن
جایگاه‌هایی از رناتن که می‌تواند رنای ناقل متصل به بیش از یک آمینواسید داشته باشد.	جایگاه *A* و *P*
در فرایند ترجمه در مرحلهٔ طویل شدن فعالیت جایگاه *A* فشار اسمزی کم و در *P* زیاد می‌کند.	در اثر شکست و تشکیل پیوند اشتراکی
هر کدونی که در خارج از جایگاه *A* ریبوزوم با توالی آنتی‌کدونی مکمل خود پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهد.	کدون آغاز
در هر مرحله‌ای که رنای ناقل از جایگاه *A* ریبوزوم به خارج از ریبوزوم می‌رود.	مرحلهٔ طویل شدن برای مستقرنشده‌ها
جایگاهی که تعداد مولکول ناقل بدون آمینواسید آن در طی ترجمه از بقیه بیشتر است.	جایگاه *P*
هر مرحله‌ای که جایگاه *E* رناتن می‌تواند حاوی رنای ناقل باشد.	مرحله طویل شدن
از میان تمام توالی‌های ۳ نوکلئوتیدی که درون حداقل یک جایگاه، آن‌ها را می‌توان دید، کدام‌ها رمز هیچ آمینواسیدی نبوده‌اند.	کدون پایان در *A* و اولین توالی قبل از رمزهٔ آغاز در *E*
در هر مرحله‌ای که رنای ناقل از جایگاه *E* ریبوزوم به خارج از ریبوزوم می‌رود.	مرحلهٔ طویل شدن
جایگاه‌هایی از رناتن که می‌تواند رنای ناقل فاقد آمینواسید داشته باشد .	جایگاه *E* و *P*
در هر مرحله‌ای که رنای ناقل از جایگاه *P* ریبوزوم خارج می‌شود.	مرحلهٔ طویل شدن برای ورود به *E* و مرحلهٔ پایان برای خروج از رناتن
محصول ترجمهٔ هر *RNA* پیک لزوماً یک پلیمر خطی نیست.	تنظیم بیان ژن مثبت و منفی در باکتری‌ها
در یاخته‌های زنده ممکن است چند ریبوزوم به‌صورت هم‌زمان ترجمهٔ یک رنا را **آغاز** کنند.	تنظیم بیان ژن مثبت و منفی در باکتری‌ها
آخرین جابه‌جایی ریبوزوم در مرحلهٔ پایان نیست.	بلکه در آخر مرحلهٔ طویل شدن است.
تنها جایگاهی که در آن رنای ناقل بدون آمینواسید دیده نمی‌شود.	جایگاه *A*

انتقال اطلاعات در نسل‌ها



۳۴۶۶: (۳) موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) درست. قبل از کشف قوانین وراثت بر این عقیده بودند که همانند رابطهٔ بارزیت ناقص دگره‌ها، فرزندان حالت حد واسط والدین خود را نشان می‌دهند. (ب) **نادرست.** مندل هیچ اطلاعی از ساختار و عمل دنا و ژن‌ها نداشت و پس از وی دانشمندانی مثل ایوری، ماهیت مادهٔ وراثتی را پیدا کردند.

(ج) **نادرست.** صفت نمایانگر ویژگی‌های ارثی فرزند از والد(ین) می‌باشد. دقت کنید که تمام ژن‌های راکیزه‌های خود را از تخمک مادر خود گرفته‌ایم (نه هر دو والد).

(د) **نادرست.** هر دو به عنوان یک صفت بررسی می‌شوند ولی تغییر رنگ پوست، محیطی است و صفت به حساب نمی‌آید چون ارثی به فرزند نرسیده است.

نکته

با بررسی سؤال‌های کنکور چند سال اخیر همیشه فصل ژنتیک و عوامل مرتبط به آن سه تا پنج سؤال کنکور را به خود اختصاص می‌دهد پس لازم است تا آن را از صفر تا صد بیاموزید. پیش از کشف قوانین وراثت تصور می‌شد که همهٔ صفات حدواسط صفات والدین را نشان می‌دهند مثلاً اگر پدر بلند قد و مادر کوتاه قد باشد فرزندان قد متوسط خواهند داشت که با گذشت زمان معلوم شد که این نظریه در خیلی از موارد غلط است. در اواخر قرن ۱۹ گریگور مندل توانست قوانین بنیادی وراثت را کشف کند این قوانین قبل از اینکه ساختار و عملکرد دنا و رنا مشخص شوند کشف شد و از این جهت اهمیت کار مندل بسیار بالاست. با استفاده از این قوانین می‌توان صفات فرزندان را پیش‌بینی کرد.

۳۴۶۷: (۲) اواخر قرن ۱۹ و قبل از معلوم شدن **ساختار و عمل دنا و ژن‌ها**، گریگور مندل توانست **قوانین بنیادی** وراثت را کشف کند که به کمک آن‌ها صفات فرزندان را **پیش‌بینی** می‌کردند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هریک از ما را با **ویژگی‌هایی** می‌شناسند که برخی از آن‌ها را از والدین به عنوان صفت ارثی گرفته‌ایم. **گزینهٔ (۳) و (۴):** ویژگی‌های غیرارثی، انواعی هستند که فقط در اثر **محیط** ایجاد می‌شوند و از والدین به فرزندان نرسیده است (مثل تغییر رنگ پوست در اثر قرار گرفتن در معرض آفتاب که ارثی نمی‌باشد).

ویژگی‌های ارثی جانداران را صفت می‌نامند.

۱۸۹ شکل‌نامهٔ صفت و شکل آن‌ها در جمعیت گربه‌ها



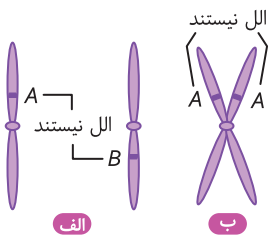
- هر یک از افراد جمعیت، ویژگی‌هایی دارد که ممکن است این ویژگی‌ها به نسل بعد منتقل شوند.
- رنگ موی گربه‌ها شامل طیف گسترده‌ای از رنگ‌ها از سیاه تا سفید است.
- رنگ چشم گربه‌ها به چند رنگ آبی، قهوه‌ای و سبز دیده می‌شود.
- صفات علاوه‌بر ژن‌ها، تحت تأثیر محیط نیز هستند؛ در نتیجه ممکن است یک صفت با ژن‌های یکسان در دو جاندار، به شکل‌های متفاوت دیده شود.

نکتهٔ ترکیبی

ترکیب با فصل ۱ دوازدهم: ژن‌ها بخشی از دنا هستند که در تعیین صفات نقش دارند و بیان آن‌ها به تولید رنا یا پروتئین می‌انجامد و این رنا یا پروتئین، صفات جاندار را ایجاد می‌کنند.

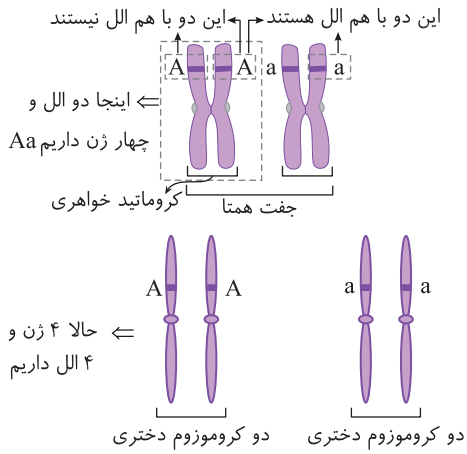
۳۴۶۸: (۴) الل‌ها یا دگره‌ها، دستورالعمل‌های یک جایگاه ژنی را مشخص می‌کنند که در کروموزوم‌های **همتا** و روبه‌روی هم در جایگاه **مشابه** قرار دارند. (توجه به مفاهیم در ژنتیک بسیار لازم است.)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دو ژن قرار گرفته در دو جایگاه مختلف که مربوط به یک صفت باشند نیز داریم و در ادامه بحث می‌کنیم، آن‌ها را نیز در نظر بگیرید، آن دو ژن چون روی کروموزوم‌های همتا قرار ندارند، با هم الل نیستند ولی دو ژن مربوط به بروز یک صفت می‌باشند (مثل ژن‌های جایگاه‌های مختلف در ایجاد رنگ پوست). **گزینهٔ (۲):** اگر دو ژن در یک جفت کروموزوم همتا که یکی در بالای سانترومر و یکی در پایین سانترومر آن‌ها است را در نظر بگیرید، هردو می‌توانند فاصلهٔ یکسانی تا سانترومر داشته باشند ولی با هم الل نیستند، چون روبه‌روی هم قرار ندارند (شکل الف). **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که الل‌ها باید روی دو کروموزوم همتای جداگانه قرار بگیرند، پس دو ژن قرار گرفته در یک کروموزوم مضاعف که روی کروماتیدهای خواهری هستند را تا وقتی به هم متصل هستند، الل همدیگر به حساب نمی‌آوریم (شکل ب).



چند نکته در بررسی تست‌ها

در شکل مقابل، ژن A با ژن a روی مناطق یکسانی از دو کروموزوم همتا می‌باشند، پس این دو ژن در حقیقت دو الل یک صفت هستند (الل‌ها، ژن‌هایی از یک صفت هستند که باید روی کروموزوم‌های همتا روبه‌روی هم یعنی در جایگاه‌های مشابه و یکسان قرار بگیرند). از اثر فعالیت این دو الل، حالتی از یک صفت می‌تواند بروز کند. در این مثال ممکن است در بروز یک صفت مثل آزاد یا پیوسته بودن نرمهٔ گوش، الل یا ژن A، پس از بیان شدن نرمه‌گوش آزاد دارد و با A نشان دهیم، ولی ژن یا الل دیگر که از والد دیگر به ارث رسیده است، ممکن است همانند ژن اول ویژگی آزاد بودن نرمهٔ گوش را داشته باشد (ژن A) یا فاقد این ویژگی باشد (ژن a). در نهایت روش به ارث رسیدن این صفت و بروز آن در فرد بستگی به اثر این دو الل روی هم دارد که در ادامه انواع آن‌ها را بررسی می‌کنیم.



در حقیقت الل‌های یک صفت و رابطهٔ بین آن‌ها زمینه‌ساز ایجاد شکل‌های مختلف یک صفت در جامعه می‌شوند.

هر فرد در هر یاختهٔ دیپلوئید تک‌هسته‌ای خود، حداکثر دو الل برای دو ژن در کروموزوم‌های همتای خود دارد و در یاختهٔ هاپلوئید (مثل گامت) دارای یک الل یا ژن آن می‌باشد. دقت کنید که دو ژن قرار گرفته روی دو کروماتید خواهری از یک کروموزوم مضاعف را الل یکدیگر به حساب نمی‌آوریم. چون الل‌ها روی دو کروموزوم همتا قرار دارند نه روی دو کروماتید خواهری!

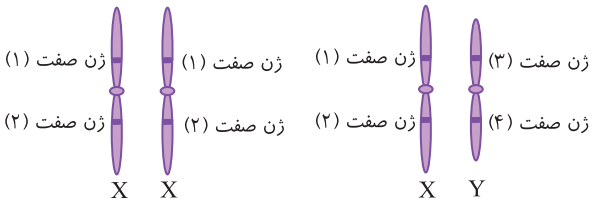
هرگاه در مرحلهٔ آنافاز، دو کروماتید خواهری از هم جدا شوند و دو کروموزوم دختری ایجاد کنند، در این صورت به دو ژن جدا شده، دو الل گفته می‌شود.

۳۴۶۹ (۱) باید به راحتی به این سؤال پاسخ دهید. یک بار دیگر خدمت شما عرض می‌کنم که دگره‌ها روی دو فام‌تن همتا و در جایگاه‌های مشابهی قرار دارند. در این شکل ژن‌های (A و B) یا (C و D) یا (E و F) یا (G و H) در دو کروماتید خواهری قرار دارند و دستورالعمل کاملاً یکسانی دارند ولی تا وقتی توسط سانترومر به هم متصل‌اند، دگرهٔ همدیگر نیستند. در حالی‌که ژن A با C و D دگره به حساب می‌آید یا ژن G با E و F دگره به حساب می‌آید.

۳۴۷۰ (۲) موارد (ج) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) درست. هستهٔ یاختهٔ پیکری **دیپلوئید** بوده و از صفت مستقل از جنس حالت مو دو الل بدون رابطهٔ بارز و نهفتگی دارد به همین دلیل به سه حالت فر، موج‌دار و صاف دیده می‌شود. (ب) درست. با توجه به اینکه ژن‌شناسی، شاخه‌ای از علم زیست‌شناسی در زیرمجموعهٔ علم تجربی است و با توجه به نکات فصل اول زیست (۱) در مورد زیست‌شناسی صحیح است. (ج) **نادرست**. هر ترکیب الل‌ها در فرد بیانگر یک **ژنوتیپ** (ژن‌نمود) خاص است نه فنوتیپ خاص! (د) **نادرست**. در مردان صفاتی که توسط کروموزوم Y به ارث می‌رسد، فقط از پدر به ارث رسیده است.

۳۴۷۱ (۲) موارد (ب)، (ج) و (د) صحیح می‌باشند.

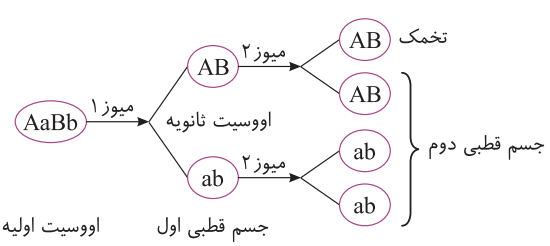


بررسی موارد (الف) نادرست. زنان و مردان در ۴۴ فام‌تن غیرجنسی خود تفاوتی با هم ندارند؛ ولی در جفت فام‌تن جنسی، زنان دارای یک جفت X همتا بوده و ژن‌های دگره دارند؛ ولی مردان حاوی فام‌تن‌های XY غیرهمتا بوده که فاقد ژن‌های دگره می‌باشند (مثلاً در شکل مقابل صفت (۱) در زنان، دو دگره، ولی در هر مرد، یک دگره دارد). (ب) **درست**. در مردان، هر ژن موجود در X یا Y می‌تواند بیانگر ایجاد یک صفت خاص باشد، ولی در زنان چون XX با هم همتا می‌باشند، هر **دو ژن** دگرهٔ آن‌ها مربوط به **یک صفت خاص** می‌باشد، مثلاً اگر در فام‌تن‌های شکل بالا در XX دو صفت بررسی شود، در XYها، ۴ صفت بررسی می‌شود. (ج) **درست**. چون فام‌تن X از Y طویل‌تر است؛ در نتیجه به‌طور طبیعی، تعداد ژن‌های بیشتری روی آن قرار دارد. در زنان دو فام‌تن X طویل وجود دارد، ولی مردان حاوی یک فام‌تن X طویل و یک Y کوتاه می‌باشند. (د) **درست**. چون فام‌تن Y، همتای فام‌تن X نمی‌باشد، در نتیجه دارای دگرهٔ متقابل برای یک صفت نمی‌باشد. از این‌رو صفات وابسته به X چه به صورت خالص و چه به صورت ناخالص (حد واسط، هم‌توان و ...) در XYها وجود ندارند.

۳۴۷۲ (۴) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) اگر دو ژن در دو جایگاه مختلف یک کروموزوم باشند، با هم الل نیستند ولی در تولید یک صفت ممکن است مؤثر باشند. (ب) شکل‌های یک صفت، حالت‌های مختلف قابل مشاهدهٔ یک صفت می‌باشند ولی الل‌ها و ترکیب آن‌ها سبب ایجاد شکل‌های مختلف می‌شوند، مثلاً در گروه خونی ABO، سه نوع الل وجود دارد ولی چهار شکل صفت دیده می‌شود. (ج) به ترکیب قرارگیری الل‌های یک صفت ژنوتیپ گفته می‌شود، مثلاً دو ژن یکسان روی دو کروماتید خواهری وجود دارند ولی یکی از آن‌ها را در ژنوتیپ به کار می‌بریم. (د) در تعریف الل علاوه‌بر جایگاه یکسان باید در دو کروموزوم همتا هم وجود داشته باشند.

۳۴۷۳ (۲) پس از میوز ۱، دو نوع یاختهٔ اووسیت ثانویه و نخستین جسم‌قطبی حاصل می‌شوند که ژن‌نمود متفاوت دارند. در پایان میوز ۲، دو یاختهٔ جسم‌قطبی از نخستین جسم‌قطبی به‌وجود می‌آیند که از لحاظ ژن‌نمود با دومین جسم‌قطبی حاصل از اووسیت ثانویه متفاوت‌اند، چون در هر جایگاه ژن الل‌های متفاوت A و a یا B و b دارند.



۳۴۷۴ (۲) یاخته‌های اسپرماتوسیت ثانویه با تقسیم میوز اسپرماتوسیت‌های اولیه تولید می‌شوند. این یاخته‌ها دارای ۲۳ کروموزوم دوکروماتیدی می‌باشند و تنها یکی از دو کروموزوم جنسی X یا Y را دریافت کرده‌اند. این یاخته‌ها با تقسیم خود، اسپرماتیدها را می‌سازند که این اسپرماتید قطعاً برای برخی صفات وابسته به جنس (بسته به اینکه کروموزوم X را داشته باشند یا Y) الل ندارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: چون اسپرماتوسیت ثانویه کروموزوم مضاعف دارد، پس از هر الل، دو نسخه ژن دارد ولی یاختهٔ اسپرماتید حاصل از آن فقط یک نسخه ژن دارد. **گزینهٔ (۳)**: در صورتی که فرد برای یک صفت ناخالص باشد و در طی تقسیم میوز یک کراسینگ‌اور رخ دهد، یک کروموزوم دوکروماتیدی حاصل از تقسیم می‌تواند دو الل متفاوت برای یک صفت داشته باشد. **گزینهٔ (۴)**: برای تمامی صفات این‌طور نیست، برای مثال اگر صفت غیروابسته به جنس خالصی در فرد AA وجود داشته باشد، تعداد انواع الل‌های یاختهٔ مادری (اسپرماتوسیت اولیه AA) با یاختهٔ دختری (اسپرماتوسیت ثانویه A) یکسان است (هر دو یک نوع A دارند).

۳۴۷۵: ۲ یاخته‌های هاپلوئید حاصل از میوز ۱ اووسیت اولیه که طی تخمک‌گذاری از تخمدان خارج می‌شوند، اووسیت ثانویه و جسم‌قطبی اول می‌باشند. جسم‌قطبی اول در صورت لقاح با اسپرم تودهٔ یاخته‌ای بی‌شکلی را ایجاد می‌کند که از بدن دفع می‌شود. جسم‌قطبی اول یاخته‌ای هاپلوئید است که ۲۳ کروموزوم دوکروماتیدی دارد. بنابراین هر کروموزوم هستهٔ آن از دو کروماتید خواهری تشکیل شده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاختهٔ هاپلوئید یک مجموعه کروموزومی دارد و در رابطه با اکثر صفات (صفات تک‌جایگاهی)، یک الل دارد؛ ولی توجه کنید یاختهٔ هاپلوئید می‌تواند برای صفات چند جایگاهی بیش از یک الل داشته باشد! **گزینهٔ (۳):** در گامت‌زایی زنان، هورمون‌های جنسی یعنی استروژن و پروژسترون نیز همانند هورمون‌های هیپوفیز و هیپوتالاموس نقش دارند. **گزینهٔ (۴):** به‌طور طبیعی و با فرض عدم وقوع جهش با هم ماندن کروموزوم‌ها، یاخته‌های هاپلوئید، کروموزوم همتا ندارند.

۳۴۷۶: ۱ دو صفت حالت موی انسان و رنگ گل میمونی، هیچ‌کدام رابطهٔ بارز و نهفتگی ندارند و هر دو بارزیت ناقص بین دگره‌ها دارند؛ به همین دلیل در هر دوی آن‌ها تعداد ژن‌نمود با رخ‌نمود برابر می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** هم در روابط هم‌توانی و هم در روابط بارزیت ناقص، در حالت ناخالص *RW*، هر دو ژن بیان می‌شوند و اثر خود را روی رخ‌نمود می‌گذارند. با این تفاوت که در هم‌توانی، هر دو ویژگی الل‌ها بارز می‌شود؛ ولی در حد واسط، یک ویژگی از اثر دو الل روی هم ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** نادرست. دو صفت فوق هرکدام تحت کنترل دو ژن دگره می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** هر دو صفت، غیروابسته به جنس هستند و در هر جنسیتی می‌توان هر نوع رخ‌نمود آن‌ها را مشاهده کرد.

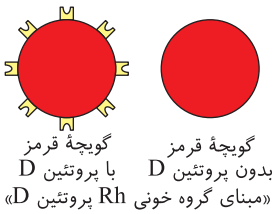
نکته

بعضی صفات هستند که رابطهٔ بارز نهفتگی ندارند این صفات می‌توانند رابطهٔ هم‌توانی یا غالبیت ناقص داشته باشند به این صورت که در غالبیت ناقص یک صفت دو انتها دارد مثلاً در رنگ گل میمونی یک انتها رنگ قرمز و یک انتها رنگ سفید است و یک حد وجود دارد که رنگ صورتی است به این صورت که ژن‌نمود رنگ قرمز *RR* و رنگ سفید *WW* و رنگ صورتی *RW* است. تفاوت بارزیت ناقص و هم توانی در این است که در غالبیت ناقص یک فنوتیپ جدید حدواسط مثل رنگ صورتی گل میمونی و یا حالت موی موج‌دار در انسان به وجود می‌آید ولی در هم‌توانی هر دو الل با هم در نسل آینده اثر خود را نشان می‌دهند (مثل گروه خونی *AB*).

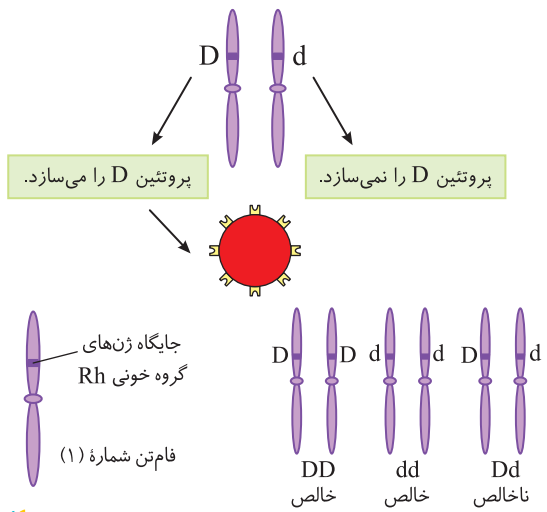
۳۴۷۷: ۴ همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) فرد *Dd* همانند فرد *DD* تعداد پروتئین غشایی *Rh* یکسانی دارد. (ب) گویچه‌های سفید هر فرد، دو الل *Rh* دارد. (ج) افراد *Rh* منفی همانند *Rh* مثبت دارای دو الل *Rh* هستند. (د) پروتئین غشایی ایجادکنندهٔ *Rh*، نقش آنزیمی و کاتالیزوری ندارد.

۱۹۰ شکل‌نامهٔ گروه خونی *Rh*



- گروه خونی *Rh* براساس بودن یا نبودن پروتئینی است که در غشای گویچه‌های قرمز جای دارد و پروتئین *D* نامیده می‌شود. اگر این پروتئین وجود داشته باشد، گروه خونی *Rh* مثبت است و اگر وجود نداشته باشد، گروه خونی *Rh* منفی خواهد شد.
- جایگاه ژن‌های گروه خونی *Rh* به سانترومر نزدیک‌تر است تا انتهای بازوی کروموزوم.
- تعداد پروتئین‌های *D* موجود در سطح گویچه‌های قرمز فرد *DD* یا *Dd* برابر می‌باشد ولی در افراد ناخالص، همهٔ پروتئین‌های *Rh*، محصول فعالیت یک ژن می‌باشند.
- ژن‌های آن بر روی جفت کروموزوم شمارهٔ یک قرار دارند.
- توجه داشته باشید *D* و *d* ژن‌های مختلف صفت *Rh* هستند.
- رابطهٔ بین دگره‌ها بارز و نهفتگی است.
- اگر فردی گروه خونی منفی داشته باشد می‌توان به‌طور حتم متوجه شد که ژنوتیپ آن *dd* است اما اگر گروه خونی او مثبت باشد ژنوتیپ آن می‌تواند *Dd* یا *DD* باشد. به عبارتی در صورت مثبت بودن گروه خونی قطعاً یک دگرهٔ *D* وجود خواهد داشت.
- در این گروه خونی ۲ فنوتیپ و ۳ ژنوتیپ وجود دارد. از این ۳ ژنوتیپ دو مورد خالص و یک مورد ناخالص است.
- وجود حداقل یک الل غالب یعنی *D* در گویچهٔ قرمز نابالغ موجب بروز این صفت می‌گردد.
- ژن پروتئین *D* تنها در گویچهٔ قرمز نابالغ در مغز قرمز استخوان و یا طحال و کبد (در دوران جنینی) بیان می‌گردد.



نکات ترکیبی

- ترکیب با فصل ۲ و ۴ زیست دهم: برای ساخت گویچه‌های قرمز، آهن، فولیک‌اسید و ویتامین B_{12} ضروری است. در صورت عدم ساخت یا ترشح عامل داخلی معده، ویتامین B_{12} از رودهٔ باریک جذب نمی‌شود و گویچه‌های قرمز به خوبی ساخته نمی‌شوند و فرد به کم‌خونی خطرناک مبتلا می‌شود.
- ترکیب با فصل ۴ زیست دهم: گویچه‌های قرمز در انسان و بسیاری از پستانداران هنگام ساخته شدن در مغز استخوان، هسته و بیشتر اندامک‌های خود را از دست می‌دهند و با پروتئین هموگلوبین پر می‌شوند.
- ترکیب با فصل ۱ زیست دوازدهم: پروتئین *D* همانند سایر پروتئین‌ها ویژگی‌های ساختار اول تا سوم پروتئین‌ها را دارد.
- ترکیب با فصل ۲ زیست دوازدهم: پروتئین *D* نوعی پروتئین غشایی است؛ بنابراین توسط رناتن‌های چسبیده به غشای شبکهٔ آندوپلاسمی ساخته می‌شود و به دستگاه گلژی فرستاده می‌شود.
- ترکیب با فصل ۴ زیست دوازدهم: جایگزینی آمینواسید والین به جای آمینواسید گلوتامیک‌اسید در جایگاه ششمین آمینواسید زنجیرهٔ بتای هموگلوبین با اثر جهش دگرمعنا، باعث داسی‌شکل شدن گویچه‌های قرمز می‌شود.

۳۴۷۸ (۱) منظور سؤال دگرهٔ O یا i می‌باشد که نسبت به دو دگرهٔ A و B نهفته می‌باشند. این دگره، ژن فعالی برای تولید آنزیم اضافه‌کنندهٔ کربوهیدرات‌های گروه خونی نمی‌باشد. این دگره در افراد خالص OO یا ناخالص AO یا BO مشاهده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** این دگره نهفته است و در مقابل دگرهٔ متقابل A یا B بارز نمی‌شود. **گزینهٔ (۳):** دگره‌های گروه خونی ABO ربطی به دگره‌های Rh و سایر صفات ندارند (این دو نوع گروه خونی، دو صفت مستقل هستند). **گزینهٔ (۴):** دگرهٔ $i(O)$ وقتی با $i(O)$ دیگری در یک فرد قرار گیرد به صورت خالص OO درمی‌آید و همیشه ناخالص نیست.

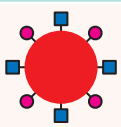
۱۹۱ شکل‌نامهٔ گروه‌های خونی

در گروه خونی ABO خون به چهار گروه AB، B، A و O گروه‌بندی می‌شود. این گروه‌بندی بر مبنای بودن یا نبودن دو نوع کربوهیدرات به نام‌های A و B در غشای گویچه‌های قرمز است.

اضافه شدن کربوهیدرات‌های A و B به غشای گویچه‌های قرمز یک واکنش آنزیمی است.

افراد با گروه خونی BO و BB هر کدام تعداد کربوهیدرات B یکسانی در سطح غشای گویچهٔ قرمز خود دارند.

مبنای گروه خونی ABO ۳۶۶

	گروه خونی O	گروه خونی AB	گروه خونی B	گروه خونی A
گویچهٔ قرمز				
نوع کربوهیدرات گویچهٔ قرمز	هیچکدام	A و B	B	A

افراد با گروه خونی AB تعداد کربوهیدرات یکسانی با افراد A و B دارند ولی نصف آن‌ها A و نصف دیگر B می‌باشند.

در رابطه با گروه خونی ABO، تعداد ژن‌نمود خالص با تعداد ژن‌نمود ناخالص (سه‌تا) برابر است. دارای ۳ دگره، ۶ ژنوتیپ و ۴ فنوتیپ است.

از ۶ ژنوتیپ، سه مورد خالص و سه مورد ناخالص هستند که جایگاه ژن‌های آن روی جفت کروموزوم شمارهٔ ۹ است.

در اثر رونویسی از روی ژن‌های مربوطه رنا تولید می‌شود و از ترجمهٔ رنا پروتئین‌های آنزیمی که در اثر راه انداختن یک‌سری واکنش‌ها کربوهیدرات به غشا افزوده می‌شود.

اگر هیچ‌یک از دو آنزیم A و B وجود نداشته باشد آن‌گاه هیچ کربوهیدراتی مربوط به گروه خونی به غشا اضافه نخواهد شد.

دگره‌های A و B نسبت به هم هم‌توان هستند و نسبت به دگرهٔ O بارز هستند.

در رابطهٔ هم‌توانی وجود هر دو دگره موجب بیان هر دو دگره می‌شود نه حالتی میان آن دو.

در گروه خونی O^- هیچ گیرنده‌ای برای گروه خونی وجود ندارد ولی گویچهٔ قرمز دارای گیرنده‌های دیگری برای موارد دیگر است.

در گروه خونی O حتی مولکول پایهٔ کربوهیدرات‌های مرتبط با گروه خونی ABO نیز وجود ندارد.

هر دو نوع گروه خونی Rh و ABO، تک‌ژنی و مستقل هستند.

تنها در آمیزشی که یک والد ژن‌نمود AO و والد دیگر ژن‌نمود BO داشته باشد، امکان تولد فرزندانی با هر ۴ نوع گروه خونی وجود دارد.

در صورتی که دو فرزند AB و O در یک خانواده متولد شوند، یکی از والدین AO و دیگری BO خواهد بود.

در آمیزش AO و BO، هر چهار نوع فنوتیپ گروه خونی به وجود می‌آید.

در آمیزش‌های AB و AB، AO و AB، AB و BO، فقط گروه خونی O ایجاد نمی‌شود.

اسپرم برای هر صفت گروه خونی در شرایط طبیعی یک دگره دارد.

گویچهٔ قرمز سالم قطعاً دارای این پروتئین‌هاست: آنزیم کربنیک‌انیدراز، پمپ سدیم - پتاسیم، کانال‌های غشایی، هموگلوبین، آنزیم‌های مؤثر در قندکافت و تخمیر لاکتیکی.

نکات ترکیبی

ترکیب با فصل ۶ زیست یازدهم:

۱ یاختهٔ تک‌هسته‌ای در مرحلهٔ G_1 برای یک صفت تک‌جایگاهی دو دگره دارد.

۲ یاختهٔ تک‌هسته‌ای در مرحلهٔ S برای یک صفت تک‌جایگاهی چهار دگره دارد.

ترکیب با فصل ۷ زیست یازدهم: اسپرماتوسیت ثانویه دو دگره دارد.

۳۴۷۹ (۱) *این سؤال فیلی ساده بود! آفه الل در غشا که می‌دونید قطعاً وجود نداره! الل در کروموزوم مشاهده می‌شه! کروموزوم هم در هسته مشاهده می‌شه* (نه در غشا!) راستی گویچه‌های قرمز بالغ یا همان موجود در خون، فاقد هسته و در نتیجه ژن‌های مربوط به گروه خونی (و باقی ژن‌ها) هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در رابطهٔ **هم‌توانی**، اثر هر دو الل می‌تواند همراه با هم ظاهر شود. رابطهٔ دگره‌های A و B در گروه‌های خونی از نوع هم‌توانی است. **گزینهٔ (۳):** خوب دقت کنید! در گروه خونی Rh ما **همواره** دو الل نیاز داشتیم! حتی برای ژنوتیپ dd که Rh منفی دارد نیز دو الل d نیاز داریم! پس برای تشکیل پروتئین D نیز به دو الل نیاز داریم که می‌توانند به صورت DD خالص و یا Dd ناخالص مشاهده شوند. **گزینهٔ (۴):** به عنوان مثال در ایجاد بیماری هموفیلی در یک مرد، تنها یک کروموزوم X و جایگاه h نقش دارد. البته در مردان در رابطه با صفات وابسته به Y نیز همین‌طور است.

۳۴۸۰ (۲)

نکته

دقت کنید که فام‌تن مضاعف یا دوکروماتیدی از هر ژن، دو عدد روی یک فام‌تن دارد ولی این دو ژن تا وقتی به هم متصل‌اند و روی کروماتید خواهری قرار دارند، دگرهٔ همدیگر نیستند، چون تعریف دگره در مورد ژن‌های روی دو فام‌تن همتا می‌باشد (وقتی در مرحلهٔ آنافاز میتوز یا آنافاز ۲ میوز، دو کروماتید خواهری از هم جدا شدند و کروموزوم‌های دختری ایجاد شدند، حالا به این دو ژن جدا شده، دو الل اطلاق می‌شود). این دو دگره می‌توانند مشابه مثلاً AA یا متفاوت AO باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. در زن بالغ و حتی هر نوزاد دختر، پس از تولد دیگر اووگونی وجود دارد، ولی اسپرماتوسیت ثانویه چون فام‌تن مضاعف دارد، در این صفت، دو ژن دارد که با هم بر روی یک فام‌تن قرار دارند و دگره نمی‌باشند. **گزینهٔ (۲): درست.** اسپرماتوگونی و اووسیت اولیه، دیپلوئید مضاعف هستند و از گروه خونی *ABO*، هر هسته دارای چهار ژن می‌باشد که دو به دو با هم در فام‌تن‌های همتا دگره می‌باشند. **گزینهٔ (۳):** نادرست. این دو یاخته، هاپلوئید مضاعف هستند و دو نسخه از ژن مربوط به این گروه خونی در دو مولکول *DNA* دارند. **گزینهٔ (۴):** نادرست. در یاختهٔ موجود در آنافاز، کروماتیدهای خواهری از هم جدا شده‌اند و هرکدام، یک فام‌تن به حساب می‌آیند، پس یاختهٔ بنیادی در مرحلهٔ آنافاز، دارای ۴ دگره و ۴ ژن بر روی چهار فام‌تن می‌باشد ولی در پروفاز دارای ۴ ژن بوده که روی دو فام‌تن مضاعف قرار دارند.

۳۴۸۱ (۴) در این عبارت موی موج‌دار، قطعاً ناخالص و به صورت *RW* می‌باشد. از طرفی گروه خونی هم‌توان ناخالص *AB* دارد و صفت *Rh* نیز وقتی یک ژن بارز فعال دارد یعنی *Dd* می‌باشد. این فرد در هر سه حالت قطعاً ناخالص است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** موی صاف قطعاً خالص *WW* است. **گزینهٔ (۲):** پروتئین *D* می‌تواند در فرد *DD* نیز بروز یابد (یا مثلاً کربوهیدرات *A* می‌تواند در فرد *AA* باشد). **گزینهٔ (۳):** موی فر، قطعاً خالص *RR* است.

۳۴۸۲ (۲) در صفات **هم‌توان** مثل گروه خونی *AB*، اثر هر دو الل *A* و *B* در جفت کروموزوم غیرجنسی شمارهٔ ۹ در فرزندان با هم ظاهر می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در صفات وابسته به جنس، در مورد افراد *XY*، با وجود یک الل روی *X* یا *Y*، صفت بروز می‌یابد. **گزینهٔ (۳):** غشای گویچهٔ قرمز و خود این یاختهٔ بالغ، ژن یا الل ندارد. **گزینهٔ (۴):** پروتئین *D* در *Rh* مثبت هم در افراد *DD* (خالص) و هم در افراد *Dd* (ناخالص) ایجاد می‌شود.

۳۴۸۳ (۱) در افراد دارای فنوتیپ *Rh* مثبت، پروتئین *D* حتماً وجود دارد ولی فردی با گروه خونی *AB* ممکن است *Rh* منفی داشته باشد و فاقد پروتئین *D* باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** فرد دارای گروه خونی O^+ هیچ‌کدام از آنزیم‌های گروه خونی را ندارد ولی فرد دارای گروه خونی *A* دارای آنزیم *A* می‌باشد (عامل *Rh* آنزیم نیست). **گزینهٔ (۳):** در افراد دارای فنوتیپ مثبت، پروتئین *D* حتماً وجود دارد. برای ساختن این پروتئین باید از ژن آن رنای پیک ساخته شود. **گزینهٔ (۴):** در سطح خارجی غشای گویچه‌های قرمز همانند هر یاخته‌ای انواعی از کربوهیدرات‌های غشایی وجود دارد حالا کربوهیدرات‌های گروه خونی هم به آن‌ها اضافه شده است.

۳۴۸۴ (۴) همهٔ موارد صحیح می‌باشند.

بررسی موارد (الف) گویچه‌های قرمز فاقد هسته می‌باشند ولی اندامکی مثل رناتن دارند. (ب) یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی چندهسته‌ای هستند. پس می‌توان سه‌هسته‌ای با سه کروموزوم حاوی دگرهٔ *D* یافت. (ج) یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی یک یا دوهسته‌ای هستند که در دوهسته‌ای‌ها این موضوع صادق می‌شود. (د) همهٔ یاخته‌های بدن انسان که حاصل تقسیم میتوز از یاختهٔ بنیادی هستند ابتدا هسته دارند و محتوای ژنی یکسانی دارند.

۳۴۸۵ (۱) فقط مورد (ج) صحیح است. فرد موردنظر گروه خونی *AODd* دارد چون مادرش *OOdd* بوده است.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** پلاکت‌ها (گردهها) دانهٔ فراوان دارند ولی هسته و ژن خطی ندارند. (ب) **نادرست.** این فرد ژن‌نمود *AO* در هستهٔ یاختهٔ پیکری دارد. (ج) درست. گامت این فرد می‌تواند یک دگرهٔ سازندهٔ آنزیم *A* و یک دگره برای پروتئین *D* داشته باشد. (د) **نادرست.** از سال یازدهم به یاد دارید که در ماهیچه علاوه‌بر یاخته‌های بافت ماهیچه‌ای، یاختهٔ پیوندی نیز وجود دارد که این یاخته‌ها همواره تک‌هسته‌ای و با دو الل برای صفت تک‌جایگاهی می‌باشند.

نکته
در تست‌ها دقت کنید که یاخته یا بافت ماهیچه‌ای را با ماهیچه به عنوان یک اندام اشتباه نگیرید.

۳۴۸۶ (۲) یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی چندهسته‌ای هستند. پس می‌توان سه کروموزوم ۲۱ یافت.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گویچه‌های قرمز بالغ فاقد هسته می‌باشند. **گزینه‌های (۳) و (۴):** ممکن است فرد دارای گروه خونی منفی باشد.

۳۴۸۷ (۲) موارد (ب) و (ج) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. گویچه‌های سفید که تعداد کمتری از گویچه‌های قرمز دارند، ژن‌های *Rh* را دارند ولی مانند گویچه‌های قرمز فاقد هسته، توانایی بیان ژن‌های گروه خونی را ندارند (این ژن‌ها در مغز استخوان در گویچه‌های قرمز بیان می‌شوند). (ب) **درست.** هر یاختهٔ پیکری انسان، دیپلوئید بوده و برای گروه خونی *Rh*، دو الل روی یک جفت کروموزوم (۱) در بالای سانترومر دارند. (ج) **درست.** منظور دو نوع گروه خونی O^- و AB^- است که هر دو با *Rh* منفی توانایی تولید پروتئین *D* را ندارند. (د) نادرست. در زنان، طی هر میوز در صورتی که اسپرم به اووسیت ثانویه برخورد نکند، اصلاً تخمک (گامت ماده) تشکیل نمی‌شود.

۳۴۸۸ (۴) همهٔ موارد عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد (الف) هر دو تعداد کربوهیدرات مساوی دارند ولی در فرد *AB* مثلاً از ۸ کربوهیدرات، چهارتا *A* و چهارتا *B* است ولی در فرد *AA*، هر ۸ کربوهیدرات *A* است. (ب) تعداد کربوهیدرات *B* در سطح گویچهٔ قرمز فرد *B* از *AB* بیشتر است ولی چون هر دو *Rh* مثبت دارند، فارغ از اینکه *DD* یا *Dd* هستند، تعداد پروتئین *D* در سطح گویچهٔ قرمز همهٔ آن‌ها یکسان است. (ج) هر زن در هر میوز نهایتاً یک گامت ایجاد می‌کند ولی مرد با گروه خونی O^- نیز در این صفات فقط یک نوع اسپرم O^- ایجاد می‌کند. (د) *به خدا برای بار هزارم میگم که A و B کربوهیدرات هستند* (نه پروتئین) *و از طرفی آنزیم A و B روی غشای RBC نیستند و به خدا قسم که پروتئین D نقش آنزیمی ندارد.*

۳۴۸۹ (۳) موارد (الف)، (ب) و (د) صحیح هستند. فرد مورد نظر می‌تواند گروه خونی AO^- داشته باشد چون ژن‌های *Rh* و *O* آن غیرفعال هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** فردی که در خارج حفرهٔ شکمی هورمون جنسی می‌سازد، مرد است که در بیضه‌ها تستوسترون تولید کرده است. در این مرد، اسپرماتید و اسپرم‌ها که تاژک‌دار هستند، هاپلوئید تک‌کروماتیدی با یک نسخه ژن برای گروه خونی *ABO* و یکی هم برای Rh^- هستند. (ب) **درست.** مردان حاوی یاختهٔ سرتولی بیگانه‌خوار در بیضه‌ها هستند. از چهار یاختهٔ حاصل از میوز آن‌ها فقط دو تای آن‌ها ژن *A* برای ساخت عامل گروه خونی دارد. (ج) نادرست. در زنان، انتهای لولهٔ رحم (فالوپ) دارای بخش شیپور مانند مژک‌دار می‌باشد که دیوارهٔ آن یاخته‌های دیپلوئید دارد که دو الل *A* و *O* به همراه دو الل *dd* دارند. پس دو کروموزوم جنسی *X* دارد ولی از چهار ژن گروه‌های خونی دو تا دو تا *A* با *O* و *d* با *d* الل هستند ولی *O* و *A* با *d* الل نمی‌باشند. (د) **درست.** طی تخمک‌گذاری، سه نوع یاختهٔ اووسیت ثانویه (هاپلوئید مضاعف)، جسم‌قطبی اول (هاپلوئید مضاعف) و یاخته‌های دیپلوئید فولیکولی از تخمدان خارج می‌شوند. در بین آن‌ها فقط یک یاختهٔ هاپلوئید می‌تواند ژن‌های *O* و *d* را هم‌زمان داشته باشد که در آینده هیچ عامل گروه خونی را نمی‌سازد.

۳۴۹۰ (۳) در زمانی که هنوز ساختار و عمل دِنا معلوم نبود، قوانین وراثت کشف شد، بنابراین در این سؤال، هم دوران پیش از کشف قوانین و هم دورانی که در آن قوانین بنیادی وراثت کشف شد را مد نظر قرار می‌دهیم. به کمک قوانین بنیادی وراثت، می‌شود صفات فرزندان را پیش‌بینی کرد همچنین پیش از کشف ساختار دنا، نحوهٔ عمل ژن‌ها مشخص نبود. درواقع تا پیش از کشف ساختار دنا تصوری از نحوهٔ عمل ژن‌ها وجود نداشت.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** رابطهٔ بین دگره‌های حالت موی انسان از نوع بارزیت ناقص است. در این حالت، از تأثیر دگره‌های فر و صاف، رنگ حدواسط آن‌ها یعنی موج‌دار ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۲):** گویچهٔ خونی انسان ژن گروه خونی را بیان نمی‌کند (نه نوع سفید و نه نوع قرمز). **گزینهٔ (۴):** پیش از کشف قوانین وراثت، تصور می‌شد، صفات فرزندان حدواسطی از صفات والدین‌اند.

۳۶۷ تغییرهای طراحی تست

هر رابطهٔ بین‌اللی که...	
در ژن مربوط به گروه خونی ABO انسان دیده می‌شود.	هم‌توانی - بارز و نهفتگی
هر رخ نمود، ژن‌نمود مخصوص به خود را دارد.	هم‌توانی - بارزیت ناقص
در یکی از رخ نمودها حد واسط حالت‌های خاص دیده می‌شود.	بارزیت ناقص
تعداد ژن‌نمودهای ممکن بدون تأثیر از محیط بیشتر از رخ نمود است.	بارز و نهفتگی
وجود یکی از دگره‌ها اثر بروز دگره دیگر را می‌پوشاند.	بارز و نهفتگی
در حالت ناخالص رخ‌نمود حاصل با محصول هر یک از ژن‌نمودهای دیگر متفاوت است.	هم‌توانی - بارزیت ناقص
هر ژن‌نمودی که موجب اضافه شدن...	
دو نوع کربوهیدرات به غشای گویچه‌های قرمز می‌شود.	AB
یک نوع کربوهیدرات به غشای گویچه‌های قرمز می‌شود.	BB، AA، AO، BO
هیچ نوع کربوهیدراتی به غشای گویچه‌های قرمز نمی‌شود.	OO

۳۴۹۱ (۲) طبق متن و شکل صفحهٔ ۱۲ کتاب درسی دهم در ساختار غشا یاخته‌های زنده انواعی از کربوهیدرات‌های منشعب وجود دارد، گویچه‌های خونی قرمز فردی با گروه خونی O^- نیز از این قاعده مستثنی نیستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید گویچه‌های خونی سفید هنگام بلوغ در مغز استخوان، هستهٔ خود را از دست نمی‌دهند و دارای الل‌های مربوط به صفات ژنتیکی هستند ولی دلیل ندارد که حتماً نوع Rh آن‌ها ربطی به گروه خونی دیگر داشته باشد. **گزینهٔ (۲):** طبق شکل صفحهٔ ۳۹ کتاب درسی الل‌های گروه خونی Rh در کروموزوم‌های شمارهٔ ۱ نسبت به انتهای نزدیک کروموزوم، در مقایسه با سانترومر آن‌ها فاصلهٔ بیشتری دارند. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید آنزیم‌های A و B تنها در اضافه کردن کربوهیدرات‌های مربوط به گروه خونی ABO به غشا نقش دارند و در تولید سایر کربوهیدرات‌های غشای یاخته نقشی ندارند.

۳۴۹۲ (۳) موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست می‌باشند.

بررسی موارد **الف) نادرست.** این عبارت فقط در مورد صفت Rh که ژن آن روی کروموزوم بلند (جفت ۱) می‌باشد صحیح است ولی در مورد گروه خونی ABO در کروموزوم ۹ صحیح نیست. **ب)** درست. در گویچهٔ قرمز نابالغ در مغز استخوان وی با بیان ژن‌های A، B و D، آنزیم A، B و پروتئین D ایجاد می‌شود. **ج) نادرست.** ظهور هم‌زمان اثر دو الل مربوط به هم‌توانی مثل AB است نه صفات بارز ناقص مثل رنگ گلبرگ گل میمونی. **د) نادرست.** ژن کروموزوم ۹ مسئول کربوهیدرات A و B نمی‌باشد بلکه آنزیمی برای اضافه کردن آن‌ها به غشای RBC می‌سازد.

۳۶۸ گروه خونی ABO

موارد مقایسه	A	B	AB	O
ژنوتیپ	AO - AA	BO - BB	AB	OO
خالص یا ناخالص؟	خالص و ناخالص	خالص و ناخالص	ناخالص	خالص
ژن سازنده آنزیم	آنزیم A را می‌سازد.	آنزیم B را می‌سازد.	آنزیم A و B را می‌سازد.	عدم ساخت آنزیم A و B
نوع کربوهیدرات گویچه قرمز	A	B	A,B	فاقد کربوهیدرات مربوط به گروه خونی

۳۴۹۳ (۴) صفات وراثتی یا ارثی، صفاتی هستند، که ویژگی‌های **ارثی** جانداران را شامل می‌شوند؛ ولی صفاتی مثل رنگ پوست **تیره** شده فقط یک صفت رنگ پوست آن در ابتدا ارثی بوده است؛ ولی تیره شدن آن در اثر عوامل محیطی رخ داده است و این تغییر رنگ، یک صفت به حساب نمی‌آید.

نکته

جنسیت یک فرد (زن یا مرد، نر یا ماده بودن) یک صفت به حساب نمی‌آید، چون در اثر تفاوت در فام‌تن‌ها رخ داده است نه تفاوت در بیان ژن‌های آن‌ها!!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در این گزینه حالت مو (موج‌دار)، رنگ یا صفت داشتن پوست به همراه دو نوع گروه خونی A و مثبت Rh بودن هرکدام یک صفت می‌باشند که **جمعاً ۴ نوع می‌شود**؛ ولی **بلند یا کوتاه بودن مو** و یا تیره شدن پوست، یک صفت جداگانه نمی‌باشد. **گزینهٔ (۲):** در این مورد، گروه خونی (A)، رنگ چشم (مشکی)، گویچهٔ داسی‌شکل (aa) و پروتئین Rh مثبت (D) هرکدام یک صفت هستند که **جمعاً ۴ نوع صفت** می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** در این گزینه دقت کنید که در گیاهان گلدار به‌طور معمول، دانه، آوند چوبی تراکئیدی و یاختهٔ همراه ایجاد می‌شود، که وجود آن‌ها به عنوان صفت ارثی به حساب می‌آید. از طرفی گلبرگ قرمز یا سفید آن‌ها اگر بحث شود، در علم ژنتیک به بررسی آن صفت می‌پردازد. در این گزینه داشتن تراکئید، طول ساقه و رنگ گلبرگ **سه صفت یا ویژگی ارثی** می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** در این گزینه، رنگ مو (قهوه‌ای)، حالت مو (موج‌دار)، طول قد (بلند) به همراه دو گروه خونی O و منفی بودن Rh، جمعاً ۵ صفت ارثی را در برمی‌گیرد.

۳۴۹۴: (۱) فقط مورد (د) نادرست است. منظور گویچهٔ قرمز خونی است و عامل اضافه‌کنندهٔ کربوهیدرات A و B، آنزیم می‌باشد. این یاخته در حالت بلوغ، هیچ رمز وراثتی برای هیچ فعالیتی ندارد (چون فاقد دنا می‌باشد).

بررسی موارد (الف) کلسترول قطعاً در غشای گویچه‌های قرمز دیده می‌شود، ولی وجود کربوهیدرات A و B بستگی به گروه خونی دارد. این فرد می‌تواند گروه خونی O، بدون کربوهیدرات A و B داشته باشد. (ب) بخش هِم، در هموگلوبین، آهن‌دار است و غیرپروتئینی می‌باشد که فاقد آمینواسید است؛ ولی گلوبین آن پروتئینی و با پیوند هیدروژنی است. (ج) گویچهٔ قرمز، توسط هموگلوبین خود، بیشترین نقش در انتقال O_2 خون را دارد و توسط آنزیم کربنیک‌انیدراز و هموگلوبین، در انتقال مقدار زیادی از CO_2 خون نیز مؤثر است.

۳۴۹۵: (۲) موارد (ج) و (د) نادرست هستند. در ابتدا دقت کنید که منظور سؤال یاختهٔ نوع دوم حبابک‌های ششی می‌باشد. این یاخته مانند هر یاختهٔ پیکری هسته‌دار دیگری، ژن‌های کامل یک انسان را دارند؛ ولی فقط ژن‌هایی را بیان می‌کند که به کار آن ربط داشته باشد (مثل ژن ساخت عامل سطح فعال = سورفاکتانت).

نکته

در حل این تست‌ها که تعداد دگره‌ها را در یاخته می‌خواهد، اگر مرحلهٔ چرخهٔ یاخته‌ای را در سؤال ذکر کرده بود و شما در مورد تک یا دوکروماتیدی بودن آن اطلاع داشتید، باید تعداد ژن‌ها را برای تک‌کروماتیدی، یکی و برای مضاعف‌ها، دوتا در نظر بگیرید. در غیر این صورت $2n$ یا n بودن یاخته را در نظر بگیرید، ولی به یاد داشته باشید که دو ژن روی یک کروموزوم مضاعف تا وقتی به هم متصل هستند، دو الل به حساب نمی‌آیند.

بررسی موارد (الف) درست. به علت مضاعف شدن مادهٔ ژنتیکی در مرحلهٔ S، دو ژن غالب A در این یاختهٔ ناخالص AO وجود دارند که روی دو کروماتید خواهری می‌باشند که هر دو یک نوع الل هستند. (ب) درست. مرحلهٔ پروفاز حاوی کروموزوم‌های مضاعف است که در حالت خالص AA، چهار ژن روی دو کروموزوم مضاعف دارد. (ج) **نادرست.** دقت کنید تعداد ژن‌ها در آنافاز میتوز تغییر نمی‌کند، بلکه تعداد سانترومرها و کروموزوم‌ها و الل‌ها دو برابر می‌شوند. (د) **نادرست.** دگره‌های مربوط به گروه خونی در یاخته‌های کیسه‌های حبابکی بیان نمی‌شوند.

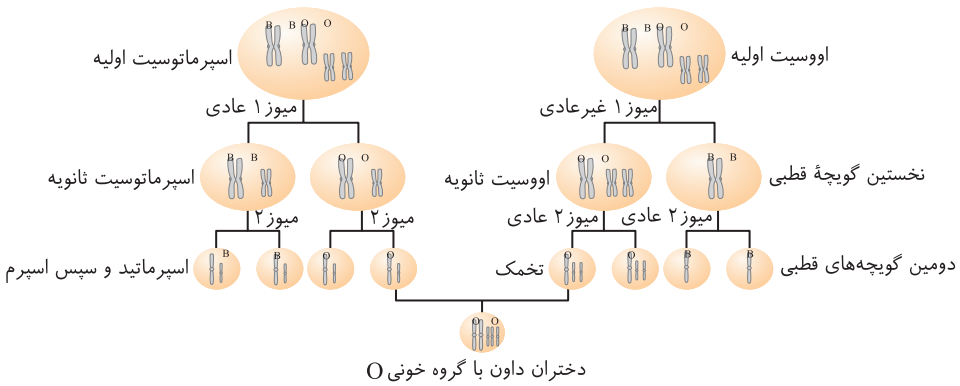
۳۴۹۶: (۱) پروتئین D در سطح غشای گویچهٔ قرمز فرد O^+ وجود دارد و این پروتئین مستقیماً توسط رناتن روی شبکهٔ آندوپلاسمی سنتز یا ترجمه شده است، اما عامل ایجادکنندهٔ گروه خونی ABO کربوهیدراتی است که برای اضافه شدن آن‌ها ابتدا آنزیم‌های A و B ساخته می‌شود، سپس آنزیم‌ها این کربوهیدرات‌ها را به سطح غشای یاخته اضافه می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** ژن پروتئین D روی فام‌تن ۱ (بزرگ‌ترین فام‌تن) قرار دارد. **گزینهٔ (۳):** واکنش آنزیمی برای کربوهیدرات‌های A و B می‌باشد (البته آنزیم در هر کاری نیاز است و قید **برخلاف**، نادرست است). **گزینهٔ (۴):** عامل گروه خونی ABO، کربوهیدرات است و پیوند پپتیدی ندارد.

۳۴۹۷: (۲) منظور گزینهٔ (۲)، گویچه‌های قرمز است که آنزیم کربنیک‌انیدراز دارند. این یاخته مانند هر یاختهٔ دیگری در سطح خارجی لایهٔ غشای خود، کربوهیدرات‌هایی در تماس با برخی فسفولیپیدها و پروتئین‌ها دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** منظور بازوفیل‌های خونی است که در موقع حساسیت، هیستامین ترشح می‌کنند، ولی نقشی در انتقال O_2 و CO_2 خون ندارند. **گزینهٔ (۳):** هر یاختهٔ دفاعی خون (گویچهٔ سفید)، قدرت دیاپدز و خروج از خون را دارد، ولی هیچ‌کدام از این یاخته‌ها، ژن **فعال** ساخت عوامل گروه خونی را ندارند. **گزینهٔ (۴):** در انسان یاخته‌های پرفورین‌ساز، لنفوسیت‌های T کشنده و لنفوسیت کشندهٔ طبیعی هستند که قدرت میتوز و همانندسازی دنا را ندارند، این یاخته‌ها ژن‌های گروه خونی را بیان (رونویسی) نمی‌کنند.

۳۴۹۸: (۱) فقط مورد (ج) نادرست است. پدر و مادر هر دو دارای گروه خونی B بوده‌اند، چون از لقاح آن‌ها دختری دارای سندرم داون با سه کروموزوم ۲۱ (تریزومی ۲۱) و گروه خونی OO به دنیا آمده است، پس پدر و مادر از نظر گروه خونی B به صورت ژن‌نمود BO بوده‌اند. فام‌تن شمارهٔ ۹ را که حاوی دگرهٔ گروه خونی است، بزرگ‌تر و فام‌تن ۲۱ را کوچک‌تر نشان می‌دهیم. مراحل گامت‌سازی در این والدین به صورت زیر بوده است:



بررسی موارد (الف) درست. در یاخته‌های پیکری والدین، ۴۴ کروموزوم غیرجنسی وجود داشته است. (ب) درست. اووسیت ثانویه شروع‌کنندهٔ لقاح در مادر است که هاپلوئید مضاعف است. این یاخته دو کروموزوم ۲۱ مضاعف یعنی چهار کروماتید دارد، ولی دارای یک کروموزوم ۹ مضاعف با دو ژن O گروه خونی می‌باشد. (ج) **نادرست.** نخستین جسم‌قطبی به جای ۲۳ کروموزوم، ۲۲تا دارد که یک کروموزوم ۲۱ آن وارد اووسیت شده است، سپس الل B را به صورت دو ژن در کروموزوم ۹ دارد، ولی واجد ۲۱ کروموزوم غیرجنسی می‌باشد (کروموزوم شمارهٔ ۲۱ ندارد). (د) درست. یاخته‌های شروع‌کنندهٔ لقاح، اسپرم و اووسیت ثانویه می‌باشند که مجموعاً یک ژن در اسپرم و دو ژن در اووسیت ثانویه به صورت الل‌های O وجود داشته‌اند.

۳۴۹۹: (۳) موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** تعداد کربوهیدرات A در اطراف هر گویچهٔ قرمز فرد AA با AO تفاوتی ندارد. (ب) درست. در فرد B، همهٔ کربوهیدرات‌های گروه خونی از نوع B می‌باشند، ولی در فرد AB، نصف آن‌ها A و نصف دیگر B می‌باشند. (ج) **نادرست.** پروتئین گروه خونی، فقط در Rh وجود دارد که هر دو از نوع مثبت و دارای پروتئین D می‌باشند. (د) **نادرست.** در سطح گویچهٔ قرمز، ژن وجود ندارد (*بی‌دقتی نکن!*).

۳۵۰۰ (۲) یاختهٔ دفاعی حبابک، نوتروفیل است. در صورتی‌که رخ‌نمود گروه خونی فرد را فقط با یک ژن‌نمود بتوان نمایش داد پس فرد یا گروه خونی O منفی دارد یا گروه خونی AB منفی دارد که قطعاً این فرد دگرهٔ بارز مربوط به پروتئین D را ندارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در صورتی‌که رخ‌نمود گروه خونی فردی را با دو نوع ژن‌نمود بتوان نمایش داد یعنی این فرد در یک صفت خالص و در صفت دیگر ناخالص است و از آنجا که در قسمت دوم مطرح شده که در فام‌تن‌های شمارهٔ یک دگرهٔ بارز وجود دارد پس در رابطه با گروه خونی Rh خالص می‌باشد. پس باید در رابطه با گروه خونی ABO که دگره‌های آن روی کروموزوم شمارهٔ ۹ قرار دارند، دارای دگره‌های متفاوت باشد. **گزینهٔ (۳):** در صورتی رخ‌نمود گروه خونی فردی با چهار نوع ژن‌نمود قابل نمایش است که در هر دو صفت گروه خونی ناخالص باشد ولی لزوماً ناخالص بودن گروه خونی ABO به معنی وجود هر دو نوع آنزیم افزایندهٔ کربوهیدرات‌ها به غشا نمی‌باشد. درضمن اضافه‌شدن کربوهیدرات قبل از ورود به خون رخ می‌دهد پس این گزینه کلاً نادرست است. **گزینهٔ (۴):** فردی که رخ‌نمود گروه خونی آن با دو نوع ژن‌نمود قابل نمایش است پس حتماً یک صفت خالص و یک صفت ناخالص دارد و از آنجا که این فرد پروتئین D را دارد یعنی ممکن است از نظر این صفت خالص یا ناخالص باشد پس در مورد داشتن کربوهیدرات‌های A و B نمی‌توان با قاطعیت صحبت کرد.

۳۵۰۱ (۱) اووسیت ثانویه لقاح را آغاز می‌کند. اووسیت ثانویه یاخته‌ای هاپلوئید با کروموزوم‌های دو کروماتیدی است و دارای یک کروموزوم شمارهٔ ۱ با دو نسخهٔ ژن گروه خونی Rh بر روی کروماتیدهای خود می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** دقت کنید که هر یاختهٔ هسته‌داری باید برای Rh دگره داشته باشد. **گزینهٔ (۳):** دگره‌های گروه خونی Rh بر روی کروموزوم ۱ قرار دارند و اگر ژن‌نمود یاختهٔ DD باشد این دگره‌ها هر دو بارز هستند و نسبت به یکدیگر رابطهٔ بارز نهفتگی ندارند. **گزینهٔ (۴):** در صورتی‌که ژن‌نمود یاختهٔ I^Bi باشد، یاخته‌های هاپلوئیدی که تشکیل می‌شوند به‌طور طبیعی یا دگرهٔ i یا دگرهٔ I^B را دارند. دگرهٔ i پروتئین اضافه‌کنندهٔ کربوهیدرات A یا B را به غشا رمز نمی‌کند.

۳۵۰۲ (۴) موارد (ب)، (ج)، (د) و (ه) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) درست. در مورد آلبومین خون صحیح است. پروتئین در فرد سالم به کپسول بومن تراوش نمی‌شود. (ب) **نادرست.** در مورد عمل کربنیک‌انیدراز نادرست است که آب را با CO_2 ترکیب می‌کند. (ج) **نادرست.** پروتئین مونوساکارید ندارد با آنزیم رنایی اشتباه نگیرید. (د) **نادرست.** در مورد پروتئین‌های مکمل که با برخورد به هم فعال می‌شوند رد می‌شود. (ه) **نادرست.** منظور عامل Rh است که نقش آنزیمی ندارد.

۳۵۰۳ (۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح می‌باشند.

بررسی موارد (الف) **درست.** واژهٔ ناقل ویژهٔ بیماری‌های نهفته می‌باشد. (ب) **درست.** در هردو حالت که مستقل ا زجنس هستند، سه نوع ژنوتیپ (AA - Aa - aa) و دو نوع فنوتیپ (A و a) دارند. (ج) **درست.** در بیماری‌های مستقل از جنس، اگر والدین سالم، دختر بیماری داشته باشند، صفت قطعاً نهفته است و اگر از والدین بیمار، دختر سالم به دنیا بیاید، صفت قطعاً بارز بوده است. (د) نادرست. در بیماری مستقل از جنس بارز، فرد ناخالص، Aa خود بیمار است ولی ممکن است فرزندان وی همگی الل a را از وی و همسرش بگیرند و سالم aa باشند.

- انواع بیماری‌های مستقل از جنس در انسان
  - مستقل از جنس نهفته (مغلوب)
    - بروز آن با وجود دو ژن (الل) نهفته (a) می‌باشد (مثل بیماری فنیل‌کتونوری aa).
    - احتمال ابتلا به آن‌ها در دختران و پسران **یکسان** است.
    - فرد بیمار در یاخته‌های دیپلوئید خود دو الل (a) مربوط به ژن بیماری را دارد.
    - فقط افراد aa به صورت بیمار شناخته می‌شوند.
    - افراد سالم به دو صورت خالص (AA) و ناخالص یا ناقل (Aa) دیده می‌شوند.
    - می‌توان از لقاح پدر و مادری سالم که ناقل (Aa) بوده‌اند، انتظار داشت که با ترکیب گامت‌های دارای الل a فرزندی بیمار (aa) ایجاد شود ولی اگر پدر و مادر هر دو بیمار (aa) باشند، **قطعاً** فرزند آن‌ها نیز بیمار (aa) خواهد شد.
    - بیماری‌هایی مثل فنیل‌کتونوری، کم‌خونی داسی‌شکل، تالاسمی و... را شامل می‌شوند.
  - مستقل از جنس بارز (غالب)
    - بیانگر یک صفت **بارز** می‌باشد که آن صفت (A) سبب ایجاد بیماری می‌شود (مثل ایجاد صفت Rh مثبت منتقل می‌شوند).
    - احتمال ابتلا به این بیماری‌ها در پسر و دختر **برابر** می‌باشد.
    - داشتن حداقل یک ژن یا الل بارز (A) که بروز دهندهٔ بیماری است، سبب ایجاد فرزند بیمار می‌شود.
    - افراد AA بیمار خالص هستند که فقط گامت A ایجاد کرده و هر فرزند خود را بیمار می‌کنند. این افراد دارای دو والد بیمار نیز می‌باشند (چون هر کس که حداقل یک الل A دارد، بیمار است).
    - افراد Aa بیمار ناخالص بوده که نصف گامت‌های آن‌ها الل A دارند که فرزندان را بیمار می‌کند. در این افراد حداقل یک والد آن‌ها که الل A داشته است، قطعاً بیمار بوده است.
    - افراد aa سالم خالص هستند و فاقد الل انتقال دهندهٔ بیماری می‌باشند ولی می‌توانند دو والد بیمار ناخالص (Aa) داشته باشند (در ادامه آن‌ها را بررسی می‌کنیم).
    - واژهٔ ناقل در این صفات معنایی ندارد چون ناقل، فردی سالم ناخالص می‌باشد که در صفات نهفته معنا دارد. در این صفات فرد ناخالص، بیمار می‌باشد.
    - اگر پدر و مادری دارای این بیماری به صورت ناخالص (Aa) باشند، می‌توانند فرزندی سالم (aa) ایجاد کنند.

۳۵۰۴ (۲) هموفیلی، یک بیماری با ژن‌های وابسته به X نهفته می‌باشد که دگرهٔ آن روی فام‌تن جنسی X واقع است. در حقیقت دگره‌ای که در بدن افراد سالم می‌تواند در روند انعقاد خون و ساخت فیبرین فعال باشد، در آن‌ها غیرفعال است. در این افراد لخته شدن خون دچار اختلال می‌شود و در اثر خونریزی در معرض مرگ قرار می‌گیرند. هموفیلی انواعی دارد که **شایع‌ترین** نوع آن‌ها (نه هر نوع آن) مربوط به فقدان عامل انعقادی VIII (هشت) خون می‌باشد (گزینهٔ (۲) نادرست است ولی گزینهٔ (۱) مفهوم صحیحی دارد).

نکته

هر بیماری وابسته به X نهفته در افراد XY بیشتر از XX بروز می‌یابد. چون بیماری نهفته است، در مردان با داشتن یک دگرهٔ بیمار X^hY فرد بیمار می‌شود، ولی در زنان وجود هر دو فام‌تن X دارای دگرهٔ بیماری نیاز است و در صورتی که این دگره با دگرهٔ سالم X^H همراه شود، یک زن ناقل سالم X^HX^h به حساب می‌آید، بنابراین گزینهٔ (۳) مفهوم صحیح دارد.

هموفیلی یک بیماری وابسته به X نهفته دودگره‌ای می‌باشد که در مردان و زنان حالات زیر را دارد (دلیل درستی مفهوم گزینهٔ (۴)).

مردان
- ژنوتیپ: $X^HY - X^hY \longrightarrow$ ۲ نوع
- فنوتیپ: بیمار - سالم $\longrightarrow$ ۲ نوع

زنان
- ژنوتیپ: $X^HX^H - X^HX^h - X^hX^h \longrightarrow$ ۳ نوع
- فنوتیپ: سالم - سالم - بیمار $\longrightarrow$ ۲ نوع

$\Rightarrow$ درجامعه ۵ نوع ژنوتیپ و ۲ نوع فنوتیپ سالم و بیمار وجود دارد.

۳۵۰۵ (۴): هموفیلی یک بیماری وابسته به X نهفته می‌باشد که حالت ناقل یا ناخالص آن فقط در زنان (افراد X^HX^h) بروز می‌یابد. نصف تخمک‌های این افراد دارای یک X^h بوده که حاوی ژن انتقال بیماری می‌باشد و می‌تواند نصف پسران خود را مبتلا به هموفیلی X^hY کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** از آنجایی که روی یک فام‌تن، ژن‌ها و صفات مختلفی وجود دارند، پس این زنان می‌توانند برای سایر صفات وابسته به خود، خالص یا ناخالص باشند، مثلاً فرد $X^H_{a\ b}X^h_{A\ b}$ دارای دو صفت وابسته به X ناخالص و یک صفت خالص می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** اگر زنی X^HX^h با مردی X^hY ازدواج کند، می‌توانند طبق قانون احتمالات دارای دختر X^hX^h بیمار شوند. **گزینهٔ (۳):** زنان بالغ در نیمهٔ اول دورهٔ جنسی خود بین استروژن و هورمون‌های FSH و LH خود هم سیستم بازخوردی منفی دارند و هم در حوالی روزهای تخمک‌گذاری دارای سیستم بازخوردی مثبت می‌شوند.

۳۵۰۶ (۳): هموفیلی وابسته به X نهفته است و دختر بیمار (X^hX^h)، حتماً دارای پدر بیمار (X^hY) می‌باشد ولی فنیل‌کتونوری، مستقل از جنس نهفته است و دختر بیمار (aa) می‌تواند والدین سالم ناقل (Aa) داشته باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در **شایع‌ترین** نوع هموفیلی، در بدن فرد بیمار فاکتور انعقادی ۸ خون ساخته نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** در بیماری وابسته به Y، دگرهٔ بیمار فقط از پدر به پسر می‌رسد. **گزینهٔ (۴):** در هر نوع بیماری هموفیلی، تولید لخته و رشته‌های فیبرین دچار اختلال می‌شوند.

۳۵۰۷ (۳): وقتی پدر و مادر هر دو سالم هستند، اگر دختر بیمار به دنیا بیاید، قطعاً بیماری **مستقل از جنس نهفته** بوده است. در این حالت دختر aa به دنیا آمده است و همهٔ فرزندان این دختر در آینده حداقل یک دگرهٔ a برای بیماری را از مادر خود به ارث می‌برند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** چون پدر خانواده، سالم (X^HY) است، امکان ندارد دختر هموفیلی (X^hX^h) به دنیا بیاید. **گزینهٔ (۲):** اگر فرزندی بیمار در حالت صفت **بارز** به دنیا بیاید، قطعاً هر والدی که این دگرهٔ بیمار را داشته است نیز بیمار بوده است (پس نمی‌شود، فرزندی بیمار، دارای دو والد سالم باشد). **گزینهٔ (۴):** در حالت مستقل از جنس نهفته نیز ممکن است از والدین سالم ناقل، پسر یا دختر بیمار aa به دنیا بیاید.

۳۵۰۸ (۴): در حالت مستقل از جنس بارز، پسر سالم به صورت aa است که هر والد آن یک الل سلامتی (a) را داشته‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در بیماری بارز، کلمهٔ ناقل معنی ندارد. **گزینهٔ (۲):** در بیماری مستقل از جنس نهفته، دختر سالم اگر ناخالص (Aa) باشد، می‌تواند یک والد بیمار (aa) داشته باشد. **گزینهٔ (۳):** در بیماری وابسته به X نهفته، پسر بیمار (X^aY) می‌تواند پدری سالم (X^AY) بدون الل بیماری داشته باشد.

۳۵۰۹ (۳): موارد (الف)، (ج) و (د) صحیح هستند.

نکته

هرگاه از زوجی سالم، فرزند بیمار به دنیا بیاید، بیماری نهفته است (مثل فنیل‌کتونوری و هموفیلی)، و هرگاه از زوج بیمار، فرزند سالم به دنیا بیاید، بیماری بارز است.

بررسی موارد (الف) **درست**، به دنیا آمدن **دختر** بیمار از زوج سالم، نشان‌دهندهٔ بیماری مستقل از جنس نهفته است چون در صفت وابسته به X، پدر این دختر باید بیمار باشد. (ب) نادرست، به دنیا آمدن **پسر** سالم از زوج بیمار نشانهٔ بارز بودن بیماری است ولی نحوهٔ توارث آن می‌تواند وابسته یا مستقل از X باشد. (ج) **درست**، به دنیا آمدن پسر بیمار از زوج سالم نشانهٔ نهفته بودن بیماری است ولی نحوهٔ توارث آن می‌تواند وابسته یا مستقل از X باشد. (د) **درست**، به دنیا آمدن دختر سالم از زوج بیمار نشانهٔ بارز بودن بیماری است که قطعاً وابسته به X نبوده است چون پدر بیمار باید دختر بیمار داشته باشد.

۳۵۱۰ (۳): بیماری وابسته به Y، فقط در مردان دیده می‌شود و بروز می‌یابد که در این حالت چون Y فاقد فام‌تن همتا می‌باشد، پس فقط یک دگره دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بیماری وابسته به Y، فقط در مردان دیده می‌شود و فقط برای آن یک دگره وجود دارد که چون الل متقابلی ندارد به صورت بارز یا نهفته در رخ‌نمود نمایان می‌شود. **گزینهٔ (۲):** بیماری وابسته به X بارز، در زنان به صورت ناخالص (X^AX^a) بروز می‌یابد که در این صورت مرد بیمار (X^AY)، همواره دختران بیمار دارد (X^AX^A یا X^AX^a) ولی این مرد می‌تواند، صاحب پسر سالم یا بیمار شود. **گزینهٔ (۴):** اگر ژن بیماری خاصی فقط از تخمک به فرزندان برسد، قطعاً آن ژن روی ژنوم سیتوپلاسمی تخمک بوده است که فقط از مادر به فرزندان دختر و پسر می‌رسد، پس این ژن در هسته نبوده و هیستون ندارد.

۳۵۱۱ (۲): در ادامهٔ این گفتار بارها توضیح خواهیم داد که در صفات وابسته به جنس، مردان یا هر جاندار XY، دارای تعداد ژن‌نمود و رخ‌نمودی برابر با تعداد دگره‌های آن صفت می‌باشد (رد گزینه‌های (۳) و (۴)) ولی در زنان اگر صفت دودگره‌ای بدون رابطهٔ بارز و نهفتگی باشد، ۳ نوع ژن‌نمود و ۳ نوع رخ‌نمود (X^RX^R-X^RX^W-X^WX^W) دیده می‌شود ولی در صورت رابطهٔ بارز و نهفتگی، در زنان، ۳ نوع ژن‌نمود (X^AX^A-X^AX^a-X^aX^a) و ۲ نوع رخ‌نمود بارز (A) و نهفته (a) مشاهده می‌شود.

۳۵۱۲ (۳) هر دو بیماری **وابسته به X نهفته** هستند، پس دختر سالم واجد هر دو دگرهٔ بیماری روی دو کروموزوم X متفاوت، دختر ناقلی به صورت $X_A^hX_a^H$ بوده که هر فام‌تن X را از یک والد گرفته است پس یک والد، دگرهٔ هموفیلی (X^h) و والد دیگر دگرهٔ بیماری (X^a) را دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ممکن است دختر به صورت $X_A^HX_A^H$ به دنیا بیاید که مادری ناقل هر دو بیماری $(X_a^hX_A^H)$ داشته باشد. **گزینهٔ (۲):** اگر پدر هر دو بیماری را داشته باشد (X_a^hY)، پسران وی Y پدر را می‌گیرند و هر ژن‌نمودی ممکن است توسط مادر خود داشته باشند. **گزینهٔ (۴):** اگر والدین سالم باشند، فقط پسر آن‌ها می‌تواند هر دو بیماری را داشته باشد که پسران، میوز را در بیضه‌ها در خارج حفرهٔ شکمی انجام می‌دهند (دختران، میوز خود را در دوران جنینی در حفرهٔ شکمی مادر انجام می‌دهند).

۳۵۱۳ (۲) موارد (ب) و (د) درست می‌باشند. چون هموفیلی وابسته به X است و مردان یک X دارند، پس صفت دیگر هم وابسته به X می‌باشد که چون دارای چند الل است پس صفتی چندجایگاهی وابسته به X بوده است.

بررسی موارد (الف) نادرست. چون صفت فوق چندجایگاهی است. (ب) **درست.** زنان XX هستند و در هر جایگاه آن دو الل دارند. (ج) نادرست. هر هستهٔ این مرد برای این دو صفت دارای بیش از سه الل می‌باشد پس دو هستهٔ آن بیشتر از شش الل دارد. (د) **درست.** اگر صفت فوق دوجایگاهی باشد و هر جایگاه هم دوالللی (A و a یا B و b) باشد چهار حالت X_b^AY، X_B^aY، X_b^aY و X_B^AY برای آن متصور هستیم.

۳۵۱۴ (۱) در صفت وابسته به X و با رابطهٔ بارز و نهفتگی بین دگره‌ها، پسری که رخ‌نمود نهفته دارد یعنی دارای ژن‌نمود X^aY می‌باشد. این پسر قطعاً Y خود را از پدر و X^a خود را از مادر خود گرفته است، پس مادر وی قطعاً یا X^aX^a و یا X^AX^a بوده است که دگرهٔ X^a را داشته است.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۲) و (۴):** در صفات وابسته به X، بین پدر و پسر، رابطه‌ای بین کروموزوم‌های X وجود ندارد. **گزینهٔ (۴):** مادر اگر ناخالص X^AX^a هم باشد، باز هم ممکن است پسر با رخ‌نمود نهفته X^aY ایجاد شود.

۳۵۱۵ (۲) موارد (ب) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. مادرِ بیماری اگر در صفت جنسی بارز به صورت ناخالص (X^AX^a) باشد می‌تواند پسر x^ay سالم هم داشته باشند. (ب) **درست.** پدر بیمار در این حالت اگر خالص (AA) باشد همهٔ فرزندانش الل بیمار بارز A دارند و بیمار می‌شوند. اگر هم پدر بیمار، ناخالص (Aa) باشد ممکن است به‌طور اتفاقی برای ایجاد هر دختر اسپرم A دار را داده باشد که آن‌ها بیمار شده باشند. (به قید می‌توانند دقت کنید). (ج) نادرست. مثلاً بیماری هموفیلی را در نظر بگیرید، دختر سالم ناقل (X^HX^h) می‌تواند پدر بیمار (X^hY) داشته باشد. (د) **درست.** در بیماری نهفته مستقل از جنس، والدین هر دو بیمار به صورت aa هستند و نمی‌توانند فرزندی سالم و با الل A داشته باشند.

بیماری‌های نهفته ۳۶۹

موارد مقایسه	وابسته به X نهفته	مستقل از جنس نهفته
ناقل دارد؟	فقط زنان دارای یک دگرهٔ بیماری	همهٔ افراد دارای یک دگرهٔ بیماری
تعداد دگرهٔ لازم برای بروز بیماری	در مردان یکی و در زنان دوتا	در همه دوتا
تولد پسر بیمار از پدر و مادر سالم	+	+
تولد دختر بیمار از پدر و مادر سالم	−	+
تولد دختر سالم از پدر و مادر بیمار	−	−
تولد پسر سالم از پدر و مادر بیمار	−	−
تولد پسر سالم از پدر سالم و مادر بیمار	−	+
تولد دختر سالم از پدر سالم و مادر بیمار	+	+
تولد دختر بیمار از پدر بیمار و مادر سالم	+	+
تولد پسر بیمار از پدر بیمار و مادر سالم	+	+

۳۵۱۶ (۴) تمامی موارد امکان‌پذیر می‌باشند.

بررسی موارد (الف) و (ج) در صورتی که صفت موردنظر نوعی صفت وابسته به کروموزوم جنسی Y باشد، آن‌گاه زنان جمعیت فاقد الل برای این صفت خواهند بود. مردان هم در اکثر یاخته‌های پیکری خود (به‌جز گویچه‌های قرمز، ماهیچه‌های اسکلتی و ...) تنها دارای یک الل برای این صفت می‌باشند. (ب) در صورتی که صفت موردنظر تحت تأثیر محیط قرار بگیرد، این گزینه امکان‌پذیر خواهد بود، برای مثال فرض کنید بروز نوعی صفت، وابسته به دمای محیط در هنگام تولد است! در این صورت افراد دارای ژنوتیپ یکسان، بسته به اینکه در چه دمایی به دنیا آمده‌اند فنوتیپ متفاوتی خواهند داشت! (د) این مورد هم مانند بالایی با اثر محیط امکان‌پذیر است. برای مثال فرض کنید که بنا به دلایلی افراد دارای ژنوتیپ خالص شانس زنده‌ماندن کمتری در محیط دارند (مانند آنچه در کم‌خونی داسی‌شکل در مناطق مالاریاخیز مشاهده می‌شود). در این صورت با گذشت زمان جمعیت افراد ناخالص بیشتر خواهد شد!

۳۵۱۷ (۱) فقط مورد (ج) صحیح است. بیماری ژنتیکی که تنها از **پدر** بیمار به **تمام پسرها** می‌تواند منتقل شود و روی کروموزوم فاقد همتا قرار داشته باشد (یعنی یا X یا Y). فقط مربوط به کروموزوم **Y** است.

بررسی موارد (الف) نادرست. در هر پسر تنها یک کروموزوم Y وجود دارد؛ بنابراین نمی‌تواند حالت ناقل این بیماری در یک پسر وجود داشته باشد. (ب) نادرست. اسپرم‌ها یاخته‌های هسته‌داری هستند که در فرد سالم در نصف آن‌ها کروموزوم Y دیده نمی‌شود. (ج) **درست.** کروموزوم Y این فرد دارای الل بیماری است؛ در نتیجه این کروموزوم Y از پدر آمده است و پدر به‌طور حتم دارای این بیماری می‌باشد (با فرض اینکه احتمال جهش صفر باشد). (د) نادرست. این فرد تنها یک الل از این ژن روی کروموزوم‌های Y خود دارد؛ در نتیجه چه الل A باعث بیماری شود، چه الل a، در هر صورت بیماری بروز می‌کند یعنی اصلاً فرد Aa وجود ندارد که بفهمیم کدام بارز و کدام نهفته است.

۳۵۱۸ **(۴)** زنان در هر بار میوز، فقط در صورت ورود اسپرم یک یاختهٔ جنسی ایجاد می‌کنند ولی پسر بالغ در هر بار میوز (بدون جابه‌جایی کروموزوم)، دو نوع یاختهٔ جنسی ایجاد می‌کند. بنابراین فرزندی که در هر بار تقسیم میوز قطعاً یاختهٔ جنسی دارای دگرهٔ بیماری را تولید کند، پسری بیمار با ژن‌نمود X^fY می‌باشد. پسران در صفت وابسته به X نمی‌تواند ناقل باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در صورتی که ژن‌نمود والدین به صورت X^FY و X^FX^f یا X^fY و X^FX^f باشد، می‌توانند فرزند فاقد دگرهٔ بیماری (X^FY) داشته باشند. پس نمی‌توان دقیقاً اظهار نظر کرد. **گزینهٔ (۲):** در صورتی که ژن‌نمود والدین به صورت X^fY و X^FX^f باشد، پدر بیمار و مادر سالم است. این والدین می‌توانند فرزند پسری با ژن‌نمود X^FY داشته باشند که الل بیماری f ندارند. **گزینهٔ (۳):** ژن‌نمود والدین بیمار به صورت X^fY و X^fX^f است. این والدین می‌توانند پسر بیمار x^fy داشته باشند که در کروموزوم Y آن، ژن بیماری وجود ندارد.

۳۵۱۹ **(۳)** در صفت وابسته به X نهفته مثل هموفیلی، هیچ‌گاه دختر بیمار (X^aX^a) نمی‌تواند پدری سالم (X^AY) داشته باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** امکان انتقال دارد. اگر مادر سالم ناقل (X^AX^a) و پدر بیمار (X^aY) باشد احتمال دختر بیمار (X^aX^a) وجود دارد. **گزینهٔ (۲):** امکان انتقال دارد. اگر در بیماری وابسته به X نهفته، مادر بیمار (X^aX^a) باشد، تمام پسران آن بیمار و به صورت X^aY می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** امکان انتقال دارد. اگر مادر سالم ناقل (X^AX^a) باشد، به فرزندان پسر می‌تواند صفت بیماری را منتقل کند و صفت وابسته به Y هم از پدر به پسر منتقل می‌شود.

۳۵۲۰ **(۲)** *به لفظ صورت سؤال خوب دقت کن! گفته کروم یکیشو نمی‌شه قطعاً (به‌طور حتم!) درست بگیریم! همان‌طور که اول سؤال گفتم، ما نمی‌تونیم به‌طور قطع بگیم که این فرد دارای هموفیلیه! (معاینش که نکردیم...!) پس نمی‌تونیم به‌طور حتم بگیم یک الل نهفته روی کروموزوم جنسیش داره! ممکنه کلی اشکال انعقادی دیگه داشته باشه! بیایم یکم این مرد رو دریابیم!*

نکته

ژنوتیپ گروه خونی از نظر کربوهیدرات که مشخصه: OO

ژنوتیپ گروه خونی از نظر پروتئین Rh دو حالت داره: Dd - DD

مشکل انعقادی: *کی گفته همهٔ مشکلای انعقادی مربوط به هموفیلیه؟ کلی بیماری دیگه هست که می‌تونه سبب اختلال در انعقاد خون بشه! مثلاً اشکال در مقدار ویتامین K یا یون کلسیم باشه!*

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** *این مورد همیشه درسته! خوب هواست باشه*، درست است که گروه خونی O منجر به تولید آنزیمی که کربوهیدرات به غشا اضافه کند نمی‌شود، اما این فرد دو الل $(i$ یا $a)$ این صفت را قطعاً در دو کروموزوم شمارهٔ ۹ خود را دارد! **گزینهٔ (۴):** این فرد، از نظر Rh، چه ناخالص باشد و چه خالص، روی یکی از کروموزم‌های شماره یک خود الل D را دارد! *پس اینم میشه قطعاً بگیمش. (ای کاش طراح یک قید عاقل می‌ذاشت که برفی (چهار دوگانگی نشن!!)* **گزینهٔ (۴):** گویچهٔ قرمز مثل بقیهٔ یاخته‌های بدن، کربوهیدرات و پروتئین در غشای خود دارد! *پس حتماً که نباید هر کربوهیدرات یا پروتئین غشای آن‌ها مربوط به گروه خونی باشه!* از طرفی گویچهٔ قرمز از یاخته‌های بنیادی **میلوئیدی** مغز استخوان ایجاد شده که انواعی یاختهٔ دیگر هم می‌تواند بسازد.

۳۵۲۱ **(۳)** سؤال در مورد بیماری **مستقل از جنس بارز** می‌باشد چون مرد XY است و نمی‌تواند در صفات جنسی، کروموزوم‌های **همتا** داشته باشد. در این مثال، پدر خانواده ژن‌نمود AA و رخ‌نمود بیمار داشته است، در حالی که مادر خانواده، سالم و دارای ژن‌نمود aa می‌باشد. در این خانواده همهٔ فرزندان اعم از دختر و پسر Aa و بیمار خواهند شد. دقت کنید که در سؤال نگفته، فقط دختران آن‌ها سالم نمی‌شوند بلکه گفته دختری سالم متولد نمی‌شود. در صورتی که پسر سالم هم متولد نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. این بیماری مستقل از جنس **بارز** است و در زن یا مرد با یک الل بیماری به صورت ناخالص (Aa) نیز بروز می‌کند. **گزینهٔ (۲):** نادرست. در این بیماری امکان ندارد از والدین سالم (aa)، فرزند بیمار با الل A به دنیا بیاید. **گزینهٔ (۳):** **درست.** در بیماری‌های ارثی بارز، وجود یک دگره، باعث بروز بیماری می‌شود ولی در بیماری‌های نهفتهٔ مستقل از جنس، وجود هر دو دگرهٔ بیماری برای بروز بیماری ضروری است. **گزینهٔ (۴):** نادرست. در بیماری وابسته به جنس **بارز**، مرد که XY است، نمی‌تواند ناخالص یا خالص باشد ولی دقت کنید که در هر بیماری بارز، این صفت در هر فردی می‌تواند به صورت **ناخالص** (نه ناقل!) سبب بیماری شود ولی کلمهٔ **ناقل** را نباید برای آن به کار ببریم چون واژهٔ **ناقل**، مخصوص بیماری‌های **نهفته** می‌باشد که در افراد **ناخالص** دیده می‌شود.

۳۵۲۲ **(۲)** تولید فاکتور ۸ خون صفت وابسته به X هموفیلی می‌باشد، حالت مو صفتی دو اللی با رابطهٔ بارزیت ناقص و مستقل از جنس و گروه خونی ABO، صفتی مستقل از جنس سه اللی می‌باشد. دو صفت مستقل از جنس در مرد و زن و یاخته‌های معادل آن‌ها یکسان هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. اسپرماتوسیت ثانویه‌ای که دارای کروموزوم Y باشد، به‌طور قطع ژن تولید **فاکتور ۸ خون** را ندارد ولی جسم‌قطبی در هر حالتی ژن سالم یا بیمار آن را دارد در مورد دو صفت دیگر مانند هم هستند (دو یاختهٔ مورد نظر محصول میوز ۱ هستند و هاپلوئید مضاعف می‌باشند). **گزینهٔ (۲):** **درست.** اسپرماتوسیت اولیه و اسپرماتوگونی، دیپلوئید XY هستند که برای این سه صفت به ترتیب، یک الل برای هموفیلی روی X، دو الل برای حالت مو و دو الل برای گروه خونی ABO دارند. **گزینهٔ (۳):** نادرست. جسم‌قطبی ثانویه حاصل از میوز ۲ اووسیت ثانویه، **تک**کروماتیدی می‌باشد و از هر ژن فقط یک نسخه دارد ولی اووسیت ثانویه، از هر ژن، دو نسخهٔ مشابه دارد. **گزینهٔ (۴):** نادرست. در مورد **انواع** الل‌ها اشتباه نکنید و به دیپلوئید و هاپلوئید بودن توجه نکنید. مثلاً ممکن است اووسیت اولیهٔ دیپلوئید به صورت X^HX^HAARR باشد و همانند اووسیت ثانویهٔ هاپلوئید، سه نوع الل X^HAR داشته باشد.

۳۵۲۳ **(۴)** صفت فوق قطعاً بیماری بارز می‌باشد (وابسته به X بارز). وقتی هر دو والد بیماری وابسته به جنس دارند، پس ژن این صفت روی فام‌تن X است نه Y (نادرستی گزینهٔ (۱)). از طرفی این بیماری وابسته به X بارز (X^A) بوده است و مادر در این صفت قطعاً بیمار ناخالص (X^AX^a) و پدر بیمار (X^AY) می‌باشد و فرزند به دنیا آمده نیز پسر سالم (X^aY) بوده است. در این خانواده نصف یاخته‌های حاصل از میوز مادر که می‌تواند گویچه یا اووسیت ثانویه باشد، حاوی دگرهٔ بیماری (X^A) بوده است و **کلمهٔ ناقل در مورد این بیماری که بارز است مفهومی ندارد** (نادرستی گزینهٔ (۲) و (۳)).

نکته

در این خانواده، فرزند سالم فقط می‌تواند پسر (X^aY) باشد. پس از بلوغ، در نصف اسپرم‌های خود که Y دارند، فاقد دگرهٔ بیماری فوق می‌باشد (درستی گزینهٔ (۴)).

۳۵۲۴ **(۳)** **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** نادرست. ممکن است بیماری وابسته به Y باشد که مادر اصلاً الل بیماری را ندارد. **گزینهٔ (۲):** نادرست. صفت بارز و مادر AA بوده است که همهٔ فرزندان آن بیماری می‌شوند. هستهٔ اووسیت ثانویهٔ این مادر یک الل A در دو نسخه دارد. **گزینهٔ (۳):** **درست.** در صورت وابسته به Y بودن صفت صحیح است. **گزینهٔ (۴):** نادرست. اگر نوع صفت مستقل از X بارز باشد پدر Aa و مادر Aa می‌شوند که دختر سالم aa دارند. در این حالت از هر چهار فرزند، سه تای آن‌ها بیمار می‌شوند که فقط یک حالت فرزند سالم خالص aa دارند و $\frac{۲}{۳}$ بیمارند.

۳۵۲۵ **۱** در صورتی که پسر مبتلا به نوعی بیماری وابسته به X بارز باشد، یعنی بر روی کروموزوم X خود، دارای الل بارز بیماری (A) است. پسر خانواده این الل را از مادر خود دریافت کرده است؛ بنابراین مادر هم باید الل بارز بیماری را داشته باشد و قطعاً بیمار باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** این گزینه نشانگر بیماری مستقل از جنس نهفته است و آن را می‌توان با بیماری فنیل‌کتونوری بررسی کرد (با الل‌های f و F). در صورتی که پدر و مادر سالم باشند و ژنوتیپ آن‌ها به صورت Ff باشد؛ آن‌گاه فرزندان می‌توانند ژنوتیپ ff را داشته باشند که منجر به بیماری می‌شود (چون در مورد وابسته به X نهفته، دختر بیمار قطعاً پدر بیمار داشته است). **گزینهٔ (۳):** در صورتی که مادر ناخالص فقط یک الل بارز بیماری را به صورت X^AX^a یا Aa داشته باشد و آن الل بارز را فقط به پسر خود بدهد، این مورد امکان‌پذیر است. **گزینهٔ (۴):** این گزینه را هم می‌توان با بیماری هموفیلی بررسی نمود. اگر ژنوتیپ پدر و مادر به ترتیب به صورت X^hY و X^HX^h باشد، آن‌گاه پدر برخلاف مادر بیمار است و امکان تولد دختر بیمار و پسر سالم هم در خانواده وجود دارد.

۳۵۲۶ **۱** فردی که ناقل هموفیلی است، X^HX^h و قطعاً **زن** می‌باشد. این فرد صرف نظر از هر نوع ژن‌نمودی **در هر بار میوز** در نهایت می‌تواند در صورت برخورد اسپرم، به اووسیت ثانویهٔ آن، حداکثر یک نوع گامت (تخمک) و تعدادی جسم‌قطبی ایجاد کند.

نکته در این سؤال، اگر توانایی ایجاد چند **نوع** گامت در **انواع** میوزها را می‌خواست، چون می‌توان ژن‌نمود X^HX^hAODd را در نظر بگیریم، حداکثر ۸ نوع گامت و حداقل در حالت X^HX^hAADD دو نوع گامت می‌تواند در میوزهای **مختلف** خود ایجاد کند (ولی یک تقسیم میوز در هر زن، حداکثر یک یاختهٔ جنسی یا تخمک ایجاد می‌کند).

۳۵۲۷ **۲** **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** نادرست. والد B^+ حتماً $BODd$ بوده است (به دلیل فرزند $OOdd$) در این صورت والد دیگر با Rh مثبت می‌تواند $AODd$ باشد. **گزینهٔ (۲): درست.** والد AB^+ حتماً به دلیل فرزند Rh منفی به صورت $ABDd$ می‌باشد. در این صورت هر دو گامت شروع کنندهٔ لقاح (اسپرم و اووسیت ثانویه) باید الل d داشته باشند چون فرزند Rh منفی شده است. پس اووسیت نمی‌تواند دو ژن D در اووسیت ثانویه داشته باشد. **گزینهٔ (۳):** نادرست. در این سؤال دقت کنید که گامت هیچگاه دارای پروتئین و زوائد گروه خونی نمی‌باشد. این عوامل روی گویچهٔ قرمز هستند. **گزینهٔ (۴):** نادرست. از بیخ و بن غلط است، آخه چطور والد با گروه خونی AB می‌تواند فرزند با گروه خونی O داشته باشد! *(فکر کردن به این موضوع هم والا زشته!)*

۳۷۰ **گروه‌های خونی**

فنوتیپ	ژنوتیپ	نوع رابطه	خالص یا ناخالص	الل بارز	آنزیم	کربوهیدرات غشا	شمارهٔ کروموزوم
A	AA	...	خالص	A	A	A	۹
	AO	بارز و نهفتگی	ناخالص	A	A	A	۹
B	BB	...	خالص	B	B	B	۹
	BO	بارز و نهفتگی	ناخالص	B	B	B	۹
AB	AB	هم‌توانی	ناخالص	A,B	A,B	A,B	۹
O	OO	...	خالص	...	...	...	۹

۳۵۲۸ **۱** فنیل‌کتونوری بیماری مستقل از جنس **نهفته** است. پس اگر زوجی سالم بتوانند صاحب دختری بیمار (ff) شوند، قطعاً این زوج سالم ناقل (Ff) بوده‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در صورتی که یک والد سالم خالص (FF) باشد، فرزند فنیل‌کتونوری، به دنیا نمی‌آید. **گزینهٔ (۳):** با دو ژن‌نمود خالص FF یا ff، تمام فرضیات مسئله باطل می‌شوند (چون والدین را سالم در نظر گرفته است). **گزینهٔ (۴):** ژن بیماری فنیل‌کتونوری روی کروموزوم **غیرجنسی** قرار دارد.

۳۵۲۹ **۲** صفت حالت مو به دلیل داشتن سه شکل صاف (WW)، موج‌دار (RW) و فر (RR) مستقل از جنس بوده و در هر دو نوع جنسیت مشاهده می‌شود. مرد یا پدر خانواده که مادرش موی موج‌دار (RW) و پدرش موی صاف (WW) دارد، خودش یا موی (RW) موج‌دار و یا موی صاف (WW) دارد. از طرفی خانمی که پدرش موی فر (RR) و مادرش موی صاف (WW) دارد، خودش، حتماً موی **موج‌دار** (RW) دارد. پس پدر خانواده RW یا WW است ولی مادر قطعاً RW می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. فرزند با موی موج‌دار به صورت RW می‌باشد که در هر دو صورت ژن‌نمود پدر RW یا WW امکان‌پذیر است. (به قید قطعاً در سؤال دقت کنید!) **گزینهٔ (۲): درست.** موی فر در فرزند، نشانهٔ ژن‌نمود RR است در این صورت هر دو والد الل R را داشته‌اند، پس هر دو RW هستند. **گزینهٔ (۴):** نادرست. فرزند با موی صاف حتماً WW می‌باشد که می‌تواند پدر WW و مادر RW داشته باشد. **گزینهٔ (۴):** نادرست. حالت موی ناخالص فقط به صورت RW می‌باشد که در این صورت پدر هر دو حالت RW یا WW را می‌تواند داشته باشد.

۳۵۳۰ **۲** موارد (الف) و (د) صحیح می‌باشند.

بررسی موارد **الف) درست.** در آمیزش والدین $Dd\times Dd$، فقط برخی فرزندان (DD و dd) با والدین ژنوتیپ متفاوت دارند. در آمیزش دو والد $Dd\times Dd$، هر نوع ژنوتیپ و فنوتیپ در فرزندان محتمل است. **ب)** نادرست. در دو آمیزش، $AB\times OO$ و $AA\times BB$، همهٔ فرزندان ژنوتیپ و فنوتیپ متفاوت با والدین دارند. قسمت دوم این عبارت در مورد والد با گروه خونی OO نادرست است که هیچ کربوهیدرات گروه خونی را ندارد. **ج)** نادرست. اگر والدین را $AA\times BO$ در نظر بگیریم دراین حالت نیز فرزند AB جدید به دنیا می‌آید ولی یکی از والدین خالص می‌باشد. **د) درست.** در این حالت دو والد باید $DD\times DD$ یا $dd\times dd$ باشند که در این حالت هر دو والد خالص هستند.

۳۵۳۱ **۴** **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** نادرست. دختر ناقل از نظر دو بیماری فوق به صورت X^HX^hFf است که می‌تواند پدر فنیل‌کتونوری و مادر هموفیل داشته باشد (پدر X^HYff و مادر X^hX^hFf). در این حالات اگر یک بیماری هم برای هر والد در نظر بگیریم، آن‌ها بیمار هستند. **گزینهٔ (۲):** نادرست. زن هموفیل $X^hX^hF\_?$ و مرد فقط فنیل‌کتونوری X^HYff ممکن است شایع‌ترین هموفیلی که فقدان فاکتور ۸ می‌باشد در مادر وجود نداشته باشد و نوع دیگری از هموفیلی باشد در این صورت این گزینه غلط است چون پسر وی هموفیلی است ولی فاکتور ۸ را می‌سازد و مشکل از عامل دیگری است. **گزینهٔ (۳):** نادرست. دختر بیمار خالص در هر دو صفت به صورت X^hX^hff است که در این صورت قطعاً پدر هموفیل دارد. **گزینهٔ (۴): درست.** مادر X^HX^hff و پدر $X^hYF\_?$ است، دختر ناقل هموفیل و سالم آن‌ها حتماً Ff بوده‌اند چون مادر ff است.

۳۵۳۲: ۴ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** نادرست. فقط در بیماری‌های **مستقل** از جنس بارز، می‌توان تصور کرد دختر سالم (aa) از زوج بیمار ناخالص (Aa) به دنیا بیاید (چون در وابسته به جنس بارز، دختر سالم $x^a x^a$، حتماً پدر سالم $x^a y$ دارد). پس دختر فوق باید خالص aa باشد. اصلاً دقت کنید که اگر دختر مورد نظر ناخالص (Aa) بود، در بیماری بارز، قطعاً بیمار بوده است. **گزینهٔ (۲):** نادرست. *فب مگه فقط بیماری وابسته به X نهفته در مورد هموفیلی است که شما این گزینه رو انتخاب کردید؟!* **گزینهٔ (۳):** نادرست. ناقل در بیماری بارز واژه‌ای بی‌معنی است. چون فرد ناقل فردی ناخالص سالم است ولی در بیماری‌های بارز افراد ناخالص قطعاً بیمار هستند. **گزینهٔ (۴):** **درست.** پدر سالم $X^H Y$ و مادر ناقل $X^H X^h$، دختر $X^H X^H$ ژنوتیپ جدید دارد که فاقد الل بیماری وابسته به X نهفته است.

۳۵۳۳: ۴ با توجه به اینکه پدر و مادر، گروه خونی A و B دارند و فرزند آن‌ها گروه خونی O دارد، ژنوتیپ **پدر** $I^A i$ و **مادر** $I^B i$ است. پس هر چهار نوع فنوتیپ گروه خونی ABO در فرزندان محتمل است. همچنین چون پدر و مادر هر دو گروه خونی مثبت دارند و فرزند آن‌ها منفی است، **هر دو والد Dd** هستند. از طرفی **پدری که هموفیلی ندارد، قطعاً** $X^H Y$ است و با توجه به اینکه پسر آن‌ها هموفیلی دارد، **مادر باید** $X^H X^h$ باشد. در نتیجه **امکان ندارد** صاحب دختری مبتلا به هموفیلی شوند زیرا **دختران آن‌ها یا** $X^H X^H$ **و یا** $X^H X^h$ خواهند بود ولی پسر سالم و بیمار و دختر ناقل ایجاد می‌شوند پس در این مسائل از جنس دوالل (مثل فنیل‌کتونوری یا Rh) اگر والدین ناخالص بودند، احتمال هر فرزندی از آن‌ها در این صفات وجود دارد. سایر گزینه‌ها امکان‌پذیر می‌باشند.

۳۵۳۴: ۴ در بیماری مستقل از جنس نهفته (مثل فنیل‌کتونوری)، پدر خالص (aa یا AA) است که اگر دختر سالم خالص داشته باشد، قطعاً فاقد دگرهٔ بیماری بوده است و AA می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دختر بیمار ($X^h X^h$) هموفیل قطعاً هر دو والد آن دگرهٔ X^h را داشته‌اند و پدر وی نیز قطعاً بیمار بوده است ($X^h Y$). **گزینهٔ (۲):** در وابسته به X بارز، اگر دختر سالم است یعنی $X^a X^a$ بوده است، مادر می‌تواند سالم $X^a X^a$ یا بیمار ناخالص $X^A X^a$ باشد. **گزینهٔ (۴):** در بیماری مستقل از جنس بارز، اگر فرزند سالم aa به دنیا بیاید، والدین ممکن است بیمار ناخالص (Aa) باشند.

۳۵۳۵: ۴ بیماری‌های مطرح شده در فصل ۳ کتاب درسی دوازدهم، **فنیل‌کتونوری و هموفیلی** می‌باشند که اولی مستقل از جنس نهفته و دومی وابسته به X نهفته می‌باشد. از بین این دو بیماری، در این خانواده تنها در بیماری **فنیل‌کتونوری** می‌توان ژنوتیپ یکسان پسر و مادر را مشاهده کرد (پسر یک X دارد بنابراین هیچ‌گاه دارای ژنوتیپ برابر با مادرش در صفات مربوط به جنس نمی‌باشد). در هموفیلی پدر بیمار می‌تواند $X^h Y$ و مادر سالم $X^H X^h$ یا $X^H X^H$ باشد. در فنیل‌کتونوری پدر بیمار ff و مادر سالم می‌تواند FF یا Ff باشد. (هیچگاه در صفت وابسته به X ژنوتیپ پسر مثل مادر یا دختر مثل پدر نخواهد شد که خیلی واضح است یکی XX و دیگری XY است).

پدر \ مادر	$X^H X^H$	$X^H X^h$
$X^h Y$	$X^H X^h$ $X^H Y$	$X^H X^h$ - $X^h X^h$ $X^H Y$ - $X^h Y$

پدر \ مادر	FF	Ff
ff	Ff	Ff - ff

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به جدول، در صورت تولد فرزند دختر در هر دو بیماری می‌توان دختر ناقل با ژنوتیپ ناخالص را مشاهده کرد. **گزینهٔ (۲):** دختر بیمار و پسر سالم را می‌توان در هر دو بیماری در جدول مطرح شده در این خانواده مشاهده کرد. **گزینهٔ (۳):** در هر دو بیماری می‌توان ژنوتیپ متفاوت دختر با مادر را مشاهده کرد، مثلاً دختری هموفیل و فنیل‌کتونوری، قطعاً ژنوتیپ متفاوت با مادر خود دارد.

۳۵۳۶: ۴ خوب به صورت سؤال دقت کن! گفته در صورت **هر** نوع ازدواج بین **سالم‌ها** مهم‌ترین مطلب این است که در بیماری هموفیلی چه نوع مرد و یا زن‌های سالمی داریم؟

○ مرد: فقط می‌تونه $X^H Y$ باشه ○ زن: $X^H X^H$ یا $X^H X^h$	⇐	اگر فقط بیایید مرد و زن فاقد الل بیماری را با هم آمیزش دهید به راحتی گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳) رد می‌شوند. چون اصلاً الل بیماری وجود ندارد که کسی بیمار یا ناقل شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اولاً برای این صفت چون فقط در پسران، یک کروموزوم داریم خالص و ناخالص تعریف نمی‌شود (رد گزینهٔ (۱) و گزینهٔ (۳))، ثانیاً در صورت ازدواج مرد سالم با یک خانم سالم و خالص، پسر آن‌ها قطعاً سالم است! **گزینهٔ (۲):** چون پدر سالم است، نمی‌تونیم دختر بیمار داشته باشیم! *چون همیشه الل بارز X^H رو می‌ره حتی اگه مادر بیمار باشه* (که اینجا نیست!). **گزینهٔ (۴):** در هر نوع آمیزشی، امکان تولد دختر سالم خالص به صورت $X^H X^H$ وجود داره!

۳۵۳۷: ۲ در این خانواده که والدین سالم هستند (چون توانایی ساخت هر دو نوع آنزیم یا پروتئین موردنظر را دارد.)، به دلیل به دنیا آمدن پسری با گروه خونی B با دو بیماری هموفیلی ($X^h Y$) و فنیل‌کتونوری (ff)، این پسر، ژن‌نمود $X^h Yff BO$ را دارد. در این خانواده (چون پسر، هر کروموزوم X خود را از مادر می‌گیرد.)، مادر قطعاً ژن‌نمود $X^h X^H FfAB$ و پدر ژن‌نمود $X^H YFfAO$ داشته است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. اگر فرزند سالم آن‌ها را پسر فاقد بیماری هموفیلی در نظر بگیریم، این پسر فقط یک دگرهٔ X^H دارد و خالص یا ناخالصی در آن صفت XYها معنی ندارد. **گزینهٔ (۲):** **درست.** دختر سالم آن‌ها با گروه خونی AA (خالص) می‌تواند به صورت $X^H X^h AAFf$ باشد ولی هر دو دگرهٔ بیماری (f و X^h) را به صورت ناقل داشته باشد. **گزینهٔ (۳):** نادرست. فرزند فوق را قطعاً باید **پسر هموفیل** با ژن‌نمود $X^h Y$ در نظر بگیریم که در آینده مانند هر مردی، در هر میوز ۴ گامت ایجاد می‌کند، ولی زنان در هر میوز خود در صورت برخورد اسپرم به اووسیت ثانویه، یک گامت و سه گویچه ایجاد می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** نادرست. در این خانواده، دختر هموفیل $X^h X^h$ به دنیا نمی‌آید چون پدر خانواده سالم $X^H Y$ است.

۳۵۳۸: ۴ همهٔ موارد صحیح هستند. بیماری وابسته به X بارز را با X^A نشان می‌دهیم. پدر دارای ژنوتیپ $X^H_A YFf$ می‌باشد و مبتلا به بیماری A است و مادر وقتی ناخالص است دو حالت می‌تواند داشته باشد: ۱) $X^H_a X^h_A Ff$ یا ۲) $X^H_A X^h_a Ff$. حال به بررسی موارد می‌پردازیم.

بررسی موارد **الف)** چون پدر هموفیلی ندارد، دخترش هم قطعاً این بیماری را ندارد ولی قطعاً بیماری وابسته به X بارز را دارد. پس در حالت دوم مادر، این دختر می‌تواند $X^H_A X^H_A ff$ با سه صفت خالص و دو بیماری (A و f) به دنیا بیاید. **ب)** در قسمت (الف) توضیح دادم. **ج)** اگر مادر را حالت اول در نظر بگیریم، پسر $X^h_A Y$ با دو بیماری هموفیلی و A به دنیا می‌آید که به دلیل X_A، هر دختر وی در آینده بیماری A را دارد. **د)** در صورت مادر (۱)، پسر $X^H_a YF$ ؟ سالم است. در این حالت این مادر و پدر نمی‌توانند دختر Aa ایجاد کنند.

۳۵۳۹ (۴) همهٔ موارد زیر احتمال تولد دارند. در فصل ۴ می‌خوانید که در بیماری کم‌خونی داسی‌شکل افراد AA می‌توانند مبتلا به مالاریا شوند و چون به این بیماری مقاوم نیستند، در اثر مالاریا از بین می‌روند ولی افراد As یا ss اگر آلوده به عامل مالاریا شوند، به این بیماری مبتلا نمی‌شوند. افراد As زنده می‌مانند ولی افراد ss معمولاً به دلیل بیماری کم‌خونی داسی‌شکل از بین می‌روند. این سؤال را اینجا آوردم تا با این مدل مسائل آشنا شوید ولی انواع مختلف آن را در فصل ۴ ادامه می‌دهیم.

برویم سروقت تست: مادر سالم و مستعد ابتلا به مالاریا از نظر داسی‌شکل به صورت سالم خالص (AA) می‌باشد ولی پدری سالم از نظر داسی‌شکل که مبتلا به مالاریا نمی‌شود As است که ناقل کم‌خونی داسی‌شکل می‌باشد. *حالا بریم ببینیم عبارات چی میگن؟!*

بررسی موارد (الف) مادر AA که بیماری هموفیلی و فنیل‌کتونوری ندارد به صورت ناقل هموفیلی و فنیل‌کتونوری X^HX^hFfAA می‌تواند باشد در این صورت ممکن است دو پسر دوقلوی همسان با جفت مشترک (ولی بندناف آن‌ها همیشه جداست) به دنیا بیاید که هر دو X^hY هموفیل و مبتلا به فنیل‌کتونوری ff باشند چون پدر هم الل f را با ژنوتیپ Ff داشته است. (ب) اگر این دو دختر دوقلوی غیرهمسان باشند، جفت و بندناف غیرمشترک دارند که یکی از آن‌ها AA و مستعد به ابتلا به مالاریا است ولی فرزند دیگر As بوده و مقاوم به مالاریا است. (ج) اگر مادر از نظر هموفیلی ناقل سالم باشد، احتمال تولد پسر هموفیل با عدم ساخت فاکتور ۸ خون دارد این پسر می‌تواند در صفات غیرجنسی کم‌خونی داسی‌شکل مانند مادر AA باشد (پدر As و مادر AA است) و ژنوتیپ فنیل‌کتونوری آن هم مثل مادر باشد (مثلاً FF یا Ff). (د) اگر **فنوتیپ** دختر آن‌ها مثل مادر از نظر داسی‌شکل سالم ولی از نظر ژنوتیپ متفاوت As شود، در صورت آلوده شدن به عامل مالاریا، مقاوم است و هیچ بیماری را بروز نمی‌دهد (با فرض اینکه در سایر بیماری‌ها نیز سالم باشد).

۳۵۴۰ (۴) پدر خانواده فاقد کربوهیدرات مربوط به گروه خونی در سطح گویچه‌های قرمز است درنتیجه دارای گروه خونی O و مادر خانواده دارای هر دو نوع کربوهیدرات گروه خونی است درنتیجه دارای گروه خونی AB می‌باشد. از آنجا که پدر خانواده سالم است پس از نظر بیماری‌های وابسته به جنس نهفته دارای ژنوتیپ $X^{DH}Y$ است اما مادر خانواده دارای دو پسر که هر کدام مبتلا به فقط یک نوع بیماری وابسته به جنس هستند، در نتیجه باید الل‌های بیماری این دو بر روی کروموزوم‌های X متفاوتی قرار گرفته باشد ($X^{hD}X^{dH}$). در صورتی که ژنوتیپ پدر $FfOODdX^{DH}Y$ و ژنوتیپ مادر : $FfAB-dX^{hD}X^{dH}$ باشد در این مثال در بیماری فنیل‌کتونوری چون والدین ناخالص هستند، هر نوع فرزندی احتمال تولد دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در این خانواده احتمال تولد فرزندی با گروه خونی AB وجود ندارد. **گزینهٔ (۲):** پدر خانواده از نظر بیماری تحلیل ماهیچه‌ای دوشن سالم است و درنتیجه نمی‌تواند دارای دختری مبتلا به این بیماری باشد. **گزینهٔ (۳):** الل‌های هر دو بیماری وابسته به جنس بر روی کروموزوم‌های X متفاوتی در مادر قرار دارند، پس نمی‌تواند پسر آن‌ها مبتلا به هر دو بیماری وابسته به جنس باشد. **گزینهٔ (۴):** دختری ff از نظر هموفیلی سالم (X^HX^H) و گروه خونی AO یا BO با یک نوع کربوهیدرات گروه خونی به دنیا می‌آید.

۳۵۴۱ (۲) والدین هر دو گروه خونی AB دارند تا بتوانند با گروه خونی یکسان، فرزند A و B داشته باشند. از آنجا که پسر این خانواده مبتلا به هموفیلی است، مادر از نظر هموفیلی ناخالص (ناقل) بوده و دارای الل بیماری است. از آنجا که والدین سالم هستند اما دارای فرزند مبتلا به فنیل‌کتونوری می‌باشند درنتیجه والدین دارای ژنوتیپ ناخالص Ff هستند چون پدر خانواده از نظر هموفیلی سالم است پس نمی‌تواند دارای دختری مبتلا به هموفیل باشد (این والدین در صفت فنیل‌کتونوری هر فرزندی می‌توانند داشته باشند ولی فقط دختر هموفیل و فرزندی با گروه خونی O ندارند! *پس اگر زبل باشید می‌تونید حدس بزنید الان طراح چه دام‌هایی پهن می‌کند!*).

X^HYABFf	ژنوتیپ پدر
X^HX^hABFf	ژنوتیپ مادر

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پسر خانواده می‌تواند الل f را از هر دو والد بگیرد و الل h را از مادر، که مبتلا به فنیل‌کتونوری و هموفیلی شود و گروه خونی AB داشته باشد. **گزینهٔ (۳):** مادر خانواده از نظر بیماری هموفیلی سالم است پس می‌تواند پسر سالم از نظر هموفیلی داشته باشد. از آنجا که والدین هر دو گروه خونی AB را دارند درنتیجه احتمال به دنیا آمدن پسری با گروه خونی AB وجود دارد. **گزینهٔ (۴):** والدین از نظر بیماری فنیل‌کتونوری دارای ژنوتیپ ناخالص هستند و می‌توانند دختری بیمار داشته باشند. هر دو والد از نظر هموفیلی الل سلامتی را دارند پس دختر این خانواده قطعاً از نظر هموفیلی سالم است و می‌تواند گروه خونی AB نیز داشته باشد.

۳۵۴۲ (۲) موارد (ب) و (ج) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. قسمت اول پسر (XY)، سالم از نظر فنیل‌کتونوری (FF) یا (FP)، دارای کربوهیدرات A (Aa - AA - AB) و پروتئین D (DD یا Dd) است که حاصل‌ضرب آن‌ها ۱۲=۲×۳×۲×۱ حالت ژنوتیپ دارد. دختر مورد نظر از نظر هموفیلی سالم (X^HX^h یا X^HX^H)، یک نوع کربوهیدرات گروه خونی (AO -BB -BO) دارد که تا اینجا ۸ حالت می‌شود ولی دقت کنید که پروتئینی به نام d در گروه خونی وجود ندارد. (ب) **درست.** پسر اول از نظر داسی‌شکل سالم با دو نوع ژنوتیپ (As یا AA) است که گروه خونی OO مثبت دارد که دو حالت ژنوتیپ DD یا Dd می‌توان برای آن متصور شد پس کلاً ۴ حالت وجود دارد. در مورد دختر در این عبارت گروه خونی AB^+ دارد که دو حالت DD یا Dd دارد پس این عبارت ۲<۴ صحیح است. (ج) **درست.** این پسر هموفیل نیست (X^HY) و موی موج‌دار (RW) دارد ولی داشتن کربوهیدرات B، سه حالت AB، BB و BO را برای آن متصور می‌شود. دختر سالم فنیل‌کتونوری دو حالت (FF یا Ff) دارد که وقتی هموگلوبین‌های داسی دارد یک حالت ss می‌شود پس کلاً دو حالت برای آن متصور هستیم، پس این عبارت هم صحیح است (۲<۳). (د) نادرست. الل بیماری فنیل‌کتونوری در دو حالت (Ff و ff) وجود دارد و کربوهیدرات O نیز اصلاً وجود ندارد، پس این عبارت غلط علمی است و نادرست است.

۳۵۴۳ (۲) چون پدر و مادر گروه‌خونی A و B دارند و هر دو مثبت هستند اما **فرزند آن‌ها O و منفی** شده است، پس پدر و مادر در هر دو این صفت‌ها **ناخالص** هستند. همچنین چون پدر و مادر از نظر تحلیل ماهیچه‌ای دوشن **سالم** هستند اما **پسرشان بیمار شده** (X^mY)، پس **پدر** X^MY و **مادر** X^MX^m بوده است، در نتیجه **امکان ندارد** دختر مبتلا به تحلیل ماهیچه‌ای دوشن با ژنوتیپ X^mX^m متولد شود. دقت کنید که ژنوتیپ پدر و مادر را از نظر تالاسمی نمی‌توان به‌طور قطع تعیین کرد اما برای یافتن پاسخ سؤال نیز نیازی به آن نداشتیم! (در مورد تالاسمی هر حالت سالم خالص یا ناخالص را می‌توانید برای والدین در نظر بگیرید به همین دلیل هر نوع فرزندی امکان تولد دارد). از طرفی چون مادر از نظر بیماری دوشن ناخالص است، امکان تولد هم پسر سالم و هم پسر بیمار وجود دارد.

۳۵۴۴ (۳) پدر و مادری که گروه خونی B و A دارند و فرزند آن‌ها دارای گروه خونی O است، قطعاً I^Bi و I^Ai هستند. در نتیجه دختر آن‌ها می‌تواند از نظر گروه خونی **ii و خالص** باشد. پدر مبتلا به کوررنگی، X^tY است و چون **پسر آن‌ها مبتلا به کوررنگی** شده است، مادر باید X^TX^t باشد. در نتیجه **امکان ندارد** دختر آن‌ها از نظر صفت کوررنگی سالم خالص شود زیرا فقط می‌تواند X^TX^t باشد. سایر گزینه‌ها امکان‌پذیرند.

۳۵۴۵ :(۲) ابتدا ژنوتیپ فرزندان را بررسی می‌کنیم تا پی به والدین ببریم.

دختر: فاقد آنزیم تجزیه‌کنندهٔ فنیل‌آلانین بوده و به فنیل‌کتونوری مبتلا است. بنابراین ژنوتیپ ff دارد. همچنین گروه خونی B داشته که می‌تواند به دو صورت BB و BO مشاهده شود.

پسر: عامل انعقادی شماره هشت را ندارد، بنابراین به هموفیلی مبتلا است و ژنوتیپ آن X^hY می‌باشد. همچنین گروه خونی آن A است که می‌توان به دو صورت AO و AA مشاهده شود.

حالا سؤال به ما چه می‌گوید؟ می‌گوید **ژنوتیپ** پدر و مادر از نظر گروه خونی **یکسان** است! با توجه به حالات در نظر گرفته شده، **ژنوتیپ** هردو AB بوده است چون فقط در این حالت هم فرزند A و هم فرزند B به دنیا می‌آید. پدر و مادر **سالم** هم هستند، پس ژنوتیپ مادر X^HX^hFfAB و ژنوتیپ پدر X^HYFfAB می‌باشد. می‌توان تولد پسری سالم از نظر هموفیلی X^HY و بیمار از نظر فنیل‌کتونوری (ff) را مشاهده کرد که گروه خونی AB دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید چون پدر از نظر هموفیلی سالم (X^HY) است. دختر نیز همواره از این نظر سالم می‌باشد و نمی‌تواند بیمار هموفیلی X^hX^h شود. **گزینه‌های (۳) و (۴):** خوب دقت کنید که ژنوتیپ OO در فرزندان وجود ندارد.

۳۵۴۶ :(۲) موارد (ج) و (د) صحیح گرفته شده است. در این سؤال دقت زیادی لازم است تا گول طراح را نخورید. مردی با گروه خونی O^+ به صورت $OODD$ یا $OODd$ می‌باشد ولی باید بسیار باهوش باشید و تا **مشکل انعقاد خون** را دیدید این مرد بیچاره را مبتلا به **هموفیلی** در نظر نگیرید. شاید هزاران مشکل دیگر مثل عدم تولید پروترومبین، فیبرینوژن، تولید هپارین زیاد و غیره داشته باشد. در آخر سؤال ذکر شده مواردی را انتخاب کنید که با **قاطعیت** صحیح هستند.

بررسی موارد **الف)** نادرست. این فرد چون گروه خونی O دارد، یعنی روی هر دو کروموزوم همتای شمارهٔ ۹ خود هرکدام یک الل O دارد ولی روی گویچه‌های قرمز خود فاقد کربوهیدرات گروه خونی می‌باشد. **ب)** نادرست. این همان حقهٔ طراحی بود و می‌خواست شما به سمت هموفیلی بودن و وابسته به X بودن صفت بروید ولی فرد ممکن است بیماری‌ها و مشکلات دیگر غیرارثی در زمینهٔ انعقاد داشته باشد. **ج)** **درست.** بهتر بود طراح کلمهٔ **حداقل** را در ابتدای جمله میاوردا طراح می‌گه به‌طور قاطعانه «**بر روی یکی از بلندترین فام‌تن‌ها یعنی جفت اول ژن D دارد.**» خب اگر فرد DD باشد که بر روی هر دوتا کروموزوم D خود این ژن را دارد *(به احتمال زیاد طراح میگه من که نگفتم فقط بر روی یکی دارد! پس فودرت رو مقید نکن وقتی قید نداری!)*. **د)** **درست.** نمونهٔ این عبارت بارها در کتاب الگو بود که من گفته بودم در هر غشای یاخته‌ای، ما تعدادی کربوهیدرات در سطح خارجی داریم و اینکه کربوهیدرات غشای گویچهٔ قرمز فقط مربوط به گروه خونی ABO است، عبارتی نادرست است. خب گویچه‌های قرمز از یاخته‌های میلوئیدی ایجاد شده‌اند.

لفظ مورد (ج) را به خوبی یاد بگیرید! گفته قطعاً روی یکی از کروموزوم‌های شمارهٔ یک خود ژن D را دارد که خب درسته و ما می‌تونیم با قطعیت راجب یکی از کروموزوم‌هاش صحبت کنیم اما با قطعیت نمی‌تونیم راجب اون یکی کروموزومش صحبت کنیم.

۳۵۴۷ :(۱) اول به یک نکته دقت کنید. در این طور سؤالات نباید A و a را در مرد و زن از نظر سالم یا بیمار اشتباه تصور کنید. مهم افراد ناخالص هستند که در حالت بارز، صفت را نمایان می‌کنند اگر صفت ایجاد بیماری را با M و سلامتی را با N نشان دهیم، ابتدا با توجه به فرض سؤال جدول مقابل را بفهمید تا متوجه منظور من بشید.

X	MM	MN	NN
مرد	بیمار	بیمار	سالم
زن	بیمار	سالم	سالم

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** **درست.** دختر بیماری MM و پسر سالم NN از والدین MN ایجاد می‌شوند که پدر بیمار و مادر سالم است. **گزینهٔ (۲):** نادرست. وقتی هر دو والد NN هستند فرزندان همگی سالم می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** نادرست. پدر سالم NN که دختر بیمار MM نمی‌تواند داشته باشد. **گزینهٔ (۴):** نادرست. پدر بیمار (MM - MN) و مادر سالم (MN - NN) امکان هر فرزندی از لقاح افراد MN متصور است.

۳۵۴۸ :(۴) صفت خال‌دار شدن گوش در مردان به صورت نهفته و در زنان به صورت بارز می‌باشد چون در حالت ناخالص Aa، مردان در گوش خود، خال ندارند ولی در زنان مشاهده می‌شود.

ژن‌نمود	AA	Aa	aa
زنان	خال‌دار	خال‌دار	بی‌خال
مردان	خال‌دار	بی‌خال	بی‌خال

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. زن دارای گوش خال‌دار به صورت AA یا Aa می‌باشد و اگر پسر وی گوش خال‌دار (AA) داشته باشد، در مورد پدر وی فقط می‌دانیم که دگرهٔ A داشته است که می‌تواند AA (خال‌دار) یا Aa (بدون خال) باشد. **گزینهٔ (۲):** نادرست. زن بدون خال در گوش به صورت aa می‌باشد که نمی‌تواند پسر دارای گوش خال‌دار به صورت AA داشته باشد. **گزینهٔ (۳):** نادرست. زن بدون خال در گوش به صورت aa، اگر پسر بدون خال در گوش به صورت Aa یا aa داشته باشد، ممکن است پدر این پسر نیز همانند مادر ژن‌نمود aa داشته باشد که پسر آن‌ها aa و بدون خال در گوش به دنیا آمده است. **گزینهٔ (۴):** **درست.** زنی با گوش خال‌دار به صورت AA یا Aa می‌باشد که اگر پسر وی گوش بدون خال به صورت Aa یا aa داشته باشد و پسر به صورت خالص یعنی aa باشد، در این صورت مادر وی Aa خال‌دار بوده ولی پدر این پسر باید حداقل یک دگرهٔ a داشته باشد که در هر صورت چه Aa و چه aa باشد، فردی بدون خال در گوش می‌باشد.

۳۵۴۹ :(۲) این سؤال هم مثل سؤال قبل است یعنی در مردان و زنان حالات زیر اعمال می‌شود. دقت کنید که حالات AA و aa در هر دو جنس شکل ظاهری یکسان ایجاد می‌کنند.

جنس	AA	Aa	aa
مرد	طاس	طاس	مودار
زن	طاس	مودار	مودار

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. از آمیزش مرد طاس (Aa یا AA) با زن طاس (AA) همهٔ پسران A دارند و طاس می‌شوند ولی پسر Aa می‌تواند در آینده فرزند aa مودار داشته باشد. **گزینهٔ (۲):** **درست.** مرد طاس (Aa یا AA) با زن مودار (aa یا Aa) وقتی پسر مودار (aa) و دختر طاس (AA) دارند پس هر دو والد ناخالص بوده‌اند. **گزینهٔ (۳):** نادرست. مرد مودار (aa) با زن مودار (aa یا Aa) دختر طاس (AA) نخواهند داشت. **گزینهٔ (۴):** نادرست. مرد مودار (aa) با زن طاس (AA) فرزند ناقل هموفیلی آن‌ها دختر است که ژنوتیپ Aa دارد که هر دو صفت آن ناخالص است و طاس هم نمی‌باشد.

۳۵۵۰ :(۴) در جمعیت مردان در ارتباط با طاسی سر، مردان طاس با ژنوتیپ‌های AA و Aa و غیرطاس با ژنوتیپ aa و در ارتباط با صفت داشتن انگشت وسط کوتاه‌تر از انگشت اشاره، مردان دارای انگشت وسط کوتاه با ژنوتیپ bb و مردان دارای انگشت وسط بلند با ژنوتیپ BB و Bb دیده می‌شوند اما در جمعیت زنان، در ارتباط با طاسی سر، زن طاس با ژنوتیپ aa و غیرطاس با ژنوتیپ AA و Aa و در ارتباط با صفت داشتن انگشت وسط کوتاه‌تر از انگشت اشاره، زن دارای انگشت وسط کوتاه با ژنوتیپ BB، Bb و انگشت وسط بلند با ژنوتیپ bb دیده می‌شود. در مورد گزینهٔ (۴) که جواب است، ژنوتیپ پسر دارای انگشت وسط کوتاه و غیرطاس به صورت bb و aa است که هر کدام از الل‌ها را یکی از پدر و دیگری را از مادر گرفته است. پدر دارای الل b می‌تواند bb و انگشت وسط کوتاه و دارای الل a می‌تواند ژنوتیپ Aa و طاس باشد. مادر پسر نیز درصورت داشتن الل a به صورت طاس با ژنوتیپ aa و با داشتن الل b دارای ژنوتیپ bb می‌تواند باشد که انگشت وسط بلندتر از انگشت اشاره دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** درصورت ازدواج مرد Aa و زن Aa، دختر aa می‌تواند به دنیا بیاید که طاس است. **گزینهٔ (۲):** درصورت ازدواج مرد Aa و Bb با زن aa و Bb می‌تواند پسر aa به دنیا بیاید که غیرطاس است. **گزینهٔ (۳):** دختر طاس دارای ژنوتیپ aa است که می‌تواند پدر Aa داشته باشد که طاس است.

۳۵۵۱ (۱) فقط مورد (د) صحیح است. موی صاف ss، فر FF و موج‌دار Fs در نظر می‌گیریم. پدر به صورت $FsA\_D\_$ و مادر $ssABdd$ بوده است.

بررسی موارد (الف) نادرست. اصلاً امکان ندارد در این آمیزش فرزند با موی فر FF به دنیا بیاید. (ب) نادرست. فرزندی که هیچ عامل گروه خونی ندارد، O^- می‌باشد که اصلاً با وجود مادر AB این فرد زاده نمی‌شود. (ج) نادرست. اگر پدر به صورت AO باشد، ممکن است فرزند BO به دنیا بیاید که فاقد کربوهیدرات A می‌باشد. (د) **درست.** این عبارت مشخص کنندهٔ فرزند با گروه خونی B^- می‌باشد. در این صورت پدر به صورت $AODd$ بوده است.

توجه والد اول حتماً پدر خانواده است و چون صفت حد واسط Fs دارد پس این صفت وابسته به X نمی‌باشد چون در این صورت پدر نمی‌تواند ناخالص باشد.

۳۵۵۲ (۲) از آمیزش مرد aa (انگشت اشاره بلندتر) با زنی دارای انگشت اشاره بلند که به صورت Aa یا aa است، دو نوع فرزند Aa یا aa ایجاد می‌شود. این فرزندان دخترانی با انگشت اشارهٔ بلندتر و پسرانی با دو حالت متفاوت هستند (پس دخترانی با انگشت اشارهٔ کوتاه‌تر به دنیا نمی‌آیند).

در مردان، انگشت اشاره (E) کوتاه‌تر از انگشت وسط (V) به صورت بارز است و در زنان نهفته است.

دقت کنید که در هر دو جنس افراد AA، دارای ژن‌هایی هستند که انگشت اشارهٔ کوتاه‌تری از وسط دارند ($E<V$).

افراد aa نیز در هر دو جنس انگشت اشارهٔ بلندتری از وسط دارند ($E>V$) ولی در افراد Aa، در مردان انگشت اشاره کوتاه‌تر است ($E<V$) ولی در زنان انگشت وسط کوتاه‌تر است ($V<E$).

	AA	Aa	aa
زن	$E<V$	$E>V$	$E>V$
مرد	$E<V$	$E<V$	$E>V$

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مرد با انگشت اشارهٔ بلندتر به صورت aa است و خانم آن دارای انگشت وسط بلندتر AA می‌باشد. در این صورت همهٔ فرزندان Aa می‌شوند که پسران انگشت اشارهٔ کوتاه‌تر و دختران انگشت اشارهٔ بلندتر از وسط دارند. **گزینهٔ (۳):** مرد با انگشت اشارهٔ کوتاه‌تر AA یا Aa می‌باشد. با خانمی با انگشت اشارهٔ بلندتر aa یا Aa، مدنظر است که سه نوع فرزند aa، AA یا Aa به دنیا می‌آید. در این حالت انگشت اشاره بلندتر، هم در دختران و پسران خالص aa و هم در دختران ناخالص Aa دیده می‌شود. **گزینهٔ (۴):** مرد با انگشت اشارهٔ کوتاه‌تر به صورت AA یا Aa است، با خانمی AA ازدواج می‌کند، فرزندان دو حالت AA یا Aa می‌شوند که در دختران AA انگشت وسط بلندتر و در Aa، انگشت اشارهٔ بلندتر دارند.

۳۵۵۳ (۲) کوررنگی را با c و فاویسم را با f نشان می‌دهیم! فنیل‌کتونوری را این دفعه به احترام فاویسم، با a نشان می‌دهیم. بعد از اینکه دانسته‌های قطعی خود را از والدین فهمیدیم، باید به ۲ نکتهٔ زیر دقت کنیم! اول به ژنوتیپ والدین دقت کنید!

نکته

در بیماری‌های ژنتیکی، هرگاه در مورد نوعی بیماری در والدی یا فرزندی صحبت نکرده بود و قیدی در مورد والدین نیز در سؤال نداشت، باید آن فرزند یا والدین را **سالم** در نظر بگیریم. در این خانواده چون فرزند اول گروه خونی B^- دارد و هموفیل است، یعنی پسری X^hY بوده است و مادر وی دگرهٔ X^h را به همراه گروه خونی $AODd$، به صورت ناقل داشته است. از طرفی پدر نیز گروه خونی $ABDd$ دارد. از فرزند دوم متوجه می‌شویم که مادر دگرهٔ X^f مربوط به فاویسم را در X دیگر خود دارد چون اگر هر دو دگرهٔ فاویسم و هموفیلی روی یک X بودند (X^f_h)، باید فرزند دوم پسری با دو بیماری فاویسم و هموفیلی به دنیا می‌آمد. در آخر از آنجایی که فرزند دوم فنیل‌کتونوری دارد (aa)، پس والدین آن‌ها سالم ناقل (Aa) بوده‌اند (دقت کنید که در مورد صفت کوررنگی، مادر نمی‌تواند دارای دگرهٔ بیماری X^c باشد چون در این صورت یک پسر وی از دو فرزند اول باید کوررنگ می‌شد.).

دگرهٔ فنیل‌کتونوری ← $ABDdAa$ ← کوررنگی

ژن‌نمود پدر: X^cY $ABDdAa$

ژن‌نمود مادر: $X^fX^hAODdAa$

توجه: در صفات وابسته به X، فقط الل‌های بیمار را نشان داده‌ایم و بقیهٔ الل‌ها سالم هستند.

فرزند اول قطعاً **دختر** نبوده است چون در این صورت، پدر خانواده باید هموفیلی نیز داشته باشد که ندارد.

در این آمیزش در مورد Rh و فنیل‌کتونوری چون هر دو والد ناخالص می‌باشند، پس هر نوع فرزندی احتمال تولد دارد و می‌توانید آن‌ها را اصلاً در نظر نگیرید!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. $[X^h_fY(AO \text{ یا } AA)dd]$ پسر موردنظر است که هیچ‌گاه به دلیل **عدم** داشتن فام‌تن X در مادر که هم‌زمان حامل دگره‌های بیماری هموفیلی و فاویسم با هم باشد، به دنیا نمی‌آید. **گزینهٔ (۲):** **درست.** دختری ناقل دو بیماری با ژن‌نمود $X^cX^h\underset{\text{فنیل‌کتونوری}}{\underline{aa}}AB^+$ که فقط مبتلا به **فنیل‌کتونوری** است از آمیزش این پدر و مادر به دنیا می‌آید. **گزینهٔ (۳):** نادرست. گویچهٔ قرمز دارای هر سه زائدهٔ گروه خونی، مربوط به گروه خونی AB^+ است که از این آمیزش ایجاد می‌شود ولی هیچ‌گاه پسر با سه بیماری به دنیا نمی‌آید حداکثر فنیل‌کتونوری بوده و یک بیماری وابسته به X را از مادر گرفته است. **گزینهٔ (۴):** نادرست. فرزند این خانواده نمی‌تواند گروه خونی BB داشته باشد ولی می‌تواند الل‌های سه بیماری کوررنگی، هموفیلی یا فاویسم و فنیل‌کتونوری را داشته باشد.

۳۵۵۴ (۴) مو درآوردن روی بند انگشتان را با M و نداشتن مو را با N نشان می‌دهیم که در مردان و زنان به صورت جدول زیر می‌باشد. هموفیلی را نیز که واقف هستید وابسته به X نهفته است. مرد سالم از نظر هموفیلی X^HY و زن سالم در حالت (۱) X^HX^H و حالت (۲) X^HX^h دارد.

مو	MM	MN	NN
مرد	دارد	دارد	ندارد
زن	دارد	ندارد	ندارد

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پدر NN و مادر NN یا MN بوده که در حالت (۲) مادر ناقل هموفیل، پسر بیمار آن‌ها در صورت MN بودن مو روی بند انگشتان دارد. **گزینهٔ (۲):** پدر MN یا MM و مادر NN یا MN که مادر ناقل هموفیلی (۲) باشد، پسر بیمار هموفیل آن‌ها اگر NN به دنیا بیاید مو روی بند انگشتان نخواهد داشت. **گزینهٔ (۳):** پدر NN و مادر MM، فرزند سالم خالص آن‌ها دختر X^HX^H است که صفت MN دارد که صفتی ناخالص است و خالص بودن همهٔ صفات را رد می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** پدر MN یا MM و مادر MM می‌توانند باشد. دختر ناقل آن‌ها، سالم و دارای یک الل هموفیلی است که در حالت MN مو روی بند انگشتان ندارد.

۳۵۵۵ : ۳ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** نادرست. طبق جدول باید مادر (۲) را در نظر بگیریم که ناقل است، که اگر با پدر (۱) آمیزش کند، احتمال دختر سالم با گروه خونی AB منفی دارد. **گزینهٔ (۲):** نادرست. پدر حالت (۱) است که اگر با مادر (۲) آمیزش کند، می‌تواند پسر هموفیل X^hY با گروه خونی B^+ داشته باشند. **گزینهٔ (۳): درست.** پدر (۲) بیماری هموفیلی که اگر با مادر (۱) آمیزش کند می‌تواند دختر سالم X_T^H داشته باشد و گروه خونی $AAdd$ متفاوت با فنوتیپ والدین نیز داشته باشد. **گزینهٔ (۴):** نادرست. باید مادر (۱) با یک الل بیماری کام شکاف‌دار را در نظر بگیرید که پسران وی همگی از نظر هموفیلی سالم هستند ولی ممکن است این پسر در اثر کمبود کلسیم مشکل انعقاد خون داشته باشد که ارثی نیست.

مادر (۱)	$X_t^HX_T^H$	$ABDd$
مادر (۲)	$X_t^HX_T^h$	$ABDd$
پدر (۱)	X_T^HY	$ABDd$
پدر (۲)	X_T^hY	$ABDd$

پدر	X^HY	$A\,?\,D\,?$
مادر	X^HX^h	$B\,?\,D\,?$

۳۵۵۶ : ۴ ابتدا طبق معمول باید بریم سر وقت ژنوتیپ والدین و ابهامات را برطرف کنیم! پدر خانواده شایع‌ترین هموفیلی را ندارد X^HY و گروه خونی A^+ $(A\,?\,D\,?)$ دارد که برای گروه‌های خونی آن چهار حالت مختلف متصور هستیم (*AA* یا *AO* و *DD* یا *Dd*). مادر خانواده گروه خونی B^+ (با چهار حالت تصور شده) دارد که ناقل هموفیلی X^HX^h می‌باشد. با توجه به جدول ژنوتیپ والدین بریم سر وقت گزینه‌ها!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. در صورت به دنیا آمدن فرزند O^- ژنوتیپ هر دو والد کاملاً مشخص می‌شود ولی چون فرزند دوم AB^- شده است، اسپرم ایجادکنندهٔ آن‌ها در صفت گروه خونی ABO قطعاً متفاوت بوده است. **گزینهٔ (۲):** نادرست. اگر دختر اول ناقل A^+ باشد پدر می‌تواند اسپرم X^HAD را داده باشد و اگر فرزند دوم دختر خالص AB^+ شود، باز هم پدر می‌تواند اسپرم X^HAD را داده باشد و آرایش تتراد یکسانی با حالت اول داده باشد. **گزینهٔ (۳):** نادرست. در این حالت نیز مادر می‌تواند در ایجاد این فرزندان آرایش تترادی یکسانی داشته باشد، مثلاً در حالت اول مادر الل‌های X^hBd را داده باشد و پسر X^hYBOdd را ایجاد کرده باشد و در حالت دوم هم گامت X^hBd را داده است و دختر X^HX^hABDd را ایجاد کرده است. **گزینهٔ (۴): درست.** بسیار واضح است که وقتی هم پسر و هم دختر دارند، پدر در آمیزش اول X و در آمیزش دوم Y داده است و چون در هر دو آمیزش الل A گروه خونی را داده است پس یکبار X^HAd و یکبار YAd را داده است.

۳۵۵۷ : ۴ *اول بریم ببینیم این عبارت درسته یا غلط!* مرد بیمار از نظر این دو صفت X^hYff می‌باشد ولی خانم سالم در این دو صفت چهار حالت دارد X^HX^h یا X^HX^H و FF یا Ff.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. در دختران (زنان) غدد جنسی تخمدان است ولی گامت (تخمک) در لولهٔ فالوپ تولید می‌شود ولی در پسران (مردان) غدد جنسی بیضه‌ها هستند که اسپرم (گامت) می‌سازند. اگر دو الل یکسان بیماری را ff در نظر بگیریم در پسران این مطلب امکان‌پذیر است. **گزینهٔ (۲):** نادرست. فرزند ناخالص از نظر دو بیماری دختری X^HX^hFf است ولی مادر می‌تواند X^HX^HFF باشد که کاملاً ژنوتیپ متفاوتی دارد. **گزینهٔ (۳):** نادرست. اگر در بیماری هموفیلی پسر بیمار به دنیا نیاید یعنی مادر X^HX^H بوده است که در این حالت، دختر بیمار هم ایجاد نمی‌شود ولی اگر دختری X^HX^hFf به دنیا بیاید که سالم است دارای دو الل h و f بوده است. **گزینهٔ (۴): درست.** در این حالت مادر X^HX^hFf بوده است که پسر با دو بیماری X^hYff، سه الل بیماری دارد و دختر با دو بیماری X^hX^hff چهار الل بیماری دارد.

۳۵۵۸ : ۴ در همهٔ افراد هورمون‌های جنسی علاوه‌بر غدد جنسی، از بخش **قشری** فوق کلیه ترشح می‌شود. برای حل این سؤال ابتدا باید پدر و مادر را از صورت سؤال تشخیص بدهیم. ابتدا به نکتهٔ زیر توجه کنید :

نکته

در بیماری‌های وابسته به X نهفته، پدر سالم همواره دختر سالم دارد؛ زیرا دختران در صورتی بیمار می‌شوند که دو الل بیماری را از پدر و مادر دریافت کرده باشند.

پس متوجه می‌شوید که قسمت ابتدایی سؤال برای **پدر** خانواده است که سالم می‌باشد (X^HYFf) اما مادر مبتلا به بیماری فنیل‌کتونوریا ff است. از آنجا که پسر مبتلا به هموفیلی (X^hY) و دختر سالم دارد پس ژنوتیپ مادر (X^hX^H) می‌شود. گروه خونی پسر و دختر خانواده با هم متفاوت و هر کدام یک نوع **کربوهیدرات** گروه خونی را دارند. بنابراین یکی از والدین الل A و دیگری الل B را دارد اما با توجه به یکسان بودن گروه خونی والدین در صورت سؤال، گروه خونی والدین هر دو AB است. ژنوتیپ مربوط به بیماری فنیل‌کتونوریای مرد نیز به این ترتیب مشخص می‌شود: چون در صورت سؤال اشاره شده که مرد سالم است اما دارای دختر مبتلا به فنیل‌کتونوریا هستند پس پدر در این صفت سالم ناخالص به صورت Ff می‌باشد. از آمیزش دو ژنوتیپ X^HYFfAB و X^hX^HFfAB، نیمی از دختران دارای ژنوتیپ خالص سالم و نیمی ناخالص سالم را خواهند داشت که می‌توانند AA یا BB با یک نوع کربوهیدرات گروه خونی هم باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مادر از لحاظ هموفیلی، الل سلامت را نیز دارد، پس نیمی از پسران سالم و نیمی دیگر هموفیل هستند. **گزینهٔ (۲):** گروه خونی یک صفت مستقل از جنس است و در این سؤال همهٔ پسران بعدی به دنیا آمده می‌توانند گروه خونی مشابه با خواهر خود داشته باشند دقت کنید که تعداد فرزندان در انسان محدود است. ممکن است که در یک خانواده هر نوع گروه خونی ایجاد شود و یا ممکن است سه فرزند آن‌ها گروه خونی A به صورت شانسی داشته باشند. **گزینهٔ (۴):** از آمیزش دو ژنوتیپ AB و AB، گروه خونی O تشکیل نمی‌شود.

۳۵۵۹ : ۳ از آنجایی که فرزند اول به بیماری آکندروپلازی مبتلا نمی‌باشد، $(aa$ بوده) والدین بیمار دارای ژنوتیپ **ناخالص** (Aa) برای این بیماری می‌باشند. همچنین با توجه به بیمار بودن یکی از فرزندان، یعنی مادر سالم، از نظر هموفیلی ناقل می‌باشد و پدر هم که سالم می‌باشد. در این صورت حتی اگر فرزندی مبتلا به آکندروپلازی $(Aa$ یا $AA)$ هم مبتلا شود، امکان تولد فرزندی دیگر به صورت سالم از نظر هر دو بیماری وجود دارد. چون شانس به وجود آمدن هر فرزند مستقل است و بعدی می‌تواند مثلاً پسری سالم به صورت X^HYaa باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** از آنجایی که مادر خانواده ناقل هموفیلی و پدر خانواده **سالم** از نظر هموفیلی است، قطعاً دختر خانواده مبتلا به بیماری هموفیلی (فقدان عامل انعقادی شمارهٔ هشت) نخواهد بود چون پدرش این الل را ندارد. **گزینهٔ (۲):** در این خانواده با فرض تولد دو فرزند با گروه‌های خونی O (که در متن سؤال ذکر شد) و AB نشان می‌دهد که ژنوتیپ گروه خونی اصلی والدین به صورت AO و BO خواهد بود که در این صورت تولد فرزندی با هر گروه خونی اصلی ممکن است. فرزند اول از نظر گروه خونی Rh منفی و فرزند دوم مثبت است، بنابراین ژنوتیپ والدین یا به صورت Dd و Dd خواهد بود یا به صورت Dd و dd که در هر صورت تولد فرزند با گروه مثبت یا منفی ممکن است. **گزینهٔ (۴):** از آنجایی که گروه خونی فرزند اول O منفی است، اگر والدین برای گروه خونی خالص باشند یعنی ژنوتیپ آن‌ها به صورت $OOdd$ می‌باشد، که در این صورت تمامی فرزندان دیگر هم O منفی خواهند بود.

۳۵۶۰ (۲) موارد (ب) و (د) قطعاً ایجاد نمی‌شوند. از آنجایی که والدین (غیر صفت هموفیلی پدر) سالم‌اند اما فرزند مبتلا به بیماری فنیل‌کتونوری (نوعی بیماری مستقل از جنس نهفته) دارند، بنابراین ژنوتیپشان برای این بیماری به صورت ناخالص (Ff) می‌باشد و تولد فرزند دختر و پسر سالم و مبتلا به بیماری برای آن‌ها ممکن می‌باشد و می‌توانیم موارد گزینه‌ها را مستقل از این بیماری بررسی کنیم. همچنین با توجه به اینکه مادر سالم فرزند مبتلا به بیماری کوررنگی (وابسته به جنس نهفته XY) دارد، پس این فرزند پسر است و مادر قطعاً برای این بیماری ناقل است.

$X^{hG}YFf$	ژنوتیپ پدر
$X^{Hg}XGFf$	ژنوتیپ مادر

بررسی موارد **الف** اگر مادر ناقل هموفیلی نباشد و کروموزوم X دیگر آن GH باشد، و کروموزوم X دارای الل‌های بارز سلامتی به فرزند پسر برسد، این مورد ممکن می‌باشد. **ب** اگر مادر از نظر هموفیلی سالم و ناقل باشد و الل نهفته هموفیلی و کوررنگی بر روی یک کروموزوم قرار داشته باشند (ژنوتیپ: $X^{GH}X^{gh}$ - الل‌های هموفیلی: H و h - الل‌های کوررنگی: G و g) این حالت را می‌توان در پسر آن‌ها متصور شد ولی این مادر هیچگاه نمی‌تواند X^{gh} داشته باشد چون بر فرض سؤال X^{gH} با هم پیوسته هستند و فرزند مورد نظر متن سؤال هموفیلی نداشته است. **ج** اگر مادر از نظر هموفیلی سالم و ناقل باشد (با ژنوتیپ: $X^{Gh}X^{gH}$) و کروموزوم X^{Gh} مادر در کنار کروموزوم X^{h} پدری قرار بگیرد، این مورد هم ممکن است. **د** از آنجایی که پدر مبتلا به بیماری کوررنگی نیست، قطعاً دختر مبتلا به بیماری کوررنگی نخواهیم داشت.

۳۵۶۱ (۲) احتمال پسر با گروه خونی AB، سالم از نظر هموفیلی $X^{H}Y$ ولی مبتلا به فنیل‌کتونوری ff وجود دارد.
در این خانواده، وقتی دختر آن‌ها بیماری فنیل‌کتونوری ff دارد، پس هر دو والد سالم، به صورت ناقل Ff بوده‌اند.
از طرفی وقتی پسر آن‌ها هموفیل است یعنی ژن‌نمود $X^{h}Y$ داشته و مادر سالم وی، قطعاً در این بیماری نیز ناقل $X^{H}X^{h}$ بوده است. در مورد گروه خونی والدین که یکسان بوده و توانایی ایجاد فرزند با گروه خونی A یا B داشته‌اند. **فقط در حالتی ممکن است که هر دو والد AB باشند** (ژن‌نمود والدین در جدول آورده شده است).

$X^{H}YFfAB$	پدر
$X^{H}X^{h}FfAB$	مادر

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۳):** احتمال فرزندی با گروه خونی OO در این خانواده وجود ندارد. **گزینهٔ (۴):** احتمال دختر هموفیل ($X^{h}X^{h}$) در این خانواده وجود ندارد چون پدر خانواده سالم ($X^{H}Y$) است و به هر دختر خود یک الل X^{H} می‌دهد و آن‌ها از نظر انعقاد خون بیماری هموفیلی ندارند (ممکن است به خاطر کمبود ویتامین K، دچار اختلال در انعقاد خون شوند ولی هموفیلی ندارند).

۳۵۶۲ (۴) در فصل ۳ کتاب درسی دوازدهم، بیماری‌های تدریس شده دو نوع می‌باشند، یا از نوع وابسته به X نهفته یعنی **هموفیلی** و یا مستقل از جنس نهفته یعنی **فنیل‌کتونوری** می‌باشد. پس منظور طراح این تست بیماری‌های نهفته بوده است (امیدوارم در سال آینده نگویند در مورد همهٔ باکتری‌های گفتار ۱ فصل ۷ دهم ...!). اگر در صفات نهفته، پدر بیمار و مادر سالم باشند، حالات مختلف ناقل (ناخالص) را نیز باید در مورد مادر در نظر داشته باشید.

توجه *راستی تا یادم نرفته بگم که به قید همه در این سؤال دقت کنید چون باید گزینه‌ای را انتخاب کنید که در هر دو بیماری فوق امکان تولد ندارد.*

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. در هر دو بیماری با توجه به جدول روبه‌رو، اگر مادر ناقل باشد، احتمال به دنیا آمدن $X^{h}Y$ یا ff وجود دارد. **گزینهٔ (۲):** نادرست. در هر دو بیماری جدول روبه‌رو اگر مادر ناقل باشد، احتمال به دنیا آمدن دختر بیمار $X^{h}X^{h}$، ff و پسر سالم $X^{H}Y$، Ff وجود دارد. **گزینهٔ (۳):** نادرست. در هر دو حالت جدول روبه‌رو احتمال تولد دختری با ژن‌نمود مادر به صورت Ff یا $X^{H}X^{h}$ وجود دارد. **گزینهٔ (۴): درست.** در هیچ‌کدام از دو بیماری جدول مقابل چون پدر بیمار است، **امکان ندارد** دختر سالم خالص FF یا $X^{H}X^{H}$ به دنیا بیاید.

مادر سالم	پدر بیمار	بیماری
$X^{H}X^{H}$ $X^{H}X^{h}$	$X^{h}Y$	هموفیلی
FF Ff	ff	فنیل‌کتونوری

۳۵۶۳ (۱) فقط مورد (الف) جواب است. در این سؤال که سبک جدیدی از طراحی بود، باید به **همهٔ** انواع آمیزش بین افراد سالم در دو صفت هموفیلی (وابسته به X نهفته) و کم‌خونی داسی‌شکل (مستقل از جنس نهفته) دقت کنید. اگر الل A را برای گویچهٔ قرمز سالم و S را برای داسی‌شکل در نظر بگیرید، یعنی پدر می‌تواند (AS یا AA) $X^{H}Y$ و مادر می‌تواند (AS یا AA) $X^{H}X^{H}$ یا (AS یا AA) $X^{H}X^{h}$ باشد. بهترین کار این است که چون گفته در هر آمیزش رخ دهد، آمیزش بین پدر و مادر کاملاً سالم و بدون هیچ الل بیمار را اول در نظر بگیرند این طور به راحتی گزینه‌های (ب)، (ج) و (د) حذف می‌شوند چون ایجاد نمی‌شود.

بررسی موارد **الف** **درست.** در هر آمیزشی بین این والدین سالم احتمال تولد پسر سالم (AS یا AA) $X^{H}Y$ می‌تواند وجود داشته باشد. **ب**، **ج** و **د** نادرست.
فقط کافی است که مادر و پدر را کاملاً سالم به صورت $X^{H}X^{H}AA$ و $X^{H}YAA$ در نظر بگیرید، در این صورت فرزند بیمار و یا ناخالص به دنیا نمی‌آید.

۳۵۶۴ (۲) هانتینگتون یک بیماری **بارز** و **مستقل از جنس** است در نتیجه hh سالم و Hh و HH بیمار هستند. پدر خانواده از نظر هانتینگتون سالم است (hh) و از نظر هموفیلی نیز سالم است ($X^{H}Y$) و از نظر گروه خونی **باید** $I^{A}i$ باشد زیرا گروه خونی پسر او O (ii) شده است یعنی پدر باید **حتماً الل i** را داشته باشد. همچنین از نظر گروه خونی Rh نیز **باید** **Dd** باشد زیرا پسر دارای گروه خونی منفی (dd) است و پدر باید **حتماً الل d** را داشته باشد.

پدر	$X^{H}Y$	$hhAODd$
مادر	$X^{h}X^{h}$	$HhBODd$

مادر از نظر هانتینگتون **باید Hh** باشد زیرا اگر مادر HH باشد چون پدر hh است همهٔ فرزندان مبتلا به هانتینگتون خواهند شد در حالی که در صورت سؤال گفته شده **پسر آن‌ها از نظر هانتینگتون سالم** است. همچنین از نظر گروه خونی **باید** $I^{B}i$ باشد زیرا فرزند پسر آن‌ها گروه خونی O (ii) دارد پس **مادر باید الل i** داشته باشد. از نظر گروه خونی Rh نیز **Dd** است زیرا پسر آن‌ها گروه خونی منفی (dd) دارد پس مادر باید **حتماً الل d** داشته باشد. همچنین از نظر هموفیلی $X^{h}X^{h}$ است زیرا همهٔ دختران آن‌ها ناقل هموفیلی خواهند شد و پدر $X^{H}Y$ است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** امکان دارد که $X^{H}X^{h}hBOD$ ؟ به عنوان دختر مورد نظر به دنیا بیاید. **گزینهٔ (۲):** امکان ندارد که این زوج پسر سالم از نظر هموفیلی ($X^{H}Y$) داشته باشند. **گزینهٔ (۳):** امکان دارد که پسر به صورت $X^{h}YHhABD$ ؟ به دنیا بیاید. **گزینهٔ (۴):** امکان دارد که دختر $XXhhAOdd$ به دنیا بیاید.

۳۵۶۵: (۴) مـادر این خانـواده گروه خونی AB^+ دارد و فاقد بیمـاری هموفیلی (تا اینجا X^HX^h یا X^HX^H) می‌باشـد. از طرفی پدر خانواده گروه خونی B^+ دارد ولی مبتلا به بیماری هموفیلی (X^hY) اسـت (چون عامل انعقادی ۸ را نمی‌سـازد). می‌دانید که هموفیلی یک بیماری وابسـته به X و نهفته اسـت. پس پـدر قطعاً ژن‌نمود X^hY دارد. وقتی دختر این خانواده نیز به دلیل عدم ساخت عامل ۸ انعقادی خون، مبتلا به هموفیلی است، پس این دختر، ژن‌نمود X^hX^h داشته است و از هر والد خود یک کروموزوم X^h گرفته است. در نتیجه مادر خانواده، **قطعاً سالم ناقل** و به صورت X^HX^h بوده است. از طرفی این دختر به دلیل عدم تولید پروتئین D یا Rh، دارای ژن‌نمود dd بوده و دارای والدینی ناخالص یا Dd می‌باشد. دختر فوق گروه خونی A دارد چون فقط کربوهیدرات A گروه خونی را در سطح گویچهٔ قرمز دارد، پس پدر خانواده قطعاً گروه خونی BO داشته است (چون در صورتی که پدر BB بود امکان تولد فرزندی با گروه خونی A وجود نداشت).

ژن‌نمود پدر	ژن‌نمود مادر
X^hYBODd	X^HX^hABDd

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** امکان به دنیا آمدن دارد. احتمال به دنیا آمدن پسری با گروه خونی A (یک نوع کربوهیدرات گروه خونی) و Rh مثبت و سالم (X^HY) از نظر هموفیلی وجود دارد (X^HYAODD). **گزینهٔ (۲):** امکان به دنیا آمدن دارد. احتمال به دنیا آمدن پسری هموفیل (X^hY) که دارای یک نوع کربوهیدرات گروه خونی A به صورت AO باشـد و Rh منفی dd داشـته باشـد نیز وجود دارد. **گزینهٔ (۳):** امکان به دنیا آمدن دارد از آمیزش این زوج احتمال به دنیا آمدن دختری با گروه خونی AB (هر دو نوع کربوهیدرات) و Rh مثبت (Dd یا DD) و سـالم از نظر هموفیلی با ژن‌نمود X^HX^h وجود دارد. **گزینهٔ (۴):** امکان **ندارد** به دنیا بیاید. از آمیزش این زوج احتمال تولد دختری هموفیل به صورت X^hX^h وجود دارد ولی اینکه فاقد هر دو نوع کربوهیدرات گروه خونی با ژن‌نمود OO باشد، وجود ندارد (در این سؤالات اگر از هر تعداد صفت هر فرزند، فقط یک صفت ایجاد نشود، امکان تولد آن فرزند را صفر در نظر می‌گیریم).

۳۵۶۶: (۱) دو بیماری هموفیلی و کم‌خونی داسی‌شـکل از نوع **نهفته** می‌باشـند. با فرض اینکه فقط یکی از والدین سـالم هستند. اگر پدر را بیمار (X^hY) در نظر بگیرید و مادر سالم (X^HX^H) باشد در این صورت دختر بیمار هموفیل و پسر بیمار هموفیل به دنیا نمی‌آیند و دو گزینهٔ (۳) و (۴) حذف می‌شوند. از طرفی اگر یک والد را بیمار کم‌خون داسی‌شکل SS در نظر بگیریم و دیگر والد سالم AA باشد، در شرایط طبیعی همهٔ فرزندان سالم AS می‌شوند و گزینهٔ (۲) نیز رد می‌شود.

حالا چرا گزینهٔ (۱) صحیح است: دختر سالم ناخالص همواره وقتی یکی از والدین فقط سالم هستند می‌تواند ایجاد شود. مثلاً در هموفیلی اگر پدر X^hY (بیمار) و مادر هر نوع سـالم X^HX^H یا X^HX^h باشـد در هر صورت دختر ناقل X^HX^h به دنیا می‌آید. در مورد بیماری داسی‌شـکل نیز وقتی یکی بیمار SS و دیگری سالم AS یا AA باشد در هر صورت فرزند ناخالص AS می‌تواند به دنیا بیاید.

۳۵۶۷: (۳) خط کتاب درسی در مورد صفات **پیوسته‌ای** مانند طول قد، وزن و ... می‌باشد که گاهی تابع عوامل محیطی هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** صفات وابسته به جنس می‌توانند دو نوع مختلف وابسته به X و وابسته به Y باشند. در صفت وابسته به Y فقط یک الل در کروموزوم Y دیده می‌شود ولی در وابسته به Xها، دو ژن در هر جایگاه ژنی یاختهٔ پیکری زنان (XX) وجود دارد. **گزینهٔ (۲):** در صفات چندجایگاهی، اگر یک جایگاه آن در کروموزوم X باشد، باز هم از نوع وابسته به جنس به حساب می‌آیند. **گزینهٔ (۴):** وجود **طیفی** از رخ‌نمودها مربوط به صفات **چندجایگاهی** و **پیوسته** است.

تقسیم‌بندی انواع صفات برحسب شکل‌های مختلف یک صفت

الف) صفات گسسته (غیرپیوسته یا ناپیوسته)

برخی صفات در جامعه مثل همهٔ صفاتی که تا حالا در این فصل بررسی کرده‌ایم، تنها به دو یا چند شکل خاص محدود و بدون **طیف کمیتی** دیده می‌شوند، مثلاً وقتی در مورد Rh صحبت می‌کنیم، دو حالت مثبت و منفی در همهٔ افراد وجود دارد یا در گل میمونی سـه حالت برای گلبرگ‌ها به صورت قرمز، سـفید و صورتی وجود دارد. در این صفات بین صورتی و قرمز یا سفید چند حالت تنوع صورتی پررنگ به سمت قرمز یا صورتی کم‌رنگ به سمت سفید وجود ندارد. **به این صفات که کمیت‌ها یا طیف‌های مختلفی بین حالت‌های مختلف آن‌ها وجود ندارد، صفات گسسته یا غیرپیوسته می‌گویند.** مثلاً هموفیلی یا گروه خونی ABO نیز از این صفات می‌باشـند. در این صفات ژن‌های بروز دهنده **فقط** در **یک جایگاه** خاص از کروموزوم‌ها واقع می‌باشند، که می‌توانند تحت کنترل دو یا چند نوع الل باشند.

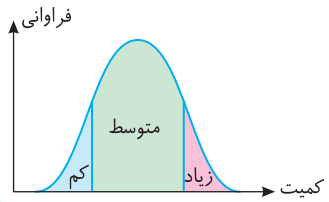
ب) صفات پیوسته (غیرگسسته)

برخی صفات مثل طول قد و وزن انسان، رنگ نوعی ذرت، وزن روغن دانه‌های گیاهی و یا مقدار قند خون انسان‌ها و... وجود دارند که وقتی آن‌ها را بررسی می‌کنیم طیفی از حـالات مختلـف بـا **کمیت‌های متفاوت** را در افـراد جامعـه می‌بینیـم. مثـلاً طـول قـد افـراد بالـغ از کوتوله‌هـای دارای مثـلاً طـول قـد حـدود ۱ متـر و ۳۰ سانتی‌متر شروع می‌شود که فراوانی اندکی در جامعه دارند تا طول قد بسیار بلند بالای ۲ متر که آن‌ها نیز فراوانی کمی در جامعه دارند، ولی اغلب افراد طول قد متوسطی از ۱/۵۵ تا ۱/۸۵ دارند. به این صفات، **پیوسته** می‌گوییم، چون حالات پیوسته کمیتی در جامعه دارند. صفاتی که حالت پیوسته را دارند، **تحت کنترل تعدادی ژن در جایگاه‌های متفاوت** می‌باشند، که با اثرگذاری روی هم سبب ایجاد انواع مختلفی از حالات فنوتیپ در جامعه می‌شوند. برای درک بهتر این صفات مثال دیگری از این مورد می‌زنم.

در نوعی ذرت، رنگ دانه‌ها در ۷ طیف مختلف رخ‌نمودی از سفید تا قرمز دیده می‌شود که تحت کنترل ۳ جفت ژن در سه جایگاه مختلف ژنی می‌باشد. در این ذرت‌ها، رنگ دانه‌ها طیفی فنوتیپی شامل ۷ حالت از سفید با الل‌های نهفته خالص (aabbcc) تا قرمز با الل‌های بارز خالص (AABBCC) دارد، ولی تعدادی نیز فنوتیپ قرمز کم‌رنگ تا قرمز پررنگ دارد. در قسمت‌های بعد در مورد این صفت و نکات صفات دارای چند جایگاه ژنی بیشتر بحث می‌کنیم.

نکته

وقتی نمودار توزیع فراوانی صفات پیوسـته را در جامعه بررسـی می‌کنیم، می‌بینیم کـه اغلب افراد جامعه فنوتیپ حالات متوسط را نشان می‌دهند و افرادی که در دو طرف نمودار قرار می‌گیرند فراوانی کمتری دارند. مثلاً اغلب افراد قد متوسـط دارند یا رنگ دانهٔ ذرت اغلب نه کاملاً سـفید و نه کاملاً قرمز اسـت یا غلظت قند خون اغلب افـراد، نـه پاییـن و نه بالاتر از حد نرمال (مثل دیابتی‌ها) اسـت. نمـودار فراوانی این صفـات در جامعه به صورت زنگوله‌ای مانند می‌باشد که به آن توزیع نرمال نیز می‌گویند.



۳۵۶۸: ۱) فقط مورد (د) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. تغییر رنگ پوست یک ویژگی است و صفت ارثی نمی‌باشد که در ابتدای فصل مطالعه کرده بودید. (ب) نادرست. این ویژگی در مورد ساخت **سبزینه** می‌باشد (نه سبزدیسه). (ج) نادرست. گروه خونی *ABO* یک صفت ارثی، تک‌جایگاهی روی کروموزوم ۹ با سه الل در جامعه است. (د) **درست.** صفت طول قد، پیوسته بوده و تحت تأثیر ژن در محیط است.

• انواع صفات وراثتی از نظر تأثیر محیط روی آن‌ها

● الف) صفاتی که تحت تأثیر محیط تغییر نمی‌کنند

برخی صفات وراثتی هستند، مثل گروه خونی *Rh* و *ABO* و . . . . این صفات تحت تأثیر عوامل محیطی تغییر نمی‌کنند، یعنی فردی که *Rh* مثبت به دنیا آمده است یا گروه خونی *A* دارد در اثر عوامل محیطی این صفت تغییر نمی‌کند و تا آخر عمر با این صفات زندگی را سپری می‌کنند.

نکته

در این صفات برای بروز فنوتیپ آن‌ها، تنها **وجود ژن‌ها** و بیان آن‌ها کافی است.

● ب) صفاتی که تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرند

برخی صفات ارثی هستند که برای بروز فنوتیپ آن‌ها فقط وجود ژن کافی نیست و باید عوامل محیطی نیز شرایط بیان ژن و ایجاد فنوتیپ را ایجاد کند. مثلاً اغلب گیاهان، ژن عوامل مورد نیاز برای تولید سبزینه را دارند، ولی این ژن‌ها در عدم حضور نور فعال نمی‌شوند و سبزینه‌ای در گیاه ایجاد نمی‌شود. در مورد انسان هم این صفات به صورت متنوعی وجود دارند. مثلاً طول قد یک صفت ارثی است، ولی در اثر تغذیه و ورزش مناسب بر ظهور فنوتیپ‌های متفاوت نقش دارند. پس نمی‌توان علت اندازه قد یک فرد را فقط از روی ژن‌های فرد توضیح داد (همان‌طور که در دوقلوهای همسان می‌بینیم یکی قد بلندتر یا چاق‌تر یا تیره‌تر است).

نکته

- به‌جز در موارد معدودی، در حال حاضر نمی‌توان بیماری‌های ژنتیک را درمان کرد، ولی گاهی می‌توان با **تغییر عوامل محیطی**، بروز اثر ژن‌ها را کنترل کرد، مثل تغییر رژیم غذایی در افراد فنیل‌کتونوری و یا مبتلا به فشار خون بالا.
- در کتاب دهم خواندیم که *pH* **خاک** در تغییر رنگ گلبرگ‌های گل ادریسی نقش دارد که در *pH* اسیدی به سمت آبی و در قلیایی و خنثی به سمت صورتی‌رنگ تغییر می‌یابد. پس می‌توان با **یک نوع ژنوتیپ**، برحسب شرایط محیطی، **دو نوع فنوتیپ** از یک جاندار مشاهده کرد.

۳۵۶۹: ۴) در این سؤال دو صفت را بررسی می‌کنیم یکی ۴ اللی روی کروموزوم *X* (در جامعه ۴ الل دارد ولی هر *X* یک الل) و صفت دیگر چهار جایگاه ژنی دارد که هر جایگاه در کروموزوم‌های همتا، دو الل دارد که چون کروموزوم آن‌ها غیرجنسی است در همهٔ افراد باید ۸ الل (هر جایگاه دو الل) داشته باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. زنبورعسل نر، هاپلوئید است پس برای این دو صفت، یک الل برای صفت اول و چهار الل برای صفت دوم دارد که مجموعاً ۵ الل می‌شود. **گزینهٔ (۲):** نادرست. یاختهٔ $3n$ دانهٔ لوبیا، در صفت اول سه کروموزوم *X* و سه الل دارد. در صفت دوم هر جایگاه ۳ الل دارد که چهار جایگاه دارای ۱۲ الل می‌شود و با سه الل صفت اولی دارای ۱۵ الل می‌شود. ولی حداکثر از ۱۰ نوع می‌باشد (چون از ۳ مجموعهٔ کروموزومی که دارد دو مجموعه‌اش از یاختهٔ دوهسته‌ای می‌آید که کاملاً شبیه هم هستند.). **گزینهٔ (۳):** نادرست. یاختهٔ پوششی مخاط نای، دیپلوئید است که برای پیدا کردن حداکثر تعداد الل آن را در زنان (*XX*) فرض می‌کنیم، در نتیجه در صفت اول دو الل و در صفت دوم ۴×۲ دارای ۸ الل می‌باشند، پس مجموعاً ۱۰ الل دارد. **گزینهٔ (۴): درست.** یاختهٔ ماهیچهٔ قلبی انسان تک‌هسته‌ای و بعضاً دوهسته‌ای دیپلوئید می‌باشد که برای پیدا کردن حداکثر تعداد الل آن را دوهسته‌ای *XX* فرض می‌کنیم، پس در هر هسته که دو *X* دارد، دو الل برای صفت اول و ۴×۲=۸ الل برای صفت دوم دارد. پس هر هسته دارای ۱۰ الل بوده که مجموع دو هسته دارای ۲۰ الل می‌شود.

• انواع صفات وراثتی برحسب تعداد جایگاه ژن‌های آن صفت

الف) صفات تک‌جایگاهی (یادآوری)

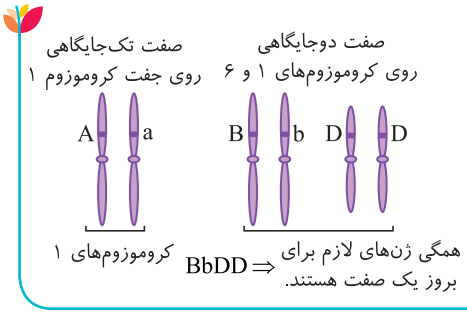
همهٔ صفاتی که تا این لحظه در قسمت مسائل کتاب الگو خواندید، از نوع صفات تک‌جایگاهی بود. صفاتی مثل گروه خونی *Rh* ، *ABO* ، رنگ گل میمونی، بیماری‌های وراثتی فنیل‌کتونوری، هموفیلی و . . . تک‌جایگاهی بودند. این صفات همواره تحت کنترل دو یا چند ژن الل می‌باشند که این ژن‌ها در جایگاه خاصی از یک جفت کروموزوم قرار دارند. همان‌طور که در گفتار ۱ این فصل توضیح دادم این صفات می‌توانند دارای دو ژن الل (گروه خونی *Rh*) یا چند ژن الل (گروه خونی *ABO*) باشند که کاملاً آن‌ها را بررسی کردیم. **در این صفات صرف‌نظر از اینکه چند الل در بروز این صفت نقش دارند، هر فرد حداکثر دارای دو الل این صفت در یک جفت کروموزوم همتا می‌باشد.**

ب) صفات چندجایگاهی

برخی صفات هستند که به ارث رسیدن آن‌ها **در هر فرد** توسط بیش از یک جایگاه ژن صورت می‌گیرد و چند ژن در چند جایگاه کروموزومی مسئول به ارث رساندن آن‌ها می‌شوند. در حقیقت در این صفات، بروز و رخ‌نمود نهایی به اثر چند ژن مختلف در چند جایگاه ژنی بستگی دارد. دقت کنید که در این صفات چند ژن در چند جایگاه مختلف، سبب ایجاد یک صفت خاص مثل طول قد می‌شود، ولی در بین همهٔ ژن‌های آن صفت، **فقط برخی با هم الل هستند**؛ یعنی فقط آن‌هایی که در یک جایگاه روی یک جفت کروموزوم همتا قرار دارند با هم الل هستند. در این صفات هر ژن هم روی الل خود و هم روی ژن غیرالل خود در بروز یک صفت خاص مؤثر است.

نکته

دقت کنید که صفات *n* اللی را با صفات چندجایگاهی اشتباه نگیرید، وقتی می‌گوییم صفتی تحت کنترل ۳ ژن الل است (مثلاً گروه خونی *ABO*) یعنی در کل جامعه ۳ الل یا ژن دارد، ولی در هر فرد، این ژن‌ها در **یک جایگاه** کروموزومی واقع بوده و هر فرد ۲ الل از این صفت را دارد. در صفتی که **تحت کنترل ۳ جایگاه ژن** می‌باشد یعنی هر فرد در ۳ جایگاه کروموزومی خود ۳ جفت ژن دارد که مجموعاً وجود هر سه نوع ژن سبب ایجاد یک صفت می‌شود. این ژن‌ها می‌توانند روی یک کروموزوم باشند یا جداگانه روی کروموزوم‌های مستقل باشند. در این سه نوع ژن، هرکدام در هر جایگاه دارای الل می‌باشند.



۳۵۷۰ (۳): دقت کنید در مورد رنگ گل گیاه ادریسی که یک ژن‌نمود خاص دارد، می‌تواند تحت اثر *pH* خاک دچار تغییر رنگ شود و رخ‌نمود آن تغییر کند در مورد گزینه‌های (۱)، (۲) و (۴)، عوامل محیطی هم مؤثرند.

۳۵۷۱ (۱): یاخته‌های ماهیچهٔ قلب می‌توانند اغلب تک‌هسته‌ای و تعداد **کمی** از آن‌ها **دوهسته**‌ای باشند. در یاختهٔ قلبی دوهسته‌ای، در **هر هستهٔ** $2n$ آن، هر جایگاه ژنی دو الل دارد، پس این یاخته برای هر جایگاه ژنی در مجموع دو هسته، چهار الل دارد (دقت کنید که در یک صفت چهارجایگاهی، هر چهار جایگاه ژن‌هایی برای بروز یک صفت دارند ولی فقط ژن‌هایی که در یک جایگاه قرار دارند با همدیگر الل می‌باشند).

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۲) و (۳):** در **اغلب** یاخته‌های ماهیچهٔ قلب که تک‌هسته‌ای هستند، هر جایگاه ژنی، دارای **دو الل** می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** داشتن ۸ ژن در این صفت ویژگی یاخته‌های **تک‌هسته‌ای** $2n$ می‌باشد که در چهار جایگاه مختلف هرکدام دو الل وجود دارد. این ۸ ژن دو به دو با هم الل هستند. در یاخته‌های دوهسته‌ای برای این صفت، مجموعاً ۱۶ ژن وجود دارد.

- تقسیم‌بندی انواع صفات
  - برحسب جایگاه قرارگیری ژن‌های صفات
    - صفات مستقل از جنس (غیرجنسی)
    - صفات وابسته به جنس ← (وابسته به کروموزوم X یا Y)
  - برحسب شکل‌ها و کمیت‌های مختلف یک صفت
    - صفات پیوسته ← طول قد
    - صفات گسسته (ناپیوسته) ← حالت مو
  - برحسب اثر محیط روی صفات
    - تحت تأثیر عوامل محیطی ← رنگ گلبرگ گل ادریسی
    - غیروابسته به عوامل محیطی ← حالت لالهٔ گوش
  - برحسب تعداد جایگاه ژن صفات
    - تک‌جایگاهی
      - دو اللی ← گروه خونی Rh
      - چند اللی ← گروه خونی ABO
    - چندجایگاهی ← رنگ دانه‌های نوعی ذرت

۳۵۷۲ (۴): اگر صفت وابسته به Y تک‌جایگاهی باشد فقط در مردان دیده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در صورت وابسته به X بودن در مردان با یک الل بروز می‌یابد. **گزینهٔ (۲):** صفت تک‌جایگاهی حداکثر در هر فرد ۲ الل دارد. **گزینهٔ (۴):** در مورد صفات وابسته به X متفاوت است.

۳۵۷۳ (۴): اگر بین همهٔ دگره‌های یک صفت رابطهٔ بارز و نهفتگی برقرار نباشد، در این صورت، همواره تعداد ژن‌نمود با رخ‌نمود آن صفت برابر است (البته اگر الل‌ها با هم رابطهٔ بارزیت ناقص هم داشتند، باز هم صحیح بود). البته در برخی موارد عوامل محیطی مثل رنگ گل ادریسی سبب می‌شود که حتی تعداد فنوتیپ متفاوتی برای یک ژنوتیپ در طول سال دیده شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در این حالت مثل گروه خونی ABO، شش نوع ژن‌نمود و چهار نوع رخ‌نمود دیده می‌شود. **گزینهٔ (۲):** در این صورت شش نوع ژن‌نمود ولی چهار رخ‌نمود A_1 ، A_2 ، A_3 و A_2A_3 دیده می‌شود. **گزینهٔ (۴):** این حالت سه نوع رخ‌نمود A_1 ، A_2 و A_3 و شش نوع ژن‌نمود دیده می‌شود.

نکته

فقط وقتی انواع ژن‌نمود با رخ‌نمود برابر است که بین الل‌ها هیچ رابطهٔ بارز و نهفتگی وجود نداشته باشد.

صفات تک‌جایگاهی چند اللی (چند ژنی)

صفات تک‌جایگاهی، توسط ژن‌هایی به ارث می‌رسند که در یاخته‌های پیکری دیپلوئید و تک‌هسته‌ای **هر فرد** دو عدد ژن یا الل دارند (البته اگر ژن آن‌ها روی کروموزوم X باشد، در افراد XY دارای یک الل می‌باشند). از **صفات تک‌جایگاهی** نمونه‌هایی که در کتاب درسی دارای فقط دو ژن می‌باشند را مثل گروه خونی Rh با رابطهٔ بارز و نهفتگی یا حالت موی انسان و رنگ گل میمونی با رابطهٔ بارزیت ناقص می‌شناسیم. در این صفات، دو الل سبب بروز انواع شکل‌های آن صفت می‌شود. در این قسمت می‌خواهیم نمونه‌ای از **صفات تک‌جایگاهی** را بررسی کنیم که به **صفات n اللی با الل‌های چندگانه** معروف می‌باشند.

- تا الان متوجه شده‌اید که به حالت‌های مختلف یک ژن در یک جفت کروموزوم، می‌توان واژه الل اطلاق کرد و الل‌ها وقتی مفهوم پیدا می‌کنند که می‌توانند در کروموزوم‌های همتا، در جایگاه‌های یکسان و روبه‌روی هم قرار بگیرند.

تعریف صفات n اللی (چند اللی = الل‌های چندگانه) = چنددگره‌ای

صفات n اللی، صفاتی هستند که در کل جامعه دارای n **نوع ژن** (الل) می‌باشد که همگی در **جایگاه یکسانی** قرار می‌گیرند. یعنی هرکدام می‌توانند در جایگاه یکسانی از کروموزوم‌های همتا در روبه‌روی همدیگر قرار بگیرند. این ژن‌ها، برحسب رابطهٔ بارز و نهفتگی، هم‌توانی یا بارزیت ناقصی که با هم دارند، سبب ایجاد شکل‌های خاصی از آن صفت می‌شوند. دقت کنید که در صفات n اللی جامعه، تعدادی الل‌های مختلف وجود دارد، ولی هر فرد باز هم **نمی‌تواند** در هر هسته یاخته‌های پیکری $2n$ خود، بیشتر از دو تا الل (دو تا ژن) برای آن صفت داشته باشد، **چون هر فرد $2n$، برای هر کروموزوم فقط یک کروموزوم همتای دیگر دارد.**

- برای درک بهتر صفت چند اللی، دقت کنید که به‌طور مثال اگر وراثت صفتی تحت کنترل ۳ ژن باشد که با هم الل هستند، یعنی در جامعه برای به ارث رسیدن این صفت ۳ الل مثلاً A_1 ، A_2 و A_3 وجود دارد که این ۳ الل می‌توانند روی یک جایگاه از یک جفت کروموزوم **همتای** هر فردی قرار بگیرند. در حالتی که ژن‌های این صفت روی کروموزوم‌های غیرجنسی باشند، به این صفات، مستقل از جنس یا غیرجنسی می‌گویند و هر فرد می‌تواند یکی از ۶ حالت ژنوتیپی خالص (A_1A_1 ، A_2A_2 و A_3A_3) و ناخالص (A_1A_2 ، A_1A_3 و A_2A_3) را داشته باشد. به تعداد انواع ژن‌ها یا الل‌ها یعنی ۳ حالت اول خالص بوده و در سایر حالات ناخالص هستند. **دقت کنید که یاخته‌های هاپلوئید این جاندار، مثل گامت‌ها چون n کروموزومی هستند و فاقد کروموزوم همتا می‌باشند دارای ۳ نوع ژنوتیپ، A_1 یا A_2 یا A_3 می‌باشند.**

- انواع فنوتیپ‌هایی که می‌توان برای این صفت در جامعه متصور شد، بستگی به روابط بین الل‌های آن‌ها دارد، مثلاً در این مثال اگر الل A_1 بر سایر الل‌ها غالب (بارز) باشد، ولی بین A_2 و A_3 رابطهٔ بارز و نهفتگی برقرار نباشد، در این صورت افراد A_1A_1 ، A_1A_2 و A_1A_3 فنوتیپ A_1 را نشان می‌دهند. افراد A_2A_2 فنوتیپ A_2 را نشان می‌دهند و افراد A_3A_3 فنوتیپ A_3 را نشان می‌دهند، ولی افراد A_2A_3 چون بین الل‌های آن‌ها رابطهٔ بارز و نهفتگی وجود ندارد، برحسب رابطه بین آن‌ها می‌توانند حالت **هم‌توانی یا بارزیت ناقص** را در فنوتیپ خود نشان دهند.

پس به‌طور خلاصه در این صفت ۳ اللی غیرجنسی (مستقل از جنس) براساس روابط بالا:

الف) تعداد جایگاه ژن‌ها ← یک عدد در **جای مشخصی** از یک جفت کروموزوم **همتا** می‌باشد.



ب) تعداد ژن‌ها یا اللها ← ۳ عدد می‌باشد. ← $A_3-A_2-A_1$

ج) تعداد انواع ژنوتیپ‌ها ← ۶ نوع می‌باشد. ← $(A_2A_3-A_3A_3-A_2A_2-A_1A_3-A_1A_2-A_1A_1)$

د) تعداد انواع فنوتیپ‌ها ← ۴ نوع می‌باشد. ← $(A_2A_3-A_3-A_2-A_1)$

ه) تعداد انواع ژنوتیپ‌های خالص ⇐ به تعداد انواع اللها یعنی ۳ نوع می‌باشد. $(A_3A_3-A_2A_2-A_1A_1)$

و) تعداد انواع ژنوتیپ‌های ناخالص ⇐ ۳ نوع دیگر می‌باشند. $(A_2A_3-A_1A_3-A_1A_2)$

لازم به ذکر است که در این صفات، تعداد انواع ژنوتیپ خالص، به تعداد انواع اللهاست. ولی در مورد ناخالص‌ها، نمی‌توانیم نظری بدهیم و در هر صفت متفاوت است.

۳۵۷۴ (۴) هیچ‌یک از این چهار ژن، قطعاً **الگوی ساخت رنای رناتنی یا رنای ناقل نیستند** در نتیجه همگی توسط **رنابسپاراز ۲** رونویسی می‌شوند و از روی آن‌ها، **رنای پیک** ساخته می‌شود تا پس از ترجمه، پروتئین‌های حاصل شکل‌های صفت را ایجاد کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید که هر چهار ژن، **شکل‌های مختلف یک صفت** (رنگ بال) را تعیین می‌کنند و **همچنین جایگاه ژنی یکسانی** دارند در نتیجه همگی دگره‌های این صفت محسوب می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** اگر ژنوتیپ فرد به صورت a_2a_2 باشد، در **مرحلهٔ S** چرخهٔ یاخته که دنا همانندسازی می‌کند، **۴ ژن** a_2 در هسته مشاهده خواهد شد. **گزینهٔ (۴):** اگر این چهار ژن توالی نوکلئوتیدی **کاملاً مشابهی** داشتند، همگی **یک ژن محسوب می‌شدند** نه چهار ژن مختلف با نام‌های متفاوت!

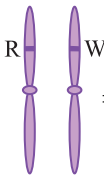
۳۵۷۵ (۱)

نکته

هر دگره دارای یک دستورالعمل برای نقش در بروز یک شکل خاص از یک صفت می‌باشد، مثلاً دگرهٔ D در Rh، بیانگر بروز Rh مثبت می‌باشد یا دگرهٔ R در رنگ گل میمونی، بیانگر بروز رنگ قرمز می‌باشد. پس هیچ‌گاه وقتی صفتی تحت تأثیر محیط قرار نمی‌گیرد (مانند رنگ گل ادریسی)، تعداد انواع دگره‌ها از تعداد انواع شکل‌های یک صفت بیشتر نمی‌شود (درستی گزینهٔ (۱)).

در صفاتی مثل رنگ گل گیاه ادریسی که تحت تأثیر pH خاک محیط قرار می‌گیرد می‌توان مشاهده کرد که گیاه با داشتن یک نوع دگره، در خاک‌هایی با pH مختلف، دارای دو شکل صورتی (خنثی یا قلیایی) یا آبی (اسیدی) متفاوت شود (پس در این حالت شرایط محیطی عوض شده است).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در صفاتی که رابطهٔ بارز و نهفتگی بین دگره‌های آن وجود ندارد، تعداد شکل‌هایی که با دگره‌ها و اثر آن‌ها روی هم ایجاد می‌شود، از تعداد انواع دگره‌های آن بیشتر است، مثلاً در رنگ گل میمونی، صفت دو دگره‌ای است ولی سه شکل قرمز، سفید و صورتی برای آن در جامعه وجود دارد. **گزینهٔ (۳):** در صورتی که صفت دو اللی هم‌توان و وابسته به X باشد، مثلاً در XXها می‌توان سه نوع رخ‌نمود مشاهده کرد ولی در XYها دو نوع ژن‌نمود دارد. **گزینهٔ (۴):** در مورد صفت رنگ گلبرگ گیاه ادریسی گفتیم که با یک نوع ژن‌نمود گیاه می‌تواند در زمان و خاک متفاوت رنگ مختلفی داشته باشد.



⇒ ۲ اللی باعث ایجاد ۳ شکل در صفت می‌شود

۳۵۷۶ (۴) چون دختری با فنوتیپ A می‌تواند دارای دو نوع ژنوتیپ X^AX^A یا X^AX^B باشد پس در این سؤال ژنوتیپ مادر را دو حالت X^AX^C یا X^BX^C باید در نظر گرفت. چون مادر X^CX^C نمی‌تواند دختر فوق را ایجاد کند و از طرفی پدر خانواده قطعاً X^AY است. پس با توجه به جدول زیر هر حالتی را در نظر بگیرید، دختری متفاوت با والدین ایجاد نمی‌شود.



	حالت دوم آمیزش	حالت اول آمیزش
والدین	$X^CX^B\times X^AY$	$X^CX^A\times X^AY$
ژنوتیپ فرزندان	$X^CX^A-X^AX^B$ $-X^BY-X^CY$	$X^CX^A-X^AX^A$ $-X^AY-X^CY$
فنوتیپ فرزندان	پسر C - پسر B - دختر A - دختر C	پسر C - پسر A - دختر A - دختر C
تحلیل	پسر B: فنوتیپ متفاوت با والدین (گزینهٔ (۳))	پسر A: مشابه پدر (گزینهٔ (۲)) دختر C: مشابه مادر (گزینهٔ (۱))

۳۵۷۷ (۲) موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند (فنیل‌کتونوری نوعی بیماری ارثی مستقل از جنس نهفته می‌باشد).

بررسی موارد (الف) **نادرست.** در این بیمار ترکیبات حاصل از تجمع فنیل‌آلانین در بدن، سبب بیماری می‌شود. (ب) **نادرست.** با تغییر عوامل محیطی سعی می‌شود تا اثرات بیماری فنیل‌کتونوری مهار شود **ولی درمان نمی‌شود.** (ج) **نادرست.** شیر مادر فنیل‌آلانین زیادی دارد و می‌تواند به **مغز** (نه نخاع) فرزند مبتلا به فنیل‌کتونوری آسیب برساند. (د) درست. نوزاد با شیر **فاقد** فنیل‌آلانین تغذیه می‌شود ولی رژیم غذایی فرد بالغ با رژیم‌های بدون (یا کم) فنیل‌آلانین می‌باشد. (ه) درست. در این بیماری در بدو تولد هیچ فردی علائم مشخص ندارد و بعد از خوردن شیر حاوی فنیل‌آلانین علائم در بیماران ایجاد می‌شود.

نکات اثر عوامل محیطی روی تأثیر بیماری فنیل‌کتونوری (PKU)

همان‌طور که گفتیم بیماری فنیل‌کتونوری یک بیماری مستقل از جنس نهفته می‌باشد که در افراد بیمار، آنزیمی که باید آمینواسید فنیل‌آلانین را تجزیه کند وجود ندارد و تجمع فنیل‌آلانین در بدن سبب ایجاد ترکیبات خطرناکی شده که سبب آسیب به مغز و معلولیت ذهنی نوزادان می‌شود.

علت این بیماری تغذیه از پروتئین‌هایی مانند شیر مادر است که حاوی فنیل‌آلانین بوده، ولی با تغذیه نکردن از فنیل‌آلانین می‌توان جلوی بیماری را گرفت.

تغذیه نوزادان بیمار با شیر مادر سبب آسیب به یاخته‌های **مغزی** فرد می‌شود.

با آزمایشاتی که در بدو تولد با آزمایش خون به دست آمده از پای نوزادان صورت می‌گیرد، می‌توان احتمال ابتلا به فنیل‌کتونوری را بررسی کرد.
در صورت بیمار بودن نوزاد، می‌توان با شیرخشک‌هایی که فاقد فنیل‌آلانین هستند آن‌ها را تغذیه داد و در رژیم غذایی آینده وی نیز از غذای بدون فنیل‌آلانین و یا مقدار کم فنیل‌آلانین تجویز کرد.
در بیشتر بدانید، دارید که غذاهایی مانند بیشتر میوه‌ها، نان، شیرینی و شکر دارای فنیل‌آلانین کم، ولی گوشت، شیر، لبنیات، تخم‌مرغ و... حاوی فنیل‌آلانین زیادی می‌باشند.

۳۵۷۸ **(۲)** با توجه به شکل و نکات شکل کتاب و تست مورد نظر، در بخش (۵)، **چهار** الل بارز باید وجود داشته باشد که می‌توانند مثلاً به صورت *aaBBCC* باشند که در جایگاه ژنی اول فاقد الل بارز می‌باشند.

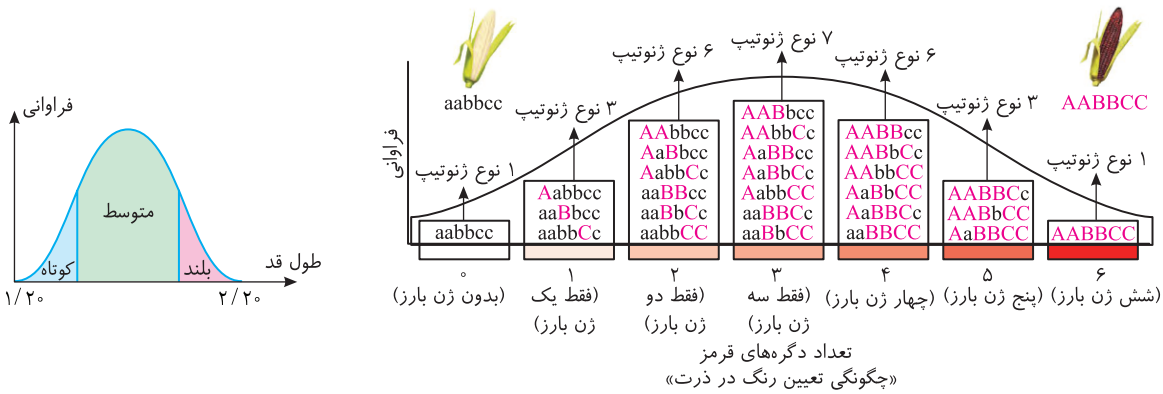
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در بخش (۴)، هفت نوع ژنوتیپ وجود دارد که همگی دارای سه الل بارز می‌باشند. در مورد ژنوتیپ *AaBbCc*، هر جایگاه ژنی یک الل بارز و یک الل نهفته دارد یعنی همهٔ **انواع** شش نوع الل این صفت با هم وجود دارند. **گزینهٔ (۳):** بخش (۶) حاوی ۵ الل بارز می‌باشد که می‌تواند سه نوع ژنوتیپ به صورت *AABBCc* یا *AABbCC* یا *AaBBCC* باشد. پس هر سه نوع، در یک جایگاه ژنی حالت ناخالص *Aa* یا *Bb* یا *Cc* را دارند. به لفظ سؤال دقت کنید! در گزینهٔ (۳) گفته شده هر ژنوتیپ در بخش (۶)، در یک جایگاه خالص است. *این مورد درسته و یادتون نره که نگفته فقط یک جایگاه! ولی همشون حداقل در یکی خالص هستن.* **گزینهٔ (۴):** بخش (۲) دارای فقط یک الل بارز می‌باشد. پس سه نوع ژنوتیپ *Aabbcc* یا *aaBbcc* یا *aabbCc* می‌تواند داشته باشد که حتماً در دو جایگاه خالص می‌باشند.

مثالی برای فهم صفات چندجایگاهی (رنگ دانه‌های ذرت)

صفت رنگ دانه‌های **نوعی** ذرت، یک صفتی است که تحت کنترل **۳ جایگاه ژنی** می‌باشد که هر نوع ژن یا جایگاه ژنی نیز **۲ نوع الل** بارز و نهفته می‌تواند داشته باشد، یعنی در کل جامعه ۶ ژن که دوتا دوتا به صورت بارز و نهفتگی (*A* و *a*)، (*B* و *b*) و (*C* و *c*) وجود دارد. هرکدام از این جفت ژن‌ها در یک منطقه از ژنوم وجود دارند. **هر بوتهٔ ذرت در هر یاختهٔ دیپلوئید خود برای این صفت ۶ ژن دارد که دوتا دوتا با هم الل می‌باشند.** مثلاً ژن *A* با *a* الل است و در کروموزوم همتا در جایگاه مشابه روبه‌روی هم می‌آیند ولی *A* و *B* با **هم الل نیستند** و در دو جایگاه ژنی متفاوت در دو جفت کروموزوم مجزا قرار دارند (برعکس A و B در گروه خونی). برهم‌کنش همهٔ ۳ نوع ژن باعث ایجاد صفت رنگ دانه ذرت می‌شود. ذرتی که در ژنوتیپ آن فقط ژن‌های **بارز** باشد برای این صفت ۶ ژن *AABBCC* به صورت خالص داشته که دو به دو با هم الل هستند و فنوتیپ کاملاً قرمز را با فراوانی کم در یک آستانه نمودار فراوانی بروز می‌دهد. ذرتی که ژنوتیپ *aabbcc* دارد نیز فنوتیپ سفید را بروز می‌دهد. این دو فنوتیپ در دو سر طیف به صورت کاملاً خالص و دارای یک نوع ژنوتیپ قرار می‌گیرند. این صفت در ذرت‌ها می‌تواند ۳ نوع ژنوتیپ در جایگاه ژن‌های (*aa-Aa-AA*) و همین‌طور ۳ نوع در جایگاه ژن‌های *B* و *b* و به همین تعداد در ژن‌های *C* و *c* ایجاد کند. پس **کلاً** ۳×۳×۳ **معادل** ۲۷ **نوع ژنوتیپ در جامعه ایجاد می‌کند.** در مورد فنوتیپ آن‌ها دیده می‌شود که این صفت از نوع **پیوسته** می‌باشد و رنگ آن‌ها از سفید با ۶ ژن نهفته شروع می‌شود و هرچه تعداد الل بارز در آن‌ها بیشتر شود، کمی بیشتر به سمت قرمزتر شدن می‌رود. مثلاً دانهٔ ذرتی که ژنوتیپ *AaBbCc* دارد از دانهٔ ذرتی که یک ژن بارز *Aabbcc* دارد، رنگ قرمز پررنگ‌تری دارد. نمودار فراوانی آن‌ها به صورت زنگوله‌ای با فنوتیپ‌های پیوسته می‌باشد که در زیر به صورت ۷ نوع رخ‌نمود مشاهده می‌کنید.

نکات مهم

به‌طور مثال دقت کنید که رخ‌نمود دو نوع ژن‌نمود با دگره‌های *AaBbCc* و *AabbCC* با هم مشابه است، چون تعداد دگره‌های غالب آن‌ها یکسان و سه عدد است. در حل مسائل این ذرت‌ها، مهم فقط شمردن تعداد ژن‌های **بارز** می‌باشد. هر دو دانه‌ای که تعداد ژن‌های **بارز** برابری دارند، حتی با ژنوتیپ متفاوت، قطعاً فنوتیپ یکسانی را بروز می‌دهند.
در مورد این صفت دقت کنید که مثلاً در ذرت، *AaBBCc*، ژن‌های *A* و *a* با هم الل هستند ولی با *B*، *C* و *c* الل نمی‌باشند، ولی چون همگی در به ارث رسیدن یک صفت نقش دارند، *A* هم روی *a* و هم روی *B*، *C* و *c* تأثیر می‌گذارد.
توجه کنید که در این صفت بین هر جفت الل، رابطهٔ بارز و نهفتگی وجود دارد، ولی مثلاً بین *A* و *B* رابطهٔ بین‌اللی موجود نیست، ولی در بروز یک صفت خاص بیان آن‌ها روی فنوتیپ نهایی اثر دارد.
این صفت در ذرت دارای ۷ نوع فنوتیپ می‌باشد، که بیشترین حالت و فراوانی مربوط به انواعی است که سه ژن بارز دارند. این حالت دارای ۷ نوع ژنوتیپ می‌باشد. دو حالت آستانه‌ای در دو طرف طیف نمودار در هر سه جایگاه ژنی خالص است و با فراوانی کم، فقط یک نوع ژنوتیپ دارد.



در مورد رنگ‌های مختلف صفت فوق در ذرت‌ها، تعداد ژن‌های بارز، تعیین‌کنندهٔ نوع فنوتیپ می‌باشد. دقت کنید که بیشترین فراوانی در ذرت‌هایی است که دارای سه ژن بارز هستند و کمترین فراوانی در ذرت‌هایی با ۶ نوع ژن بارز یا بدون ژن بارز دیده می‌شود.

۳۵۷۹ **(۲)** رویان حاصل از آمیزش دو ذرت با ژنوتیپ‌های *AABBCC* و *aabbcc*، به صورت ***AaBbCc*** خواهد بود که **سه** دگرهٔ بارز دارد و فنوتیپی مشابه با ذرت دارای ژنوتیپ ***AaBBcc*** با **سه** دگرهٔ بارز دارد. همان‌طور که می‌دانیم، در رخ‌نمودهای ناخالص، هرچه تعداد **دگره‌های بارز** بیشتر باشد، مقدار **رنگ قرمز** بیشتر است. در نتیجه این دو ذرت از نظر رنگ با یکدیگر شباهت بیشتری دارند.

۳۵۸۰ **(۴)** ذرت *aaBBCC* دارای **چهار ژن** بارز می‌باشد که به ذرت گزینهٔ (۱) که سه ژن بارز دارد، رنگ شبیه‌تری دارد. گزینهٔ (۲) دارای شش ژن بارز، گزینهٔ (۳) دارای دو ژن بارز و گزینهٔ (۴) دارای یک ژن بارز *A* می‌باشد و **بیشترین تفاوت** یا همان کمترین شباهت را با نمونه سؤال دارد.

۳۵۸۱ (۴) طبق نمودار نشان داده شده در نکتهٔ قبل، ذرت‌هایی که فقط یک جایگاه ژنی خالص بارز و یک جایگاه ژنی نهفته دارند، در وسط نمودار قرار دارند و فاصلهٔ یکسانی از ذرت کاملاً سفید و ذرت کاملاً قرمز دارند. هرچند در این تست واژه‌های غالب و مغلوب مربوط به نظام قدیم است!

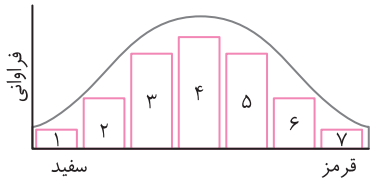
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** برای ذرت‌هایی مانند $AAbbcc$ و $AABbcc$ که در دو جایگاه مختلف هستند، برقرار نیست. **گزینهٔ (۲):** برای ذرتی مانند $AABbCc$ برقرار نیست. **گزینهٔ (۳):** برای ذرت‌هایی مانند $Aabbcc$ و $AAbbcc$ برقرار نیست.

۳۵۸۲ (۳) در آمیزش این دو ذرت، نسل اول به صورت $AabbCc$ با دو دگرهٔ بارز A و C ایجاد می‌شوند که از آمیزش با خودلقاحی زاده‌های نسل اول: $(AabbCc \times AabbCc)$، نسل دومی ایجاد می‌شود. در نسل دوم اگر ذرتی از صفر تا چهار دگرهٔ بارز مثل $AAbbCC$ ایجاد می‌شود که در این حالت رخ‌نمودی مانند $AaBBCc$ با چهار الل بارز خواهد داشت.

توجه در حل این سؤالات شما فقط دنبال شمردن تعداد الل‌های بارز باشید.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دانه‌های نسل اول همگی $AabbCc$ خواهند شد که دو دگرهٔ بارز دارند ولی رخ‌نمود آن‌ها با والدینشان که یکی بدون دگرهٔ بارز و دیگری با چهار دگرهٔ بارز می‌باشد، متفاوت است. **گزینهٔ (۲):** در نسل دوم، ذرتی با دگرهٔ B به دنیا نمی‌آید چون در نسل اول هر والد ژن‌نمود bb دارد. **گزینهٔ (۴):** در این صفت، هستهٔ دیپلوئید ۶ ژن دارد ولی این ۶ ژن دوتا دوتا با هم دگره هستند و همهٔ آن‌ها با هم دگره و روی فام‌تن همتا قرار ندارند.

۳۵۸۳ (۴) همهٔ موارد صحیح می‌باشند.



بررسی موارد (الف) **درست.** منظور آمیزش بین قسمت (۲) و (۶) می‌باشد که در این حالت از آمیزش $Aabbcc$ (در قسمت ۲) با $AaBBCC$ در قسمت (۶) می‌توان حداکثر زاده‌ای $AABbCc$ با چهار ژن بارز به دنیا آورد و هیچگاه زاده‌ای با صفر یا ۶ الل بارز به دنیا نمی‌آید که کمترین فراوانی را دارند. (ب) **درست.** بیشترین فراوانی در قسمت (۴) با سه الل بارز و کمترین فراوانی هم در آستانه‌ای‌ها با صفر یا ۶ الل بارز است. از آمیزش بین ۷ نوع ژنوتیپ حالت (۴) با دو نوع آستانه‌ای‌ها احتمال هر نوع ذرتی با فنوتیپ‌های مختلف وجود دارد، مثلاً از آمیزش $AaBbCc$ که هر نوع گامتی ایجاد می‌کند با ذرت $aabbcc$، هر چهار حالت (از صفر تا ۳ الل بارز) ایجاد می‌شود و از آمیزش آن با قرمز $AABBCC$ نیز ذرت‌های دارای ۴، ۵ و یا ۶ الل بارز می‌آیند. (ج) از آمیزش ذرت‌های موجود در قسمت (۳) (دو الل بارز) و قسمت (۵) (چهار الل بارز) ممکن نیست رویانی با ژنوتیپ $AABBCC$ به وجود آید که در آینده قرمزترین دانه‌ها را دارد چون برای ساخت چنین رویانی نیاز به گامت‌هایی با ژنوتیپ ABC از هر دو والد است و ذرت‌های موجود در قسمت (۳) حداکثر می‌توانند گامت‌هایی با دو الل بارز بدهند. ذرت از غلات است و در غلات هنگام رویش دانه رویان جیبرلین زیادی می‌سازد. (د) درست. ذرت نر بخش (۲) دارای یک الل بارز است و ذرت مادهٔ بخش (۴) دارای ۳ الل بارز است. یاختهٔ حاوی گلوتن زیاد در آندوسپرم $3n$ وجود دارد. (فصل ۹ یازدهم) که ممکن است سه الل بارز یکسان AAA را از اسپرم Abc و یاختهٔ دوهسته‌ای $AAbbcc$ گرفته باشد.

۳۵۸۴ (۲) ذرت نر با سه جایگاه ژنی، $AaBbcc$ (با دو الل بارز) است و والد ماده $aaBBCc$ (با سه الل بارز) می‌باشد. موارد (الف) و (ب) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** رنگ هر دانه‌ای که سه الل بارز دارد، مانند والد ماده می‌شود. پس اگر اسپرم با دو الل بارز ABc با تخم‌زای دارای یک الل بارز aBc آمیزش کند، ذرت $AaBBCc$ حاصله با سه الل بارز رنگی همانند والد ماده دارد. (ب) **نادرست.** هر ذرتی که دارای دو الل بارز باشد رنگدانه‌ای مشابه والد نر دارد، والد ماده در کل دو نوع گامت تولید می‌کند aBc یا aBC تخم‌زا aBC برای اینکه ذرتی شبیه والد نر تولید کند باید با اسپرم abc لقاح کند که در این حالت تخم ضمیمه $aaaBBbCCc$ است و دارای پنج الل نهفته هست. (ج) درست. داشتن رنگ قرمز بیشتر از والد ماده یعنی تعداد الل بارز آن بیشتر از ۳ عدد باشد. از آن‌جا که والد نر C و والد مادر الل A ندارد پس ژنوتیپ‌های CC و AA در زاده‌ها ایجاد نمی‌شود. حداکثر این زاده در حالت بالای ۳ الل بارز می‌تواند $AaBBCc$ با چهار الل بارز شود که اسپرم ایجادکنندهٔ آن ABc و تخم‌زا aBC بوده است که فقط در ژن B مشابه هم هستند. (د) درست. داشتن رنگ قرمز کمتر از والد نر، یعنی زاده یا دارای صفر الل بارز به صورت $aabbcc$ شود که امکان‌پذیر نیست چون والد ماده همواره الل B را می‌دهد یا باید زاده‌ای با یک الل بارز به صورت $aaBbcc$ ایجاد شود. در این صورت اسپرم به صورت abc و تخم‌زا aBc بوده است که در دو جایگاه a و c قطعاً مشابه و در یک جایگاه B متفاوتند.

۳۵۸۵ (۳) فقط مورد (د) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کند. در صورت آمیزش دو ذرت اشاره شده در صورت سؤال، ذرت‌های حاصل می‌توانند حداکثر دارای ۶ دگرهٔ بارز و حداقل ۱ دگرهٔ بارز $aaBbcc$ باشند. برای بقیهٔ حالات نیز جهت مثال یک نمونه ژنوتیپ می‌نویسیم:

ذرت دارای ۱ دگرهٔ بارز : آمیزش دو گامت aBc و abc — ذرت دارای ۲ دگرهٔ بارز : آمیزش دو گامت aBC و abc

ذرت دارای ۳ دگرهٔ بارز : آمیزش دو گامت ABC و abc — ذرت دارای ۴ دگرهٔ بارز : آمیزش دو گامت aBC و aBC

ذرت دارای ۵ دگرهٔ بارز : آمیزش دو گامت ABc و ABC — ذرت دارای ۶ دگرهٔ بارز : آمیزش دو گامت ABC و ABC

۳۵۸۶ (۴) در صورت آمیزش دو ذرت $AaBbCc$ و $AaBbCc$، تیره‌ترین زاده دارای ۵ دگرهٔ بارز و روشن‌ترین زاده دارای صفر دگرهٔ بارز است ولی زادهٔ $AABbCc$ دارای ۴ الل بارز است که بین ۰ تا ۶ قرار می‌گیرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در صورت آمیزش دو ذرت $AABBCc$ و $AaBBCc$ تیره‌ترین زاده دارای ۵ دگرهٔ بارز و روشن‌ترین زاده دارای ۳ دگرهٔ بارز است ولی زادهٔ معرفی شده ۲ الل بارز دارد که بین ۳ و ۶ قرار نمی‌گیرد. **گزینهٔ (۲):** در صورت آمیزش دو ذرت $aabbCc$ و $AABBCC$ تیره‌ترین زاده دارای ۴ دگرهٔ بارز و روشن‌ترین زاده دارای ۳ دگرهٔ بارز است و زادهٔ مورد مقایسه سه الل بارز دارد که بین ۳ و ۴ قرار نمی‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** در صورت آمیزش دو ذرت $AABbcc$ و $aabbcc$ تیره‌ترین زاده دارای ۲ دگرهٔ بارز و روشن‌ترین زاده دارای ۱ دگرهٔ بارز است ولی زادهٔ معرفی شده فقط یک الل بارز دارد که بین ۱ و ۲ قرار نمی‌گیرد.

۳۵۸۷ (۳) *سؤال بسیار راحت و آسان!* با توجه به نمودار زنگوله‌ای در فصل ۳ کتاب درسی، می‌دانیم هرچه از نظر تعداد الل‌های بارز و نهفتهٔ دو ذرت به هم نزدیک‌تر باشند، رنگشان نیز نزدیک‌تر است.

حالا اینجا گفته **شباهت کمتر!** ژنوتیپی که در تست به ما داده ۴ الل بارز دارد. گزینهٔ (۱) شش الل بارز، گزینهٔ (۲) پنج الل بارز. گزینهٔ (۳) یک الل بارز و گزینهٔ (۴) دو الل بارز دارد. می‌بینیم که اختلاف الل‌های بارز در گزینهٔ (۳) بیشتر از سایر گزینه‌هاست.

۳۵۸۸ (۳) ژنوتیپ حدواسط حاصل از آمیزش دو ذرت در گزینهٔ (۳) دارای ۲ دگرهٔ بارز است. اگر بخواهیم سریع‌تر به جواب برسیم می‌توان تیره‌ترین و روشن‌ترین ژنوتیپ حاصل را پیدا کرده و سپس به تعداد دگره‌های ژنوتیپ حدواسط برسیم، مثلاً در این گزینه تیره‌ترین ذرت حاصله دارای ۴ دگرهٔ بارز (AaBBCc) و روشن‌ترین ذرت دارای صفر دگرهٔ بارز (aabbcc) است که حدواسط این دو عدد ۲ می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ژنوتیپ حدواسط حاصل از آمیزش دو ذرت دارای ۴ دگرهٔ بارز است. تیره‌ترین ذرت دارای ۶ دگرهٔ بارز (AABBCC) و روشن‌ترین ذرت دارای ۲ دگرهٔ بارز (AaBbcc) است. **گزینهٔ (۲):** ژنوتیپ حدواسط ندارد. ژنوتیپ‌های حاصل حداکثر ۴ دگرهٔ بارز (AaBBCc) و حداقل ۳ دگرهٔ بارز (AaBbCc) دارند. **گزینهٔ (۴):** ژنوتیپ حدواسط حاصل از آمیزش دو ذرت دارای ۴ دگرهٔ بارز است. تیره‌ترین ذرت دارای ۵ دگرهٔ بارز (AABbCC) و روشن‌ترین ذرت دارای ۳ دگرهٔ بارز (AaBbCc) است.

۳۵۸۹: (۱) ذرت‌هایی با یک الل نهفته و ۵ الل بارز (مانند $AABBCc$)، از لحاظ رنگ‌دانه بیشترین شباهت را به ذرت کاملاً قرمز با ژنوتیپ $AABBCC$ دارند. تمامی این ذرت‌ها در گامت‌های خود حداقل ۲ الل بارز را دارند و می‌توانند آندوسپرمی با بافت پارانشیمی و حداقل ۶ الل بارز تولید نمایند، مثلاً از خودلقاحی $AaBBCC$، گامت نر aBC با یاختهٔ دوهسته‌ای $aaBBCC$ آمیزش می‌کند و آندوسپرم $aaaBBBCCC$ با ۶ ژن بارز ایجاد می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** ذرت‌هایی با سه الل بارز و سه الل نهفته دارای بیشترین فراوانی فنوتیپی از نظر رنگ‌دانه می‌باشند، برای مثال ذرت $AABbcc$ را در نظر بگیرید؛ این ذرت در گامت‌های خود حداقل دارای یک الل بارز و یک الل نهفته می‌باشد؛ بنابراین توانایی تولید ذرت‌هایی در هر دو آستانهٔ طیفی رنگی (با ۶ الل بارز یا ۶ الل نهفته) را ندارد. **گزینهٔ (۴):** ذرت با ژنوتیپ $aabbcc$ فاقد الل قرمز رنگ بوده و سفید است یعنی رنگ روشن‌تری نسبت به سایر ذرت‌ها دارد. این نوع ذرت تنها می‌تواند گامت‌هایی با ژنوتیپ abc تولید نماید و حتی در صورت وقوع کراسینگ‌اور هم فاقد تنوع اللی در گامت‌های خود می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** ذرت‌های دو سر آستانهٔ طیفی رنگی کمترین فراوانی فنوتیپی را دارند. ذرتی با ژنوتیپ $AABBcc$ هیچ‌گاه ذرتی از این دو آستانه تولید نخواهد کرد.

۳۵۹۰: (۲) دقت کنید که طبق شکل کتاب درسی، در حالتی که **سه الل بارز** داشته باشیم، فنوتیپ حاصل **بیشترین انواع ژنوتیپ** را به خود اختصاص می‌دهد، در نتیجه فنوتیپ حالتی که چهار الل بارز داریم **انواع بیشتری** ژنوتیپ را نسبت به حالتی که پنج الل بارز داریم به خود اختصاص می‌دهد. همچنین هرچه **تعداد الل بارز کمتر** باشد رنگ **سفیدتر** است پس گزینهٔ (۲) صحیح است.

۳۵۹۱: (۳) طبق شکل ۹ فصل ۳ کتاب درسی زیست‌شناسی (۳)، فنوتیپی که ژنوتیپ‌های مربوط به آن، **سه دگرهٔ بارز** داشته باشند، **بیشترین** انواع ژنوتیپ‌ها را به خود اختصاص می‌دهد. همچنین هرچه تعداد دگره‌های **بارز** بیشتر باشد، رنگ دانهٔ آن ذرت **قرمزتر** می‌باشد و بیشترین ژنوتیپ با ۷ نوع در میانهٔ نمودار با سه الل بارز است.

۳۵۹۲: (۱) در مورد صفت رنگ ذرت دقت کنید که سه جایگاه ژن در کنترل آن نقش دارند. هر چه تعداد الل‌های (ژن‌های) بارز بیشتر باشد، رخ‌نمود قرمز نمایان‌تر شده و هرچه دگره‌های نهفته بیشتر باشد، رخ‌نمود سفید بیشتر بروز می‌کند، مثلاً رخ‌نمود دانه‌ای با ژن‌نمود $AaBBCc$ که ۴ ژن بارز دارد، از دانهٔ $AaBbCc$ که سه ژن بارز دارد، قرمزتر نمایان می‌شود (چون یک ژن بارز بیشتر دارد). در این مثال والدین به صورت $AAbbcc$ و $aaBBCC$ هستند و بدیهی است که زاده‌های آن‌ها فقط به صورت $AaBbCc$ درمی‌آیند که دارای سه ژن بارز و سه ژن نهفته می‌باشند. در بین گزینه‌ها فقط گزینهٔ اول با ژن‌نمود $aaBbCC$ دارای سه ژن بارز بوده و از همه به زاده‌ها رخ‌نمود شبیه‌تری دارد.

۳۵۹۳: (۴) در این سؤالات مهم، شمردن تعداد الل‌های بارز است. ذرت $AABBcc$ و ذرت $AaBbCC$ هر دو دارای چهار الل بارزند و بسیار به یکدیگر شبیه‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ذرت $AABBcc$، چهار الل بارز و ذرت $AABbcc$، سه الل بارز دارد. **گزینهٔ (۲):** ذرت $AaBbCC$ دارای، چهار الل بارز و ذرت $AABBCc$، پنج الل بارز دارد. **گزینهٔ (۴):** ذرت $AABbCc$ دارای، چهار الل بارز و ذرت $AAbbcc$ دارای، دو الل بارز است.

ژنتیک گیاهی

ابتدا باید نکاتی از دانه نهان‌دانگان و روش ایجاد آن را از فصل ۸ یازدهم بررسی کنید:

دانهٔ اولیهٔ نهان‌دانگان:

دانهٔ اولیهٔ هر گیاه نهان‌دانه دارای سه قسمت می‌باشد:

الف) پوستهٔ دانه

همان **پوسته تخمک** می‌باشد که فرمول ژنتیکی گیاه یا والد ماده را دارد و دیپلوئید می‌باشد.

ب) رویان و لپه

محصول میتوز تخم اصلی $2n$ می‌باشد که در هر صفت، یک ژن را از والد نر و یک ژن را از والد ماده گرفته است.

ج) آندوسپرم

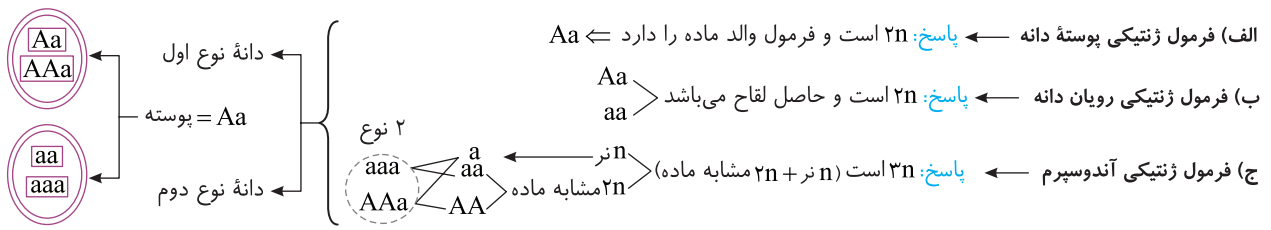
محصول میتوزهای متوالی تخم ضمیمه یا $3n$ می‌باشد که بعد از لقاح ایجاد شده است و دارای بافت پارانشیمی با ذخیرهٔ غذایی برای رویان می‌باشد. **یاخته‌های $3n$ این قسمت، در هر صفت، یک ژن را از والد نر و دو ژن همانند هم را از والد ماده گرفته‌اند.**

اگر فرمول ژنتیکی یاختهٔ $2n$ کیسهٔ گرده aa و پارانشیم خورش نیز Aa باشد مطلوب است:

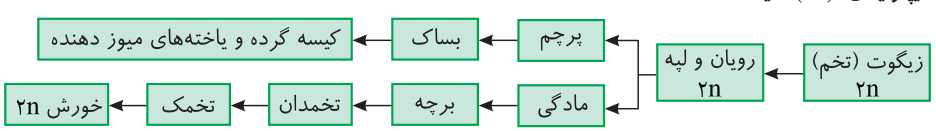
الف) فرمول ژنتیکی پوستهٔ دانه ← پاسخ: $2n$ است و فرمول والد ماده را دارد ⇐ Aa

ب) فرمول ژنتیکی رویان دانه ← پاسخ: $2n$ است و حاصل لقاح می‌باشد ⇐ $Aa \times aa$

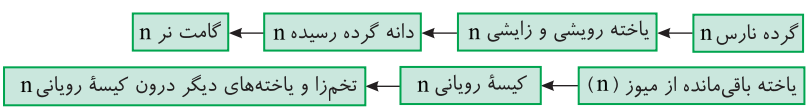
ج) فرمول ژنتیکی آندوسپرم ← پاسخ: $3n$ است (n نر + $2n$ مشابه ماده) ⇐ n نر، $2n$ مشابه ماده



قسمت‌های مرحلهٔ دیپلوئیدی ($2n$) گیاه:



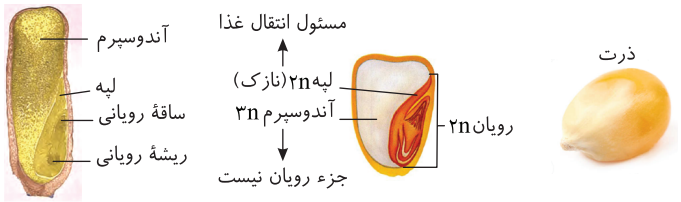
قسمت‌های مرحلهٔ هاپلوئیدی (n) گیاه ← درون بخش دیپلوئید به وجود می‌آیند.



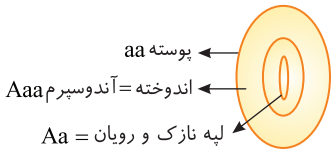
انواع دانه‌های رسیدهٔ نهان‌دانگان

الف) دانه‌های آندوسپرم‌دار

به دانهٔ بالغ **تک‌لپه‌ای‌ها**، دانهٔ آندوسپرم‌دار یا اندوخته‌دار می‌گویند. این گروه که شامل **غلاتی** مثل **گندم، جو و ذرت** می‌باشند، دانه‌ای با **یک لپه نازک** دارند که نقش لپه آن‌ها، **فقط انتقال** مواد غذایی از **آندوسپرم به رویان** در حال رشد می‌باشد. در این گیاهان **دانهٔ بالغ** حاوی دو **پوستهٔ** $2n$ از یاخته‌های بخش مادهٔ گیاه، یاخته‌های **رویان** $2n$ حاصل از لقاح والد نر و ماده (لپه، رویان، مریستم رأس ساقه و ریشه) و یاخته‌های **اندوخته‌دار** ($3n$) آندوسپرم می‌باشد. این دانه‌ها، معمولاً در هنگام رشد، لپه آن‌ها در خاک باقی می‌ماند و سبز نمی‌شود.



اگر فرمول ژنتیکی گل خرما ماده aa و گل خرما نر به صورت AA باشد، انواع فرمول‌های ژنتیکی پوسته دانه، آندوسپرم و رویان (لپه)چقدر می‌باشد؟



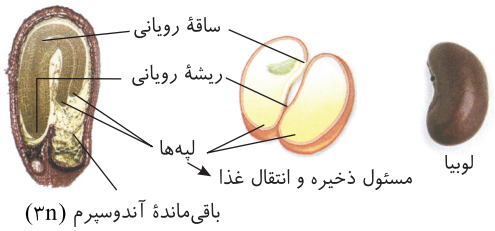
گل نر AA ← گامت نر A ⇐ پوسته دانه = $2n$ گل ماده = پوسته تخمک = یک نوع aa

گل ماده aa ← گامت ماده a ⇐ رویان (لپه) = $2n$ لقاح = Aa = یک نوع

گل ماده aa ← یاخته دوهسته‌ای aa ⇐ آندوسپرم (اندوخته دانه) ⇐ $3n$ = A aa (ماده نر) ⇐ یک نوع

ب) دانه‌های بدون آندوسپرم

به دانهٔ بالغ نهان‌دانگان **دولپه‌ای**، دانهٔ فاقد اندوخته **یا فاقد آندوسپرم** می‌گویند. در این دانه‌های بالغ، **یاخته‌های لپه‌ها** ($2n$)، **همهٔ اندوختهٔ غذایی آندوسپرم را در خود ذخیره می‌کنند** و لپه‌های آن‌ها بزرگ و پر از ذخیره غذایی برای رشد رویان می‌شوند. در حالت بلوغ، در این دانه‌ها یاختهٔ آندوسپرم $3n$ وجود ندارد و **همهٔ یاخته‌های دانه بالغ، دیپلوئید می‌باشند** که شامل پوسته دیپلوئید از تخمک مادر و لپه با یاختهٔ اندوخته‌دار و رویان $2n$ از لقاح یاخته‌های جنسی نر و ماده می‌باشند.



مثال اگر فرمول ژنتیکی گل نر دولپه‌ای Aa و گل ماده آن aa باشد، چند نوع فرمول ژنتیکی برای انواع پوسته دانه، لپه‌ها و یاخته‌های اندوخته‌دار دانهٔ رسیدهٔ آن‌ها متصور هستیم؟

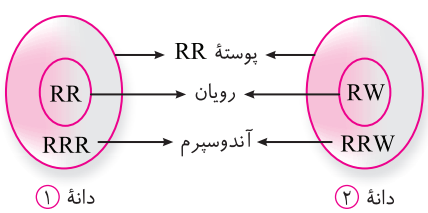
پاسخ پوستهٔ هر نوع دانه‌ای از پوستهٔ تخمک با فرمول ژنتیکی aa حاصل می‌شود و یک نوع می‌باشد. در دولپه‌ای‌ها لپه، رویان و اندوخته دانه همگی در یاخته‌های $2n$ حاصل از لقاح وجود دارد که به دو صورت Aa یا aa می‌تواند باشد چون از لقاح $Aa \times aa$ ، فرزندان به دو صورت Aa و aa درمی‌آیند و دانهٔ بالغ آن‌ها یاختهٔ $3n$ آندوسپرم ندارد.

نکته
لپه در دانهٔ تک‌لپه‌ای‌ها، نازک می‌باشد و فقط نقش **انتقال** مواد غذایی را از آندوسپرم $3n$ به رویان $2n$ دارد، ولی در دانهٔ دولپه‌ای‌ها، لپه‌ها قطور می‌باشند و آندوسپرمی وجود ندارد، در نتیجه لپه‌ها نقش **ذخیره و انتقال** مواد غذایی به رویان را دارند.

۳۷۱ ژنتیک گیاهی دانهٔ نهان‌دانگان

نوع دانهٔ نهان‌دانگان	پوستهٔ دانه	لپه و رویان	یاختهٔ اندوخته‌دار (آندوسپرم‌دار)
دانهٔ اولیه	$2n$ با فرمول والد ماده	$2n$ حاصل از لقاح	$3n$: n از یاختهٔ جنسی نر؛ $2n$ شبیه هم از یاخته دوهسته‌ای مادر
دانهٔ بالغ تک‌لپه‌ای	$2n$ با فرمول والد ماده	$2n$ حاصل از لقاح	$3n$: n از یاختهٔ جنسی نر؛ $2n$ مشابه از یاخته دوهسته‌ای مادر
دانهٔ بالغ دولپه‌ای	$2n$ با فرمول والد ماده	$2n$ حاصل از لقاح	$2n$ حاصل از لقاح (شبیه لپه)

۳۵۹۴ : (۱) پوستهٔ دانه همواره ژن‌نمود والد ماده یعنی RR را دارد. در این آمیزش، گیاه نر RW (صورتی) بوده و دو نوع اسپرم R یا W ایجاد می‌کند ولی گامت ماده یا تخم‌زا فقط دگرهٔ R دارد. در این صورت دانه‌های حاصل همگی در **پوستهٔ** خود یاخته‌های RR دارند. اگر دانه در رویان خود ژن‌نمود RW داشته باشد، قطعاً یاختهٔ دوهسته‌ای کیسهٔ رویانی آن RR بوده و تخم $3n$ آن برای تولید آندوسپرم RRW می‌باشد (نادرستی گزینه‌های (۲) و (۴) و درستی گزینهٔ (۱)). در مورد دانهٔ دیگر دقت کنید که اگر رویان RR شود، آندوسپرم نیز باید RRR شود (نادرستی گزینهٔ (۳)).



نکته
آندوسپرم با دو دگرهٔ W در این لقاح ایجاد نمی‌شود چون والد ماده، دگرهٔ W ندارد.

۳۵۹۵: (۲) از عبارت گل فاقد سومین حلقه (پرچم) متوجه می‌شویم که این گل گیاه ماده و دانه‌دار است، پس باید ژنوتیپ یاختهٔ تخم‌زا را از این گیاه و ژنوتیپ گامت نر را از گیاه بعدی پیدا کنیم. *یه نکته بهتون میگم که رو آندوسپرم بتونید فیلی راحت ژنوتیپ یافتهٔ تخم‌زا را پیدا کنید:*

نکته

در ژنوتیپ آندوسپرم، دگره‌هایی که تکرار شده را کنار هم بنویسید تا بشه ژنوتیپ یاختهٔ دوهسته‌ای بعد از هر دو تا یکی از آن‌ها مخصوص تخم‌زاست.

در این گیاه ژنوتیپ یاختهٔ تخم‌زا برابر با $AbCD$ است چون گیاه خالص است و احتمال تخم‌زای دیگری وجود ندارد. در فصل ۸ زیست یازدهم خواندید که یاختهٔ رویشی و زایشی حاصل تقسیم میتوز هستند و درنتیجه ژنوتیپ یکسانی دارند. یاختهٔ رویشی طی رشد، لولهٔ گرده را ایجاد می‌کند درنتیجه ژنوتیپ لولهٔ گرده و یاخته‌های رویشی و زایشی یکسان است. از آنجا که گامت نر طی تقسیم میتوز یاختهٔ **زایشی** ایجاد می‌شود، پس ژنوتیپ دو گامت نر تولیدی نیز مثل یاختهٔ زایشی، رویشی و لولهٔ گرده است. پس ژنوتیپ گامت نر $aBCd$ می‌باشد. آندوسپرم حاصل آمیزش یاختهٔ دوهسته‌ای و گامت نر است. یاختهٔ دوهسته‌ای نیز در واقع شامل دو یاختهٔ تخم‌زای کنار هم است؛ پس ژنوتیپ آن دو برابر یاختهٔ تخم‌زا است. حال بریم برای حل سؤال: ژنوتیپ دوهسته‌ای: $AAbbCCDD$ و ژنوتیپ گامت نر $aBCd$ است. درنتیجه ژنوتیپ آندوسپرم $AAaBbbCCCDDd$ می‌شود.

۳۵۹۶: (۱) وقتی آندوسپرم WRR است، یعنی اسپرم W بوده است. پس دانهٔ گرده باید دو یاختهٔ رویشی و زایشی W داشته باشد و کلاله باید الل R را حتماً در والد ماده داشته باشد. پس گزینهٔ (۳) و (۴) که والد ماده (کلاله) WW است، نادرست می‌باشند. از طرفی گزینهٔ (۲) نیز نادرست است چون اگر دانهٔ گرده RR باشد چطور الل W برای این آندوسپرم داده است پاسخ از نظر طراح، گزینهٔ (۱) است ولی متأسفانه ادبیات طراحی آن ضعیف بوده است و منظور یاختهٔ سازندهٔ این دانهٔ گرده در کیسهٔ گرده به صورت RW بوده است چون دانهٔ گرده دو یاختهٔ رویشی و زایشی مشابه هم دارد که باید یا هر دو R و یا هر دو W باشند.

۳۵۹۷: (۱) با توجه به داده‌های مسئله، در صفت فوق چون عنوان کرده است که رنگ زرد، فقط در حالت خالص ایجاد می‌شود (ZZ) پس دگرهٔ زرد (Z) به دو دگرهٔ قرمز (R) و سبز (S) نهفته است، ولی بین دگره‌های سبز و قرمز رابطهٔ بارزیت ناقص برقرار است. چون سبز به صورت ناخالص با زرد (SZ) بارز می‌شود ولی با قرمز (RS) به صورت **یشمی** (حد واسط) درمی‌آید.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱): درست.** فرض کنید سبز ناخالص (SZ) را با قرمز ناخالص (RZ) آمیزش می‌دهید، در این صورت به جدول پانت روبه‌رو توجه کنید که چهار نوع رخ‌نمود می‌توانند داشته باشند.

قرمز ناخالص RZ	سبز ناخالص SZ ×
سبز SZ	یشمی SR
زرد ZZ	قرمز RZ

: فرزندان

گزینهٔ (۲): نادرست. اصلاً در این آمیزش الل سبز (S) وجود ندارد.

$$ZZ \times (RR \text{ یا } RZ)$$
(زرد × قرمز)
↓
هیچ‌گاه سبز با دگرهٔ S به دنیا نمی‌آید.

گزینهٔ (۳): نادرست. در این حالت دو نوع رخ‌نمود به وجود می‌آید.

زرد ZZ	یشمی RS ×
سبز SZ	قرمز RZ

: فرزندان

دو نوع رخ‌نمود جدید و متفاوت با والدین در فرزندان دیده می‌شود
⇒

$$SR \times (SZ \text{ یا } SS)$$
(یشمی × سبز)
↓
هیچ‌گاه زادهٔ زرد (ZZ) به دنیا نمی‌آید.

گزینهٔ (۴): نادرست.

۳۵۹۸: (۲) در گزینهٔ (۲) با توجه به والد نر RR و مادهٔ RW، گامت نر قطعاً R و گامت ماده R یا W است، که اگر آندوسپرم RWW باشد آن‌گاه گامت ماده W بوده و گل ایجاد شده فنوتیپ صورتی دارد (از هر سه الل، یکی از دو الل مشابه را حذف کنید تا به ژنوتیپ تخم و گیاه اولی برسید RW).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گامت ماده W و نر R است که در این صورت فنوتیپ ایجاد شده برای رویان $(RW \leftarrow RW\not{W})$ صورتی است نه سفید. **گزینهٔ (۳):** آندوسپرم رویان قرمز رنگ، RRR است. **گزینهٔ (۴):** اگر گامت نر W و گامت ماده R باشد، آن‌گاه آندوسپرم به صورت RRW است (در بین هر سه الل آندوسپرم، اللی که تنها و تک است مربوط به نر است).

۳۵۹۹: (۱) فقط مورد (الف) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** لولهٔ گرده از رشد طولی یاختهٔ رویشی ایجاد می‌شود نه تقسیم آن. (ب) درست. یاختهٔ **زایشی** طی تقسیم میتوز در لولهٔ گرده دو اسپرم یا **گامت نر** ایجاد می‌کند که ژنوتیپ آن‌ها با یاختهٔ رویشی که اندازهٔ بزرگ‌تری از یاختهٔ زایشی در دانهٔ گردهٔ رسیده دارد، برابر است. (ج) درست. یاخته‌های مولد دانه‌های گردهٔ نارس و یاخته‌های پارانشیمی دارای قدرت میوز در بافت خورش، دیپلوئید هستند و هر دو ژنوتیپ $AABb$ را دارند. (د) درست. یاختهٔ **تخم‌زا** نزدیک‌ترین یاخته کیسهٔ رویانی به سوراخ تخمک است که به همراه یاخته‌های هاپلوئید دیگر در کیسهٔ رویانی، حاصل تقسیم میتوز یک یاختهٔ هاپلوئید باقی‌مانده از تقسیم میوز یاختهٔ پارانشیمی بافت‌خورش هستند و همگی ژنوتیپ یکسانی دارد.

۳۶۰۰: (۱) موارد (الف)، (ج) و (د) عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد (الف) **درست.** همهٔ یاخته‌های مولد گردهٔ نارس، در کیسهٔ گرده به صورت **دیپلوئید** بوده و ژنوتیپ آن‌ها مشابه هم و به صورت $AaBb$ مانند گیاه اولیه می‌باشند. (ب) نادرست. گردهٔ نارس با تقسیم **میوز** حاصل می‌شود که در صورت کراسینگ‌اور حتی می‌تواند ۴ نوع مختلف داشته باشند (ab - aB - Ab - AB) (در حالت عادی دو نوع در هر میوز می‌شوند). (ج) **درست.** همهٔ یاخته‌های پارانشیمی خورش، دیپلوئید هستند پس مشابه هم $AaBb$ می‌باشند. (د) **درست.** همهٔ هسته‌های **هر** کیسهٔ رویانی طی چند تقسیم **میتوز** از یک یاختهٔ حاصل آمده‌اند پس همگی ژنوتیپ یکسان دارند. (ه) نادرست. هسته‌های کیسهٔ رویانی یک **تخمک**، دارای ژنوتیپ‌های یکسان هستند ولی یک مادگی می‌تواند **چند برچه** داشته باشد. در این صورت در هرکدام، تخمک‌هایی که برحسب میوز ایجاد شده‌اند، ۴ نوع مختلف می‌توانند باشند. پس ۴ نوع کیسهٔ رویانی مختلف در تخمدان می‌تواند ایجاد شود. (و) نادرست. تخم از لقاح می‌آید که چون والد ناخالص است، پس انواع مختلفی از ژنوتیپ در تخم حاصل از خودلقاحی آن ایجاد می‌شود (مثلاً در نظر بگیرید از آمیزش $AaBb \times AaBb$، ۹ نوع ژنوتیپ ایجاد می‌شود).

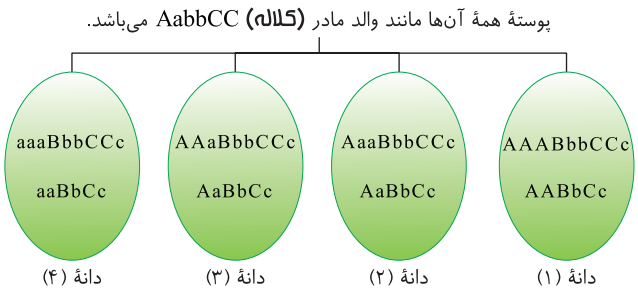
۳۶۰۱ (۲) با توجه به ژنوتیپ درون‌دانه که AAB می‌باشد AA مربوط به یاختهٔ دوهسته‌ای است و الل A مربوط به گامت ماده و الل B مربوط به گامت نر است. در نتیجه بافت خورش و کیسهٔ گرده به ترتیب باید الل‌های A و B را داشته باشند، پس فقط گزینهٔ (۲) را می‌توان انتخاب کرد که دارای این الل‌ها باشند.

۳۶۰۲ (۱) تنها مورد (الف) نادرست است. در مورد صفت رنگ دانهٔ ذرت که در زیست دوازدهم تدریس شده همواره به یاد داشته باشید که صفتی سه جایگاهی با رابطهٔ بارز نهفتگی است و مهم تعداد الل‌های بارز در بروز هر فنوتیپ است.

در گیاه نر $AaBBcc$، انواع گامت‌های نر $\begin{cases} ABc \\ aBc \end{cases}$ می‌باشد.

در گیاه ماده با والد $AabbCC$ انواع ژن‌نمودهای یاخته‌های ۲ هسته‌ای و تخم‌زا $\begin{cases} \text{تخم‌زا} & \text{۲ هسته‌ای} \\ AbC \rightarrow AAbbCC \\ abC \rightarrow aabbCC \end{cases}$

در آمیزش این گامت‌های نر و تخم‌زاها با یاخته‌های دوهسته‌ای ژن‌نمود انواع دانه‌ها به صورت مقابل می‌باشد:



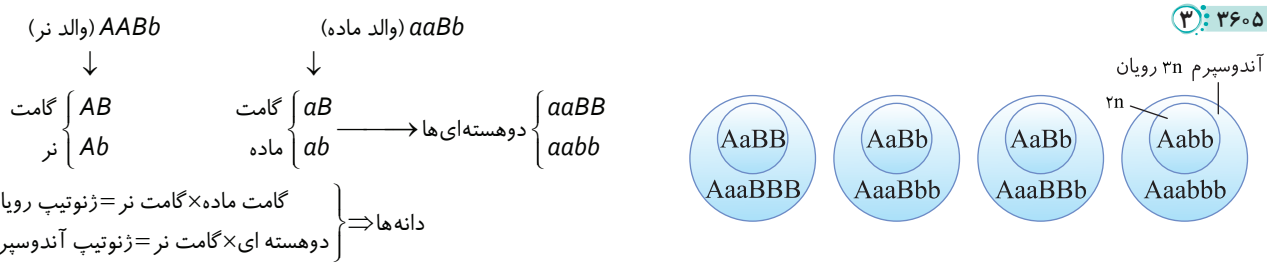
بررسی موارد (الف) **نادرست.** با توجه به اینکه تعداد الل‌های بارز بیانگر فنوتیپ است، فقط دانه‌های (۲) و (۳) سه الل بارز رنگ یکسانی دارند ولی دانهٔ (۱) قرمزتر از (۲) و (۳) با چهار الل بارز و دانهٔ (۴) روشن‌تر از (۲) و (۳) با دو الل بارز است. (ب) درست. در دانهٔ شمارهٔ (۱) احتمال آندوسپرم فوق وجود دارد. (ج) درست. در مورد دانهٔ (۲) و (۳) کاملاً صادق است که رویان یکسان ولی آندوسپرم متفاوت دارند. (د) درست. در این دانه‌های تک‌لپه (غلات) رویان به تولید هورمون جیبرلین می‌پردازد که در همهٔ آن‌ها تعداد الل بارز دو یا بیشتر از آن می‌باشد که دانه را قرمزتر می‌کند.

۳۶۰۳ (۳) در این تست، مستقیم به سراغ گزینه‌ها می‌رویم. می‌دانیم که اگر در ژنوتیپ آندوسپرم، **از دو الل مشابه یکی را حذف کنیم**، به **ژنوتیپ رویان** (تخم یا گیاه اصلی) می‌رسیم. پس ژنوتیپ رویان گزینهٔ (۱)، WW است که **سفید** می‌باشد. در گزینهٔ (۲)، ژنوتیپ رویان RR است و قرمز است اما دقت کنید که گیاه ماده WW بوده است و این گزینه غلط است چون **رویان باید حتماً الل W را داشته باشد.** در گزینهٔ (۳)، ژنوتیپ رویان RW است پس صورتی است. همچنین **الل W می‌تواند از گیاه ماده** (مربوط به یاختهٔ دوهسته‌ای) **و الل R از گیاه نر** آمده باشد (ولی الل R از والد ماده نمی‌باشد). در گزینهٔ (۴)، ژنوتیپ رویان RW و با فنوتیپ صورتی است اما **الل R که دو تا دارد، نمی‌تواند مربوط به یاخته دوهسته‌ای گیاه ماده باشد** زیرا گیاه ماده فاقد الل R بوده است.

۳۶۰۴ (۳) به‌جز عبارت (ج) هیچ یک از عبارت‌های مطرح شده نمی‌تواند رخ دهد. دانهٔ گرده قرار گرفته بر روی کلاله، حاوی دو یاختهٔ تک‌لاد با ژنوتیپ W یا R مشابه هم هست و یاختهٔ تخم‌زا در گل میمونی ماده دارای ژنوتیپ W و یاختهٔ دوهسته‌ای آن WW است.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** پس از لقاح، پوستهٔ تخمک به پوستهٔ دانه تبدیل می‌شود. بنابراین ژنوتیپ پوستهٔ دانه همان ژنوتیپ گیاه ماده است. پس پوستهٔ دانه دارای ژنوتیپ WW می‌باشد. (ب) **نادرست.** ساقهٔ رویانی حاصل تقسیم میتوز تخم اصلی و **دولاد** (دیپلوئید) است. ژنوتیپ ساقهٔ رویانی در این سؤال به‌صورت WW یا RW می‌تواند باشد. (ج) درست. لولهٔ گرده حاصل رشد یاختهٔ رویشی موجود در دانهٔ گرده است. هستهٔ رویشی به همراه دو هسته اسپرم‌ها همگی فقط الل W را دارند. (د) **نادرست.** امکان ایجاد گیاهی با گل‌های قرمز (فنوتیپ متفاوت با والدین) RR وجود ندارد.

۳۶۰۵ (۳)



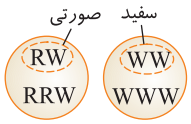
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دو حالت را برعکس نوشته است، رویان $2n$ و آندوسپرم $3n$ است. **گزینهٔ (۲):** طبق حل سؤال و شکل دانه‌ها، امکان به‌وجود آمدن این دو در یک دانه وجود ندارد. **گزینهٔ (۳):** طبق حل سؤال این دو ژنوتیپ صحیح هستند. **گزینهٔ (۴):** طبق حل سؤال امکان به‌وجود آمدن این دو در یک دانه وجود ندارد.

۳۶۰۶ (۴) ژنوتیپ پوستهٔ دانه همان ژنوتیپ گیاه **مادر** است. پس ژنوتیپ گیاه مادر **$AABbCC$** بوده و یاختهٔ تخم‌زای تولیدی توسط آن می‌تواند ABC یا AbC باشد. در این صورت گیاه نر دارای یک دگرهٔ بارز با ژنوتیپ $aaBbcc$ و ژنوتیپ یاخته‌های گامت نر تولیدی آن aBc یا abc است. ذرت حاصل که ژنوتیپ رویان آن **$AaBbCc$** است اگر خودلقاحی کند ژنوتیپ پوستهٔ دانهٔ ایجاد شده توسط آن نیز $AaBbCc$ است که تعداد دگره‌های بارز آن می‌تواند با یاختهٔ تخم‌زای ABC یکی باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** فراوانی ژنوتیپ گیاه مادر یک است. گامت نر می‌تواند ژنوتیپ abc داشته باشد. **گزینهٔ (۲):** یاختهٔ تخم‌زا می‌تواند دارای ژنوتیپ ABC و گامت نر دارای ژنوتیپ abc باشد که تعداد دگرهٔ بارز آن‌ها سه تا تفاوت دارد. **گزینهٔ (۳):** درصورتی که ژنوتیپ گامت نر aBc و ژنوتیپ یاختهٔ تخم‌زا AbC باشد، آن‌گاه ژنوتیپ آندوسپرم برابر با $AAaBbbCCc$ است که در ژن‌های B و b فرض گزینه نادرست است.

۳۶۰۷ (۱) همهٔ موارد صحیح هستند. ساقهٔ بلند Aa یا AA و ساقهٔ کوتاه aa می‌باشد. رنگ گلبرگ گل میمونی هم سه حالت RR (قرمز)، RW (صورتی) و WW (سفید) دارد.

بررسی موارد (الف) آندوسپرم $AaaRRW$ بیانگر داشتن الل‌های aR در والد ماده است. از آنجا که پوستهٔ دانه ژنوتیپ والد ماده را دارد پس پوسته باید الل‌های aR را داشته باشد ولی در حالت $AaWW$، الل R وجود ندارد و عبارت به دلیل قید «**نمی‌تواند**» صحیح است. (ب) دو گیاه را باید $aaWW$ و $AARR$ مثلاً در نظر بگیریم که بوته‌های حاصله همگی RW (صورتی) می‌شوند و در این صفت با هر دو والد متفاوت می‌باشند. (ج) هستهٔ رویشی هاپلوئید از والد نر است که الل‌های AW دارد، برگ رویانی، همان لپه(ها) از آمیزش و رشد تخم اصلی است که باید A و W را از والد نر بگیرد و در صورتی که $aaRR$ فاقد این دو الل است. (د) حتماً دو والد خالص متفاوت مانند عبارت (ب) بوده‌اند که زاده‌ها $RWAa$ می‌شوند که یاختهٔ دیپلوئید کلانشیمی آن‌ها در این دو صفت ناخالص است.



۳۶۰۸ (۴) در این مثال، اسپرم فقط الل W دارد ولی تخم‌زا می‌تواند R یا W باشد. رویان حاصله یا RW (صورتی) و یا WW (سفید) می‌باشد. اگر رویان WW و سفید باشد، قطعاً آندوسپرم آن نیز WWW بوده است ولی اگر رویان RW (صورتی) باشد، با توجه به اینکه اسپرم W را داده است، پس قطعاً آندوسپرم با دو الل یکسان از والد ماده ایجاد شده است و باید RRW شود. پس تنها جواب درست گزینهٔ (۴) است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اگر رویان RW صورتی است، آندوسپرم قطعاً باید RRW باشد چون اسپرم حاوی W است. **گزینهٔ (۲):** امکان ندارد رویان صورتی RW باشد ولی الل W در آندوسپرم نباشد. **گزینهٔ (۳):** اگر رویان WW سفید باشد، قطعاً آندوسپرم WWW است.

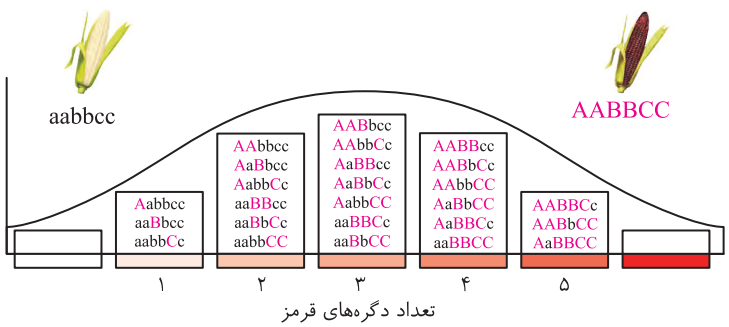
۳۶۰۹ (۱) این تست بسیار ساده است. ببینید دوستان وقتی ژنوتیپ آندوسپرم را دارید، قطعاً اللی که با بقیه متفاوت است را **اسپرم** انتقال داده است و دو الل مشابه هم توسط یاختهٔ دوهسته‌ای به ارث رسیده است. در این سؤال وقتی آندوسپرم RWW است یعنی اسپرم، گردهٔ نارس، گردهٔ رسیده، یاختهٔ رویشی، یاختهٔ زایشی همگی الل R را داشته‌اند و پرچم، بساک و کیسهٔ گرده که دیپلوئید هستند باید حداقل یک الل R داشته باشند یعنی RR یا RW باشند. از طرفی در این مثال چون آندوسپرم RWW است، پس WW را یاختهٔ دوهسته‌ای داده است و تخم‌زا (گامت ماده) به صورت W بوده است. در نتیجه قطعاً پارانشیم خورش، برچه، کلاله، تخمدان، تخمک و هر قسمت دولاد مربوط به ماده باید حداقل یک الل W (به صورت RW یا WW) داشته باشد. پس پاسخ گزینهٔ (۱) است چون امکان ندارد که کلاله RR باشد ولی گامت ماده W ایجاد کرده باشد. البته طراح یک سوتی بزرگ در طرح تست داده است چون دانهٔ گرده دارای دو هستهٔ رویشی و زایشی مشابه است و نمی‌تواند RW باشد. احتمالاً منظور طراح یاختهٔ مولد آن در کیسهٔ گرده بوده است (من از طرف طراح کنکور عذرخواهی می‌کنم!).

۳۶۱۰ (۱) بخش‌های داده شده طیف رنگی ذرت با صفتی پیوسته را نشان می‌دهند! بخش (۴) که هر نوع ژنوتیپ آن دارای سه الل بارز است، نمایانگر بیشترین تنوع ژنوتیپی (با ۷ نوع) است. در این ناحیه می‌توان ژنوتیپی حاوی انواع دگره‌ها (AaBbCc) مشاهده کرد که هر شش نوع الل این صفت را دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در بخش (۲)، تنها در یک جایگاه ناخالصی می‌توانیم داشته باشیم! مثلاً: $aabbcC$ چون هر ژنوتیپ بخش (۲) باید فقط یک الل بارز داشته باشد. **گزینهٔ (۳):** در بخش (۳) دارای دو الل بارز است پس می‌توانیم دو جایگاه ژنی ناخالص مشاهده کنیم (پس کلمهٔ به‌طور حتم یک جایگاه غلطه!) مثلاً $aaBbCc$ چون باید هر ژنوتیپ، دو الل بارز داشته باشد یا اصلاً ممکن است هیچ ژنوتیپ ناخالصی دیده نشود و به صورت $AAbbcc$ باشد. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید در بخش (۵) باید در هر ژنوتیپ ۴ الل بارز باشد. پس ممکن است در یک جایگاه ژنی هیچ دگرهٔ بارزی در بخش (۵) مشاهده نشود (مثلاً aaBBCC).

۳۷۲ تعیین رنگ در ذرت

فنوتیپ‌ها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
الل بارز	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶
ژنوتیپ‌ها	۱	۳	۶	۷	۶	۳	۱
جایگاه ناخالص هر ژنوتیپ	۰	۱	(۰-۲)	(۱-۳)	(۰-۲)	۱	۰
جایگاه خالص هر ژنوتیپ	۳	۲	(۱-۳)	(۰-۲)	(۱-۳)	۲	۳



۳۶۱۱ (۱) با توجه به ژنوتیپ آندوسپرم که ABB است، الل B مربوط به یاختهٔ دوهسته‌ای والد ماده است در نتیجه **والد ماده قطعاً الل B را دارد** و یاخته بافت خورش نمی‌تواند AA باشد! به همین راحتی! ولی در سایر موارد امکان وجود الل‌ها در قسمت‌های خواسته شده وجود دارد. یاختهٔ سازندهٔ دانهٔ گرده دیپلوئید است و فقط با توجه به آندوسپرم می‌دانیم که باید الل A را داشته باشد که در هر چهار گزینه رعایت شده است.

۳۶۱۲ (۱) متن سؤال می‌گوید این ذرت، همان ذرتی است که در فصل ۳ زیست‌شناسی دوازدهم بررسی شده و دارای یک صفت سه‌جایگاهی می‌باشد. داشتن دو جایگاه ژنی ناخالص به ما می‌گوید که این ذرت، حداقل دو الل بارز دارد. چون مثلاً باید «$AaBb...$» باشد. اما دو الل دیگر آن می‌توانند هر دو نهفته و یا هر دو بارز باشند. پس رنگ این ذرت دو حالت دارد: یکی با دو الل بارز و دیگری با چهار الل بارز. در این صورت از ذرت سفید، فواصل متفاوتی خواهند داشت (نادرستی گزینهٔ (۱)).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** داشتن دو جایگاه خالص غالب به معنای داشتن چهار الل بارز است که با توجه به بیشتر بودن این عدد از ۳، به ذرت قرمز نزدیک‌تر است. همچنین ممکن است در جایگاه دیگر هم یک دگرهٔ غالب وجود داشته باشد و رنگ این ذرت، نزدیک‌ترین رنگ به تیره‌ترین ذرت بشود. **گزینهٔ (۳):** در این گزینه هم همچون گزینهٔ پیش می‌فهمیم که حداقل چهار الل مغلوب وجود دارد که تا پنج الل هم جای افزایش دارد. این ذرت قطعاً به ابتدای طیف (رنگ سفید) نزدیک‌تر است. **گزینهٔ (۴):** با توجه به مشخص بودن دو جایگاه از سه جایگاه این ذرت، فقط یک جایگاه باقی می‌ماند که آن هم به دلیل استفاده از قید «فقط» در صورت سؤال، نمی‌تواند چیزی جز ناخالص باشد. بنابراین این ذرت هر ژنوتیپی که داشته باشد، سه الل بارز و سه الل نهفته دارد که باعث می‌شود در میانهٔ طیف قرار بگیرد و از دو سر گستره (ذرت کاملاً قرمز و کاملاً سفید)، به یک اندازه فاصله داشته باشد.

۳۶۱۳ (۱) هرگاه بخواهیم از ژنوتیپ آندوسپرم به ژنوتیپ رویان برسیم، کافی است از دو الل مشابه در ژنوتیپ آندوسپرم یکی را خط بزنیم. درنتیجه گیاهی که آندوسپرم آن BAA است، ژنوتیپ لپهٔ آن AB است. به همین راحتی!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** اگر آندوسپرم BAA باشد لپه AB است. **گزینهٔ (۳):** اگر آندوسپرم BBA باشد لپه AB است. **گزینهٔ (۴):** اگر آندوسپرم BBB باشد لپه BB است.

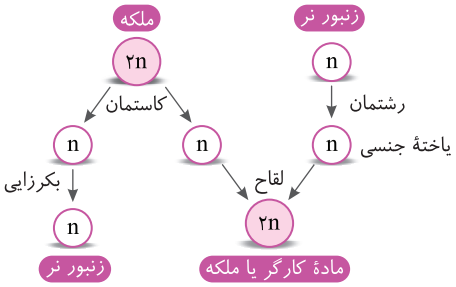
۳۶۱۴ (۴) همهٔ موارد عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند.

یاختهٔ پیکری زنبور نر، هاپلوئید است و طی بکرزایی زنبور ملکه حاصل می‌شود، پس همهٔ اطلاعات وراثتی خود را از یک والد دریافت می‌کند (درستی مورد (الف)). همچنین توجه کنید صرفاً نیمی از اطلاعات وراثتی والد ماده طی بکرزایی به زنبور نر n منتقل می‌شود (درستی مورد (ج)). یاختهٔ پیکری زنبور ماده، دیپلوئید است و طی لقاح زنبور نر و ملکه حاصل می‌شود. با توجه به اینکه زنبور نر n بوده و زنبور ملکه $2n$ است پس طی لقاح زنبور نر و ملکه، تمام اطلاعات وراثتی زنبور نر و نیمی از اطلاعات وراثتی زنبور ملکه به یاختهٔ تخم منتقل می‌شود (درستی موارد (ب) و (د)).

ژنتیک در جانوران مختلف

نحوهٔ به ارث رسیدن و بروز صفات ارثی در زنبورهای عسل

در زیست یازدهم خواندیم که **زنبورعسل نر** دارای یاخته‌های هاپلوئید (n کروموزومی) می‌باشد و حاصل بکرزایی از میتوز برخی تخمک‌های والد ماده خود است. یعنی زنبورعسل نر حاصل لقاح نبوده است، ولی زنبورعسل ماده، دیپلوئید بوده و در اثر لقاح اسپرم و تخمک ایجاد شده است. اگر در مسئله ژنتیک، صفات را در زنبور بررسی کرده بود، دقت کنید که هر صفتی در هر یاخته هسته‌دار زنبور نر، در **هر جایگاه** دارای **یک الل** است، ولی زنبور ماده که دیپلوئید است در هسته هر یاخته $2n$ خود دارای دو الل، ولی در تخمک خود دارای یک الل می‌باشد. از طرفی دقت کنید که زنبورهای ماده که دیپلوئید هستند، می‌توانند **ملکه یا زنبور کارگر** باشند، ولی **فقط ملکه** در ایجاد نسل بعد و تخمک‌گذاری شرکت می‌کند. وظیفهٔ زنبور کارگر فقط حفاظت از سایر زاده‌های ملکه می‌باشد که در حقیقت خواهران و برادران آن می‌باشند، چون جانداری نازا، ولی فداکار با صفت دگرخواهی می‌باشد که در فصل آخر دوازدهم در مورد آن بیشتر می‌آموزید.



نکته

- زنبور نر، هاپلوئید است و همهٔ ژن‌های خود را از نصف ژن‌های والد یا همان مادر دیپلوئید خود گرفته است.
- زنبورهای ماده دیپلوئید ($2n$) هستند. این زنبورها همهٔ ژن‌های والد نر به همراه نصف ژن‌های والد مادهٔ خود را به ارث برده‌اند.

۳۶۱۵ **(۲)** فقط مورد (ب) صحیح است چون مادهٔ شاخک بلند ناخالص (Dd) می‌تواند از ادغام یا لقاح دو گامت فوق با ژن‌های D و d ایجاد شود (دلیل درستی مورد(ب)).

نکتهٔ مهم

- در زنبورهای عسل، دقت کنید که نرها، هاپلوئید هستند و از بکرزایی تخمک والد ماده ایجاد می‌شوند، یعنی در ایجاد آن‌ها، آمیزش یا ترکیب گامت‌ها اتفاق نمی‌افتد (نادرستی موارد (الف) و (ج)).
- اسپرم‌های زنبور نر در اثر **میتوز** ایجاد می‌شوند و محصول میوز نمی‌باشند (نادرستی مورد (د)).

تولیدمثل زنبور

- زنبورعسل نر هاپلوئید است و ۱۰۰٪ ژن‌های خود را از ۵۰٪ ژن‌های ملکه گرفته است.
- زنبورعسل ماده ($2n$) همانند سایر جانوران، نصف ژن‌های خود را از والد نر و نصف آن‌ها از والد ماده (ملکه) گرفته است.
- گونهٔ زنبورعسل نشان می‌دهد که تعداد کروموزوم افراد یک گونه ممکن است در برخی موارد دو برابر سایرین باشد.
- زنبور نر همانند گیاهان، یاختهٔ جنسی خود را با میتوز ایجاد می‌کند.
- در زنبور مادهٔ ملکه و گیاهان، یاختهٔ حاصل از میوز، وارد اینترفاز می‌شود تا پس از آن تقسیم میتوز انجام دهد.
- زنبورهای کارگر، ماده‌هایی نازا هستند که توانایی تولید تخمک ندارند و فقط با رفتار گروهی دگرخواهی حفاظت از سایر افراد خانواده را بر عهده دارند.

۳۶۱۶ **(۲)** موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست می‌باشند.

بررسی موارد **(الف) نادرست.** زنبور راهراه قطعاً ماده و RZ بوده که از تخمک‌های آن طی بکرزایی، نرهای قرمز (R) و زرد (Z) ایجاد می‌شود. از طرفی از لقاح تخمک‌های R یا Z آن با زنبور نر قرمز که فقط اسپرم R دارد، فقط زنبورهای مادهٔ قرمز (RR) و راهراه (RZ) ایجاد می‌شوند ولی زنبور زرد (ZZ) ایجاد نمی‌شود. **(ب)** درست. ملکه بال زرد (ZZ) بوده و نر بال قرمز دارای ژنوتیپ (R) می‌باشد که از لقاح آن‌ها، ملکه و کارگر مادهٔ راهراه (RZ) ایجاد می‌شود. البته زنبورهای نر زرد (Z) با بکرزایی نیز حاصل می‌شوند که حاصل لقاح نبوده‌اند. **(ج) نادرست.** از ادغام گامت‌ها، فقط زنبورهای **ماده** ایجاد می‌شوند که حاصل این آمیزش راهراه (RZ) یا زرد (ZZ) خواهد شد (زنبورهای نر، حاصل بکرزایی هستند نه لقاح!). **(د) نادرست.** زنبور کارگر، ماده‌ای است که در لقاح شرکت نمی‌کند چون جانداری نازا می‌باشد.

۳۶۱۷ **(۴)** با توجه به اینکه رابطهٔ بین الل‌ها به صورت A B C می‌باشد، اگر زاده‌ها فنوتیپ A داشته باشند، آن‌گاه والدین نمی‌توانند هر دو BB باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اگر والدین CB باشند، آن‌گاه زاده‌ها رخ‌نمود (فنوتیپ) B را دارند. **گزینهٔ (۲):** والدین می‌توانند CB باشند و زاده‌ها CC. **گزینهٔ (۳):** والدین می‌توانند AB و CB باشند و زاده‌ها BB.

۳۶۱۸ **(۴)** از آن‌جایی که زنبورهای عسل نر هاپلوئیداند و با میتوز گامت تولید می‌کنند، در هر بار تولید گامت، دو اسپرم مشابه تولید می‌کنند و بنابراین ژن‌نمود گامت‌ها شبیه هم هستند. زنبورعسل ماده نیز چون دیپلوئید است، با میوز چهار یاخته می‌سازد که می‌تواند بر حسب ژن‌نمود والد، یکسان یا مشابه باشند.

۳۶۱۹ **(۱)** موارد (الف) و (د) نادرست می‌باشند. در بکرزایی مارها همواره از تخمک حاصل شده ابتدا یک نسخه ایجاد می‌شود سپس از آن نسخه همانندسازی شده و از ادغام کروموزوم‌های مشابه در نسل بعد، زاده‌هایی **خالص** در همهٔ صفات ایجاد می‌شود این زاده‌ها می‌توانند نر یا ماده باشند، مثلاً اگر مار ماده‌ای $Aabb$ باشد، چون تخمک آن به دو حالت Ab و ab تولید می‌شود، تخمک Ab از روی خود یک ردیف Ab دیگر می‌سازد و آن‌ها را با هم ادغام کرده به صورت $AAbb$ درمی‌آید. پس در نهایت، این مار در اثر دو حالت بکرزایی، زادهٔ $AAbb$ و $aabb$ ایجاد می‌کند. دقت کنید که در بکرزایی مارها، دو تخمک مختلف با هم ادغام نمی‌شوند و ماری با ژن‌نمود $Aabb$ ایجاد نمی‌شود پس حتماً تعداد الل‌های بارز یا نهفتهٔ حاصله باید عددی زوج باشد (اصلاً در بکرزایی مارها، زاده‌ای با صفت ناخالص ایجاد نمی‌شود).

بررسی موارد **(الف) نادرست.** اگر مار ماده $AaBb$ باشد، چون چهار نوع تخمک AB، ab، Ab و aB ایجاد می‌کند، از ادغام کروموزوم‌های هر تخمک که دو تا مثل هم شده‌اند، می‌توان در نسل بعد مارهای $AABB$، $aabb$، $AAbb$ و $aaBB$ مشاهده کرد ولی مثلاً ماری با یک یا سه دگرهٔ بارز به صورت $Aabb$ یا $AABb$ ایجاد نمی‌شود (دقت کنید صفت مورد نظر یک صفت چندجایگاهی پیوسته است و نمی‌توان گفت رخ‌نمود مار AABB مانند AaBb است چون رخ‌نمود در این صفت همانند رنگدانهٔ ذرت به تعداد الل بارز بستگی دارد). **(ب)** درست. اگر مار ماده $AABb$ با سه دگرهٔ بارز باشد، تخمک آن AB یا Ab می‌باشد که در این صورت زاده‌های حاصل از بکرزایی یا به صورت $(AABB=AB\times 2)$ و یا $(AAbb=Ab\times 2)$ می‌باشند که یا چهار (AABB) یا دو (AAbb) دگرهٔ بارز دارند. **(ج)** درست. اگر مار ماده $Aabb$ با یک دگرهٔ بارز باشد، طی بکرزایی تخمک Ab به تولید مار $AAbb$ می‌پردازد ولی تخمک ab به تولید مار $aabb$ می‌پردازد. در بین این دو زاده فقط $aabb$ آستانه‌ای می‌باشد. **(د) نادرست.** مار $AABb$ که در یک جایگاه خالص است در این صورت تخمک AB آن به تولید مار $AABB$ با چهار دگرهٔ بارز می‌پردازد و تخمک Ab آن سبب تولید مار $AAbb$ با دو دگرهٔ بارز می‌شود ولی ماری با یک دگرهٔ بارز ایجاد نمی‌شود (خلاصه باز هم تکرار می‌کنم که مار حاصل از بکرزایی تعداد دگرهٔ بارز یا نهفته آن باید زوج باشد).

توجه مارها فقط بکرزایی ندارند و لقاح عادی هم دارند، در مسائل ژنتیک مار را تا دیدی فکر نکن باید بکرزایی را حساب کنی!

ژنتیک بکرزایی در مار

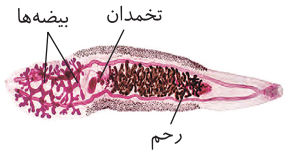
در زیست یازدهم آموختید که **برخی** مارها نیز بکرزایی دارند. در این حالت مار **ماده** ابتدا با میوز، تعدادی تخمک ایجاد می‌کند و سپس از روی کروموزوم‌های آن یک نسخهٔ دیگر ساخته و آن‌ها را با هم ترکیب می‌کند، مثلاً اگر مار ماده ژنوتیپ Aa داشته باشد، توانایی ایجاد دو نوع تخمک A یا a دارد. دقت کنید که این دو تخمک با هم ادغام نمی‌شوند، بلکه ابتدا در تخمک A یک ردیف دیگر کروموزوم A تولید می‌شود و سپس با ردیف A قبلی ادغام شده و هستهٔ آن دیپلوئید AA می‌شود. پس از این مرحله، در اثر میتوز و بدون لقاح، ماری ایجاد می‌شود که **دیپلوئید** است، ولی قطعاً در همهٔ صفات خود ژنوتیپ **خالص** دارد.

البته مانند حالت AA، امکان ایجاد مار aa نیز وجود دارد. دقت کنید که در حالت بکرزایی مارها، امکان ندارد ماری به صورت Aa به دنیا بیاید چون ادغام همواره بین کروموزوم‌های یک تخمک مضاعف شده ایجاد می‌شود.

۳۶۲۰ (۲) کرم پهن کبد، جانوری نرماده ولی **خودلقاح** می‌باشد که اسپرم و تخمکی از بدن خارج نمی‌کند. در حقیقت تخمک‌های آن توسط اسپرم‌های خودش بارور می‌شود *(پس زحمت نکشید و این کرم‌های بی‌احساس را کنار هم قرار ندهید چون خودشون از پس خودشون برمیان!)*.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. این کرم‌های پهن قدرت دگرباروری ندارند. **گزینهٔ (۲):** **درست.** کرم دوم با ژن‌نمود $AaBbDd$ توانایی ایجاد هر نوع گامت و هر زاده‌ای دارد ولی در کرم اول زاده‌ای با الل D به دنیا نمی‌آید ولی کرم اولی چون گامت ABD ندارد نمی‌تواند کرمی با تمام صفات بارز را ایجاد کند. **گزینهٔ (۳):** نادرست. این نکته در مورد بکرزایی مار بود و ربطی به ادغام اسپرم و تخمک متفاوت یک کرم ندارد. **گزینهٔ (۴):** نادرست. در کرم اول به دلیل نداشتن الل D، امکان ندارد کرمی مانند کرم دوم با ژن‌نمود Dd ایجاد شود.

ژنتیک خودباروری کرم پهن



در این جانوران چون نرماده هستند، هر جانور طی میوز به‌طور جداگانه در تخمدان و بیضه‌های خود گامت ایجاد می‌کند و سپس آن‌ها را با هم ترکیب می‌کند، ولی گامتی از بدن خود خارج نمی‌کند یعنی اگر ژنوتیپ جانور Aa باشد، انواع اسپرم A یا a و تخمک A یا a ایجاد می‌کند و سپس با ترکیب آن‌ها، انواع کرم‌های AA، Aa و aa ممکن است ایجاد شود.

۳۶۲۱ (۳) کرم خاکی، جانوری نرماده ولی دگربارور است. در حقیقت اسپرم آن با تخمک خودش لقاح نمی‌کند. در این جانور، اسپرم از بدن هر کرم خارج شده و تخمک کرم مجاور را بارور می‌کند. پس همهٔ ژن‌ها و ترکیبات ژنی هر کرم می‌تواند در اسپرم پدیدار شده و وارد کرم دیگر شود و هر نوع تخم یا زاده‌ای در هر دو کرم ممکن است مانند هم ایجاد شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. کرم خاکی خودباروری ندارد. **گزینهٔ (۲):** نادرست. انواع زاده‌های هر دو کرم مشابه هم می‌باشند (چون دارای گامت‌های هر دو نوع کرم می‌شوند). **گزینهٔ (۳):** **درست.** از آمیزش آن‌ها، کرمی با دو صفت خالص می‌تواند $aaRR$ یا $aaWW$ باشد، پس قطعاً فاقد الل بارز A است (الل‌های R و W رابطهٔ بارز و نهفتگی ندارند). **گزینهٔ (۴):** نادرست. کرمی با رخ‌نمود حدواسط قطعاً حالت RW را داشته است که می‌تواند در صفت دیگر به صورت ناخالص Aa یا خالص aa باشد.

ژنتیک در کرم خاکی (نرماده دگرباروری)

کرم خاکی نیز مانند کرم پهن، جانوری **نرماده** است که هم توانایی ایجاد اسپرم و هم تولید تخمک دارد، ولی خاصیت خودباروری و ادغام این گامت‌ها را ندارد. در حقیقت این جانور اسپرم‌ها را از بدن خود خارج کرده و کرم دیگری را بارور می‌کند. در این حالت خودش نیز اسپرم‌های کرم دیگری را دریافت کرده و بارور می‌کند. مثلاً اگر کرم خاکی شمارهٔ (۱) ژنوتیپ Aa داشته باشد، تخمک‌ها و اسپرم‌های A و a ایجاد می‌کند. حال کرم دیگر شمارهٔ (۲) با ژنوتیپ AA، اسپرم و تخمک A تولید می‌کند. کرم (۱)، اسپرم‌های خود را به کرم (۲) داده و در بدن کرم (۲) تخم‌های AA یا Aa تولید می‌شود. از طرفی از کرم (۲)، اسپرم A دریافت می‌کند و با لقاح با تخمک‌های خود، آن کرم (۱) نیز حاوی تخم‌های مشابه کرم (۲) به صورت AA یا Aa می‌شود.

۳۶۲۲ (۳) موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد **الف** درست. جانور دارای بکرزایی و دو بطن با دیوارهٔ ناقص، در مارها دیده می‌شود. طی بکرزایی مارها، همواره باید زادهٔ حاصل، ژنوتیپ خالص در همهٔ صفات داشته باشد، پس امکان ندارد به صورت Aa به دنیا بیاید. **ب** **نادرست.** این عبارت را با توجه به اینکه از والد دیپلوئید، فرزند نر هاپلوئید حاصل شده باید در مورد بکرزایی زنبورعسل در نظر بگیریم، می‌توان تصور کرد که از ملکهٔ $2n$ با ژنوتیپ $aaBb$، زنبور نری با ژنوتیپ aB یا ab و فاقد تخمدان ایجاد شود. **ج** **نادرست.** اگر در مورد دگرباروری کرم خاکی نرماده در نظر بگیریم، در صورت گرفتن گامت ab از کرم دیگر و تولید گامت aB می‌توان انتظار داشت، کرم خاکی با ژنوتیپ $aaBb$ تولید شود. **د** **نادرست.** اگر در مورد خودباروری کرم پهن نرماده در نظر بگیریم، می‌توان با لقاح دو گامت ab، کرمی $aabb$ متصور شد.

۳۶۲۳ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** درست. در کرم پهن نر ماده خودبارور دو الل متفاوت A و a می‌تواند به یک زادهٔ نسل بعد برسد. در این جانور، بیضه‌ها و تخمدان محل میوز و تتراد هستند.

نکته

توجه کنید که در مار بکرزا، دو الل یکسان به زاده می‌رسد و در زنبور بکرزا هم از هر دو الل یکی به زادهٔ نر می‌رسد.

گزینهٔ (۲): درست. در زنبورهای عسل و مارها، هر زاده حاصل از بکرزایی فقط نصف **انواع** الل‌های متنوع والد را دارد (به انواع دقت کنید و با تعداد اشتباه نگیرید!). در نتیجه در زنبور نر که هاپلوئید است و ناقل نمی‌شود و مار ماده هم خالص است. **گزینهٔ (۳):** درست. اگر این صفت وابسته به X باشد و رابطهٔ الل‌ها، بارز نهفته باشد، در جامعهٔ ماده‌ها سه نوع ژنوتیپ و دو نوع فنوتیپ و نرها دو نوع ژنوتیپ و فنوتیپ دارند. پس در کل ۵ نوع ژنوتیپ و دو نوع فنوتیپ محتمل است. **گزینهٔ (۴):** **نادرست.** چون در حالت طبیعی گفته و قید **همواره** دارد، پس منظور زنبورهای عسل با بکرزایی می‌باشد که نرها یک الل از دو الل ماده را دارند. این زاده‌ها هاپلوئیدند و جدا شدن الل در آنافاز ۱ ندارند.

۳۶۲۴ (۳) موارد (ب)، (ج) و (د) صحیح است. یاختهٔ فوق دیپلوئید بوده و از هر جایگاه دو الل دارد.

بررسی موارد **الف** نادرست. اگر گیاه $4n$ را در نظر بگیریم که با خطای میوزی ایجاد شده است، این یاخته می‌تواند گامت $2n$ آن باشد. **ب** درست. هم در زنبور نر که هاپلوئید است و هم در مار ماده که باید خالص باشد، این ژنوتیپ دیپلوئید ناخالص محتمل نمی‌باشد. **ج** درست. چون یاختهٔ پادتن‌ساز توانایی تقسیم ندارد، همواره کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی دارد و برای هر الل، یک نسخه دارد. **د** درست. اگر گیاه اولیه $2n$ باشد، ۸ هسته هاپلوئید مشابه در کیسهٔ رویانی وجود دارد که دو تای آن‌ها یاختهٔ دوهسته‌ای را می‌سازد پس نمی‌تواند دو الل مختلف را در یک جایگاه داشته باشد.

۳۶۲۵ (۲) موارد (الف) و (ب) مد نظر هستند.

بررسی موارد (الف) امکان‌پذیر نیست که از آمیزش زنبورهای عسل، زنبورعسل نر ایجاد شود چون حاصل بکرزایی است. (ب) امکان‌پذیر نیست که از اسبک‌ماهی ماده زاده‌ای به دنیا بیاید چون نر، زاده ایجاد می‌کند. (ج) امکان‌پذیر است که در مورد کرم خاکی دگرباروری این زاده به دنیا بیاید. (د) امکان‌پذیر است اگر در مورد بکرزایی مار ماده این حالت را برای تخمک ABC در نظر بگیرید.

۳۶۲۶ (۴) همهٔ موارد صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) در مورد کرم خاکی با گردش خون بسته، تنفس پوستی سطحی و خاصیت دگرباروری ولی نر ماده بودن صحیح است. (ب) در مورد کرم پهن نر مادهٔ خودبارور که دارای بیضه‌ها و تخمدان مجاور هم با توانایی تتراد می‌باشد درست است. (ج) در مورد مغز اسبک‌ماهی نر که از مژک‌های خط جانبی پیام دریافت می‌کند صحیح است. (د) در مورد زنبورعسل ملکه که اسپرم زنبور هاپلوئید را دریافت می‌کند و برخی تخمک‌های خود را با میتوز رشد می‌دهد صحیح است.

۳۶۲۷ (۱) از این مدل تست در مورد طاسی سر حل کردیم. این مسائل ابتدا با توجه به جدول حل می شود.

	KK	KB	BB
ماده	کوتاه	کوتاه	بلند
نر	کوتاه	بلند	بلند

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱): درست.** به‌طور مثال از آمیزش نر دم بلند KB با مادهٔ دم کوتاه KB، هر زاده‌ای متولد می‌شود. **گزینهٔ (۲):** نادرست. از نر دم کوتاه KK با مادهٔ دم بلند BB همهٔ زاده‌ها KB می‌شوند که زاده‌های نر دم بلند و مادهٔ دم کوتاه ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۳):** نادرست. والدین دم کوتاه یعنی نر KK است و نمی‌تواند مادهٔ دم بلند BB ایجاد کند. **گزینهٔ (۴):** نادرست. والد مادهٔ دم بلند BB نمی‌تواند زادهٔ نر دم کوتاه KK ایجاد کند.

۳۶۲۸ (۳) رابطهٔ بین الل‌ها به صورت $C > B > R$ یکی از والدین **قرمز** رنگ است یعنی ژنوتیپ آن می‌تواند RR یا RW باشد. اگر والد طوطی دیگر هم آبی‌رنگ باشد ژنوتیپش BB یا BW خواهد بود. در صورت تولد طوطی به رنگ سفید (ژنوتیپ WW) مشخص می‌شود که هر کدام از والدین باید یک الل W داشته باشند و ژنوتیپ آن‌ها به صورت RW و BW خواهد بود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تولد طوطی به رنگ سفید یک الل W را در والدین مشخص می‌کند، پس والد متن سؤال RW است ولی برای تشخیص والد دیگر نمی‌توان حرفی زد چون در طوطی قرمز دیگر نمی‌توان مشخص کرد که الل R را از کدام یک از والدین گرفته؛ بنابراین ژنوتیپ والد دیگر مشخص نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** تولد طوطی به رنگ آبی یعنی والد اول به رنگ قرمز دارای ژنوتیپ RW می‌باشد (ژنوتیپ RR هیچ وقت رنگ آبی در زاده‌ها نمی‌دهد) و والد دیگر هم الل B را دارد چون طوطی بنفش‌رنگ ژنوتیپ RB دارند ولی مشخص نمی‌کند که آیا والد دیگر BB است یا BW. **گزینهٔ (۴):** سفیدرنگ بودن والد دیگر یعنی داشتن ژنوتیپ WW اما با توجه به تولد طوطی قرمز مشخص نمی‌شود که والد قرمز رنگ اولیه RR است یا RW چون در هر دو حالت WW با RR یا WW با RW، طوطی قرمز متولد می‌شود.

۳۶۲۹ (۳) در بکرزایی گونه‌ای از مارهای ماده، ابتدا از روی کروموزوم‌های تخمک یک نسخه ساخته می‌شود تا کروموزوم‌های تخمک دوبرابر شوند و سپس این یاخته شروع به تقسیم می‌کند و جانداری دیپلوئید را به وجود می‌آورد. بنابراین مار حاصل دو مجموعهٔ کروموزومی دارد که محتوای وراثتی هر دو مجموعه کاملاً یکسان است و صفات تک‌جایگاهی آن همواره ژنوتیپ خالص دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** به‌طور مثال: از آمیزش مار Aa و aa فرزندانی با ژنوتیپ Aa و aa به وجود می‌آید که هر کدام مشابه یکی از والدین می‌باشند. **گزینهٔ (۲):** در بکرزایی زنبورهای عسل ملکه، تخمک بدون انجام لقاح شروع به تقسیم کرده و زنبورعسل نر هاپلوئید را به وجود می‌آورد. دقت کنید که وجود یا عدم وجود صفات چندجایگاهی به تعداد مجموعه‌های کروموزومی جاندار وابسته نیست. بنابراین زنبورعسل نر می‌تواند دارای صفات چندجایگاهی با فنوتیپ پیوسته باشد. **گزینهٔ (۴):** در اثر آمیزش بین زنبورهای عسل نر و ملکه، زنبورهای عسل کارگر یا ملکه به وجود می‌آیند که دیپلوئید می‌باشند. زنبورهای عسل کارگر و ملکه نوعی زنبور ماده به حساب می‌آیند، بنابراین فنوتیپ جنسی‌شان با زنبورعسل نر متفاوت است ولی فنوتیپ صفات دیگر آن‌ها ممکن است یکسان شود.

۳۶۳۰ (۱) اگر ژنوتیپ مار ماده $AaBb$ باشد، تخمک AB می‌تواند ایجاد شود و در نتیجه مار ماده حاصل بکرزایی **$AABB$** خواهد بود که **فنوتیپ** مشابه والد خود دارد. دقت کنید که طی بکرزایی مار، برخلاف زنبور، هم زادهٔ نر و هم زادهٔ ماده ایجاد می‌شود (در زنبور فقط زادهٔ نر طی بکرزایی با کاهش عدد کروموزومی ایجاد می‌شود).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** اگر ژنوتیپ آندوسپرم دانهٔ گل میمونی RWW باشد، ژنوتیپ **گامت نر R** بوده است پس گیاه نر والد حداقل یک الل R دارد و **نمی‌تواند سفید (WW) باشد.** **گزینهٔ (۳):** اگر زنبور ملکه $AAbb$ باشد، **امکان ندارد** از آمیزش آن با زنبور نر حاصل بکرزایی (Ab)، زنبور کارگر دارای **الل B** متولد شود. **گزینهٔ (۴):** اگر در کرم کبد نر ماده $AaBB$، **اسپرم aB** با **تخمک aB** لقاح کند، زاده $aaBB$ می‌شود.

۳۶۳۱ (۲) موارد (ج) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. منظور بکرزایی در زنبورعسل با کاهش عدد کروموزومی است ولی زادهٔ حاصل نر است و جنسیت متفاوت با والد خود دارد. (ب) نادرست. در مارها تعداد کروموزوم طی بکرزایی تغییر نمی‌کند ولی اگر مار نر حاصل شود دیگر قادر به بکرزایی در آینده نمی‌باشد. (ج) **درست.** در زنبورعسل نر که هاپلوئید است، اسپرم‌ها حاصل میتوز هستند که در حالت عادی مشابه هم می‌شوند ولی اگر متنوع باشند حاصل جهش بوده‌اند. (د) **درست.** منظور مار ماده است که در آینده هم تخمک خود را در لقاح با اسپرم و هم در بکرزایی می‌تواند شرکت دهد.

۳۶۳۲ (۴) مارها از فرومون‌ها برای **جفت‌یابی** استفاده می‌کنند. دقت کنید که بکرزایی در مار، با دو برابر شدن فام‌تن‌های تخمک روی می‌دهد. پس مار حاصل از بکرزایی باید در همهٔ صفات **خالص** باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اگر ژنوتیپ زنبورعسل ملکه $AABb$ باشد، می‌تواند گامتی با ژنوتیپ AB تولید کند که از تقسیم این گامت طی بکرزایی، زنبور نر با ژنوتیپ AB ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۲):** برای مثال، گرم کبد دارای بیضه و تخمدان است. اگر ژنوتیپ آن $AaBB$ باشد، می‌تواند اسپرم‌ها و تخمک‌های AB و aB تولید کند. از لقاح اسپرم و تخمک aB زاده‌ای با ژنوتیپ $aaBB$ ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** ژنوتیپ گل میمونی صورتی RW و گل میمونی سفید WW است. ژنوتیپ یاختهٔ جنسی نر می‌تواند R یا W باشد و ژنوتیپ همهٔ یاخته‌های کیسهٔ رویانی، W است. از لقاح یاختهٔ‌جنسی نر R و یاختهٔ دوهسته‌ای WW آندوسپرم RWW تولید می‌شود.

۳۶۳۳: ۴ با توجه به توضیحات صورت سؤال متوجه می‌شویم که ملخ‌های نر دارای ژن‌نمود XO (O را به عنوان نبود کروموزوم در نظر بگیرید) و ملخ‌های ماده دارای ژن‌نمود XX می‌باشند. از آنجایی که نحوهٔ بروز صفت در فرزندان با توجه به جنسیت آن‌ها متفاوت است (نرها رخ‌نمود متفاوتی را نشان می‌دهند در حالی که ماده‌ها همگی یک رخ‌نمود دارند) درمی‌یابیم که صفت مطرح شده نوعی صفت وابسته به جنس (X) است (چون در زاده‌های نر و ماده احتمال بروز متفاوتی رخ داده است). از آنجایی که نیمی از زاده‌های نر صفت بارز و نیمی دیگر صفت نهفته را نشان می‌دهند نتیجه می‌گیریم که والد مادهٔ آن‌ها ژن‌نمود X^AX^a داشته است. از طرف دیگر چون هیچ زادهٔ ماده‌ای رخ‌نمود نهفته نداشته، متوجه می‌شویم که والد نر دارای ژن‌نمود X^AO بوده است و X^A آن همواره مادهٔ بارز ایجاد می‌کند. حال که ژن‌نمود والدین را به دست آوردیم، ژن‌نمود زاده‌ها را تعیین می‌کنیم. زاده‌های نر ژن‌نمودهای X^AO و X^aO داشته و زاده‌های ماده دارای ژن‌نمودهای X^AX^A و X^AX^a هستند و ۴ نوع آمیزش بین آن‌ها متصور می‌شویم. از آنجا که زاده‌های ماده ژن‌نمودهای X^AX^A و X^AX^a دارند، در صورت آمیزش با هر زادهٔ نری، امکان تولد ملخی با ژن‌نمود X^AO که رخ‌نمود بارز را نشان می‌دهد وجود دارد. **دقت کنید که در متن سؤال به هر آمیزشی بین زاده‌ها ذکر شده است که از این دام در کنکور ۱۴۰۰ استفاده شده بود.**

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در صورت آمیزش ملخی نر با ژن‌نمود X^aO با زاده‌ای ماده که ژنوتیپ X^AX^A دارد، همهٔ زاده‌های مادهٔ آن‌ها ژنوتیپ ناخالص X^AX^a خواهند داشت و زادهٔ خالص به دنیا نمی‌آید. **گزینهٔ (۲):** درصورت آمیزش ملخی نر با ژنوتیپ X^AO با زاده‌ای ماده که ژنوتیپ X^AX^A دارد، همهٔ زاده‌ها ژن‌نمودی مشابه با والدین خواهند داشت. **گزینهٔ (۳):** در صورتی که زاده‌ای ماده با ژن‌نمود X^AX^A با زاده‌ای نر آمیزش کند، همهٔ ملخ‌های حاصل حداقل دارای یک دگرهٔ بارز خواهند بود و بنابراین هیچ ملخی با رخ‌نمود نهفته متولد نمی‌شود.

۳۶۳۴: ۳ با توجه به ژنوتیپ آندوسپرم، گیاه والد مادهٔ **قطعاً الل‌های a و B و c را داشته است. پوستهٔ دانه، ژنوتیپی مشابه گیاه مادهٔ والد دارد** در نتیجه نمی‌تواند $AaBbCC$ باشد. چون الل ندارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید که مار حاصل از بکرزایی باید **در همهٔ صفات خالص** باشد در نتیجه نمی‌تواند $AaBB$ باشد. **گزینهٔ (۲):** با توجه به ژنوتیپ آندوسپرم، الل W مربوط به گیاه والد **نر** بوده است در نتیجه گیاه والد نر **نمی‌تواند** قرمزرنگ بوده باشد. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که زنبور نر حاصل بکرزایی، با **میتوز** گامت تولید می‌کند در نتیجه **فقط یک نوع** گامت می‌تواند تولید کند.

۳۶۳۵: ۳ زنبور ماده بال متوسط LS و زنبور نر بال بلند L است در نتیجه زاده‌های آن‌ها **زنبور ماده LS یا LL** خواهد بود. در نتیجه امکان دارد زاده‌ای **مشابه والد ماده** ایجاد شود. با توجه به اطلاعات صورت سؤال، الل‌های صفت مورد نظر دارای رابطهٔ **بارزیت ناقص** هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** زنبور ماده بال متوسط، LS و زنبور نر بال کوتاه، S است (دقت کنید که **زنبور نر هاپلوئید** است!) در نتیجه زاده‌های آن‌ها به صورت زنبور **ماده SS یا LS** خواهند بود و **امکان ندارد** زنبور مادهٔ بال بلند متولد شود. **گزینهٔ (۲):** زنبور مادهٔ بال بلند LL و زنبور نر بال کوتاه S است. در نتیجه زاده‌های آن‌ها **همگی LS** خواهند بود (ماده بال متوسط) بنابراین امکان ندارد زاده‌ای مشابه یکی از والدین متولد شود. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید! از آمیزش زنبور نر و ماده، زنبور نر ایجاد نمی‌شود! زنبور نر حاصل **بکرزایی** ملکه است.

۳۶۳۶: ۴ در صفت فوق رابطهٔ الل‌ها را به صورت A (آبی) K (خاکستری) B (قهوه‌ای) S (سیاه) در نظر می‌گیریم که روباه KA فنوتیپ جدید سبز ایجاد می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. از آمیزش روباه سبز که KA و قطعاً ماده X^KX^A است با نر چشم قهوه‌ای X^BY، زاده‌های نر X^AY و X^KY به ترتیب با چشم‌های آبی و خاکستری می‌شوند که هر دو با قهوه‌ای پدر متفاوت‌اند. **گزینهٔ (۲):** نادرست. از آمیزش سیاه SK با قهوه‌ای BA می‌توان روباه KA با فنوتیپ سبز حدواسط را متصور شد. **گزینهٔ (۳):** نادرست. روباه نر چشم خاکستری X^KY اگر با مادهٔ قهوه‌ای X^BX^A آمیزش کند می‌توان زادهٔ مادهٔ X^AX^K حدواسط سبز را متصور شد. **گزینهٔ (۴):** **درست.** از آمیزش دو روباه قهوه‌ای BK با BA می‌توان زادهٔ سبز KA را متصور شد ولی زادهٔ AA آبی به دنیا نمی‌آید.

۳۶۳۷: ۳ رخ‌نمود مادر بدون توجه به جنسیت به صورت حالت موی صاف و سالم می‌باشد که در بین فرزندان این زوج به صورت WW و همراه با X^HY یا X^HX^h می‌توان متصور شد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** رخ‌نمود پدر بدون توجه به جنسیت به صورت موی موج‌دار و مبتلا به هموفیل می‌باشد، که از آمیزش این زوج، می‌توان موی موج‌دار RW هم در پسر بیمار X^hY و هم دختر بیمار X^hX^h متصور بود. **گزینهٔ (۲):** ژن‌نمود مادر به صورت WWX^HX^h می‌باشد که این نوع ژن‌نمود را از آمیزش این دو فرد می‌توان در بین دختران آن‌ها انتظار داشت. **گزینهٔ (۴):** حالت مو به صورت صاف (WW)، مجعد (RR) و موج‌دار (RW) می‌باشد که نوع صاف و موج‌دار آن در پدر و مادر به صورت WW و RW وجود داشته است. از آمیزش این دو نفر، امکان ندارد حالت موی جدید مثل مجعد یا فر RR به دنیا بیاید.

زن ناقل هموفیلی با موی صاف	×	مرد هموفیل با موی موج‌دار
WW X^HX^h		RW X^hY

۳۶۳۸: ۱ وقتی مادر A^+ و جنین B^- است. قطعاً ژن‌نمود مادر به صورت $AODd$ بوده است، ولی در مورد پدر، فقط می‌دانیم که دو الل B و d را دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** **درست.** کرهٔ توپر جنین مرحلهٔ مورولا در لولهٔ رحم است که تغذیهٔ آن از باقی‌ماندهٔ **یاخته‌های فولیکولی** اووسیت می‌باشد. این یاخته‌ها مربوط به مادر هستند که ژن‌های آنزیم اضافه‌کنندهٔ کربوهیدرات A و پروتئین D مربوط به Rh را دارد (البته یاختهٔ موردنظر این ژن‌ها را دارد، ولی آن‌ها را رونویسی یا بیان نمی‌کند). **گزینهٔ (۲):** نادرست. بلاستوسیست در حال جایگزینی از یاخته‌های **تخریب شدهٔ لایهٔ داخلی جدار رحم مادر** تغذیه می‌کند، که ژن‌های اضافه‌کنندهٔ کربوهیدرات B را برخلاف A ندارد. **گزینهٔ (۳):** نادرست. محافظت و تغذیهٔ جنین، پس از جایگزینی تا تشکیل جفت، برعهدهٔ کوریون می‌باشد که از یاخته‌های جنینی ایجاد شده است. این یاخته‌ها ژن‌های Rh منفی دارند که مربوط به ساخت پروتئین D نمی‌باشد. **گزینهٔ (۴):** نادرست. تغذیهٔ اووسیت اولیه برعهده یاخته‌های فولیکولی اطراف آن است که ژن‌های آن رمز وراثتی آنزیمی دارد که کربوهیدرات A را نمی‌سازد، بلکه آن را به صورت آماده به غشای گویچهٔ قرمز اضافه می‌کند.

۳۶۳۹ ۲ موارد (الف) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد **الف) درست.** در صفت تک‌جایگاهی، جایگاه ژن‌های آن صفت یکسان بوده و با هم الل می‌باشند. از طرفی پلاسموسیت یاخته‌ای بدون قدرت تقسیم می‌باشد که همواره در G_0 می‌ماند و کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی دارد، یعنی نمی‌تواند دو ژن مربوط به یک صفت در یک کروموزوم مضاعف داشته باشد. **ب)** نادرست. در هر جایگاه ژنی، ممکن است برای بروز یک صفت، دو یا چند الل در آن جایگاه نقش داشته باشد، ولی در هر فرد چون دو کروموزوم همتا وجود دارد، حداکثر دو الل مشابه یا متفاوت وجود دارد (البته به‌جز پلی‌پلوئیدها). **ج)** نادرست. الل (دگره) به دستورالعمل‌های مختلف یک ژن در هر جایگاه می‌گویند، که اثر آن‌ها روی هم می‌تواند سبب ایجاد شکل‌های مختلف یک صفت شود. مثل حالت موی موج‌دار، شکل صفت حالت مو است که توسط دو الل R و W کنترل می‌شود (الل‌ها، شکل‌های صفت را ایجاد می‌کنند). **د) درست.** کراسینگ‌اور، تبادل قطعه بین دو کروماتید غیرخواهری از دو کروموزوم همتا می‌باشد، ولی ژن‌های گروه خونی ABO روی کروموزوم ۹ و گروه خونی Rh روی جفت ۱ قرار دارد و کراسینگ‌اور نمی‌دهند.

۳۶۴۰ ۳ در این صفت ۲۷ ژن‌نمود، ۷ رخ‌نمود و ۶ ژن وجود دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ایجاد ویژگی هر دو الل در حالت ناخالصی، در مورد الل‌های **هم‌توان** است. در حالت بارز ناقص، شکل جدید حد واسط آن‌ها ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۲):** در صفات چندجایگاهی، نمودار زنگوله‌مانند مربوط به رخ‌نمودها است. **گزینهٔ (۴):** صفات گسسته، تک‌جایگاهی هستند و طیف رخ‌نمودی و جایگاه‌های ژنی مختلف ندارند.

۳۶۴۱ ۴ اگر در بیماری مستقل از جنس بارز، دختر بیمار را ناخالص Aa در نظر بگیریم، این دختر می‌تواند الل a را از پدر سالم aa خود گرفته باشد. در حالت وابسته به X بارز نیز دختر بیمار X^AX^a می‌تواند پدر سالم X^aY داشته باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در صفات وابسته به Y، پدر فقط ژن خود را به پسران می‌دهد. **گزینهٔ (۲):** هموفیلی صفت وابسته به X است، که فقط زنان در آن صفت، ناقل (X^HX^h) می‌شوند. همان‌طور که می‌دانید، میوز زنان در صورت برخورد اسپرم به اووسیت ثانویه کامل می‌شود و به تولید یک تخمک (گامت) می‌انجامد (پس خیلی از میوزهای زنان، به تولید گامت یا تخمک منجر نمی‌شود چون میوز ۲ انجام نمی‌شود). **گزینهٔ (۴):** در بیماری‌های بارز، واژه **ناقل** نادرست است و نباید به کار برود (ناقل مربوط به بیماری‌های نهفته و در افراد سالم ناخالص است).

۳۶۴۲ ۲ موارد (ج) و (د) صحیح هستند. در مورد زنبورعسل به یاد داشته باشید که نرها، هاپلوئید هستند، برای این صفت یکی از سه الل A، B یا C را دارند و حاصل بکرزایی از تخمک زنبور ماده هستند، یعنی لقاحی برای آن‌ها ایجاد نمی‌شود. ولی زنبورعسل ماده (کارگر و ملکه) دیپلوئید بوده و حاصل لقاح اسپرم و تخمک می‌باشد. (در این سؤال الل A به B و C بارز است و BC رخ‌نمود حد واسط دارد.)

بررسی موارد **الف)** نادرست. اگر ملکه ژن‌نمود AC و زنبور نر ژن‌نمود B داشته باشد، از لقاح اسپرم B با تخمک C می‌توان زنبور ماده کارگر BC ایجاد کرد که رنگ چشم حد واسط دارد و عقیم است. **ب)** نادرست. زنبور کارگر، مادهٔ عقیم است که رفتار دگرخواهی برای تغذیهٔ زاده‌های ملکه دارد. **ج) درست.** زنبور کارگر با چشم حد واسط BC، حتماً والد نر آن مثلاً رنگ B و ملکه، الل C را از میوز ژن‌نمود CC یا ژن‌نمود AC و یا BC داشته است، که هیچ‌کدام از این ملکه‌ها رنگ چشم B مانند والد نر ندارد. **د) درست.** زنبور نر با چشم A به صورت هاپلوئید است که این الل را از تخمک مادر طی بکرزایی گرفته است. پس وقتی ملکه، الل A دارد و الل A به سایر الل‌ها بارز است، پس امکان ندارد ملکهٔ مادر چشم حد واسط (BC) داشته باشد.

۳۶۴۳ ۴ ابتدا باید با آرامش به دنبال ژن‌نمود پدر و مادر باشید و سپس با آرامش بیشتر مسئله را حل کنید:

- در مورد گروه خونی چون از پدر و مادر A^+ و B^+، فرزندی O^- به دنیا آمده است، پس پدر $AODd$ و مادر $BODd$ است.
- وقتی از زوج سالم، پسری هموفیل (X^hY) به دنیا آمده است، پس مادر قطعاً سالم ناقل X^HX^h و پدر X^HY بوده است.
- وقتی یک فرزند ناقل فنیل‌کتونوری Ff به دنیا آمده است، پس یکی از والدین سالم، قطعاً ناقل Ff بوده است (فرض می‌کنیم پدر Ff است).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. اگر مادر نیز ناقل فنیل‌کتونوری باشد، فرزند پسر موردنظر این گزینه می‌تواند به صورت (dd یا $X^hYffOODD$) به دنیا بیاید. **گزینهٔ (۲):** نادرست. اگر پسری ff به دنیا بیاید، که مبتلا به هموفیلی باشد (X^hY)، می‌تواند در آینده اسپرم X^h ایجاد کند. **گزینهٔ (۴):** نادرست. دختر ناقل دو بیماری به صورت X^HX^hFf می‌باشد که می‌تواند گروه خونی AB^+ با هر نوع زائدهٔ گروه خونی باشد. **گزینهٔ (۴): درست.** خب عزیز جان! دقت کن در صورت سؤال ذکر کرده‌ایم که فرزند دوم آن‌ها که اولین دختر آن‌ها نیز می‌باشد، ناقل فنیل‌کتونوری است، پس قطعاً ژن f را دارد.

$X^HYFfAODd$	ژن‌نمود پدر
$X^HX^hF?BODd$	ژن‌نمود مادر

۳۶۴۴ ۴ در بیماری‌های بارز، اگر والدی سالم باشد، یعنی ژن آن بیماری را اصلاً نداشته است، پس مثلاً اگر مادری سالم باشد به صورت aa یا X^aX^a بوده و ژن بیماری ندارد که به پسر یا دختر خود بدهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در بیماری‌های بارز، اگر مادر ژن بیماری را داشته باشد، به هر فرزند خود می‌تواند آن را منتقل کند و آن را بیمار کند. **گزینهٔ (۲):** بیماری‌های وابسته به Y نیز وابسته به جنس هستند، که فقط از پدر به پسران می‌رسد. **گزینهٔ (۴):** در مورد بیماری‌های مربوط به ژن‌های راکیزه، همواره از تخمک مادر به هر فرزند می‌رسد.

۳۶۴۵ ۱ فقط مورد (د) نادرست است. بیماری‌های دو اللی قطعاً تک‌جایگاهی به صورت وابسته به جنس یا مستقل از جنس می‌باشند. از طرفی وقتی بیماری دو اللی است، وابسته به Y نیست.

بررسی موارد **الف)** درست. وقتی از والدین سالم، فرزند بیمار به دنیا می‌آید، ژن بیماری **نهفته** است. حالا اگر **دختر بیمار** به دنیا بیاید، قطعاً وابسته به X به صورت X^hX^h نبوده است (چون در این حالت باید پدر نیز بیمار X^hY باشد). پس بیماری، **مستقل از جنس نهفته** بوده است. **ب)** درست. اگر از والدین بیمار، **دختر سالم** به دنیا بیاید، بیماری از نوع **بارز** و قطعاً **مستقل** از جنس بوده است، چون در حالت وابسته به X بارز، اگر دختر سالم X^aX^a باشد، پدر نیز قطعاً سالم X^aY می‌باشد، نه بیمار! **ج)** درست. دختر بیماری که هر پسر او بیمار می‌شود، قطعاً به دو صورت X^AX^A یا AA در بیماری‌های **بارز** بوده است. چون فقط در این حالت بیماری از الل بارز X^A یا A به هر فرزند وی می‌رسد. در این حالت، این مادر قطعاً پدری بیمار به صورت X^AY یا AA یا Aa داشته است. **د) نادرست.** اگر در صفت مستقل از جنس بارز، پسر بیمار Aa، الل بیماری (A) را از پدر بیمار خود گرفته باشد، ممکن است مادری سالم aa داشته باشد.

۳۶۴۶: ۴ در این صفت بلندی B را به کوتاهی b بارز می‌گیریم. گلبرگ زرد A را به سبز a بارز می‌گیریم و صافی دانه D را به چروک بودن d آن بارز در نظر می‌گیریم (لطفاً این سه صفت مستقل را با صفت سه جایگاهی رنگ دانه ذرت اشتباه نگیرید). والدین: $AaBbDd \times AaBbDd$

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. ساقهٔ کوتاه قطعاً خالص bb است و چروکیده نیز خالص dd می‌باشد، ولی زردی گلبرگ می‌تواند AA یا Aa باشد. **گزینهٔ (۲):** نادرست. ژن‌های این سه صفت روی سه کروموزوم مجزا است، پس بروز آن‌ها به هم ربطی ندارد. **گزینهٔ (۳):** نادرست. ممکن است زاده‌ای $AABbdd$ با سه الل بارز A، A و B باشد، ولی در صفت حالت دانه (D و d) رخ‌نمود والدین (D) را ندارد (این سه صفت را با ذرت و رنگ آن اشتباه نگیرید). **گزینهٔ (۴):** درست. وقتی بوته‌ای در هر سه صفت با والدین متفاوت باشد، یعنی رخ‌نمود کوتاه (bb)، سبز (aa) و چروکیده (dd) داشته باشد که در هر سه صفت خالص است. چون والدین رخ‌نمود ساقه بلند B، گلبرگ زرد A و صاف D دارند.

۳۶۴۷: ۴ طبق معمول ابتدا به دنبال ژن‌نمود والدین بگردیم!

- مرد یا پدر خانواده، هموفیل دارد و X^hY است، از طرفی فقط کربوهیدرات A ندارد، پس B و D را دارد، در نتیجه گروه خونی B^+ داشته است.
- زن یا مادر خانواده، سالم است (X^HX^h یا X^HX^H) که فقط کربوهیدرات A دارد، پس گروه خونی A^- دارد.
- پسر اول آن‌ها هموفیل X^hY است و گروه خونی OO دارد. پس مادر قطعاً X^HX^h بوده است و در گروه خونی ABO، والدین قطعاً BO و AO بوده‌اند.
- تا اینجا تنها ابهام ژن‌نمود والدین، Rh پدر است که می‌تواند DD یا Dd باشد.

ژن‌نمود پدر	$X^hYBO(DD$ یا $Dd)$
ژن‌نمود مادر	X^HX^hAOdd

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. احتمال دختر هموفیل X^hX^h با ژن‌نمود $BODd$ وجود دارد (اگر پدر Dd را در نظر بگیریم). **گزینهٔ (۲):** نادرست. در میزراه مردان علاوه‌بر ادرار، اسپرم هم می‌تواند وجود داشته باشد. پس احتمال پسر سالم X^HY با گروه خونی AO^+ می‌خواهیم که احتمال تولد دارد (البته بعد که بزرگ شد اسپرم تولید می‌کند نه در بدو تولد!). **گزینهٔ (۳):** نادرست. احتمال تولد دختری هموفیل X^hX^h با گروه خونی $ABdd$ از آن‌ها وجود دارد. **گزینهٔ (۴):** **درست.** *آفه بی‌رحمت! مگه قراره گروه خونی در اووسیت سافته بشه؟! یا ژنش فعال بشه؟!*

۳۶۴۸: ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند. در این سؤال اگر دندان آسیاب ظاهر شود، فرد، صفت بارز AA یا Aa مستقل از جنس داشته است، ولی اگر این دندان‌ها ظاهر نشوند، به صورت aa بوده است.

دندان	AA	Aa	aa
آسیاب	دارد	دارد	ندارد

بررسی موارد **الف)** درست. در این حالت پدر را AA و مادر را aa در نظر می‌گیریم که فرزندان Aa با ژن‌نمود متفاوت می‌شوند. در این صورت هر فرزند Aa است و دندان آسیاب در آن ظاهر می‌شود. **ب)** **نادرست.** در این حالت آمیزش بین والدین $Aa \times Aa$ بوده است که برخی فرزندان مانند ژن‌نمود والدین Aa شده و دارای این دندان می‌شوند، ولی برخی ژن‌نمود متفاوت به صورت AA دارند که با ظهور این دندان یا aa با عدم ظهور این دندان دارند. **ج)** **نادرست.** مانند حالت ۱ والدین AA (با ظهور این دندان) و aa (با عدم ظهور این دندان) هستند، ولی همهٔ فرزندان Aa با توانایی ظهور این دندان می‌باشند. **د)** **نادرست.** اگر والدین را $Aa \times Aa$ در نظر بگیریم، در فرزندان aa، این دندان‌ها ظاهر نمی‌شوند.

۳۶۴۹: ۲ در مردان، انگشت اشاره (E) کوتاه‌تر از انگشت وسط (V) به صورت بارز است و در زنان نهفته است. دقت کنید که در هر دو جنس افراد AA، دارای ژن‌هایی هستند که انگشت اشاره کوتاه‌تری از وسط دارند $(E<V)$. افراد aa نیز در هر دو جنس انگشت اشارهٔ بلندتری از وسط دارند $(E>V)$، ولی در افراد Aa، در مردان انگشت اشاره کوتاه‌تر است $(E<V)$، ولی در زنان انگشت وسط کوتاه‌تر است $(V<E)$.

	AA	Aa	aa
زن	$E<V$	$E>V$	$E>V$
مرد	$E<V$	$E<V$	$E>V$

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. مرد با انگشت اشاره بلندتر به صورت aa است و خانم آن دارای انگشت وسط بلندتر AA می‌باشد. در این صورت، همهٔ فرزندان Aa می‌شوند که پسران اشاره کوتاه‌تر و دختران اشاره بلندتر از وسط دارند. **گزینهٔ (۲):** **درست.** از آمیزش مرد aa (اشاره بلندتر) با زنی دارای انگشت اشاره بلندتر به صورت Aa یا aa است، دو نوع فرزند Aa یا aa ایجاد می‌شود. این فرزندان دختراني با اشاره بلندتر و پسرانی با دو حالت متفاوت هستند (پس دخترانی با اشاره کوتاه‌تر به دنیا نمی‌آیند). **گزینهٔ (۳):** نادرست. مرد با اشاره کوتاه‌تر AA یا Aa می‌باشد. با خانمی با انگشت وسط بلندتر AA، مدنظر است که دو نوع فرزند AA یا Aa به دنیا می‌آید. در این حالت انگشت اشاره بلندتر، فقط در **دختران** Aa ناخالص دیده می‌شود. **گزینهٔ (۴):** نادرست. مرد با اشاره کوتاه‌تر به صورت AA یا Aa است، با خانمی AA ازدواج می‌کند، فرزندان دو حالت AA یا Aa می‌شوند که در دختران AA انگشت وسط بلندتر و در Aa، اشاره بلندتر دارند.

۳۶۵۰: ۲ موارد (ب) و (ج) نادرست هستند. هموفیلی (h) و کوررنگی (d) وابسته به X نهفته می‌باشند.

پدر خانواده کوررنگ X^H_dY است و گروه خونی A به صورت AA یا AO دارد، ولی هموفیلی نبوده است. مادر خانواده سالم است و گروه خونی AB دارد. چون فرزند اول فقط مبتلا به هموفیلی X^hY است، پس مادر دارای X^h_D بوده است. از طرفی این فرزند نمی‌تواند گروه خونی B داشته باشد، پس پدر قطعاً AA بوده است (چون اگر AO بود، امکان فرزندی با گروه خونی BO وجود داشت). پس والدین ژن‌نمود مقابل را دارند (تا اینجا نمی‌دانیم که مادر در مورد کوررنگی X_DX_D است یا X_DX_d).

پدر	X^H_dYAA
مادر	$X^HX^h_DAB$

بررسی موارد **الف)** درست. دختر بیمار آن‌ها قطعاً هموفیل نمی‌شود، چون پدر در این صفت سالم است؛ ولی اگر مادر ناقل کوررنگی باشد، می‌توان دختری X_dX_d انتظار داشت که از مادر یا پدر خود قطعاً الل A یا B گروه خونی برای اضافه کردن کربوهیدرات به گویچهٔ قرمز بگیرد. **ب)** **نادرست.** ممکن است فرزند بیمار پسر هموفیل X^hY باشد. **ج)** **نادرست.** فرزند هموفیل، قطعاً پسر بیمار است، که می‌تواند مادری با دو صفت ناخالص هموفیلی و گروه خونی AB و یک صفت خالص سالم در مورد کوررنگی باشد $X^H_DX^h_DAB$. **د)** درست. اگر مادر را در کوررنگی خالص به صورت $X^H_DX^h_D$ در نظر بگیریم، دختر سالم وی به صورت $X^H_dX^H_D$ می‌باشد، که امکان دارد دو صفت خالص داشته باشد و در گروه خونی AA خالص می‌شود. (پسران نیز نمی‌توانند در این صفات وابسته به X خالص شوند.)

۳۶۵۱: ۴ همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد **الف)** در این بیماری آنزیمی که آمینواسید فنیل‌آلانین را تجزیه می‌کند، وجود ندارد. **ب)** مغز بیماران فنیل‌کتونوری در اثر تجمع **ترکیبات** خطرناک حاصل از فنیل‌آلانین آسیب می‌بینند. **ج)** به نوزادان باید شیر خشک **فاقد** فنیل‌آلانین داده شود (مقدار کم فنیل‌آلانین را می‌توان به بالغین بیمار داد). **د)** با تغییر عوامل محیطی و تغذیه‌ای، فقط از بروز علائم بیماری جلوگیری می‌کنیم، ولی به ارث رسیدن آن از طریق لقاح می‌باشد.

۳۶۵۲ (۳) خب بارها در مورد صفت سه‌جایگاهی ذرت صحبت کرده‌ایم و می‌دانید که اصل داستان شمردن تعداد الل‌های بارز است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. پوستهٔ دانه ژن‌نمود گیاه ماده را دارد که به صورت $aaBbDd$ می‌باشد و دارای فقط دو ژن بارز بوده است (B و D)، پس رنگ دانه آن با دانه‌ای که سه ژن بارز در $AaBBdd$ دارد متفاوت است. **گزینهٔ (۲):** نادرست. ذرت تک‌لپه است و واژهٔ لپه‌ها در مورد آن غلط است. **گزینهٔ (۳): درست.** ذرتی با سه جایگاه ژنی خالص می‌تواند $aaBBdd$ باشد که مانند والد ماده دو ژن بارز دارد ولی والد نر دارای سه ژن بارز است و هیچ‌گاه در حالت خالص تعداد ژن‌های مشابه عدد فرد نمی‌شوند. **گزینهٔ (۴):** نادرست. والد ماده فاقد الل A می‌باشد، پس در آندوسپرم آن نمی‌توان AAa مشاهده کرد. چون در AAa، الل a مربوط به اسپرم و دو الل AA مربوط به هستهٔ دوتایی می‌باشد.

۳۶۵۳ (۴) دانهٔ گردهٔ گیاه $aaRW$ به دو صورت aR یا aW می‌باشد، ولی تخم‌زا یا گامت ماده به چهار صورت $aR - AR - AW$ و aW می‌تواند باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. اگر تخم‌زا AR باشد و اسپرم aR بوده باشد، آندوسپرمی به صورت $AAaRRR$ ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۲):** نادرست. لوبیا دانه‌ای است که در حالت بلوغ بدون آندوسپرم و با دو لپهٔ بزرگ می‌باشد. در حقیقت در دانهٔ بالغ، یاخته اندوخته‌دار، همان یاخته‌های لپه‌ها می‌باشند. از طرفی پوستهٔ دانه همان ژن‌نمود مادر را به صورت $AaRW$ دارد. پس ببینیم می‌توان از لقاح اسپرم aW (حاصل از یاخته زایشی aW)، تخم اصلی یا منشأ لپه به صورت $AaRW$ ایجاد کرد؟ قطعاً می‌شود چون اگر تخم‌زا AR باشد در این لقاح، تخم اصلی $AaRW$ ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۳):** نادرست. این عبارت در قسمت اول غلط است، چون دقت داشته باشید که در آندوسپرم $AaaRRW$، اسپرم دارای ژن‌نمود AW بوده است، ولی در این سؤال لوبیای نر فاقد الل A می‌باشد. **گزینهٔ (۴): درست.** اگر یاخته دوهسته‌ای $AAWW$ باشد، پس تخم‌زا به صورت AW بوده است. دقت کنید که والد نر، اصلاً الل A ندارد، پس امکان ندارد که اسپرمی به صورت AW ایجاد شود.

۳۶۵۴ (۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح هستند. در این خانواده، پدر سالم است، چون دختران فاقد بیماری هستند، ولی پسران می‌توانند سالم یا بیمار باشند، پس این الل روی کروموزوم X مادر بوده است. از طرفی این بیماری نهفته است، چون والدین سالمند، ولی ژن بیماری را به فرزند داده‌اند (به جدول (۱) توجه کنید).

جدول ۲

مادر Aa		پدر Aa	
دختر	دختر	پسر	پسر
AA	AA	aa	aa

جدول ۱

مادر X^AX^a		پدر X^AY	
دختر دوم	دختر اول	پسر دوم	پسر اول
X^AX^a	X^AX^A	X^aY	X^AY

بررسی موارد (الف) **درست.** دختران ناقل مدنظر هستند که مانند پدر سالم هستند. (ب) **درست.** از شش نفر فوق، سه نفر دارای الل بیماری (a) می‌باشند.

(ج) **درست.** اگر جدول (۲) را مدنظر قرار دهیم، دو فرد ناخالص Aa و یک خالص AA وجود دارد (پسران در صفات وابسته به X، خالص یا ناخالص ندارند).

(د) نادرست. در صفات وابسته به X، امکان ندارد که ژن‌نمود پسر با مادر یکسان باشد.

۳۶۵۵ (۱) *چند سالی بود که در نظام جدید دیگه از این مدل سؤالات فراموش شده بود! ولی خب تو الگو از هر دری یک سفتی هست!*

- وقتی در متن سؤال در مورد صفتی عنوان می‌کند، که مثلاً فلان حالت، **فقط یا بیشتر** در یک نوع جنسیت بروز می‌یابد، به‌طور قطع بدانید که آن صفت دارای ژن‌هایی روی کروموزوم‌های جنسی می‌باشد، که بروز آن در دو جنس متفاوت شده است (بلند را با B و کوتاه را با الل K نشان می‌دهیم).
- در این صفت، چون همهٔ زاده‌های نر و ماده در نسل اول بال متوسط دارند (BK) پس قطعاً صفت طول بال مستقل از جنس است، چون اگر وابسته به جنس بود در نرهای XY امکان نداشت رخ‌نمود BK بروز پیدا کند.
- از طرفی صفت رنگ چشم وابسته به X است، چون اعلام کرده که در نسل دوم، فقط برخی نرها این صفت را دارند.
- پس طول بال مستقل از جنس است و چون متوسط دارد، بین الل‌ها رابطهٔ بارز و نهفتگی نیست و رنگ چشم وابسته به X است و سفید بارز است، چون در نسل اول همه سفید شده‌اند.

$P: X^aY\ BB \times X^AX^A\ KK$
(قرمز، سفید، بلند، کوتاه)
$F_1: X^AX^aBK + X^AYBK$
$F_2:$ ؟

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱): درست.** در F_2 مطابق کادر مقابل، مگس چشم سفید (A) و بال متوسط (BK) در نر و ماده ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۲):** نادرست. هر دو مگس نسل P در F_2 احتمال تولد دارد (X^AX^AKK و X^aYBB). **گزینهٔ (۳):** نادرست. فقط صفت طول بال (B و K) مستقل از جنس با رابطهٔ بارزیت ناقص است، ولی صفت رنگ چشم، وابسته به X است. **گزینهٔ (۴):** نادرست. الل X^a فقط در ماده‌های F_1 وجود دارد.

۳۶۵۶ (۱) فقط مورد (ب) صحیح است. والدین را به صورت $AabbCc \times AabbCc$ در نظر می‌گیریم.

بررسی موارد (الف) نادرست. درون دانه همان آندوسپرم $3n$ است که یک n را از اسپرم و دو n مشابه را از والد ماده در یاختهٔ دوهسته‌ای می‌گیرد. پس از لقاح اسپرم AbC با یاختهٔ دوهسته‌ای $AAbbcc$ می‌توان انتظار درون دانه $AAAbbbCcc$ داشت. (ب) **درست.** ذرت تک‌لپه آندوسپرم‌دار است، پس هر دانهٔ رسیده آن یک لپهٔ **نازک** دارد. (ج) نادرست. گیاه ذرت $AABBcc$، دارای چهار ژن بارز است. از لقاح دو والد سؤال ما نیز، ممکن است ذرتی به صورت $AAbbCC$ به وجود بیاید که چهار ژن بارز داشته باشد و ژن‌نمود و رخ‌نمود مشابه فرض این عبارت داشته باشد. (د) نادرست. در دانهٔ تک‌لپه‌ای‌ها، هورمون جیبرلین توسط رویان تولید می‌شود، که دیپلوئید است و می‌تواند $aabbcc$ باشد.

۳۶۵۷ (۴) کرم کبد دارای خود لقاحی است.

(۱) اگر والد aa باشد تمام زاده‌های آن نیز aa هستند که خالص حساب می‌شوند. (۲) اگر والد ژن‌نمود Aa داشته باشد هر سه ژن‌نمود aa، Aa، AA در نسل بعد قابل رویت هستند چون هر دو نوع گامت A و a را دارد. (۳) همان‌طور که گفتم اگر والد Aa باشد همهٔ حالت‌ها در زاده‌ها می‌توانند رخ دهند. (۴) اگر والد AA باشد همهٔ زاده‌های نسل بعد AA خواهند بود چون این کرم خودباروری دارد.

صفات ژنتیکی روی کروموزوم‌های جانداران دارای جایگاه هستند حالا این جایگاه می‌تواند یکی یا چند تا باشد این جایگاه که ژن آن صفت روی آن قرار می‌گیرد جایگاه اللی نام دارد. در جانورانی که خودلقاحی دارند با استفاده از یاختهٔ جنسی خود گامت تولید می‌کنند این تولیدمثل بیشتر در گیاهان وجود دارد. در سؤال‌هایی که یک جاندار تولیدمثل خودلقاحی دارد باید با استفاده از ژنوتیپ خود جانور ژنوتیپ نسل بعد را مشخص کنیم زیرا جانوری که خود لقاحی می‌کند از یاخته‌های خود برای تولید گامت استفاده می‌کند. مثلاً اگر Aa باشد، دو نوع گامت A و a دارد که با هر احتمال برخوردی می‌تواند حالات AA یا Aa یا aa ایجاد کنند.

نکته
گل مغربی دارای خودلقاحی است و البته دارای دگرلقاحی نیز می‌باشد، کرم پهن فقط خودلقاحی و کرم خاکی دگرلقاحی دارد.

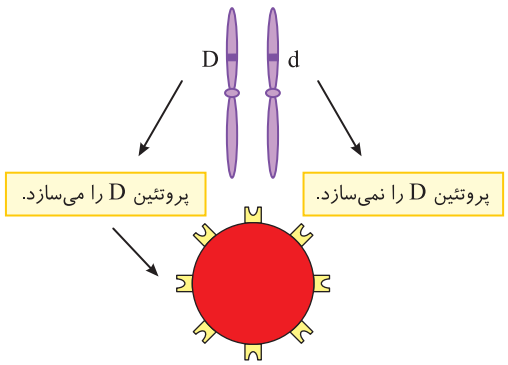
۳۶۵۸ (۳): برای پاسخ به این گونه سؤالات باید از نوع رابطهٔ غالب مغلوبی یا وابسته به جنس بودن یک بیماری مطمئن شویم.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بیماری **بارز** است زیرا از پدر و مادری بیمار فرزندی سالم به وجود آمده ولی در مورد وابسته به جنس بودن آن نمی‌توان اظهار نظر کرد چون فرد بیمار می‌تواند AA یا Aa باشد. **گزینهٔ (۲):** بیماری نهفته است چون از والدین سالم، فرزند بیمار آمده است، اما نمی‌توان در مورد مستقل از جنس یا نبودن آن اظهار نظر کرد و از طرفی فرد بیمار می‌تواند aa یا xay یا $xaxa$ باشد. **گزینهٔ (۴):** صفت از نوع مستقل از جنس و بارز است زیرا اگر وابسته به جنس بود از پدر بیمار (X^AY) صددرصد دختری بیمار به وجود می‌آمد در این صورت هر فرد سالم قطعاً aa است. **گزینهٔ (۴):** در این حالت قطعاً فقط می‌فهمیم که بیماری نهفته است ولی نمی‌دانیم که مستقل از جنس یا وابسته به جنس است و سالم‌ها چه ژنوتیپی دارند.

۳۶۵۹ (۲): گیاه نر RR و گیاه ماده RW است ژن‌نمود رویان حاصل لقاح گامت نر و ماده است **ولی پوستهٔ دانه باید شبیه ژن‌نمود گیاه ماده یعنی RW باشد.**

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۳):** ژنوتیپ پوستهٔ دانه با ژنوتیپ ماده متفاوت است در نتیجه حذف می‌شوند. **گزینه‌های (۲) و (۴):** در رویان باید حتماً یک الل R وجود داشته باشد در نتیجه گزینهٔ (۴) نیز غلط است.

۳۶۶۰ (۳): **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** این ژن مربوط به ساخت **آنزیمی** برای **اضافه** کردن کربوهیدرات A و B به غشای گویچهٔ قرمز می‌شود (نه ساختن آن‌ها). **گزینهٔ (۲):** طبق شکل مقابل این گزینه کاملاً غلط است. **گزینهٔ (۳):** به‌طور مثال گروه خونی OO را در نظر بگیرید فقط این جایگاه با الل O پر شده است. **گزینهٔ (۴):** به‌طور مثال در هم‌توانی دو الل غالب و متفاوت وجود دارد ولی هیچ‌کدام غالب بر دیگری نمی‌شود و رخ‌نمود هم توانی را به وجود می‌آورند.



«توضیح رابطهٔ بارز و نهفتگی بین الل‌های گروه خونی Rh»

نکته

در گروه خونی ABO خون به چهار گروه O، AB، B و A گروه‌بندی می‌شود. این گروه‌بندی بر مبنای بودن و نبودن دو نوع کربوهیدرات به نام‌های A و B در غشای گویچه‌های قرمز است. اضافه شدن کربوهیدرات A و B به غشای گویچهٔ قرمز یک واکنش آنزیمی است که اگر آنزیم‌های A و B وجود داشته باشد کربوهیدرات را به غشا اضافه می‌کند. اگر ژن سازندهٔ آنزیم وجود نداشته باشد اصطلاحاً می‌گویند که گروه خونی O است و هیچ کربوهیدراتی به غشا اضافه نمی‌شود. وقتی هم الل A و هم الل B وجود داشته باشد اصطلاحاً میگن گروه خونی AB است.

۳۶۶۱ (۲): همان‌طور که پیش‌تر گفتیم ژنوتیپ پوستهٔ دانه دقیقاً شبیه ژنوتیپ گیاه ماده یعنی RR است از آنجایی که ژنوتیپ رویان از ترکیب دو یاختهٔ نر و ماده تشکیل می‌شود پس با دانهٔ گرده R ، حتماً رویان RR (قرمز) با آندوسپرم RRR در صورت گرده W، و رویان RW صورتی با آندوسپرم RRW خواهد بود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** درست. اولاً رویان RW است پس می‌تواند آندوسپرم نیز RRW باشد پس گیاه اصلی هم RW است که صورتی است. **گزینهٔ (۲): نادرست.** از اونجایی که گیاه ماده RR است پس حتماً یک الل R به گیاه نسل بعد منتقل می‌شود که باعث می‌شود گیاه دیگر سفید نشود. **گزینهٔ (۳):** درست. یاخته‌های پرچم از رویان به وجود می‌آیند که ژنوتیپ RW دارد و صورتی است. **گزینهٔ (۴):** درست. اگر بخش رویشی R داشته باشد پس حتماً گیاه RR می‌شود که رنگی قرمز داراست.

۳۶۶۲ (۲): برای حل این سؤال باید حالت‌های مختلف گروه خونی والدین را در نظر بگیریم که برخی فرزندان متفاوت و برخی فرزندان رخ‌نمود مشابه والدین را دارند که نمی‌توان آمیزش‌ها با ژنوتیپ یکسان و یا آمیزش $AA\times BO$ یا AO با AB یا BO با AB یا $BB\times AO$ یا $AO\times BO$ را در نظر گرفت.

۱) مثلاً ژن‌نمود AA و BO این گزینه را رد می‌کند. زیرا یکی خالص است.

۲) توی همهٔ حالت‌ها باید حداقل یک الل O باشد وگرنه این احتمالات رخ نمی‌دهد.

۳) به‌طور مثال در مثال گزینهٔ (۱) دیدیم که ممکن است فرزندان به تنهایی دارای گروه خونی AB باشند پس ممکن است.

۴) مثلاً یکی AO باشد معلوم نیست والد دیگر BO است یا BB.

۳۶۶۳ (۱): پدر و مادر باید AO و BO باشند و از نظر Rh خون Dd باشند. حالا می‌توانیم تک تک گزینه‌ها را بررسی و رد کنیم.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در هر دو حالتی که فرزندان رخ‌نمود مشابه والدین دارند ژن‌نمود به صورت ناخالص AO یا BO است که فقط یک آنزیم تولید می‌شود. **گزینهٔ (۲):** در هیچ یک از حالات گروه خونی A یا B ژن‌نمود به صورت خالص نیست ولی در مورد Rh هم خالص و هم ناخالص می‌تواند باشد. **گزینهٔ (۳):** فقط گویچه‌های قرمز نابالغ هستند که می‌توانند ژن را بیان کنند ولی بقیه یاخته‌ها ژن Rh خون را دارند ولی نمی‌توانند بیان کنند. **گزینهٔ (۴):** امکان دارد فرزند رخ‌نمود O داشته باشد که دارای ژن‌نمود خالص است.

۳۶۶۴ (۴): **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** مثلاً در بیماری هموفیلی یک مرد بیمار فقط یک الل دارد زیرا فقط یک جایگاه دارد ولی خالص یا ناخالص نیست. **گزینهٔ (۲):** طبق متن کتاب درسی صفات **چند** جایگاهی نمودار زنگوله‌ای دارند. **گزینهٔ (۳):** گامت در صفت چند جایگاهی می‌تواند دارای چند الل برای یک صفت باشد ولی در مورد دو جایگاهی‌ها، که یک جایگاه آن روی کروموزوم X است، نصف اسپرم‌ها فقط یک دگره را دارند (فنیل‌کتونوری). **گزینهٔ (۴):** کاملاً درست است متن کتاب درسی در مورد صفات چندجایگاهی با فنوتیپ‌های پیوسته می‌باشد.

۳۶۶۵ (۳): باتوجه به صورت سؤال در این گونه سؤالات بهتر است با استفاده از داده‌های مسئله ژنوتیپ والدین را مشخص کنید. از آنجایی که پدر و مادر سالم هستند پدر از نظر صفات نهفته وابسته به جنس سالم است ولی مادر ناقل است چون پسر بیمار به وجود آمده است و همچنین چون فرزندی با گروه خونی A دارند، پس گروه خونی مادر BO است و Rh گروه خونی پدر ناخالص است زیرا فرزند نسل بعد دارای گروه خونی منفی شده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** باتوجه به توضیحات بالا ممکن است $ABdd$ X_D^HX اتفاق بیافتد. **گزینهٔ (۲):** این گزینه نیز در مورد فرزند A ممکن است. **گزینهٔ (۳):** دقت داشته باشید چون الل صفت‌های وابسته به جنس از مادر X_h^d باهم به ارث می‌رسند نمی‌شود که در یک پسر یک بیماری به ارث برسد و بیماری دیگر به ارث نرسد پس این گزینه غلط است. **گزینهٔ (۴):** کاملاً در مورد پسر بیمار B^+ ممکن است.

۳۶۶۶ (۲) ژنوتیپ پسر ذکر شده در سؤال به صورت X^hY است و گروه خونی او می‌تواند BB یا BO باشد و از لحاظ مثبت یا منفی بودن Dd یا DD است. دختر ذکر شده در سؤال دارای ژنوتیپ X^HX^h یا X^HX^H است و گروه خونی او AA یا AO است و از لحاظ منفی یا مثبت بودن، dd است. پدر سالم از نظر هموفیلی و ناقل PKU (فنیل‌کتونوری) دارای ژنوتیپ X^HY و Ff و مادر سالم هموفیلی و ناقل PKU دارای ژنوتیپ X^HX^h و Ff است. از لحاظ گروه خونی، پدر و مادر هر کدام می‌توانند AO یا BO یا AB باشند و از لحاظ مثبت و منفی می‌توانند Dd باشند یا یکی از آن‌ها dd و دیگری DD باشد.

بررسی گزینه‌ها پدر و مادر می‌توانند گروه خونی یکسان AB و Dd داشته باشند (رد گزینهٔ (۱)) و یا می‌توانند متفاوت باشند؛ مادر با ژنوتیپ AO و DD و پدر BO و dd (رد گزینهٔ (۲)). فرزند بعدی می‌تواند پسری سالم باشد چون مادر دارای الل XH برای هموفیلی است و همچنین اگر پدر و مادر الل F را برای PKU به اشتراک بگذارند، ژنوتیپ پسر FF می‌شود که سالم است (رد گزینهٔ (۴)). اما دختر نمی‌تواند به هردو بیماری مبتلا باشد و دختر حاصل از این خانواده برای بیماری هموفیلی همواره ناقل یا سالم است و ژنوتیپ X^HX^h یا X^HX^H را دارد.

نکته

- برای تشخیص بیماری PKU در نوزادی از کف پای نوزاد خون می‌گیرند.
- فرد بیمار مبتلا به PKU اگر چه برای تجزیهٔ فنیل‌آلانین فاقد آنزیم است اما آنزیم‌های دیگری برای استفاده از این نوع آمینواسید را دارد، مثل آنزیم‌های رناتنی که رشته‌های پلی‌پپتیدی از فنیل‌آلانین می‌سازند.
- باید توجه داشت که فردی با ژنوتیپ $OOdd$ درست است که کربوهیدرات‌های A و B و پروتئین D را در سطح گویچهٔ قرمز ندارد اما می‌تواند در سطح غشای این یاخته‌ها، پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌های دیگری نیز داشته باشد.

۳۶۶۷ (۳) گیاه ادریسی در خاک قلیایی و خنثی رنگ **صورتی** دارد و گیاه گل میمونی نیز با داشتن ژنوتیپ RW در رویان یا یاختهٔ دوهسته‌ای که با لقاح با یک اسپرم، آندوسپرم را می‌دهد، رنگ صورتی دارد که این مورد در گزینهٔ (۳) مشاهده می‌شود چون وقتی آندوسپرم RWW است، حتماً رویان RW می‌باشد.

یادآوری: (۱) تجمع بیش از حد یک سری از مواد در خاک می‌تواند ایجاد مسمویت کند و مانع رشد گیاهان شود. بعضی از گیاهان سازگاری‌هایی دارند برای ایمن نگه‌داشتن خود در غلظت زیاد مواد خاک. با کشت و برداشت این گیاهان در چند سال پی‌درپی، می‌توان باعث کاهش مواد اضافی خاک و بهبود کیفیت خاک شد. (۲) نوعی سرخس می‌تواند با ذخیرهٔ آرسنیک، از سمی بودن خاک در اثر آرسنیک بکاهند. (۳) گل ادریسی می‌تواند آلومینیم را جذب کند و به همین دلیل از آن برای کاهش آلومینیم خاک استفاده می‌کنند. این گل در خاک‌های قلیایی و خنثی رنگ صورتی دارد اما در خاک‌های اسیدی که مقدار یون آلومینیم بیشتر است، به دلیل اینکه آلومینیم را جذب می‌کند و آلومینیم در بافت‌ها تجمع میابد و در نتیجه رنگ گل آبی رنگ می‌شود. انواعی دیگر از گیاهان نیز هستند که با جذب نمک و ذخیرهٔ آن می‌توانند شوری خاک و همچنین فشار اسمزی خاک را کاهش دهند. (۴) گل ادریسی علی‌رغم داشتن ژنوتیپ مشابه، به علت تغییر میزان آلومینیم خاک (عوامل محیطی) رخ‌نمود متفاوتی را نشان می‌دهد و با تغییر شرایط محیطی، فنوتیپ‌ها از ژنوتیپ‌ها بیشتر می‌شوند.

۳۶۶۸ (۴) فقط مورد (د) صحیح است. بیماری هموفیلی در پسران با یک الل X^h بروز پیدا می‌کند که پسران کروموزوم X را از مادر می‌گیرند و در دختران دو کروموزوم X^h لازم است که یکی را از مادر می‌گیرند، بنابراین برای داشتن فرزندی با این بیماری لازم است مادر حداقل یک دگرهٔ بیماری را داشته باشد و خودش یا ناقل یا بیمار باشد (تایید مورد (د)). هموفیلی انواع مختلفی دارد و شایع‌ترین نوع آن فقدان عامل انعقادی ۸ است اما به‌طور حتم این نوع هموفیلی در همهٔ بیماران مبتلا به این بیماری دیده نمی‌شود (رد مورد (ج)). فنیل‌کتونوری با رژیم فاقد فنیل‌آلانین کنترل می‌شود اما درمان نمی‌شود (رد مورد (ب)). در بدن فنیل‌آلانین وجود دارد و تولید آن نیست که آسیب زننده است بلکه عدم حضور آنزیم تجزیه کنندهٔ آن است که آسیب زننده است و باعث آسیب مغزی می‌شود (رد مورد (الف)).

۳۶۶۹ (۲) صفت‌هایی که ژن آن‌ها روی کروموزوم جنسی نیست، بر روی کروموزوم‌های غیرجنسی یا راکیزه‌ای قرار دارند (رد مورد (ج)). از آنجایی که هم کروموزوم‌های غیرجنسی مادر و هم کروموزوم‌های میتوکندری از طریق مادر به فرزندان می‌رسد، می‌توانیم بگوییم این صفت از طریق مادر به فرزندان می‌تواند منتقل شود (تایید مورد (الف)). اگر این صفت مربوط به کروموزوم میتوکندری باشد نمی‌تواند از پدر به فرزندان منتقل شود (رد مورد (ب)). اگر صفت چند جایگاهی باشد نمی‌تواند فقط با قرارگیری ۲ دگره در کنار هم بروز پیدا کند (رد مورد (د)).

نکته

ژنگان به کل محتوای مادهٔ وراثتی می‌گوییم که شامل مجموع محتوای مادهٔ وراثتی هسته‌ای و سیتوپلاسمی می‌شود که ژنگان هسته‌ای شامل ۲۲ کروموزم غیرجنسی و کروموزوم‌های جنسی (X و Y) می‌شود و در انسان ژنگان سیتوپلاسمی شامل DNAهای راکیزه می‌شود.

۳۶۷۰ (۲) در بیماری‌های ارثی اگر والدینی بیمار، **دختری** سالم داشته باشند، صفت این بیماری قطعاً مستقل از جنس بارز است که دگرهٔ پدر و مادر Aa بوده است و دگرهٔ دختر آن‌ها aa است (تایید گزینهٔ (۲)). اما اگر پدر و مادر دارای بیماری‌ای مستقل از جنس نهفته باشند، دگرهٔ آن‌ها برای این صفت می‌تواند aa باشد که فرزندان آن‌ها نیز aa می‌شوند و درنتیجه بیمار خواهند بود و نمی‌توانند سالم باشند (رد گزینهٔ (۱)). در رابطه بیماری‌های وابسته به X نهفته، اگر پدر و مادر سالم باشند، فرزند پسر می‌تواند بیمار یا سالم باشد و دختر سالم یا ناقل است. اما در بیماری‌های مستقل از جنس نهفته پدر و مادر سالم می‌تواند فرزندانی بیمار داشته باشند (رد گزینهٔ (۳)). اگر مردانی بیمار دچار بیماری‌ای وابسته به X بارز باشند ژنوتیپ آن‌ها می‌تواند به حالت XBY باشد که XB که دگرهٔ بارز است را از مادر گرفته‌اند و مادر قطعاً بیمار محسوب می‌شود (رد گزینهٔ (۴)).

چند نکتهٔ مهم

- صفات وابسته به جنس که جایگاه ژنی آن‌ها روی کروموزوم‌های جنسی است، در تمام یاخته‌های هسته‌دار بدن (پیکری و جنسی) حضور دارند اما در یاخته‌ای مانند گویچهٔ قرمز بالغ که هسته ندارد، وجود ندارد.
- در صفاتی که الل‌های آن‌ها دارای رابطهٔ بارز و نهفتگی‌اند و الل بیماری نهفته است، معمولاً از روی فنوتیپ نمی‌توانیم ژنوتیپ خانم‌ها را مشخص کنیم اما در مردان در صفات وابسته به X از روی فنوتیپ می‌توانیم به ژنوتیپ پی ببریم، زیرا حضور یک الل نهفته در مردان باعث بروز بیماری می‌شود و مردان نمی‌توانند برای این صفات ناقل باشند (خالص یا ناخالص بودن در این مردان مطرح نیست) چون فقط یک کروموزوم X دارند که این کروموزوم فاقد همتا است اما در خانم‌ها چون دو کروموزوم X داریم، حضور یک الل نهفته نمی‌تواند منجر به بیماری شود و فرد برای آن بیماری ناخالص و ناقل است.

۳۶۷۱ (۳) از آنجایی که در بکرزایی هر دو گامت توسط مار ماده تولید می‌شود و زاده از دو برابر شدن کروموزوم‌های تخمک ایجاد می‌شوند، ژنوتیپ زاده‌ها به صورت **خالص** خواهد بود. دقت کنید که در مار برخلاف زنبورعسل، طی بکرزایی تعداد کروموزوم والد و زاده تغییر نمی‌کند.

در گزینهٔ (۳) ژنوتیپ والد $AaBbCc$ است که گامت‌های آن می‌تواند به صورت $ABC - abc - aBc - Abc - aBC - abC - ABc - AbC$ باشد که با دو برابر شدن کروموزوم‌های این گامت‌ها به ترتیب این زاده‌ها تولید می‌شوند: $AABBCC - aabbcc - aaBBcc - AAbbcc - aaBBCC - aabbCC - AABBcc - AAbbCC$.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مار تعداد کروموزوم طی بکرزایی تغییر نمی‌کند. **گزینهٔ (۲):** خالص بودن دگره‌ها مدنظر قرار نگرفته است. **گزینهٔ (۴):** در والد دگرهٔ A وجود ندارد که با دو برابر شدن آن، زاده‌ای دارای این دگره ایجاد شود.

نکته

مارهای ماده دیپلوئیدانـد و با تقسیم میوز گامت تولید می‌کننـد و در صورت وجود جنس نـر امکان لقاح دارند اما اگر نر وجود نداشته باشد، کروموزوم‌های تخمک همانندسازی کرده و دو مجموعهٔ کروموزومی می‌سازند و یاختهٔ جدید تقسیم میتوز می‌کند و جاندار دیپلوئید جدید را به وجود می‌آورد که ماده است چون در بکرزایی، هردو گامت توسط ماده تولید می‌شود، نوع ژنوتیپ گامت‌ها به ماده برمی‌گردد و در همهٔ جایگاه‌های ژنی خالص هستند.

۳۶۷۲ (۴) ژنوتیپ این گیاه قطعاً $AaBbCc$ است که ذرت‌هایی با این ژنوتیپ‌ها را می‌تواند بسازد $AABBCC$ و $aabbcc$ که آستانه‌ای‌اند. این گیاه دارای ۳ دگرهٔ بارز است و به همین دلیل رنگ مشابهی با ذرت دارای ژنوتیپ $aaBBCc$ دارد (درستی گزینهٔ (۱)) و می‌تواند این ذرت را با خودلقاحی بسازد که فنوتیپ مشابه با خودش دارد اما ژنوتیپ آن متفاوت است. (درستی گزینهٔ (۲)) از آنجایی که ۳ دگرهٔ بارز دارد با ذرتی با ۴ دگرهٔ بارز نسبت به ذرتی با ۵ دگرهٔ بارز شباهت بیشتری دارد. (رد گزینهٔ (۴)).

در مورد درستی گزینهٔ (۳) دقت کنید که رویان ایجادکنندهٔ آن، $AaBbCc$ بوده است ولی پوستهٔ دانه مربوط به والد ماده است و انواع مختلف می‌تواند داشته باشد.

نکتهٔ مهم

ژن‌هایی از صفات چندجایگاهی کـه روی کروموزوم‌های مختلف مستقراند نسبت به یکدیگر الل نیستند. مثلاً در صفت رنگ دانهٔ نوعی ذرت، A و B و C الل یکدیگر نیستند.

۳۶۷۳ (۲) اگر دختر بیمار دارای مادر سالم باشد با توجه به بیماری‌های ژنتیکی بحث شده در کتاب یا مبتلا به فنیل‌کتونوری است و دارای ژنوتیپ aa است یا بیماری هموفیلی دارد و ژنوتیپ $XhXh$ است. اگر مادر سالم باشد برای فنیل‌کتونوری دارای ژنوتیپ Aa یا AA است و برای بیماری هموفیلی $XHXH$ یا $XHXh$ است.

بررسی گزینه‌ها اگر پدر سالم باشد و ژنوتیپ خالص داشته باشد، برای بیماری فنیل‌کتونوری AA است که با توجه به ژنوتیپ‌های ممکن برای مادر هرگز نمی‌توانند فرزندی بیمار داشته باشند، زیرا ژنوتیپ فرزندشان یا AA است یا Aa (تایید گزینهٔ (۲)). اگر پدر بیمار باشد و ژنوتیپ خالص داشته باشد aa و مادر دارای ژنوتیپ Aa باشد، فرزند می‌تواند بیمار باشد (رد گزینهٔ (۱)). اگر بیماری فنیل‌کتونوری مد نظر باشد، با توجه به سالم بودن مادر، اگر پدر نیز سالم باشد، فرزند می‌تواند سالم و با ژنوتیپ مادر باشد و در رابطه با بیماری هموفیلی و با توجه به ژنوتیپ‌های مادر، فرزند پسر می‌تواند سالم باشد ولی پسر در حالت وابسته به X، ژنوتیپ مادر را ندارد (رد گزینهٔ (۳)). برای بیماری هموفیلی اگر پدر بیمار باشد، با نتیجه به ژنوتیپ ناخالص مادر، پسر می‌تواند سالم باشد (رد گزینهٔ (۴)).

۳۶۷۴ (۴) با توجه به صورت سؤال مادر سالم دارای ژنوتیپ $X_H^aX_h^A$ برای هموفیلی و بیماری تحلیل ماهیچه‌ای دوشن است (چون پسر آن‌ها فقط یک بیماری دارد) و پدر دارای ژنوتیپ X_a^HY برای هموفیلی و بیماری تحلیل ماهیچه‌ای دوشن است. پسر این خانواده دارای ژنوتیپ X_A^hY است و دختر دارای ژنوتیپ $X_H^aX_H^a$ است.

با توجه به اینکه پسر X را از مادر می‌گیرد و ژنوتیپ هر x مادر برای این دو بیماری دارای یک دگرهٔ سالم است، فرزند پسر نمی‌تواند دچار بیماری تحلیل ماهیچه‌ای دوشن به همراه هموفیلی شود (رد گزینهٔ (۴)).

این خانواده می‌تواند دختری با ژنوتیپ $XHXH$ و $XHXh$ برای بیماری هموفیلی باشد که اختلالی در لخته کردن خون ندارد (رد گزینهٔ (۱)).

پسر می‌تواند دارای ژنوتیپ XHY باشد و فاکتور انعقادی ۸ را بسازد (رد گزینهٔ (۲)).

توجه با توجه به اینکه ژن مربوط به این دو بیماری، در مادر روی دو کروموزوم جداگانه قرار دارد پس می‌تواند هم‌زمان بیماری دوشن را در پسر و دختر خود داشته باشند. (رد گزینهٔ (۳) و تأیید گزینهٔ (۴))

۳۶۷۵ (۲) ژنوتیپ پدر برای هموفیلی: XHY و برای کم‌خونی داسی‌شکل: Aa و برای گروه خونی: BO/dd. ژنوتیپ مادر برای هموفیلی: $XHXh$ و برای کم‌خونی داسی‌شکل: Aa و برای گروه خونی: AO/Dd. ژنوتیپ پسر ذکر شده در صورت سؤال برای هموفیلی: XhY و برای کم‌خونی داسی‌شکل: aa و برای گروه خونی: OO/dd.

با توجه به این‌ها، تولد دختر مبتلا به هموفیلی غیرممکن است. درواقع تولد دختری بیمار از پدری سالم از لحاظ هموفیلی ناممکن است (تایید گزینهٔ (۲) و رد گزینهٔ (۳)).

با توجه به ناخالص بودن مادر برای بیماری هموفیلی، پسر این خانواده می‌تواند مبتلا به هموفیلی باشد و همچنین با توجه به ژنوتیپ پدر و مادر برای کم‌خونی داسی‌شکل که برای این بیماری دارای دگرهٔ ناخالص‌اند، می‌تواند دچار کم‌خونی داسی‌شکل باشد یا ناقل و یا حتی سالم باشد. در رابطه با گروه خونی نیز فرزندان می‌توانند هر چهار نوع گروه خونی (AB و OO و AO و BO) را داشته باشند و از لحاظ مثبت یا منفی بودن نیز می‌توانند مثبت (DD) یا منفی (dd) یا ناخالص مثبت (Dd) باشند (رد گزینهٔ (۱) و (۴)).

۳۶۷۶ (۲) فقط مورد (د) صحیح است. یک صفت تک جایگاهی در یک فرد سالم دارای دو دگره است اما از آنجایی که در صورت سؤال تاکید بر سالم بودن انسان نیست، در فردی که سندرم داون دارد تعداد دگره‌ها برای صفتی که بر روی کروموزوم ۲۱ قرار دارد ۳تا است (رد مورد (الف)). کلاً وقتی در تستی واژهٔ «هر فرد» آمد باید به افراد بیمار هم دقت کنید!

در هم‌توانی اثر هر دو دگره باهم ظاهر می‌شوند اما در بارزیت ناقص حدواسط این دو دگره بروز پیدا می‌کند (رد مورد (ب)). در دگره‌های مربوط به گروه خونی دو نوع رابطه وجود دارد: هم‌توانی بین A و B و بارز و نهفتگی بین A و O یا B و O (رد مورد (ج)). اگر دگرهٔ بیماری‌زا بر روی کروموزوم غیرجنسی، بارز باشد می‌تواند به تنهایی باعث بروز بیماری شود (تایید مورد (د)).

چند نکتهٔ مهم

در جاندارانی که از هر نوع کروموزوم بیش از یک عدد دارند (۲n یا ۳n یا ...)، تعداد الل مربوط به هر صفت نیز بیش از یک عدد است. بین الل‌ها ارتباطاتی وجود دارد که باعث می‌شود صفت به شکل‌های مختلف بروز پیدا کند و فنوتیپ‌های متفاوت ایجاد شوند.

رابطهٔ بارز و نهفتگی: در افراد $2n$ دارای ژنوتیپ ناخالص برای صفت، در صورتی که یکی از الل‌ها بتواند اثر الل دیگر را مخفی نگه دارد و مانع بروز آن شود، رابطهٔ بارز و نهفتگی وجود دارد. در این حالت به اللی که اثر خود را نشان می‌دهد، الل بارز یا غالب می‌گوییم و به اللی که بیان نمی‌شود، الل مغلوب یا نهفته می‌گوییم. مثل گروه خونی AO که A نسبت به O بارز است یا BO که B نسبت به O بارز است.

رابطهٔ هم‌توانی: اگر ژنوتیپ ناخالص باشد برای یک صفت و الل‌های مربوط به آن صفت با هم بروز کنند و هم‌توان باشند و یکی بر دیگری غالبیت نداشته باشد و هر دو الل به صورت کامل و مستقل بروز پیدا کنند، می‌گوییم رابطهٔ هم توانی بین این الل‌ها برقرار است. مثل گروه خونی AB که در آن هر دو آنزیم A و B تولید می‌شود.

رابطهٔ بارزیت ناقص: صفت در حالت خالص به صورت حدواسط حالت‌های خالص مشاهده می‌شود. مثلاً در گیاه گل میمونی، رنگ گلبرگ با ژنوتیپ RW، صورتی است که حدواسط قرمز و سفید است.

یکی از ناهنجاری‌های کروموزومی جدانشدن کروموزوم‌ها است که در آنافاز میوز ۱ اتفاق می‌افتد که کورومزوم‌های همتا از هم جدا نمی‌شوند. یکی از مثال‌های معروف آن، سندروم داون است که در گامت از کروموزوم ۲۱ دو جفت داریم که از لقاح این گامت با یک گامت سالم، در یاختهٔ تخم از کروموزوم ۲۱، ۳ تا دارد و این افرادبه جای ۴۶ کروموزوم دارای ۴۷ کروموزوم‌اند.

۳۶۷۷ (۲) نه در بیماری هموفیلی و نه در بیماری فنیل‌کتونوری، تولد دختری بیمار و ناخالص از پدر و مادری سالم ممکن نیست و از آنجایی که هردو این بیماری‌ها نهفته‌اند، باید دختر برای بروز بیماری خالص باشد (تأیید گزینهٔ (۲)).

در بیماری فنیل‌کتونوری از ازدواج مردی بیمار (aa) با زنی ناقل (Aa) امکان تولد دختر یا پسری با ژنوتیپ Aa است که سالم خواهند بود اما ناقل بیماری‌اند و همچنین تولد دختر یا پسری با ژنوتیپ aa که بیمار و خالص‌اند نیز وجود دارد (رد سایر گزینه‌ها).

در بیماری هموفیلی نیز از ازدواج مردی بیمار (XhY) با زنی ناقل (XHXh) امکان تولد دختری ناقل اما سالم با ژنوتیپ $XHXh$ و دختری بیمار با ژنوتیپ خالص $XhXh$ ممکن است (رد گزینهٔ (۱) و (۴)).

۳۶۷۸ (۳) حداقل الل بارز در ذرتی که از آمیزش این دو ذرت ایجاد می‌شود ۲ تا BB است و حداکثر نیز ۶ تا الل بارز (از آمیزش ABC) است. در گزینهٔ (۳) تنها یک الل بارز دارد که قابل قبول نیست. دقت کنید که ذرت $AaBBCc$ حداقل در aBC یک الل بارز و حداکثر ABC دارای سه الل بارز است که با هم در حالات مختلف آمیزش می‌کنند و زادهٔ آن‌ها حداقل دو الل بارز B را خواهند داشت.

۳۶۷۹ (۴) دگره‌های مربوط به گروه خونی ABO بر روی کروموزوم ۹ قرار دارند که اگر دو نوع دگره بر روی این کروموزوم باشند، ژنوتیپ به حالت‌های AO یا BO یا AB می‌تواند باشد که حتماً نوعی کربوهیدرات بر روی غشای گویچهٔ قرمز وجود خواهد داشت (تأیید گزینهٔ (۴)).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** رابطهٔ هم‌توانی بین A و B در دگره‌های گروه خونی وجود دارد که اگر فرزند AB باشد، پدر و مادر نیز می‌توانند AB باشند که گروه خونی مشابه دارند. **گزینهٔ (۲):** ژنوتیپ کاملاً ناخالص می‌تواند به صورت AO/Dd باشد که بین همهٔ این دگره‌ها رابطهٔ بارز و نهفتگی وجود دارد. **گزینهٔ (۳):** ژنوتیپ با تنوع زیاد می‌تواند به صورت AB/Dd باشد که در این حالت دو نوع کربوهیدرات بر سطح غشا وجود خواهد داشت.

۳۶۸۰ (۴) برای گروه خونی ۲ نوع الل داریم که یکی مربوط به ABO و دیگری به مثبت و منفی بودن گروه خونی ارتباط دارد که با Dd نشان می‌دهیم.

در صورت سؤال مادر دارای گروه خونی A^+ است یعنی می‌تواند دارای ژنوتیپ $AADD$، $AODD$، $AADd$ و $AODd$ باشد.

پدر نیز دارای گروه خونی B^- است. یعنی می‌تواند ژنوتیپ $BBdd$ یا $BOdd$ داشته باشد. پسر اول دارای بیماری هموفیلی است و ژنوتیپ او به صورت XhY است. (بیماری وابسته به x نهفته است.) پسر دوم دارای بیماری راشیتیسم با ژنوتیپ XCY است. (بیماری وابسته به x بارز است.)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** درست. امکان ژنوتیپ $AODd\ XHC\ Xhc$ را می‌توان برای مادر اظهار کرد که در مورد هر چهار صفت حالت بارز $ADHC$ را بارز می‌کند. **گزینهٔ (۲):** درست. امکان وجود گروه خونی $ABDd$ و بیماری راشیتیسم $XHCXcH$ وجود دارد. **گزینهٔ (۳):** درست. در رابطه با بیماری پدر به دلیل پسر بودن فرزندان اول و دوم، نمی‌توان اظهار نظر قطعی کرد چون پسر از پدر فقط کروموزوم Y می‌گیرد. **گزینهٔ (۴): نادرست.** چون فرزندان اول و دوم هر کدام به یکی از بیماری‌های وابسته به X مبتلا هستند، نمی‌توانند این دو الل بیماری روی یک کروموزوم قرار داشته باشد و پسری با دو بیماری متولد شود.

نکتهٔ مرتبط

در بیماری هموفیلی فرایند لخته شدن خون در خونریزی‌های شدید نه خفیف! دچار اختلال می‌شود. شایع ترین نوع هموفیلی به فقدان عامل انتقادی هشت مربوط است.

نکات ترکیبی

ترکیبی فصل ۴ زیست ۱۰: با اختلال در فرایند لخته شدن خون، احتمال تشکیل لخته و سکتهٔ قلبی کاهش می‌یابد.

ترکیبی دهم و یازدهم: بازوفیل‌ها، یاخته‌های خونی سفید می‌باشند که دارای هسته دوقسمتی روی هم افتاده، سیتوپلاسم با دانه‌های تیرهٔ درشت می‌باشد. بازوفیل‌ها به مواد حساسیت‌زا مانند دانهٔ گرده و ... پاسخ می‌دهند. دانه‌های این یاخته‌ها هیستامین یا ماده‌ای به نام هپارین دارند. هپارین ضدانعقاد خون می‌باشد و علائمی شبیه به هموفیلی را در فرد ایجاد می‌کند.

نکته

ژن‌های صفت Rh روی جفت کروموزوم یک یعنی کروموزوم‌های شماره یک و دو کاریوتیپ انسان که بزرگ‌ترین کروموزوم‌های کاریوتیپ هستند، واقع شده‌اند.

الل یا ژن D می‌تواند پس از رونویسی و ترجمه، پروتئین D را بسازد در حالی که الل یا ژن d قادر به ساختن این پروتئین نیست.

در یک فرد ناخالص با ژنوتیپ Dd هر الل از یکی از والدین آمده است اما به سادگی نمی‌توان گفت که مثلاً الل D از پدر دریافت شده است یا از مادر!

۳۶۸۱ : (۲) والدین بیمار وابسته به X بارز: دو حالت پیش می‌آید. (۱) مادر هر دو الل بارز را دارد که در این صورت $XAY * XAXA$ می‌شوند و فرزندان بیمار می‌شوند.
(۲) مادر دارای یک الل بارز است و الل دیگر نهفته است که در این صورت $XAY * XAXa$ گروهی از فرزندان می‌توانند سالم باشند مانند XaY

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** والدین مبتلا به وابسته X نهفته هستند پس ژنوتیپ مادر $XaXa$ و ژنوتیپ پدر به صورت Xay است. و در صورت لقاح دارای فرزندان بیمار می‌شوند.
همهٔ فرزندان بیمار هستند $= XaXa * Xay$
گزینهٔ (۳): اگر والدین مبتلا به بیماری مستقل از جنس بارز باشند وجود یک الل بیماری نیز باعث متولد شدن فرزند بیمار می‌شوند.
که ۳ حالت پیش می‌اید:
(۱) هر دو والد دارای دو الل بیماری هستند که باعث متولد شدن فرزندان کاملا بیمار می‌شوند: $CC*CC$
(۲) هر دو والد دارای یک الل بارز و یک الل نهفته $Cc*Cc=CC/cc/Cc/Cc$ در این صورت یکی از فرزندان سالم و مابقی بیمار می‌شوند.
(۳) یک والد دارای دو الل بارز و دیگری دارای یک الل بارز است $CC*Cc=CC/CC/Cc/Cc$ که در این صورت **همهٔ** فرزندان بیمار می‌شوند.
گزینهٔ (۴): اگر والدین مبتلا به بیماری مستقل از جنس نهفته باشند، والدین باید دو الل بیماری را داشه باشند که در این صورت همهٔ فرزندان آن‌ها بیمار می‌شوند. $cc*cc$

۳۶۸۲ : (۲) با توجه به آمیزش بین دو والد، هرچه تعداد الل‌های غالب و یا الل‌های مغلوب به تعداد الل‌های یکی از والدین نزدیک تر باشد، طیف رنگی نزدیک‌تری نیز دارد. در گزینه‌ها امکان متولد شدن روباهی با بیشترین شباهت را بررسی می‌کنیم.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** از آمیزش روباه با ژنوتیپ $MMHHggNn$ با روباهی $MmhhGGnn$ امکان متولد شدن روباهی با ژنوتیپ $MMHhGgNn$ وجود دارد. این روباه دارای۵ الل بارز و ی۳ الل نهفته است دریکی از والدین او دارای ۵ الل بارز و دیگری دارای ۳ الل بارز است. پس امکان بیشترین شباهت را دارد و این گزینه رد می‌شود. **گزینهٔ (۲):** آمیزش بین روباه $mmhhggnn$ با روباه $MMHhggNn$، می‌تواند روباهی با ژنوتیپ $Mmhhggnn$ متولد شود. این روباه دارای ۷ الل نهفته و ۱ الل بارز است و یکی از والدین او دارای ۸ الل نهفته و دیگری دارای ۴ الل نهفته است. این روباه دارای بیشترین شباهت نمی‌باشد. زیرا تعداد الل‌های بارز و نهفته آن‌ها متفاوت است. **گزینهٔ (۳):** روباه با $mmHHGGNn$ با روباهی با ژنوتیپ $MmhhGgnn$ امکان متولد شدن روباهی با ژنوتیپ $mmHhGGNn$ وجود دارد که این روباه دارای ۵ الل بارز است. یکی از والدین دارای ۵ الل بارز و دیگری ۲ الل بارز است. پس این روباه به یکی از والدین بیشتری شباهت را دارد. این گزینه رد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** روباهی با ژنوتیپ $MmHhGgNn$ با روباه دیگری با ژنوتیپ $MMHHGGNN$ امزیش داده و روباهی با ژنوتیپ $MMHHGGNN$ متولد شده است و بیشتری شباهت را با یکی ازوالدین دارد (هردو دارای ۸ الل بارز). پس این گزینه نیز رد می‌شود.

۳۶۸۳ : (۲) با توجه به اینکه صفت رنگ ذرت، نوعی صفت چندجایگاهی می‌باشد، در صورت غالب بودن همهٔ الل‌ها رنگ ذرت قرمز و در صورت مغلوب بودن الل‌ها رنگ ذرت سفید می‌شود، طیف رنگی گسترده‌ای بین این دو رنگ به وجود می‌آید. والدی با ۳ الل غالب و والد دیگر با همهٔ الل‌های مغلوب دارای زاده‌ای با رنگ کاملاً قرمز نمی‌شوند. یکی از احتمالات به وجود آمدن زاده‌ها با این نوع ژنوتیپ والدین: $AaBbCc * aabbcc = AaBbCc$
همانطور که میبینید در صورتی زاده کاملاً قرمز می‌شود که همهٔ جایگاه‌های ژنی دارای الل غالب باشند.

۳۶۸۴ : (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** زنبورهای عسل حاصل بکرزایی نرهای حاصل از زنبور ماده هستند. زنبور نر بیمار قطعاً از مادهٔ بیمار، بیماری بارز و وابسته به جنس را دریافت کرده باشد. **گزینهٔ (۲):** زنبور ماده حاصل لقاح زنبور نر و زنبور ملکه است و می‌تواند از زنبور ملکه، الل بیماری بارز و مستقل از جنس را دریافت کرده باشد. **گزینهٔ (۳):** زنبور نر، حاصل بکرزایی و تقسیم میتوز زنبور ملکه است و بیماری مستقل از جنس و نهفته a را از ماده aa دریافت می‌کند. **گزینهٔ (۴):** این گزینه نادرست است زیرا نر بیمار می‌تواند ژن بیماری را از زنبور مادهٔ سالم ناقل دریافت کرده باشد.

نکات بکرزایی

- این نوع تولیدمثل نوعی از تولیدمثل جنسی است و برای مثال، در زنبورعسل و بعضی مارها دیده می‌شود. در این روش، فرد ماده گاهی اوقات به تنهایی تولیدمثل می‌کند.
- در این حالت، دو روش وجود دارد:
  1. یا تخمک بدون لقاح شروع به تقسیم می‌کند و موجود تک لاد را به وجود می‌آورد مانند زنبورعسل نر
  2. یا با انجام فرایند همانندسازی از روی فام تن‌های تخمک یک نسخه ساخته می‌شود تا فامتن‌های تخمک دو برابر شوند و سپس شروع به تقسیم می‌کند و موجود دولاد را به وجود میآورد مانند بعضی از مارها
- زاده‌های حاصل از بکرزایی مار از لحاظ ژنتیکی مشابه همدیگر و مادر خود نیستند.

۳۶۸۵ : (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱): درست.**
$XHY*XHXH \Rightarrow XHXH/XHXH/XHY/XHY \Rightarrow$ در این حالت **همهٔ** فرزندان سالم هستند.
$XHY*XHXh \Rightarrow XHXH/XHXh/XHY/XhY \Rightarrow$ در این حالت دختر ناقل و پسر بیمار داریم.
گزینه‌های (۲) و (۳): نادرست. در این حالت همهٔ پسران هموفیل هستند و دختران ناقل می‌باشند. $XhXh*XHY \Rightarrow XHXh/XhY/XhY/XHXh \Rightarrow$
گزینهٔ (۴): پدر بیمار دارای ژنوتیپ XhY میباشد و مادر بیمار دارای ژنوتیپ $XhXh$ می‌باشد. در صورت آمیزش این دو فرد همهٔ فرزندان دارای الل بیماری می‌باشند.

۳۶۸۶ : (۴) طاسی نوعی صفت مستقل از جنس است که در مرد به صورت بارز (مرد بیمار BB/ Bb ، مرد سالم bb)، در زنان به صورت نهفته است. (زن بیمار BB ، زن سالم Bb/bb).

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۴):** (۱) پدر و مادر سالم باشند و فرزند اول پسر طاس باشد، مادر باید دارای ژنوتیپ Bb و پدر دارای ژنوتیپ bb باشد.
$Bb*bb \Rightarrow Bb/bb \Rightarrow$ در این صورت دختر سالم و یا یک پسر سالم و یک پسر بیمار متولد می‌شود.
از پدر مادری سالم نمی‌تواند دختری طاس متولد شود و گزینهٔ (۳) غلط است.
(۲) مادر دارای ژنوتیپ bb و پدر نیز دارای ژنوتیپ bb باشند که در این صورت پسر بیمار و دختر سالم به دنیا می‌آید.
گزینهٔ (۲): پدر و مادر بیمار فرزند اول دختری طاس است، پس ژنوتیپ پدر و مادر به ترتیب Bb و BB است که نمی‌توانند پسری سالم داشته باشند یا پدر و مادر می‌توانند دارای ژنوتیپ خالص BB باشند که در این صورت پسر و دختر بیمار متولد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** پدر و مادر بیمار می‌توانند دختر سالمی داشته باشند.

۳۶۸۷ (۴) چشم قهوه‌ای نسبت به چشم سیاه نهفته است پس در کنار الل رنگ سیاه، رخ‌نمود قهوه‌ای پدید نمی‌آید.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۳):** حاصل آمیزش نر چشم قهوه‌ای با ملکهٔ چشم سیاه، ملکهٔ دیپلوئید وزنبور نر هاپلوئید می‌باشد. از آمیزش این دو زنبور مادهٔ کارگر یا زنبور ملکه به وجود می‌آید (چون در صورت سؤال قید «قطعاً» آورده شده، این دو گزینه اشتباه می‌باشند.).

در اینجا دو حالت وجود دارد:

۱) زنبور ماده هر دو الل بارز را داشته باشد. فرزند زنبور ماده مشکی می‌شود. $BB^*Q \Rightarrow BQ \Rightarrow$

۲) زنبور ماده یک الل بارز و یک الل نهفته داشته باشد. زنبور مادهٔ چشم مشکی و مادهٔ چشم قهوه‌ای پدید می‌آید. $BQ^*Q \Rightarrow BQ/QQ \Rightarrow$

گزینهٔ (۲): آمیزش زنبور نر چشم مشکی با ملکهٔ چشم قهوه‌ای: زنبور ماده چشم مشکی $B^*QQ \Rightarrow BQ \Rightarrow$

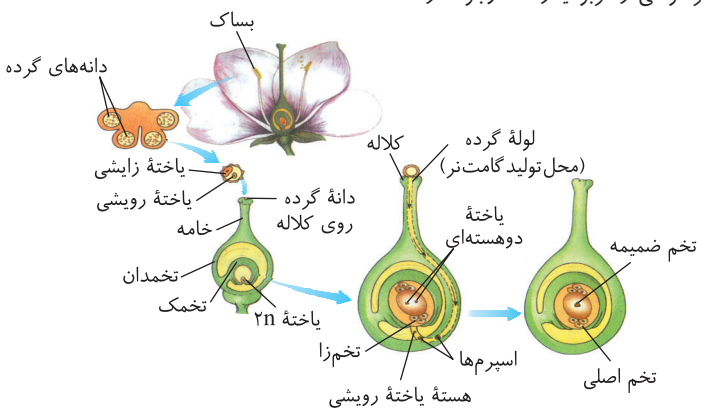
زنبور نر طی بکرزایی از زنبور ماده به وجود می‌آید. پس گزینهٔ (۲) به‌طور کل غلط می‌باشد.

گزینهٔ (۴): نر چشم مشکی با مادهٔ چشم قهوه‌ای: ماده چشم مشکی $B^*QQ \Rightarrow BQ \Rightarrow$

۳۶۸۸ (۴) صفت لالهٔ گوش، یک صفت مستقل از جنس است. در صورت پیوسته بودن aa و در صورت آزاد بودن AA/Aa می‌باشد. از ازدواج دو فرد با گروه خونی متفاوت و لاله گوش آزاد، فرزندی با لاله گوش پیوسته و گروه خونی B به وجود آمده است. پس پدر و مادر قطعاً نسبت به صفت لاله گوش، ناخالص هستند که باعث متولد شدن فرزندی با لالهٔ گوش پیوسته شده‌اند. (Aa*Aa) در رابطه با گروه خونی پدر مادر می‌توانند هر نوع گروه خونی را داشته باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** $AB^*BO \Rightarrow BB/AO/AB$ پس لزوما نباید الل O را داشته باشند. **گزینهٔ (۲):** $AB^*AO \Rightarrow AA/AO/AB/BO$ پس فرزند بعدی می‌تواند از نظر گروه خونی A خالص باشد. **گزینهٔ (۳):** $Aa^*Aa \Rightarrow AA/aa/Aa$ از نظر لاله گوش می‌تواند هم آزاد و هم پیوسته باشد. از نظر گروه خونی نیز $AO^*BO \Rightarrow OO/AB/BO/AO$. **گزینهٔ (۴):** در سطح گویچه‌های قرمز انواعی از کربوهیدرات‌ها وجود دارند.

۳۶۸۹ (۳) اول از همه باید توجه داشته باشید که رویان از تقسیم پی‌درپی یاختهٔ تخم تشکیل می‌شود. در نخستین تقسیم تخم دو یاختهٔ بزرگ و کوچک ایجاد می‌شود. از تقسیم یاختهٔ بزرگ، بخشی به وجود می‌آید که ارتباط بین رویان و گیاه مادر را ایجاد می‌کند. یاختهٔ کوچک منشأ رویان است. لپه‌ها بخشی از رویان‌اند. ساقه و ریشهٔ رویانی نیز در دو انتهای رویان تشکیل می‌شوند پوستهٔ تخمک نیز تغییر می‌کند و به پوستهٔ دانه تبدیل می‌شود. از آمیزش یکی از زامه‌ها با یاختهٔ تخم‌زا، تخم اصلی تشکیل می‌شود. این تخم به رویان نمو می‌یابد. زامهٔ دیگر با یاختهٔ دوهسته‌ای آمیزش می‌یابد که نتیجه آن تشکیل تخم ضمیمه است. تخم ضمیمه با تقسیم‌های متوالی بافتی به نام درون‌دانه آندوسپرم را ایجاد می‌کند. این بافت از یاخته‌های پارانشیمی ساخته شده و ذخیرهٔ غذایی برای رشد رویان است دو لقاح رخ می‌دهد. به همین علت گفته می‌شود که نهان‌دانگان لقاح مضاعف یا دوتایی دارند. اگر هستهٔ تخم ضمیمه تقسیم شود اما تقسیم سیتوپلاسم انجام نگیرد، بافت درون دانه به صورت مایع دیده می‌شود شیر نارگیل مثالی از چنین بافتی است در حالی که بخش گوشتی و سفید رنگ نارگیل درون دانه‌ای است که در آن تقسیم سیتوپلاسم نیز انجام شده است.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** آندوسپرم $3n$ بوده و تخم‌زا n است و آندوسپرم باید دو w داشته باشد پس گزینه اول صحیح نمی‌باشد. **گزینهٔ (۲):** پوستهٔ دانه نمی‌تواند به این شکل باشد. **گزینهٔ (۴):** در ژنوتیپ یاختهٔ تخم باید R وجود داشته باشد

۳۶۹۰ (۳) وقتی دو فرد سالم باهم ازدواج می‌کنند اما در صورت سؤال بیان شده است که یکی از آن دو ناقل بیماری وابسته به جنس است یعنی بیماری اولاً نهفته است و دوماً بیماری وابسته به جنس مربوط به مادر است. پس از آنجایی که پدر کاملاً سالم است و X سالم به فرزند دختر می‌دهد، دختر بیماری نداریم و از طرف دیگر چون پسر XY است پس پسر یا بیمار است یا کاملاً سالم است.

اگر بیماری غالب (بارز) باشد، اصلاً فرد ناقل نداریم زیرا اگر مادر حتی یک الل بیماری را داشته باشد، مبتلا می‌شود و برای پدر نیز همینطور است.

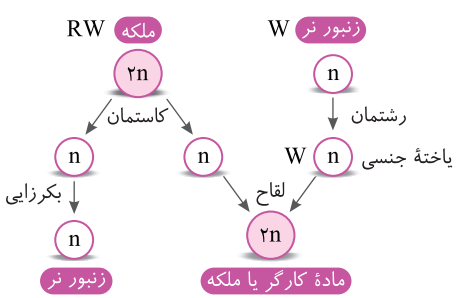
در بیماری‌های وابسته به جنس مادر می‌تواند بیمار، سالم یا ناقل باشد زیرا دارای دو X است اما پدر یا بیمار یا سالم است زیرا فقط یک X دارد.

- طبق گفته‌های بالا پس پسر ناقل و دختر بیمار نداریم پس گزینه‌های (۱)، (۲) و (۴) رد می‌شوند.

۳۶۹۱ (۲) در روش بکرزایی که در زنبور و مار انجام می‌شود یک موجود به تنهایی می‌تواند تولیدمثل کند. مار ماده $2n$ با میوز یاخته‌های n تشکیل می‌دهد که همانندسازی می‌کنند و دوبرابر می‌شوند و یاخته‌های $2n$ را به وجود می‌آورند. وقتی مار ماده دارای سه جایگاه ژنی است یعنی $AaBbCc$ اینگونه است و وقتی برای هرجایگاه دارای دو الل است یعنی مثلاً جایگاه اول می‌تواند A و a داشته باشد و جایگاه دوم B و b و ... .

وقتی صورت سؤال بیان می‌کند که مار ماده از نظر هر سه جایگاه ناخالص است پس مار $AaBbCc$ است و میوز می‌کند و یاخته‌های abc و ABC به وجود می‌آورد سپس این یاخته‌ها همانندسازی می‌کنند و دو برابر می‌شوند و مارهای $AABBCC$ و $aabbcc$ را به‌وجود می‌آورند.

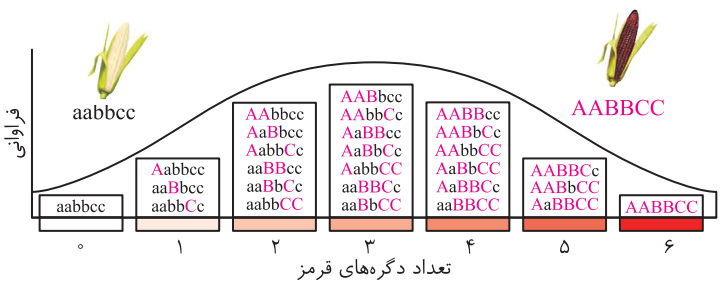
۳۶۹۲ (۲) فقط مورد (ب) صحیح است. رابطهٔ بارزیت ناقص: صفت در حالت ناخالص به صورت حد واسط حالت‌های خالص مشاهده می‌شود. رنگ گل میمونی مانند همین رنگ چشم زنبور بارز ناقص می‌باشد. دو دگره برای این صفت وجود دارد که یکی قرمز و دیگری سفید است. این دو را به ترتیب با R و W نشان می‌دهیم در حالت RR رنگ گل قرمز و در حالت WW رنگ گل سفید است. رنگ RW صورتی است رنگ صورتی حالت حدواسط قرمز و سفید است. در این حالت گفته می‌شود که رابطهٔ بارزیت ناقص برقرار است. این آمیزش بین مادهٔ RW با نر W می‌باشد که حاصل آن نرهای قرمز R یا سفید W می‌باشد ولی ماده‌ها به‌صورت RW صورتی یا WW سفید می‌باشد، پس نر صورتی و مادهٔ قرمز ایجاد نمی‌شود.



بررسی موارد الف) نادرست. زنبور نر طی بکرزایی به وجود می‌آید و حاصل آمیزش زنبور نر و ماده نیست. ب) **درست.** از آمیزش زنبور مادهٔ چشم صورتی RW با زنبور نر چشم سفید W زاده‌های ماده می‌توانند RW و WW باشند. ج) نادرست. زنبورهای نر حاصل از بکرزایی می‌توانند چشم سفید W یا چشم قرمز R باشند. د) نادرست. زنبور نر فقط می‌تواند یک نوع گامت W ایجاد کند.

۳۶۹۳: (۱) وقتی دختری که پدری بیمار دارد، سالم متولد می‌شود یعنی قطعاً پدر بیماری وابسته به جنس **بارز** ندارد زیرا اگر داشت کروموزوم X او که به دختر می‌رسید و دارای الل غالب بود، دختر بیمار می‌شد. از طرفی اگر پدر دارای بیماری مستقل از جنس بارز بود می‌توانست به‌طور مثال AA یا Aa باشد و دگرهٔ سالم یعنی a را به دختر یا پسر بدهد و در نتیجه فرزند بیمار نمی‌شد. اگر مادر دارای بیماری وابسته به جنس نهفته بود می‌توانست هم دختر بیمار هم پسر بیمار داشته باشد و یا دختر سالم و پسر بیمار.

۳۶۹۴: (۳) این سؤال در ارتباط با دگره‌های ذرت است که در شکل ۹ فصل سه از کتاب دوازدهم بیان شده است. رنگ ذرت به تعداد الل غالبی که دارد بستگی دارد. هرچقدر الل‌های غالب بیشتر باشد رنگ قرمز پررنگ‌تر می‌شود بنابراین در این ذرت ۷ نوع فنوتیپ و ۲۷ نوع ژنوتیپ در جمعیت ذرت‌ها دیده می‌شود. صفاتی که در بروز آن‌ها بیش از یک جایگاه ژن شرکت دارد را صفات چندجایگاهی می‌گویند که رنگ ذرت نمونه‌ای از آن‌ها است. صفت رنگ در این ذرت صفتی با سه جایگاه ژنی است که هرکدام دو دگره دارند.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** قسمت چهارم نمودار را می‌گوید که تعداد زاده‌ها از قسمت سوم که تعداد الل بارز و نهفته برابر است، کمتر است. **گزینهٔ (۲):** قسمت ششم بیشترین تعداد الل بارز را دارند و کمترین فراوانی را. **گزینهٔ (۴):** به‌طور مثال قسمت‌های ۲ و ۴ فراوانی یکسان دارند ولی تعداد الل بارز و نهفتهٔ آن‌ها متفاوت است. **گزینهٔ (۴):** قسمت سوم بیشترین فراوانی را بین همهٔ قسمت‌های دیگر دارد.

۳۶۹۵: (۴) در موش دگره‌های سه جایگاه ژنی را $AaBbCc$ در نظر می‌گیریم.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** کمتر از چهار دگرهٔ نهفته داشته باشد یعنی سه، چهار، پنج یا شش دگرهٔ بارز داشته باشد، بیش از نیمی از جمعیت را به خود اختصاص می‌دهد. **گزینهٔ (۲):** وقتی کمتر از دو الل بارز داشته باشد یعنی دو، پنج یا شش دگرهٔ نهفته داشته باشد، ژن‌نمودهای $Aabbcc/aabbcc/aaBbcc/aabbCc$ را دارد. **گزینهٔ (۳):** کمتر از سه نهفته یعنی چهار یا پنج بارز داشته باشد دم آن‌ها حدواسط نیست. زمانی حدواسط می‌شود که سه دگرهٔ بارز و سه دگرهٔ نهفته داشته باشد. **گزینهٔ (۴):** اگر هیچ دگرهٔ بارزی نداشته باشد (یعنی $aabbcc$ باشد) دم در کوتاه‌ترین حالت می‌شود.

۳۶۹۶: (۴) نحوهٔ به ارث رسیدن صفت ABO را بررسی می‌کنیم:

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** فردی که دارای گروه خونی O می‌باشد = والدین یا هردو گروه خونی O دارند یا هردو AO یا هردو BO و یا یکی AO یکی BO می‌باشد تا فرزندشان از هرکدام یک دگرهٔ O را دریافت کند. **گزینهٔ (۲):** فردی که دارای گروه خونی B می‌باشد = حداقل یکی از والدین باید دگره B داشته باشد و والد دیگر باید یک دگره O یا B داشته باشد تا فرزند دگره‌های BO یا BB را دریافت کند. **گزینهٔ (۳):** فردی که دارای گروه خونی AB می‌باشد = یکی از والدین باید الل A و یکی دیگر از والدین باید الل B را داشته باشد. **گزینهٔ (۴):** فردی که دارای گروه خونی A می‌باشد = حداقل یکی از والدین باید دارای الل A باشد و دیگری باید یا الل O یا A داشته باشد. (درستی گزینهٔ (۴))

نکته
نحوهٔ به ارث رسیدن صفت Rh:
فردی با گروه خونی منفی: والدین هردو باید حداقل یک دگره d داشته باشند.
فردی با گروه خونی مثبت: یکی از والدین باید الل D داشته باشد.

۳۶۹۷: (۴) در این سؤال یعنی الل WW چشم سفید/BB چشم سیاه/BW چشم خاکستری می‌شود. LL و Ll بال بلند / ll بال کوتاه می‌شود. tt شاخک کوتاه / Tt و TT شاخک بلند می‌شود.

- هرچه تعداد الل‌های ناخالص بیشتر باشد، تعداد گامت‌های بیشتری تولید می‌شود. ⇐ بال بلند Ll، چشم خاکستری BW و شاخک بلند Tt از همه بیشتر تنوع گامت دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** $LlBBtt=lBt/LBt$. **گزینهٔ (۲):** $LlWWTt=lWt\ lWT$./ **گزینهٔ (۳):** $llRWtt=lRt/\ lWt$. **گزینهٔ (۴):** $LlRWtt=\ LRt/\ LWt/\ lRt/\ lWt$.

۳۶۹۸: (۲)

نکته
در گروه خونی ABO وجود کربوهیدرات‌ها معنادار است و یا فردی کربوهیدرات A یا B یا هر دوی آن‌ها و یا هیچکدام آن‌ها را دارد.
والدین می‌توانند $AA/AO/BB/BO$ باشند. پدر و مادر سالم می‌باشند و از نظر بیماری فنیل‌کتونوری هر دو می‌توانند ناقل یا سالم باشند.
فرزندان می‌توانند یا همه دارای گروه خونی O و A یا O و B یا همه B یا همه A باشند.
از نظر بیماری هموفیلی پسر بیمار یا سالم می‌توانند داشته باشند و دختر سالم یا ناقل اما دختر مبتلا به هموفیلی ندارند.
از نظر بیماری فنیل‌کتونوری نیز می‌توانند فرزندان سالم، بیمار یا ناقل باشند.

۳۶۹۹: (۴) در گل میمونی ویژگی رنگ از رابطهٔ بارزیت ناقص پیروی می‌کند؛ یعنی رنگ می‌تواند حدواسطی از رنگ والدین شود.

کراسینگ اور: نوترکیبی در کاستمان ۱ هنگام جفت شدن فام‌تن‌های همتا و ایجاد چهارتایه ممکن است قطعه‌ای از فام‌تن بین فامینک‌های غیرخواهری مبادله شود این پدیده را چلیپایی شدن (کراسینگ اور) می‌گویند اگر قطعات مبادله شده حاوی دگره‌های متفاوتی باشند. ترکیب جدیدی از دگره‌ها در این دو فامینک به وجود می‌آید و به آن‌ها فامینک‌های نوترکیب می‌گویند. از میان گامت‌ها. آن‌هایی که فامینک‌های نوترکیب را دریافت می‌کنند گامت نوترکیب نامیده می‌شوند.

$RRLL\times WWll= RWLl$

نسل ۱ f یعنی $RWLl$ خودلقاحی می‌کند و از آنجایی که این صفات روی یک نوع کروموزوم قرار دارد پس زاده‌های آن می‌توانند $RWLl/RRLL/WWLL/RRll/WWll$ باشند.

- اما در زاده‌ای رنگ صورتی و ساقه بلند داشته باشند حتماً پدیدهٔ کراسینگ‌اور رخ داده است و جای الل های l و L عوض شده است. (در فصل بعد به‌طور کامل این حالت را بررسی می‌کنیم.)

۳۷۰۰ (۱) اگر فرزندان پسر خانواده‌ای مبتلا به هموفیلی باشند یعنی به‌طور قطع مادر یکی از الل‌های بیماری را دارد.
اگر پدر مبتلا به هموفیلی باشد قطعاً فرزندان دختر او نیز الل بیماری را خواهند داشت. اگر همهٔ انواع گروه خونی ABO بین فرزندان مشاهده شود پدر و مادردارای گروه خونی متفاوت باید باشند (AO/BO)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** درست است زیرا پدر دارای گروه خونی AO یا BO است. **گزینهٔ (۲):** مادر که ناقل است یا گروه خونی AO یا BO دارد. **گزینهٔ (۴):** امکان ندارد والدی هیچ کربوهیدرات گروه خونی را نداشته باشد. **گزینهٔ (۴):** در یاخته‌های ماهیچه‌ای چند هسته وجود دارد.

۳۷۰۱ (۳)

نکته
- اگر پدری از نظر فنیل‌کتونوری سالم باشد می‌تواند یا کاملاً سالم یا ناقل باشد و فرزند دخترش اگر بیمار باشد مادر یا بیمار است یا ناقل و پدر ناقل می‌شود.
- در رابطه با بیماری هموفیلی اگر پدری سالم باشد نمی‌تواند دختری بیمار داشته باشد.
- در بیماری گویچهٔ خونی داسی‌شکل اگر پدر سالم باشد و دختری بیمار داشته باشد، مادر ناقل است و پدر نیز ناقل می‌باشد.
- اگر پدر از نظر بیماری فنیل‌کتونوری ناقل باشد و مادر بیمار باشد، پسری بیمار محتمل است.
- مادری سالم با ژن‌نمود خالص امکان ندارد زیرا دارای دختری بیمار است.
- اگر پدر و مادر ناقل فنیل‌کتونوری باشند، پسر می‌تواندخالص و سالم باشد.

۳۷۰۲ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** عبارت در مورد زنان می‌باشد، در گامت‌ها صفات می‌توانند پیوسته باشند و طیف مختلفی از رنگ نشان دهند. **گزینهٔ (۲):** در مردان که بیضه‌ها خارج محوطهٔ شکمی قرار دارند بعضی صفات می‌توانند از محیط تأثیر بگیرند مثل قد انسان. **گزینهٔ (۴):** در مردان که پرولاکتین برای تنظیم تولیدمثل بکار می‌رود صفات وابسته به جنس نمی‌توانند خالص باشند زیرا در مردان یک کروموزوم X و یک Y وجود دارد. **گزینهٔ (۴):** در زنان فنوتیپ منحصر به فرد برای یک ژنوتیپ ناخالص داشته باشد، الل‌های آن صفت در جمعیت رابطهٔ بارز و نهفتگی ندارند.

۳۷۰۳ (۴) طبق موارد گفته شده پس زالی یک بیماری نهفتهٔ مستقل از جنس است و کورنگی وابسته به جنس نهفته است. در این خانواده پدر مبتلا به هموفیلی (بیماری وابسته به جنس) و مادر ناقل هموفیلی است. گروه خونی پدر AB و Dd است و مادر BO و dd است. مرد ناقل زالی و زن مبتلا به آن است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** فرزندی در این خانواده نمی‌تواند دارای گروه خونی O باشد زیرا پدر هیچ دگره‌ای از آن ندارد. **گزینهٔ (۲):** دختر اگر بخواهد برای همهٔ صفات خالص باشد مبتلا به بیماری زالی و هموفیلی می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** پسر یا مبتلا به بیماری هموفیلی می‌شود یا کورنگی. **گزینهٔ (۴):** دختر می‌تواند از نظر همهٔ صفات ناخالص باشد و سالم ناقل باشد.

۳۷۰۴ (۲) در زنبور زاده‌های نر حاصل بکرزایی و زنبورهای ماده حاصل آمیزش هستند.

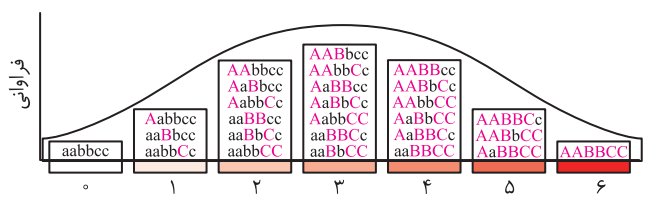
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در زنبورهای نر بیمار (a) ممکن است والد ماده الل بیماری (Aa) داشته باشد یا بیمار (aa) باشد. **گزینهٔ (۲):** در زنبورهای مادهٔ (aa) بیمار قطعاً والد نر بیمار (a) بوده است زیرا هاپلوئید است و گامت آن از طریق میتوز به دست می‌آید اما والد ماده ممکن است بیمار باشد یا فقط الل بیماری را داشته باشد. **گزینهٔ (۴):** در زنبور مادهٔ سالم (aa) اگر والد ماده دارای بیماری بارز (A) باشد اما ناخالص (Aa) باشد، می‌تواند گامت سالم (a) خود را به زاده‌ها انتقال دهد. **گزینهٔ (۴):** در زنبور نر سالم (a) والد ماده اگر بیماری بارز (A) نیز داشته باشد می‌تواند الل سالم خود را طی میوز به زنبور نر بدهد.

۳۷۰۵ (۳) دقت کنید که مار حاصل از بکرزایی یک مار ماده برای یک صفت دو دگره‌ای (اللی) باید حتماً ژنوتیپ خالص داشته باشد (رد گزینه‌های (۱) و (۴)). از آنجایی که مار ماده، خالص است؛ باید از نظر ژنوتیپ مشابه با زادهٔ حاصل از بکرزایی‌اش باشد، بنابراین نمی‌توان دو دگرهٔ جدید در زادهٔ حاصل از لقاح آن مشاهده نمود. (رد گزینهٔ (۲))

۳۷۰۶ (۱) در کتاب درسی صفات وابسته به X نهفته و مستقل از جنس نهفته مطرح شده است، بنابراین منظور سؤال، صفات وابسته به X بارز و مستقل از جنس بارز است.

بررسی موارد الف) نادرست. در صورتی که پدر فرد برای بیماری وابسته به جنس بارز، بیمار باشد، با دادن کروموزوم X، قطعاً الل بیماری به دختر خود هم منتقل خواهد کرد و دختر فرد هم بیمار خواهد بود. ب) نادرست. برای صفات بارز، وجود پدر و مادر سالم، به این معنی است که هیچ کدام الل بیماری را ندارند، بنابراین فرزندان آن‌ها هم بیمار نخواهند بود. ج) **درست.** اگر مادر برای هر دو نوع صفت مستقل از جنس و وابسته به جنس، ناخالص باشد، ممکن است. د) نادرست. پدر کروموزوم X بیمار خود را به پسر منتقل نمی‌کند، بنابراین در حضور یک مادر سالم، تولد پسر بیمار از نظر صفت وابسته به X بارز ممکن نیست.

۳۷۰۷ (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** ذرت با دو دگرهٔ نهفته (۴ دگرهٔ بارز)، ۶ حالت دارد. ذرت با سه جایگاه ژنی ناخالص هم فقط یک حالت (AaBbCc) دارد. بنابراین تفاوت ۵ حالت است. **گزینهٔ (۲):** ذرت با ۳ دگرهٔ بارز در وسط نمودار روبه‌رو، ۷ حالت ژنوتیپی دارد. ذرت با تنها دو جایگاه ژنی ناخالص هم ۶ حالت دارد: $aaBBCC - AABBcc - AAbbCC$ $- AaBBCC - AABbCC - AABBCc$. پس تفاوت ۱ حالت است.



گزینهٔ (۴): ذرت با پنج دگرهٔ نهفته (یک دگرهٔ بارز)، ۳ حالت دارد. ذرت با جایگاه ژنی ناخالص و یک جایگاه ژنی نهفته هم سه حالت دارد: $aaBbCc - AabbCc - AaBbcc$. پس تفاوت صفر حالت است. **گزینهٔ (۴):** ذرت با یک دگرهٔ بارز ۳ حالت دارد. ذرت با تنها یک جایگاه ژنی ناخالص و یک جایگاه ژنی بارز هم ۶ حالت دارد: $AABbcc - AAbbCc - aaBBCc - AaBBcc - aaBbCC$. پس تفاوت ۳ حالت است.

تغییر در اطلاعات وراثتی



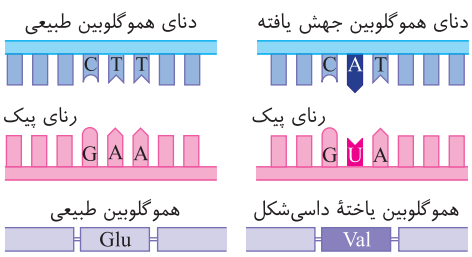
۳۷۰۸ (۳) رمزهٔ آمینواسید گلوتامیک‌اسید GAA و رمزهٔ آمینواسید والین GUA است؛ این دو رمزه تنها در نوکلئوتید میانی خود با هم تفاوت دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید که پروتئین هموگلوبین دارای دو عدد زنجیرهٔ بتا می‌باشد، بنابراین فرد بیمار دو عدد والین بیشتر در هموگلوبین‌های خود دارد.
گزینهٔ (۲): در رشتهٔ الگوی ژن، یک نوکلئوتید A به جای یک نوکلئوتید T قرار گرفته است، بنابراین در فرد سالم تعداد بازهای آلی پیریمیدینی رشتهٔ الگوی ژن بیشتر است.

نکتهٔ مهم
ششمین رنای ناقلی که در جایگاه A ریبوزوم مستقر می‌شود؛ مربوط به هفتمین آمینواسید می‌باشد (به دلیل اینکه اولی وارد جایگاه P می‌شود). هفتمین آمینواسید زنجیرهٔ بتا در افراد سالم و بیمار با هم یکسان است. (نادرستی گزینهٔ (۴))

علت ایجاد کم‌خونی داسی‌شکل

۱) علت بیماری کم‌خونی داسی‌شکل، نوعی تغییر ژنی است که باعث می‌شود پروتئین هموگلوبین حاصل از آن دچار تغییر شود که نتیجهٔ آن تغییر شکل گویچهٔ قرمز از حالت گرد به داسی‌شکل است. این تغییر ژنی، بسیار جزئی است و در آن تنها **یک جفت** از صدها جفت نوکلئوتید دنا در افراد بیمار تغییر یافته است.



«مقایسهٔ ژن‌های هموگلوبین در افراد سالم و بیمار.
در این شکل فقط بخشی از ژن نشان داده شده است»

۲) این بیماری مستقل از جنس نهفته است و از والدین سالم ناقل می‌تواند به فرزندان منتقل شود.

۳) طی بیماری کم‌خونی داسی‌شکل:

- در رشتهٔ الگو، وسط رمز ششم سازندهٔ رشتهٔ بتا، نوکلئوتید دارای باز آلی **آدنین** جایگزین نوکلئوتید حاوی باز آلی **تیمین** می‌شود. $CAT \leftarrow CTT$
- تعداد باز آلی پورین در رشتهٔ الگوی دنای جهش یافته نسبت به الگوی معمولی بیشتر می‌شود.
- در مولکول دنا تعداد نوکلئوتیدهای A و T تغییری نمی‌کند چون تغییر در هر دو رشته می‌باشد.
- در اثر این تغییر تعداد بازهای پیریمیدین در رشتهٔ رمزگذار ژن سازندهٔ رشتهٔ بتا افزایش می‌یابد.
- در رنای پیک، تعداد نوکلئوتیدهای آدنین‌دار کم و تعداد نوکلئوتیدهای یوراسیل‌دار زیاد می‌شود (یعنی تعداد پیریمیدین در رنا زیاد می‌شود).
- تعداد کل آمینواسیدها در رشته‌های بتا و کل مولکول تغییری نمی‌کند.
- تعداد جابجایی‌های رناتن در کل فرایند ترجمه تغییر نمی‌کند. تعداد رناهای ناقل تغییر نمی‌کند اما نوع آن تغییر می‌کند.
- طی جهش، ۴ پیوند فسفودی‌استر در دنا شکسته و ۴ تا تشکیل می‌شود.

۴) این بیماری سه نوع ژنوتیپ دارد که الل سلامت Hb^A و الل بیمار را با Hb^S نشان می‌دهند.

- افراد Hb^AHb^A سالم هستند ولی اگر مالاریا بگیرند مقاوم نیستند و در اثر مالاریا می‌میرند.
- افراد Hb^AHb^S سالم ناقل هستند که مقاوم به مالاریا می‌باشند و اگر آلوده به انگل مالاریا شوند، گویچهٔ آن‌ها داسی شده و عامل مالاریا را از بین می‌برند.
- افراد Hb^SHb^S بیمار داسی‌شکل هستند و معمولاً به سن لقاح نمی‌رسند ولی به مالاریا مقاوم هستند.

۳۷۰۹ (۲) موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند. در افراد مبتلا به کم‌خونی‌داسی شکل، گویچه‌های قرمز، داسی‌شکل شده و شکل آن‌ها تغییر می‌کند؛ بنابراین میزان حمل **گاز اکسیژن** در خون **کاهش** می‌یابد. با کاهش میزان اکسیژن‌رسانی به یاخته‌ها، ماهیچه‌های اسکلتی در هنگام فعالیت بدنی به میزان بیشتر تخمیر لاکتیکی انجام می‌دهند و تولید لاکتیک‌اسید در آن‌ها افزایش می‌یابد (فصل ۵ دوازدهم). با افزایش میزان **لاکتیک‌اسید** تحریک‌پذیری گیرنده‌های درد اطراف ماهیچه‌ها در این افراد بیشتر می‌شود (فصل ۲ یازدهم).

بررسی موارد (الف) در این افراد در زنجیره‌های بتای هموگلوبین، یک آمینواسید **والین** جایگزین یک گلوتامیک‌**اسید** می‌شود، بنابراین میزان آمینواسیدهایی با خاصیت اسیدی (گلوتامیک‌اسید) هموگلوبین داسی‌شکل نسبت به هموگلوبین طبیعی کمتر است. (ب) در افراد دارای کم‌خونی داسی‌شکل در رنای پیک سازندهٔ زنجیرهٔ بتای هموگلوبین، یک نوکلئوتید یوراسیل‌دار (باز آلی تک‌حلقه‌ای) جایگزین یک نوکلئوتید آدنین‌دار (با باز آلی دوحلقه‌ای) می‌شود (فصل ۱ دوازدهم). (د) در این افراد با افزایش مرگ گویچه‌های قرمز، میزان هورمون اریتروپویتین ترشح شده از کبد و کلیه افزایش یافته تا با اثرگذاری بر یاخته‌های بنیادی مغز استخوان میزان ساخت گویچه‌های قرمز را افزایش دهد (فصل ۴ دهم).

۳۷۱۰ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در هموگلوبین ۴ زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی از ۲ نوع وجود دارد. **گزینهٔ (۲):** هموگلوبین در گویچهٔ قرمز است که در انسان گویچهٔ قرمز بالغ فاقد هسته و دنای خطی است ولی میوگلوبین در یاختهٔ چندهسته‌ای ماهیچهٔ اسکلتی با بیشترین دنا است. **گزینهٔ (۳):** میوگلوبین فقط دارای **یک** زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی است.
گزینهٔ (۴): ایجاد تغییر در پروتئین، حتی تغییر یک آمینواسید هم می‌تواند ساختار و عملکرد آن را به شدت تغییر دهد ولی دقت کنید که گروه هم، آمینواسید ندارد.

۳۷۱۱ (۱) موارد (الف) و (ج) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** جهش کوچک می‌تواند درون ژن یا بخش بین‌ژنی رخ دهد. ولی به هر حال در یک کروموزوم رخ می‌دهد. (ب) نادرست. جهش کوچک ممکن است در بخش ژن یا توالی بین‌ژنی رخ دهد. (ج) **درست.** جهش کوچک هیچ‌گاه با کاریوتیپ مشاهده نمی‌شود. (د) نادرست. جهش در هر دو رشتهٔ دنا رخ می‌دهد.

- جهش کوچک
  - جانشینی
    - یک یا چند جفت نوکلئوتید مجاور هم تغییر می‌کند ولی طول دنا و رنای حاصل از آن عوض نمی‌شود.
    - اگر در ژن سازندهٔ رنای ناقل یا رنای رناتنی رخ دهد یا در توالی بین‌ژنی رخ دهد، روی توالی پروتئین تأثیر ندارد.
    - اگر در ژن ساختار پلی‌پپتید رخ دهد
      - خاموش
        - رمز یک آمینواسید به رمز دیگر همان آمینواسید تبدیل می‌شود. → جهش بی‌اثر
        - رمز الگوی پایان ترجمه به پایان ترجمهٔ دیگر تبدیل شود. → جهش بی‌اثر
      - دگرمعنا ← رمز یک آمینواسید به آمینواسید دیگر تبدیل شود و ساختار پلی‌پپتید عوض می‌شود.
      - بی‌معنا
        - رمز یک آمینواسید به رمز پایان ترجمهٔ تبدیل شود.
        - طول رشتهٔ پلی‌پپتید کاهش می‌یابد.
  - تغییر در تعداد
    - حذف
      - یک یا چند جفت نوکلئوتید در دنا کم می‌شود.
      - اگر در ژن باشد، طول رنا هم کم می‌شود.
      - طول رشتهٔ پلی‌پپتید کوتاه یا دراز شده و یا تغییر نمی‌کند.
    - اضافه
      - یک یا چند جفت نوکلئوتید در دنا اضافه می‌شود.
      - اگر در ژن باشد، طول رنا زیاد می‌شود.
      - طول رشتهٔ پلی‌پپتید کوتاه، دراز یا تغییر نمی‌کند.
    - اگر سه یا مضربی از سه کنار هم انجام شود ← تغییر چارچوب خواندن در دنا و رنا ایجاد نمی‌شود.
  - دیمر تیمین ← ایجاد دو پیوند اشتراکی بین دو تیمین مجاور یک رشتهٔ دنا در اثر پرتو فرابنفش! ← اختلال در فعالیت دنابسپاراز می‌دهند.

۳۷۱۲ (۲) با توجه به توالی رشتهٔ **رمزگذار**، توالی *RNA* به صورت مقابل است: *AUAUCGCUGG* (دقت کنید که رونویسی از روی رشتهٔ دنای الگو انجام می‌شود.) بنابراین گزینهٔ (۲) نشان‌دهندهٔ جهش جانشینی است که تعداد نوکلئوتید آن تغییر نکرده است و فقط یک نوکلئوتید تغییر کرده است.

۳۷۱۳ (۳) جهش‌های کوچک، نوعی به نام **جانشینی** دارند که **تعداد** نوکلئوتیدها و **اندازهٔ** *DNA* که عامل تغییر شکل ظاهری است را تغییر **نمی‌دهد** ولی می‌تواند در بیان ژن یا محصولات ژن تغییر ایجاد کند. (اگر جهش جانشینی نقطهٔ آغاز رونویسی را تغییر دهد، می‌تواند اندازهٔ رونوشت ساخته شده را نیز تغییر دهد که البته این عبارت جالبی نبود که طراحان کنکور ۹۴ طرح کرده بودند چون در سال‌های قبل یا بعد، نقض آن را سؤال داده بودند.) در مورد گزینه‌های (۲) و (۴) هر تغییری می‌تواند سبب این دو عامل شود.

۳۷۱۴ (۲) موارد (ج) و (د) صحیح هستند. جهش کوچکی که اندازهٔ ژن را تغییر می‌دهد از نوع حذف یا اضافه است.

بررسی موارد (الف) ممکن است چون اضافه شدن یک رمز به معنی اضافه شدن سه نوکلئوتید است که چارچوب خواندن را عوض نمی‌کند. (ب) ممکن است، چون طول پروتئین بستگی به فاصلهٔ رمز آغاز تا پایان دارد. (ج) ممکن نیست، چون در هر صورت هر جهشی یکی از این سه حالت را دارد. (د) ممکن نیست، چون قطعاً با تغییر در طول ژن، طول رنای پیک هم عوض می‌شود.

۳۷۱۵ (۴) همواره دقت داشته باشید که جهش‌های **جانشینی**، از هر نوع دگرمعنا، خاموش یا بی‌معنا در هر صورت **نوع** نوکلئوتیدها را تغییر می‌دهند ولی در **تعداد** نوکلئوتیدهای دنا و تغییر در چارچوب خواندن رمزهای سه‌تایی آن‌ها اثری ندارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هر دو نوع جهش فوق می‌توانند سبب تغییر آمینواسیدهای پروتئین‌ها شوند. جهش دگرمعنا، نوع آمینواسید را عوض می‌کند ولی جهش حذف، چارچوب خواندن و تعداد آمینواسید آن را می‌تواند تغییر دهد. **گزینهٔ (۲):** هر نوع جهش کوچک، سبب تغییر در محصول رونویسی یا همان رنای حاصل می‌شود. **گزینهٔ (۴):** هر جهش کوچکی در ژن پروتئین‌ساز، سبب تغییر در **رمزهای دنا و رمزه‌های رنا** می‌شود ولی در نوع خاموش با اینکه رمز و کدون (رمزه) عوض می‌شوند، **نوع آمینواسید** تغییر نمی‌کند.

۳۷۳ انواع جهش جانشینی در ژن

نوع جهش	اثر	ساختار دنا	نوع رمز و رمزه	نوع آمینواسیدهای رشته	طول پروتئین	تعداد آمینواسید	طول دنا و رنای پیک	توالی نوکلئوتیدی رنای پیک	تغییر چارچوب خواندن
خاموش	بی‌اثر است.	تغییر می‌کند.	تغییر می‌کند.	بدون تغییر	طبیعی	بدون تغییر	بدون تغییر	تغییر می‌کند.	نمی‌دهد.
دگرمعنا	تبدیل به نوع آمینواسید دیگر	تغییر می‌کند.	تغییر می‌کند.	تغییر می‌کند.	طبیعی	بدون تغییر	بدون تغییر	تغییر می‌کند.	نمی‌دهد.
بی‌معنا	ایجاد کدون پایان زودرس	تغییر می‌کند.	تغییر می‌کند.	تغییر می‌کند.	کوتاه‌تر	کمتر	بدون تغییر	تغییر می‌کند.	نمی‌دهد.

۳۷۱۶ (۳) بدیهی است که اگر تغییر کوچک با تغییر چارچوب در رمزها ایجاد شود در نهایت محصول اولیهٔ ژن (رنا) و محصول نهایی عوض می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** شاید توالی بین‌ژنی باشد و یا شاید یک توالی با مضرب سه حذف شود که چارچوب به هم نخورد. **گزینهٔ (۲):** اصلاً الزامی ندارد، شاید این تغییر، سریع‌تر کدون پایان را آورد و طول پروتئین را کم کند. **گزینهٔ (۴):** جهشی که باعث عدم تغییر توالی نوکلئوتیدی ژن شود، اصلاً جهش نیست!

۳۷۱۷ (۳) موارد (ج) و (د) صحیح هستند. دقت کنید که سؤال در مورد دو نوع جهش ساختاری، واژگونی و جابه‌جایی است که جابه‌جایی می‌تواند بین دو کروموزوم هم رخ دهد.

بررسی موارد (الف) نادرست. این عبارت فقط در نوعی جابه‌جایی که بین دو کروموزوم رخ می‌دهد، صحیح است. (ب) نادرست. باز هم در مورد جابه‌جایی بین دو کروموزوم نادرست است. (ج) **درست.** هر دو مورد اگر در محل سانترومر رخ دهد، در کاریوتیپ مشخص می‌شود. (د) **درست.** جهش سبب تغییر در ژنگان فرد می‌شود.

۳۷۱۸ (۴) اولاً در این سؤال به کلمهٔ جهش **کوچک** و قید «**همواره**» دقت کنید! ثانیاً به واژهٔ «**درون ژن**» دقت کنید! می‌دانید که جهش کوچک دو نوع جانشینی (بدون تغییر در تعداد نوکلئوتیدها) و تغییر در تعداد نوکلئوتیدها دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. فقط در صورت تغییر در تعداد نوکلئوتیدها در اثر اضافه یا کاهش یک یا دو نوکلئوتید، باعث تغییر در چارچوب خواندن و ترتیب آمینواسیدها می‌شود، مثلاً به‌طور معمول جهش جانشینی، سبب تغییر در ترتیب نوکلئوتیدها نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** نادرست. اگر جهش جانشینی کوچک رخ دهد، تعداد مونومرهای *mRNA* تغییر نمی‌کند. **گزینهٔ (۳):** نادرست. اگر در اثر جهش، یک رمزهٔ معنی‌داری به رمزهٔ پایان یا برعکس تبدیل شود، طول رشتهٔ پلی‌پپتیدی تغییر می‌کند (به‌طور مثال، جهش خاموش تغییری در تعداد و نوع ایجاد نمی‌کند). **گزینهٔ (۴): درست.** هر نوع جهشی بالاخره تغییری در مولکول حاصل از رونویسی یعنی در *RNA* ایجاد می‌کند. (مهم دقت به کلمهٔ درون ژن بود چون اگر در بخش تنظیمی یک ژن جهش کوچک صورت گیرد، این جهش نوع نوکلئوتیدهای *RNA* حاصله را تغییر نمی‌دهد و مقدار رونویسی را تحت تأثیر قرار می‌دهد.)

۳۷۱۹ (۲) محصول اولیهٔ ژن، **رنا** است. جهش کوچک اضافه شدن، قطعاً وقتی در ژن رخ می‌دهد، طول رنای محصول آن هم بیشتر می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به شکل کتاب درسی، جهش حذف در صورتی که محل کدون پایان را عوض کند، می‌تواند طول محصول نهایی ژن یعنی پروتئین را بلندتر کند (با تغییر چارچوب). **گزینه‌های (۳) و (۴):** با توجه به شکل کتاب، طی تغییر چارچوب و یا جهش بی‌معنا، بر یک کدون پایان بعد اولین *AUG* ایجاد شده و پیوند پپتیدی و آب تولید می‌شود.

۳۷۲۰ (۲) در جهش **جانشینی**، یک نوکلئوتید جانشین یک نوکلئوتید دیگر می‌شود؛ بنابراین **تعداد** نوکلئوتیدهای سازندهٔ رشتهٔ الگوی دنا تغییر نمی‌کند. در این جهش ابتدا باید یک نوکلئوتید اولیه برداشته شده (شکستن دو پیوند فسفودی‌استر) و نوکلئوتید جدید به جای آن قرار گیرد (تشکیل دو پیوند فسفودی‌استر جدید).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** جهش‌های جانشینی، حذف و اضافه مضرب سه، چارچوب خواندن دنا و رنای پیک را تغییر نمی‌دهند. در جهش‌های حذف و اضافه مضرب سه، کدون یک یا چند آمینواسید می‌تواند تغییر کند. **گزینهٔ (۳):** جهش‌های حذفی، طول رنای پیک حاصل از رونویسی را کاهش می‌دهند. اگر حذف نوکلئوتید منجر به تغییر کدون پایان ترجمه به کدون یک آمینواسید شود، آنگاه تعداد آمینواسیدها و پیوندهای پپتیدی زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی افزایش خواهد یافت. **گزینهٔ (۴):** افزایش بازهای آلی پورینی در رشتهٔ رمزگذار دو حالت دارد، یا در رشتهٔ الگوی دنا، با جهش اضافه شدن، تعدادی نوکلئوتید با بازآلی **پیریمیدین** اضافه شده یا اینکه طی جهش جانشینی تعدادی نوکلئوتید با باز آلی پیریمیدین جایگزین نوکلئوتیدهایی با باز آلی پورین شده است. در حالت دوم تعداد پیوندهای فسفودی‌استر رشتهٔ الگو تغییر نمی‌کند.

۳۷۲۱ (۲) برای افزایش طول قسمت اینترون ژن، باید تعدادی نوکلئوتید به این قسمت اضافه شوند. به دنبال وقوع این جهش تعداد نوکلئوتیدهای ژن افزایش پیدا می‌کند و میزان فعالیت آنزیم رنابسپاراز هم افزایش می‌یابد؛ بنابراین حین عمل این آنزیم، نوکلئوتیدهای بیشتری در ساختار رنا قرار می‌گیرند و میزان فسفات‌های آزاد شده در حین تبدیل نوکلئوتیدهای سه‌فسفاته به تک‌فسفاته هم افزایش می‌یابد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** فرض کنید در اثر وقوع نوعی جهش جانشینی، نوکلئوتیدی با باز آدنین (که در رشتهٔ مقابلش تیمین قرار می‌گیرد) به نوکلئوتیدی با باز آلی گوانین (که در مقابلش سیتوزین قرار می‌گیرد) تبدیل شود. در این صورت، پس از انجام همانندسازی تعداد پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته، یکی افزایش پیدا کرده (به دلیل پیوندهای هیدروژنی بیشتر بین *G* و *C*) اما تعداد بازهای آلی پورین و پیریمیدین تغییری نکرده است (به دلیل رابطهٔ مکملی بین بازها). **گزینهٔ (۳):** در صورتی که جهش رخ داده از نوع جهش جانشینی خاموش باشد، ساختار رنای پیک تغییر می‌کند، اما آمینواسیدهای وارد شده به ریبوزوم در حین ترجمه تغییری نمی‌کنند. **گزینهٔ (۴):** فرض کنید سه نوکلئوتید رمزکنندهٔ یک آمینواسید دقیقاً قبل از رمز سازندهٔ کدون پایان به دنا اضافه شوند، در این صورت یک کدون بیشتر به جایگاه *A* ریبوزوم وارد می‌شود اما کدون پایان تغییری نکرده است.

۳۷۲۲ (۴) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) جهش خاموش، همواره بی‌اثر است ولی جهش بی‌اثر می‌تواند از نوع هر جهش مثلاً در بخش اینترون یا بین‌ژنی خاص باشد. (ب) اگر دو نوع رمزهٔ پایان به هم تبدیل شوند از نوع بی‌معنا نمی‌باشد (جهش بی‌معنا یعنی رمزهٔ آمینواسید به رمزهٔ پایان تبدیل شود). (ج) جهش‌های خاموش، دگرمعنا و بی‌معنا در مورد رنای پیک است. (د) جهش حذف یا اضافه با تعداد مضرب ۳ هم چارچوب خواندن را عوض نمی‌کند.

۳۷۲۳ (۴) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) اگر جهش در توالی اینترون یا بخشی از اگزون که ترجمه نمی‌شود رخ داده باشد، جهش فوق در پروتئین محصول تأثیر ندارد و جهش خنثی است. (ب) اگر به فرض جهش بی‌معنا رخ داده باشد، اندازهٔ ژن ثابت است ولی تعداد آمینواسید کم می‌شود. (ج) ممکن است این جهش از نوع حذف و اضافه بوده باشد ولی تعداد آمینواسید عوض نشده باشد. (د) در فصل (۲) خواندید که در پروکاریوت‌ها می‌توان رنای پیکی یافت که الگوی ساخت چند رشتهٔ پلی‌پپتید باشد (مثل ژن‌های تجزیهٔ لاکتوز) در این صورت رنابسپاراز پروکاریوتی نقش داشته است.

۳۷۲۴ (۳) در صورتی که جهش حذف در ژن سازندهٔ رنای پیک رخ دهد، پلی‌پپتید ایجاد شده دچار تغییر می‌شود. در صورتی که جهش بی‌معنا (تبدیل یکی از کدون‌های آمینواسیدساز به کدون پایان) رخ دهد نیز طول پلی‌پپتید ایجاد شده دچار تغییر می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در جهش بی‌معنا **همانند** دگرمعنا (تبدیل یکی از **کدون‌های** آمینواسیدساز به نوعی دیگر از کدون آمینواسیدساز)، هر دو سبب تغییر در رمز دنا و کدون‌های رنا می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** دقت کنید در صورت ایجاد جهش‌های **جانشینی**، مثل بی‌معنا، دگرمعنا یا خاموش، مقدار نوکلئوتیدهای دنا و رنا دچار تغییر نمی‌شود! **گزینهٔ (۴):** در صورت ایجاد جهش خاموش، کدون سازندهٔ یک نوع آمینواسید به کدون دیگر سازندهٔ همان نوع آمینواسید تبدیل می‌شود! پس در این نوع جهش نوع آمینواسید تغییر نمی‌کند.

۳۷۲۵ (۲) فقط موارد (ب) و (د) صحیح هستند. جهش بزرگ، دو نوع تغییر در ساختار و تغییر در تعداد دارد بعضی جهش‌های کروموزومی (بزرگ) که شامل همهٔ جهش‌های تغییر در تعداد و برخی جهش‌های ساختاری می‌شود، حتماً در کاریوتیپ مشخص می‌شوند (درستی مورد (ب)) و چون در این سؤال اثر جهش در **همهٔ** یاخته‌های هسته‌دار و زندهٔ فرد و از جمله در اولین یاخته یعنی در تخم دیده شده است، پس این ژن جهش یافته به او **ارث** رسیده است. در حقیقت یاختهٔ تخم دچار جهش بوده است. جهش‌های ارثی ممکن است در یک یا هر دو والد وجود داشته باشند (درستی مورد (د)).

بررسی موارد (الف) قطعاً نمی‌شود گفت که جهش بزرگ از نوع جهش ساختاری بوده و طول و ساختار برخی کروموزوم‌ها را تغییر داده است. ممکن است تغییر در **تعداد** کروموزوم رخ داده باشد. (ج) باز هم قطعاً نمی‌توان گفت جهش ساختاری رخ داده و ساختار فام‌تنی یا تغییر در تعداد یا جای ژن‌ها رخ داده است. ممکن است در جهش بزرگ، تغییر در **تعداد** کروموزوم رخ داده باشد.

- جهش‌های بزرگ
  - تغییر در ساختار کروموزوم
    - تعداد کروموزوم تغییر نمی‌کند.
    - انواع
      - حذف
        - قسمتی از یک کروموزوم با چند جایگاه ژنی جدا می‌شود.
        - می‌تواند با شکستن دو یا چند پیوند فسفودی‌استر باشد.
        - با کاریوتیپ دیده می‌شود.
        - اغلب سبب مرگ یاخته می‌شود.
      - مضاعف‌شدگی
        - حذف قسمتی از یک کروموزوم و انتقال آن به کروموزوم همتا می‌باشند.
        - کروموزوم گیرنده از برخی آن‌ها دو الل یک جایگاه را دارد.
        - بین کروموزوم‌های x و y و غیرهمتاها رخ نمی‌دهد.
        - با کاریوتیپ دیده می‌شود.
      - واژگونی
        - حذف قسمتی از یک کروموزم و قرارگیری برعکس آن در همان موضع می‌باشند.
        - اگر محل سانترومر در آن قسمت باشد، با کاریوتیپ مشخص می‌شود.
        - می‌تواند تعداد ژن‌های یک کروموزوم را تغییر بدهد یا ندهد.
        - تعدادی از الل‌ها روبه‌روی هم نمی‌باشد.
        - طول کروموزوم تغییر نمی‌کند.
      - جابه‌جایی
        - در یک کروموزوم
          - طول کروموزوم تغییر نمی‌کند.
          - جدایی یک قطعه از کروموزوم و قرارگیری در موضع دیگری از همان کروموزوم است.
        - بین دو کروموزوم
          - حذف قسمتی از یک کروموزوم و انتقال به کروموزوم غیرهمتا
          - بین کروموزوم‌های جنسی x و y مردان برخلاف زنان رخ می‌دهد.

۳۷۲۶ (۳) مضاعف‌شدگی، تعداد کروموزوم‌های یاخته را تغییر **نمی‌دهد**.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: زیست‌شناسان با مشاهدهٔ **کاریوتیپ** می‌توانند از وجود اغلب **ناهنجاری‌های فام‌تنی** همانند جهش مضاعف‌شدگی آگاه شوند. **گزینهٔ (۲)**: اگر قسمتی از یک فام‌تن به فام‌تن همتا **جابه‌جا** شود، آن‌گاه در فام‌تن جدید، از آن قسمت دو نسخه دیده می‌شود. به این جهش، **مضاعف‌شدگی** می‌گویند. مضاعف‌شدگی در پی وقوع برخی **جابه‌جایی‌ها** در قسمتی از دو کروموزوم روی می‌دهد. **گزینهٔ (۴)**: اگر این جهش در یاخته‌های ایجادکنندهٔ گامت‌ها روی دهد، می‌تواند سبب ایجاد **گامت‌های غیرطبیعی** گردد.

۳۷۲۷ (۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) **درست**. به عنوان مثال جهش **واژگونی** یا جابه‌جایی می‌تواند در یک کروموزوم روی دهد و بر محل سانترومر نیز بی‌تأثیر باشد مثل کل فرایند در یک سمت بالا یا پایین سانترومر رخ دهد. (ب) **درست**. مضاعف‌شدگی در پی **حذف** و سپس **جابه‌جایی** بین کروموزوم‌های همتا روی می‌دهد (البته این جمله متن کتاب نظام قدیم است! که طراح آورده بود). (ج) **درست**. مضاعف‌شدگی می‌تواند ترکیب دگره‌ای فام‌تن را تغییر دهد. مثلاً الل a را به کروموزومی بدهد که فقط A داشته است و اکنون این کروموزوم هم A دارد و هم a. (د) نادرست. این مورد در ارتباط با جهش **حذف** برقرار نیست چون فقط در یک کروموزوم رخ می‌دهد. *(کلاً بارها به شما گفته‌ام عبارتی که واژه‌های صد درصد و صفر درصد دارند را با دیدگاه غلط بودن به آن‌ها فکر کنید!)*

۳۷۲۸ (۳) در جهش حذف، برخی از ژن‌ها از روی فام‌تن حذف می‌شوند و در نتیجه تنها یک نسخه از آن‌ها بر روی فام‌تن‌ها باقی می‌ماند؛ اما در جهش واژگونی، هیچ ژنی حذف نمی‌شود. (دقت کنید که در سؤال ذکر شده برش در توالی بین‌ژنی رخ داده، پس از وسط یک ژن برش رخ نداده تا تعداد ژن‌ها تغییر یابند.)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: در هر دو نوع جهش مضاعف‌شدگی و جهش جابه‌جایی، برخی از ژن‌ها از روی یک فام‌تن حذف می‌شوند و به فام‌تن‌های دیگر انتقال می‌یابند (در جهش مضاعف‌شدگی فام‌تن همتا و در جهش جابه‌جایی فام‌تن غیرهمتا). **گزینهٔ (۲)**: در جهش حذف، برخی از ژن‌ها از روی فام‌تن حذف می‌شوند و هیچ نسخه‌ای از آن‌ها روی آن فام‌تن باقی نمی‌ماند. در جهش جابه‌جایی نیز برخی از ژن‌ها از روی فام‌تن حذف می‌شوند و به فام‌تن دیگر انتقال می‌یابند و درنتیجه هیچ نسخه‌ای از آن‌ها روی یکی از فام‌تن‌ها باقی نمی‌ماند. **گزینهٔ (۴)**: در جهش واژگونی، مضاعف‌شدگی و جابه‌جایی، هیچ نوکلئوتید و ژنی از ژنگان یک یاختهٔ پیکری قبل از تقسیم حذف نمی‌شود.

۳۷۲۹ (۱) در زنان ۴۶ کروموزوم وجود دارد که همگی دو به دو همتا می‌باشند چون دو کروموزوم همتای X دارند. مردان در ۴۴ کروموزوم غیرجنسی خود همانند زنان می‌باشند و همگی دو به دو همتا هستند ولی جفت جنسی آن‌ها XY و غیرهمتا می‌باشد. هر کروموزوم جنسی یا X در زنان با ۴۴ کروموزوم غیرجنسی یا ۲۲ **نوع** کروموزوم غیرجنسی و همچنین با **خودش** می‌تواند جهش جابه‌جایی انجام دهد ولی فقط با **یک** کروموزوم X همتای خود می‌تواند جهش مضاعف‌شدگی برقرار کند. در مردان هر کروموزوم جنسی X یا Y با ۴۶ کروموزوم جنسی و غیرجنسی (حتی با خودش) دیگر می‌تواند جهش جابه‌جایی برقرار کند ولی امکان برقراری جهش مضاعف‌شدگی ندارند چون جفت همتا در کروموزوم‌های جنسی خود ندارند.

نکته

هر کروموزوم غیرجنسی در مردان و زنان می‌تواند با **یک** کروموزوم **همتای** خود جهش مضاعف‌شدگی و با **۴۴** کروموزوم غیرجنسی و جنسی **دیگر** که همتا نمی‌باشد به علاوه با کروموزوم **خودش** جهش جابه‌جایی انجام دهد (دلیل درستی گزینهٔ (۱) و نادرستی سایر گزینه‌ها).

۳۷۳۰ (۱) جهش مضاعف‌شدگی و جهش جابه‌جایی که در آن قسمتی از یک کروموزوم به یک کروموزوم غیر همتا منتقل می‌شود؛ نمونه‌ای از جهش‌های ساختاری هستند که با تغییر در **دو** کروموزوم یاخته همراه‌اند. در هر دوی این جهش‌ها، میزان محتوای وراثتی هسته تغییری نمی‌کند و فقط در نحوهٔ قرارگیری آن تغییر ایجاد می‌شود. البته جهش جابه‌جایی در یک کروموزوم هم رخ می‌دهد . پس منظور مضاعف‌شدگی است که کل محتوای ژنتیکی یاخته عوض نمی‌شود ولی محتوای ژنتیکی یک کروموزوم همتا کم و یکی زیاد می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** جهش رخ داده از نوع مضاعف‌شدگی می‌باشد و ممکن است قسمتی از یک کروموزوم که به کروموزوم **همتا** منتقل می‌شود، حاوی الل‌های مشابه با کروموزوم گیرنده باشد. **گزینهٔ (۳):** جهش‌های حذف و واژگونی که در آن قسمتی از یک کروموزوم به قسمت دیگری از همان کروموزوم منتقل می‌شود، نمونه‌ای از جهش‌های ساختاری است که **فقط** بر روی **یک** کروموزوم می‌باشند. جهش واژگونی در صورتی که در قسمت دوری نسبت به سانترومر کروموزوم‌ها رخ دهد و محل سانترومر عوض نشود، با کمک کاریوتیپ قابل تشخیص نیست. **گزینهٔ (۴):** جهش حذف اگر در قسمت **انتهای** یک کروموزوم رخ دهد تنها با شکسته شدن پیوند فسفودی‌استر همراه است و دیگر پیوند جدید تشکیل نمی‌شود.

۳۷۳۱ (۱) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد **الف** در هر چهار نوع جهش تغییر در **ساختار** کروموزوم یعنی **حذف**، **مضاعف‌شدگی**، **جابه‌جایی** و **واژگونی** ابتدا باید قسمتی از کروموزوم جدا شود ولی باید جهش‌های بزرگ از نوع **تغییر در تعداد** را نیز در نظر بگیرید که در این صورت حذفی در یک کروموزوم صورت نمی‌گیرد. **ب** اگر قسمت جدا شده در **همین جایگاه** به صورت برعکس قرار گیرد، جهش **واژگونی** رخ داده است ولی اگر در **جایگاه دیگری** از آن قرار گیرد، جهش **جابه‌جایی** رخ داده است. **ج** مضاعف‌شدگی در اثر انتقال قسمتی از یک کروموزوم به کروموزوم **همتا** (هم‌ساختار) رخ می‌دهد ولی مردان فاقد کروموزوم‌های جنسی همتا هستند. **د** جهش حذف، در **اغلب** موارد باعث مرگ می‌شود.

۳۷۳۲ (۲) در جهش ساختاری از نوع **مضاعف‌شدگی** می‌توان دو الل یک صفت را روی یک کروموزوم دید که در آن ابتدا طی پدیدهٔ حذف و شکستن پیوند فسفودی‌استر رخ می‌دهد ولی یادتان باشد که در جهش بزرگ **جدا نشدن** کروموزوم‌ها (تغییر در تعداد) نیز می‌توان این اتفاق را بدون شکسته شدن دنا مشاهده کرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** جهش مضاعف‌شدگی، بر روی جفت کروموزوم جنسی مردان دیده نمی‌شود چون X و Y آن‌ها با هم همتا نمی‌باشد، در مردان امکان ایجاد جهش مضاعف‌شدگی کمتر از زنان است (چون در مردان فقط جفت کروموزوم‌های غیرجنسی قادر به انجام جهش مضاعف‌شدگی می‌باشند). **گزینهٔ (۳):** در زنان برخلاف مردان، امکان جهش مضاعف‌شدگی برای صفات وابسته به X، وجود دارد (چون ژن پروتئین انعقادی ۸ خون روی کروموزوم X قرار دارد که در زن‌ها دارای کروموزوم همتا می‌باشد) ولی جهش **جابه‌جایی** بین کروموزوم‌های غیرهمتا یا در اثر جابه‌جایی در همان کروموزوم در مورد هر جنسیتی می‌تواند رخ دهد. **گزینهٔ (۴): جهش جابه‌جایی ژن‌ها**، هم با تغییر محل ژن در همان کروموزوم و هم با انتقال یافتن به کروموزوم غیرهمتای دیگر رخ می‌دهد، پس چون ژن Rh روی کروموزوم ۱ قرار دارد، این ژن علاوه‌بر اینکه در **همان کروموزوم** می‌تواند جهش جابه‌جایی کند، با ۴۴ کروموزوم **غیرهمتای دیگر** نیز می‌تواند این عمل را انجام دهد. یعنی مجموعاً با ۴۵ کروموزوم می‌تواند جهش جابه‌جایی داشته باشد (فقط با یک کروموزوم همتای خود نمی‌تواند جهش جابه‌جایی انجام دهد).

۳۷۳۳ (۲) موارد (الف) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد **الف** **درست**. دو جهش واژگونی و جابه‌جایی در یک کروموزوم در صورتی که محل سانترومر را عوض نکنند با کاریوتیپ تشخیص داده نمی‌شوند. **ب** نادرست. در مورد جهش‌های تغییر در تعداد کروموزوم نادرست است. **ج** نادرست. در مورد جهش حذف، مضاعف‌شدگی و جابه‌جایی بین دو کروموزوم نادرست است چون طول کروموزوم عوض می‌شود. **د** **درست**. تغییر مضاعف‌شدگی بین دو کروموزوم همتا رخ می‌دهد. تغییر در یک کروموزوم مضاعف، نوعی جابه‌جایی است که طول دو کروماتید خواهری عوض می‌شود.

۳۷۳۴ (۱) A در این پاسخ نشان دهندهٔ کروموزوم غیرجنسی (اتوزوم‌ها) می‌باشد. دقت کنید که اسپرم طبیعی است پس یا $۲۲A+X$ دارد و یا $۲۲A+Y$ دارد. تخمک آن‌ها در میوز ۱ دچار جدا نشدن دو جفت کروموزوم شده است و حداکثر گامتی با دو کروموزوم اضافی یکی در کروموزوم‌های غیرجنسی (جفت ۲) و یکی در Xها (جفت ۲۳) دارد. حداقل تعداد کروموزوم، در حالتی است که این دو کروموزوم به آن گامت نرسد یعنی ۲۱ کروموزومی و بدون کروموزوم جنسی شود و حداکثر کروموزوم تخمک، در حالتی است که به جای ۲۳ کروموزوم، دارای ۲۵ کروموزوم و با دو کروموزوم جنسی X شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۲):** اگر تخمکی با **حداکثر** کروموزوم‌ها لقاح کند:

$$\text{تخم‌ها} \longrightarrow \text{اسپرم طبیعی} \quad +$$

$$\text{تخمک حداکثری } ۲۳A+XX \quad + \begin{cases} ۲۲A+X \longrightarrow ۴۵A+XXX \Rightarrow \boxed{\text{۴۸ کروموزومی}} \longrightarrow \text{درستی گزینهٔ (۱) و نادرستی گزینهٔ (۲)} \\ ۲۲A+Y \longrightarrow ۴۵A+XXY \Rightarrow \boxed{\text{۴۸ کروموزومی}} \end{cases}$$

گزینهٔ (۳): اگر تخمکی با **حداقل** کروموزوم‌ها لقاح کند:

$$\text{تخم‌ها} \longrightarrow \text{اسپرم طبیعی} \quad +$$

$$\text{تخمک حداقلی } ۲۱A \quad + \begin{cases} ۲۲A+X \longrightarrow ۴۳A+X \Rightarrow \boxed{\text{۴۴ کروموزوم دارد}} \\ ۲۲A+Y \longrightarrow ۴۳A+Y \Rightarrow \boxed{\text{۴۴ کروموزوم دارد ولی X ندارد}} \longrightarrow \text{نادرستی گزینهٔ (۳)} \end{cases}$$

گزینهٔ (۴): اگر در مرحلهٔ آنافاز برای تولید تخمک، هر دو کروموزوم جفت ۲ به یک سمت و هر دو کروموزوم جفت ۲۳ به سمت قطب دیگر بروند در این صورت تخمک حاصله، دو نوع خواهد بود که هر دو ۲۳ کروموزوم دارند ولی یکی دارای یک کروموزوم غیرجنسی بیشتر می‌باشد و فاقد کروموزوم جنسی است و دیگری دو کروموزوم X دارد ولی کروموزوم جفت ۲ ندارد که با لقاح آن‌ها با اسپرم طبیعی، تخم‌های ۴۶ کروموزومی ایجاد می‌شوند (نادرستی گزینهٔ (۴)).

$$\text{تخم‌ها} \longrightarrow \text{اسپرم طبیعی}$$

$$\text{تخمک فاقد کروموزوم جنسی ولی دارای دو کروموزوم از جفت ۲} \quad \text{تخمک } ۲۳A \quad + \begin{cases} ۲۲A+X \longrightarrow ۴۵A+X \Rightarrow \text{۴۶ کروموزومی با یک X} \\ ۲۲A+Y \longrightarrow ۴۵A+Y \Rightarrow \text{۴۶ کروموزومی با یک Y} \end{cases}$$

$$\text{تخمکی که دو کروموزوم X دارد ولی کروموزوم شماره ۲ ندارد.} \quad \text{تخمک } ۲۱A+XX \quad + \begin{cases} ۲۲A+X \longrightarrow ۴۳A+XXX \Rightarrow \text{۴۶ کروموزومی با ۳ تا X} \\ ۲۲A+Y \longrightarrow ۴۳A+XXY \Rightarrow \text{۴۶ کروموزومی با ۲ تا X} \end{cases}$$

۳۷۳۵ (۳) سؤال در مورد جهش جابه‌جایی (در یک کروموزوم) و واژگونی می‌باشد که نوع جابه‌جایی می‌تواند بین دو کروموزوم غیرهمتا هم رخ دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۲):** دقت کنید که جهش‌های حذف و مضاعف‌شدگی اصلاً در این سؤال جای نمی‌گیرند. **گزینهٔ (۴):** در جهش‌های واژگونی و جابه‌جایی اگر برش از درون ژن رخ دهد، دیگر آن ژن وجود ندارد.

۳۷۳۶ (۳) مضاعف‌شدگی شامل حذف از یک کروموزوم و اضافه شدن به کروموزوم همتا است. پس دو ناهنجاری ایجاد شده است (درستی گزینهٔ (۳)). براساس متن تست می‌فهمیم که نباید به دنبال جهش‌های کوچک (حذف اضافه جانشینی) باشیم. همچنین کراسینگ‌اور با اینکه جهش نیست، می‌تواند به عنوان یک تغییر ساختاری شناخته شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** جهش ساختاری **حذف**، باعث تغییر طول خود کروموزوم می‌شود اما در فام‌تن دیگری تغییر به وجود نمی‌آورد ولی اگر تغییر ساختاری در سایر کروموزوم‌ها به دنبال حذف بخشی از دنای یک کروموزوم صورت بگیرد، آن جهش به نام جابه‌جایی و یا مضاعف‌شدگی شناخته خواهد شد. **گزینهٔ (۲):** چلیپایی شدن و جهش مضاعف‌شدگی فقط بر روی فام‌تن‌های همتا صورت می‌گیرند، مثلاً در کراسینگ‌اور، هرگز ترکیب دگره‌ای فام‌تن دگرگون نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** به‌طور مثال در واژگونی که فقط در یک کروموزوم رخ می‌دهد، اگر ناحیهٔ حاوی سانترومر، واژگون شود، محل سانترومر تغییر خواهد کرد. این اتفاق ممکن است در حذف و یا جابه‌جایی (بر روی خود) هم رخ بدهد.

۳۷۳۷ (۲) در این پاسخ کروموزوم‌های غیرجنسی را با علامت (A) نشان می‌دهیم. این پروانه ۱۴A یا کروموزوم غیرجنسی به همراه XX یا XY داشته است.

نکته

در حالت عادی هر یاختهٔ حاصل از تخمک‌زایی این پروانه ۷ فام‌تن غیرجنسی به همراه یکی از ۲ فام‌تن جنسی X یا Y را دارد.

توجه شود چون در صورت سؤال گفته شده در هنگام تخمک‌زایی پس جنسیت پروانه ماده یعنی XY می‌باشد!

$$2n=16 \Rightarrow 14A+XY \Rightarrow \text{تخمک عادی} = 7A+(X \text{ یا } Y) = \text{کروموزوم } 8$$

چون یک جفت فام‌تن اتوزوم با هم مانده‌اند پس ممکن است یک یاخته ۶ فام‌تن غیرجنسی به همراه یکی از ۲ فام‌تن جنسی X یا Y را داشته باشد و یاختهٔ دیگر ۸ فام‌تن غیرجنسی به همراه یکی از ۲ فام‌تن جنسی X غیرجنسی یا Y را داشته باشد.

۳۷۳۸ (۳) مردان XY هستند و ۴۴ فام‌تن غیرجنسی (۲۲ جفت همتا) دارند ولی زنان علاوه‌بر ۴۴ فام‌تن غیرجنسی (۲۲ جفت همتا)، یک جفت جنسی XX همتا نیز دارند. هر فام‌تن جنسی X یا Y مردان می‌تواند علاوه‌بر خودش با ۴۵ فام‌تن دیگر که غیرهمتا می‌باشد، جهش جابه‌جایی ایجاد کند ولی قادر به ایجاد جهش مضاعف‌شدگی نمی‌باشد (چون جفت کروموزوم جنسی مردان فاقد فام‌تن همتا می‌باشند) (درستی گزینهٔ (۳) و نادرستی گزینه‌های (۴) و (۱)). در زنان هر فام‌تن جنسی (X) می‌تواند با یک فام‌تن X دیگر جهش مضاعف‌شدگی ایجاد کند. از طرفی قادر است علاوه‌بر خودش با ۴۴ فام‌تن غیرهمتای خود جهش جابه‌جایی ایجاد کند یعنی می‌تواند با ۴۵ فام‌تن جهش جابه‌جایی انجام دهد (نادرستی گزینهٔ (۲)).

نکتهٔ مهم

- هر فام‌تن جنسی مردان (X یا Y):
  - با ۴۴ فام‌تن غیرجنسی دیگر می‌تواند جهش جابه‌جایی ایجاد کند (۲۳ نوع فام‌تن).
  - با خودش می‌تواند جهش واژگونی یا جابه‌جایی ایجاد کند.
  - قادر به ایجاد جهش مضاعف‌شدگی نمی‌باشد.
- هر فام‌تن جنسی زنان (X):
  - با ۴۴ فام‌تن غیرجنسی دیگر می‌تواند جهش جابه‌جایی ایجاد کند (۲۲ نوع فام‌تن دیگر).
  - با خودش جهش جابه‌جایی و واژگونی می‌تواند ایجاد کند.
  - قادر به ایجاد جهش مضاعف‌شدگی با فام‌تن X همتای خود می‌باشد.

۳۷۳۹ (۲) موارد (الف)، (ب) و (د) مشترک می‌باشند.

بررسی موارد (الف) **درست**. مثلاً جهش‌های حذف در هر دو مورد مقدار ژنگان را تغییر می‌دهند. (ب) **درست**. جهش **حذف** چه در نوع کوچک و چه بزرگ می‌تواند باعث کاهش محتوی ژنتیکی شود. (ج) نادرست. در انسان، نسل بعد در اثر ایجاد گامت و لقاح آن‌ها صورت می‌گیرد. در اصل تقسیمِ یاختهٔ جهش یافته باعث انتقال جهش در **خود فرد** می‌شود. (د) **درست**. جهش‌های ارثی به دلیل اینکه در یاختهٔ **تخم** دیده می‌شوند، طی میتوز در همهٔ یاخته‌های پیکری هسته‌دار بدن مشاهده می‌شوند (مثلاً گویچهٔ قرمز بالغ هسته ندارند). «باز هم به قید «همه» دقت کنید که باید با دیدگاه غلط بودن، بیشتر به این عبارات در سؤالات شمارشی نگاه کنید.»

۳۷۴۰ (۳) به‌جز مورد (د) سایر موارد عبارت صورت سؤال را به نادرستی تکمیل می‌کنند. فرد ناقل هموفیلی، قطعاً یک **خانم** با ژنوتیپ X^HX^h است، چون مردان نمی‌توانند در این صفت ناقل باشند (به دلیل داشتن یک کروموزوم X). دقت کنید که سؤال در مورد یک یاختهٔ کبدی در یک زن است.

۳۷۴ انواع جهش‌های ساختاری

موارد مقایسه	جهش‌های کوچک	جهش‌های بزرگ
محدوده	یک یا چند نوکلئوتید	قسمتی از کروموزوم که شامل تعداد زیادی نوکلئوتید می‌شود.
میزان تغییر در دنا	کم	زیاد
میزان تغییر در عملکرد پروتئین‌ها	ممکن است کم یا زیاد و یا اصلاً نباشد.	طیف زیادی دارد اما معمولاً اثر آن‌ها زیاد است.
اثر روی ژن‌ها	ممکن است در ژن یا خارج از ژن‌ها باشد.	تعداد زیادی ژن را تحت تأثیر قرار می‌دهد.
انواع	جانشینی، حذف، اضافه	حذف، جابه‌جایی، واژگونی، مضاعف‌شدگی

بررسی موارد (الف) **نادرست.** در جهش مضاعف‌شدگی که یک قطعه از کروموزوم، به کروموزوم همتا انتقال می‌یابد، تعداد **نوکلئوتیدهای** یاخته **ثابت** است. در جهش جابه‌جایی نیز هیچ تعداد نوکلئوتیدی و توالی آن‌ها کم نمی‌شود بلکه از یک کروموزوم به کروموزوم غیرهمتا و یا به همان کروموزوم انتقال می‌یابد و در این جهش هم تعداد نوکلئوتیدهای یاخته ثابت می‌ماند. (ب) **نادرست.** جابه‌جایی گاهی می‌تواند به شکل انتقال قطعه‌ای از یک کروموزوم به همان کروموزوم ولی در جایگاه دیگری باشد، در این صورت، **طول** کروموزوم ثابت خواهد ماند اما در جهش جانشینی طول کروموزوم تغییر نمی‌کند. از همهٔ این‌ها گذشته، دقت کنید که ژن تولید انسولین در لوزالمعده بیان می‌شود (نه یاختهٔ کبدی مدنظر سؤال). (ج) **نادرست.** جهش حذف می‌تواند هم باعث حذف یک ژن یا قسمتی از آن شود و هم در توالی‌های بین‌ژنی رخ دهد و تعداد ژن‌های کروموزوم را کم نکند. از طرفی، اگر جهش واژگونی از میانهٔ یک ژن آغاز شود، آن ژن را از بین خواهد برد و این‌گونه، جهش واژگونی هم توانسته است تعداد ژن‌های کروموزوم را کم کند. پس این اتفاق می‌تواند در جهش واژگونی هم رخ دهد. (د) درست. اگر سانترومر در میان توالی جهش‌یافته در اثر واژگونی باشد و یا بخش واژگون شده کوچک باشد، ممکن است در کاریوتیپ مشخص نشود اما در جهش مضاعف‌شدگی با توجه به اینکه طول دو کروموزوم، تغییر کرده، دگرگونی، قابل دیده شدن در کاریوتیپ است. (ه) **نادرست.** فرد مورد نظر یک خانم است و فاقد کروموزوم Y می‌باشد.

۳۷۴۱ (۳) جهش جانشینی در بخش پروتئین‌ساز ژن، قطعاً باعث تغییر رمزهٔ رنای **پیک** خواهد شد (ولی محصول حاصل از ترجمه می‌تواند یکسان باشد).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** حذف یک نوکلئوتید جهش کوچک است (نه فام‌تنی). **گزینهٔ (۲):** برای جهش تغییر چارچوب حاصل از اضافه شدن نوکلئوتید می‌تواند صادق نباشد. **گزینهٔ (۴):** اگر محل شکستن دنا در وسط یک ژن باشد، در صورت عمل واژگونی، آن ژن دیگر به‌طور کامل در دنا وجود ندارد.

۳۷۴۲ (۲) موارد (الف) و (ب)، عبارت داده شده را به اشتباه کامل می‌کنند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** جهش‌های کوچک از هر نوعی می‌توانند باعث ایجاد تغییر در توالی نوکلئوتیدی رنای پیک شوند و نباید لزوماً از نوع جانشینی باشند. این جهش می‌تواند از نوع حذف یا اضافه باشد. (ب) **نادرست.** تغییر در چارچوب خواندن نوکلئوتیدها در جهش‌های کوچک حذف و اضافه رخ می‌دهد. البته برای تغییر در چارچوب، باید تعداد نوکلئوتیدهای حذف و یا اضافه شده، برابر با مضربی از عدد **سه** نباشد. پس اگر یک یا دو نوکلئوتید (نه یک یا دو رمز) اضافه و یا حذف بشوند، این نوع تغییر به وجود می‌آید اما توجه کنید که در صورت حذف یا اضافه یک یا دو رمز باز هم این تغییر مضرب سه بوده است چون رمزها سه‌حرفی می‌باشند *و شما متأسفانه بی‌دقتی کرده‌اید.* (ج) درست. جهش‌های کوچک اگر بی‌معنا یا دگرمعنا باشند، می‌توانند بر روی ساختار یا عملکرد یک پروتئین دگرگونی ایجاد کنند. هر نوع جهشی که در ژن رخ دهد، بر روی **رنای پیک** تغییری ایجاد خواهد کرد چون به هر حال، پروتئین به‌طور مستقیم از روی رنای پیک ساخته می‌شود. (د) درست. جهش‌های **کوچک** از جمله جهش‌های کوچک حذف و اضافه، قابلیت رهگیری در کاریوتیپ را ندارند چون محدودهٔ تغییر کرده بسیار کوچک است و قابل دیدن نیست.

۳۷۴۳ (۴) در یک یاختهٔ بنیادی مغز استخوان انسان، قسمتی از **ژنوم** یاخته در داخل هسته (ژنوم هسته‌ای) و قسمتی از ژنوم هم در داخل میتوکندری (ژنوم سیتوپلاسمی) قرار گرفته است. برای رونویسی ژنوم **هسته‌ای** برخلاف سیتوپلاسمی، نیاز به پروتئین‌هایی به نام **عوامل** رونویسی است که به توالی راه‌انداز دنا متصل شده و رنابسپاراز را به راه‌انداز متصل می‌نمایند. اما دقت کنید که خود رنابسپاراز هم نوعی مولکول پروتئینی است و به توالی خاصی از دنا به نام راه‌انداز متصل می‌شود، بنابراین ویژگی اشاره شده در این گزینه در رابطه با رنابسپاراز هم صحیح است که در هر دو بخش هسته و میتوکندری دیده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ژنوم هسته‌ای ساختاری خطی و ژنوم سیتوپلاسمی ساختاری حلقوی دارد اما دقت کنید که رنا نوعی نوکلئیک‌اسید خطی است که در هر دو بخش هسته و میتوکندری قابل مشاهده می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** توالی افزاینده تنها متعلق به دنای خطی هسته می‌باشد و دنای حلقوی سیتوپلاسم فاقد این توالی است. **گزینهٔ (۳):** پروتئین‌های موردنیاز هسته توسط ریبوزوم‌های موجود در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید شده و با عبور از منافذ هسته وارد این بخش می‌شوند. گروهی از پروتئین‌های موجود در میتوکندری هم توسط ریبوزوم‌های موجود در این اندامک و گروه دیگر توسط ریبوزوم‌های موجود در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید می‌شوند.

چند نکته در بررسی تست‌های ژنوم

- برای اینکه ژنگان گونه‌ای **یوکاریوتی** را پیدا کنیم، باید **محل** تمام ژن‌ها، توالی‌های **بین‌ژنی** و تنظیمی درون آن در **هسته** و تمام آن‌ها را در میتوکندری و کلروپلاست (در صورت وجود) **سیتوپلاسم** ردیابی کنیم. از طرفی برای ردیابی ژنگان هسته باید از **یاخته** XY استفاده کنیم که **هر دو نوع فام‌تن جنسی** را داشته باشد. البته بدانید که از هر جفت همتا در کروموزوم‌های غیرجنسی، ردیابی **یکی از آن‌ها** کافی است. پس برای ردیابی **ژنگان هسته در جانداری** $2n$ **فام‌تنی، باید** $(n+1)$، فام‌تن **خطی** ردیابی شوند ولی در سیتوپلاسم، یک فام‌تن حلقوی مربوط به میتوکندری و شاید یکی مربوط به کلروپلاست می‌باشد.
- مثلاً برای ردیابی ژنگان جانداری $2n$ و فتوسنتزکننده که حاوی دو نوع فام‌تن جنسی باشد و $2n=48$ است باید ژن‌های هسته را $(n+1)$ یعنی در ۲۵ فام‌تن و دو تا هم برای میتوکندری و کلروپلاست یعنی در ۲۷ فام‌تن ردیابی کرد.
- در جاندارانی که **هاپلوئیدند** مثل قارچ‌ها، برخی جلبک‌ها (اسپیروژیر) و زنبور نر همهٔ فام‌تن‌های هسته باید ردیابی شوند، چون همان‌طور که می‌دانید جفت فام‌تن همتا وجود ندارد. *(راستی یادتونه بهش مضاف‌شدگی در این جانداران ایجاد نمی‌شود؟! یه نه یه‌ا مگه فام‌تن همتا داره که تشکیل بشه‌ا)*
- ژنوم به بررسی همهٔ ژن‌ها و توالی‌های بین‌ژنی هسته و سیتوپلاسم می‌پردازد که کافی است از هر جایگاه ژنی، یا محل یکی را بررسی کنیم. اصلاً مهم نیست دستورالعمل ژن چیست! در ژنوم فقط بررسی جایگاه ژن مهم است.
- اگر یک گونهٔ **جانوری** دارای یاختهٔ پیکری $2n=10$ باشد، می‌دانیم که ۸ کروموزوم غیرجنسی و ۲ کروموزوم جنسی X و Y وجود دارد، پس باید ۴ کروموزوم غیرجنسی و دو نوع کروموزوم جنسی X و Y را برای ژنوم هسته‌ای آن گونه بررسی کنیم، البته چون گونه جانوری مدنظر بوده است پس باید یک DNA موجود در **میتوکندری** را نیز برای **ژنوم سیتوپلاسمی** این گونه بررسی کنیم.
- در قارچ‌ها و سایر گونه‌هایی که پیکر آن‌ها از یاخته‌های **هاپلوئید** ایجاد شده‌اند باید **همهٔ کروموزوم‌های هسته‌ای** را برای بررسی ژنوم هسته‌ای آن‌ها حساب کنیم چون این جانداران فاقد کروموزوم همتا هستند.
- در گیاهان و برخی آغازیان مثل جلبک‌ها، ژنوم را علاوه‌بر هسته و میتوکندری، در ژن‌های کلروپلاست نیز بررسی می‌کنیم.
- از بررسی توالی‌های مختلف در اسپرماتوگونی یک مرد می‌توانیم به بررسی **کل ژنوم** انسان‌های روی کرهٔ زمین بپردازیم ولی در زنان چون فاقد کروموزوم Y هستند نمی‌توان ژنوم کامل انسان‌ها را از آن‌ها به دست آورد.

۳۷۴۴ ۱) هر چهار عبارت نادرست هستند.

بررسی موارد **الف)** در بررسی ژنگان، علاوه‌بر ژن‌ها باید به بررسی محل هر توالی در جایگاه‌های بین‌ژنی نیز بپردازید. **ب)** از آنجا که برای بررسی ژنگان، از هر دو کروموزوم همتا، یکی را بررسی می‌کنیم و همان‌طور که می‌دانید زنبور نر هاپلوئید $n=20$ و مادهٔ دیپلوئید $2n=40$ است، پس ژنگان هسته را با بررسی ۲۰ کروموزوم نر و ژنگان میتوکندری را با بررسی یک دنای آن کامل می‌کنیم در نهایت باید به بررسی ۲۱ دنا بپردازیم. **ج)** همیشه این قیدهای «به‌طور قطع» را با دیدگاه منفی نگاه کنید! هر راه‌اندازی که برای ژن تولید رنای پیک و پروتئین فعالیت نمی‌کند، ممکن است برای ساخت رنای ناقل یا رنای رناتنی فعالیت کند. در این حالت به تولید رنای پیک و پروتئین نمی‌پردازد. **د)** جهش در توالی میانه (اینترون) نوعی جهش **خنثی** محسوب می‌شود ولی جهش خاموش مربوط به توالی‌های اگزون در قسمت‌های قابل ترجمه می باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱): درست.** جهش جانشینی چارچوب خواندن را تغییر نمی‌دهد. **گزینهٔ (۲):** نادرست. بین هموگلوبین داسی و سالم، تفاوت در دو آمینواسید است که در هر رشتهٔ بتا، آمینواسید ششم متفاوت است. **گزینهٔ (۳):** نادرست. در هر جهش ساختاری (هر ۴ نوع) کروموزومی، شکستن پیوند فسفودی‌استر رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** نادرست. در جهش‌های جانشینی، سه حالت خاموش، دگرمعنا و بی‌معنا وجود دارد.

۳۷۴۵ ۲) در مورد این پرسش برای **پیدا کردن ژنگان انسان باید از دو نوع اسپرم که یکی X و دیگری Y دارد** استفاده کرد، چون در قطعهٔ میانی آن هم ژنگان میتوکندری وجود دارد ولی تخمک انسان همیشه فاقد Y است و ردیابی کاملی از ژنگان انسان نمی‌دهد. دلیل نادرست بودن گزینهٔ (۱) این است که ممکن است اسپرم نیز مانند تخمک، فام‌تن X داشته باشد و سر Y بی‌کلاه می‌ماند. دقت کنید گزینهٔ (۳) در مورد واژهٔ **حداقل**، رد می‌شود.

۳۷۴۶ ۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** زنان به دلیل کروموزوم X بزرگ‌تر از Y، تعداد ژن‌های بیشتری دارند ولی تنوع صفات در مردان بیشتر است چون صفات روی کروموزوم Y در زنان وجود ندارد. **گزینهٔ (۲):** ژنگان و دناهای سیتوپلاسمی از تخمک مادر تأمین می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** در ژنگان از هر دو الل، یکی از آن‌ها را بررسی می‌کنیم تا محل آن را پیدا کنیم. **گزینهٔ (۴):** اگر صفت فوق چند جایگاهی باشد این عبارت صحیح است.

۳۷۴۷ ۱) همهٔ موارد صحیح هستند.

بررسی موارد **الف)** دوپار (دیمر) تیمین مدنظر بوده است که باعث اختلال در عمل دنابسپاراز شده و عمل نوکلئازی (ویرایش) این آنزیم و بسپارازی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. **ب)** اگر آنزیم فوق از جنس رنا بوده باشد، جمله صحیح است چون رنا آمینواسید ندارد. **ج)** مثلاً اگر جهش در بخش درون ژن سازندهٔ عامل رونویسی یا سایر پروتئین‌های تنظیمی رخ دهد، روی تولید پروتئین‌ها در سایر ژن‌ها، تأثیر دارد. **د)** جهش تغییر در چارچوب، می‌تواند تعداد آمینواسیدها را برای تولید پروتئین تغییر ندهد.

۳۷۴۸ ۲) موارد (ب) و (ج) صحیح هستند. *(بی‌دقتی در طراحی تست کنکور۱)*

بررسی موارد **الف)** نادرست. تحت تأثیر جهش، ممکن است هیچ تغییری در رنا و آنزیم ایجاد نشود و یا حتی اگر هم تغییر ایجاد کند ممکن است بر فعالیت آنزیم اثرگذار نباشد (باز هم قید "هر آنزیم" دلیل نادرستی آن است). **ب) درست.** در جهش مضاعف‌شدگی می‌توان انتقال نوعی ژن و یا بخشی از کروموزوم را از یک کروموزوم به کروموزوم همتای خودش مشاهده کرد و در جهش جابه‌جایی نیز می‌توان بین دو کروموزم غیرهمتا، جابه‌جایی یک‌طرفه یا دوطرفه قسمتی از کروموزوم را مشاهده کرد (قید "می‌تواند" دلیل درستی آن است). **ج) درست.** خوب دقت کنید! رمزه یا کدون برای رنا و رمز برای دنا می‌باشد! ما جهش در رمز داریم نه رمزه! ولی احتمالاً منظور طراح با توجه به شکل کتاب درسی در فصل ۴ دوازدهم، جهش در الگوی ساخت آن بوده است که می‌تواند طول رنا را تغییر دهد و چارچوب را عوض کند. **د)** نادرست. دقت کنید در هر جهش کوچک همهٔ این اتفاقات با هم نمی‌افتند! علاوه‌بر این جهش‌های دیگری نیز وجود دارند که کوچک تلقی می‌شوند. در اینجا واژهٔ (و) اگر به (یا) تبدیل می‌شد، شاید می‌توانستیم درست بگیریم. البته تشکیل دوپارتیمین نیز نوعی جهش کوچک است که بدون تغییر در نوکلئوتیدهای ژن اتفاق می‌افتد.

۳۷۴۹ ۲) فقط مورد (ب) نادرست است. ملخ نوعی جانور بوده و یوکاریوتی می‌باشد. پس همان‌طور که در فصل ۲ خواندید، فاقد پروتئین‌های تنظیمی از نوع فعال‌کننده یا مهارکننده می‌باشد.

بررسی موارد **الف)** و **ج)** اگر توالی تنظیمی، مثلاً راه‌انداز یا افزاینده دچار جهش شود، مقدار رونویسی تغییر می‌کند، مثلاً تغییر در راه‌انداز مربوط به ژن سازندهٔ رنابسپاراز ۲، ممکن است رونویسی و ساخت این آنزیم را زیاد یا کم یا متوقف کند. اگر این جهش مقدار ساخت رنابسپاراز ۲ را زیاد کند، این آنزیم می‌تواند ساخت $mRNA$ را از سایر ژن‌ها افزایش دهد. **د)** هر جهشی که درون ژن و در توالی‌های مربوط به ساخت پروتئین رخ دهد، می‌تواند سبب تغییر در ساختار پروتئین‌ها شود. اگر این پروتئین، یک آنزیم باشد و جهش مورد نظر در **جایگاه فعال** آن رخ داده باشد، احتمال **تغییر عملکرد آنزیم بسیار زیاد است.**

۳۷۵۰ ۴) دقت کنید که همه‌چیز عبارت گزینهٔ (۴) صحیح است ولی در نوکلئوزوم، دنا حدود دو دور در اطراف هیستون‌هاست (نه برعکس).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در یوکاریوت‌ها ژنوم در هسته و سیتوپلاسم است که توالی افزاینده هم در آن‌ها وجود دارد (البته هر ژنی به افزاینده نیاز ندارد). **گزینهٔ (۲):** در مورد پروکاریوت‌ها می‌باشد که به‌جز تنظیم مثبت رونویسی در سایر حالات رنابسپاراز به تنهایی راه‌انداز را شناسایی می‌کند. **گزینهٔ (۴):** در مورد وجود توالی افزاینده در یوکاریوت‌ها صحیح است.

پیامد جهش ۳۷۵

موارد مقایسه	اثر بر توالی دنا	اثر بر توالی رنا	اثر بر توالی آمینواسیدی پروتئین	اثر بر مقدار پروتئین
جهش در توالی درون‌ژنی	+	+	می‌تواند داشته باشد.	–
جهش در توالی بین ژنی غیرتنظیمی	+	–	–	–
جهش در توالی بین ژنی تنظیمی	+	–	–	می‌تواند داشته باشد.

۳۷۵۱ ۱) دو صفت وابسته به X، اگر هر کدام یک جایگاه ژنی داشته باشند، این مرد، دو الل روی یک کروموزوم و خواهرش چهار الل روی دو تا X دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** چون صفت وابسته به X است، فقط از مادر به این مرد رسیده است. **گزینهٔ (۳):** در قلب، یاخته‌های حداکثر دوهسته‌ای در ماهیچه‌ها هستند ولی برون‌شامه فقط یاختهٔ تک‌هسته‌ای دارد که دارای یک X بوده و دو الل دارد. **گزینهٔ (۴):** در والد ماده که این تخمک را داده است، یاخته‌های پیکری دیپلوئید هستند و احتمال جهش مضاعف‌شدگی دارند.

انواع جهش‌ها از نظر نوع ایجاد

جهش ارثی
- از **یک یا هر دو والد** می‌تواند توسط گامت‌ها (کامه‌ها) به فرزند برسد.
- در انتقال بیماری مستقل از جنس نهفته، دو گامت هر دو والد دارای ژن جهش یافته بوده است.
- در انتقال الل بیماری **بارز**، وجود الل دارای جهش در **یک گامت** کافی است.
- در بیماری وابسته به X نهفته، ژن جهش یافته در پسران بیمار، فقط از مادر به آن‌ها رسیده است.
- این جهش در یاختهٔ تخم وجود داشته است و با **میتوز** به همهٔ یاخته‌های پیکری جاندار می‌رسد.
- بیماری‌های وابسته به Y، فقط از پدر به پسران می‌رسند.
- صفاتی که از میتوکندری به نسل بعد می‌رسند، فقط از مادر به ما رسیده است.

جهش اکتسابی
- از محیط و عوامل محیطی کسب می‌شود **ولی در ابتدای تشکیل تخم وجود نداشته است.**
- در همهٔ یاخته‌ها و مناطق بدن ژن‌های جهش یافته وجود **ندارند**.
- سیگار کشیدن می‌تواند سبب ایجاد این نوع جهش در یاخته‌های سیستم **تنفسی** شود.
- اگر در یاخته‌های جنسی صورت گیرد، می‌تواند سبب به ارث رساندن آن بیماری شود.
- می‌تواند عوامل
  - فیزیکی ← قبل فرابنفش باشد ← دیمرتیمین ← اختلال در دنابسپاراز
  - شیمیایی ← مثل بنزوپیرن ← سبب سرطان شود.

۳۷۵۲: (۳) موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) درست. با توجه به فصل ۶ یازدهم و عمل نقاط وارسی G_1 این عبارت صحیح است. (ب) **نادرست.** دیمر تیمین دو پیوند اشتراکی غیر فسفودی‌استری بین دو باز آلی تیمین مجاور هم دارد. (ج) **نادرست.** این جهش می‌تواند روی ژن راکیزه باشد و از مادر به همهٔ فرزندان برسد. (د) **نادرست.** *عینک بزار! سدیم‌نیتریت! نه سدیم‌نیترات!*

عوامل جهش‌زای شیمیایی
- عواملی مثل دود سیگار و سایر دخانیات، مواد غذایی دودی شده مثل گوشت و ماهی دودی، برخی ویروس‌ها، قرص‌های ضدبارداری، نوشیدنی‌های الکلی می‌توانند در این گروه قرار گیرند.
- **بنزوپیرن** موجود در **دود سیگار** جهشی ایجاد می‌کند که سبب سرطان می‌شود (تولید پرفورین و اینترفرون نوع ۲ را زیاد می‌کند).
- سیگار کشیدن در ایجاد جهش در یاخته‌های دستگاه تنفس مؤثر است.
- مصرف دخانیات، آلودگی‌ها و نوشیدنی **الکلی** می‌تواند سبب ایجاد گامت غیرعادی و ایجاد فرزند داون شود.

۳۷۵۳: (۱) از مواد شیمیایی جهش‌زا می‌توان به بنزوپیرن اشاره کرد که در دود سیگار وجود دارد و جهشی ایجاد می‌کند که به سرطان منجر می‌شود و به تحریک تولید اینترفرون نوع ۲ می‌پردازد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** جهش می‌تواند به خاطر خطا در همانندسازی (زیستی) و یا عوامل جهش‌زای محیطی نیز رخ دهد. **گزینهٔ (۳):** سدیم نیتریت در بدن به ترکیباتی **تبدیل** می‌شود که تحت **شرایطی** قابلیت سرطان‌زایی و افزایش تولید پرفورین دارند. **گزینهٔ (۴):** پرتوی فرابنفش سبب ایجاد دوپارتیمین در یک رشتهٔ دنا می‌شود.

نکات مهم در عوامل سرطان‌زا و پیشگیری از سرطان در تست‌ها
- **سبک زندگی** و **تغذیهٔ سالم**، نقش مهمی در پیشگیری از سرطان دارند.
- غذاهای گیاهی که عوامل پاداکسنده و الیاف سلولزی دارند در **پیشگیری** از سرطان مؤثرند (البته گیاهان در تولید داروی شیمی‌درمانی هم مؤثرند).
- **ورزش** و **وزن مناسب** از عوامل مهم در حفظ سلامت می‌باشند.
- شیوهٔ فراوری و پخت غذا بر سلامت اثر می‌گذارد، مثلاً غذاهای نمک‌سود یا دودی شده، شیوع سرطان را بالا می‌برند.
- ارتباط برخی سرطان‌ها با مصرف **زیاد** غذاهای کباب شده یا سرخ شده مشخص شده است.
- ترکیبات نیتریت‌داری مثل **سدیم نیتریت** که برای ماندگاری محصولات پروتئینی مثل سوسیس و کالباس اضافه می‌شوند، در بدن و در **شرایطی** به ترکیبات سرطان‌زا **تبدیل** می‌شوند، در نتیجه، مصرف زیاد آن از عوامل ایجاد سرطان می‌باشد.

۳۷۵۴: (۳) سؤال در مورد جهشی به نام دیمرتیمین است. موارد (ج) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. در پی دیمرتیمین، در کار دنابسپاراز اختلال ایجاد می‌شود. (ب) نادرست. دیمرتیمین تغییر تعداد ندارد. (ج) **درست.** طبق شکل کتاب صحیح است. (د) **درست.** چون دیمرتیمین فعالیت دنابسپاراز را مختل می‌کند، پس ویرایش مختل شده و احتمال جهش در حین همانندسازی زیاد می‌شود.

۳۷۵۵: (۴) همهٔ موارد عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند.

نکته
اگر اشکال جدا نشدن کروموزوم‌ها در آنافاز ۱ میوز رخ دهد، هر چهار گامت غیرعادی خواهند شد ولی اگر در آنافاز ۲ رخ دهد، فقط یاخته‌های آن تقسیم غیرعادی می‌شوند.

بررسی موارد (الف) در صورت اشکال در آنافاز ۱ برای تولید اسپرم، از چهار اسپرم حاصل دوتا ۲۴ کروموزومی و دوتا ۲۲ کروموزومی ایجاد می‌شود که همگی غیرعادی هستند. (ب) اگر فقط یک اسپرماتوسیت ثانویه در آنافاز ۲ دچار مشکل شود، دو گامت ۲۳ کروموزومی، یک گامت ۲۴ و یک ۲۲ کروموزومی ایجاد می‌شود. (ج) در صورت این اشکال در اووسیت اولیه، یک اووسیت ثانویهٔ حجیم و یک جسم‌قطبی کوچک ایجاد می‌شود که یکی ۲۴ و دیگری ۲۲ کروموزوم دارد. (د) همواره هر میوز در زنان اگر نهایی شود، یک گامت ایجاد می‌کند.

۳۷۵۶: (۱) فقط مورد (د) صحیح است. *این تست رو می‌زنیم به سلامتی فصل یک دهم!*

بررسی موارد (الف) نادرست. بوم‌سازگان شامل چند جمعیت (و یک اجتماع) و محیط است که تفاوت‌های فردی زمینه‌ساز پایداری در **یک اجتماع** موجود در آن است (نه اجتماع‌ها). (ب) نادرست. در تعریف اجتماع، عوامل محیطی غیرزنده وجود ندارد. از طرفی چون **محیط** تعیین‌کنندهٔ صفت‌های برتر است، پس بدون عوامل محیطی بروز انتخاب طبیعی معنی ندارد. (ج) نادرست. *از الان تا آخر فصل هزار بار میگم! «انتخاب طبیعی فرد جدید ایجاد نمی‌کند! جمعیت را جدید و سازگارتر می‌کند.»* (د) **درست.** *طب آگر انتقاب طبیعی رو دوست داری باید سطحی از سازمان‌یابی حیات رو پیدا کنی که هم جاندار و هم محیط رو داشته باشه که اولین‌بار می‌شه بوم‌سازگان که سطح هشتمه! ولی انتقاب طبیعی در آن بوم‌سازگان، جمعیت رو عوض می‌کنه که جمعیت سطح ششمه! (البته اگر جاندار تک‌یاخته‌ای بود دیگه اندام و دستگاه و بافت نداشت و جمعیت می‌شد، سطح دوم! (چون یاخته و فرد در یک سطح آن‌ها قرار دارند))*

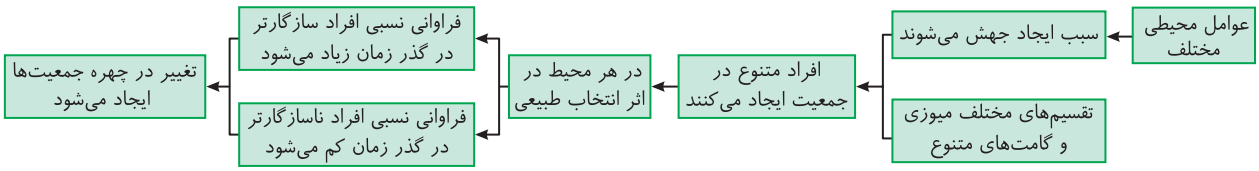
تغییر جمعیت‌ها در گذر زمان در اثر انتخاب طبیعی

باید توجه داشته باشید که تغییر **جمعیت‌ها** غالباً به صورت تغییرات **تدریجی** و در اثر **سازش** افراد با محیط رخ می‌دهد ولی چگونه و بر چه اساسی این تغییرات ایجاد می‌شوند؟ جمعیت از افراد **یک گونه** در **یک مکان و در یک زمان** تشکیل شده است (مثل مجموعه انسان‌هایی که الان در ایران زندگی می‌کنند). خوب می‌دانید که یک گونه به دلیل داشتن یک **ژنگان** مشخص که **مجموعهٔ همهٔ ژن‌ها، الل‌ها و توالی‌های تنظیم کننده و بین ژنی** آن می‌باشد دارای ویژگی‌های **مشترکی** می‌باشند. مثلاً وقتی در خیابان دو گربه را می‌بینیم ناخودآگاه یاد شنا کردن ماهی نمی‌افتیم چون گربه گونه‌ای است که ویژگی‌های مشترک خود را دارد. در بین افراد یک گونه و یک جمعیت **تفاوت‌های فردی** وجود دارد که باعث شناخت و تشخیص این افراد از یکدیگر می‌شود. این تفاوت‌های فردی که در اثر عوامل **ارثی و محیطی** ایجاد شده است هم در گونهٔ انسان و هم در سایر گونه‌ها وجود دارد. مثلاً وقتی از مقایسهٔ دو جمعیت انسان و مار صحبت می‌کنیم می‌توانیم از وجود **دیافراگم** در تشخیص پستانداران و نبود آن در خزندگان استفاده کنیم ولی وقتی از انسان‌های یک جمعیت صحبت می‌کنیم باید برای تشخیص آن‌ها از تفاوت‌ها و ویژگی‌های فردی نشانه‌ای بیاوریم تا بتوانیم افراد مختلف آن جمعیت را از هم متمایز کنیم.

چند نکته در بررسی تست‌ها

- **محیط** تعیین می‌کند کدام صفت در جامعه به نسل بعد منتقل شود که به این فرایند برای انتخاب صفت سازگارتر با محیط، **انتخاب طبیعی** می‌گویند.
- تغییر جمعیت
  - انتخاب طبیعی افراد سازگار را انتخاب می‌کند
    - در نهایت چهرهٔ جامعه را تغییر می‌دهد.
    - فرد را تغییر نمی‌دهد بلکه **جامعه** را تغییر می‌دهد.
    - الل جدیدی ایجاد **نمی‌کند**.
  - جهش ← به‌طور تصادفی سبب **ایجاد** الل جدید در افراد می‌شود ← سبب ایجاد تفاوت در بین افراد می‌شود.
- زیست‌شناسان معتقدند که واژهٔ «صفت بهتر» از نظر علمی زیاد مناسب نیست و بهتر است به جای آن از واژهٔ «صفت سازگارتر» استفاده شود، چون در اثر تغییر شرایط محیط و ایجاد شرایط جدید می‌تواند همان صفت سازگار را به صفت ناسازگاری تبدیل کند. (مثلاً اگر هوای گرم جدیدی به جای هوای سرد قبلی در محیط ایجاد شود، از آن به بعد، صفت سازگار مقاوم به سرما به صفت ناسازگار تبدیل می‌شود.)

خلاصهٔ اثر انتخاب طبیعی

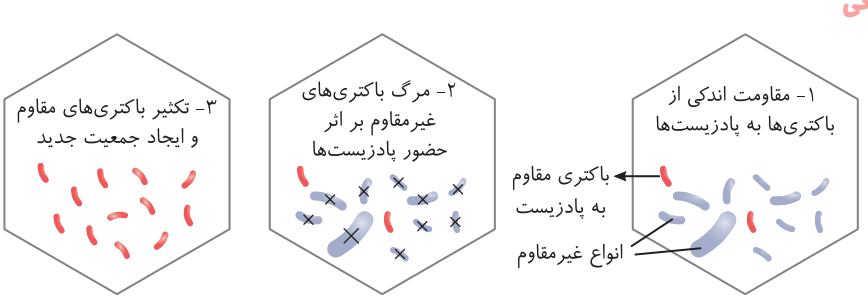


۳۷۵۷: (۱) فقط مورد (ب) نادرست است. طبق متن کتاب درسی X همان پادزیست یا آنتی‌بیوتیک است و Y باکتری‌های بیماری‌زا است.

بررسی موارد (الف) پلازمید (دیسک) درون باکتری به تعدادی می‌تواند باشد و ژن تولید پادزیست داشته باشد. (ب) و (د) انتخاب طبیعی فرد را تغییر نمی‌دهد بلکه جمعیت را تغییر می‌دهد که این عمل در اثر تنوع باکتری‌ها و مقاومت برخی از آن‌ها بوده است. (ج) خط کتاب درسی است. (ه) در مورد اثر لیزوزیم روی باکتری‌های بیماری‌زا صحیح است.

تغییر جمعیت باکتری‌ها در اثر انتخاب طبیعی

- در مقاومت باکتری‌ها به آنتی‌بیوتیک‌ها دقت کنید ابتدا **جهش** روی می‌دهد و **تعدادی** باکتری به آنتی‌بیوتیک مقاوم می‌شوند و سپس انتخاب طبیعی این گروه مقاوم را برگزیده و با افزایش شانس زادآوری، فراوانی نسبی آن‌ها را نسل به نسل زیاد و فراوانی نسبی دیگر باکتری‌ها را کم می‌کند.



- در انتخاب طبیعی، **فراوانی** باکتری‌های مقاوم به پادزیست افزایش و فراوانی باکتری‌های غیرمقاوم به پادزیست **کاهش** می‌یابد.
- در جمعیت اولیه، تعداد باکتری‌های مقاوم به پادزیست کمتر از باکتری‌های غیرمقاوم به پادزیست است.
- در این حالت واضح است که بیشتر باکتری‌ها فاقد ژن مقاومت به پادزیست هستند و از بین می‌روند.
- انواع باکتری‌ها
  - مقاوم به پادزیست
    - ژن مقاوم به پادزیست و توانایی تبدیل پادزیست به مواد غیرکشنده را دارد.
    - در اثر انتخاب طبیعی باقی می‌مانند و به مرور زمان تعداد آن‌ها افزایش پیدا می‌کند.
  - غیرمقاوم به پادزیست
    - ژن مقاوم به پادزیست و توانایی تبدیل پادزیست به مواد غیرکشنده را ندارد.
    - در اثر انتخاب طبیعی از بین می‌روند و به مرور زمان تعداد آن‌ها کاهش پیدا می‌کند.

۳۷۵۸: (۴) خزانهٔ ژنی دو جمعیت از یک گونه با هم متفاوت است چون خزانهٔ ژنی **فقط** مجموعه **دگره‌ها** در همهٔ جایگاه‌های ژنی یک جمعیت است که به افراد آن جمعیت بستگی دارد ولی چون همگی **از یک گونه** هستند، ژنوم (ژنگان) یکسانی دارند و در یک مکان و زمان می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها *گزینهٔ (۱): اصلاً قبل از کشف ژنتیک کی می‌دونست خزانهٔ ژنی چیه دایی جون! گزینهٔ (۲): این که تعریف ژنگان یا همون ژنوم خودمونه رفیق که گفتار قبل توضیح داریم به همه چیز حتی توالی بین‌ژنی هم کار داره! گزینهٔ (۳): خزانهٔ ژنی فقط کارش با ژن‌هاست! اصلاً مثل ژنوم به توالی بین‌ژنی کاری نداره!*

نکته

راستی می‌دونی ژنوم تو با من یکیه؟! خب ناسلامتی جفتمون آدمیم! ولی خزانهٔ ژنی ما با هم فرق داره به خدا حتی با پدر و مادرمون هم فرق داره!

تعریف ژنوم و خزانهٔ ژنی جمعیت

مجموعه افراد **یک گونه** که **در یک زمان** و **در یک مکان** در حال یک زندگی گذرا می‌باشند را یک **جمعیت** می‌گویند که در پریاخته‌ای‌ها ششمین سطح سازمان‌یابی حیات است مثلاً مجموعه باکتری‌های موجود در باغچهٔ منزل ما در حال حاضر، تعریف درستی از یک جمعیت نمی‌باشد چون باکتری‌ها دارای **گونه‌های بسیار زیادی** هستند که با هم تفاوت‌های زیادی در **ژنوم** خود دارند. در گفتار قبل بررسی کردیم که **هر گونه یک ژنوم اختصاصی ویژهٔ خود دارد ولی در این گفتار به یک واژه به نام «خزانهٔ ژنتیکی» می‌پردازیم.** بدیهی است که ژنگان (ژنوم) هر گونه با گونهٔ دیگر به دلیل جایگاه ژن‌های مختلف، متفاوت است ولی **خزانهٔ ژنتیکی** مجموعهٔ همهٔ **الل‌ها** (ژن‌ها)ی همهٔ افراد یک جمعیت در همهٔ کروموزوم‌های آن‌ها می‌باشد. در تعریف خزانهٔ ژنتیکی باید دقت کنید که هر دو الل یک جایگاه ژنی و دستورالعمل آن‌ها را باید بررسی کنیم مثلاً ببینیم در یک جمعیت چند الل A و چند a وجود دارد. چون در یک جمعیت، افراد مختلف نیز با هم تفاوت‌های فردی دارند **پس خزانهٔ ژنی یک جمعیت از گونهٔ انسان با خزانهٔ ژنی جمعیت دیگر از انسان‌های جمعیت دیگر، متفاوت است.** مثلاً یک جمعیت ۱۰۰ نفره در روستایی در شیراز با روستایی در تبریز خزانهٔ ژنی متفاوت دارند ولی ژنوم یکسانی دارند. از طرفی هر جمعیت، نسبت به عوامل محیطی، سازش و پاسخ متفاوتی دارد پس خزانهٔ ژنی یک جمعیت از گونهٔ انسان در یک مکان با خزانهٔ ژنی جمعیت دیگر از انسان‌های محل دیگر متفاوت است. از طرفی هرچه تعداد بیشتری از افراد یک جمعیت با شرایط محیطی سازگار باشد، آن جمعیت شانس بقا و ماندگاری بیشتری دارد.

۳۷۵۹ : ۴) جیبرلا نوعی قارچ و جانداری **یوکاریوتی** است. ریزوبیوم هم که باکتری است و پروکاریوت می‌باشد. حتماً می‌دانید که کروموزوم‌های اصلی هستهٔ یوکاریوت‌ها دارای مجموعه‌ای از پروتئین‌ها در کنار مولکول DNA خطی است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در یوکاریوت‌ها مادهٔ ژنتیک اصلی که درون هسته است برخلاف پروکاریوت‌ها به غشای پلاسمایی متصل نیست. **گزینهٔ (۲):** در یوکاریوت‌ها، ژنوم مجموعهٔ ژن‌ها، توالی‌های تنظیمی و بین‌ژنی روی دنای خطی هسته و حلقوی سیتوپلاسم می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** در تعریف خزانهٔ ژنتیکی یک جمعیت، همهٔ ژن‌های (الل‌های) روی همهٔ کروموزوم‌ها را بررسی می‌کنیم و کاری به توالی‌های تنظیمی و بین‌ژنی نداریم. در حالی‌که برای پیدا کردن ژنوم، به بررسی جایگاه ژن، توالی بین‌ژنی و تنظیمی در یکی از دو کروموزوم همتا می‌پردازیم.

۳۷۶۰ : ۱) سؤال در مورد نقش **جهش** می‌باشد که چون ساختار ژنی جمعیت را عوض کرده است دگرهٔ جدید ایجاد کرده و خزانهٔ ژنی را غنی‌تر کرده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** **بسیاری** از جهش‌ها تأثیر فوری بر جمعیت ندارند و ممکن است تشخیص داده نشوند. (قید قطعاً عامل رد گزینه است.) **گزینهٔ (۳):** جهش ساختار ژنی فرد را تغییر می‌دهد و اگر دو طرفه یکسان (A↔a) نباشد آن‌گاه ساختار ژنی جمعیت و تعادل را برهم می‌زند (در متن سؤال گفته ساختار ژنی عوض شده است). **گزینهٔ (۴):** این عبارت با قید ممکن است هم می‌شود.

عوامل برهم زنندهٔ تعادل جمعیت

۱) جهش

در حقیقت جهش‌ها در اثر عوامل مختلفی ایجاد می‌شوند و همواره سبب **ایجاد تنوع** در افراد جامعه می‌شوند و خزانهٔ ژنی را با **ایجاد** الل‌های **جدید** غنی‌تر می‌کند و **ساختار ژنی فرد و جمعیت** را تغییر می‌دهد.

در یک جمعیت از گونه‌هایی که تولیدمثل جنسی ندارند، چون میوز و تنوع ژنتیکی ایجاد نمی‌شود، تنها عاملی که سبب ایجاد تفاوت‌های فردی در جمعیت می‌شود **جهش** می‌باشد، مثلاً در باکتری‌ها که **فقط** تولیدمثل **غیرجنسی** دارند و معمولاً هر ۲۰ دقیقه تقسیم می‌شوند، نسل‌های مختلف کاملاً مثل نسل قبل خود می‌شوند ولی وقوع جهش سبب ایجاد تنوع در جمعیت آنان می‌شود. **در حقیقت بدون جهش هیچ نوع تنوعی در افراد و جمعیت آن‌ها ایجاد نمی‌شود.**

چند نکتهٔ مهم از جهش در بررسی تست‌ها

- جهش، مادهٔ خام و منشأ گوناگونی در افراد جمعیت می‌باشد و سبب **ایجاد الل جدید** در فرد می‌شود. این الل جدید علاوه‌بر اینکه خزانهٔ ژنی را غنی‌تر می‌کند، اگر سازگارتر از الل‌های قبلی باشند، می‌توانند در محیط سبب بقای بیشتر **فرد** شوند و احتمال انتقال آن الل به نسل بعد نیز زیاد می‌شود. البته جهش، **جهت** تغییرات جمعیت را مشخص نمی‌کند و انتخاب طبیعی، عاملی است که سبب افزایش فراوانی نسبی الل سازگارتر جدید در جامعه می‌شود و در نهایت با ایجاد جهت در تغییرات، چهره جمعیت را دگرگون می‌کند.
- لازم به ذکر است که در بیشتر موارد، جهش می‌تواند اللی ایجاد کند که با محیط ناسازگار باشد و نتواند خود را به مقدار زیادی به نسل بعد برساند چون حالت عادی را از بین می‌برد.
- **بسیاری** از جهش‌ها، تأثیر فوری بر رخ‌نمود ندارند و به همین دلیل ممکن است تشخیص داده نشوند. جهش همواره روی ژن‌نمود اثر می‌کند که اگر این ژن در بدن تکثیر یابد و بیان شود می‌تواند روی رخ‌نمود نیز تأثیر کند. مثلاً جهش در توالی بین ژنی یا تنظیمی روی خزانهٔ ژنی جامعه اثر ندارد و تغییری در ساختار ژنی جامعه ایجاد نمی‌کند.
- در جمعیت گونه‌هایی که تولیدمثل **جنسی** دارند نیز جهش، منشأ تنوع و تفاوت‌های فردی می‌شود ولی به غیر از جهش، عواملی مثل نوترکیبی گامت‌ها و کراسینگ‌اور که در میوز ایجاد می‌شود نیز سبب ایجاد گامت‌ها با ترکیب ژنی متنوع و ژن‌نمود و رخ‌نمودهای جدید در نسل بعد می‌شود.
- اگر در جامعه‌ای جهش رخ ندهد، پس از چند نسل چه در تولیدمثل جنسی و چه در تولیدمثل غیرجنسی، گوناگونی افراد یک جمعیت به تدریج کم و کمتر خواهد شد.
- جهش سبب تغییر در فرد می‌شود و مادهٔ خام تغییرات در جامعه می‌باشد ولی عاملی که **جهت** تغییرات را مشخص می‌کند همان سازش با محیط یا **انتخاب طبیعی** می‌باشد.
- جهش در توالی بین ژنی و بخش‌های تنظیمی، سبب ایجاد الل جدید و غنی‌سازی خزانهٔ ژنتیکی نمی‌شود.
- جهش هنگامی می‌تواند در حین همانندسازی DNA رخ دهد که ویرایش روی آن صورت نگرفته باشد ولی در برخی موارد ممکن است پس از همانندسازی نیز در اثر عوامل جهش‌زا، نوع ژن‌ها تغییر یابند و دچار جهش شوند.
- جهش فرایندی تصادفی و پیوسته می‌باشد که همواره سبب افزایش گوناگونی در جامعه و خزانهٔ ژنی می‌شود.
- گاهی ممکن است الل جدیدی که در اثر جهش ایجاد شده است و ناسازگار بوده است در اثر تغییر شرایط محیطی، به اللی سازگارتر از انواع قبلی با محیط جدید تبدیل شود.
- اگر در اثر جهش، تعداد تغییرات ایجاد شده برای تبدیل $A \leftarrow a$ برابر با جهش‌های $a \leftarrow A$ باشد. در این صورت خزانهٔ ژنی جامعه تغییر نمی‌کند و تعادل نیز به هم نمی‌خورد.
- جهش تنها عاملی است که هم ساختار ژنی فرد و هم ساختار ژنی جمعیت را می‌تواند تغییر دهد.

۳۷۶۱: (۴) رانش دگره‌ای، در اثر از بین رفتن برخی دگره‌های افراد به صورت **تصادفی** صورت می‌گیرد. رانش برخلاف انتخاب طبیعی به **سازش** نمی‌انجامد ولی در اثر حوادث طبیعی مثل سیل، زلزله و... رخ داده و جامعه را از حالت تعادل دگره‌ای خارج می‌کند. این فرایند در جمعیت‌های کوچک‌تر که تعداد افراد کمتری دارند، تأثیر و نمود بیشتری دارد.

عوامل بر هم زنندهٔ تعادل در جمعیت

۲) رانش

(۱) رانش ژن، فرایندی است که باعث **تغییر فراوانی الل‌ها** در اثر رویدادهای **تصادفی** می‌شود. در اثر رانش تعدادی از افراد جامعه از بین می‌روند یا به جای جدیدی مهاجرت می‌کنند. رانش ژن **برخلاف** انتخاب طبیعی به **سازش نمی‌انجامد**.

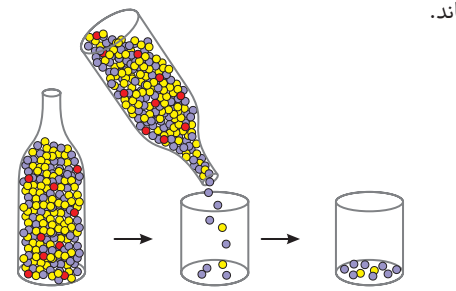
(۲) **اندازهٔ هر جمعیت بیانگر تعداد افراد آن جمعیت می‌باشد** که بر **بقای جمعیت** مؤثر است. عواملی مانند مرگ‌ومیر و مهاجرت به خارج، سبب کاهش اندازهٔ جمعیت می‌شود ولی تولد زنده و مهاجرت به داخل سبب افزایش تعداد افراد جامعه می‌شود.

(۳) برای آنکه جمعیتی در حال تعادل ژنی در الل‌های خود باشد باید **اندازهٔ بزرگی** داشته باشد تا با آمیزش‌های تصادفی تغییری در فراوانی الل‌های جامعه ایجاد نشود و از حالت تعادل خارج نشود.

(۴) رانش در جمعیت‌های **کوچک** اثر بیشتری دارد چون مثلاً اگر در جامعه‌ای کوچک تعدادی از افراد از بین بروند، ممکن است یک نوع الل با خود از بین ببرند و جامعه نسل بعد فاقد آن الل باشد. مثلاً اگر در مزرعه‌ای ۱۰ بوته گل میمونی قرمز، ۲ بوته صورتی و ۴ بوته سفید وجود داشته باشد و گوسفندی همهٔ گل‌های **صورتی** (RW) و **سفید** (WW) را از بین ببرد در این صورت دیگر الل سفیدی (W) در جمعیت نسل بعد و این نسل باقی نمی‌ماند.

اثر رانش‌های بزرگ در نسل بعد

عواملی محیطی مثل سیل، زلزله، آتش‌سوزی و نظایر آن می‌توانند در برخی موارد سبب حذف تعداد زیادی از افراد یک جمعیت شوند و تعداد بازماندگان کمی بر جا بگذارد. در این حالت بیشتر خزانهٔ ژنی جمعیت از بین می‌رود و الل‌های باقی‌مانده نسل بعد را ایجاد می‌کنند. **در صورت بروز این اتفاق، نسل بعد از خزانهٔ ژنی محدودتری ایجاد شده‌اند و افراد آن به هم شبیه‌تر می‌باشند.**



«کاهش شدید در اندازهٔ جمعیت باعث تغییر فراوانی‌های دگره‌ای می‌شود.»

نکته

هرچه رانش شدیدتر باشد، خزانهٔ ژنی باقی‌مانده محدودتر می‌شود و اثر رانش بیشتر مشخص می‌شود چون فراوانی نسبی الل‌ها سریع‌تر تغییر می‌کند. مثلاً در شکل مقابل مشاهده می‌کنید که در نسل بعد و جمعیت باقی‌مانده اصلاً افراد قرمز و الل‌های آن‌ها دیده نمی‌شود.

۳۷۶۲: (۳) اگر دگره(های) ورودی به جمعیت مقصد **جدید** باشد یعنی جمعیت مقصد از آن دگره نداشته باشد، در این صورت می‌تواند سبب افزایش تنوع شود اما اگر دگرهٔ ورودی جدید نباشد تنوع را افزایش نخواهد داد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تا وقتی جمعیت در حال **تعادل** است، تغییر در آن، مورد انتظار نیست. اگر جمعیت از حال تعادل خارج شود، روند تغییر را در پیش گرفته است. شارش ژنی می‌تواند باعث برهم زدن تعادل در یک جمعیت شود یا در مواردی که جهش و شارش یکسان و دوطرفه انجام شود تغییر در پیش نگیرند. **گزینهٔ (۲):** در طی شارش ژن، افراد بین دو **جمعیت** با افراد یک گونه جابه‌جا می‌شوند، پس حتماً ژنوم آن گونه در دو جمعیت یکسان است ولی خزانهٔ ژنی دو جمعیت متفاوت است. **گزینهٔ (۴):** شارش ژن با تبادل دگره‌ها بین جمعیت‌ها بر شباهت خزانهٔ ژنی آن‌ها می‌افزاید.

عوامل بر هم زنندهٔ تعادل در جمعیت

۳) شارش ژن

شارش ژن همان مهاجرت ژن می‌باشد و وقتی ایجاد می‌شود که تعدادی از افراد **یک گونه** از یک جمعیت به جمعیت دیگری می‌روند. در اثر مهاجرت، هم‌زمان با شارش افراد، ژن‌های آن‌ها نیز از جمعیت مبدأ به جمعیت مقصد وارد می‌شوند و اگر این روند یک‌طرفه باشد، سبب کاهش تنوع در جمعیت مبدأ و افزایش تنوع در جمعیت مقصد می‌شود.

چند نکتهٔ مهم شارش در بررسی تست‌ها

- اگر بین دو جمعیت شارش تصادفی ژن‌ها به صورت دوطرفه ادامه یابد، به تدریج و نسل به نسل خزانهٔ ژنی دو جمعیت به هم **شبیه‌تر** می‌شوند.
- شارش ژن نیز همانند جهش، رانش و انتخاب طبیعی سبب تغییر در فراوانی نسبی الل‌ها و گوناگونی ساختار ژنی در جمعیت می‌شوند.
- شارش همانند جهش، تنوع الل‌ها، گوناگونی جمعیت و خزانهٔ ژنی را متنوع‌تر می‌کند ولی همانند جهش اگر **دوطرفه و یکسان** صورت گیرد، خزانهٔ ژنی را برهم نمی‌زند. مثلاً شارش سبب می‌شود که در جمعیت پذیرنده، با ورود ژن‌ها، خزانهٔ ژنی جمعیت **غنی‌تر** شود ولی اگر مثلاً بین دو جمعیت ۱۰ نفر AA مبادله شوند، در این صورت خزانهٔ ژنتیکی تغییر نمی‌کند.
- شارش برخلاف جهش خزانهٔ ژنی فرد را تغییر نمی‌دهد ولی همانند جهش خزانهٔ ژنی جمعیت را تغییر می‌دهد.
- شارش تنها عامل محیطی است که در ایجاد گونه‌زایی دگرمیهنی قطع می‌شود (گفتار ۳).

۳۷۶۳: (۱) **بررسی گزینه‌ها** *گزینهٔ (۱): درسته و از شروط واجبه! گزینهٔ (۲): شاید کرم پهن خود بارور بود و اصلاً با کس دیگر آمیزش نکرد! گزینهٔ (۳): خب این بره که ؛ اگر سازگار ترها شانس بیشتری داشته باشند که تعادل نمیشه و انتقاب طبیعی تعادل رو به هم می‌زند. گزینهٔ (۴): نه لزوماً؛ باید نسبتشون ثابت بمونه یعنی اگر زیاد میشن، همه دو برابر بشن.*

عوامل بر هم زنندهٔ تعادل در جمعیت

۴) آمیزش غیرتصادفی

یکی از شروط باقی ماندن جمعیت در تعادل ژنی، آمیزش‌های **تصادفی** می‌باشد. آمیزش تصادفی یعنی هر فرد بتواند با جنس مخالف خود در جمعیت با **احتمال یکسانی** آمیزش کند. در جمعیت‌های طبیعی معمولاً این اتفاق نمی‌افتد چون جانوران معمولاً جفت خود را بر اساس ویژگی‌های **ظاهری و رفتاری** انتخاب می‌کنند. به آمیزش‌هایی که انتخاب جفت بر اساس ویژگی‌های رخ‌نمودی یا ژن‌نمودی رخ می‌دهد، آمیزش‌های غیرتصادفی می‌گویند. **در این حالت نسبت خالص‌ها به ناخالص‌ها در ژن‌نمود افراد جامعه تغییر می‌یابند** و جامعه به سمت دگرگونی می‌رود (ولی فراوانی الل‌ها تغییر نمی‌کند)، مثلاً اگر در جامعه‌ای قد بلندها با هم و قد کوتاه‌ها با هم آمیزش کنند، به تدریج فراوانی افرادی با قد متوسط کاهش می‌یابد.

۳۷۶۴: ۱) **انتخاب طبیعی** می‌تواند علت مقاوم شدن جمعیت باکتری‌ها به پادزیست‌ها را توضیح دهد. همهٔ موارد صحیح هستند.

بررسی موارد **الف)** جهش با افزودن دگره‌های جدید، خزانهٔ ژنی را **غنی‌تر** می‌کند و گوناگونی را **افزایش** می‌دهد. دگره‌های جدید **ممکن** است سازگارتر از دگره‌های قبلی باشند و منجر به سازگارشدن فرد با محیط شوند اما دقت کنید که **انتخاب طبیعی سازگاری فرد را تغییر نمی‌دهد** بلکه منجر به سازگارشدن **جمعیت** با محیط می‌شود. (این نکته تقریباً در هر کنکوری تکرار می‌شود). **ب)** **رانش**دگره‌ای، پدیده‌ای است که منجر به تغییر فراوانی دگره‌ها بر اثر رویدادهای **تصادفی** می‌شود. هر چه اندازهٔ جمعیت **کوچک‌تر** باشد، اثر رانش دگره‌ای بیشتر است. اگر در اثر رانش، فراوانی ژن‌نمودهای جمعیت **کاهش** یابد، آن‌گاه تفاوت‌های فردی در جمعیت **کم** می‌شود. انتخاب طبیعی هم با انتخاب افراد سازگارتر، تفاوت‌های فردی در یک جمعیت را **می‌کاهد**. **ج)** از بین عوامل برهم‌زنندهٔ تعادل، **شارش ژن** است که بر فراوانی ژن‌نمودهای **دو** جمعیت مختلف اثرگذار است. این عامل همانند جهش و برخلاف انتخاب طبیعی می‌تواند منجر به افزایش تنوع دگره‌ای و ژنوتیپی یک جمعیت در نسل‌های بعدی شود. **د)** آمیزش **تصادفی** آمیزشی است که در آن احتمال آمیزش هر فرد با افراد جنس دیگر در آن جمعیت یکسان باشد. اگر آمیزش‌ها به رخ‌نمود یا ژن‌نمود بستگی داشته باشند دیگر تصادفی نیست و فراوانی نسبی ژن‌نمودها را تغییر می‌دهد. انتخاب طبیعی هم افراد با **رخ‌نمود** سازگارتر را انتخاب می‌کند بنابراین همانند آمیزش غیرتصادفی می‌تواند با توجه به رخ‌نمود افراد یک جمعیت عمل نماید.

عوامل برهم زنندهٔ تعادل در جمعیت

۵) انتخاب طبیعی

در مورد انتخاب طبیعی در ابتدای این فصل بحث کردیم و امیدوارم متوجه شده باشید که انتخاب طبیعی فرایندی است که همواره برحسب شرایط محیطی افرادی که، شانس بقا و تولیدمثل بیشتر دارند را انتخاب کرده و فراوانی نسبی الل‌های سازگار آن‌ها را نسل به نسل بیشتر می‌کند. این فرایند فراوانی نسبی الل‌های ناسازگارتر را نیز کاهش می‌دهد. انتخاب طبیعی برخلاف سایر عواملی که در تغییر جمعیت بررسی کردیم **همواره باعث سازش** جمعیت جانداران با محیط می‌شود ولی همانند جهش، شارش و رانش، سبب تغییر در فراوانی نسبی الل‌ها و جمعیت نیز می‌شود.

نکته

- انتخاب طبیعی به تنهایی سبب کاهش تفاوت‌های فردی در جامعه و کاهش تنوع در جمعیت می‌شود که برای بقای جامعه مناسب نیست، ولی در ادامه به بررسی عواملی می‌پردازیم که این مشکل را برطرف می‌کنند.
- در بین عوامل بر هم زنندهٔ تعادل در جمعیت، فقط جهش سبب تغییر در ساختار ژنی افراد می‌شود ولی هر عامل برهم‌زنندهٔ تعادل جمعیت، سبب تغییر در ساختار ژنی جمعیت می‌شود.

۳۷۶۵: ۲) دقت کنید! الزاماً همهٔ زاده‌های فرد سازگار با محیط، سازگار **نخواهند بود**! زیرا به دلیل رخ دادن **جهش**، **نوترکیبی**، **کراسینگ‌اور** و ... تنوع و گوناگونی تداوم دارد و زاده‌های متنوعی از لحاظ ژن‌نمود می‌توانند ایجاد شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** **بسیاری از** جهش‌ها تأثیری فوری بر رخ‌نمود ندارند و بنابراین ممکن است تشخیص داده نشوند. **گزینهٔ (۴):** **جهش**، با افزودن دگره‌های جدید، خزانهٔ ژن را **غنی‌تر** می‌کند و گوناگونی را افزایش می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** به فرایندی که باعث تغییر **فراوانی دگره‌ای** بر اثر **رویدادهای تصادفی** می‌شود، **رانش دگره‌ای** می‌گویند.

۳۷۶۶: ۳) شارش ژن **برخلاف** جهش، نمی‌تواند در **مادهٔ ژنتیک افراد** تغییر ایجاد کند!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هرچه اندازهٔ یک جمعیت **کوچک‌تر** باشد، رانش دگره‌ای اثر بیشتری دارد. **گزینهٔ (۲):** اگر بین دو جمعیت، شارش ژن به‌طور **پیوسته** و **دو سویه** ادامه یابد، سرانجام خزانهٔ ژن دو جمعیت به هم شبیه می‌شود. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید! طبق متن کتاب درسی، آمیزش‌های غیرتصادفی فراوانی نسبی **ژن‌نمودها** را تغییر می‌دهند. در واقع آمیزش‌های غیرتصادفی فراوانی نسبی الل‌ها را تغییر نمی‌دهند. در حالی که رانش ژن می‌تواند فراوانی نسبی الل‌ها را **همانند** ژن‌نمودها تغییر دهد.

۳۷۶۷: ۳) جهش و شارش عواملی برای ایجاد تنوع در افراد جامعه هستند که در تغییر خزانهٔ ژنی جمعیت نقش اساسی دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** به‌طور مثال به **انتخاب طبیعی** فکر کنید، که دگرهٔ جدید **ایجاد** نمی‌کند ولی فراوانی دگره‌های ناسازگار را کم می‌کند. **گزینهٔ (۲):** نادرست. انتخاب طبیعی عاملی است که بر ساختار ژنی جمعیت (نه فرد) و جهت تغییرات اثر می‌گذارد (دقت کنید که هر عامل برهم زنندهٔ تعادل، ساختار ژنی جمعیت را برهم می‌زند ولی جهش فقط سبب تغییر در ساختار ژنی فرد می‌شود). **گزینهٔ (۴):** **انتخاب طبیعی** چهرهٔ جمعیت را تغییر می‌دهد ولی دگره‌های نامطلوب را کاهش می‌دهند (نه اینکه حذف کند).

۳۷۶ مقایسهٔ رانش دگره‌ای و انتخاب طبیعی

موارد مقایسه	انتخاب طبیعی	رانش دگره‌ای
تصادفی یا غیرتصادفی؟	غیرتصادفی	تصادفی
تعادل را برهم ...	می زند.	می زند.
چگونگی رخ دادن	در گذر زمان و هدفمند	ناگهانی و تصادفی
تنوع خزانه ژنی را ...	می‌تواند کاهش دهد.	می‌تواند کاهش دهد.
چه افرادی را حذف می‌کند؟	افراد ناسازگار	افراد سازگار یا ناسازگار به صورت تصادفی
نتیجه	سازگارشدن جمعیت با محیط	باقی‌ماندن جمعیت کوچکی از جمعیت اولیه و تشکیل خزانه ژنی جمعیت نسل بعد از دگره‌های همین افراد

۳۷۶۸: ۲) فقط مورد (ج) دربارهٔ جهش که منظور سؤال است غیرممکن می‌باشد.

بررسی موارد **الف)** ممکن است جهش بی‌اثر رخ دهد یا جهش‌های یکسانی برای تبدیل $A \rightarrow a$ و برعکس رخ دهد! **ب)** در جهش واژگونی رخ می‌دهد! **ج)** شاید جهش بی‌اثر بود! **د)** کتاب میگه رانش از عوامل کمک‌کننده به گونه‌زایی است و *چون تصادفی است در هر حالتی اوکیه!*

۳۷۶۹ (۱) عبارت‌های (ج) و (د) نادرست‌اند.

بررسی موارد (الف) درست. جهش، رانش و یا هر عامل دیگری مقداری از الل‌ها را زیاد و مقداری را کم می‌کنند. (ب) درست. رانش به سازش نمی‌انجامد. (ج) **نادرست.** جهش برخلاف شارش ژنی، الل جدید در **افراد** ایجاد می‌کند ولی هر دو می‌توانند باعث افزایش فراوانی نسبی ژن‌های جدید جمعیت شوند. (د) **نادرست.** انتخاب طبیعی باعث سازگاری فرد نمی‌شود بلکه باعث سازگاری جمعیت‌ها می‌شود و مانند آمیزش غیرتصادفی به فنوتیپ افراد توجه می‌کند.

۳۷۷ آمیزش

آمیزش	تصادفی	غیرتصادفی
تعادل را برهم ...	نمی‌زند.	می‌زند.
فراوانی نسبی ژن‌نمودها را تغییر ...	نمی‌دهد.	می‌دهد.
به رخ‌نمود یا ژن‌نمود وابسته ...	نیست.	است.
اثر انتخاب جفت برای لقاح بر روی آن ...	مؤثر نیست.	مؤثر است.
احتمال آمیزش هر فرد با همهٔ افراد جنس مخالفش ...	یکسان است.	یکسان نیست.

۳۷۷۰ (۴) انتخاب طبیعی می‌تواند علت مقاوم شدن باکتری‌ها به پادزیست‌ها را در اثر فعالیت دیسک‌ها (پلازمیدها) توضیح دهد. انتخاب طبیعی، همواره درجهت افزایش فراوانی افراد سازگارتر عمل می‌کند. با انتخاب‌شدن افراد سازگارتر، تفاوت‌های فردی و درنتیجه گوناگونی کاهش می‌یابد. رانش ممکن است با حذف برخی دگره‌های موجود در یک جمعیت، تنوع دگره‌های جمعیت را کاهش دهد. جهش، می‌تواند باعث افزایش تنوع دگره‌ای درون جمعیت شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** انتخاب طبیعی، توانایی ایجاد دگرهٔ جدید را ندارد. **گزینهٔ (۲):** رانش، هم می‌تواند فراوانی دگره‌ها را در خزانهٔ ژنی تغییر دهد. **گزینهٔ (۳):** رانش در جمعیت‌هایی با اندازهٔ کوچک‌تر، اثر بیشتری دارد.

۳۷۷۱ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در مورد جهش و شارش ژن، جهش در بسیاری از موارد، تأثیر فوری بر رخ‌نمود ندارد. **گزینهٔ (۲):** رانش ژنی به سازش نمی‌انجامد ولی جهش می‌تواند تصادفاً مفید و سازگار باشد. **گزینهٔ (۳):** جهش براساس ویژگی‌های ظاهری و رفتاری رخ نمی‌دهد! (با آمیزش غیرتصادفی اشتباه نشود.) **گزینهٔ (۴):** **جهش** منظور است که در زنبورعسل نر که هاپلوئید است و با میتوز گامت ایجاد می‌کند. عامل تنوع گامت‌ها می‌باشد.

۳۷۷۲ (۴) نیروهای تغییر دهندهٔ جمعیت (جهش، شارش، رانش، انتخاب طبیعی و آمیزش‌های غیرتصادفی) در هر جمعیتی از جمله جمعیت کوچک وجود دارد (درستی گزینهٔ (۱)). در جمعیت‌های کوچک احتمال آمیزش‌های **غیرتصادفی** زیاد می‌شود و آمیزش بین افراد شبیه نیز اتفاق می‌افتد (درستی گزینهٔ (۲)). رانش شدید در جمعیت کوچک می‌تواند فراوانی یک دگره را دچار تغییرات شدید کند و یا حتی دگره‌ای را از جمعیت حذف کند (درستی گزینهٔ (۳)) ولی برخی تغییرات مثل جهش‌های **ناسازگار**، می‌توانند اثر مضر روی شانس بقا و زادآوری افراد داشته باشند (نادرستی گزینهٔ (۴)).

۳۷۷۳ (۳) شارش ژنی اگر دوطرفه باشد، سبب شبیه شدن خزانهٔ ژنی دو جمعیت می‌شود. اما شارش ژنی منجر به تعادل ژنی در جمعیت نمی‌شود! بلکه با توجه به گوناگونی جمعیت‌ها اکثراً سبب تغییر تعادل ژنی جمعیت می‌شود. (هر وقت حرف دو جمعیت میاد، بدون با شارش ژنی کار داره!)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** انتخاب طبیعی، افراد سازگارتر را برمی‌گزیند. انتخاب طبیعی هیچ تأثیری بر فرد ندارد! بلکه جمعیت را تحت تأثیر قرار می‌دهد. (جهش ژنوتیپ فرد را تغییر می‌دهد.) **گزینهٔ (۲):** جهش و شارش خزانه ژنی جمعیت جدید را غنی می‌سازند. در صورت غنی کردن جمعیت و اضافه کردن ژن‌های سازگار به جمعیت هدف، بقای آن جمعیت افزایش می‌یابد. **گزینهٔ (۴):** رانش ژنی بر اثر رویدادهای تصادفی سبب تغییر فراوانی اللی می‌شود اما رانش ژنی می‌تواند (نه به‌طور حتم) بر جمعیت کوچک تأثیر بیشتری بگذارد.

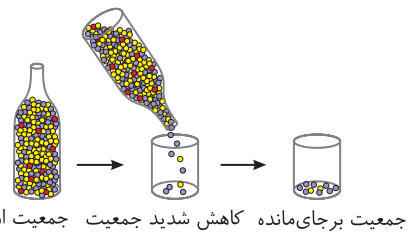
۳۷۷۴ (۱) در مورد آمیزش‌های غیرتصادفی صحیح است چون براساس شکل ظاهری در رفتار جفت‌یابی انجام می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** *خب شاید دگره‌های جدید سازگارتر با شارش منتقل بشن و باعث افزایش توان بقا بشه.* **گزینهٔ (۳):** رانش تصادفی است و ربطی به رخ‌نمود ندارد. **گزینهٔ (۴):** جهش، بر ژن‌نمود تأثیر گذاشته و لزوماً سبب کاهش گوناگونی نمی‌شود، *اگر میگفت می‌تواند شاید می‌تونستیم با اغماض درست بگیریم.*

۳۷۷۵ (۱) فقط مورد (ب) صحیح است. سؤال در مورد جهش و شارش می‌باشد که خزانهٔ ژنی را غنی‌تر می‌کنند.

بررسی موارد (الف) نادرست. فقط جهش سبب ایجاد الل جدید در فرد می‌شود. (ب) **درست.** *همشون میتونن* (ج) نادرست. *خب اگر قرار نیست خزانهٔ ژنی رو تغییر بدن پس دارن چیکار میکنن؟* (د) نادرست. لزوماً نه؛ *شارش مثلاً میتونه باعث کاهش تفاوت بشه.*

۳۷۷۶ (۴) طبق شکل مقابل، در رانش ژن فراوانی نسبی یک الل می‌تواند **افزایش** یابد و یا حتی آن الل **حذف** شود. به هر حال وقتی با رانش فردی حذف می‌شود الل‌های آن در جامعه کم شده و فراوانی الل متقابل آن زیاد می‌شود.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید! **بسیاری از** جهش‌ها تأثیر فوری بر **فنوتیپ** ندارند (نه فراوانی الل‌ها!) **گزینهٔ (۲):** انتخاب طبیعی در **افراد** تغییر ایجاد **نمی‌کند.** **گزینهٔ (۴):** شارش ژن اگر به صورت **پیوسته** و **دو سویه** بین دو جمعیت ادامه یابد، در نهایت سبب **شبیه شدن** خزانهٔ ژنی آن دو جمعیت می‌شود.

۳۷۷۷ (۳) تنها عامل برهم زنندهٔ تعادل در جمعیت که می‌تواند سبب پیدایش الل جدید در **فرد** شود، جهش است. پس می‌توان گفت جهش با تغییر در مادهٔ ژنتیک افراد، جمعیت را دستخوش تغییر می‌نماید. شارش دگره‌ای نمی‌تواند سبب تغییر ژنوتیپ **افراد** جمعیت شود ولی همانند جهش، خزانهٔ ژنی جمعیت مقصد را غنی‌تر می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** رانش دگره‌ای و جهش از عوامل برهم زنندهٔ تعادل هستند و هردو سبب تغییر فراوانی الل‌ها در خزانهٔ ژن جمعیت می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** تنها عامل برهم زنندهٔ تعادل در جمعیت که می‌تواند سبب پیدایش الل جدید(سازگار یا ناسازگار با محیط) در افراد قبلی جمعیت شود، جهش است. جهش همانند شارش، نیروی افزایندهٔ تنوع در خزانهٔ ژنی جمعیت مقصد است. **گزینهٔ (۴):** انتخاب طبیعی روی افراد یک گونه اثر ندارد.

۳۷۷۸ (۲) باز هم طبق قانون نانوشته دقت کنید که عبارت‌های دارای قید «به‌طور حتم» را با دید منفی و عبارت‌های دارای قید «ممکن است» را با دید مثبت‌تر نگاه کنید. عواملی مثل **جهش و شارش** می‌توانند خزانهٔ ژنی را غنی‌تر کنند. در این بین برخی شارش‌های مفید و جهش‌های مفید می‌توانند توان بقای جامعه را زیاد کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** **انتخاب طبیعی** نقش **گزینش‌گر** برای صفات و افراد سازگار را دارد ولی هیچ‌گاه فرد، ژنوتیپ و الل جدیدی را ایجاد نمی‌کند (نکتهٔ تکراری هر کنکور!). **گزینهٔ (۳):** **شارش** می‌تواند در صورت دوطرفه بودن، خزانهٔ ژنی دو جمعیت را به هم شبیه کند ولی در اغلب موارد سبب تغییر در تعادل هر دو جمعیت می‌شود. **گزینهٔ (۴):** برای رد این گزینه کافی است **رانش** را به یاد آورید که هم تصادفی است و هم در جمعیت‌های **کوچک** با تعداد افراد کم، تأثیر زیادی دارد.

۳۷۷۹: (۳) موارد (الف)، (ج) و (د) صحیح هستند.

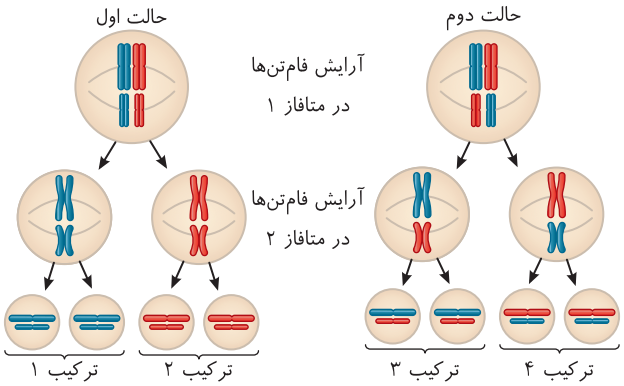
بررسی موارد (الف) **درست**. گوناگونی دگره‌ای تنوع می‌کند و تعادل را به‌هم نمی‌زند. (ب) نادرست. ایجاد آن به آرایش تتراد‌ها در متافاز ۱ در وسط یاخته بستگی دارد. (ج) **درست**. فردی که در همهٔ صفات خالص است همواره گامت‌های یکسانی ایجاد می‌کند. (د) **درست**. زنبور نر هاپلوئید است و تنوع آن در اثر جهش رخ می‌دهد.

عواملی که تنوع را در جمعیت حفظ می‌کنند

۱) گوناگونی اللی در گامت‌ها (گوناگونی دگره‌ای در کامه‌ها!)

نحوهٔ قرارگیری تتراد‌ها در استوای متافاز ۱

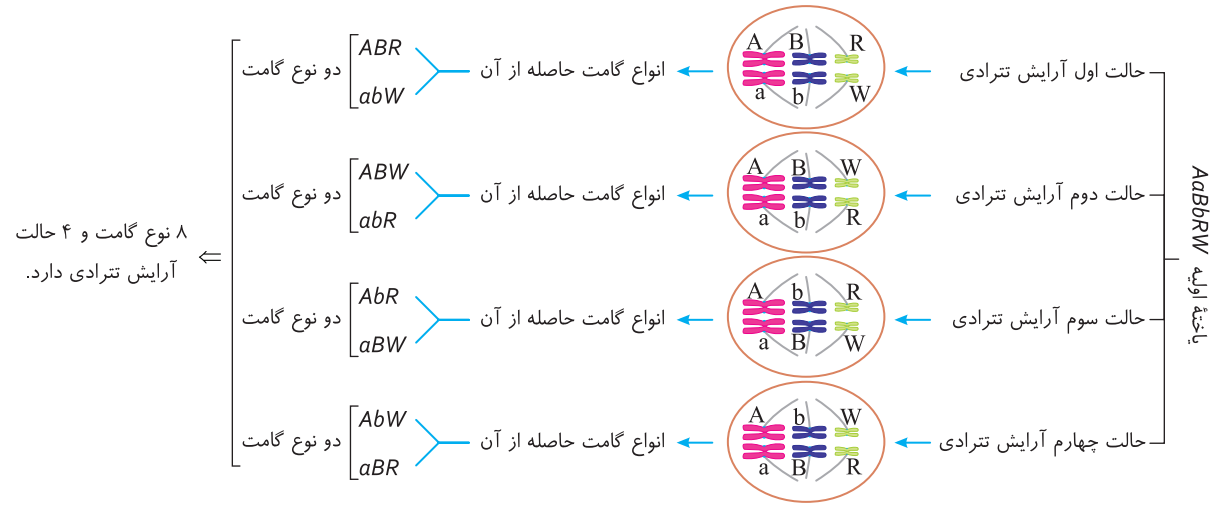
از سال قبل به یاد دارید که در مرحلهٔ پروفاز میوز ۱ حالت تترادی بین دو کروموزوم همتا ایجاد می‌شود و قبل از حذف غشای هسته، از طولی در کنار هم قرار می‌گیرند. در مرحلهٔ متافاز میوز ۱ این تتراد‌ها با وضعیت‌های متفاوت می‌توانند در استوا یا وسط یاخته قرار بگیرند تا با جدا شدن کروموزوم‌های همتا در آنافاز ۱ در پی آن، گامت‌های متنوع ایجاد شوند. دقت کنید که در **هر میوز**، تتراد‌ها می‌توانند به **یک نوع** آرایش در وسط یاخته قرار بگیرند و به‌طور معمول در انتهای میوز دو نوع یاخته ایجاد می‌کنند ولی قبل از اینکه تتراد‌ها در استوای یاخته قرار گیرند به حالت‌های بسیار متنوعی می‌توانند در وسط یاخته قرار بگیرند، مثلاً در شکل مقابل دو حالت قرارگیری تتراد در یک یاختهٔ $2n=4$ نمایش داده شده است. بهتر است این موارد را با یک مثال برای شما توضیح بدهم تا درک آن آسان‌تر شود.



«نحوهٔ توزیع فام‌تن‌ها طی کاستمان»

چند نکتهٔ مهم از دگرگونی گامت‌ها طی میوز در بررسی تست‌ها

- تا اینجا نتیجه می‌گیریم که در میوز، بدون اثر جهش نیز می‌توان **ترکیبات جدیدی از الل‌ها** را به عنوان نوترکیبی مشاهده کرد. در ادامه به قرارگیری چهار نوع مختلف آرایش تترادی این یاخته در متافاز میوز ۱ توجه کنید. دقت کنید که میوز الل جدیدی را به فرد اضافه نمی‌کند بلکه فقط ترکیب، ترکیب جدیدی از الل‌ها را کنار هم قرار می‌دهد که نسبت به قبل تازگی دارد. در زیر انواع قرارگیری تتراد‌ها در یک یاختهٔ $2n=6$ با فرمول ژنتیکی $AaBbRW$ بررسی می‌کنیم که ژن‌ها به‌طور مستقل در سه جایگاه متفاوت قرار گرفته‌اند.



- در حالت‌های تترادی گفته شده، مشاهده کردید که یک جاندار در سه صفت خود، بر حسب طرز قرارگیری تتراد‌ها در متافاز ۱، می‌تواند **ترکیبات جدید اللی** (۸ نوع) در گامت‌ها ایجاد کند و سبب تنوع در نسل بعد شود.
- هر میوز، در مرحلهٔ متافاز میوز ۱، دارای یک **حالت آرایش تترادی** در وسط یاخته بوده و **در صورت عدم انجام چلیپایی شدن**، (در ادامه می‌خوانیم!) در نهایت به دنبال هر میوز دو نوع یاخته ایجاد می‌کند.
- این اعمال در انسان مخصوص یاخته‌های اسپرماتوسیت و اووسیت اولیه می‌باشد.
- در گیاهان دانه‌دار، یاختهٔ خورش میوز دهنده و یاخته‌های میوز دهندهٔ کیسهٔ گرده توانایی این فعالیت را دارد.

۳۷۸۰: (۱) انتخاب طبیعی برخلاف عوامل ایجاد گوناگونی گامت‌ها، گوناگونی را در یک جمعیت **کاهش** می‌دهد. همچنین شارش ژن سبب **کاهش** گوناگونی در **جمعیت مبدأ** می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** انتخاب طبیعی **برخلاف** عوامل ایجاد گوناگونی گامت‌ها، سبب **کاهش تنوع** در یک جمعیت و **کاهش احتمال بقای** آن می‌شود. **گزینهٔ (۳):** انتخاب طبیعی **برخلاف** جهش، نمی‌تواند **تنوع** دگره‌های یک جمعیت را افزایش دهد. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید! طبق متن کتاب درسی، اگر آمیزش‌ها به رخ‌نمود یا ژن‌نمود بستگی داشته باشد دیگر **تصادفی نیست** و فراوانی نسبی **ژن‌نمودها** (نه دگره‌ها!) را تغییر می‌دهد.

۳۷۸۱ **۴** دقت کنید که گامت‌های والدین در ابتدا فقط AB و ab بوده است. در نسل اول که همه $AaBb$ هستند، باید افرادی را در نسل دوم حساب کنیم که گامت AB و ab نداشته باشند که فقط در گزینهٔ (۴) دیده می‌شود، چون افراد $AAbb$ فقط در اثر لقاح بین گامت‌های Ab ایجاد می‌شوند که ترکیب آن‌ها در گامت‌های والدین وجود نداشته‌اند و نوترکیب هستند. گامت‌های ab و AB که در والدین اولیه وجود داشته‌اند، گامت ab در گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳) وجود دارند که قدیمی هستند.

۳۷۸۲ **۴** دقت کنید که در سؤال گزینهٔ نادرست را خواسته است. **برخی** عوامل تغییردهندهٔ فراوانی الل‌ها مثل برخی جهش‌ها، شارش‌ها و رانش‌ها سبب **افزایش فراوانی الل‌های نامطلوب** می‌شوند ولی عواملی از همین نوع می‌توانند سبب **افزایش فراوانی الل‌ها مطلوب** شوند (گزینهٔ (۴) فقط در مورد اثر انتخاب طبیعی صادق است).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** **افزایش تنوع** الل‌ها در اثر **جهش** و **شارش به داخل** صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۲):** انتخاب طبیعی سبب **افزایش** فراوانی نسبی الل‌های سازگار می‌شود.
گزینهٔ (۴): هرچه **تنوع** الل‌های فرد **بیشتر** باشد، احتمال برخورد با عوامل نامساعد و البته احتمال **مقاومت** به آن‌ها زیاد می‌شود.

۳۷۸۳ **۳** در میوز ۱، هنگام جفت شدن کروموزوم‌های همتا و ایجاد تتراد، ممکن است قطعه‌ای کروموزوم بین کروماتیدهای غیرخواهری مبادله شود؛ که به این فرایند کراسینگ‌اور می‌گویند. در این فرایند جدا شدن قطعه‌ای از کروموزوم، همراه با شکسته شدن پیوند فسفودی‌استر و اتصال قطعهٔ جدا شده به کروموزوم دیگر همراه با تشکیل پیوندفسفودی‌استر می‌باشد. پیوند فسفودی‌استر هم نوعی پیوند اشتراکی بین نوکلئوتیدها می‌باشد. (فصل ۱ دوازدهم)

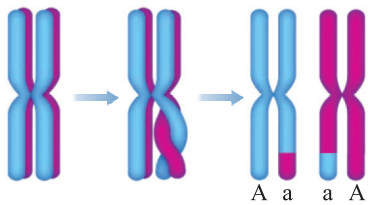
نکتهٔ مهم
انجام پدیدهٔ کراسینگ‌اور (چلیپایی شدن) به وجود کروموزوم‌های همتا در یاخته (حداقل دو مجموعهٔ کروموزومی) و انجام تقسیم میوز توسط آن یاخته، وابسته است. برای مثال تولید گامت در زنبورعسل نر با انجام تقسیم میتوز و بدون رخداد کراسینگ‌اور صورت می‌گیرد. (فصل ۷ یازدهم)

گزینهٔ (۲): کراسینگ‌اور در یاخته‌های اووسیت اولیه هم رخ می‌دهد اما دقت کنید که در نهایت از این یاخته‌ها، یک نوع گامت (تخمک) تولید می‌شود. (فصل ۷ یازدهم)
گزینهٔ (۴): کروموزوم Y در انسان فاقد کروموزوم همتا می‌باشد و کراسینگ‌اور در آن رخ نمی‌دهد. (فصل ۶ یازدهم)

عواملی که تنوع را در جمعیت حفظ می‌کنند

۲) نوترکیبی در اثر کراسینگ‌اور (چلیپایی شدن)

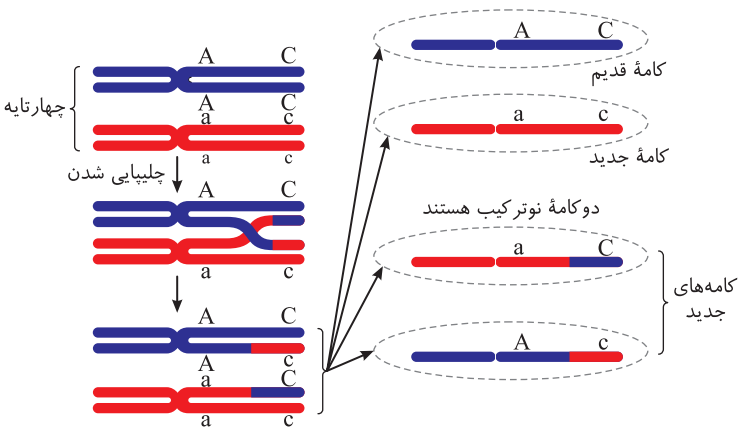
فرایندی است که در **پروفاز میوز ۱** رخ می‌دهد. در این فرایند بخش‌هایی از کروماتیدهای غیرخواهری **یک تتراد** با هم تبادل قطعه می‌کنند. **این فرایند جهش نمی‌باشد** ولی سبب می‌شود که در بسیاری از موارد از یک میوز، **چهار یاخته متنوع** ایجاد شود. (در حالت عادی هر میوز، دو نوع یاخته ایجاد می‌کند ولی با چلیپایی شدن **ممکن است** (نه همیشه!) از هر میوز، چهار یاخته با محتوای ژنتیکی متنوع ایجاد می‌شود.)



«طرح ساده‌ای از کراسینگ‌اور بین کروموزوم‌های همتا در پروفاز ۱»

دقت کنید که فرایند کراسینگ‌اور همواره سبب می‌شود که در میوز، از چهار یاختهٔ حاصله، دو یاخته که از کروماتیدهای قرار نگرفته در کراسینگ‌اور هستند مانند حالت قبل ترکیب اللی بدهند ولی دو کروماتیدی که کراسینگ‌اور کرده‌اند اگر در آن قسمت‌های تبادل کرده دارای الل متفاوت باشند، دو یاخته از چهار یاخته ترکیب اللی جدید خواهند داشت.

نکتهٔ مهم
طی چلیپایی شدن، پیوند فسفودی‌استر دو کروماتید غیرخواهری از کروموزوم‌های همتا شکسته شده و سپس دوباره تشکیل می‌شود ولی ژن‌های موجود در فرد، تغییر نمی‌کند. ولی دقت کنید که ژن‌های هر کروموزوم می‌تواند دچار تغییر شوند و اللی که در کروموزوم همتا بوده‌اند، حالا به کروموزوم دیگر همتا رسیده باشند. مثلاً در شکل بالا کروموزوم سمت چپ قبلاً فقط دو ژن A داشته است ولی در اثر چلیپایی شدن حالا یک کروماتید آن A و کروماتید خواهری دیگر، ژن a دارد.
در صورت انجام عمل چلیپایی شدن، یک یاخته میوز دهنده توانایی ایجاد چهار نوع یاخته مختلف دارد. البته در صورتی که این عمل بین دو کروماتید با دستورالعمل‌های ژنی متفاوت رخ داده باشد.



«نوترکیبی بر اثر چلیپایی شدن»

نکات مهم از کراسینگ‌اور و گوناگونی الل‌ها
- در مرحله‌ای از میوز که کراسینگ‌اور رخ می‌دهد، یعنی در پروفاز ۱، رشته‌های دوک به ناحیهٔ سانترومر کروموزوم‌ها متصل می‌شوند.
- در صورت وقوع کراسینگ‌اور، همواره نیمی از کروماتیدها بدون تغییر می‌مانند. (کروماتیدهای غیرمجاور کروموزوم‌های همتا)
- در پدیدهٔ کراسینگ‌اور، پیوندهای فسفودی‌استر شکسته و تشکیل می‌شوند.
- در طی فرایند کراسینگ‌اور، شکسته شدن و تشکیل پیوند فسفودی‌استر دیده می‌شود.
- برحسب کتاب درسی شما در بین کروموزوم‌های جنسی مردان برخلاف زنان، امکان کراسینگ‌اور وجود ندارد چون این پدیده باید بین دو کروموزوم همتا رخ دهد ولی در مردان x و y همتا نیستند.
- دو صفت گروه خونی ABO و Rh روی دو کروموزوم ۱ و ۹ غیرهمتا هستند، پس با هم کراسینگ‌اور نمی‌دهند.
- اگر یاخته‌ای در همهٔ صفات خود خالص باشد، این دو پدیده ترکیب اللی جدیدی ایجاد نخواهند کرد.
- در زنان نوترکیبی نمی‌تواند چهار نوع گامت ایجاد کند، زیرا زنان در هر بار میوز فقط یک گامت تولید می‌کنند.
- ترکیب با فصل ۶ زیست یازدهم: در متافاز میوز ۱، کروموزوم‌های همتا در سطح استوایی یاخته قرار می‌گیرند.

۳۷۸۴: (۲) نوترکیبی یعنی ایجاد گامت‌های جدید با **ترکیب ژن‌های متفاوت** نسبت به گامت‌های قبلی!. دقت کنید که جهش، **انواع جدید دگره** ایجاد می‌کند (نادرستی گزینه‌های (۳) و (۴)) ولی نوترکیبی، ترکیبی از انواع دگره‌ها ایجاد می‌کند. در حقیقت نوترکیبی سبب ایجاد دگرهٔ جدید نمی‌شود بلکه اگر قرار بود در فردی با ژن‌نمود $AaBb$، دگرهٔ A همواره با دگرهٔ B وارد یک گامت شود، طی نوترکیبی ممکن است A و b نیز وارد یک گامت بشوند.

۳۷۸۵: (۱) کراسینگ‌اور در مرحلهٔ پروفاز میوز ۱ رخ می‌دهد که شکل گزینهٔ (۱) نشان دهندهٔ این مرحله است که در این فرایند ممکن است ترکیب جدیدی از الل‌ها در گامت‌ها ایجاد شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** مرحلهٔ تلوفاز ۱ را نشان می‌دهد که گامت در این مرحله ایجاد نمی‌شود. **گزینهٔ (۳):** کراسینگ‌اور در مرحلهٔ پروفاز ۱ رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** تجزیهٔ پروتئین اتصالی مربوط به آنافاز ۲ می‌باشد (نه آنافاز ۱).

۳۷۸۶: (۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند.

بررسی موارد **الف) نادرست.** کراسینگ‌اور در پروفاز ۱ و در حالتی که کروموزوم‌های تترادی در وسط قرار ندارند رخ می‌دهد. **ب) نادرست.** کراسینگ‌اور در پروفاز ۱ و در اسپرماتوسیت و یا اووسیت اولیه رخ می‌دهد. **ج) نادرست.** دقت کنید پدیدهٔ کراسینگ‌اور باعث ایجاد الل جدید و غنی‌تر شدن خزانهٔ ژنی نمی‌شود. بلکه تنها ترکیب الل‌ها را تغییر می‌دهد. **د)** درست. در هر دو مورد تبادل ژن بین دو کروموزوم همتا رخ می‌دهد.

۳۷۸۷: (۳) برای پاسخ به این سؤال باید نکتهٔ زیر را بدانید: ($C.O$ = چلیپایی شدن)

ابتدا انواع گامت‌ها را با $C.O$ و یک‌بار بدون $C.O$ (چلیپایی شدن) حساب کنید. اگر تفاوتی بین انواع یاخته‌های حاصل نبود (مثل گزینهٔ (۳))، یعنی $C.O$ تنوع یاخته‌ای ایجاد نمی‌کند.

$$\frac{A}{a}\ \frac{B}{B}\ \frac{F}{F}\ \frac{M}{N}$$

در حالت عادی: $۲\times۱\times۲=۴$ نوع گامت می‌دهد $(ABFM-ABFN-aBFM-aBFN)$

در حالت $C.O$: تعداد صفات ناخالص $= n$ ← $۲^n = ۲^۲ = ۴$ نوع گامت می‌دهد

$C.O$ عدم $C.O$

$۲^۲ - ۲\times۱\times۲ = ۴-۴ = ۰$

نکته

دوستان عزیز هدف من از طرح این سؤال، محاسبات آن نبود. بلکه شما باید بدانید که طی کراسینگ‌اور بین ژن‌هایی که روی یک کروموزوم قرار دارند، حداقل باید دو صفت ناخالص وجود داشته باشد که سبب تنوع شود که این مطلب فقط در گزینهٔ (۳) وجود ندارد.

۳۷۸۸: (۲) ملخ جانوری با تولیدمثل **جنسی** است که در اثر چلیپایی شدن اگر نوع الل‌ها متفاوت باشند، **می‌تواند** در گامت‌زایی خود تنوع ایجاد کند ولی این فرایند همیشگی نیست مثلاً در ملخی که ژن‌نمود $AAbb$ دارد و در همهٔ صفات خالص است، چلیپایی شدن، سبب ایجاد گامت جدید نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** جهش فقط اگر در یاختهٔ جنسی رخ دهد، به نسل بعد منتقل می‌شود از طرفی مثلاً در صفات بارز، می‌توان از والدین بیمار Aa، فرزند سالم aa متصور شد. **گزینهٔ (۳):** جهش‌های جانشینی، تغییر در تعداد نوکلئوتید ایجاد نمی‌کنند. **گزینهٔ (۴):** در ملخ مانند هر گونهٔ دیگری، فقط یاخته‌های $۲n$ مسئول تولید اسپرم یا تخمک آن، توانایی میوز دارند.

۳۷۸۹: (۲) همواره عاملی که توانایی بقای جمعیت را در شرایط محیط جدید افزایش می‌دهد فرایند نوترکیبی یا جهش نیست می‌تواند در اثر شارش ژنی نیز صورت بگیرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در انتخاب جفت، آمیزش غیرتصادفی نیز دخالت دارد که می‌تواند باعث تغییر فراوانی الل‌ها در جمعیت شود ولی فراوانی **نسبی** الل‌ها را تغییر ندهد. **گزینهٔ (۳):** جهش‌ها باعث ایجاد تغییر ماندگار در مادهٔ ژنتیکی می‌شوند حال اگر این نوع تغییر ناسازگار یا سازگار با جمعیت باشد به‌طور حتم در هر دو حالت تحت تأثیر انتخاب طبیعی قرار می‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** مهاجرت نوعی رفتار غریزی است که تحت تأثیر یادگیری نیز می‌باشد (فصل ۸ دوازدهم).

۳۷۹۰: (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینه‌های (۱) و (۳):** در مورد رانش تصادفی روی ژنوتیپ‌ها صادق است. در مورد گزینهٔ (۳) دقت کنید که طی رانش، فراوانی برخی الل‌ها کم و الل‌های باقی‌مانده زیاد می‌شود. **گزینهٔ (۲):** در مورد انتخاب طبیعی صحیح است. **گزینهٔ (۴):** کراسینگ‌اور می‌تواند باعث افزایش بقای جمعیت شود یا هیچ کاری نکند، به هر حال توان بقا را کاهش نمی‌دهد!

۳۷۸ گوناگونی در جمعیت

حفظ و افزایش گوناگونی در جمعیت	گوناگونی دگره‌ای در گامت‌ها	آرایش مختلف کروموزوم‌ها در مرحلهٔ متافاز میوز ۱	وابسته به تولیدمثل جنسی
	نوترکیبی	فرایند کراسینگ‌اور در مرحلهٔ پروفاز میوز ۱	
	جهش	تنها سازوکار ایجادکنندهٔ دگرهٔ جدید	عوامل برهم زنندهٔ تعادل
	شارش	انتقال دگره‌های جدید از جمعیت مبدأ به جمعیت مقصد	
کاهش گوناگونی در جمعیت	رانش	حذف دگره‌ها در اثر رویدادهای تصادفی	
	آمیزش غیرتصادفی	حذف رخ‌نمودهایی که در انتخاب جفت، انتخاب نمی‌شوند.	
	انتخاب طبیعی	حذف رخ‌نمودهایی که در شرایط محیطی خاص، نامطلوب هستند.	
	شارش	در صورت وقوع شارش یک جهته، در جمعیت مبدأ	

۳۷۹۱: (۴) انتخاب طبیعی **برخلاف** کراسینگ‌اور (نوترکیبی) سبب **کاهش گوناگونی** در جمعیت می‌شود و احتمال بقای جمعیت را **کاهش** می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** انتخاب طبیعی، سبب **کاهش گوناگونی** در جمعیت می‌شود. **گزینهٔ (۲):** رانش ژنی، ارتباطی با **سازش ندارد**. **گزینهٔ (۳):** انتخاب طبیعی **برخلاف** جهش **نمی‌تواند دگرهٔ جدید ایجاد کند** و تنوع دگره‌ای را افزایش دهد.

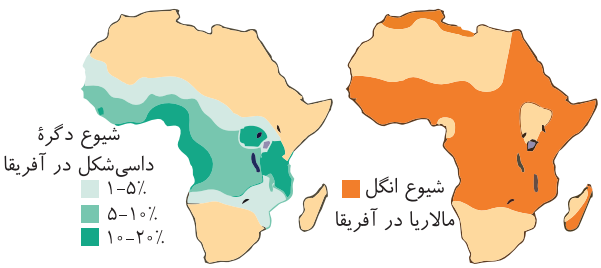
۳۷۹۲: (۴) شانس بقا و زادآوری افراد مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل (Hb^SHb^S) در هر جامعه‌ای بسیار کم بوده و معمولاً قبل از رسیدن به سن بلوغ در اثر کم‌خونی داسی‌شکل می‌میرند. افراد ناخالص که سالم ناقل هستند (Hb^AHb^S) نیز در جامعهٔ عادی و مالاریاخیز شانس بقا و زادآوری بالایی دارند و حتی در صورت آلوده شدن به انگل مالاریا، سالم می‌مانند. ولی افراد خالص بارز که سالم (Hb^AHb^A) هستند، در محیط عادی شانس زندگی ۱۰۰٪ دارند ولی در نواحی مالاریاخیز در صورت ابتلا به مالاریا از بین می‌روند.

برتری یا اهمیت افراد ناخالص بیماری کم‌خونی داسی‌شکل در نواحی مالاریاخیز

بیماری کم‌خونی داسی‌شکل را به خوبی می‌شناسید. یک بیماری مستقل از جنس نهفته که افراد بیمار دارای هموگلوبین و گویچهٔ قرمز داسی‌شکل می‌شوند که معمولاً این افراد به سن بلوغ نمی‌رسند و در سن پایین می‌میرند.

ژن‌نمود بیماران را به صورت Hb^SHb^S یا SS نشان می‌دهیم که در هر جامعه‌ای معمولاً در اثر بیماری کم‌خونی داسی‌شکل و به دام افتادن گویچه‌های قرمز در مویرگ‌ها از بین می‌روند. افرادی که کاملاً سالم هستند به صورت ژن‌نمود AA یا Hb^AHb^A هستند و افرادی که ناقل بیماری می‌باشند نیز سالم بوده و ژن‌نمود AS یا Hb^AHb^S دارند (Hb مخفف هموگلوبین است). افراد ناقل در حالت محیطی عادی و با اکسیژن طبیعی، رخ‌نمود سالمی دارند ولی اگر مقدار اکسیژن محیط کم شود، مقداری از هموگلوبین‌های آن‌ها داسی‌شکل شده و کمبود حمل اکسیژن پیدا می‌کنند (در حقیقت الل بیماری Hb^S در افراد ناخالص باقی می‌ماند). وقتی ژنتیک‌دانان به مطالعه توزیع بیماری داسی‌شکل در دنیا پرداختند، مشاهده کردند **که فراوانی الل** این بیماری یا Hb^S در مناطقی که شیوع بیماری مالاریا زیاد است، بسیار بیشتر از سایر مناطق می‌باشد. (مالاریا نوعی بیماری عفونی است که توسط نوعی **انگل آغازی تک‌یاخته‌ای** که در گویچه‌های قرمز زندگی می‌کنند ایجاد می‌شود.)

وقتی محققین دنبال دلیل این موضوع رفتند، فهمیدند که افراد SS با بیماران کم‌خون داسی‌شکل در هر دو جامعه عادی و مالاریاخیز، معمولاً در اثر بیماری داسی شدن هموگلوبین از بین می‌روند. ولی افراد سالم خالص یا (AA یا Hb^AHb^A) اگر به مالاریا مبتلا شوند، انگل درون‌یاخته‌ای سریعاً در گویچهٔ قرمز کروی آن‌ها تکثیر یافته و این افراد در اثر مالاریا از بین می‌روند. اگر افراد ناخالص داسی‌شکل (AS یا Hb^AHb^S) آلوده به عامل مالاریا شوند، سریعاً گویچه‌های قرمز آن‌ها داسی‌شکل شده و انگل مالاریا را از بین می‌برند. در حقیقت افراد ناخالص AS در برابر مالاریا **مقاوم** بوده و بیمار نمی‌شوند (فقط برخی از گویچه‌های قرمز آن‌ها آلوده می‌شود). پس شانس بقا و لقاح بیشتری از سایر افراد سالم AA و بیمار SS دارند. این مطلب باعث حفظ الل‌های سالم A و بیمار S در جامعه می‌شوند که وجود Hb^S باعث حفظ تنوع در جمعیتی می‌شود که همواره تنوع سه نوع ژن‌نمود AA، AS و SS را دارد.



نکته

از مثال توزیع بیماری داسی‌شکل در نواحی مالاریاخیز متوجه می‌شویم که: **شرایط محیطی تعیین‌کنندهٔ صفتی است که حفظ می‌شود.**

۳۷۹۳ (۴) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) فقط خالص‌های سالم AA مستعد **ابتلا** به مالاریا هستند ولی SSها مقاوم هستند. (ب) هر فردی ممکن است به مالاریا آلوده شود ولی اگر الل بیماری داسی‌شکل را داشته باشد مبتلا به مالاریا نمی‌شود. (ج) گویچهٔ قرمز که میزبان انگل مالاریا است، ژن و ژنوم ندارد. (د) علت شیوع بیشتر داسی‌شکل در نواحی مالاریاخیز، ابتلای افراد سالم خالص AA و مرگ آن‌ها می‌باشد وگرنه افراد AS در هر جامعه‌ای شانس زنده ماندن ۱۰۰٪ دارند.

۳۷۹۴ (۲) عبارت‌های (ب) و (ج) نادرست است.

بررسی موارد (الف) درست. توجه نمایید که گویچه‌های قرمز بالغ موجود در خون، فاقد هسته و فاقد هر گونهٔ دگره‌ای هستند ولی گویچهٔ سفید این الل‌ها را دارد. (ب) **نادرست**. در افراد ناقل کم‌خونی داسی‌شکل، انگل مالاریا (نه ویروس!) وارد خون می‌شود اما پس از ورود به گویچه‌های قرمز فرد، به‌علت تغییر شکل آن‌ها، از بین می‌روند. (ج) **نادرست**. در محیط‌های مالاریاخیز نسبت به محیط‌های طبیعی، میزان بقا افزایش نیافته است و همان میزان بقا دیده می‌شود. به این معنا که چه در محیط‌های مالاریاخیز و چه در محیط‌های طبیعی، افراد ناقل کم‌خونی داسی‌شکل، بقای زیادی دارند. (د) درست. گویچه‌های سفید هنگام دیاپدز دچار تغییر شکل می‌شوند و گویچه‌های قرمز افراد دارای کم‌خونی داسی‌شکل در شرایط کم اکسیژن دچار تغییر شکل می‌شوند.

۳۷۹۵ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱)**: دقت کنید که RBC همان گویچهٔ قرمز می‌باشد که کوچک‌ترین یاختهٔ خونی است. عامل مالاریا در گویچهٔ قرمز زندگی می‌کند پس باید کوچک‌تر از آن باشد. **گزینهٔ (۲)**: فعالیت درشت‌خوارهای **کبد و طحال** به‌منظور از بین‌رفتن انگل مالاریا افزایش می‌یابد. کبد اندامی غیرلنفی و طحال اندامی لنفی است. **گزینهٔ (۳)**: افراد SS همواره و در هر شرایطی گویچهٔ داسی‌شکل دارند. **گزینهٔ (۴)**: در مالاریا که بیماری انگلی است مقدار ائوزینوفیل‌ها زیاد می‌شود. این یاخته‌ها دانه‌های درشت روشن و **هسته** دمبلی‌شکل دو قسمتی دارند (نه دانه دمبلی).

۳۷۹۶ (۲) اول ببینیم داده‌های سؤال به ما چه چیزهایی هستند! وقتی می‌گوید مادر در معرض خطر **ابتلا** به مالاریا است یعنی ژنوتیپ Hb^AHb^A دارد چون این افراد اگر آلوده به انگل مالاریا شوند، مبتلا به این بیماری می‌شوند. وقتی هم می‌گوید پدر مقاوم است یعنی ژنوتیپ Hb^AHb^S یا Hb^SHb^S دارد. در این حالت ممکن است در هر دو حالت گویچهٔ آن‌ها **آلوده** به انگل مالاریا شود ولی مبتلا به مالاریا نمی‌شوند، البته افراد Hb^SHb^S معمولاً زود می‌میرند. از آمیزش آن‌ها پسری که گویچهٔ قرمز کاملاً طبیعی دارد Hb^AHb^A ممکن است به دنیا بیاید. این فرد در معرض ابتلا به بیماری مالاریا است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: دختری که تماماً گویچهٔ قرمز طبیعی دارد یعنی Hb^AHb^A است. دقت کنید این فرد **مقاوم** به مالاریا نیست! **گزینه‌های (۳) و (۴)**: خوب دقت کنید در این صفت دگرهٔ A بارز است و هیچگاه ما فردی کاملاً بیمار نداریم. چون مادر Hb^AHb^A است و فرزند Hb^SHb^S به دنیا نمی‌آید.

۳۷۹۷ (۱) انتخاب طبیعی منظور متن سؤال است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: **درست**. چون ناسازگارها رو حذف می‌کند. **گزینهٔ (۲)**: نادرست. جهش، رانش، نوترکیبی و انتخاب طبیعی نقش دارند و اصلاً بحث نقش اصلی و فرعی نیست **گزینهٔ (۳)**: نادرست. *در انتخاب طبیعی، پیدایش نداریم بلکه ناسازگارها رو کم میکنه، سازگارها رو در جمعیت زیاد می‌کنه!* **گزینهٔ (۴)**: نادرست. *انتخاب طبیعی، تأثیر بر فرد نداره! از طرفی ممکنه دو فرد با ژنوتیپ متفاوت هر دو سازگار باشن!*

۳۷۹۸ (۴) عامل مالاریا در گویچهٔ قرمز زندگی می‌کند. در این یاخته، هم هموگلوبین و هم آنزیم کربنیک‌انیدراز با CO_2 ترکیب می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: درنتیجهٔ تداخل عمل مالاریا و کم‌خونی داسی‌شکل، نشان می‌دهد که **شرایط محیط** (نه هرشرایطی) تعیین کنندهٔ صفتی است که حفظ می‌شود. **گزینهٔ (۲)**: عامل مالاریا یا انگلی تک‌یاخته‌ای است و مایع بین‌یاخته‌ای ندارد. **گزینهٔ (۳)**: در هر دو نوع بیماری فوق، به دلیل سرکوب دستگاه ایمنی، شانس ابتلا به بیماری اکتسابی زیاد می‌شود.

۳۷۹۹ (۲) در فرد مبتلا به دیابت نوع دو **همانند** فرد مبتلا به ایدز، مقاومت بدن **کاهش** می‌یابد در نتیجه احتمال ابتلا به مالاریا بالا می‌رود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید! در مناطق **غیرمالاریاخیز**، چگونه می‌توانیم به کمک مالاریا نشان دهیم که شرایط محیط تعیین‌کنندهٔ صفتی است که حفظ می‌شود؟! **گزینهٔ (۳):** گویچهٔ قرمز مانند سایر یاخته‌های زندهٔ بدن **گلیکولیز** را انجام می‌دهد و **پیرووات** تولید می‌کند (طبق متن کتاب در فصل ۴ یازدهم، **همهٔ** یاخته‌های زندهٔ بدن گلوکز مصرف می‌کنند). **گزینهٔ (۴):** عامل مالاریا انگل **تک‌یاخته‌ای** است! پس یاخته‌ها غلط است.

۳۷۹ کم‌خونی داسی‌شکل

موارد مقایسه	Hb^AHb^A	Hb^AHb^S	Hb^SHb^S
ابتلا به مالاریا	در صورت ورود انگل مبتلا می‌شوند.	در صورت ورود انگل گویچهٔ قرمز داسی‌شکل می‌شود، انگل می‌میرد و فرد مبتلا نمی‌شود.	مبتلا نمی‌شوند.
شکل گویچهٔ قرمز در شرایط عادی	شکل طبیعی	شکل طبیعی	داسی‌شکل
شکل گویچهٔ قرمز در شرایط کمبود اکسیژن	شکل طبیعی	داسی‌شکل	داسی‌شکل

۳۸۰۰ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** رانش هم می‌تواند باعث کاهش دگره‌ای بشود. **گزینهٔ (۲):** اهمیت ناخالص‌ها هم می‌تواند مثلاً فراوانی دگرهٔ داسی‌شکل را در نواحی مالاریاخیز زیاد می‌کند. **گزینهٔ (۳):** انتخاب طبیعی توان بقای جمعیت را در محیط جدید معمولاً کاهش می‌دهد چون تنوع را کم می‌کند. **گزینهٔ (۴):** هر چهار عامل جهش، رانش، شارش و انتخاب طبیعی فراوانی دگره‌ها را تغییر می‌دهند و ساختار ژنی جمعیت را عوض می‌کنند.

۳۸۰۱ (۲) منظور سؤال یوکاریوت‌های غیرجانوری می‌باشد که سانتریول ندارند ولی رشتهٔ دوک به کمک پروتئین‌های سیتوپلاسمی و غشایی تشکیل می‌دهند. همان‌طور که می‌دانید برخی **رناها**، نقش آنزیمی دارند که در سیتوپلاسم در واکنش‌های متنوعی نقش دارند. این آنزیم‌ها دارای مونوساکارید **ریبوز** در ساختار خود می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مولکول حاصل از رونویسی، با رشتهٔ الگوی خود مکمل است و با رشتهٔ رمزگذار به‌جز T و U، توالی مشابهی دارد. **گزینهٔ (۲):** یکی از تغییراتی که فقط در $mRNA$های یوکاریوت صورت می‌گیرد، حذف رونوشت میانه‌ها و کوتاه شدن طول $mRNA$ طی پیرایش می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** چلیپایی شدن یا مبادلهٔ قطعات بین فام‌تن‌های همتا، فقط مخصوص یاخته‌هایی است که می‌خواهند تقسیم **میوز** انجام دهند.

۳۸۰۲ (۳) منظور سؤال انتخاب طبیعی است!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** رویدادهای تصادفی مثل رانش و جهش هم می‌توانند فراوانی نوعی دگره را افزایش دهند. **گزینهٔ (۲):** تغییر در فرد در انتخاب طبیعی رخ نمی‌دهد. **گزینهٔ (۳):** انتخاب طبیعی با کاهش ناسازگارها، تنوع را در جمعیت کم می‌کند! **گزینهٔ (۴):** رانش و جهش در جهت سازش عمل نمی‌کنند.

۳۸۰۳ (۱) در این سؤال دقت داشته باشید که پدر خانواده ژنوتیپ Hb^AHb^A دارد که مستعد به **ابتلا** به مالاریا است پس به مالاریا مقاوم نمی‌باشد ولی مادر خانواده چون به مالاریا مقاوم است پس یا ناقل و یا مبتلا به بیماری داسی‌شکل بوده است یعنی یا ناقل Hb^AHb^S و یا بیمار Hb^SHb^S می‌باشد. در این صورت امکان ندارد فرزندی با ژنوتیپ Hb^SHb^S به دنیا بیاید که در سنین پایین در اثر کم‌خونی داسی‌شکل بمیرد چون پدر خانواده همواره یک الل Hb^A به هر فرزند خود می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** اگر مادر Hb^AHb^S باشد در این صورت احتمال به دنیا آمدن فرزندی Hb^AHb^A وجود دارد که این فرزند در معرض خطر ابتلا به مالاریا قرار دارد. **گزینه‌های (۳) و (۴):** اگر فرزند Hb^AHb^S به دنیا بیاید هم به کمبود اکسیژن محیط حساس است و هم مقاوم به انگل درون‌یاخته‌ای مالاریا می‌باشد.

۳۸۰۴ (۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح‌اند. گویچه‌های قرمز افراد Hb^AHb^S، **فقط** در محیط دارای مقدار کم اکسیژن داسی‌شکل می‌شوند. در نتیجه پدر و مادر به صورت روبه‌رو هستند:

پدر	مادر
Hb^AHb^S	Hb^AHb^S

بررسی موارد (الف) **درست.** بیماری کم‌خونی داسی‌شکل، مستقل از جنس است در نتیجه پسر یا دختر بودن فرزند تفاوتی نمی‌کند. در صورتی که یکی از والدین الل Hb^A و دیگری الل Hb^S را بدهد، فرزند آن‌ها Hb^AHb^S خواهد شد که نسبت به مالاریا **مقاوم** است. (ب) **درست.** بیماری کم‌خونی داسی‌شکل، مستقل از جنس است در نتیجه پسر یا دختر بودن فرزند تفاوتی نمی‌کند. در صورتی که هر دو والد الل Hb^A را بدهند، فرزند آن‌ها Hb^AHb^A خواهد شد که در خطر ابتلا به مالاریا قرار دارد. (ج) **درست.** اگر فرزند ژنوتیپی مشابه ژنوتیپ مادر (ناخالص) داشته باشد، **کاملاً** سالم نخواهد بود چون کاملاً سالم‌ها Hb^AHb^A هستند. (د) نادرست. بیماری کم‌خونی داسی‌شکل، مستقل از جنس است در نتیجه پسر یا دختر بودن فرزند تفاوتی نمی‌کند. اگر هر دو والد الل Hb^S را بدهند، فرزند Hb^SHb^S خواهد شد که گویچه‌های داسی‌شکل خواهد داشت و ژنوتیپی متفاوت با ژنوتیپ پدر نیز دارد.

۳۸۰۵ (۲) در این تست، کافی است اندکی دقت کنید و از رد گزینه استفاده کنید! چون در گزینه‌ها اسم دختر و پسر آورده، کافی است هموفیلی که یک بیماری وابسته به جنس است را بررسی کنیم. زیرا در کم‌خونی داسی‌شکل اگر مادر را Hb^AHb^A یا Hb^SHb^S بگیریم، با توجه به اینکه فقط یکی از والدین باید بیمار باشد، با توجه به ژنوتیپ پدر، هر حالتی ممکن است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اگر مادر X^HX^H و پدر X^hY باشد، دختر قطعاً X^HX^h خواهد بود و سالم است. **گزینهٔ (۲):** در هر حالتی، دختر سالم و ناخالص با ژنوتیپ X^HX^h می‌تواند مشاهده شود. **گزینهٔ (۳):** اگر مادر X^HX^H و پدر X^hY باشد، پسر قطعاً X^hY و سالم است. **گزینهٔ (۴):** اگر مادر X^hx^h باشد و پدر X^HY باشد، پسر قطعاً X^hY و بیمار است.

۳۸۰۶ (۴) چون گویچه‌های قرمز پدر و مادر فقط در مقدار کم اکسیژن داسی‌شکل می‌شوند، هر دو ناقل هستند و ژنوتیپ هردوی آن‌ها Hb^AHb^S است. در مورد فرزندان این خانواده، همهٔ موارد درست هستند.

بررسی موارد (الف) اگر از یکی از والدین Hb^S و از دیگری Hb^A را گرفته باشد، نسبت به مالاریا مقاوم خواهد بود. (ب) هم پدر و هم مادر الل Hb^A را دارند که می‌توانند به فرزندشان (چه دختر و چه پسر) انتقال بدهند و این فرزند نسبت به مالاریا مقاوم نباشد. (ج) این دختر اگر از هر دو والد Hb^A را گرفته باشد، کاملاً سالم خواهد بود و ژن‌نمودی متفاوت از پدر دارد. (د) چون هم پدر و هم مادر، Hb^S را دارند، می‌توانند فرزندی Hb^SHb^S داشته باشند که گویچه‌های قرمز داسی‌شکل دارد و ژنوتیپش با مادر متفاوت است.

۳۸۰۷ (۱) منظور صورت سوال، فرایند **انتخاب طبیعی** است. دقت کنید که انتخاب طبیعی سبب **کاهش گوناگونی** در جمعیت می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** انتخاب طبیعی برخلاف جهش، فرد را تغییر نمی‌دهد. **گزینهٔ (۳):** در فرایند گونه‌زایی دگرمیهنی، پس از جدایی دو جمعیت، فرایندهایی مانند جهش، نوترکیبی، انتخاب طبیعی و رانش (در جمعیت کوچک) سبب افزایش تفاوت دو جمعیت می‌شوند و به گونه‌زایی و جدایی تولیدمثلی آن‌ها کمک می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** انتخاب طبیعی برخلاف آمیزش تصادفی، تعادل جمعیت را به هم می‌زند و فراوانی نسبی الل‌ها را تغییر می‌دهد.

۳۸۰۸ (۲) خوب دقت کنید. ژن‌های این دو صفت روی یک کروموزوم هستند و احتمال کراسینگ اور وجود دارد. گل اول به صورت $AaRw$ بوده که چون طبق فرض سؤال a و R روی یک کروموزوم هستند، پس (الف) به صورت $\begin{vmatrix} A \\ W \end{vmatrix} \begin{vmatrix} a \\ R \end{vmatrix}$ و گل (ب) به صورت $aaRW$ و با آرایش $\begin{vmatrix} a \\ R \end{vmatrix} \begin{vmatrix} a \\ W \end{vmatrix}$ می‌باشد. حال دقت کنید که در سؤال گفتیم گرده‌افشانی با حشره است، پس احتمال خودلقاحی گل‌ها را نباید در نظر بگیرید.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. اگر در گل (الف) تخم ضمیمه ایجاد شود، یعنی اسپرم را گل (ب) و یاختهٔ دوهسته‌ای را گل (الف) داده است و با توجه به ژنوتیپ آندوسپرم $AaaRww$، اسپرم (ب) باید AR باشد ولی گل (ب) اصلاً الل A ندارد. **گزینهٔ (۲): درست.** اگر لپه در گل (ب) تشکیل شود، پس دهندهٔ اسپرم گل (الف) بوده است که با انجام کراسینگ‌اور می‌تواند هر چهار نوع گامت والدی (aR و AW) و نوترکیب (aW و AR) را ایجاد کند. در این حالت تخم‌زا در والد (ب) می‌تواند aR یا aW باشد که با توجه به انواع اسپرم‌ها احتمال ایجاد لپه $AaRW$ وجود دارد. **گزینهٔ (۳):** نادرست. وقتی لولهٔ گرده در گل (الف) ایجاد می‌شود، یعنی اسپرم را گل (ب) داده است که یکی از دو حالت aR یا aW می‌باشد. ولی دقت کنید که هر سه هستهٔ رویشی و اسپرم‌های درون لولهٔ گرده حاصل میتوز بوده‌اند و همواره ژنوتیپ یکسان دارند. **گزینهٔ (۴):** نادرست. تشکیل آندوسپرم (دانه) در گل (ب) یعنی اسپرم را گل (الف) داده است که بدون کراسینگ‌اور فقط دو نوع AW و aR می‌دهد و گل دیگر (ب) باید تخم‌زای AW در این آندوسپرم $AAaRWW$ داده باشد. ولی گل (ب) فاقد الل A می‌باشد.

۳۸۰۹ (۳) موارد (ب) و (د) صحیح‌اند. منظور صورت سوال، صفات وابسته به X نهفته و مستقل از جنس نهفته است.

بررسی موارد (الف) نادرست. در بیماری وابسته به X نهفته، اگر پدر سالم X^HY باشد، چون قطعاً X خود را به دختر خود می‌دهد پس دختر قطعاً بیمار نخواهد بود. (ب) **درست.** در بیماری مستقل از جنس نهفته اگر پدر بیمار aa و مادر سالم Aa باشد، دختر آن‌ها می‌تواند سالم و Aa شود. همچنین در بیماری وابسته به X نهفته اگر پدر بیمار X^hY باشد و مادر سالم X^HX^h باشد، دختر آن‌ها می‌تواند X^HX^h و سالم شود. (ج) نادرست. در بیماری وابسته به X نهفته اگر مادر بیمار X^hX^h باشد، چون پسر X خود را قطعا از مادر می‌گیرد، پسر قطعاً بیمار خواهد بود. (د) **درست.** در بیماری مستقل از جنس نهفته اگر پدر بیمار aa و مادر سالم Aa باشد، پسر می‌تواند Aa و سالم شود. همچنین در بیماری وابسته به X نهفته اگر پدر بیمار X^hY باشد و مادر سالم X^HX^h باشد، پسر آن‌ها می‌تواند X^HY و سالم شود.

۳۸۱۰ (۱) فرد مبتلا به بیماری فنیل‌کتونوری (PKU) نمی‌تواند **آنزیم** تجزیه‌کنندهٔ فنیل‌آلانین (که پروتئینی است) را بسازد. فرد مبتلا به شایع‌ترین نوع هموفیلی هم فاقد **پروتئین** انعقادی شمارهٔ ۸ است بنابراین علائم هر دو بیماری در اثر فقدان نوعی پروتئین در بدن فرد مبتلا ایجاد می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** با خون‌گیری از پای نوزادان در بدو تولد، ابتلای آن‌ها به بیماری PKU بررسی می‌شود. افراد مبتلا به سندروم داون دارای سه کروموزوم شمارهٔ ۲۱ در یاخته‌های پیکری خود می‌باشند؛ بنابراین این بیماری در بدو تولد با کمک تهیهٔ کاریوتیپ از کروموزوم‌ها قابل تشخیص است. (فصل ۷ زیست‌شناسی یازدهم) **گزینهٔ (۳):** در فرد دارای بیماری فنیل‌کتونوری، تغذیهٔ نوزاد از شیر مادر (که حاوی فنیل‌آلانین است) به آسیب یاخته‌های **مغزی** او می‌انجامد. در افراد مبتلا به بیماری MS (که نوعی بیماری خودایمنی است و در اثر فعالیت شدید سیستم ایمنی در مقابله با یاخته‌های خودی ایجاد می‌شود) نیز یاخته‌های عصبی دستگاه عصبی **مرکزی** (مغز و نخاع) آسیب می‌بینند. (فصل ۱ زیست‌شناسی یازدهم) **گزینهٔ (۴):** فقط در بیماری کم‌خونی داسی‌شکل، افراد دارای ژنوتیپ **ناخالص** در شرایط کمبود اکسیژن می‌توانند علائم بیماری را نشان دهند. (فصل ۴ زیست‌شناسی دوازدهم) ولی در بیماری فنیل‌کتونوری این مورد نادرست است و فرد ناخالص همواره سالم است.

۳۸۱۱ (۱) فقط مورد (الف) صحیح است که خط کتاب درسی است.

بررسی موارد (ب) سنگواره بقایا یا آثار جانداران در گذشتهٔ **دور** می‌باشد. (ج) حتی پوست و موی این ماموت‌ها هم حفظ شده‌اند. (د) اتفاقاً سنگواره نشان‌دهندهٔ جریان متفاوت زندگی در طول تاریخ بوده است.

شواهد تغییر گونه

۱) سنگواره‌ها (فسیل‌ها) و نکات متن کتابی:

۱. فسیل (سنگواره) مستقیم‌ترین و بهترین شاهدی است که تغییر گونه را بین جانداران مختلف نشان می‌دهد.
۲. سنگواره، بقایای یک جاندار یا **آثاری** از جانداری است که در گذشته **دور** زندگی می‌کرده است.
۳. معمولاً مناطق سخت بدن جانداران، فسیلی می‌شوند مثلاً استخوان‌های مهره‌داران یا اسکلت خارجی حشرات بهتر از بدن کرم خاکی امکان فسیلی شدن دارند.
۴. در برخی موارد، کل بدن یک جاندار فسیل می‌شود مثل ماموت‌های منجمد شده که حتی پوست و موی آن‌ها نیز حفظ شده‌اند یا حشراتی که در رزین‌های ترشحی گیاه برای دفاع از خود به دام افتاده‌اند.
۵. در زیست یازدهم خواندیم که حشرات کوچک نمی‌توانند روی برگ‌های کرکدار به راحتی حرکت کنند و ترشح مواد چسبناک از گیاه می‌تواند حرکت گیاه را دشوار یا غیرممکن کند. حتی برخی گیاهان در پاسخ به زخم، ترکیباتی ترشح می‌کنند که سبب محافظت آن‌ها می‌شود و اگر حجم این ترکیبات زیاد شود و حشره به دام بیفتد با سخت شدن این ترکیبات، سنگواره‌هایی از بدن حشره ایجاد می‌شود.
۶. دیرینه‌شناسی شاخه‌ای از زیست‌شناسی است که به مطالعهٔ فسیل‌ها می‌پردازد و اطلاعات فراوانی از گذشته به ما می‌دهد.
۷. جانداران و گونه‌هایی مثل دایناسورها بوده‌اند که در گذشته زندگی می‌کرده‌اند ولی در حال حاضر وجود ندارند و منقرض شده‌اند.
۸. جانداران و گونه‌هایی هستند که در حال حاضر زندگی می‌کنند ولی در گذشته زندگی نمی‌کرده‌اند مثل گل لاله و گربه.
۹. جانداران و گونه‌هایی مانند درخت گیسو هستند که از گذشته‌های دور تا زمان حال زندگی می‌کرده‌اند. این درخت در ۱۷۰ میلیون سال اخیر وجود داشته است.
۱۰. دیرینه‌شناسان عمر فسیل‌ها را تعیین می‌کنند و می‌دانند که در هر زمان چه جاندارانی زندگی کرده‌اند.
۱۱. با بررسی سنگواره‌ها می‌توان متوجه شد که در **زمان‌های مختلف**، زندگی به **شکل‌های مختلفی** جریان داشته است.
۱۲. امروزه زیست‌فناوری (فصل ۷) نیز در تحقیقاتی همچون مطالعه در مورد **دنای** فسیل‌ها کاربرد دارد.

۳۸۱۲ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** بله، متن کتاب است! **گزینهٔ (۲):** *قب اگر نه فور جاندار باشه و نه اثرش؛ دیگه چه هور سنگواره‌ای هست؟* **گزینهٔ (۳):** طبق شکل کتاب و فصل ۹ یازدهم درست است! **گزینهٔ (۴):** بله، بازم متن کتاب است.

۳۸۱۳ (۴) گزینهٔ (۴) خط کتاب درسی است. گزینهٔ (۱) در مورد گل لاله و گربه که مربوط به زمان نزدیک هستند، غلط است. در مورد گزینهٔ (۲) و (۳) قیدهای فقط و بدون توانایی غلط هستند.

۳۸۱۴ (۱) از **گربه‌ها** (پستاندار) **و پرندگان** برای تعیین قلمرو در کتاب بحث شده است. در بین مهره‌داران، اندازهٔ نسبی مغز **پستانداران و پرندگان** نسبت به وزن بدن، بیشتر است. **برخی خزندگان و پرندگان** دریایی و بیابانی که نمک یا غذاهای شور مصرف می‌کنند، در اطراف چشم یا زبان خود دارای غدد نمکی هستند. **ماهی‌ها** در خط جانبی خود گیرنده‌های مژک‌دار دارند. **حشرات** دارای طناب عصبی گره‌دار در سطح شکمی خود هستند. **دوزیستان** سازوکار تنفسی پمپ فشار مثبت دارند. مار زنگی دارای گیرندهٔ فروسرخ در سر می‌باشد. **جیرجیرک** (حشره) در پاهای جلویی خود پردهٔ صماخ دارد. مشخص است که نیای مشترک گزینهٔ (۱) به زمان حال **نزدیک‌تر** است.

۳۸۱۵ (۴) مدنظر گزینهٔ (۴) درخت گیسو است که طبق شکل کتاب، برگ پهن سبز با دمبرگ حدود ۵ سانتی‌متری است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مورد حشرات است که پوست ندارند. **گزینهٔ (۲):** در مورد گل لاله است که گامت با وسیلهٔ حرکتی در خزه‌ها می‌باشند. **گزینهٔ (۳):** در مورد دایناسور است که خزنده بوده است نه پرنده!

۳۸۱۶ (۳) اندام‌های آنالوگ، نشان دهندهٔ روش‌های مختلف **سازش** در جانداران برای پاسخ به **یک نیاز مشترک** می‌باشند. این اندام‌ها **ساختار متفاوت** ولی **کار یکسان** دارند (مثلاً بال پروانه با بال پرنده آنالوگ است که هر دو در پرواز نقش دارند ولی ساختار متفاوتی دارند).

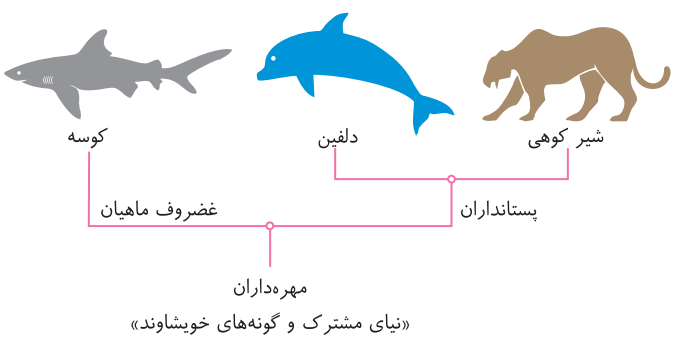
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اندام‌های همتا، لزوماً **کار** یکسان ندارند ولی **طرح ساختاری** یکسان دارند. **گزینهٔ (۲):** اندام‌های آنالوگ **ساختار** یکسان ندارند. **گزینهٔ (۴):** از اندام‌های **همتا** برخلاف آنالوگ برای رده‌بندی و رابطهٔ خویشاوندی جانداران استفاده می‌کنند.

تشریح مقایسه‌ای (مقایسه آناتومی) بین گونه‌های مختلف

وقتی برخی ساختارهای بدنی را در برخی گونه‌ها با هم مقایسه می‌کنیم، مشاهده می‌کنیم که برخی از آن‌ها **اساس ساختاری** و **طراحی** مشابهی با هم دارند. در حقیقت آناتومی آن‌ها در گونه‌های مختلف، شباهت‌های اساسی با هم دارند که این موضوع را دلیلی بر **خویشاوندی** بین آن گونه‌ها و داشتن **نیای مشترک** برای آن‌ها می‌دانند. مثلاً وقتی **اندام حرکتی جلویی** در مهره‌داران را با هم مقایسه می‌کنیم، می‌بینیم که طرح ساختاری آن‌ها یکسان بوده و همگی حاوی استخوان‌های بازو، زند زیرین، زند زبرین، استخوان‌های مچ، کف دست و بند انگشتان می‌باشد. به اندام‌هایی که اساس یا طرح ساختاری یکسانی دارند (مثل دست انسان با بال پرنده یا بالهٔ دلفین و دست گربه)، اندام‌ها یا ساختارهای همتا یا همولوگ گفته می‌شود. این اندام‌ها ممکن است کارایی داشته باشند یا نداشته باشند یا کارایی کمی داشته باشند.

چند نکتهٔ مهم از شکل

- در بررسی اندام‌های همتا، نکتهٔ مهم، داشتن ساختار و طرح یکسان می‌باشد و کارایی آن‌ها در درجهٔ دوم اهمیت می‌باشد.
- علت وجود ساختارهای همتا در گونه‌های متفاوت، داشتن **نیای مشترک** بین آن گونه‌ها می‌باشد. این گونه‌های دارای ساختار همتا را **گونه‌های خویشاوند** می‌گویند. مثلاً محققین معتقدند که مهره‌داران دارای یک نیای مشترک هستند چون در همهٔ آن‌ها می‌توان ساختارهای همتای متعددی مشاهده کرد.
- در نمودار خویشاوندی مقابل مشاهده می‌شود که دلفین و شیر کوهی چون هر دو شباهت‌های فراوانی با هم دارند، در یک رده به نام پستانداران قرار می‌گیرند. شباهت آن‌ها به هم بسیار بیشتر از شباهت آن‌ها به کوسه ماهی می‌باشد ولی همگی نیای مشترک دیگری داشته‌اند.
- زیست‌شناسان با استفاده از ساختارهای همتا، می‌توانند **رده‌بندی** جانداران را انجام دهند و جانداران خویشاوند را در یک گروه قرار دهند. مثلاً هر جانوری که ستون مهره دارد را در گروه شاخه مهره‌داران (طنابداران) قرار می‌دهند.



ساختارهای آنالوگ

گاهی در بین گونه‌های مختلف، ساختارهایی دیده می‌شوند که **کار یکسانی دارند** ولی **طراحی و ساختار متفاوتی** دارند. مثلاً پای انسان و پای عنکبوت هر دو برای راه رفتن می‌باشند و کار یکسانی دارند ولی پای انسان برخلاف پای عنکبوت ساختار استخوانی دارد. به این ساختارهای همکار ولی غیر هم‌ساختار، ساختارهای آنالوگ می‌گویند. بال کبوتر و بال پروانه نیز آنالوگ هستند چون هر دو برای پرواز هستند ولی بال پروانه برخلاف بال پرنده ساختار استخوانی ندارد.

نکتهٔ مهم

ساختارهای آنالوگ برای پاسخ به یک **نیاز مشترک** (مثلاً پرواز) به وجود آمده‌اند ولی در گونه‌های مختلف، سازش آن‌ها و ساختار آن‌ها به روش‌های مختلفی بوده است. این اندام‌ها برخلاف اندام‌های همتا، دلیلی برداشتن یک نیای مشترک به حساب نمی‌آیند.

۳۸۱۷ (۱) فقط مورد (ب) صحیح است.

بررسی موارد (الف) الزاماً ساختار وستیجیال از اندام حرکتی مشتق نمی‌شود و ممکن است مربوط به هر ساختار دیگری باشد. (ج) ساختارهای وستیجیال می‌توانند عملکرد اندکی داشته باشد. (د) ساختارهای وستیجیال، ساختارهای کوچک، ساده یا ضعیف‌شده‌ای هستند که ممکن است علاوه‌بر دارا بودن طرح ساختاری مشابه، عملکرد یکسان نیز داشته باشند.

ساختارهای وستیجیال

وقتی آناتومی و ساختار بدن را در بین **گونه‌های مختلف** مقایسه می‌کنیم، علاوه‌بر پیدا شدن خویشاوندی گونه‌ها، مشاهده می‌شود که این ساختارهای همتا، در برخی گونه‌ها بسیار کارامد هستند مثل ران سوسمار که در حرکت کارایی زیادی دارد ولی در برخی گونه‌های دیگر این ساختارها کوچک یا ساده‌تر شده‌اند و حتی ممکن است فاقد کارایی خاصی باشند. **به این ساختارهای کوچک، ساده یا ضعیف شده، ساختارهای وستیجیال** (به معنی ردپا) **می‌گویند**. مثلاً لگن و ران در مارها وستیجیال هستند و منشأ آن لگن و ران سوسمار بوده است که دارای کارایی می‌باشد. یعنی لگن و ران در سوسمار و مار با هم همتا می‌باشند که در مار وستیجیال شده چون نیازی به داشتن پا و راه رفتن ندارد ولی در سوسمار کارایی دارد و وستیجیال نمی‌باشد.

مثالی دیگر از وستیجیال: مار پیتون، فاقد پا می‌باشد اما بقایای پا در لگن آن به صورت وستیجیال وجود دارد. این اندام مشخص می‌کند که این گونه با سایر مهره‌داران رابطهٔ خویشاوندی دارد.

نکته

شواهد متعددی وجود دارد که نشان می‌دهد، مارها از تغییر یافتن و تکامل سوسمارها ایجاد شده‌اند.

دلیل وستیجیال شدن یک ساختار

در طبیعت می‌گویند یاخته واحد عقلانی است چون انرژی را بیهوده مصرف نمی‌کند. به همین دلیل در دنیای زنده نیز همین مسئله وجود دارد که چون حفظ یک ساختار انرژی‌بر می‌باشد، پس جاندار باید در مسیر تکاملی خود، ساختارهایی را در بدن حفظ کند که این ساختارها کارایی داشته باشند و جاندار از آن‌ها استفاده بهینه کند. بدیهی است که اگر جانداری، مقداری از انرژی خود را صرف نگه داشتن اندامی کند که هیچ کارایی ندارد، پس آن مقدار انرژی را بیهوده از دست داده است و در سیستم رقابتی با جانداران دیگر حذف می‌شود. به همین دلیل، جانداران در طی تکامل خود، ساختارها و اندام‌هایی که کارایی ندارند را به تدریج حذف می‌کنند یا به صورت وستیجیال درمی‌آورند که ساده و کوچک می‌شوند.

نکته

بقایای پای مار وستیجیال است ولی با پای مهره‌داران دیگر همتا می‌باشد.

۳۸۱۸ (۴) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد الف) و ب) همتا یعنی هم‌ساختار اما آنالوگ به معنای هم‌کار است به‌عنوان مثال بال پرنده با دست انسان همتا هستند اما آنالوگ نیستند و بال پرنده با بال پروانه همتا نیستند اما آنالوگ هستند. کلاً در تست‌ها دو اندام همتا باید در دو مهره‌دار یا در دو بی‌مهره باشد و دو اندام آنالوگ باید در یک مهره‌دار و یک بی‌مهره باشند. ج) دلفین و شیرکوهی هر دو پستاندار هستند و رابطهٔ خویشاوندی نزدیک‌تری با هم دارند در مقایسه با ماهیان ولی محیط زندگی دلفین همانند کوسهٔ ماهی در آب است ولی شیرکوهی خشکی‌زی است. د) هر دو مهره دارند و اندام همولوگ نیای مشترکی دارند.

۳۸۱۹ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** *فقط این نیست که، اجزای جانداران نیز با هم مقایسه میشه و ...* **گزینهٔ (۲):** براساس متن کتاب درسی در مورد همهٔ گونه‌ها نادرست است. **گزینهٔ (۴):** تعریف نیای مشترک است و داشتن اندام‌های همتا در گونه‌های خویشاوند. **گزینهٔ (۴):** مقایسه برای گونه‌های مختلف است.

۳۸۲۰ (۲) اندام‌هایی را که طرح ساختاری آن‌ها متفاوت است ولی کار یکسان انجام دهند، «اندام‌ها یا ساختارهای آنالوگ» می‌نامند.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۳):** اندام‌های همتا و وستیجیال برای بررسی خویشاوندی است. **گزینهٔ (۴):** ممکن است دو اندام همتا هم کار یکسان داشته باشند و نیای مشترک را هم با آن بررسی کنند.

۳۸۲۱ (۲) دست شیرکوهی و بالهٔ کوسه‌ماهی، ساختارهای **همتا** هستند که از آن‌ها برای رده بندی جانداران استفاده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بال عقاب مهره‌دار و بال مگس بی‌مهره، جزء ساختارهای **آنالوگ** هستند. ساختارهای آنالوگ، طرح ساختاری **متفاوتی** دارند. **گزینهٔ (۳):** **بقایای** پا (نه خود پا) در مار پیتون، مثالی از ساختارهای وستیجیال است. این ساختارها کوچک یا ساده شده و حتی ممکن است فاقد کار خاصی باشند. مارها از تغییریافتن سوسمارها پدید آمده‌اند. **گزینهٔ (۴):** بال پرنده و دست اسب، ساختارهای همتا هستند. در حالی که ساختارهای آنالوگ نشان می‌دهند که برای پاسخ به یک نیاز، جانداران به روش‌های مختلفی سازش پیدا کرده‌اند.

۳۸۲۲ (۳) موارد (ب)، (ج) و (د) در مورد **لگن** صحیح می‌باشد.

بررسی موارد الف) نادرست. بی‌مهرگان لگن ندارند. ب) **درست.** در مورد اتصال دو نیم‌لگن با مفصل ثابت صحیح است. ج) **درست.** استخوان لگن، نامنظم است ولی مجاری هاورس در تنهٔ استخوان دراز است. د) **درست.** در مورد اتصال لگن با ران در مفصل متحرک گوی و کاسه‌ای صحیح است.

۳۸۲۳ (۱) طبق تشریح مقایسه‌ای، اندام‌های **همتا** برخلاف آنالوگ برای بررسی خویشاوندی و وجود نیای مشترک به کار می‌رود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** ساختار آنالوگ فقط برای توجیه سازش اندام‌ها در جهت کار آن‌ها می‌باشد و دلیلی بر خویشاوندی و وجود نیای مشترک نمی‌باشند. **گزینهٔ (۳):** توالی‌های حفظ شده در گونه‌های متعدد و در مقایسه با نیای مشترک آن‌ها وجود دارند. **گزینهٔ (۴):** اندام وستیجیال ممکن است کارایی نداشته باشد یا کوچک و ساده با کارایی کم باشد.

۳۸۲۴ (۱) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد الف) اندام‌های همتا در همهٔ مهره‌داران وجود دارد ولی در یک گروه مثل پستانداران قرار گرفتن براساس خویشاوندی نزدیک‌تر و شباهت بیشتر مثل شیرکوهی و دلفین است. ب) قسمت اول که ساختار یکسان دارد ویژهٔ اندام‌های همتا است ولی قسمت دوم که در پاسخ به یک نیاز (مثل پرواز) بوده مربوط به آنالوگ‌هاست. ج) هر سه نوع ساختار با نقش مقایسه‌ای مطرح می‌شوند. د) بقایای پای مار فقط بیانگر رابطهٔ آن با سایر **مهره‌داران** است. (نه هر جانور متحرک!)

۳۸۲۵ (۱) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد الف) در بررسی مولکولی، مقایسهٔ گونه‌ها براساس **ژنگان** انجام می‌شود نه فقط خزانهٔ ژنی و بررسی الل‌ها! ب) و د) توالی‌های حفظ شده، ژن‌ها و توالی‌های بین‌ژنی مشترک بین گونه‌های متفاوت است و به تاریخچهٔ تغییر هم پی می‌برند. ج) در تشریح مقایسه‌ای به بررسی اندام‌ها می‌پردازند نه مولکول‌های زیستی!

بررسی مولکول‌های زیستی در خویشاوندی گونه‌ها

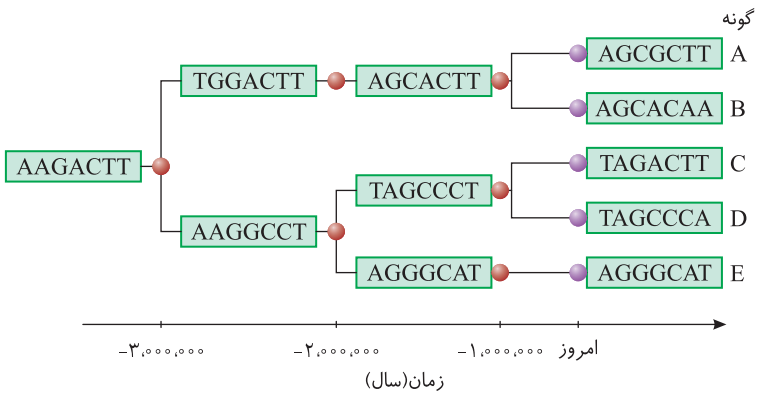
در علم مقایسه ژنتیکی ژنوم (ژنگان) جانداران، هنگامی که ژنوم **گونه‌های مختلف** را با یکدیگر مقایسه می‌کنند، مشاهده می‌شود که برخی ژن‌ها در برخی گونه‌ها مشترکند و در عوض برخی ژن‌ها، ویژه یک گونه خاص می‌باشند. از این مقایسه‌ها اطلاعات ارزشمندی در علم ژنگان‌شناسی مقایسه‌ای به دست می‌آورند. وقتی زیست‌شناسان، ***DNA*** **گونه‌های مختلف ولی نزدیک به هم** را با هم مقایسه می‌کنند، مشاهده می‌کنند که هرچه ***DNA*** دو جاندار شباهت بیشتری به هم داشته باشد، خویشاوندی نزدیک‌تری دارند و با این روش می‌توان به تاریخچه تغییر گونه‌های آن‌ها پی ببرند.

بررسی توالی‌های حفظ شده

وقتی توالی یک ژن خاص را در برخی گونه‌های مختلف با هم مقایسه می‌کنیم، مشاهده می‌شود که قسمت‌ها یا توالی‌های خاصی، در بین گونه‌های مختلف وجود دارند که هیچ تفاوتی در توالی نوکلئوتیدی با هم ندارند. به این توالی‌ها، **توالی‌های حفظ شده** می‌گویند.

مثالی برای درک بهتر توالی‌های حفظ شده: در ۵ گونه فرضی روبه‌رو که از یک نیای مشترک ایجاد شده‌اند نوکلئوتید پنجم همگی *C* بوده و یکسان می‌باشد. این مطلب نشان می‌دهد که پنج گونه فوق از یک نیای مشترک، اشتقاق یافته‌اند و طی تکامل به گونه‌های متفاوتی مشتق شده‌اند.

در این شکل گونه‌های *A* و *B* و همچنین *C* و *D* به هم شبیه‌تر و خویشاوندتر می‌باشند یعنی در گذشته نزدیک‌تری و از نیای نزدیک‌تری مشتق شده‌اند.



«چگونگی مشتق شدن پنج گونهٔ فرضی از یک نیای مشترک»

۳۸۲۶ (۴) تمامی موارد عبارت را به نادرستی تکمیل می‌نمایند.

بررسی موارد (الف) سنگواره **معمولاً** حاوی قسمت‌های سخت بدن جانداران (مثل استخوان‌ها یا اسکلت خارجی) است. در شرایطی ممکن است قسمت‌های نرم هم (مانند پوست و مو) سنگواره تشکیل دهند. (ب) وقتی گونه‌های مختلف را مقایسه می‌کنیم، گاهی به ساختارهایی برمی‌خوریم که در یک عده بسیار کارآمد هستند اما در عدهٔ دیگر، کوچک یا ساده شده **و حتی ممکن است فاقد کار خاصی باشند** (ممکن است کار مشخصی هم داشته باشند). این ساختارهای کوچک، ساده یا ضعیف شده را ساختارهای وستیجیال می‌نامیم. (ج) برای گروه‌بندی جانداران مختلف و تشخیص روابط خویشاوندی می‌توان از ساختارهای همتا، توالی حفظ شده دنا و ... استفاده نمود. **تعیین تاریخچهٔ تغییر جانداران** با کمک مطالعات **مولکولی و ژنتیکی** جانداران قابل بررسی است. (د) ساختارهای **آنالوگ** (ساختارهایی با کار یکسان اما با طرح ساختاری متفاوت) نیز در تشریح مقایسه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند اما نمی‌توانند رابطهٔ خویشاوندی بین جانداران را نشان دهند.

۳۸۲۷ (۱) منظور سؤال **دنا** می‌باشد که قطعاً نقش آنزیمی با کم کردن انرژی فعال‌سازی ندارد. در دنای حلقوی هر رشته سر آزاد ندارد (رد گزینهٔ (۲)). عبارت گزینهٔ (۳) در مورد کروموزوم و نوکلئوزوم است و هر رشتهٔ دنا پیوند هیدروژنی ندارد.

۳۸۲۸ (۳) موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** تشریح مقایسه‌ای به سنگواره کاری ندارد. (ب) درست. خط کتاب درسی است. (ج) **نادرست.** شباهت کار در اندام‌های آنالوگ هم هست ولی نیای مشترک ندارند. (د) **نادرست.** اندام‌های همتا می‌توانند کار یکسان یا متفاوت داشته باشند.

۳۸۲۹ (۲) موارد (الف) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** در علم زیست‌شناسی، یکی از نشانه‌های داشتن نیای مشترک داشتن ساختارهای **همتا** است (نه آنالوگ). (ب) نادرست. دقت کنید اندام‌های وستیجیال در **برخی** جانداران دارای آن فاقد نقش خاصی می‌باشند! (ج) نادرست. ساختار آنالوگ نمی‌تواند به ما تغییر گونه‌ها را نشان دهد! اینکه پرنده بال و پروانه بال دارند فقط به سازش آن‌ها برای حرکت ربط دارد. (د) **درست.** نیای بعضی گونه‌ها به یکدیگر نزدیک بوده (مثل انسان و میمون!) و در نتیجه از نظر توالی‌های آمینواسیدی پروتئین‌های خود تفاوت کمتر و شباهت بیشتری دارند.

۳۸۳۰ (۲) موارد (الف) و (ب) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** ژنگان در یک گونه و افراد آن یکسان است. در تعریف جمعیت افراد یک گونه در یک زمان و یک مکان هستند. (ب) **درست.** خط کتاب درسی است. (ج) نادرست. تعریف ارنست مایر برای گونه‌هایی است که تولیدمثل **جنسی** دارند و میوز دارند ولی مثلاً در زنبورعسل، نرهای آن‌ها توانایی انجام میوز ندارند. (د) نادرست. جدایی تولیدمثلی در یک گونه، ابتدا دو خزانهٔ ژنی و دو جمعیت متفاوت می‌دهد که اگر گونهٔ جدید حاصل شود، ژنگان جدید ایجاد شده است.

۳۸۳۱ (۴) تعریف ارنست مایر در مورد جاندارانی است که تولیدمثل جنسی دارند و افراد با گونه‌های دیگر آمیزش موفقیت‌آمیز نمی‌کنند (درستی (۴) و نادرستی (۱)).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** زیستا زاده‌ای است که زنده می‌ماند و زندگی طبیعی را ادامه می‌دهد نه اینکه تا مدت کوتاهی میتوز کند. **گزینهٔ (۳):** مهره‌داران تولیدمثل جنسی دارند ولی در برخی مثل کرم پهن کبد که خود بارور است لقاح در یک فرد رخ می‌دهد.

تعریف گونه از نظر ارنست مایر

وی برای جاندارانی که تولیدمثل **جنسی** دارند بیان کرد که گونه در زیست‌شناسی به مجموعه افرادی گفته می‌شود که **می‌توانند** در طبیعت با هم آمیزش کنند و زاده‌های زیستا (قدرت زنده ماندن و میتوز کردن) و زایا (قدرت تولید گامت و لقاح) به وجود آورند ولی نمی‌توانند با گونه‌های دیگر **آمیزش موفقیت‌آمیز** کنند یعنی نمی‌توانند با گونه‌های دیگر نیز زاده زیستا و زایا ایجاد کند. تعاریف مختلفی در مورد گونه حتی قبل از ارنست مایر عنوان شد که هر کدام در محدودهٔ مشخص کارآمدند.

نکته

- آمیزش موفقیت‌آمیز در گونه ← یعنی زاده زیستا و زایا ایجاد می‌کند.
- آمیزش غیر موفقیت‌آمیز بین دو گونه
  - یا همواره زاده نازا ایجاد می‌کنند.
  - یا همواره زاده نازیستا ایجاد می‌کنند.
  - یا همواره زاده نازا و نازیستا ایجاد می‌کنند.
  - البته دقت کنید که فرد نازیستا، حتی اگر عقیم نباشد به زایا بودن نمی‌رسد.

۳۸۳۲ (۲) منظور از گزینهٔ (۲)، **رانش** دگره‌ای است که بر اثر عواملی مانند سیل، زلزله و... تعداد زیادی از افراد از بین می‌روند، ولی این ویژگی **فقط** در جمعیت **کوچک** مؤثر است و اگر هیچ‌کدام از دو جمعیت جداشده، کوچک نباشند، تأثیرگذار آن‌چنانی ندارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هر نوع گونه‌زایی دگرمیهنی با ایجاد سدّ جغرافیایی و جدایی تولیدمثلی آغاز می‌شود. **گزینهٔ (۳):** منظور رخ دادن انتخاب طبیعی است. **گزینهٔ (۴):** منظور رخ دادن شارش است که در گونه‌زایی دگر میهنی قطع می‌شود.

نکته

میزان عامل جغرافیایی جداکننده برای گونه‌زایی دگرمیهنی، به میزان **حرکت جانداران** آن گونه بستگی دارد. هرچه میزان تحرک گونه بیشتر باشد، سدّ جغرافیایی باید بزرگ‌تر باشد. (مثلاً برای جدایی جغرافیایی پرندگان، باید سدّ جغرافیایی آنقدر بزرگ باشد که با پرواز هم به همدیگر نرسند ولی برای حلزون‌ها، یک خشکی چند متری نیز برای ایجاد سدّ جغرافیایی، کافی می‌باشد.)
اگر جمعیت اولیه‌ای که در اثر جدایی جغرافیایی از جمعیت اصلی جدا شده باشد، یک جمعیت با **اندازهٔ کوچک** باشد، در آن صورت **رانش** ژن نیز در جمعیت نقش مهمی دارد و بر میزان تفاوت بین دو جمعیت می‌افزاید. در حقیقت رانش ژن وقتی نقش **مهمی** دارد که در جمعیت‌هایی با اندازهٔ کوچک رخ دهد.

۳۸۳۳ (۳) در هر دو نوع گونه‌زایی، جدایی تولیدمثلی و ایجاد دو خزانهٔ ژنی ایجاد می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** فقط در مورد نوع دگرمیهنی صحیح است. **گزینهٔ (۲):** رانش ژن در گونه‌زایی دگرمیهنی در صورت کوچک بودن جمعیت مؤثر است. **گزینهٔ (۴):** گونه‌زایی دگرمیهنی از نوع تدریجی است ولی هم‌میهنی به سرعت با خطای تقسیم رخ می‌دهد.

۳۸۳۴ (۳) به‌طور کلی سازوکارهایی را که باعث ایجاد گونه‌ای جدید می‌شوند، به دو گروه تقسیم می‌کنند: گونه‌زایی دگرمیهنی که در آن جدایی جغرافیایی رخ می‌دهد و گونه‌زایی هم‌میهنی که در آن جدایی جغرافیایی رخ نمی‌دهد. در اثر وقوع جدایی جغرافیایی، ارتباط بین دو جمعیت جدا شده که قبلاً به یک جمعیت تعلق داشتند، قطع شده و **شارش ژن** که یکی از عوامل خارج‌کنندهٔ جمعیت از حال تعادل است بین دو جمعیت متوقف می‌شود. در این حالت در هر جمعیت، جهش، انتخاب طبیعی و **نوترکیبی** به تدریج دو جمعیت را متفاوت‌تر می‌کند. نوترکیبی از عواملی است که تنوع را در جامعه حفظ می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در گونه‌زایی دگرمیهنی، براثر وقوع پدیده‌هایی هم‌چون جهش، نوترکیبی و انتخاب طبیعی، **به‌تدریج** (نه سریعاً) گونه‌های جدید تشکیل می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** در گونه‌زایی دگرمیهنی، اگر جمعیتی که از جمعیت اصلی جدا شده است، **کوچک** باشد، آن وقت باید اثر **رانش** ژن را نیز درنظر گرفت که خود بر میزان تفاوت بین دو جمعیت می‌افزاید. بنابراین اگر جمعیت جداشده از جمعیت اصلی بزرگ باشد، اثر رانش ژن در نظر گرفته نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** اگر زمان جدایی طولانی باشد و محیط‌ها هم متفاوت باشند، ممکن است گونه‌زایی رخ داده باشد و دیگر با هم آمیزش نکنند ولی همواره این‌چنین نیست.

۳۸۳۵ (۱) جهش، رانش، انتخاب طبیعی و نوترکیبی منظور تست است *ولی حواست باشه گزینهٔ درست مربوط به برفیاشون باید باشه نه همهٔ اونا* (فقط شارش در گونه‌زایی دگرمیهنی نقش ندارد!)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** *این میتونه مربوط به جهش و نوترکیبی باشه و چون دربارهٔ برفیاشون درسته، پس همین جواب ماست.* **گزینهٔ (۲):** این موضوع بعد از قطع شدن **شارش** است که اصلاً شارش اینجا نقشی توسؤال ما نداره! **گزینهٔ (۳):** *میتونست دربارهٔ جهش عددی درسته باشه، اما قطعاً نمی‌شود گفت.* **گزینهٔ (۴):** کامه‌های متفاوت باید به وجود بیایند که متفاوت بشوند و گونه‌زایی شود!

۳۸۳۶ (۴) در گونه‌زایی هم‌میهنی، خطای میوزی موجب جداشدن دو جمعیت از هم می‌شود. اگر میان افراد یک گونه جدایی تولیدمثلی رخ دهد، آن‌گاه خزانهٔ ژنی آن‌ها از یکدیگر جدا و احتمال تشکیل گونهٔ جدید فراهم می‌شود. منظور از جدایی تولیدمثلی، عواملی است که مانع آمیزش بعضی از افراد یک گونه با بعضی دیگر از افراد همان گونه می‌شوند. به طور کلی سازوکارهایی را که باعث ایجاد گونه‌ای جدید می‌شوند، به دو گروه تقسیم می‌کنند: گونه‌زایی دگرمیهنی که در آن جدایی جغرافیایی رخ می‌دهد و گونه‌زایی هم‌میهنی که در آن جدایی جغرافیایی رخ نمی‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در گونه‌زایی هم‌میهنی جدایی جغرافیایی رخ نمی‌دهد. **گزینهٔ (۲):** خطای میوزی درواقع می‌تواند نوعی جهش کروموزومی (ناهنجاری عددی) باشد؛ چرا که تعداد کروموزوم‌ها دستخوش تغییر می‌شود. **گزینهٔ (۳):** این گزینه در مورد گونه‌زایی دگرمیهنی صحیح است.

گونه‌زایی هم‌میهنی

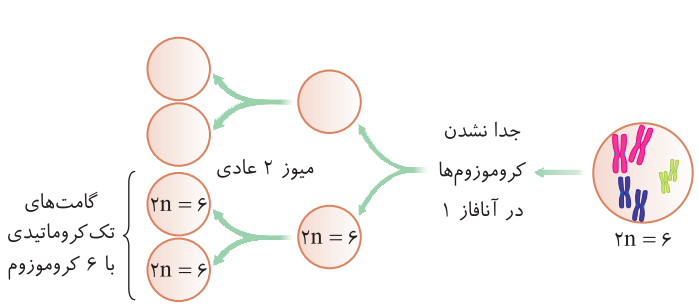
در برخی موارد که اغلب در گونه‌زایی گیاهان، دیده می‌شود، گونهٔ جدید به صورت زیستا و زایای با کروموزوم‌های پلی‌پلوئیدی از گونهٔ دیپلوئید اولیه ایجاد می‌شود. این گونهٔ جدید پلی‌پلوئید بدون جدایی جغرافیایی و فقط به دلیل اختلال در تقسیم یاخته‌ای و ایجاد یاخته‌هایی با تعداد کروموزوم‌های غیرعادی ایجاد شده‌اند ولی به هر حال سبب جدایی تولیدمثلی و ایجاد گونهٔ جدید شده‌اند. **دقت کنید که در این گونه‌زایی‌ها، افراد گونه‌های پلی‌پلوئید جدید نمی‌توانند با گونهٔ اولیه، آمیزش موفقیت‌آمیز کنند** و یا اگر آمیزش کنند زاده‌های زیستا و زایا ایجاد نمی‌کنند. به همین دلیل از ابتدا دارای دو ژنوم و خزانهٔ ژنی جدید می‌شوند. در ادامه به بررسی انواع حالات ممکن در اثر اشکالات تقسیم کروموزوم‌ها در گونه‌زایی هم‌میهنی و اثرات آن‌ها می‌پردازیم.

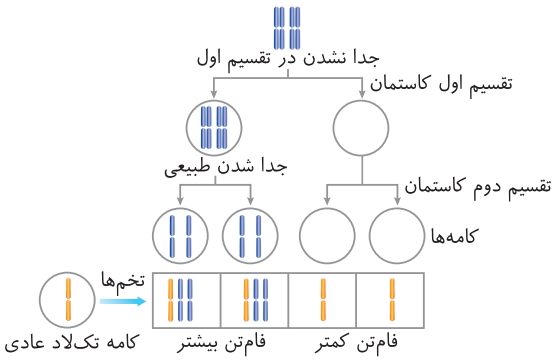
نکته

اثر جهش، انتخاب طبیعی و رانش در این گونه‌زایی نیز مهم است.

الف) اگر جدا نشدن کروموزوم‌ها در میوز ۱ اتفاق بیفتد

اگر طی مرحلهٔ میوز ۱، همهٔ کروموزوم‌ها به یک یاخته بروند ولی میوز ۲ به درستی انجام شود در این صورت از چهار یاخته حاصله، دو یاخته فاقد کروموزوم بوده و دو یاختهٔ دیگر دارای تعداد کروموزوم‌هایی برابر با یاختهٔ اولیه ولی تک‌کروماتیدی خواهند شد که به صورت روبه‌رو می‌باشند. (فرض کنید یاخته پیکری گونه $2n=6$ می‌باشد.)





روند گونه‌زایی: به خاطر دارید که روند جدایی کروموزوم‌ها در میوز ۲ همانند میتوز انجام می‌شد، پس از یاخته $2n=6$ مضاعف، طی میوز ۲، دو یاخته یا گامت $2n=6$ ولی تک‌کروماتیدی ایجاد می‌شود. حال اگر این گامت‌های دیپلوئید با هم لقاح کنند، جاندار تتراپلوئید زیستا و زایا به عنوان یک گونه جدید ایجاد می‌شود.

حال اگر این گامت‌ها با گامت‌های عادی $n=3$ لقاح کنند، حالت‌های منوزومی و تریزومی زیر در تخم‌ها ایجاد می‌شوند که قادر به بقا و زایا بودن نمی‌باشند. (به خاطر دارید که میوز ویژه یاخته‌های زوج n زایشی است.)

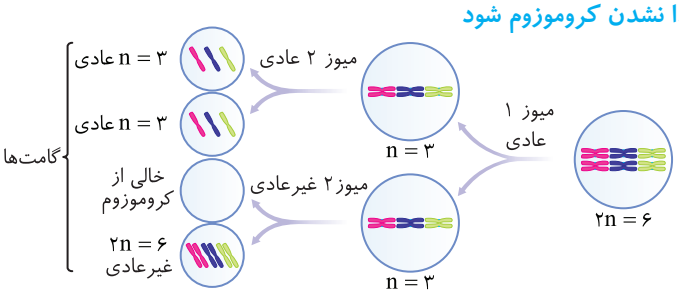
گامت عادی + گامت غیرعادی ← تخم‌های حاصله

- $n=3$ + صفر کروموزومی ← $n=3$
- $n=3$ + $2n=6$ ← $3n=9$

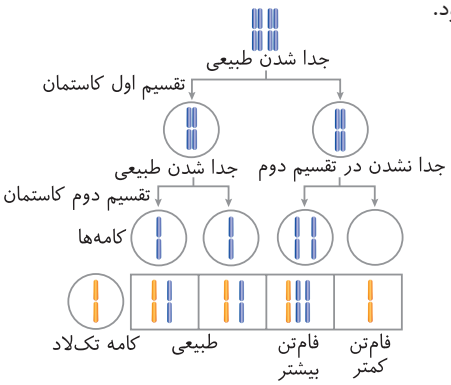
قدرت میوز و باروری ندارند.

ب) اگر یک یاخته محصول میوز ۱ در مرحلهٔ میوز ۲ دچار جدا نشدن کروموزوم شود

اگر فرض کنیم که در یاخته‌ای $2n=6$، مرحلهٔ میوز ۱ به درستی انجام شود در این صورت دو یاخته $n=3$ مضاعف ایجاد می‌شود. اگر یکی از این دو یاخته میوز ۲ را به درستی انجام دهد، حاصل آن دو گامت طبیعی $n=3$ تک‌کروماتیدی می‌شود ولی اگر یاخته دیگر بعد از مرحله آنافاز ۲ و جدا شدن کروماتیدها، همهٔ آن‌ها را به یک یاخته بدهد، حاصل این تقسیم ایجاد یک گامت غیرعادی بدون کروموزوم و یک گامت $2n$ با ۶ کروموزوم تک‌کروماتیدی می‌شود.



اگر این ۳ نوع گامت با گامت‌های $n=3$ عادی لقاح کنند، حاصل آن ایجاد سه نوع تخم $2n=6$ طبیعی، $n=3$ منوزومی نازا و $3n=9$ نازای غیرعادی می‌شود. البته دقت داشته باشید که اگر دو نوع گامت $2n=6$ از دو میوز غیرعادی دو جاندار با هم ترکیب شوند، یک فرد $4n=12$ ایجاد می‌شود که می‌تواند زمینه‌ساز ایجاد گونه جدیدی بشود.



گامت غیرعادی + گامت عادی ← انواع تخم‌ها

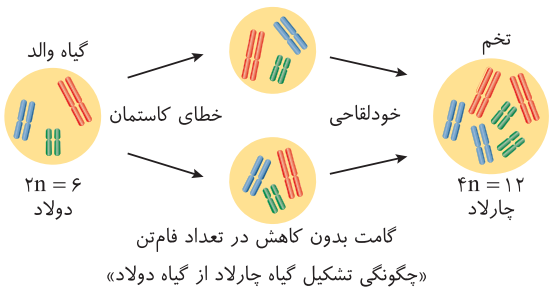
- $n=0$ + $n=3$ ← $n=3$ منوزومی نازا (تک‌لادی)
- $n=3$ (عادی) + $n=3$ ← $2n=6$ تخم عادی (دولادی)
- $2n=6$ + $n=3$ ← $3n=9$ تریزومی نازا (سه‌لادی)

نکته

گیاهان پلی‌پلوئیدی، معمولاً در اثر گونه‌زایی هم‌میهنی ایجاد شده‌اند. این گیاهان زیستا و زایا هستند ولی نمی‌توانند در اثر آمیزش با گونه نیایی خود، زاده‌های زیستا و زایایی ایجاد کنند.

ج) جدا نشدن کروموزوم‌ها در میوز و خودلقاحی گامت‌ها (گونه‌زایی دگرمیهنی)

در برخی اوقات دیده می‌شود که کروموزوم‌های گونه‌های گیاهی در میوز از هم جدا نمی‌شوند و در نهایت گامت‌های دیپلوئیدی ایجاد می‌کنند. اگر اسپرم‌های دیپلوئید حاصل از تقسیم میوز نادرست در کیسه گرده گیاهی با تخم‌زاهای دیپلوئید مادگی همان گیاه که هر دو دچار این میوز غیرعادی شده باشند، لقاح کنند، حاصل این عمل ایجاد تخمی **تتراپلوئید** ($4n$) می‌شود که **زیستا و زایا** می‌باشد. این تخم از هر ردیف کروموزوم دو عدد دارد که با هم همتا می‌باشد و به راحتی قدرت میتوز و سپس میوز دارد. از تقسیم این تخم گونهٔ تتراپلوئید جدید ایجاد می‌شود که نوعی گونه‌زایی هم‌میهنی است. چون گونه $4n$ (تتراپلوئید) دیگر با $2n$ (دیپلوئید) اولیه لقاح نمی‌کند و اگر هم لقاح کند تخم $3n$ ایجاد می‌کند که نازا می‌باشد و خزانهٔ ژنی و گونهٔ جدیدی ایجاد نمی‌کند. در اثر این اتفاق خزانهٔ ژنی گونهٔ دیپلوئید از خزانهٔ ژنی گونهٔ تتراپلوئید جدا می‌شود.



در شکل گونه اولیه $2n=6$ بوده است که در اثر خطای میوز ۱، گامت‌های $2n=6$ ایجاد کرده است. در اثر خودلقاحی این گامت‌ها، تخم $4n=12$ ایجاد شده است که زیستا و زایا می‌باشد و منشأ ایجاد گونهٔ جدیدی شده است.

۳۸۳۷ (۲) اگر جاندار حاصل **نازیستا** باشد، طبق تعریف ارنست مایر برای گونه، دو والد آن از **دو گونهٔ** مختلف هستند و خزانهٔ ژنی آن‌ها **جدا می‌ماند** (چون گفته دو گونه صحیح است).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** به عنوان مثال ممکن است در اثر پدیدهٔ **جدا نشدن کروموزوم‌ها**، زاده‌های آن غیرطبیعی شوند. **گزینه‌های (۳) و (۴):** به عنوان مثال ممکن است فردی بیماری داون داشته باشد و عقیم نازا باشد ولی طول عمر کافی داشته باشد (نادرستی گزینهٔ (۳)) از طرفی به دلیل عقیم بودن ژن خود را به نسل بعد نمی‌دهد (نادرستی گزینهٔ (۴)).

۳۸۳۸ (۴) سازوکارهایی که باعث ایجاد گونه جدید می‌شوند: (۱) هم‌میهنی (۲) دگرمیهنی می‌باشد. برای ایجاد گونه در هر حالتی، ایجاد گامت‌هایی متفاوت با گامت‌های والدین از نظر محتوای ژنی الزامی است. اصلاً تا محتوای ژنی یا همان ژنوم عوض نشود، هنوز گونه‌زایی انجام نشده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ایجاد سدّ جغرافیایی، تنها در رابطه با گونه‌زایی **دگرمیهنی** می‌باشد که سبب قطع شارش می‌شود. **گزینهٔ (۲):** خوب دقت کنید! انتخاب طبیعی هیچ‌گاه سبب **تغییر در فرد نمی‌شود** و تنها خزانهٔ ژنی و ساختار جمعیت را تغییر می‌دهد. در بین عوامل تغییر دهندهٔ ساختار ژنی جمعیت، فقط **جهش** سبب تغییر در افراد می‌شود. **گزینهٔ (۳):** در هر دو نوع گونه‌زایی، رانش در ابتدا تأثیرگذار نیست. همچنین خوب دقت کنید در گونه‌زایی دگرمیهنی رانش در جمعیت‌های **کوچک** تأثیر زیادی دارد و در دگرمیهنی نیز الزامی نیست.

۳۸۳۹ (۱) دقت کنید، در گونه‌زایی دگرمیهنی **پس** از جدایی جغرافیایی، جهش‌ها می‌توانند باعث افزایش تفاوت بین دو جمعیت شوند و در گونه‌زایی مؤثرند. همچنین در گونه‌زایی هم‌میهنی، تغییر در تعداد کروموزوم‌ها مثالی از جهش‌های بزرگ (ناهنجاری‌های فام‌تنی) است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** پیدایش گیاهان پلی‌پلوئیدی مثالی از گونه‌زایی هم‌میهنی در کتاب است ولی دقت کنید که در هر نوع گونه‌زایی ممکن است جانداران گونهٔ جدید به دلیل جهش، چندلاد شده باشند. **گزینهٔ (۳):** در گونه‌زایی دگرمیهنی به دلیل جدایی جغرافیایی، **شارش ژنی** با مانع مواجه می‌شود (البته شارش مؤثر که بین دو جمعیت مدنظر است متوقف می‌شود ولی با جمعیت‌های دیگر می‌تواند صورت گیرد). **گزینهٔ (۴):** در گونه‌زایی هم‌میهنی همانند دگرمیهنی، خزانهٔ ژنی دو جمعیت جدا می‌شود ولی تا هنگامی که ژنوم جدید ایجاد نشود، گونهٔ جدیدی نیز حاصل نمی‌شود.

۳۸۴۰ (۳) گونه در زیست‌شناسی به جاندارانی گفته می‌شود که می‌توانند در طبیعت با هم آمیزش کنند و زاده‌های زیستا و زایا به وجود آورند ولی نمی‌توانند با جانداران دیگر آمیزش **موفقیت‌آمیز** داشته باشند. مطابق با این تعریف پس از شکل‌گیری گونهٔ جدید (چه به صورت دگرمیهنی و چه به صورت هم‌میهنی)، آمیزش موفقیت آن با گونهٔ دیگر (مانند گونهٔ نیایی) ممکن نیست.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در گونه‌زایی **دگرمیهنی** عواملی مانند جهش، نوترکیبی و انتخاب طبیعی در افزایش تفاوت بین دو جمعیت جدا شده از هم نقش دارند. در گونه‌زایی هم‌میهنی، به‌دلیل اینکه هر دو گونهٔ جدید و نیایی در **یک زیستگاه** زندگی می‌کنند، انتخاب طبیعی در افزایش تفاوت بین این دو گونه نقشی ندارد. **گزینهٔ (۲):** جهش (تغییر دائمی در مادهٔ وراثتی) در بروز هر دو نوع گونه‌زایی نقش دارد. در نوع دگرمیهنی جهش منجر به افزایش تفاوت بین دو جمعیت جدا شده از هم می‌شود. تغییر عددی در کروموزوم‌ها (مانند آنچه در با هم ماندن کروموزوم‌ها رخ می‌دهد) نمونه‌ای از جهش رخ داده در گونه‌زایی هم‌میهنی است. **گزینهٔ (۴):** گونهٔ جدید (در هر دو نوع گونه‌زایی) در پی تغییر گونهٔ نیایی ایجاد می‌شود؛ بنابراین دارای اشتراکاتی با آن می‌باشد. این اشتراکات با کمک توالی حفظ شدهٔ دنا قابل تشخیص است.

۳۸۴۱ (۴) شکل (الف)، گونه‌زایی دگرمیهنی و شکل (ب) گونه‌زایی هم‌میهنی را نشان می‌دهد. گونه‌زایی هم‌میهنی می‌تواند به خاطر خطای میوزی رخ دهد مثل پیدایش گونهٔ جدید در جمعیت گیاهان گل مغربی. گل مغربی $4n$ به وجود آمده، طی میوز گامت‌هایی با عدد کروموزومی غیرطبیعی تولید می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در گونه‌زایی دگرمیهنی شارش ژنی قطع شده است؛ پس نمی‌توان گفت که به دنبال هر عامل برهم‌زنندهٔ تعادل جمعیت، تفاوت‌ها بیشتر می‌شود. **گزینهٔ (۲):** گونه‌های جدید به وجود آمده اگر باهم آمیزش کنند، نمی‌توانند زاده‌های زیستا و زایا به وجود آورند. **گزینهٔ (۳):** هر دو عامل انتخاب طبیعی (عامل انتخاب دگره‌های سازگار با محیط) و جهش (عامل ایجاد دگرهٔ جدید) باعث افزایش تفاوت دو جمعیت می‌شوند.

۳۸۴۲ (۳) ایجاد سدّ جغرافیایی، قطع شارش ژنی، وقوع جهش، **نوترکیبی** و انتخاب طبیعی از پدیده‌های مؤثر در وقوع گونه‌زایی دگرمیهنی هستند. توجه کنید نوترکیبی فقط در جانورانی با عدد پلوئیدی زوج مثل $2n$ یا $4n$ و ... می‌تواند رخ دهد. چون این جانوران به منظور تولید گامت **میوز** انجام می‌دهند و طی مرحلهٔ پروفاز میوز ۱، امکان وقوع کراسینگ‌اور و نوترکیبی وجود دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مثلاً انتخاب طبیعی که از جمله نیروهای کاهندهٔ تنوع در جمعیت است، همچنان پس از قطع شارش ژن ادامه می‌یابد. **گزینهٔ (۲):** در گونه‌زایی دگرمیهنی ممکن است گونهٔ نیایی حفظ شود یا حفظ نشود؛ ولی در گونه‌زایی هم‌میهنی به‌طور حتم گونهٔ نیایی حفظ می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در گونه‌زایی هم‌میهنی و دگرمیهنی، به‌طور حتم گامت‌هایی متفاوت با گامت‌های والدین از نظر محتوای ژنتیک ایجاد می‌شوند. چون شرط عدم وقوع تولیدمثل موفق بین دو جمعیت و محسوب شدن این دو جمعیت از دو گونهٔ متفاوت، ایجاد گامت‌هایی متفاوت با گامت‌های والدین است.

۳۸۴۳ (۳) جاندار حاصل از آمیزش دو گونهٔ مختلف اگر **زایا** و قادر به تولیدمثل باشد، مادهٔ ژنتیک خود را به زاده‌های **نسل بعد** منتقل می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** به احتمال زیاد چون لقاح بین دو گونهٔ مختلف بوده است، جاندار حاصل از آن‌ها، زیستا ولی نازا است و نمی‌تواند زادآوری کند. **گزینهٔ (۲):** معمولاً جاندار حاصل از آمیزش دو گونهٔ مختلف، زیستا است و عمری طبیعی و مشابه والدین خود دارد. **گزینهٔ (۴):** جاندار حاصل از دو گونهٔ مختلف، نازا است و توانایی تولیدمثل ندارد، بنابراین با مرگ آن روند تبادل ژن بین دو گونهٔ والد و ژنوم آن‌ها متوقف می‌شود.

۳۸۴۴ (۲) در اثر آمیزش گیاه گل مغربی دیپلوئید ($2n = 14$) و تترا‌پلوئید ($4n = 28$)، تخم اصلی حاصل تریپلوئید ($3n = 21$) خواهد بود که در هستهٔ خود سه مجموعهٔ فام‌تن ۷تایی دارد. حتماً به یاد دارید که کروموزوم‌های یک مجموعه همواره با هم غیرهمتا هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اگر گیاه نر $2n$ و گیاه ماده $4n$ باشد، در این صورت گامت نر n گامت ماده $2n$ و یاختهٔ دوهسته‌ای نیز $4n$ خواهد بود و از آمیزش آن‌ها تخم اصلی $3n$ و تخم ضمیمهٔ $5n$ تشکیل می‌شود. دقت کنید پوستهٔ این دانه همواره مانند والد ماده یاخته‌های $4n$ دارد. **گزینهٔ (۳):** گیاه حاصله از این آمیزش، $3n$ نازاست و میوز نمی‌کند. **گزینهٔ (۴):** در این آمیزش گیاهان نسل اول نمی‌توانند آمیزش کنند، در نتیجه گیاهان نسل دوم ممکن نیست ایجاد شوند.

مثالی از گونه‌زایی هم‌میهنی در گیاهان طبیعت

- در اوایل دههٔ ۱۹۰۰، دانشمندی به نام هوگو دووری که با گل مغربی‌های $2n=14$ کشت انجام می‌داد. در حالت عادی، این گیاهان گامت‌های $n=7$ داشتند. پس از مدتی وی مشاهده کرد که **یک** گل مغربی با رخ‌نمود متفاوت و بزرگ‌تر در مزرعه وی دیده شد. هنگامی که کروموزوم‌های آن را بررسی کرد، متوجه شد که به جای $2n=14$، حاوی هسته‌های $4n=28$ می‌باشد و تترا‌پلوئید است. در حقیقت این گیاه از آمیزش گامت‌های $2n=14$ ایجاد شده بود که در اثر اشکال در میوز تشکیل یافته است. هوگو دووری مشاهده کرد که گیاهان $4n=28$، دارای گامت $2n=14$ بوده و اگر خودلقاحی کنند یا با $4n$ دیگری آمیزش کنند، زاده‌های زیستا و زایای $4n=28$ ایجاد می‌کنند ولی قادر به آمیزش با انواع $2n=14$ نیستند. اگر هم لقاح کنند زاده‌های نازای $3n=21$ ایجاد می‌کنند. وی متوجه شد که در اثر تقسیم نادرست یاخته‌ای، گونهٔ جدیدی به صورت $4n=28$ در مزرعه آزمایش او ایجاد شده است.
- دقت کنید که گامت گیاهان محصول میتوز است و یاختهٔ حاصل از میوز یا یکی از یاخته‌های باقی‌ماندهٔ میوز پارانشیم خورش است و یا چهار دانهٔ گردهٔ نارس می‌باشد.

۳۸۴۵ (۳) موارد (الف) و (ب) نادرست هستند.

بررسی موارد **الف) نادرست.** قطع شارش در گونه‌زایی **دگرمیهنی** رخ می‌دهد (نه هم‌میهنی در آزمایش دووری). **ب) نادرست.** در آزمایش هوگو دووری خطای **میوزی** در گل‌های مغربی رخ داد. **ج)** درست. گونهٔ جدید گل مغربی از نوع $4n=28$ می‌باشد که طی میوز آن ۱۴ تتراد تشکیل می‌شود. **د)** درست. در یاختهٔ $4n$، هر کروموزوم دارای سه‌تا همتا می‌باشد.

۳۸۴۶ (۳) گیاه گل مغربی تتراپلوئید $4n=28$ است و همیشه به تعداد $2n$ یعنی نصف عدد کروموزومی خود، یعنی ۱۴ عدد چهارتایه (تتراد) به هنگام میوز تشکیل می‌دهد (درستی گزینهٔ (۳) و رد گزینهٔ (۱)).

گل مغربی	گل مغربی دیپلوئید $(2n=14)$	گل مغربی تتراپلوئید $(4n=28)$
۳۸۰	هر مجموعهٔ کروموزومی آن دارای ۷ کروموزوم غیر همتا می‌باشد.	هر مجموعهٔ کروموزومی آن دارای ۷ کروموزوم غیر همتا می‌باشد.
	دو مجموعه کروموزوم دارد.	چهار مجموعهٔ کروموزوم دارد.
	یاخته‌های حاصل از میوز آن فاقد کروموزوم همتا می‌باشد.	یاخته‌های حاصل میوز آن دارای کروموزوم همتا می‌باشد.
	تخم اصلی $2n$ و تخم ضمیمه $3n$ دارد.	تخم اصلی $4n$ و تخم ضمیمه $6n$ دارد.

این گونه در اثر خطای میوزی ایجاد شده (رد گزینهٔ (۴)) و قادر به انجام میوز می‌باشد چون زیستا و زایا می‌باشد. این گونه در گامت خود که دیپلوئید می‌باشد، دو مجموعه کروموزوم دارد (رد گزینهٔ (۲)). (البته در مورد گزینهٔ (۴) دقت کنید که گیاه تتراپلوئید می‌تواند از گیاه $4n$ نیز ایجاد شود.)

۳۸۴۷ (۲) گیاه $4n$ یا از لقاح گیاهان $2n$ در اثر خطای میوزی ایجاد می‌شود و یا از لقاح عادی بین گیاهان $4n$ می‌باشد.

بررسی موارد **الف) درست.** گیاه $4n$ که از دو گیاه $2n$ ایجاد می‌شود، زیستا و زایا می‌باشد. **ب)** نادرست. از آمیزش دو گیاه $2n$ و $4n$ زاده $3n$ ایجاد می‌شود (نه $4n$). **ج) درست.** در این حالت که دو والد $4n$ هستند، تخم اصلی، رویان و پوسته دانه $4n$ بوده ولی آندوسپرم $6n$ می‌باشد. **د)** نادرست. اگر این گیاه $4n$ از والدین $4n$ ایجاد شده باشد، می‌تواند در صورت آمیزش با والدین گیاه $4n$ عادی ایجاد کند.

۳۸۴۸ (۱) سؤال در مورد شباهت گونه‌زایی هم‌میهنی و دگرمیهنی می‌باشد که تولیدمثل **جنسی** دارند. در این حالت، روند گونه‌زایی وقتی کامل می‌شود که اگر هم گامت‌ها با هم لقاح کنند، نسل جدید زایا ایجاد نکنند. (البته در مورد گونه‌هایی با تولیدمثل غیرجنسی این تست غلط است). در حقیقت گونه‌زایی وقتی کامل می‌شود که ژنوم عوض شود و گونهٔ جدید با قدیم آمیزش موفقیت‌آمیز نکند.

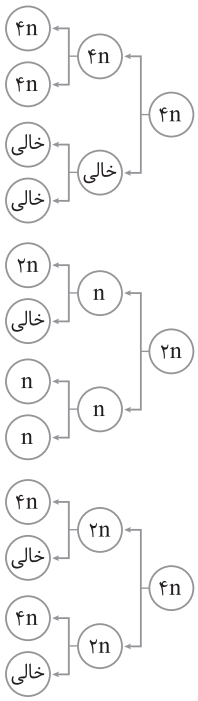
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** انتخاب طبیعی سبب تغییر در جامعه می‌شود (نه در افراد). **گزینهٔ (۳):** در گونه‌زایی دگرمیهنی، فقط در صورت اینکه جمعیت **کوچکی** ایجاد شود، رانش تأثیر مهمی دارد. **گزینهٔ (۴):** فقط در گونه‌زایی **دگرمیهنی**، شارش متوقف می‌شود و مانع جغرافیایی وجود دارد.

۳۸۴۹ (۴) وقتی گامت طبیعی گیاهی $2n$ است، پس گیاه اصلی $4n$ بوده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با جدا نشدن کروموزوم‌ها هم در میوز ۱ و هم در میوز ۲، می‌تواند گامت $4n$ بسازد. **گزینهٔ (۲):** تخم گیاهان اگر $2n$ باشد، طی میتوز، گیاه $2n$ ایجاد می‌کند. **گزینهٔ (۴):** ممکن است والدین $2n$ بوده‌اند و با جدا نشدن فام‌تن‌ها، فرزند $4n$ ایجاد کرده‌اند (مانند گل مغربی تتراپلوئید از انواع دیپلوئید). مهم این است که تخم سازنده این گیاه $4n$ بوده است و با میتوز جاندار $4n$ ایجاد کرده است.

۳۸۵۰ (۳) موارد (الف) و (ج) نادرست هستند.

بررسی موارد **الف) نادرست.** اگر در گیاه $4n$ (بزرگ‌تر) در آنافاز ۱ خطای میوز رخ دهد، دو گامت $4n$ و دو گامت خالی از دنای خطی ایجاد می‌شود. **ب)** درست. اگر در گیاه $2n$ (کوچک‌تر) در آنافاز ۲ یک یاخته خطا رخ دهد، دو گامت n، یک گامت $2n$ و یک گامت خالی ایجاد می‌شود. **ج) نادرست.** گل مغربی با اندازه متوسط را شاید بتوان $3n$ نازا در نظر گرفت که اصلاً قادر به میوز نیست. **د)** درست. در گل مغربی $4n$ (بزرگ‌تر) اگر در هر دو یاختهٔ آنافاز ۲ خطای میوز رخ دهد، دو گامت بدون کروموزوم خطی و دو گامت $4n$ ایجاد می‌شود.



۳۸۵۱ (۴) تمامی موارد ممکن می‌باشند. در گیاهان تخم ضمیمه از لقاح بین یاختهٔ دوهسته‌ای (حاصل میوز یک یاختهٔ بافت خورش و میتوزهای بعدی در قسمت ماده گیاه) و اسپرم (حاصل میوز یاختهٔ کیسهٔ گرده در قسمت نر گیاه) تولید خواهد شد. از آنجایی که تقسیم میوز انجام شده برای تولید **اسپرم طبیعی** است؛ می‌دانیم که اسپرم $n=2$ می‌باشد.

حال دقت کنید که در گیاه ماده اگر با هم ماندن کروموزوم‌ها رخ دهد چند حالت امکان دارد:

۱) اگر فقط در میوز ۱ رخ دهد ← در نهایت از ۴ گامت حاصله دو تا بدون کروموزوم و دوتا چهار کروموزومی $(2n=4)$ خواهند شد.

۲) اگر در میوز ۱ و ۲ رخ دهد ← در نهایت از ۴ گامت حاصله، یک گامت $4n=8$ و سه گامت خالی از کروموزوم هسته ایجاد می‌شود.

۳) اگر فقط در یک تقسیم میوز ۲ رخ دهد ← در نهایت دو گامت عادی $n=2$ و دو گامت غیرعادی یکی خالی و دیگری $2n=4$ ایجاد می‌شود.

۴) اگر فقط در هر دو یاختهٔ میوز ۲ رخ دهد ← در نهایت دو گامت خالی و دو گامت $2n=4$ ایجاد می‌شود.

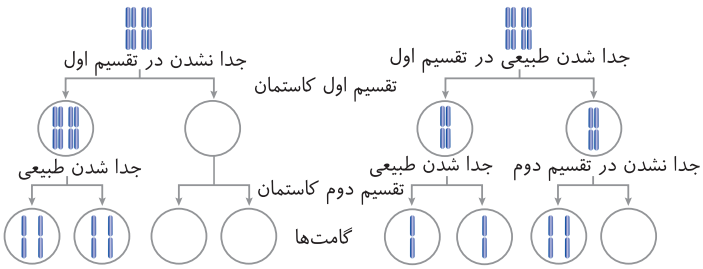
بررسی موارد **الف)** در صورتی که با هم ماندن کروموزوم‌ها در **میوز دو** رخ دهد؛ آنگاه ممکن است گامت ماده (یاختهٔ تخم‌زا) دارای عدد کروموزومی طبیعی $n=2$ و یاختهٔ دو هسته‌ای هم $2n=4$ باشد. از لقاح بین این یاختهٔ دو هسته‌ای و اسپرم طبیعی، تخم ضمیمه‌ای $3n=6$ تولید خواهد شد.

نکته

در صورتی که در هر دو مرحلهٔ میوز با هم ماندن کروموزوم‌ها رخ دهد؛ آنگاه شاهد افزایش عدد کروموزومی در یکی از یاخته‌های حاصل از میوز خواهیم بود. اگر در تقسیم میوز یاختهٔ پارانشیم خورش $2n=4$ با هم ماندن کروموزوم‌ها در هر دو مرحلهٔ میوز یک و دو رخ دهد؛ آنگاه تولید یاختهٔ تخم‌زایی $4n=8$ و یاختهٔ دو هسته‌ای $8n=16$ ممکن خواهد بود. از لقاح بین این یاختهٔ دو هسته‌ای و اسپرم طبیعی $(n=2)$، تخم ضمیمه $9n=18$ تولید خواهد شد.

ج) برای این مورد نیاز به یک یاختهٔ دو هسته‌ای $4n=8$ (یاختهٔ تخم‌زا $2n=4$) داریم که در صورت با هم ماندن کروموزوم‌ها در میوز یک یا میوز دو ممکن خواهد بود. **د)** تخم ضمیمه $n=2$ یعنی در لقاح بین اسپرم و یاختهٔ دوهسته‌ای، فقط اسپرم حاوی کروموزوم بوده است و در هسته‌های یاختهٔ دوهسته‌ای کروموزومی وجود ندارد. در صورت با هم ماندن کروموزوم‌ها در میوز، نیمی از یاخته‌های حاصل از تقسیم دو برابر کروموزوم و نیمی دیگر فاقد کروموزوم خواهند بود. در صورتی که یکی از یاخته‌های فاقد کروموزوم یاختهٔ تخم‌زا و یاختهٔ دوهسته‌ای را بسازد این مورد هم ممکن خواهد بود.

۳۸۵۲ (۴) برای بررسی این تست می‌توانیم از شکل روبه‌رو کمک بگیریم. در سمت چپ تصویر، کروموزوم‌ها در میوز ۱ با هم مانده‌اند و در سمت راست، این اتفاق در میوز ۲ افتاده است. براساس گامت‌های تولید شده می‌توانیم بگوییم که در صورت بروز این خطا در میوز ۲، سه نوع گامت خواهیم داشت (دوتا طبیعی، یکی بدون کروموزوم و یکی $2n$) اما وقتی این مشکل در میوز ۱ رخ می‌دهد، دو نوع گامت تولید می‌شود (دوتا بدون فام‌تن و دوتا $2n$)؛ پس تنوع حالت اول بیشتر است.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در حالت دوم (سمت چپ)، گامت طبیعی تولید نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** حالت اول (سمت راست)، گامت‌های غیرطبیعی کمتری دارد و نیمی از گامت‌ها طبیعی هستند. **گزینهٔ (۴):** در هر دو حالت، گامت‌های $2n$ دیده می‌شوند.

۳۸۵۳ (۴) زیست‌فناوری از طریق نقش در تعیین توالی‌های حفظ شده و دنای فسیل‌ها تشریح مقایسه‌ای از طریق شناخت ساختارهای همتا، شواهدی مبنی بر تشخیص خویشاوندی گونه‌ها ارائه می‌دهند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید! جهش تغییر **پایدار** در مادهٔ وراثتی است! **گزینهٔ (۲):** هر زیست‌بوم متشکل از بوم‌سازگان‌هایی است که از نظر اقلیم و پراکندگی جانداران **مشابه** هستند. **گزینهٔ (۴):** در تعیین جمعیت، علاوه‌بر هم‌گونه بودن، زندگی در **یک مکان و زمان** نیز مهم است.

۳۸۵۴ (۱) اگر در گل مغربی $2n$، جدا نشدن کروموزوم‌ها در یکی از تقسیمات **دوم میوز** صورت بگیرد، دو گامت n، یک گامت $2n$ و یک گامت با صفر کروموزوم خواهیم داشت. گامت‌های طبیعی گیاه $4n$، دیپلوئید هستند در نتیجه حاصل لقاح این دو گیاه، دو گیاه $3n$، یک گیاه $4n$ و یک گیاه $2n$ خواهد بود. پس تعداد زاده‌هایی با بیشترین تعدا کروموزوم برابر با تعداد زاده‌هایی با کمترین تعداد کروموزوم است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** حاصل لقاح این دو گیاه، دو گیاه $3n$ و یک گیاه $2n$ است. **گزینهٔ (۳):** حاصل لقاح این دو گیاه، دو گیاه $3n$ نازا و یک گیاه $4n$ است. **گزینهٔ (۴):** زاده‌های $3n$ و $4n$ ژن‌های هر دو والد را دارند اما زادهٔ $2n$ فقط ژن‌های یک والد را دارد.

۳۸۵۵ (۲) موارد (ب) و (ج) به نادرستی تکمیل می‌کنند. دو نوع گل مغربی $2n$ و $4n$ را می‌شناسیم که در حالت عادی باید لقاح بین $2n\times2n$ یا $4n\times4n$ داشته باشیم ولی ممکن است بین $2n$ و $4n$ هم لقاح ایجاد شود که تخم اصلی $3n$ نازا ایجاد می‌کنند. جدول زیر را ابتدا مطالعه کنید!

۳۸۱ انواع آمیزش‌ها

انواع آمیزش‌ها	$2n\times2n$	$4n\times4n$	$2n$ (نر) با $4n$ (ماده)	$2n$ ماده با $4n$ نر	جهش $2n\times2n$
اسپرم	n	$2n$	n	$2n$	$2n$
تخم‌زا	n	$2n$	$2n$	n	$2n$
دوهسته‌ای	$2n$	$4n$	$4n$	$2n$	$4n$
تخم اصلی	$2n$	$4n$	$3n$ نازا	$3n$ نازا	$4n$
پوسته	$2n$ ماده	$4n$ ماده	$4n$ ماده	$2n$ ماده	$2n$ ماده
تخم ضمیمه	$3n$	$6n$	$5n$	$4n$	$6n$

بررسی موارد (الف) درست. آندوسپرم $5n$ با توجه به جدول از لقاح گونه $2n$ نر با $4n$ ماده ایجاد می‌شود که پوستهٔ دانه همانند والد ماده $4n$ می‌شود. (ب) **نادرست.** با توجه به جدول بالا در دو حالت که والد ماده $2n$ است، پوستهٔ دانه هم $2n$ می‌شود که در قسمت $2n$ ماده با $4n$ نر در جدول مشاهده می‌کنید که رویان و لپهٔ حاصل از تخم اصلی $3n$ نازا می‌شوند. (ج) **نادرست.** اگر هر دو والد $4n$ باشند، رویان $4n$ می‌شود و از طرفی در قسمت آخر جدول هم مشخص است که طی آزمایش هوگو دووری در صورت جهش جدا نشدن کروموزوم هم این حالت ممکن است. در این حالت دوم پوستهٔ دانه همان $2n$ مادر اولیه است. (د) درست. در دو حالت که اگر والد نر $4n$ باشد و یا اگر $2n$ با جدا نشدن کروموومها رخ دهد، اسپرم هم $2n$ می‌شود ولی هیچگاه در این حالت اندوخته $3n$ نمی‌شود.

۳۸۵۶ (۱) تنها مورد (ب) درست است. جهش جانشینی دگرمعنا باعث تغییر توالی آمینواسیدی پروتئین هموگلوبین شده که آن را داسی‌شکل درآورده است.

بررسی موارد (الف) نادرست. به دلیل عدم تغییر در تعداد آمینواسیدها، درنتیجه **تعداد** جابه‌جایی‌های رناتن نیز تغییر نمی‌کند. (ب) **درست.** چون نوع آمینواسید تغییر کرده است، پس نوع رنای ناقل وارد شده به یکی از جایگاه‌های رناتن نیز تغییر می‌کند. (ج) نادرست. طی این نوع جهش، به جای نوکلئوتید A در رنای پیک طبیعی، نوکلئوتید U قرار می‌گیرد که تک‌حلقه‌ای است، در نتیجه تعداد حلقه‌های نیتروژن‌دار مولکول رنای پیک زنجیرهٔ بتا کمتر می‌شود. (د) نادرست. چون نوکلئوتیدهای جابه‌جا شده مکمل هم هستند، درنتیجه تعداد پیوندهای هیدروژنی تغییر نخواهند کرد.

۳۸۵۷ (۳) شکل (۱) جهش جانشینی دگرمعنا و شکل (۲) جهش جانشینی خاموش را نشان می‌دهد. در هر دو نوع به دلیل جانشینی بودن نوع جهش، طول رنای پیک تغییر نخواهد کرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اگر نوکلئوتیدهای جابه‌جا شده مکمل و مشابه هم باشند (مثلاً A به T تبدیل شده باشد)، آن‌گاه تعداد پیوندهای هیدروژنی تغییر نخواهد کرد. **گزینهٔ (۲):** در جهش دگرمعنا نوع آمینواسید تغییر می‌کند نه تعداد؛ در نتیجه تعداد جابه‌جایی‌های رناتن تغییر نخواهد کرد. **گزینهٔ (۴):** در هر دو نوع جهش به دلیل جدا شدن نوکلئوتید، پیوندهای فسفودی‌استر دو طرف نوکلئوتید شکسته خواهند شد.

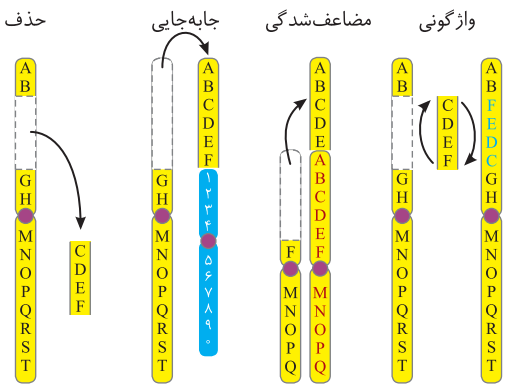
۳۸۲ جهش

جهش جانشینی	جهش حذف و اضافه
در یک موقعیت یک یا چند جفت نوکلئوتید جابه‌جا می‌شود.	در یک موقعیت یک یا چند جفت نوکلئوتید می‌تواند حذف یا اضافه شود.
می‌تواند در طول رشتهٔ پپتیدی تغییر ایجاد کند.	می‌تواند در طول رشتهٔ پپتیدی تغییر ایجاد کند.
طول دنا و رنا تغییر نمی‌کند.	طول دنا و رنا تغییر می‌کند.
قطعاً جفت نوکلئوتید در دنا دچار تغییر می‌شود.	قطعاً جفت نوکلئوتید در دنا دچار تغییر می‌شود.
معمولاً توالی رشتهٔ پپتیدی را تغییر می‌دهد (به‌جز نوع خاموش و جهش روی ژن‌های رنای ناقل و رناتنی‌ساز).	معمولاً توالی رشتهٔ پپتیدی را تغییر می‌دهد.
با کاریوتیپ مشخص نمی‌شود.	با کاریوتیپ مشخص نمی‌شود.

۳۸۵۸ : ۱) شکل، جهش **جابه‌جایی** را نشان می‌دهد که قطعهٔ کروموزوم جدا شده می‌تواند به کروموزوم **غیرهمتا** (غیرهم‌ساخت) یا بخش دیگری از **همان** کروموزوم متصل شود. اگر قطعهٔ کروموزوم جدا شده به همان کروموزوم متصل شود، در این‌صورت در یک کروموزوم شکست و پیوند فسفودی‌استر را خواهیم داشت.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در جهش جابه‌جایی قطعهٔ کروموزوم جدا شده می‌تواند به کروموزوم غیرهمتا یا بخش دیگری از **همان** کروموزوم متصل شود. **گزینهٔ (۳):** اگر قطعهٔ کروموزوم جدا شده به همان کروموزوم متصل شود، در این‌صورت در یک کروموزوم شکست و پیوند فسفودی‌استر را خواهیم داشت. **گزینهٔ (۴):** این گزینه در مورد جهش مضاعف‌شدگی می‌باشد (نه جابه‌جایی!).

۱۹۲ شکل‌نامهٔ جهش‌های بزرگ



«انواع ناهنجاری‌های ساختاری در فام‌تن‌ها»

- جهش‌های بزرگ دو نوع تغییر در تعداد (عددی) و تغییر در ساختار کروموزوم دارند که آن‌ها را بررسی می‌کنیم.
- همهٔ جهش‌های بزرگ **عددی** با کاریوتیپ قابل مشاهده هستند ولی جهش‌های ساختاری جای بحث دارند.
- دقت کنید که در جهش مضاعف‌شدگی برخلاف کراسینگ‌اور (که جهش هم محسوب نمی‌شود)، **تبادل** قطعات بین کروموزوم‌های همتا نداریم و فقط نوع یک‌طرفه است.
- بعضی ناهنجاری‌های کروموزومی توسط کاریوتیپ قابل تشخیص‌اند (نه همهٔ آن‌ها!) جهش‌های حذف، مضاعف‌شدگی و جابه‌جایی بین دو کروموزوم قطعاً در کاریوتیپ مشخص می‌شوند.
- در جهش حذفی، قطعاً شکسته شدن پیوند فسفودی‌استر را داریم اما در صورتی تشکیل پیوند فسفودی‌استر را نیز می‌توانیم مشاهده کنیم که قطعهٔ حذف شده در یک انتهای کروموزوم نبوده باشد و قسمت‌های باقی مانده دوباره به هم متصل شوند.
- در جهش واژگونی و جابه‌جایی، قطعهٔ جداشده می‌تواند به همان کروموزوم متصل شود. در این صورت اگر در محل انجام آن سانترومر نباشد در واژگونی که اصلاً ولی در جابه‌جایی ممکن است با کاریوتیپ مشخص نشوند.
- در جهش واژگونی طول فام‌تن هیچ‌گاه تغییر نمی‌کند، اما در جهش جابه‌جایی **ممکن** است طول فام‌تن دچار تغییر گردد (در حالت بین دو کروموزوم).
- در جهش مضاعف‌شدگی قطعاً ولی در جهش جابه‌جایی، قطعهٔ جداشده می‌تواند به کروموزوم **دیگر** متصل شود.
- در جهش‌های جابه‌جایی، مضاعف‌شدگی و واژگونی، شکستن و تشکیل پیوند فسفودی‌استر مشاهده می‌شود.
- در جهش حذف، اگر قطعه‌ای در **وسط** کروموزوم حذف شود، دو قطعهٔ کروموزوم در بالا و پایین قسمت حذف شده و جدا از هم ایجاد می‌شوند که به هم متصل می‌شوند.
- در جهش ساختاری حذف، اگر قسمت حذف شده در دو انتهای کروموزوم باشد، **دو** پیوند فسفودی‌استر شکسته می‌شوند اما اگر قطعهٔ حذف شده در وسط کروموزوم باشد، **چهار** پیوند فسفودی‌استر شکسته می‌شوند و برای اتصال دو قطعهٔ ایجاد شده، دو پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شوند.
- در جهش جابه‌جایی که بین دو کروموزوم **غیرهمتا** رخ می‌دهد، در کروموزومی که قطعه از آن جدا می‌شود، در یک یا دو نقطه شکسته می‌شود؛ اما کروموزوم پذیرندهٔ قطعهٔ جدا شده، در یک نقطه شکسته می‌شود، یا اصلاً شکسته نمی‌شود و به یکی از دو سر آن وصل می‌شود.
- در همهٔ انواع جهش‌های جابه‌جایی برای اتصال قطعهٔ جدا شده به محل نهایی خود در کروموزوم پذیرنده، ۲ یا ۴ پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شود. اگر محل اتصال قطعه در انتهای کروموزوم باشد، ۲ پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شود. اما اگر جایگاه اتصال قطعهٔ دنا در وسط کروموزوم باشد، ۴ پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شود.
- در جهش واژگونی بخشی از یک کروزموزوم جدا شده که به صورت معکوس **به جای خود** متصل می‌شود و در این حالت **طول** کروموزوم **ثابت** می‌ماند و ممکن است شکسته شدن از وسط یک ژن رخ دهد و تعداد ژن‌های سالم کم شوند.
- در جهش واژگونی بخشی از یک کروزموزوم جدا شده اگر شامل **سانترومر** باشد، ممکن است طول سر کروماتید تا سانترومر نسبت به حالت قبلی، تغییر کند.
- جهش مضاعف‌شدگی برخلاف سایر جهش‌های بزرگ، حتماً به دو کروموزوم همواره نیاز دارد.
- اگر جهش ساختاری حذف، مضاعف شدگی و جابه‌جایی در یکی از **فامینگ‌ها** (کروماتیدها) رخ دهد، تنوع دگره‌های کروموزوم تغییری نمی‌کند. زیرا فامینگ‌های خواهری دگره‌های یکسانی دارند (البته خیلی نادره از این سؤال بشه!).
- در همهٔ جهش‌های ساختاری، قطعاً پیوند فسفودی‌استر شکسته می‌شود اما لزوماً در همه پیوند فسفودی‌استر تشکیل نمی‌شود. (مثل جهش حذفی)
- جهش مضاعف‌شدگی، در یاخته‌های **فاقد** کروموزوم همتا مانند باکتری‌ها، زنبور عسل نر، اووسیت ثانویه و ... دیده نمی‌شود.
- در هیچ‌یک از چهار ناهنجاری ساختاری کروموزومی مذکور، شکستن یا تشکیل پیوند هیدروژنی دیده نمی‌شود.
- جهش مضاعف‌شدگی می‌تواند در گامت جانداری رخ دهد، گامت مثلاً در جانداری $4n$ می تواند $2n$ باشد (مثلاً در گل مغربی $4n$ و گندم $6n$).
- در بین جهش‌ها، فقط در جهش حذفی کروموزومی قسمتی از مادهٔ وراثتی کاملاً از بین می‌رود.
- در جهشی که یک کروموزوم به کروموزوم دیگر تعدادی ژن می‌دهد، می‌تواند مضاعف‌شدگی یا جابه‌جایی باشد.
- در جهش حذفی نمی‌توان گفت کروموزوم نسبت به کروموزوم همتایش قطعاً کوتاه‌تر می‌شود، ممکن است یاختهٔ موردنظر هاپلوئید باشد.
- جهشی که می‌تواند منجر به فقط **یک** کروموزوم جهش یافته شود، حذف، واژگونی و جابه‌جایی است.
- جهشی که در آن تعداد نوکلئوتیدها (قندهایش، بازهایش) و طول کروموزوم تغییری نکند، واژگونی و جابه‌جایی است.
- جهشی که اگر به موازات محل قرارگیری ژنی به سراغ کروموزوم همتایش بروی در محل مورد انتظار، آلل را نمی‌توان بیابی! هر ۴ مدل جهش می‌تواند باشد. (حذف، واژگونی، جابه‌جایی، مضاعف‌شدگی)
- در یاختهٔ انسانی بین جفت کروموزوم **جنسی** قطعه‌ای تبادل شده؛ در مرد **جابه‌جایی** است و در زن **مضاعف‌شدگی** است.
- جهشی که در **هر** یاختهٔ زندهٔ انسانی می‌توان دید، هیچکدام (گویچهٔ قرمز بالغ اصلاً هسته ندارد).

- در جهشی که یک کروماتید به کروماتید دیگر تعدادی ژن می‌دهد، اگر کروماتید گیرندهٔ خواهری باشد قطعاً **جابه‌جایی** است ولی اگر کروماتید گیرندهٔ **غیر**خواهری باشد، مضاعف‌شدگی و جابه‌جایی می‌تواند باشد.
- جهش جانشینی خاموش و دگرمعنا تغییری در طول رشتهٔ پلی‌پپتیدی ایجاد نمی‌کنند اما جهش جانشینی **بی‌معنا** سبب تغییر طول رشتهٔ پپتیدی و **کوتاه**شدن آن می‌شود.
- در بین جهش‌های تغییر چارچوب که مضربی از ۳ نیستند، هر چه محل تغییر به **ابتدای** ژن نزدیک‌تر باشد، تأثیر مخرب جهش روی پروتئین حاصله **بیشتر** است.
- جهشی که منجر به کوتاه شدن یک کروموزوم، کاهش نوکلئوتیدها و قندهایش (دئوکسی ریبوز) و بازهای آلی، کاهش تعداد پیوند فسفودی‌استر در **یک** کروموزوم شود، می‌تواند حذف و مضاعف‌شدگی و جابه‌جایی باشد.
- جهشی که قطعه‌ای از یک کروموزوم جدا و به **خودش** همان یک قطعه متصل می‌شود، جابه‌جایی و واژگونی است.
- جهش بزرگی که بتواند عملکرد ژنی را مختل کند، هر ۴ مدل جهش می‌تواند باشد. (حذف، واژگونی، جابه‌جایی، مضاعف شدگی)
- جهشی که ترتیب قرارگیری ژن‌های یکسان روی یک کروماتید نسبت به کروماتید خواهری‌اش متفاوت است می‌تواند جابه‌جایی یا واژگونی باشد، *پون در یک کروموزوم گفته رخ می‌دهد که می‌تونه در یک یا دو کروماتید باشه!*
- جهشی که روی یک کروماتید از یک کروموزوم ۲ نسخه از چند ژن باشد، اگر از کروموزوم همتایش آمده باشد، مضاعف شدگی است و اگر از کروماتید خواهری‌اش آمده باشد، جابه‌جایی است.
- جهشی که یک کروموزوم یا یک کروماتید برای صفاتی که به طور طبیعی بر روی آن نیست، آلل هایی دارد جهش **جابه‌جایی** است چون بین غیرهمتاها بوده است.
- جهشی که اگر یک کروموزوم برای برخی از صفاتش هیچ آللی نداشته باشد می‌تواند جهش حذف یا مضاعف‌شدگی و یا جابه‌جایی باشد.
- جهشی که تعداد نوکلئوتیدها و پیوند فسفودی‌استر هیچ کروموزومی را تغییر نمی‌دهد، واژگونی یا جابه‌جایی (در یک کروموزوم) می‌باشد.
- هیچ یک از جهش‌های ساختاری، میزان ژن‌های یاخته را **افزایش** نمی‌دهند.

۳۸۵۹ (۳) شکل جهش **واژگونی** را نشان می‌دهد و موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** قطعهٔ کروموزوم جدا شده چه از قسمت سر کروموزوم باشد چه وسط؛ در هر حالت به تعداد پیوندهای فسفودی‌استری که شکسته می‌شود، به همان تعداد نیز تشکیل می‌شود. (ب) **درست.** اگر قطعهٔ جدا شده شامل سانترومر باشد، آن‌گاه جای سانترومر تغییر خواهد کرد. (ج) **درست.** در جهش واژگونی قسمت جدا شده در جای خود معکوس شده و به همان قسمت متصل می‌شود. (د) نادرست. در واژگونی اتصال به همان کروموزوم است.

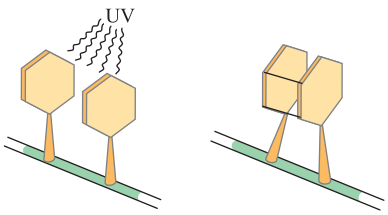
۳۸۶۰ (۴) شکل (۲) جهش جابه‌جایی را نشان می‌دهد. همواره برای اتصال قسمت جدا شده به کروموزوم دیگر، دو پیوند فسفودی‌استر در دو رشتهٔ دنا تشکیل می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اگر قطعهٔ کروموزوم جدا شده از محل دارای سانترومر باشد، آن‌گاه کروموزوم دیگر دو بخش دارای سانترومر دارد. **گزینهٔ (۲):** شکل (۱) جهش مضاعف‌شدگی را نشان می‌دهد که بین کروموزوم‌های **همتا** رخ می‌دهد. کروموزوم‌های جنسی در مردان با یکدیگر همتا نیستند و درنتیجه بین آن‌ها جهش مضاعف‌شدگی رخ نمی‌دهد. **گزینهٔ (۴):** ممکن است از بخش‌های میانی کروموزوم، قطعه‌ای شکسته شود که در این‌صورت چهار پیوند فسفودی‌استر شکسته می‌شود.

۳۸۶۱ (۲) موارد (ب) و (د) صحیح می‌باشند. در شکل: (۱) اشعهٔ *UV*، (۲) بازآلی تیمین (۳) ستونی از دنا است.

بررسی موارد (الف) نادرست. مار زنگی گیرندهٔ فروسرخ دارد. (ب) **درست.** باز آلی برخلاف ستون دنا، نیتروژن دارد و از آن اوریک‌اسید ایجاد کنندهٔ نقرس ایجاد می‌شود. (ج) نادرست. اشعهٔ *UV*، عامل فیزیکی است. (د) **درست.** باز آلی آدنین که مکمل تیمین است الگوی تیمین و پوراسیل می‌باشد.

دوپار تیمین



- به علت وجود دوپار تیمین، می‌توان گفت که در یک رشتهٔ دنا برخلاف رنا، دو باز آلی می‌توانند با یکدیگر دو پیوند اشتراکی در یک سمت تشکیل دهند و با توجه به شکل فاصلهٔ دو باز آلی، کاهش می‌یابد.
- این اختلال در اثر اشعهٔ فرابنفش رخ می‌دهد که بین یک سمت دو تیمین مجاور، دو پیوند اشتراکی (نه فسفودی‌استر) رخ می‌دهد.
- این جهش سبب اختلال در کار دنابسپاراز می‌شود و همانندسازی را کم می‌کند پس سبب سرطان نمی‌شود.
- طبق شکل فاصلهٔ دو باز آلی تیمین کم می‌شود.
- در پی اختلال در کار دنابسپاراز احتمال ویرایش کم شده و فراوانی جهش در حین همانندسازی بیشتر می‌شود.

۳۸۶۲ (۱) فقط مورد (د) نادرست است. رانش دگره‌ای با **کاهش** اندازهٔ جمعیت ممکن است باعث کاهش تنوع و کاهش تفاوت در یک جمعیت شود ولی دقت کنید که فرایندی تصادفی است و اگر افراد رانش شده، قبلاً آمیزش کرده‌اند و زاده داشته‌اند، اگر زاده آن‌ها طی رانش از بین نرود، ژن‌های آن افراد رانش‌شده هم در نسل‌های بعد شرکت دارند.

بررسی موارد (الف) رانش می‌تواند باعث تغییر فراوانی اللها، ژنوتیپ‌ها و فنوتیپ‌ها شود. (ب) هر چه اندازهٔ یک جمعیت کوچک‌تر باشد، اثر رانش بیشتر است. (ج) براثر رانش، جمعیت باقی‌مانده با گذشت زمان می‌تواند متفاوت با جمعیت اولیه بشود.

۳۸۶۳ (۴) شکل، مراحل **متافاز میوزیک** را نشان می‌دهد. پروفاز قبل از این مرحله است که در آن به دلیل از بین رفتن شبکهٔ آندوپلاسمی، تعداد کیسه‌های آن نیز در یاخته کم می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در همین مرحلهٔ متافاز کروموزوم‌ها به کمترین طول و بیشترین فشردگی می‌رسند. **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ آنافاز میوز ۲ کروماتیدهای خواهری از هم جدا می‌شوند ولی مرحلهٔ بعد از این شکل آنافاز ۱ است که کروموزوم‌های همتا جدا می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** در اسپرماتوسیت اولیه، در مقابل کروموزوم *X*، کروموزوم *Y* قرار دارد که همتای هم نیستند.

۳۸۶۴ (۱) شکل (۱) کراسینگ‌اور در پروفاز ۱ و شکل (۲) آرایش تترادها در متافاز ۱ را نشان می‌دهد. در مرحلهٔ پروفاز میوز یک، تمام فعالیت‌های دو مرحلهٔ پروفاز و پرومتافاز **میتوز** اووگونی می‌تواند رخ دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در متافاز میوز یک کروموزوم‌ها در استوای یاخته قرار دارند (نه هسته). **گزینهٔ (۴):** در انتهای مرحلهٔ متافاز میوز یک، نقطهٔ وارسی وجود داشته که اتصال صحیح رشته‌های دوک به سانترومر فام‌تن‌ها را بررسی می‌کند، ولی دقت کنید که در این مرحله به هر کروموزوم از یک سمت و یک دوک متصل است. **گزینهٔ (۴):** اسپرماتوگونی توانایی تقسیم میوز را ندارد؛ درنتیجه تتراد در این یاخته تشکیل نمی‌شود.

۳۸۶۵ : ۴ شکل مربوط به برگ گیاه گیسو است که نوعی گیاه دولپه می‌شود (برگ گیاهان دو لپه پهن و رگبرگ‌های منشعب دارد) در گیاهان دولپه، لپه‌ها از تقسیم تخم اصلی و رویان به وجود آمده‌اند. لپه‌ها در این گیاهان به مدت کوتاهی بیرون می‌آیند و فتوسنتز می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در گیاهان دولپهٔ مسن، در ریشه و ساقهٔ آن‌ها به جای روپوست، پیراپوست قرار می‌گیرد که یاخته‌های چوب‌پنبهٔ آن با گرفتن فاصله از هم، عدسک‌ها را تشکیل می‌دهند. **گزینهٔ (۲):** اگر حجم ترکیبات خیلی زیاد باشد، آن‌گاه امکان تشکیل سنگواره وجود دارد. **گزینهٔ (۳):** در محل لان‌ها دیوارهٔ پسین و چوبی شدن رخ نمی‌دهد البته عناصر آوندی مرده‌اند و پلاسمودسم هم ندارند.

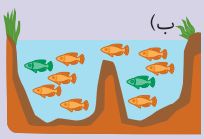
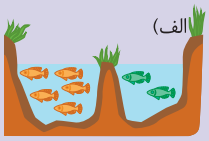
۳۸۶۶ : ۴ شکل، تشریح مقایسه‌ای را نشان می‌دهد. در مطالعات **مولکولی**، زیست‌شناسان بررسی می‌کنند که کدام ژن‌ها در بین گونه‌ها مشترک‌اند و کدام ژن‌ها ویژگی‌های خاص یک گونه را باعث می‌شوند ولی در این شکل بررسی اندام‌های همتا سبب رده‌بندی شده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در تشریح مقایسه‌ای اجزای پیکر جانداران گونه‌های **مختلف** با یکدیگر مقایسه می‌شود. این مقایسه نشان می‌دهد که ساختار بدنی بعضی گونه‌ها از طرح مشابهی برخوردار است. **گزینه‌های (۲) و (۴):** زیست‌شناسان از ساختارهای همتا برای رده‌بندی جانداران استفاده می‌کنند و جانداران خویشاوند را در یک گروه قرار می‌دهند؛ همچنین آنان بر این باورند که این گونه‌ها در گذشته از نیای مشترکی، مشتق شده‌اند.

۳۸۶۷ : ۲ شکل (الف)، گونه‌زایی دگرمیهنی و شکل (ب) گونه‌زایی هم‌میهنی را نشان می‌دهد. در گونه‌زایی هم‌میهنی جدایی جغرافیایی رخ نمی‌دهد و این نوع گونه‌زایی می‌تواند به خاطر خطای میوزی صورت بگیرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** فقط در گونه‌زایی دگرمیهنی باید شارش ژن متوقف شود. **گزینهٔ (۳):** گونه‌زایی دگرمیهنی بر اثر اتفاقاتی مثل زلزله و سایر رخدادهای زمین‌شناختی رخ می‌دهد که تدریجی است ولی گونه‌زایی هم‌میهنی می‌تواند با تقسیم اشتباه ناگهان رخ دهد. **گزینهٔ (۴):** در هر دو نوع گونه‌زایی باید جدایی تولیدمثلی رخ دهد.

۳۸۳ مقایسهٔ انواع گونه‌زایی

موارد مقایسه	گونه‌زایی هم‌میهنی	گونه‌زایی دگرمیهنی
مدت زمان	سریع و در یک نسل	تدریجی و در چند نسل
توقف شارش لازم است؟	−	+
جدایی تولیدمثلی داریم؟	+	+
جدایی مکانی لازم است؟	−	+
تعداد جمعیت آغازکننده	یک جمعیت در یک زیستگاه	ایجاد دو جمعیت در دو زیستگاه
مثال	کشف گیاهان پلی‌پلوئیدی توسط هوگو دووری و یا ایجاد دو نوع ماهی در یک زیستگاه	تغییر ظاهر ماهیان موجود در دو زیستگاه متفاوت
شکل	 (ب)	 (الف)

۳۸۶۸ : ۳ شکل (۱) جاندار دیپلوئید و شکل (۲) جاندار تتراپلوئید را نشان می‌دهد. گیاهان تتراپلوئید گامت دیپلوئید تولید خواهند کرد و درصورت آمیزش آن‌ها، گیاه تتراپلوئید با آندوسپرم $6n$ ایجاد خواهد شد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** درصورت آمیزش بین دو گونهٔ گیاه تتراپلوئید و تریپلوئید (موز $3n$)، جانداری اگر به وجود آید، نازا است. **گزینهٔ (۲):** جاندار تتراپلوئید گونهٔ جدیدی است که طی آمیزش با گیاه دیپلوئید نمی‌تواند گیاهی زایا و زیستا به وجود آورد. **گزینهٔ (۴):** تعداد مجموعهٔ کروموزومی پوستهٔ دانه برابر با گیاه ماده است که $2n$ می‌باشد، اما به‌طور قطع نمی‌توان گفت که تعداد مجموعه کروموزومی رویان نیز $2n$ است، زیرا ممکن است خطای میوزی رخ دهد مانند ایجاد گل مغربی $4n$ از گیاهان $2n$!

نگاهی به نکات گل مغربی‌ها

- هوگو دووری با مشاهدهٔ فنوتیپ به وجود گیاهی متفاوت با گل مغربی دولاد پی برد.
- اگر میان افراد یک گونه جدایی تولیدمثلی رخ دهد، آنگاه خزانهٔ ژنی آن‌ها از یکدیگر جدا و احتمال تشکیل گونه جدید فراهم می‌شود.
- بر اثر وقوع پدیده‌هایی همچون جهش، نوترکیبی و انتخاب طبیعی، به تدریج دو جمعیت یاد شده با یکدیگر متفاوت می‌شوند.
- چندلادی به تولید گیاهانی منجر می‌شود که زیستا و زایا هستند اما نمی‌توانند در نتیجهٔ آمیزش با افراد گونهٔ نیایی خود، زاده‌های زیستا و زایا پدید آورند و بنابراین گونه‌ای جدید به شمار می‌روند.
- جدا نشدن کروموزوم‌ها در میوز ۱ گامت‌های غیرطبیعی بیشتری تولید می‌کند.
- اگر جدانشدن کروموزوم‌ها در میوز ۲ رخ دهد؛ ممکن است گامت طبیعی تولید شود.
- گیاه چارلاد زایا است و می‌تواند از طریق خودلقاحی و یا آمیزش با گیاه چارلاد دیگر، گیاه چارلاد ایجاد کند.
- گیاه چارلاد نمی‌تواند با گیاه دولاد آمیزش موفقیت‌آمیز داشته باشد؛ زیرا از آمیزش گیاه چارلاد و گیاه دولاد، گیاهی سه‌لاد ایجاد می‌شود که زیستا است اما زایا نیست.

نکتهٔ ترکیبی

ترکیب با فصل ۶ زیست یازدهم: ۱ گندم زراعی نوعی گیاه $6n$ و موز گیاه $3n$ است. ۲ با تخریب رشته‌های دوک در آزمایشگاه، می‌توان جاندار چندپلوئیدی ایجاد کرد.

۳۸۴ انواع گل مغربی

انواع گل مغربی	عدد کروموزومی	زایا؟	توانایی تولید دانه	توانایی میوز	کراسینگ‌اور	تشکیل تتراد	توانایی میتوز
دولادی	$2n=14$	زایا	+	+	+	+	+
سه‌لادی	$3n=21$	نازا	−	−	−	−	+
چارلادی	$4n=28$	زایا	+	+	+	+	+

۳۸۶۹ (۴): در این مدل تست‌ها باید به بررسی پنج عامل تغییر دهندهٔ جمعیت بپردازید!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: *فب شاید دگره‌ها رو از شارش یه جمعیت دیگه آورد نه اینکه فقط باید با جهش ایجاد کرد.* **گزینهٔ (۲)**: چرا باید هر جهشی موجب ایجاد فنوتیپ جدید در جمعیت شود! شاید الل نهفته بود و یا اینکه با تأخیر زیاد در جمعیت دیده شود. **گزینهٔ (۳)**: شاید جهش مضر بود و در کاهش تنوع نقش داشت. **گزینهٔ (۴)**: انتخاب طبیعی، منظور است که توان بقای جمعیت رو در شرایط جدید کاهش می‌دهد.

۳۸۷۰ (۳): منظور جهش جانشینی در دنا ($A \leftarrow T$) که موجب $U \leftarrow A$ در رنا می‌شود است پس در رنا مقدار پیریمیدین زیاد می‌شود!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: ممکن است باعث سازگاری در محیط مالاریاخیز شود. **گزینهٔ (۲)**: ممکن است، چون جهش جانشینی است. **گزینهٔ (۴)**: یک آمینواسید در هموگلوبین تغییر می‌کند پس نخستین ساختار آن تغییر می‌کند که در *RBC* فراوان است!

چند نکتهٔ مهم از گویچهٔ قرمز و هموگلوبین

- ترکیب فصل ۳ دهم: بیشترین مقدار اکسیژن توسط هموگلوبین منتقل می‌شود. از طرفی گویچهٔ قرمز سرشار از مولکول‌های هموگلوبین است.
- ترکیب فصل ۴ دهم:
  ۱) در انسان سالم گویچه‌های قرمز کروی‌شکل هستند و از دو طرف حالت فرو رفته دارند، اما گویچه‌های قرمز افراد مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل به صورت خمیده و داسی‌شکل هستند.
  ۲) گویچه‌های قرمز نابالغ منشأ میلوئیدی دارند و برای تولید آن‌ها آهن، ویتامین B_{12}، فولیک‌اسید و ترشح هورمون اریتروپویتین از یاخته‌های درون‌ریز کبد و کلیه نیاز است.
- ترکیب فصل ۲ دهم: ترشح عامل داخلی معده از یاخته‌های کناری غدد دیوارهٔ معده برای جذب ویتامین B_{12} در رودهٔ باریک ضروری است.
- ترکیب فصل ۳ یازدهم: در کم‌خونی‌های شدید مغز زرد در مجرای مرکزی استخوان‌های دراز می‌تواند به مغز قرمز تبدیل شود.

۳۸۷۱ (۳): **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱)**: در افراد ناخالص Hb^AHb^S فقط یک الل جهش‌یافته از یک والد گرفته‌اند ولی این افراد سالم ناقل و مقاوم به مالاریا هستند. **گزینهٔ (۲)**: *چرا نوترکیب آفه، گامت عادی والدی بوده!* **گزینهٔ (۴)**: اریتروپویتین بیشتری در کبد و کلیه‌ها تولید خواهند کرد (یعنی دستگاه گوارش و دفع ادرار). **گزینهٔ (۴)**: *کی گفته؟ شاید زن باشه و لزوماً از هر میوزی که گامت (تفمک) پدید نمیاد! در مورد مردی که این الل Hb^S را داره درسته ولی در مورد زنان نه (فصل ۷ یازدهم یادته؟! گفته بود تفمک در صورت برفورد اسپرم به اووسیت ایجاد می‌شه!).*

۳۸۵ رابطهٔ کم‌خونی داسی‌شکل و مالاریا

انواع ژن‌نمود بیماری کم‌خونی داسی‌شکل	رخ‌نمود از نظر داسی	در محیط عادی	در محیط دارای اکسیژن کم	در محیط مالاریاخیز
Hb^AHb^A	سالم خالص	زنده هستند (گویچهٔ قرمز کروی)	زنده هستند (گویچهٔ قرمز کروی)	اگر مالاریا بگیرند، مقاومتی ندارند و معمولاً در **اثر مالاریا** می‌میرند.
Hb^AHb^S	سالم ناقل	زنده هستند (گویچهٔ قرمز کروی دارند.)	برخی گویچه‌های آن‌ها داسی شده و کمی مشکل دارند.	اگر آلوده به عامل مالاریا شوند، گویچهٔ دارای انگل آن‌ها داسی شده و در حقیقت بیماری مالاریا نمی‌گیرند. این افراد مقاوم به مالاریا هستند.
Hb^SHb^S	بیمار	معمولاً در سن پایین در اثر بیماری کم‌خونی داسی‌شکل می‌میرند.	معمولاً در سن پایین در اثر بیماری داسی‌شکل می‌میرند.	معمولاً در سن پایین در اثر بیماری داسی‌شکل می‌میرند ولی به مالاریا مقاوم هستند.

۳۸۷۲ (۱): موارد (ج) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. شاید جهش در فام‌تن وابسته به جنس بود و مثلاً هموفیلی از مادر به پسر رسیده بود! (ب) نادرست. حتماً با ایجاد جهش بوده! (ج) **درست.** از میتوز تخم جهش‌دار به وجود آمدند. (د) **درست.** در مورد اثر اشعهٔ فرابنفش در ایجاد دیمر تیمین و اختلال در کار دنابسپاراز صحیح است.

۳۸۷۳ (۳): **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱)**: کتاب گفته در این صورت احتمال تغییر عملکرد آنزیم بسیار زیاد است! (نه به‌طور حتم!) **گزینهٔ (۲)**: کتاب گفته به شرطی که روی عملکرد آنزیم اثر نگذارد! **گزینهٔ (۴)**: درسته و متن کتاب است چون تغییر در خود ژن نیست که ساختار محصول عوض شود! **گزینهٔ (۴)**: شاید جهش بی‌تأثیری بود و *اصلاً شتر ریدی نریدی!*

توجه *قید "به‌طور حتم" در سؤال ریدی به همه چیز شک کن! تا خلافش ثابت شه!*

۳۸۷۴ (۳): انتخاب طبیعی منظور متن سؤال است!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: *بله تفاوت فردی نیازه تا بتونه انتخاب کنه دیگه وگرنه همه مثل هم باشد که انتخاب معنی نمی‌ده!* **گزینهٔ (۲)**: تغییر در فرد نمی‌دهد! انتخاب افراد سازگار را انجام می‌دهد. **گزینهٔ (۳)**: *فب شاید در شرایطی یه صفت خوب باشه، در شرایط دیگه، یه صفت دیگه* (قید همواره دیدی شک کن!). **گزینهٔ (۴)**: *ایجاد صفت نه! افزایش فراوانی آن صفت رو باعث می‌شه!*

نکته

انتخاب طبیعی دیدی باید روی ایجاد و تولید خط بکشی، فقط جمعیت سازگار ایجاد می‌کند!

۳۸۷۵ (۲): موارد (الف) و (ب) صحیح هستند. گوناگونی دگره‌ای در گامت‌ها، نوترکیبی و اهمیت ناخالص‌ها منظور تست است!

بررسی موارد (الف) به‌طور مثال باکتری‌ها میوز و این عوامل را ندارند! (ج) همهٔ این عوامل می‌توانند سبب ایجاد ترکیب جدیدی از الل‌ها شوند. نه اینکه الل جدید ایجاد کنند. (د) این عوامل ربطی به سازگار یا ناسازگار بودن آن‌ها ندارد!

۳۸۷۶ (۱): همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) انتخاب طبیعی سازش جمعیت را زیاد می‌کند ولی توان بقا را کم می‌کند. (ب) رانش برخلاف نوترکیبی باعث تغییر فراوانی می‌شود. (ج) رانش لزوماً در دگرمیهنی نیست، در صورتی که جمعیت جدا شده کوچک باشد! (د) *فقط شارش اونم اگر دوسویه و پیوسته باشه، این برایش درسته، نه هر شارشی اونم به‌طور حتم!*

۳۸۷۷: (۳) در گونه‌زایی دگرمیهنی، جهش و رانش و ... نقش دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** منظور نوع هم‌میهنیه که اصلاً قطع یا کاهش شارش در آن بی‌معنی است! **گزینهٔ (۲):** مثل گزینهٔ قبل! جهش در هر نوع گونه‌زایی مؤثر است ولی کاهش شارش مربوط به دگرمیهنی است! **گزینهٔ (۴):** کلاً یادت باشه که آمیزش موفقیت‌آمیز باید بگه چون آمیزش رو دو گونهٔ متفاوت هم می‌توانند انجام بدن ولی زادهٔ زیستا و زایا ایجاد نمی‌کنن!

۳۸۶ انواع گونه‌زایی

گونه‌زایی هم‌میهنی	گونه‌زایی دگرمیهنی
با ایجاد جدایی تولیدمثلی روند ایجاد گونهٔ جدید شروع می‌شود.	در صورت کامل شدن جدایی تولیدمثلی، گونهٔ جدید ایجاد می‌شود.
سدّ جغرافیایی در ایجاد آن تأثیری ندارد.	سدّ جغرافیایی در عامل شروع این گونه‌زایی است.
اساس ایجاد این نوع گونه‌زایی، خطای **میوزی** است.	اساس ایجاد این نوع گونه‌زایی، جدایی جغرافیایی گونه‌ها از هم و **توقف** شارش‌ژن است.
هر نوع جهشی می‌تواند در بروز این نوع گونه‌زایی مؤثر باشد.	هر نوع جهشی می‌تواند در بروز این نوع گونه‌زایی مؤثر باشد.
هر عامل تغییردهندهٔ خزانهٔ ژنی، می‌تواند در ایجاد این نوع گونه‌زایی نقش داشته باشد.	هر عامل تغییردهندهٔ خزانهٔ ژنی به جز شارش‌ژنی، می‌تواند در ایجاد این نوع گونه‌زایی نقش داشته باشد.
از ابتدا گونه‌زایی با ایجاد دو ژنوم رخ می‌دهد.	ابتدا دو خزانهٔ ژنی و دو جمعیت ایجاد می‌شود.

۳۸۷۸: (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** واقعاً این گزینهٔ خوبیه ولی خب، شاید پروتئین موردنظر اصلاً سافتار چهارم نداشت. **گزینهٔ (۲):** خب آره وقتی تغییر چارچوب هست، یعنی جانشینی توی بخش رونویسی شده، پس تغییر محصول داریم. **گزینهٔ (۳):** نه دیگه بی‌معناست چون جای کدون پایان عوض می‌شه، پس تغییر در توالی پلی‌پپتیدی هم حتماً هست. **گزینهٔ (۴):** جهش خاموش یعنی دو نوع کدون مربوط به یک آمینواسید با هم عوض شوند! یا حداکثر دو نوع کدون پایان به هم تبدیل شوند!

چند نکتهٔ مهم در مورد جهش‌های کوچک

- تبدیل یک رمزهٔ آمینواسید به رمزهٔ دیگر آن آمینواسید که آن را جهش **خاموش** می‌نامند، بر پروتئین بی‌تأثیر است؛ آمینواسیدهایی با یک نوع کدون این جهش را ندارند.
- تبدیل یک رمزهٔ پایان به رمزهٔ پایان دیگر. این نوع جهش را هم با تخفیف شاید بشود خاموش گفت؛ البته در تعریف جهش خاموش در کتاب درسی، اشاره شده که حتما رمزهٔ آمینواسید باید باشد؛ این جهش بی‌تأثیر بر پروتئین و ... است.
- تبدیل رمزهٔ آمینواسید به رمزهٔ پایان که موجب کوتاه شدن پروتئین شده، آن جهش را بی‌معنا می‌نامند. ضمناً اگر در میان چند نوکلئوتید باشد، می‌تواند حالات متعددی به بار آورد.
- در مورد آمینواسیدهایی مثل متیونین که یک نوع رمز دارند، جهش جانشینی از نوع خاموش دیده نمی‌شود.
- در جهش بی‌معنا، تعداد آمینواسید و تعداد پیوند پپتیدی کاهش می‌یابد اما طول دنا و رنای پیک تغییری نمی‌کند.
- در جهش‌های حذف و اضافه قطعاً طول دنا و رنا تغییر می‌کند اما ممکن است تغییر چارچوب انجام نشود.
- در جهش خاموش، ردیف نوکلئوتیدها فرد سالم و فرد دارای جهش متفاوت است اما فنوتیپ و نوع پروتئین آن‌ها یکسان است.
- هم جهش بی‌معنا و هم جهش حذف و اضافه از نوع تغییر در چارچوب ممکن است بعد از رمزهٔ آغاز AUG یک کدون پایان ایجاد کنند ولی اصلاً پیوند پپتیدی تشکیل نشود.
- جهش تغییر در چارچوب حذف یا اضافه، می‌تواند طول رشتهٔ پلی‌پپتید را کم یا زیاد کند یا اصلاً تغییر ندهد.

۳۸۷۹: (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** با تشریح مقایسه‌ای، اندام‌ها را بررسی کردند و با بررسی مولکولی به تفاوت دنا و پروتئین پرداختند! **گزینهٔ (۲):** فورت میگی توالی حفظ شده پس یه توالی‌های مشترکی هستند و نمی‌تونن ویژگی‌های خاص یه گونه رو ایجاد کنند. **گزینهٔ (۳):** نه دیگه همین درخت گیسو تونه داره، شکلش رو بنگر. **گزینهٔ (۴):** محققین با بررسی فسیل فهمیدند که پلاتی‌پوس و دلفین هر دو پستاندار و به هم شبیه‌تر هستند تا سفره‌ماهی که ماهی غضروفی و مهره‌دار اولیه است.

۳۸۸۰: (۲) فقط مورد (هـ) درست است. گل مغربی $2n$ و $4n$ گونه‌های مورد مطالعهٔ هوگو دووری بودند.

بررسی موارد (الف) نادرست. یکی گامتش هاپلوئیده $(n=7)$، یکی گامتش دیپلوئیده $(2n=14)$. (ب) نادرست. متن کتاب میگه ظاهر متفاوتی دارند و $4n$ها بزرگ‌ترند! (ج) نادرست. اصلاً یافته‌های مربوط به کنار؛ $4n=28$ بود، یعنی چهار مجموعه با هفت کروموزوم غیرهمتا داشت. (د) نادرست. از لقاح $4n$ و $2n$، گیاه $3n$ به دست می‌آید، که این یعنی توانایی میوز و تشکیل گردهٔ نارس، رسید، گامت، رویشی، زایشی، کیسهٔ رویانی، تفم‌زا و ... ندارد. (هـ) **درست.** متن کتابه چون گونهٔ جدید $4n$ فودش از پایه تا کنکور درسته و گامت $2n$ داره!

۳۸۸۱: (۱) خب طبیعیه که گزینهٔ (۱) درسته! چون اگر به هر دلیل جایگاه پایان رونویسی عوض شود رنابسپاراز کار خود را تمام نمی‌کند!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** شاید زیاد هم بشه! مثلاً اگر جایگاه پایان رونویسی نابود بشه یا بره جلوتر، طول رنا افزایش هم می‌یابد. **گزینهٔ (۳):** چون در ژن نوکلئوتیدها جفت هستند پس حداقل دو نوکلئوتید (نه همواره یک جفت) دچار تغییر می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** برای تغییر **میزان** بیان، باید توالی‌های **بین‌ژنی** را تغییر داد (نه خود ژن را!).

۳۸۸۲: (۱) موارد (الف)، (ج) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** خب این‌که مو لای درزش از درستی نمی‌ره! (ب) نادرست. البته برای خویشاوندی و رده‌بندی و اینا هم استفاده می‌کنن! (ج) و (د) **درست.** خب اینا هم که متن کتاب درسیه!

۳۸۸۳: (۱) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) در شکل کتاب درسی یازدهم، هنوز پوشش هسته‌ای تخریب نشده است، ولی کروموزوم‌های همتا از طول کنار هم قرار گرفته‌اند. پس همون مرحله هم می‌تونن بکراسن! (ب) آگه دو اللی که با هم کراس انجام دادن یکسان باشن، نوترکیب نمیشه، مثلا میفوار مرد باشه یا زن باشه. (ج) کراسینگ‌اور جهش نیست. (د) این که دیگه کراس نیست اگر قطعاتش با اندازهٔ متفاوت باشه! فور فور جهشه!

۳۸۸۴: (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** متن کتاب و درست است چون اصلاً شاهد همین قضیه هستند! **گزینهٔ (۲):** ساختار وستیجیال ربطی به مطالعات مولکولی ندارد. **گزینهٔ (۳):** توالی‌های حفظ شده فقط ویژگی مشترک بین گونه‌ها را نشان می‌دهند. **گزینهٔ (۴):** براساس متن کتاب درسی نادرست است.

۳۸۸۵: (۴) آخ باز این قید "به‌طور حتم" اومد که به همه‌چیز شک کنیم!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** کتاب از قید **اغلب** واسه مرگ بعد از جهش حذف استفاده کرده! (نه به‌طور حتم!) **گزینهٔ (۲):** واژگونی می‌تونه تو قسمتی باشه که سانترومر داره ولی واژگونی باعث کاهش طول کروموزوم نمی‌شود. **گزینهٔ (۳):** شرط مضاعف‌شدگی، جابه‌جایی بین کروموزوم همتا است. **گزینهٔ (۴):** واژگونی در هر صورت ترتیب توالی نوکلئوتیدی کل دنای مربوطه رو به هم می‌زنه ولی ممکنه توالی ژن‌ها رو تغییر نده! (اونم بسیار به ندرت!)

۳۸۸۶ (۲) منظور سؤال آمیزش غیرتصادفی است که جفت براساس ویژگی ظاهری انتخاب شده است. در هر پنج عامل تغییر دهندهٔ تعادل جمعیت، ساختار ژنی جمعیت عوض می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هم در انتخاب طبیعی و هم در آمیزش‌های غیرتصادفی، ویژگی فنوتیپی در انتخاب شدن مؤثر است. **گزینهٔ (۳):** در شارش ژنی برخلاف آمیزش غیرتصادفی این اتفاق رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** دگرهٔ جدیدی در آمیزش غیرتصادفی افزوده نمی‌شود.

۳۸۷ عوامل مؤثر در تغییر جمعیت

موارد مقایسه	جهش	رانش	شارش	آمیزش غیرتصادفی	انتخاب طبیعی
مشاهدهٔ الل جدید	+	−	ممکن است در جمعیت مقصد الل جدیدی ظاهر شود.	−	−
افزایش سازگاری جمعیت با محیط	در صورتی که الل‌های جدید سازگارتر باشند.	اگر رانش باعث حذف الل‌های ناسازگار شود، سازگاری جمعیت با محیط را افزایش می‌دهد.	بستگی با الل‌های شارش یافته دارد.	بستگی به الل‌هایی دارد که به نسل بعد منتقل می‌شوند.	+
افزایش تنوع	+	−	ممکن است در جمعیت مقصد تنوع اللی افزایش یابد.	−	−
کاهش تنوع	اگر صفت نامطلوب ایجاد کند می‌تواند باعث مرگ و کاهش تنوع گردد.	اگر رانش موجب حذف کامل برخی الل‌ها شود، می‌تواند باعث کاهش تنوع شود.	ممکن است در جمعیت مبدأ کاهش تنوع رخ دهد.	+	+

۳۸۸۷ (۴) فقط مورد (د) صحیح است چون در هر دو نوع گونه‌زایی، جهش به تفاوت‌ها اضافه می‌کند!

بررسی موارد (الف) در هر دو نوع گونه‌زایی جدایی تولیدمثلی رخ می‌دهد. (ب) رانش همواره در جمعیت کوچک نقش مهم ایفا می‌کند. (ج) ایجاد دو خزانهٔ ژنی از یک نوع ژنوم ابتدا در نوع دگرمیهنی، با قطع شارش رخ می‌دهد. در هر دو نوع گونه‌زایی در نهایت که گونهٔ جدید ایجاد شد، دو ژنوم جدید تعریف می‌شود.

۳۸۸۸ (۳) موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** رانش لزوماً نتایج یکسانی را دارا نیست. (ب) **نادرست.** رانش تصادفی است و لزوماً موجب ایجاد جمعیت سازگار نمی‌شود. (ج) درست. مشخص است هر چه رانش کمتر باشد از بین رفتن تصادفی کمتر می‌شود. (د) **نادرست.** چون رانش تصادفی است نمی‌توان گفت دقیقاً یکسان خواهند شد ولی همواره نسل بعد بیشتر شبیه جمعیتی است که رانش روی آن‌ها اثر نکرده است.

۳۸۸۹ (۳) سؤال در مورد هموگلوبین است که موارد (ج) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) دربارهٔ ساختار اول پروتئین‌ها درست است. (ب) دربارهٔ آهن انتقالی از سیاهرگ طحال به کبد درست است. (ج) پرتو فرابنفش سبب دوپارتیمین می‌شود! (نه فروسرخ!) (د) عبارت مورد نظر در مورد کار آنزیم کربنیک‌انیدراز است (نه هموگلوبین).

۳۸۹۰ (۴) موارد (الف)، (ج) و (د) درست هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** هر جهش کوچکی در صورت بروز در ژن پروتئین‌ساز می‌تواند باعث تغییر طول پروتئین شود. (ب) نادرست. جهش تغییر در تعداد فام‌تنی می‌تواند بدون ایجاد پیوند فسفودی‌استر باشد. (ج) **درست.** اگر جهش واژگونی و جابه‌جایی در یک کروموزوم بدون تغییر محل سانترومر انجام شود، با کاریوتیپ مشخص نمی‌شود. (د) **درست.** در هر چهار نوع جهش ساختاری ممکن است تعداد ژن یک فام‌تن کم شود حتی در حالت واژگونی که شکست از وسط یک ژن رخ دهد و آن ژن نابود شود.

۳۸۹۱ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** دربارهٔ دوپار تیمین نادرست است. **گزینهٔ (۲):** *آله این نشه اصلاً چرا جهش بوره؟!* (در دوپار تیمین توالی نوکلئوتیدی تغییر نمی‌کند!) **گزینهٔ (۴):** شاید جهش حذفی نباشد و جابه‌جایی باشد. **گزینهٔ (۴):** شاید جهش در کدون پایان تأثیر گذاشته باشد!

۳۸۹۲ (۲) فقط مورد (د) نادرست است.

بررسی موارد (الف) درست. اگر سبب عدم تولید عوامل نقاط وارسی شود و یا مهارکننده‌ای را زیاد ایجاد کند، صحیح است. (ب) درست. در مورد ایجاد دیمرتیمین و اختلال در کار دنابسپاراز صحیح است. (ج) درست. در صورت دایمرتیمین و کم کاری دنابسپاراز، ویرایش کاهش یافته و احتمال ماندگاری جهش و اختلال در دنا زیاد می‌شود. (د) **نادرست.** دود سیگار و بنزوپیرن آن یک عامل جهش‌زای شیمیایی است (نه فیزیکی).

۳۸۹۳ (۴) موارد (الف) و (ج) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** وقتی یک جمعیت به دو جمعیت تبدیل می‌شود، لزوماً ویژگی ظاهری عوض نمی‌شود بلکه ممکن است مثلاً برحسب جهش زمان گامت‌گذاری عوض شود. (ب) درست. داستان جهش و انتخاب طبیعی داستان همیشگی و غیرکنترل هستند. (ج) **نادرست.** ممکن است ناشی از نوعی مشکل در فرد باشد مثلاً یک فرد در یک جمعیت عقیم باشد. (د) درست. در صورت ایجاد جدایی تولیدمثلی در یک جمعیت، بالاخره روند به سمت گونه‌زایی خواهد رفت.

۳۸۹۴ (۲) فقط مورد (د) صحیح است. در این سؤال دقت کنید که جهش بزرگ باید از نوع ساختاری باشد چون یاختهٔ پادتن‌ساز قدرت تقسیم ندارد که در طی اختلال در تقسیم، تغییر در تعداد کروموزومی آن رخ دهد.

بررسی موارد (الف) نادرست. در جهش‌های حذفی و واژگونی می‌تواند حداکثر شکست فسفودی‌استر (۴ عدد) را مشاهده کرد که در جهش واژگونی، حذفی صورت نمی‌گیرد. (ب) نادرست. یاختهٔ پادتن‌ساز تقسیم نمی‌شود پس دنابسپاراز و هلیکاز مربوط به هستهٔ آن فعالیتی ندارد. (ج) نادرست. در جهش واژگونی و جابه‌جایی در یک کروموزوم در صورتی که از بخش غیرسانترومر رخ دهد با کاریوتیپ مشخص نمی‌شود. در واژگونی ممکن است تعداد ژن کم شود چون برش ممکن است از وسط یک ژن رخ دهد. (د) **درست.** جهش حذف می‌تواند باعث شکستن فسفودی‌استر یا شکستن و تشکیل فسفودی‌استر شود.

۳۸۹۵ :(۱) موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند. در زنبور نر که هاپلوئید است تعداد فام‌تن‌های گامت با یاختهٔ پیکری برابر است ولی در زنبور مادهٔ ملکه تعداد کروموزوم گامت، نصف می‌شود.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** زنبور نر هاپلوئید است و گوناگونی دگره‌ای ندارد. (ب) **نادرست.** زنبور نر هاپلوئید است و ژن‌های مشابه ندارد. (ج) درست. دربارهٔ زنبور مادهٔ دیپلوئید ملکه صحیح است. (د) **نادرست.** لزوماً چلیپایی شدن باید در کروموزوم‌های همتا رخ دهد (نه غیرهمتا).

۳۸۹۶ :(۳) موارد (الف) و (ج) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** *فقط اگر یک رمزهٔ آغاز دیگر ایجاد کنذا اینم واسه ضدهال!* (ب) نادرست. چرا؟ چون محصول ژن، اول رنا است و حتماً تغییر می‌کند! ولی محصول نهایی یعنی پروتئین تغییر نمی‌کند! (ج) **درست.** از نوع جانشینی بوده و اندازهٔ رنا تغییر ندارد! (د) نادرست. با توجه به شکل ۳ کتاب درسی قسمت بالا سمت راست می‌تواند (*میگی نه برو ببین، بعد AUG یک رمزهٔ پایان اومده!*).

۳۸۸ انواع جهش کوچک جانشینی در آن پروتئین‌ساز

موارد مقایسه	دگرمعنا	خاموش	بی معنا
طول ژن	بدون تغییر	بدون تغییر	بدون تغییر
طول رنای پیک	بدون تغییر	بدون تغییر	بدون تغییر
طول رشتهٔ پپتیدی	بدون تغییر	بدون تغییر	کاهش
فعالیت ریبوزوم	بدون تغییر	بدون تغییر	کاهش
نوع آمینواسیدها	تغییر **می‌کند**	بدون تغییر	کم می‌شود
ساختار دنا	تغییر **می‌کند**	تغییر **می‌کند**	تغییر **می‌کند**
طول پروتئین	طبیعی	طبیعی	کوتاه‌تر
نوع آمینواسید	تغییر **می‌کند**	بدون تغییر	تغییر **می‌کند**
تعداد آمینواسید	بدون تغییر	بدون تغییر	کاهش
طول دنا و رنای پیک	بدون تغییر	بدون تغییر	بدون تغییر
توالی نوکلئوتیدی رنای پیک (نوع رمزه)	تغییر **می‌کند**	تغییر **می‌کند**	تغییر **می‌کند**

۳۸۹۷ :(۳) همهٔ موارد نادرست هستند. جهش‌های جابه‌جایی و واژگونی در یک کروموزوم با شکست از وسط ژن و جهش تغییر در تعداد کروموزوم را می‌توان در نظر گرفت.

بررسی موارد (الف) اگر جهش تغییر در تعداد باشد نادرست است! (ب) اگر تغییر در تعداد کروموزوم باشد فقط در آنافاز رخ می‌دهد. (ج) این عبارت بررسی کاریوتیپ را اشاره می‌کند که اگر جهش واژگونی و جابه‌جایی در یک کروموزوم در قسمت بدون سانترومر در همان سمت قرار گیرد دیده نمی‌شود. (د) جهش تغییر در چارچوب که بزرگ نیست!

۳۸۹ انواع جهش‌ها

جهش کوچک	جهش جانشینی	جهش درون‌ژنی	جهش در ژن‌های غیر رنای پیک (رنای ناقل و رنای رناتنی و ...)	
			جهش در ژن‌های رنای پیک خارج از محدودهٔ ترجمه	
			جهش در ژن‌های رنای پیک درون محدودهٔ ترجمه	دگرمعنا - خاموش - بی‌معنا
		جهش در توالی بین ژنی	جهش در توالی تنظیمی و در توالی‌های بین ژنی غیرتنظیمی	
	جهش حذف و اضافه	جهش درون‌ژنی	جهش در ژن‌های غیر رنای پیک (رنای ناقل و رنای رناتنی و ...)	
			جهش در ژن‌های رنای پیک خارج از محدودهٔ ترجمه	
			جهش در ژن‌های رنای پیک درون محدودهٔ ترجمه	جهش تغییر چارچوب خواندن و عدم تغییر چارچوب خواندن
		جهش در توالی بین ژنی	جهش در توالی تنظیمی و در توالی‌های بین ژنی غیرتنظیمی	
جهش بزرگ	بزرگ	عددی	پلی‌پلوئیدی شدن و باهم ماندن فام‌تن‌ها	
		ساختاری	حذف، جابه‌جایی، مضاعف‌شدگی، واژگونی	

۳۸۹۸ :(۴) **بررسی موارد** (الف) طبق متن کتاب درسی، **بخشی** از چرخهٔ زندگی آن در گویچهٔ قرمز است. (ب) بله چون انگل است. (ج) بله به علت کاهش اکسیژن‌رسانی تولید اریتروپویتین از کلیه زیاد شده و مغز استخوان فعال‌تر می‌شود. (د) این انگل تک‌یاخته‌ای است.

۳۸۹۹ :(۲) فقط مورد (ب) نادرست است.

بررسی موارد (الف) درست. در مورد ساختارهای همتا صحیح است. (ب) **نادرست.** بقایای پا در لگن مار درسته نه برعکس. (ج) درست. در مورد ساختارهای آنالوگ کاملاً درست است. (د) در مورد ساختارهای آنالوگ که یکی از شواهد تغییر گونه هستند ولی از آن‌ها برای رده‌بندی استفاده نمی‌شود درست است!

۳۹۰ تشریح مقایسه‌ای

	ساختارهای همتا	ساختارهای آنالوگ	ساختارهای وستجیال
تعریف	اندام‌هایی که طرح ساختاری آن‌ها یکسان است و کار آن‌ها می‌تواند مشابه باشد یا نباشد.	ساختارهایی که کار یکسان اما ساختار متفاوت دارند.	ساختارهای ساده و کوچک و ضعیف شده‌ای هستند که ممکن است فاقد کار خاصی باشند.
چه چیزی را نشان می‌دهد؟	جانداران دارای ساختارهای همتا از گونهٔ مشترکی مشتق شده‌اند و در رده‌بندی استفاده می‌شوند.	برای پاسخ دادن به یک نیاز، جانداران به روش‌های گوناگونی سازش پیدا کرده‌اند. برای رده‌بندی استفاده نمی‌شوند.	وجود ارتباط میان جانداران دارای اندام وستیجیال و سایر مهره‌داران برای رده‌بندی استفاده می‌شوند.
مثال	اندام‌های حرکتی جلویی بیشتر مهره‌داران	بال کبوتر و بال پروانه	بقایای پا در لگن مار

۳۹۰۰ ۳ همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد الف) دقت کنید که در آنافاز ۱ تتراداها از هم جدا نمی‌شوند بلکه دو کروموزوم هر تتراد از هم جدا می‌شود. ب) در کراسینگ‌اور یک کروماتید هر کروموزوم با یک کروماتید غیرخواهری کروموزوم همتای دیگر تبادل قطعه می‌کند. ج) همیشه در صورت کراسینگ‌اور، حداکثر دو کروماتید ترکیب جدید و دوتای دیگر ترکیب قدیمی دارند. د) این عوامل باعث ایجاد **ترکیب آللی** جدید می‌شود نه ایجاد آلل جدید که کار جهش است.

۳۹۰۱ ۲ فقط مورد (الف) صحیح است. سؤال در مورد گونه‌زایی هم‌میهنی است.

بررسی موارد الف) **درست.** باید خطای میوزی رخ دهد و برخی کروموزوم‌های به‌طور غیرعادی به یاختهٔ دیگر بروند. ب) نادرست. اگر دو گامت $n=7$ با $2n=14$ لقاح کند، جاندار $3n=21$ نازا و غیرموفقیت‌آمیز ایجاد می‌شود. ج) نادرست. این جدایی جمعیت‌ها مربوط به گونه‌زایی دگرمیهنی است (نه هم‌میهنی!).

۳۹۱ مقایسهٔ گوناگونی دگره‌ای و نوترکیبی

موارد مقایسه	گوناگونی دگره‌ای در گامت‌ها	نوترکیبی
در چه مرحله‌ای رخ می‌دهد؟	متافاز ۱	پروفاز ۱
شکسته شدن و تشکیل پیوند فسفودی‌استر	نداریم.	داریم.
جابه‌جایی قطعات بین کروموزوم‌ها	رخ نمی‌دهد.	رخ می‌دهد.
تنوع گامت‌ها	افزایش	افزایش
تنوع دگره‌ها	ثابت	ثابت
اندازهٔ کروموزوم‌ها	ثابت	ثابت

۳۹۰۲ ۱ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** جهش به سرعت در جمعیت خود را نشان نمی‌دهد. **گزینهٔ (۲):** جهش سبب سازش افراد و انتخاب طبیعی سبب سازش جمعیت می‌شود. جهش می‌تواند آلل مطلوب ایجاد کند. **گزینهٔ (۳):** رانش منظور است که به‌طور معمول سبب کاهش تنوع افراد و الل می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در اثر شارش دوسویه بین دو جمعیت ممکن است.

۳۹۰۳ ۱ در پدیدهٔ با هم ماندن، آن کروموزوم‌هایی که به برخی یاخته‌ها نرسیده‌اند، الل آن‌ها نیز به آن یاخته‌ها نمی‌رسد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در جهش حذف، قطعهٔ جدا شده به کروموزوم دیگر وصل نمی‌شود. **گزینهٔ (۳):** چون از یک کروموزوم به کروموزوم همتا رسیده است پس در کل یاخته ثابت است. **گزینهٔ (۴):** معلوم است که لزوماً این‌طور نیست! مثلاً در مورد جفت ۲۱ و سندروم داون صحیح است.

۳۹۲ مقایسهٔ انتخاب طبیعی و جهش

موارد مقایسه	انتخاب طبیعی	جهش
اثر روی جمعیت	افراد سازگار را انتخاب می‌کند.	باعث تغییر **فرد** می‌شود.
تعادل جمعیت را برهم ...	می‌زند.	می‌زند.
روی خزانهٔ ژنی نسل بعدی تأثیر ...	دارد.	دارد.
توانایی ایجاد دگرهٔ سازگارتر را ...	ندارد.	دارد.
تنوع افراد جمعیت را ...	کاهش می‌دهد.	افزایش می‌دهد.

۳۹۰۴ ۴ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد الف) درست. تعداد نوکلئوتیدها تغییر کرده است. تعداد فسفودی‌استر هم عوض می‌شود! ب) **نادرست.** همواره جلوی پورین، یک پیریمیدین است، پس تعداد حلقهٔ باز آلی ثابت می‌ماند. ج) **نادرست.** پیوند هیدروژنی هیدرولیز نمی‌شود. د) **نادرست.** ممکن است جفت باز $A-T$ به $G-C$ تبدیل شده باشند.

۳۹۰۵ ۲ فقط مورد (ب) صحیح است.

بررسی موارد الف) دربارهٔ آمیزش تصادفی نادرست است. ب) *درسته تمام!* ج) اگر باعث افزایش تنوع شود، در جمعیت **مقصد** می‌شود (نه مبدأ). د) نه! لزوماً این طور نیست ممکن است جهش در توالی بین‌ژنی باشد و اصلاً به ژن و دگره ربطی نداشته باشد!

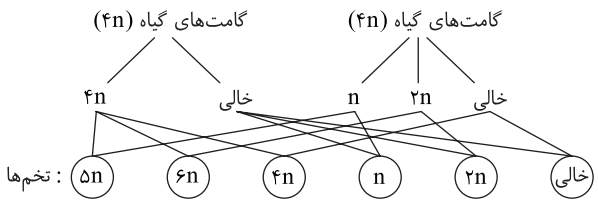
۳۹۰۶ ۲ **جهش‌ها** با ایجاد تغییرات پایدار در مادهٔ وراثتی می‌توانند دگره‌های جدید به جمعیت اضافه نمایند و خزانهٔ ژنی را غنی‌تر کنند. **شارش ژن** در جمعیت مقصد نیز توانایی افزودن دگره‌های جدید را دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دو جمعیت جدا شده باید با کمک پدیده‌هایی مانند جهش، نوترکیبی و انتخاب طبیعی از یکدیگر متفاوت شوند؛ بنابراین تنها جدایی جغرافیایی کافی نیست. **گزینهٔ (۳):** هر چه نیای مشترک نزدیک‌تر باشد، احتمال اینکه در یک گروه قرار بگیرند بیشتر است؛ نه اینکه هر نیای مشترکی به یک گروه‌بندی مشترک بیانجامد! پستاندار و پرنده هم نیای مشترک دارند ولی دو گروه هستند! **گزینهٔ (۴):** تغییر مورد نظر باید از نوع جهش جانشینی روی یک ژن باشد تا اسمش را جهش جانشینی بگذاریم. فرض کنید در توالی پایان ATT دنا (UAA رنای پیک)، یک T به یکی مانده به انتها اضافه شود، در این صورت، توالی آمینواسیدی باز هم هیچ تغییری نخواهد داشت.

۳۹۰۷ (۲) فرایندهایی مانند جهش، نوترکیبی، انتخاب طبیعی و **رانش** (خصوصاً در جمعیت‌های کوچک‌تر) سبب افزایش تفاوت دو جمعیت می‌شوند و به گونه‌زایی و جدایی تولیدمثلی آن‌ها کمک می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** جهش می‌تواند با افزودن دگره‌های جدید، خزانهٔ ژنی جمعیت را غنی‌تر کند ولی رانش دگره‌ای که تصادفی است آن را اضافه نمی‌کند. **گزینهٔ (۳):** انتخاب طبیعی با انتخاب افراد سازگارتر و رانش با حذف گروهی از دگره‌ها می‌توانند منجر به کاهش گوناگونی در جمعیت شوند. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که آمیزش تصادفی برخلاف رانش دگره‌ای، فراوانی نسبی دگره‌های جمعیت را تغییر نمی‌دهد.

۳۹۰۸ (۲) در اثر جدانشدن کروموزوم‌ها گیاه $4n$ در میوز یک، دو گامت $4n$ و دو گامت **بدون کروموزوم** ساخته می‌شوند. در صورت جدا نشدن کروموزوم‌ها گیاه $2n$ در یکی از تقسیمات میوز ۲، دو گامت n، یک گامت $2n$ و یک گامت بدون کروموزوم ساخته می‌شوند. در هیچ حالتی از لقاح گامت‌ها، گیاهی $3n$ (مشابه تعداد کروموزوم‌های گیاه موز) وجود ندارد. امکان تولد زاده‌هایی با صفر (فاقد مجموعهٔ کروموزمی)، یک (حامل ژن‌های یک والد)، دو (زیستا و زایا)، چهار (زیستا و زایا و حامل ژن‌های یک والد)، پنج و شش کروموزوم (زیستا و زایا، به اندازهٔ گندم زراعی و حامل ژن‌های هر دو والد) وجود دارد.



۳۹۰۹ (۳) موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) جهش جانشینی در هر دو رشتهٔ دنا مثبت می‌شود. (ب) تغییر در هر دو رشته می‌باشد و همیشه روبه‌روی پورین یک پیریمیدین است پس تعداد حلقه‌ها ثابت است. (ج) در این بیماری جهش جانشینی است و تغییر چارچوب رخ نمی‌دهد. (د) برعکس گفته است.

۳۹۱۰ (۱) فقط مورد (د) صحیح است.

بررسی موارد (الف) و (ب) و (ج) نادرست. در صورت ابتلا به مالاریا در افراد ناخالص داسی‌شکل نیز گویچه داسی می‌شود ولی ربطی به جهش ندارد. (د) **درست.** در هر صورت گویچهٔ داسی شده، در اثر تغییر پروتئین هموگلوبین آن می‌باشد.

۳۹۱۱ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** *بله میتونه. اصلاً جهش روی هر رو رشته زده می‌شه!* **گزینهٔ (۲):** ممکن است جهش در توالی بین ژنی باشد و اصلاً رونویسی نشود! **گزینهٔ (۳):** *نه دیگه، چارچوب رو میشه کوچکتر یا بزرگتر کرد، نه اینکه بزنیم نابودش کنیم!* **گزینهٔ (۴):** خب آره، دو تا جهش کوچک جانشینی می‌توانند باعث جهش بی معنا شوند.

۳۹۱۲ (۲) طبق متن سؤال آنزیم A با مثلاً ۱۰ آمینواسید به آنزیم B با ۱۰ آمینواسید تبدیل شده! ممکن است اولی از سه نوع آمینواسید باشد و دومی از ۵ نوع!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** این نسبت که همیشه در کل دنا با هم برابر است! **گزینهٔ (۳):** تغییر در راه‌انداز که موجب تغییر در رشتهٔ پپتیدی نمی‌شود فقط مقدار تولید را کم یا زیاد می‌کند! **گزینهٔ (۴):** جهش در اینترون که در رشتهٔ پپتیدی حاصل تأثیری ندارد.

۳۹۱۳ (۳) موارد (ب) و (د) نادرست هستند. *هر وقت سؤال در مورد جهش بزرگ دیدی هم باید به جهش‌های ساختاری و هم به نوع عددی فکر کنی!*

بررسی موارد (الف) گروهی از جهش‌های واژگونی در کاریوتیپ دیده نمی‌شوند ولی همگی می‌توانند در مواقعی در کاریوتیپ مشخص شوند. (ب) جهش عددی سبب تغییر در ساختار کروموزوم نمی‌شود! (ج) هر جهش بزرگ تعدادی ژن‌های طبیعی را تغییر می‌دهد مثلاً در واژگونی جای آن‌ها دیگر طبیعی نیست! (د) در جهش واژگونی ممکن است، تعداد ژن‌ها و خزانهٔ ژنی ثابت بماند.

۳۹۱۴ (۱) در جهش مضاعف‌شدگی، همواره کروموزوم گیرنده افزایش طول می‌یابد ولی نوع جابه‌جایی می‌تواند در یک کروموزوم هم رخ دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در جابه‌جایی و مضاعف‌شدگی رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۳):** در نوعی جابه‌جایی و همهٔ واژگونی‌ها رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** سؤال در مورد جهش‌های ساختاری است (نه عددی).

۳۹۱۵ (۴) فقط مورد (الف) صحیح است. سؤال در مورد جهش حذف، جابه‌جایی (در یک کروموزوم) و واژگونی است.

بررسی موارد (الف) **درست.** *فب جهش واسه همین‌کاره!* (ب) نادرست. مثلاً *واژگونی نه.* (ج) نادرست. در جهش حذف، تشکیل فسفودی‌استر نداریم! (د) نادرست. واژگونی و جابه‌جایی لزوماً با کاریوتیپ تشخیص داده نمی‌شوند!

۳۹۱۶ (۲) موارد (ب)، (ج) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. *فب همهٔ جهش‌ها می‌توانند چون تصادفی است!* (ب) **درست.** مثل واژگونی (ج) **درست.** فقط در مورد جهش‌های ساختاری درست است ولی در مورد عددی‌ها نه! (د) **درست.** چون ما مضاعف‌شدگی را می‌شناسیم که فقط در یاخته‌های دارای فام‌تن همتا انجام می‌شود، و جهش بزرگی نمی‌شناسیم که فقط در یاخته‌های فاقد همتا انجام شود.

۳۹۱۷ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** کتاب میگه سدیم نیتریت در بدن به **ترکیباتی** تبدیل می‌شود که اون ترکیبات باعث سرطان‌زایی می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** کتاب دهم می‌گفت محصولات گیاهی هم می‌توانند باعث سرطان شوند. **گزینهٔ (۳):** *فب متن کتاب درسیه!* **گزینهٔ (۴):** ممکن است (قطعاً غلطه!).

۳۹۱۸ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** *بله، طی کراسینگ‌اور لزوماً نوترکیب نمیشه چون باید این فرایند در جایی رخ دهد که الل‌ها متفاوت بوده‌اند.* **گزینهٔ (۲):** هم کراسینگ‌اور و هم جهش مضاعف‌شدگی در دو کروموزوم همتا رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۳):** در پروفاز میوز ۱ رخ می‌دهد که غشای هسته را می‌توان دید. **گزینهٔ (۴):** *نشد، کراسینگ‌اور یعنی تبادل، یعنی یکی بده و یکی بگیر پس اگر تغییر بده در دو کروموزوم همتا رخ می‌ده!*

۳۹۱۹ (۴) فقط مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. شاید دو نفر هم جنس باشند. (ب) نادرست. آمیزش **موفقیت‌آمیز** نمی‌توانند داشته باشند *وگرنه آمیزش که میشه.* (ج) **درست.** اگر زاده‌ها زیستا و زایا باشند، پس والدین هم‌گونه بودند و *این عبارت اومده برعکسشو گفته.* (د) نادرست. زاده باید زایا هم باید باشد وگرنه ممکن است دو گونهٔ مختلف یک زادهٔ زیستای عقیم ایجاد کنند!

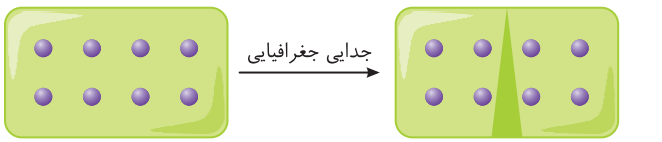
۳۹۲۰ (۳) جهش، نوترکیبی، انتخاب طبیعی و در برخی جمعیت‌های کوچک رانش منظور تست است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** به طور مثال جهش این‌طور نیست و در مورد شارش می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** به‌طور مثال باز هم جهش این‌طور نیست. **گزینهٔ (۳):** کاملاً صحیح است نوترکیبی سبب حفظ تنوع و بقیه سبب تغییر در تنوع می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** لزوماً این‌طور نیست. نوترکیبی تعادل را به هم نمی‌زند.

گونه‌زایی دگرمیهنی

در این نوع گونه‌زایی به ترتیب وقایع زیر اتفاق می‌افتد تا افراد یک جمعیت به دو گونهٔ مجزا تبدیل شوند:

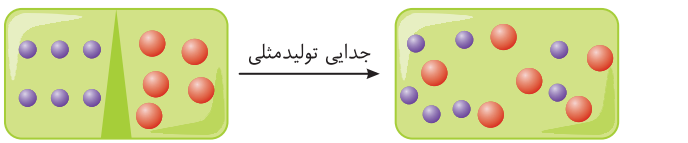
۱) ابتدا بر اثر رخدادهای زمین‌شناختی، **سدهای جغرافیایی** ایجاد می‌شود که سبب می‌شود افراد **یک جمعیت** که یک خزانهٔ ژنی داشته‌اند به دو جمعیت تبدیل شوند به‌طوری که شارش ژن بین این دو جمعیت متوقف شود. (مثلاً یک دره یا کوه بین دو جمعیت ایجاد شد.) در این حالت دو خزانهٔ ژنی مختلف وجود دارد ولی چون هنوز یک گونه هستند، ژنوم (ژنگان) یکسانی دارند.



۲) در هر جمعیت برحسب سازش با محیط جدید خود و رخ دادن جهش، نوترکیبی، رانش و انتخاب طبیعی، به تدریج ویژگی‌های جدیدی ایجاد می‌شود و تفاوت‌های آن‌ها به تدریج زیاد می‌شود. به دلیل نبودن شارش، به تدریج این تفاوت‌ها بیشتر و بیشتر می‌شود که می‌تواند روی رخ‌نمود آن‌ها نیز مؤثر باشد. (مثلاً اگر گروهی در سمت منطقه سردسیرتر باشند، رنگ روشن‌تری خواهند داشت.)



۳) در طول زمان آن‌قدر تفاوت ساختار ژنی و خزانهٔ ژنی دو جمعیت زیاد می‌شود که حتی اگر دوباره در کنار همدیگر قرار بگیرند، آمیزشی بین آن‌ها رخ نخواهد داد و جدایی تولیدمثلی (مثلاً زمان جفت‌گیری عوض شده باشد) در آن‌ها ایجاد می‌شود. در این حالت خزانهٔ ژنی دو جامعه را به صورت دو ژنگان جدید از دو گونه جدید مجزا در نظر می‌گیریم و آن‌ها را دو گونهٔ مختلف می‌دانیم که تشکیل یک اجتماع داده‌اند.



چند نکتهٔ مهم

- میزان عامل جغرافیایی جداکننده برای گونه‌زایی دگرمیهنی، به میزان **حرکت جانداران** آن گونه بستگی دارد. هرچه میزان تحرک گونه بیشتر باشد، سدّ جغرافیایی **باید بزرگ‌تر باشد.** (مثلاً برای جدایی جغرافیایی پرندگان، باید سدّ جغرافیایی آنقدر بزرگ باشد که با پرواز هم به همدیگر نرسند ولی برای حلزون‌ها، یک خشکی چند متری نیز برای ایجاد سدّ جغرافیایی، کافی می‌باشد.)
- اگر جمعیت اولیه‌ای که در اثر جدایی جغرافیایی از جمعیت اصلی جدا شده باشد، یک جمعیت با **اندازهٔ کوچک** باشد، در آن صورت **رانش** ژن نیز در جمعیت نقش مهمی دارد و بر میزان تفاوت بین دو جمعیت می‌افزاید. در حقیقت رانش ژن وقتی نقش **مهمی** دارد که در جمعیت‌هایی با اندازه کوچک رخ دهد.

۳۹۲۱ (۳) گل مغربی تتراپلوئید منظور تست است!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نه دیگه، از دو تا هم‌گونه میاد که $2n$ بودن و خطای میوزی کردن و گامت‌های $2n$ آن‌ها با هم لقاح کردند! **گزینهٔ (۲):** چون خود تتراپلوئید است آندوسپرمش می‌تواند هگزاپلوئید باشد. **گزینهٔ (۳):** خب آره، از لقاح دو گامت دیپلوئید به وجود آمده است. **گزینهٔ (۴):** نه لزوماً، شاید زایا ولی نازیستا یا نازا ولی زیستا را به وجود بیاورد!

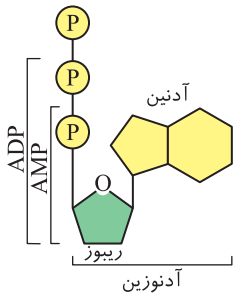
از ماده به انرژی



۳۹۲۲ (۲): فرمول کلی تنفس یاخته‌ای هوازی به صورت $C_6H_{12}O_6+6O_2+ADP+P \rightarrow 6CO_2+H_2O+ATP$ می‌باشد. طی این واکنش هم محصولات و هم پیش‌ماده‌ها می‌توانند مواد آلی (زیستی) یا معدنی (غیرزیستی) باشند. در بین پیش‌ماده‌ها هم ADP قند ریبوز دارد و هم گلوکز یک منوساکارید است ولی دقت کنید که حلقه‌ها پنج یا شش‌ضلعی هستند ولی پنج‌کربنی نیستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** فقط در صورت زیادی ATP مقدار ترشح هورمون تیروئیدی برای سوخت و ساز بیشتر، کاهش می‌یابد. **گزینهٔ (۳):** هم CO_2 و هم آب طی ترکیب در گویچهٔ قرمز و تولید کربنیک‌اسید در تنظیم pH مؤثرند و هومئوستازی می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** هم اکسیژن و هم فسفات در دنا که حاوی اطلاعات وراثتی است وجود دارند.

۳۹۲۳ (۲):



۳۹۳ ویژگی‌های ساختاری رایج‌ترین شکل انرژی زیستی

اجزاء ATP	پیوندها	ترتیب افزوده شدن گروه‌های فسفات
قند ریبوز با حلقهٔ ۵ضلعی	بین قند و باز آلی ← اشتراکی بین دو حلقهٔ ۵ضلعی	آدنوزین + فسفات + انرژی ← AMP
باز آلی آدنین با دو حلقهٔ ۵و۶ضلعی	بین قند و فسفات ← اشتراکی (فسفواستر)	AMP + فسفات + انرژی زیاد ← ADP
سه گروه فسفات	بین فسفات‌ها ← اشتراکی پرانرژی	ADP + فسفات + انرژی زیاد ← ATP

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در تولید ATP در سطح پیش‌ماده، فسفات از یک ترکیب فسفات‌دار دیگر به ADP منتقل می‌شود. **گزینهٔ (۳):** برای مثال در واکنش مرحلهٔ اول قندکافت، فسفات ATP به مولکول قند شش‌کربنه متصل می‌شود و آزاد نمی‌شود! **گزینهٔ (۴):** مولکول AMP (آدنوزین مونوفسفات) یعنی نوکلئوتید یک‌فسفاته با قند ریبوزی که دارد می‌تواند با برقراری پیوند فسفودی‌استر در ساختار رنا (RNA) قرار گیرد. نوکلئوتیدهای سه‌فسفاته با هم پیوند فسفودی‌استر برقرار نمی‌کنند.

۳۹۲۴ (۳): همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد الف) ATP بزرگترین نوکلئوتید فسفات‌دار (با سه گروه فسفات) می‌باشد که اگر سه فسفات آن را جدا کنیم ماهیت نوکلئوتیدی آن به دلیل نداشتن فسفات از بین می‌رود و به مولکول آدنوزین تبدیل می‌شود. ب) ATP، دارای سه حلقهٔ آلی (دو حلقهٔ باز آلی و یک حلقهٔ ریبوز) می‌باشد. اگر یک گروه فسفات را جدا کنیم دارای دو فسفات و سه حلقهٔ آلی می‌شود. ج) در صورت تبدیل AMP به ATP، مولکول حاصل یک قند ریبوز و دو پیوند پرانرژی بین فسفات‌ها دارد. د) واکنش تولید و بزرگ‌تر کردن ماده مثل تبدیل AMP به ADP با مصرف انرژی است (نه آزاد کردن!).

۳۹۲۵ (۴): سؤال در مورد یاختهٔ ماهیچهٔ اسکلتی است. در بین $NADH$هایی که سبب تولید ATP اکسایشی می‌شوند، دو تا از آن‌ها مربوط به گلیکولیز بوده است که از مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم وارد راکیزه شده‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مورد تولید ATP در سطح پیش‌ماده از کراتین فسفات صدق نمی‌کند. **گزینهٔ (۲):** اجزای زنجیرهٔ انتقال الکترون به تولید ATP نمی‌پردازند بلکه با کمک آن‌ها در آنزیم ATPساز دیگری این کار انجام می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در همه تولید ATP در سطح پیش‌ماده، گروه فسفات به ADP منتقل می‌شود.

۳۹۴ تولید ATP

انواع مدل تولید ATP	نوع تولید آن	نیاز به انرژی حاصل از انتقال الکترون‌ها	نیاز به فسفات آزاد	محل واکنش	تولید توسط نوعی کانال پروتونی آنزیمی	نوع واکنش	نیاز به مصرف انرژی
به کمک کراتین فسفات	تولید در سطح پیش‌ماده	ندارد	ندارد	درون یاختهٔ ماهیچه‌ای	ندارد	$CP + ADP \rightarrow ATP + C$ (کراتین فسفات ← کراتین) (به سرعت)	دارد
تولید در مرحلهٔ آخر قندکافت	تولید در سطح پیش‌ماده	ندارد	ندارد	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم	ندارد	$C_3 + 2ADP \rightarrow C_3$ (پیروات) $+ 2ATP$ (دوفسفاته) (نیازی به وجود اکسیژن ندارد)	دارد
تولید در چرخهٔ کربس	تولید در سطح پیش‌ماده	ندارد	ندارد	بسترهٔ راکیزه	ندارد	در واکنش اکسایش گروه استیل و در تنفس هوازی تولید می‌شود.	دارد
ATP اکسایشی	تولید به کمک زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه	دارد	دارد	بسترهٔ راکیزه	دارد	$ADP + P \rightarrow ATP$ (آزاد) (تولید آن به وجود O_2 وابسته است)	دارد
ATP نوری	تولید به کمک زنجیرهٔ انتقال الکترون تیلاکوئید	دارد	دارد	بسترهٔ سبزدیسه‌ها	دارد	$ADP + P \rightarrow ATP$ (تولید آن به وجود **نور** وابسته است)	دارد

۳۹۲۶ (۲) ساخته شدن *ATP* به روش اکسایشی (در راکیزه که اندامک تبدیل ماده به انرژی است) در یاخته‌های پروکاروتی و یوکاریوتی واجد میتوکندری دیده می‌شود. روش نوری هم در یاخته‌های واجد کلروپلاست (اندامک تبدیل‌کنندهٔ انرژی به ماده) و یاخته‌های پروکاریوتی فتوسنتزکننده دیده می‌شود. دقت کنید که اندامک‌های میتوکندری و کلروپلاست همانند یاخته‌های پروکاریوتی واجد دنای حلقوی (غیرخطی) می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۳):** هر دو روش ساخت نوری و اکسایش *ATP* به فعالیت زنجیرهٔ انتقال الکترون موجود در غشای نوعی اندامک (میتوکندری یا کلروپلاست) یا غشای یاخته (پروکاریوت‌ها) وابسته است. در هر دو این روش‌ها در نهایت با عبور پروتون‌ها از آنزیم *ATP*ساز و مصرف فسفات و *ADP*، مولکول *ATP* تولید می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در یاخته‌های یوکاریوتی، این فرایند با مصرف فسفات‌های آزاد داخل **اندامک** صورت می‌گیرد (نه مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم!).

۳۹۲۷ (۲) حفظ هر یک از ویژگی‌های جانداران مانند رشد و نمو و تولیدمثل به در اختیار داشتن مولکول *ATP* وابسته است که تولید آن طی واکنش سنتز آبدهی بوده و درصورت تولید بیش از حد آن، آب بیشتری تولید شده و فشار اسمزی کم می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** حلقهٔ قند ریبوز و دئوکسی‌ریبوز **چهارکربنه** است؛ زیرا یکی از اتم‌های کربن خارج از ساختار حلقه قرار دارد. (یاد فصل ۱ به خیر!) **گزینهٔ (۳):** قند ریبوز دو گروه هیدروکسیل و قند دئوکسی‌ریبوز یک گروه هیدروکسیل دارد چون ریبوز یک اتم اکسیژن از دئوکسی ریبوز بیشتر دارد. **گزینهٔ (۴):** پیش‌مادهٔ آنزیم دنابسپاراز دئوکسی‌ریبونوکلئوتید است اما نوکلئوتید موجود در *ATP*، ریبونوکلئوتید می‌باشد.

۳۹۲۸ (۱) فقط مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. همهٔ سرهای میوزین یک سارکومر الزاماً در یک جهت حرکت نمی‌کنند بلکه جهت حرکت آن‌ها در دو سمت سارکومر، هنگام انقباض ماهیچه در دو جهت مخالف به سمت هم یعنی به سمت داخل سارکومر است. (ب) نادرست. در انقباض‌های طولانی، ماهیچه‌ها از **اسیدهای چرب** استفاده می‌کنند. (ج) **درست.** *ATP* مولکولی فسفات‌دار است که پس از تجزیه توسط سر میوزین، سبب تغییر در ساختار مولکول میوزین می‌شود. (د) نادرست. دقت کنید که **بازگشت کلسیم از مادهٔ زمینهٔ سیتوپلاسم به شبکهٔ آندوپلاسمی** همراه با صرف انرژی زیستی است.

۳۹۵ منبع انرژی ماهیچه

منبع	واکنش و نکات
سوختن هوازی گلوکز	○ از تجزیهٔ گلیکوژن ذخیره‌ای ماهیچه، گلوکز مورد نیاز آن تأمین می‌شود. ○ مقدار زیادی *ATP* به همراه CO_2 و آب ایجاد می‌کند. ○ در فعالیت‌ها فقط تا **چند دقیقه** در صورت حضور O_2 کافی، *ATP* مورد نیاز خود را تأمین می‌کند.
سوختن گلوکز به صورت بی‌هوازی	○ در فعالیت **شدید** ماهیچه‌ای رخ می‌دهد که مقدار کمی *ATP* بدون مصرف O_2 ایجاد می‌کند. ○ لاکتیک‌اسید تولید می‌کند که تجمع آن باعث درد ماهیچه‌ای می‌شود ولی CO_2 تولید نمی‌کند. ○ در پی استراحت با تجزیهٔ لاکتیک‌اسید، درد ماهیچه‌ای کم می‌شود.
اسیدهای چرب	در انقباضات **طولانی‌تر** ماهیچه‌ای کاربرد دارد.
کرآتین فسفات	○ به سرعت سبب تولید *ATP* در سطح پیش‌ماده و کرآتین می‌شود و ویژهٔ ماهیچه‌هاست. ○ کرآتین، سپس به کرآتینین تبدیل می‌شود که مادهٔ زائد نیتروژن‌دار از طریق کلیه‌ها می‌باشد.

۳۹۲۹ (۱) فقط مورد (ب) صحیح است. (نوکلئوتیدهای بدن هر فرد، می‌توانند به صورت آزاد سه‌فسفاته، برخی دوفسفاته (مثل *ADP*) و برخی نیز درون رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی به صورت تک‌فسفاته باشند.)

بررسی موارد (الف) نادرست. در سؤال به قید «**هر**» دقت کنید. برخی نوکلئوتیدها قند ریبوز و برخی قند دئوکسی‌ریبوز دارند. (ب) **درست.** در هر نوکلئوتید یک یا دو یا سه گروه فسفات در نهایت همواره با یک پیوند اشتراکی به کربنی از قند پنج‌کربنی متصل است. (ج) نادرست. نوکلئوتیدهای آزاد درون یاخته در رشته قرار ندارند (برخی هم مثل *ATP* نوکلئوتیدی منفرد برای انرژی‌زایی است). (د) نادرست. این عبارت فقط در مورد *ATP* انرژی‌زا با قند ریبوز صحیح است. که برخی هم در قندکافت مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم ایجاد می‌شود.

۳۹۳۰ (۳) در نخستین مرحلهٔ قندکافت که تعداد فسفات‌های مولکول گلوکز افزایش می‌یابد، *ADP* با ساختار نوکلئوتیدی تولید می‌شود. در مرحلهٔ تبدیل قندفسفاته به اسید دوفسفاته هم تعداد گروه‌های فسفات ترکیب سه‌کربنه افزایش می‌یابد و *NADH* با ساختار نوکلئوتیدی تولید می‌شود. در مرحلهٔ تبدیل اسید دوفسفاته به پیرووات هم تعداد فسفات‌های *ADP* افزایش می‌یابد و *ATP* با ساختار نوکلئوتیدی تولید می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اسید دوفسفاته و پیرووات (بنیان پیرورویک اسید) ترکیبات سه‌کربنهٔ اسیدی هستند که در قندکافت تولید می‌شوند. مرحلهٔ آخر واکنش که تولید پیرووات است، همراه با کاهش فسفات‌های آزاد میان‌یاخته صورت نمی‌گیرد. **گزینهٔ (۲):** گلوکز، فروکتوز فسفاته و قند سه‌کربنهٔ تک‌فسفاته ترکیبات قندی هستند که به عنوان واکنش‌دهنده مورد استفاده قرار می‌گیرند. در مرحلهٔ تبدیل فروکتوز فسفاته به دو قند سه‌کربنهٔ تک‌فسفاته انتقال گروه‌های فسفات صورت نمی‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** به‌جز در مرحلهٔ تبدیل فروکتوز فسفاته به قندفسفاته در مرحلهٔ دیگری پیوند اشتراکی بین اتم‌های کربن شکسته نمی‌شود. با توجه به واکنش ساخت *NADH* تنها در مرحلهٔ تبدیل قندفسفاته به اسید دوفسفاته میزان یون‌های هیدروژن موجود در سیتوپلاسم کاهش می‌یابد.

۳۹۶ قندکافت

موارد مقایسه	مرحلهٔ (۱)	مرحلهٔ (۲)	مرحلهٔ (۳)	مرحلهٔ (۴)
مواد مصرفی	گلوکز + ATP	فروکتوز فسفاته	قند سه‌کربنی فسفاته + فسفات آزاد + $H^+ + NAD^+$	اسید دوفسفاته + ADP
مواد تولیدی	فروکتوز فسفاته + ADP	دو ترکیب قند سه‌کربنی تک‌فسفاته	اسید دوفسفاته + $H^+ + NADH$	پیرووات + ATP
نیاز به فسفات دارد	دارد	ندارد	دارد	دارد
تولید یا مصرف کربن‌دی‌اکسید	–	–	–	–
ATP	مصرف می‌شود.	–	–	تولید می‌شود.
ADP	تولید می‌شود.	–	–	مصرف می‌شود.
مقدار فسفات آزاد سیتوپلاسم	تغییر نمی‌کند.	تغییر نمی‌کند.	کم می‌شود.	تغییر نمی‌کند.
تولید ترکیب دوفسفاته	دو نوع ترکیب دوفسفاته (ADP و فروکتوز)	–	یک نوع ترکیب دوفسفاته (اسید)	–
ترکیب کاهش یابنده	–	–	NAD^+	–
ترکیب اکسایش شونده	–	–	قندفسفاته	–
شکستن پیوند	بین فسفات‌های ATP	بین دو کربن در فروکتوز	آزاد شدن الکترون و پروتون از قند C_3	فسفات از کربن در اسید C_3
تشکیل پیوند	دوتا کربن فسفات در فروکتوز دوفسفاته	–	اتصال هیدروژن به $-NAD^+$ کربن فسفات و تولید اسید C_3	بین فسفات‌ها در ATP

۳۹۳۱ (۱) اولین مرحلهٔ تنفس هوازی را با اولین بخش هوازی تنفس اشتباه نکنید. اولین بخش تنفس هوازی، همان واکنش قندکافت بی‌هوازی در چهار مرحله است ولی اولین واکنش بخش هوازی، اکسایش پیرووات است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱): درست.** تغییر تعداد کربن طی قندکافت، فقط در تبدیل فروکتوز دوفسفاته به قندهای سه‌کربنی یک فسفاته صورت می‌گیرد که در این مرحله اکسایش و کاهش مواد و مصرف NAD^+ صورت نمی‌گیرد. (هر جا NADH یا $FADH_2$ یا NAD یا FAD در واکنش بود، اکسایش یا کاهش داریم که در قندکافت در مرحلهٔ ۳ برای تبدیل قند به اسید صورت می‌گیرد.) **گزینهٔ (۲):** نادرست. در مراحل تولید قند، اسید و پیرووات، مواد سه‌کربنی تولید می‌شوند که تولید قند سه‌کربنی از فروکتوز با تولید ATP یا ADP یا $NADH$ نوکلئوتیدی نمی‌باشد. **گزینهٔ (۳):** نادرست. زیادی خاصیت اسید در مرحلهٔ تبدیل قند به اسید همراه با تولید $NADH$, H^+ صورت می‌گیرد (H^+ اسیدی است.) ولی مثلاً در مرحلهٔ اول و آخر قندکافت هم تغییر تعداد کربن وجود ندارد ولی H^+ ایجاد نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** نادرست. اصلاً در قندکافت O_2 و CO_2، تولید یا مصرف نمی‌شوند.

۳۹۳۲ (۱) در مورد این سؤال فقط مورد (ب) صحیح است. منظور سؤال مرحلهٔ قندکافت است که همواره در تنفس یاخته‌ای بدون مصرف O_2 با تولید کمی ATP انجام می‌شود.

بررسی موارد (الف) نادرست. در پی تولید ADP و فروکتوز دوفسفاتهٔ حاصل از مرحلهٔ اول قندکافت، قندهای سه‌کربنی فسفاته در مرحلهٔ دوم تولید می‌شوند ولی این عبارت در مورد اسید سه‌کربنی دوفسفاته نادرست است چون در پی آن، پیرووات که بنیان اسیدی است تولید می‌شود. (ب) **درست.** $NADH$ و پیرووات‌ها محصولات نهایی قندکافت هستند که وارد راکیزه می‌شوند. $NADH$ در اولین پمپ زنجیرهٔ انتقال الکترون و پیروات‌ها در اولین بخش هوازی برای تولید استیل، اکسایش می‌یابند. (ج) نادرست. طی قندکافت قند سه‌کربنی اکسایش می‌شود (نه اسید) و NAD^+ که مولکولی دو نوکلئوتیدی با پیوند فسفودی‌استر است کاهش می‌یابد. (د) نادرست. در مورد فروکتوز دوفسفاته صحیح است که از وسط نصف می‌شود ولی در مورد اسید دوفسفاته نادرست است.

۳۹۳۳ (۴) محصولات نهایی گلیکولیز، دو مولکول پیرووات، دو $NADH$، دو ATP و دو یون H^+ می‌باشند که H^+ یونی است که در تبدیل قند سه‌کربنی به اسید سه‌کربنی ایجاد شده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پیرووات منظور است ولی پروتئین نیست که در رناتن ساخته شود. **گزینهٔ (۲):** پیرووات و $NADH$ وارد راکیزه می‌شوند تا اکسایش یابند ولی فقط در پیرووات با آزاد شدن CO_2، پیوند کربن - کربن شکسته می‌شود. **گزینهٔ (۳):** منظور مصرف ATP مثلاً در پمپ سدیم - پتاسیم غشایی است که ATP پیوند فسفودی‌استر دارد (نه فسفودی‌استر).

۳۹۳۴ (۲) موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** خارجی‌ترین یاخته‌های پوست، مرده هستند و سوخت‌وساز ندارند. منظور از اولین مادهٔ فسفات‌دار ATP است که در مرحلهٔ آخر چهار تولید می‌شود. (ب) **نادرست.** منظور سؤال اسپرماتوگونی است. اولین مواد فسفات‌دار قندکافت، ADP و فروکتوز دوفسفاته است که فقط پیوند کربن‌ها در فروکتوز در مرحلهٔ بعد شکسته می‌شود. (ج) **نادرست.** چوب‌پنبه‌های مرده در سطح خارجی سامانهٔ پوششی گیاهان با رشد پسین وجود دارند که متابولیسم ندارند ولی قسمت دوم در مورد مصرف اسید سه‌کربنی دوفسفاته به همراه ADP برای تولید پیرووات صحیح می‌باشد. (د) درست. در قندکافت زیر مخاط چین‌های روده، قند فسفاته با الکترون‌دهی اکسایش می‌یابد و NAD^+ کاهش می‌یابد.

۳۹۳۵ (۱) در گام **سوم** از فرایند قندکافت مولکول $NADH$ دونوکلئوتیدی تولید می‌شود که بعد از آن ۴ مولکول ADP دوفسفاته با گرفتن فسفات‌های ۲ ترکیب اسیدی دوفسفاته به چهار ATP تبدیل می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در گام سوم دوفسفات از سیتوپلاسم به دو ترکیب قندفسفاته متصل می‌شوند و اسید دوفسفاته تولید می‌شود. در مرحلهٔ قبل از آن فروکتوز فسفاته به **قند** فسفاته تبدیل می‌شود (نه اسید). **گزینهٔ (۳):** در گام سوم مولکول NAD^+ با گرفتن الکترون از قندفسفاته به $NADH$ تبدیل می‌شود. در مرحلهٔ بعد از آن از هر اسید دوفسفاته ۲ مولکول ATP تولید می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در قندکافت فروکتوز فسفاته داریم نه گلوکز فسفاته!

۳۹۳۶ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** این گزینه فقط به هنگام تبدیل اسید سه‌کربنه به پیرووات رخ می‌دهد. *هواست باشه که صورت سؤال گفته در هر مرحله!!* **گزینهٔ (۲):** در واکنش قندکافت فقط به هنگام تبدیل فروکتوز فسفاته به قندفسفاته، تعداد اتم‌های کربن نصف می‌شود، در بقیهٔ مراحل تعداد اتم‌های کربن ثابت است. ترکیب قندفسفاته دارای **۳ اتم** کربن است و در هر زنجیرهٔ انتقال الکترون در غشای راکیزه نیز سه پمپ و دو پروتئین که فقط ناقل الکترون است، وجود دارد. **گزینهٔ (۳):** فقط به هنگام تبدیل گلوکز به فروکتوز فسفاته، مولکول ATP مصرف می‌شود. از طرفی این واکنش در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم است (نه راکیزه). **گزینهٔ (۴):** در مراحل (۱)، (۳) و (۴) قندکافت که تغییر تعداد کربن رخ نمی‌دهد، همواره ATP یا ADP یا NAD^+ و $NADH$ تولید یا مصرف می‌شود.

۳۹۳۷ (۲) همهٔ موارد صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) تولید ADP، قند فسفات‌دار، اسید فسفات‌دار و ATP به ترتیب در مراحل ۱ تا ۴ وجود دارد و در همهٔ این مراحل مواد قندی یا قند ریبوزدار، گلوکز، فروکتوز، NAD^+ و ADP مصرف می‌شوند. (ب) تولید مواد اولیهٔ سه‌کربنی دوفسفاته و پیرووات در مراحل ۳ و ۴ رخ می‌دهد که در این مراحل مصرف قند و اسید فسفات‌دار هم صورت می‌گیرد. (ج) در مراحل ۱ و ۳ قندکافت ۴ نوع مواد دوفسفاته ADP، فروکتوز دوفسفاته (مرحلهٔ ۱) و اسید و $NADH$ (مرحلهٔ ۳) تولید می‌شوند. (د) فقط گلوکز و پیرووات طی قندکافت فاقد فسفات هستند.

۳۹۳۸ (۴) در فرایند قندکافت در اولین مرحله مولکول ADP تولید می‌شود که هم‌زمان با آن گلوکز به فروکتوز فسفاته تبدیل می‌شود. در این مرحله دو مولکول انرژی‌دار گلوکز و ATP مصرف می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در چهارمین مرحله مولکول ATP در سطح پیش‌ماده طی فرایند سنتزآبدهی تولید می‌شود که فسفات‌های اسید سه‌کربنه به ADP افزوده می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ سوم، فسفات‌های آزاد سیتوپلاسم به قندفسفاته افزوده می‌شود که طی این مرحله قندفسفاته اکسید شده و الکترون خود را به NAD^+ می‌دهد. **گزینهٔ (۳):** در دومین مرحله فروکتوز فسفاته شکسته و به دو قندفسفاته تبدیل می‌شود. تبدیل NAD^+ به $NADH$ با اتصال هیدروژن به NAD خنثی شده در سومین مرحله رخ می‌دهد.

۳۹۳۹ (۲) در مسیر گلیکولیز (مرحلهٔ اول تنفس یاخته‌ای) که در کتاب درسی معرفی شده است. اسید دوفسفاته و پیرووات (دارای بنیان پیرووییک‌اسید) ترکیبات اسیدی هستند که در این مسیر ساخته می‌شوند. اسیددوفسفاته در همین گلیکولیز ATP می‌سازد و پیرووات هم در صورت بودن اکسیژن کافی در واکنش‌های اکسایش شرکت کرده و $NADH$ تولید می‌کند. هر دوی $NADH$ و ATP ترکیبات نوکلئوتیدی و پرانرژی می‌باشند. بنابراین همهٔ ترکیبات اسیدی (نه برخی از آن‌ها!) در ساخت مولکول‌های نوکلئوتیدی و پرانرژی نقش دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** قندفسفاته، اسیددوفسفاته و پیرووات ترکیبات سه‌کربنهٔ این مسیر هستند. تنها پیرووات می‌تواند در داخل میتوکندری یا در تخمیر الکلی از خود CO_2 آزاد کند. **گزینهٔ (۳):** ترکیبات دوفسفاتهٔ این مسیر: فروکتوز فسفاته - اسید دوفسفاته - ADP - NAD^+ - $NADH$ می‌باشند که سه تای آخر در فضای درونی میتوکندری هم دیده می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** گلوکز و پیرووات ترکیبات بدون فسفات این مسیر هستند. پیرووات در واکنش‌های تخمیر لاکتیکی می‌تواند الکترون‌های $NADH$ را دریافت نماید.

۳۹۴۰ (۲) در قندکافت، با تولید **هر پیرووات** (ترکیب کربن‌دار بدون فسفات)، **دو ATP** تولید می‌شود. منظور از مرحلهٔ بی‌هوازی تنفس در این تست، **مرحلهٔ اول تنفس (گلیکولیز)** است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با تولید **اسید دوفسفاته**، ATP مصرف نمی‌شود. **گزینهٔ (۳):** با تولید **فروکتوز فسفاته**، $NADH$ تولید نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** با تولید **قند فسفاته**، NAD^+ مصرف نمی‌شود.

۳۹۴۱ (۱) دقت کنید که منظور سؤال مرحلهٔ قندکافت تا رسیدن به فقط **هر** مادهٔ **اسیدی** سه‌کربنی دوفسفاته می‌باشد (یکی از آن‌ها) چون این ماده، ماهیت غیرقندی داشته و سه‌کربنی دوفسفاته می‌باشد. طی مراحل تولید این ماده هنوز تولید ATP و مصرف ADP صورت نگرفته است (ATP در مرحلهٔ آخر قندکافت تولید می‌شود). گزینهٔ (۱) صحیح است چون از شروع واکنش، با تجزیهٔ گلوکز، ابتدا دو مولکول ATP مصرف و دو ADP تولید می‌شود. در ادامه به ازای تولید هر اسید سه‌کربنی دوفسفاته، یک NAD^+ مصرف و یک $NADH$ و H^+ نیز تولید می‌شود.

نکته

طرح این سؤال کنکور نشان دهندهٔ این است که تعداد محصولات و پیش‌ماده‌های واکنش‌ها را باید یاد بگیرید.

۳۹۴۲ (۱) تنها مورد (د) درست است. **جانداران** مختلفی از باکتری گرفته تا انسان و حتی برخی گیاهان انگل می‌توانند مواد غذایی خود را از گیاهان به دست بیاورند.

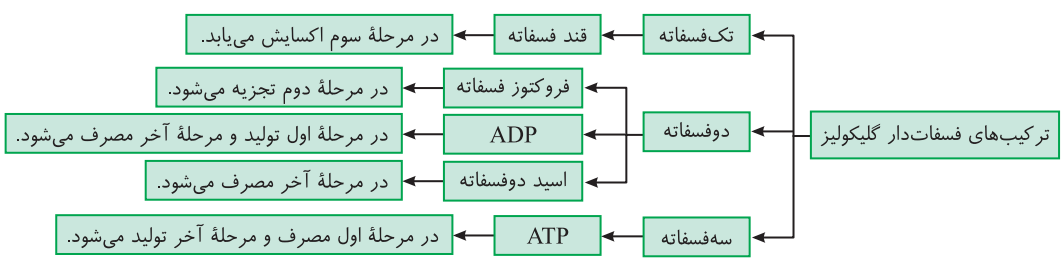
نکته

با در نظر گرفتن انسان به راحتی به جواب سؤال می‌توان رسید!

بررسی موارد (الف) نادرست. این مورد تنها در رابطه با قارچ‌ریشه‌ای صحیح است. *انسان رشته به ریشه می‌فرسته؟* (ب) نادرست. کبد انسان توانایی تولید اوره از آمونیاک و CO_2 (مادهٔ آلی از مواد معدنی) را دارد. (ج) نادرست. این مورد فقط در رابطه با تثبیت‌کننده‌های نیتروژن صحیح است. حتماً می‌دانید که انسان به‌طور مثال فاقد این توانایی است. (د) **درست.** تمام جانداران زنده، طی قندکافت به کمک قند سه‌کربنی یک‌فسفاته، می‌توانند به تولید NAD^+ یا $NADH$ بپردازند.

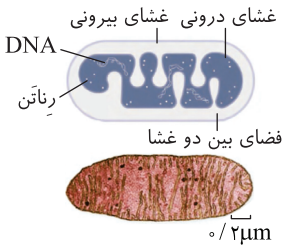
نکته

$NADP$ - $NADPH$ - $FADH_2$ - FAD - $NADH$ - NAD^+ همگی دو نوکلئوتید در ساختار خود دارند.



۳۹۴۳ (۳) سؤال بـه جاندار اشـاره کرده پس واضح اسـت که بایـد **همهٔ** موجودات دارای حیـات را در نظر بگیریم. گیاهـان می‌توانند به روش غیرجنسـی و به کمک بخش‌های رویشی تکثیر شوند. در تمام جانداران RNA می‌تواند نقش آنزیمی داشته باشد یا همهٔ جانداران رنای ریبوزومی دارند که نقش آنزیمی دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ناقل‌های همسانه‌سـازی توسـط انسـان تولید می‌شوند و می‌توانند به هر جانداری منتقل شـوند، از باکتری گرفته تا خود انسان ولی تولید ATP به سـه روش فقط در گیاهان رخ می‌دهد که هم «در سـطح پیش‌ماده»، هم به روش «اکسایشـی» (در میتوکندری) و هم از راه «نوری» (در سبزدیسـه) می‌توانند ATP بسـازند. **گزینهٔ (۲):** باکتری‌ها و قارچ‌ها می‌توانند با ریشـهٔ گیاهان رابطهٔ همزیسـتی برقرار کنند. تنظیم تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسـازی، ویژهٔ یوکاریوت‌هاسـت و در باکتری‌ها (برای نمونه : ریزوبیوم) دیده نمی‌شـود. **گزینهٔ (۴):** همهٔ جانوران توالی‌هایی از دنا را دارند که در بین گونه‌های مختلف دیده می‌شـوند. به این توالی‌ها، توالی‌های حفظ شده گفته می‌شود (فصل ۴ زیست‌شناسی دوازدهم) ولی در یک چرخهٔ یاخته‌ای، رونویسی از روی برخی ژن‌ها می‌تواند بارها انجام شود و از روی برخی ژن‌ها هم اصلاً رونویسی صورت نگیرد. برای نمونه ژن تولید پپسینوژن در یک نورون بیان نمی‌شود.

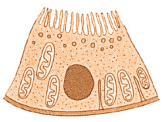


۳۹۴۴ (۲) پروتئین‌های درون میتوکندری یا توسـط رناتن خود اندامک و یا توسـط رناتن‌های آزاد در مادهٔ سیتوپلاسمی تولید می‌شوند ولی رناتن شبکهٔ آندوپلاسمی در تولید آن‌ها نقشی ندارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** رناتـن راکیـزه مخصوص به خودش می‌باشـد و با رناتـن یوکاریوتی مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسـم متفاوت اسـت. **گزینهٔ (۳):** طبق شـکل، در راکیزه تعدادی دنای حلقوی وجود دارد که درازتر از $۰/۲\mu m$ می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که فضای بیرون راکیزه با فضای بیرونی بخش درون راکیزه (فضای بین دو غشا) متفاوت است. در حقیقت رناتن هم در فضای درون راکیزه (بستره) و هم در بیرون راکیزه در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم وجود دارد.

۳۹۷ میتوکندری

بخش	نکات و محل واکنش‌ها
غشای بیرونی	مرز بین میتوکندری و مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم است و چین‌خورده نیست. از غشا دیگر طویل‌تر نمی‌باشد.
غشای درونی	دارای آنزیم ATPساز است و دارای پروتئین‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌باشد و چین‌خورده به سمت داخل اندامک است.
بخش بیرونی فضای درون اندامک (بین دو غشا)	در زنجیرهٔ انتقال الکترون، پروتون‌ها به این فضا پمپ می‌شوند. (پر از H^+ است)
فضای داخلی (درونی‌ترین)	تولید ATP اکسایشی و سطح پیش‌ماده، مصرف اکسیژن و تولید آب در این فضا انجام می‌شود و دارای رناتن، دنای حلقوی و آنزیم‌هایی مثل دنابسپاراز و رنابسپاراز و رنا می‌باشد. محل تولید $CO_۲$، $FADH_۲$، چرخهٔ کربس و اکسایش پیرووات است.
تقسیم	مستقل از هسته و همراه آن رخ می‌دهد که پروتئین‌های آن توسط ژن‌های هسته و رناتن رمزگردانی می‌کنند.



۳۹۴۵ (۳) راکیزه اندامکی است که سبب تکمیل واکنش‌های هوازی تبدیل ماده به انرژی در تنفس یاخته‌ای می‌شود. عبارت مورد نظر **صحیح** است چون منظور NAD^+ است که طی واکنش خود علاوه‌بر $NADH$، یک H^+ اسیدی هم ایجاد می‌کند. NAD^+ بیشتر در راکیزه کاربرد دارد. در یاخته‌های لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک کلیه، راکیزه‌ها عمود بر غشا در سطح دورتری از ریزپرزها با توجه به شکل فصل ۵ دهم قرار گرفته‌اند.

بررسی موارد (الف) درسـت. در مورد دنای راکیزه صحیح اسـت که الگوی ساخت همانندسازی و رونویسـی می‌باشد. (ب) **نادرست.** غشای درونی راکیزه مورد نظر است که فاقد رناتن می‌باشد. (ج) **نادرست.** غشای خارجی فاقد چین می‌باشد ولی چین‌های غشای درونی به سمت داخل یا بستره قرار دارند. (د) **نادرست.** منظور H^+ در فضای بین دو غشای راکیزه است که توسط پمپ و کانال ATPساز منتقل می‌شوند ولی دقت کنید که کانال در انتقال الکترون نقشی ندارد.

۳۹۴۶ (۲) دقت کنید در صورت سـؤال گفته شـده یاختهٔ ماهیچهٔ اسـکلتی، هر یک از این یاخته‌ها از به هم پیوسـتن چند یاخته در دورهٔ جنینی ایجاد می‌شـود؛ درنتیجه هیچ‌گاه همانندسازی دنای هسته‌ای بعد از تولد ندارند (منظور سؤال از نوعی قسمت دوغشایی، راکیزه است که دنای آن در تماس با رناتن است).

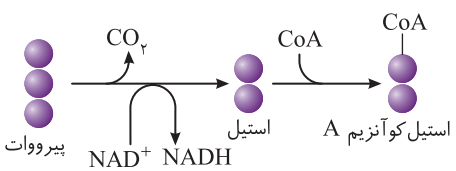
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ژن‌های برخی پروتئین‌های مؤثر در تنفس یاخته‌ای بر روی دنای خطی هسته قرار دارد. **گزینهٔ (۳):** در صورت عدم حضور اکسیژن کافی، پیرووات‌ها وارد فرایند تخمیر می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** غشای درونی راکیزه به سمت داخل چین‌خورده است.

۳۹۴۷ (۱) سؤال بسیار ساده است و مرحلهٔ اکسایش پیرووات تا تولید استیل‌کوآنزیم A را بررسی می‌کند. در این واکنش، **ابتدا** باید پیرووات‌ها در راکیزه، یک مولکول $CO_۲$ از دست بدهند و سپس با NAD^+ و کوآنزیم A واکنش دهند. (به کلمهٔ **ابتدا** دقت کنید! طراحان در سال‌های اخیر از این سبک طراحی همیشه استفاده کرده‌اند!)

اکسایش پیرووات

فرمول کلی اکسایش پیرووات: $\underset{\text{پیرووات}}{۲C_۳} + ۲CoA + ۲NAD^+ \xrightarrow[\text{غشای درونی راکیزه}]{\text{مجموعه آنزیمی موجود در}} \underbrace{۲C_۲ - CoA}_{\text{استیل کوآنزیم}A} + ۲CO_۲ + ۲NADH, H^+$

در شـکل مقابل ملاحظه می‌کنید که در مرحلهٔ اکسـایش پیرووات تا تولید استیل‌کوآنزیم A، ابتدا تولید $CO_۲$ و ایجـاد $NADH$ (کاهـش NAD^+) صورت می‌گیرد و سـپس گروه دوکربنی اسـتیل حاصل به کوآنزیم A متصل شده که به صورت استیل‌کوآنزیم A درمی‌آید.



«اکسایش پیرووات و تشکیل استیل‌کوآنزیم A»

۳۹۴۸ (۳) فقط مورد (ج) نادرست است.

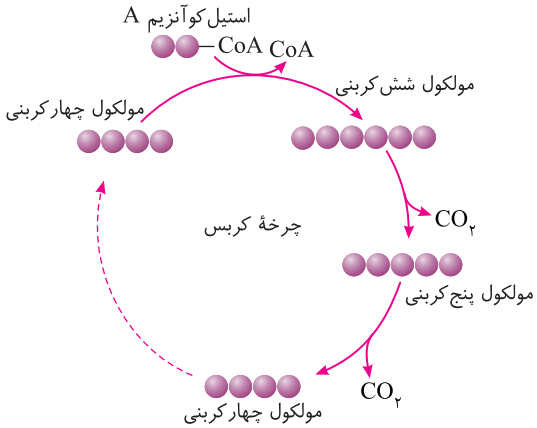
بررسی موارد (الف) درست. در هر دو واکنش مادهٔ سه‌کربنی اکسایش (قند یا پیرووات) و NAD^+ کاهش می‌یابد. (ب) درست. در قندکافت به جز $NADH$، مواد کربنی اصلی فسفات‌دار هم وجود دارد. (ج) **نادرست.** در اکسایش پیرووات، ATP تولید نمی‌شود. (د) درست. در هر دو پیوند $C-C$ شکسته می‌شود ولی تولید $CO_۲$ در قندکافت وجود ندارد.

۳۹۴۹ (۳) مـوارد (الـف)، (ب) و (د) صحیح هسـتند. طی اکسـایش پیرووات که اولین واکنش بعد از قندکافت اسـت، مولکول‌های پیـرووات، NAD^+ و کوآنزیم A مصرف شده و CO_2، $NADH$ و H^+ و استیل CoA ایجاد می‌شوند.

بررسـی مـوارد (الف) **درست**. هر سه مولکول مورد نیاز مولکولی زیستی هستند. (ب) **درست**. H^+ مولکولی نیست پس در مورد $NADH$ و استیل CoA صحیح است که بیش از دو کربن دارند. (استیل دو کربن دارد.) (ج) نادرست. استیل CoA در کربس مصرف می‌شود. (د) **درست**. پیروات اکسایش و NAD^+ کاهش می‌یابد.

۳۹۵۰ (۱) محصول نهایی واکنش اکسـایش پیرووات، اسـتیل کوآنزیم A اسـت که در راکیزه تولید شده و همان‌جا هم مسیر خود را ادامه می‌دهد (رد گزینهٔ (۴)). تبدیل شـدن به مادهٔ دوکربنی با آزاد کردن یک CO_2 هم مربوط به خود واکنش اکسـایش پیرووات اسـت و نه دربارهٔ فراوردهٔ آن (نادرستی گزینهٔ (۳)) اما گزینه‌های (۱) و (۲)! با توجه به متن و شـکل کتاب درسـی، می‌دانیم که اسـتیل کوآنزیم A ضمن ترکیب با مادهٔ چهارکربنی، گروه اسـتیل خود را از دسـت می‌دهد! (گزینهٔ (۱)) و بعد مولکول شش‌کربنیِ محصول اولیهٔ چرخهٔ کربس را می‌سازد. این ۶کربنی نیز در چرخهٔ کربس برخلاف گلیکولیز از وسط نصف نمی‌شود.

۱۹۳ شکل‌نامهٔ اکسایش کربن‌های گروه استیل در چرخهٔ کربس



- بخش هوازی یا وابسته به اکسیژن در یوکاریوت‌ها
  - چرخهٔ کربس
    - واکنش‌هـای چرخـه‌ای برای اکسـایش گروه اسـتیل در بسترهٔ راکیزه می‌باشد.
    - چرخـه بـا مـادهٔ چهارکربنـی شـروع می‌شـود و در آخـر دوباره‌سازی می‌شود.
    - مولکـول گلوکـز در پایـان ایـن مرحلـه تـا حـد تشـکیل مولکول‌های CO_2 تجزیه شده است.
    - واکنش‌هـای آن بـه صـورت چرخـه‌ای از واکنش‌هـای آنزیمی صورت می‌گیرد.
    - مراحل
      - (۱) ضمـن ترکیـب اسـتیل کوآنزیم A با مولکول چهارکربنی ← سـبب جدا شدن کوآنزیم A و تشکیل مولکول شش‌کربنی رخ می‌دهد.
      - (۲) اکسایش مولکول شش‌کربنی به مولکول پنج‌کربنی با آزاد کردن CO_2
      - (۳) تبدیل مولکول پنج‌کربنی به اولین مولکول چهارکربنی با آزاد کردن CO_2
      - (۴) بازسازی مولکول چهارکربنی اولیه برای گرفتن استیل کوآنزیم دیگر ← تبدیل **انواع** مولکول‌های چهارکربنی به یکدیگر
    - مولکول‌های $NADH$، $FADH_2$ و ATP (در سطح پیش‌ماده) در محل‌های **متفاوتی** از چرخه ولی همگی در بسترهٔ راکیزه تشکیل می‌شوند.
    - $FADH_2$ ترکیبی نوکلئوتیددار است و بدون آزاد کردن H^+ در این مرحله تولید می‌شود. $FAD+2H^+ +2e^- \rightleftharpoons FADH_2$
    - تا پایان مرحلهٔ چرخه‌های کربس، انرژی حاصل از تجزیهٔ گلوکز، صرف ساخته شدن ATP، $FADH_2$ و $NADH$ شده است.
    - تا پایان مرحلهٔ چرخه‌های کربس، همهٔ $6CO_2$ حاصل از تجزیهٔ گلوکز، در بسترهٔ راکیزه آزاد شده‌اند.
  - طریقـهٔ کاهـش NAD^+ و تبدیـل بـه $NADH$ ← ابتدا NAD^+ یـک الکترون می‌گیرد و NAD می‌شـود ← پس H^+ یـک الکترون می‌گیـرد همراه هر NAD^+، یک اتم H^+ هم ایجاد می‌شود ← و به صورت H به NAD اضافه می‌شود.
  - طریقهٔ کاهش FAD به $FADH_2$: ابتدا دو الکترون به دو پروتون می‌رسد ← سپس دو هیدروژن به FAD می‌رسد ← در این واکنش H^+ ایجاد نمی‌شود.

۳۹۵۱ (۱) فقط مورد (ب) صحیح است.

بررسـی مـوارد (الف) نادرسـت. گروه اسـتیل درون راکیزه ساخته می‌شود نه اینکه وارد راکیزه شود. (پیرووات در گویچهٔ خونی وارد راکیزه می‌شود.) (ب) **درست**. در قندکافت طی تبدیل فروکتوز به پیرووات NAD^+ و ADP به عنوان مولکول‌های آدنین‌دار مصرف می‌شوند. (ج) نادرست. گویچه‌های قرمز که اغلب یاخته‌های خونی هستند، تنفس هوازی ندارند چون راکیزه ندارند. (د) نادرست. هورمون‌های بدن از جمله هورمون‌های انسولین و گلوکاگون در تبدیل ماده به انرژی مؤثرند (نه برعکس).

۳۹۵۲ (۳) موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند. بخش هوازی تنفس از اکسایش پیرووات تا آخر زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌باشد.

بررسـی مـوارد (الف) **نادرست**. این عبارت در قندکافت رخ می‌دهد که بخش بی‌هوازی اسـت. (ب) **نادرست**. از تبدیل پیرووات تا تولید اولین مادهٔ چهارکربنی در چرخهٔ کربس، دوتا CO_2 آزاد می‌شـود (نه تولید). (ج) درسـت. در چرخهٔ کربس، ا زمادهٔ چهارکربنی شـروع کننده تا مادهٔ پنج‌کربنی یک CO_2 و یک کوآنزیم A آزاد می‌شود. (د) **نادرست**. در کتاب عنوان شده است که ATP و $NADH$ و $FADH_2$ در مراحل مختلفی از کربس تولید می‌شوند نه اینکه همه در یک مرحله ایجاد شوند.

۳۹۵۳ (۳) اکسـایش پیرووات اولین واکنش از تنفس یاخته‌ای اسـت که در راکیزه انجام می‌شـود. در این واکنش کوآنزیم A به استیل متصل شده و ترکیب حاصل که به دلیل کوآنزیم A بیش از دو کربن دارد، به ترکیب چهارکربنه در چرخهٔ کربس متصل می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مولکول CO_2 قبل از اکسـید شـدن پیرووات و کاهش NAD^+ آزاد می‌شـود. **گزینهٔ (۲):** مادهٔ شـش‌کربنی اولین مادهٔ اکسایش شوندهٔ چرخهٔ کربس است که به اندازهٔ گلوکز، کربن دارد. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که FAD برخلاف NAD^+ خاصیت یونی ندارد و ضمن واکنش خود دو H گرفته و $FADH_2$ می‌سازد یعنی همراه خود H^+ ایجاد نمی‌کند.

۳۹۸ تأمین انرژی

موارد مقایسه	گلیکولیز	اکسایش پیرووات	چرخهٔ کربس
محل انجام در یوکاریوت‌ها	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم	فضای درونی میتوکندری	بسترهٔ یا فضای درونی میتوکندری
محل انجام در پروکاریوت‌ها	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم
مادهٔ اکسایش شونده	قند سه‌کربنی فسفاته	پیرووات (C_3) (بدون فسفات)	مواد C_6 و C_5 و C_4 (میشه گفت استیل)
مادهٔ کاهش شونده	NAD^+	NAD^+	NAD^+ و FAD
تولید ATP	+ (پیش‌ماده‌ای)	−	دارد (پیش‌ماده‌ای)
مصرف ATP	+ (گام اول)	−	−
تولید $NADH$	+	+	−
تولید $FADH_2$	−	−	+
تشکیل ترکیب شش‌کربنی	+ (ناپایدار)	−	+ (پایدار)
تشکیل ترکیب پنج و چهارکربنی	−	−	+
تشکیل ترکیب سه‌کربنی	+	−	−
تشکیل ترکیب دوکربنی	−	+	−
تشکیل ترکیب فسفات‌دار	+	+ ($NADH$)	+
آزادشدن کربن‌دی‌اکسید	−	+	+ (دوتا در هر چرخه)
محصول نهایی کربن‌دار اصلی	پیرووات	استیل CoA	CO_2

۳۹۵۴ (۳): مـوارد (الـف)، (ج) و (د) عبـارت را نادرسـت تکمیل می‌کنند. در تنفس یاختـه‌ای، طی تبدیل اولین C_6 به ترکیب پنج‌کربنـه و همچنین طی تبدیل ترکیب پنج‌کربنه به ترکیب چهارکربنه در چرخهٔ کربس همانند واکنش اکسایش پیرووات در تبدیل پیرووات به استیل، CO_2 آزاد می‌شود. (همهٔ این فرایندها طی بخش هوازی تنفس در بستره یا فضای درونی راکیزه صورت می‌گیرند.) (درستی مورد (ب))

بررسی مـوارد در یاختهٔ **هوازی** طی تبدیل پیرووات به استیل‌کوآنزیم A، CO_2 تولید می‌شود ولی تبدیل ترکیب سه‌کربنی دوفسفاته قندکافت به پیرووات در یاختهٔ هوازی CO_2 تولید نمی‌کند چون پیرووات نیز ماده‌ای سه‌کربنی می‌باشد (نادرستی مورد (الف)). در مورد (ج) دام آموزشی دارد، چون فرایند تبدیل C_5 به C_4 در **بسترهٔ راکیزه** رخ می‌دهد **نه در غشای درونی آن!** در مورد (د) هم دقت کنید که یاختهٔ بی‌هوازی اصلاً توانایی تولید استیل ندارد.

۳۹۵۵ (۳): سه جزء زنجیرهٔ انتقال الکترون در کاهش یون‌های بخش داخلی میتوکندری نقش دارند که همان پمپ‌های پروتونی هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: دقت کنید که این پمپ‌ها در غشای درونی چین خورده قرار دارند. **گزینهٔ (۲)**: پمپ پروتئینی اول، الکترون‌های $FADH_2$ را از خود عبور **نمی‌دهد**. **گزینهٔ (۳)**: همهٔ پمپ‌ها در انتقال یون‌های هیدروژن و الکترون نقش دارند که در نهایت در زیر پمپ سوم، به تولید آب می‌انجامد. (به کلمهٔ نقش دارد دقت کنید!) **گزینهٔ (۴)**: پمپ پروتئینی سوم با حاملین الکترون ($FADH_2$ و NADH) ارتباطی ندارد و نمی‌تواند گیرنده‌های الکترونی چرخهٔ کربس (NAD^+ و FAD) را بازسازی نماید.

۳۹۹ زنجیرهٔ انتقال الکترون

اجزای زنجیرهٔ انتقال الکترون	مولکول اول	مولکول دوم	مولکول سوم	مولکول چهارم	مولکول پنجم
اندازه	بزرگ	کوچک کروی	بزرگ	کوچک کروی	بزرگ
اکسایش و کاهش	+	+	+	+	+
توانایی پمپ کردن یون هیدروژن	+	−	+	−	+
نحوهٔ قرارگیری در غشای درونی میتوکندری	سراسر عرض غشا	در وسط غشا (آب‌گریز)	سراسر عرض غشا	بخش بیرونی غشا	سراسر عرض غشا
تماس با فضای داخلی میتوکندری	+	−	+	−	+
تماس با فضای بین دو غشای میتوکندری	+	−	+	+	+
توانایی انتقال الکترون به اکسیژن و تولید آب	−	−	−	−	+
دریافت الکترون‌های حاصل از اکسایش $NADH$	+	+	+	+	+
دریافت الکترون‌های حاصل از اکسایش $FADH_2$	−	+	+	+	+
دوباره‌سازی گیرندهٔ الکترونی	+ (NAD^+)	+ (FAD)	−	−	−

۳۹۵۶ (۱): عضو دوم و چهارم زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه، فقط الکترون را عبور می‌دهند و از پمپ‌ها کوچکترند، عضو دوم بین پمپ ۱ و ۲ است، فقط با دم‌های اسید چرب هر دو لایهٔ فسفولیپید غشای درونی راکیزه در تماس است که دوباره‌سازی FAD به همراه انتقال الکترون‌های $FADH$ و $NADH$ را انجام می‌دهد ولی عضو چهارم به لایهٔ خارجی فسفولیپیدهای غشای درونی راکیزه متصل است و الکترون‌ها را عبور می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲)**: هیچ پمپی الکترون‌ها را پمپ نمی‌کند. (H^+ پمپ می‌شود.) **گزینهٔ (۳)**: عضو اول NAD^+ یونی را بازسازی می‌کند و عضو دوم FAD غیریونی را بازسازی می‌کند. **گزینهٔ (۴)**: عضو آخر زنجیره همان آخرین پمپ می‌باشد. کانال H^+ که آنزیم ATPساز است را عضوی از زنجیره به حساب نیاورید!

۳۹۵۷ **(۲)** موارد (ج) و (د) صحیح هستند. در واکنش فوق، X به عنوان FAD می‌باشد که $FADH_2$ است. این واکنش دوطرفه است.

بررسی موارد **(الف)** نادرست. در زنجیرهٔ انتقال الکترون $FADH_2$ مصرف می‌شود (نه FAD). در این زنجیره دو حامل $FADH_2$ و $NADH_2$ و یک گیرندهٔ الکترونی به نام O_2 مصرف می‌شود. **(ب)** نادرست. FAD در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم در گلیکولیز مصرف نمی‌شود. **(ج)** **درست.** واکنش (۲) در چرخهٔ کربس و (۱) در عضو دوم زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه انجام می‌شود که همهٔ آنزیم‌ها در سیتوپلاسم (مادهٔ زمینه‌ای یا اندامک) تولید می‌شوند. (اندامک‌ها قسمتی از سیتوپلاسم هستند.) **(د)** **درست.** اگر طی تنفس واکنش فقط به سمت (۲) می‌رفت X می‌توانست علاوه‌بر FAD، مولکول O_2 همه در انتهای واکنش باشد.

۳۹۵۸ **(۴)** با توجه به شکل ۹ صفحهٔ ۷۱ کتاب درسی علاوه‌بر زنجیرهٔ انتقال الکترون و آنزیم‌های ATPساز، آنزیم‌های مربوط به اکسایش پیروات هم در غشای درونی راکیزه قرا ردارند. گزینهٔ (۴) صحیح است چون از بین دو عضو اولی در زنجیرهٔ انتقال الکترون که به دوباره‌سازی NAD^+ و FAD می‌پردازند، فقط عضو دوم از عرض غشا کوچک‌تر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پمپ دوم زنجیرهٔ انتقال الکترون فقط نقش انتقالی برای الکترون و پروتون دارد ولی نقش آنزیمی برای آن عنوان نشده است. **گزینهٔ (۲):** در مورد پروتئین‌های اکسایش دهندهٔ پیرووات نادرست است. **گزینهٔ (۴):** همهٔ اعضای زنجیرهٔ انتقال الکترون، به طور مستقیم (پمپ سوم) و غیرمستقیم (بقیهٔ اعضای آن) با انتقال الکترون در تولید آب مؤثرند.

۳۹۵۹ **(۳)** مورد سوم برخلاف بقیه درست می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. پمپ سوم به O_2 الکترون کم‌انرژی می‌دهد تا به یون اکسید تبدیل شود. O_2 گیرندهٔ الکترونی است که ابتدا با الکترون به صورت یون اکسید درمی‌آید و سپس اکسید (O^{2-}) با پروتون واکنش تولید آب را کامل می‌کند. **گزینهٔ (۲):** نادرست. دو عضو اول به تولید گیرندهٔ الکترونی NAD^+ و FAD می‌پردازند ولی عضو اول پمپی است که الکترون‌های اکسایش $FADH_2$ را عبور نمی‌دهد. **گزینهٔ (۴):** **درست.** این عبارت پمپ سوم را معرفی می‌کند که اولین عضو زنجیره است، این پمپ بین پروتئین انتقال الکترون (عضو ۴) و کانال ATPساز با توانایی انتقال H^+ قرار دارد. **گزینهٔ (۴):** نادرست. عضو دوم که FAD ایجاد می‌کند در انتقال H^+ نقش ندارد.

گیرنده‌های الکترونی در واکنش‌های سوخت‌وسازی ۴۰۰

گیرندهٔ الکترونی یوکاریوت‌ها	مخصوص شرکت در واکنش‌های...	ساختار	نکات واکنش	محل مصرف	محل تولید
NAD^+	تنفس یاخته‌ای هوازی و واکنش‌های بی‌هوازی (تخمیر)	دی‌نوکلئوتیدی (آلی)	با یک الکترون به صورت خنثی شده NAD درمی‌آید، سپس یک اتم هیدروژن می‌گیرد تا $NADH$ شود و به همراه یک پروتون به صورت $NADH, H^+$ در بیاید.	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم (قندکافت) + راکیزه	پمپ اول زنجیرهٔ انتقال الکترون در غشای درونی راکیزه و در تخمیرسیتوپلاسمی
FAD	ویژه چرخهٔ کربس	دی‌نوکلئوتیدی (آلی)	دو الکترون و دو پروتون به صورت یک مولکول H_2 به آن متصل می‌شود و $FADH_2$ می‌شود.	فقط بستره راکیزه	جزء دوم آب‌گریز زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه
O_2	انتهای تنفس هوازی زیر پمپ سوم	مولکول معدنی	ابتدا مولکول اکسیژن با کاهش به یون اکسید دو بار منفی تبدیل می‌شود و سپس با گرفتن دو تا پروتون، آب می‌سازد. $\frac{1}{2}O_2 + 2e^- \rightarrow O^{2-} \Rightarrow O^{2-} + 2H^+ \rightarrow H_2O$	زیر پمپ سوم زنجیرهٔ انتقال الکترون در بستره راکیزه	درون تیلاکوئید فتوسنتز
$NADP^+$	واکنش‌های نوری فتوسنتز	مادهٔ آلی دی‌نوکلئوتیدی	ابتدا دو تا الکترون گرفته و $NADP^-$ می‌شود و سپس با یک H^+ ترکیب و $NADPH$ می‌شود و در آخر همراه یک H^+ به صورت $NADPH, H^+$ در بیاید.	بستره سبزدیسه (مرحلهٔ نوری)	بستره سبزدیسه (مرحلهٔ مستقل از نور)

۳۹۶۰ **(۴)** همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد **(الف)** زنجیرهٔ انتقال الکترون علاوه‌بر $NADH$ و $FADH_2$، از مولکول O_2 هم استفاده می‌کند تا آب بسازد. **(ب)** همهٔ مسیر عبور الکترن‌های $FADH_2$ از عضو دوم تا پنجم در مسیر عبور الکترون‌های $NADH$ می‌باشد. **(ج)** دقت کنید که اکسیژن الکترون می‌گیرد و یون اکسید پروتون می‌گیرد. **(د)** دقت کنید که اعضای پمپ در زنجیرهٔ انتقال الکترون، یون‌های هیدروژن را به فضای بین دو غشای راکیزه با انتقال فعال عبور می‌دهند ولی ATP مصرف نمی‌کنند. (پس منتشر می‌کنند نادرست است.)

۳۹۶۱ **(۴)** سؤال درمورد یاختهٔ کلانشیمی است.

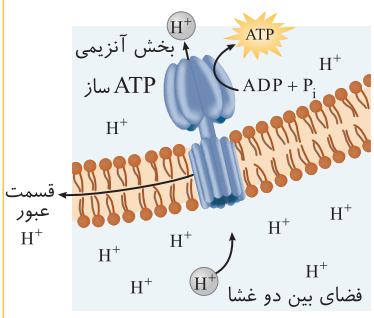
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** درست. الکترون‌های $FADH_2$ از عضو اول زنجیره عبور نمی‌کنند. $FADH_2$ فقط در بخش هوازی در چرخهٔ کربس تولید و در زنجیره مصرف می‌شود. **گزینهٔ (۲):** درست. در مورد $NADH$ که همواره با H^+ تولید می‌شود صحیح است. الکترون‌های $NADH$ از هر ۵ عضو زنجیره عبور می‌کند. **گزینهٔ (۳):** درست. $FADH_2$ منظور است که چون پمپ اول زنجیره را فعال نمی‌کند، بازده تعداد ATP تولیدی آن از $NADH$ کمتر است. **گزینهٔ (۴):** **نادرست.** منظور قسمت اول $NADH$ است ولی در مرحلهٔ دوم تخمیر NAD^+ بازسازی می‌شود.

۳۹۶۲ (۴): با توجه به شکل قسمت درون غشای آنزیم ATPساز، از لوله‌های پروتئینی باریک‌تری به وجود آمده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بخش آنزیمی با مصرف انرژی عبور پروتون‌ها، ATP انرژی‌زا می‌سازد. **گزینهٔ (۲):** بخش انتقال H^+ انرژی بخش آنزیمی را فراهم می‌کند. **گزینهٔ (۳):** با توجه به شکل و محل تولید ATP در کنار آن صحیح است.

ویژگی کانال عبوردهندهٔ پروتون در غشای درونی راکیزه ۴۰۱

بخش‌های کانال ATPساز	محل	عمل	جزء زنجیرهٔ انتقال الکترون	انتقال الکترون	مصرف انرژی زیستی
قسمت عبور دهنده پروتون	در غشای درونی راکیزه متصل به بخش آب‌دوست و آب‌گریز اسیدهای چرب	انتشار تسهیل‌شده H^+ از فضای بین دو غشای راکیزه به بسترهٔ آن بدون صرف انرژی	نمی‌باشد	ندارد	ندارد
قسمت آنزیمی ATPساز	در بسترهٔ راکیزه یا اجزای حجیم‌تر متصل به هم	ترکیب ADP و گروه فسفات با **صرف** انرژی و تولید آب برای تولید ATP **اکسایشی** را در قسمت جانبی خود انجام می‌دهد.	نمی‌باشد	ندارد	**دارد**



۳۹۶۳ (۲): بخش آنزیمی کانال ATPساز، عمل ATPسازی را با صرف انرژی حاصل از انتقال پروتون‌ها انجام می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پمپ‌ها و بخش انتقالی کانال ATPساز جزء پروتئین‌های سراسری هستند و با هر دو لایهٔ فسفولیپیدی غشا در تماس مستقیم می‌باشند. **گزینهٔ (۲):** پمپ‌های پروتئینی در غشای داخلی راکیزه یون‌های هیدروژن را به فضای بین دو غشا منتقل کرده و باعث کاهش pH بین دو غشا می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** کاملاً نکتهٔ صحیحی است و آن را حفظ کنید.

۳۹۶۴ (۴): انتقال H^+ از فضای بین دو غشای راکیزه به بخش درونی آن، در اثر عمل **کانال پروتونی** ATP**ساز** رخ می‌دهد. در صورت ممانعت از عمل این کانال، انرژی لازم برای ساخت ATP اکسایشی فراهم نمی‌شود. (به کلمهٔ ابتدا در این سؤال دقت کنید تا به منظور طراح تست‌های مشابه آن پی ببرید!)

۳۹۶۵ (۳): هر یک از اعضای زنجیرهٔ انتقال الکترون غشای درونی میتوکندری، در تأمین انرژی لازم برای انتقال فعال یون هیدروژن توسط برخی از اعضای این زنجیره مؤثراند.

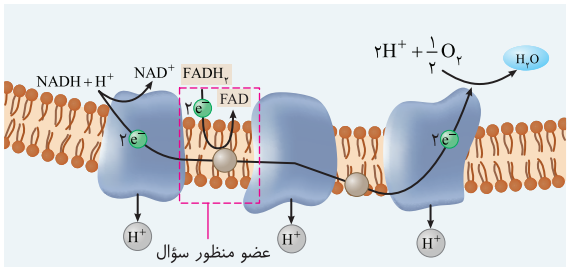
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پس از زنجیرهٔ انتقال الکترون، مجموعهٔ پروتئینی دیگری به نام آنزیم ATPساز موجود است که با انتقال یون‌های هیدروژن در جهت شیب غلظت خود، با افزودن فسفات به ADP سبب تولید ATP می‌شود. **گزینهٔ (۲):** یکی از اعضای زنجیرهٔ انتقال الکترون فقط با بخش آب‌گریز غشا در تماس است. سر فسفولیپیدها بخش آب‌دوست غشا را می‌سازند و دم فسفولیپیدها بخش آب‌گریز غشا را تشکیل می‌دهند. **گزینهٔ (۴):** توجه کنید زنجیرهٔ انتقال الکترون غشای درونی میتوکندری از ۵ عضو تشکیل شده است که تنها ۳ عضو از آن‌ها در انتقال فعال یون هیدروژن به فضای بین دو غشای میتوکندری نقش مستقیم دارند.

۳۹۶۶ (۴): پروتئین‌هایی که در زنجیره، **بین چپ‌ها** قرار دارند نیز الکترون دریافت می‌کنند اما توانایی پمپ کردن یون‌های H^+ به فضای بین دو غشای میتوکندری را **ندارند**. همچنین، مولکول **اکسیژن** نیز در انتهای زنجیره، الکترون دریافت می‌کند اما نمی‌تواند یون‌های هیدروژن را پمپ کند. سایر گزینه‌ها ساده و حفظی هستند که بارها بررسی کردیم.

۳۹۶۷ (۲): موارد (ب) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. دقت کنید که در زنجیرهٔ انتقال الکترون علاوه‌بر اینکه از مولکول‌های حامل الکترون $NADH$ و $FADH_2$ استفاده می‌شود. در آخر واکنش از O_2 نیز به عنوان آخرین گیرندهٔ الکترون و پروتون نیز استفاده می‌شود. (ب) **درست**. به‌جز اولین جزء پمپ پروتونی، باقی اجزای زنجیره، الکترون‌های هر دو نوع حامل یعنی $NADH$ و $FADH_2$ را جابه‌جا می‌کنند. (ج) نادرست. دقت کنید یون‌های اکسید در ترکیب با پروتون‌های بخش داخلی (نه خارجی) راکیزه تشکیل می‌شوند. (د) **درست**. انرژی لازم برای انتقال فعال یون‌های هیدروژن به فضای بین دوغشای راکیزه، توسط حامل‌های الکترون تأمین می‌شود (نه از ATP).

۳۹۶۸ (۳): اولین بخش زنجیرهٔ انتقال الکترون میتوکندری که هم الکترون‌های $NADH$ و هم الکترون‌های $FADH_2$ را دریافت می‌کند، **دومین** پروتئین زنجیره است. الکترون‌ها با عبور از این پروتئین ناقل، به دومین پمپ زنجیرهٔ انتقال الکترون منتقل می‌شوند.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دومین پروتئین زنجیره، پمپ و انتقال دهندهٔ پرتون نیست. **گزینهٔ (۲):** تبدیل اکسیژن به یون اکسید در پایان زنجیرهٔ انتقال الکترون و زیر پمپ سوم روی می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** سیانید، از انتقال الکترون به اکسیژن در پایان زنجیرهٔ انتقال الکترون در پمپ سوم جلوگیری می‌کند.

۳۹۶۹ (۴): همهٔ موارد عبارت را نادرستی تکمیل می‌نمایند. کربن‌دی‌اکسید، کوآنزیم A، ATP، $NADH$ و $FADH_2$ ترکیبات کربن‌داری هستند که از چرخهٔ کربس خارج می‌شوند. از بین این موارد، کربن‌دی‌اکسید و کوآنزیم A غیرنوکلئوتیدی و سایر موارد، نوکلئوتیدی می‌باشند.

بررسی موارد (الف) در مرحلهٔ انتهایی تنفس یاخته‌ای هوازی، با عبور پروتون‌ها از آنزیم ATPساز، مولکول ATP ساخته می‌شود. (ب) کربن‌دی‌اکسید تولید شده در چرخهٔ کربس با عبور از دو لایه غشای میتوکندری و یک لایه غشای یاخته، از یاخته خارج شده و در نهایت وارد خون می‌شود اما کوآنزیم A می‌تواند حتی از میتوکندری هم خارج نشده و مجدداً مورد استفاده قرار گیرد. (ج) این مورد در رابطه با $NADH$ و $FADH_2$ صحیح است که با اکسایش یافتن، الکترون‌های خود را به اجزای زنجیرهٔ انتقال الکترون منتقل می‌کنند. اما دقت کنید که ATP هم نوکلئوتیدی است و این ویژگی را ندارد. (د) در واکنش‌های مربوط به اکسایش پیرووات، مولکول کربن‌دی‌اکسید تولید می‌شود؛ اما کوآنزیم A فقط مصرف می‌شود و در جایی از واکنش تولید نمی‌شود.

۳۹۷۰ (۲) NAD^+ و FAD ترکیباتی هستند که در طی واکنش‌های چرخهٔ کربس، الکترون گرفته و کاهش می‌یابند. پس از انتقال الکترون‌ها به اجزای زنجیرهٔ انتقال الکترون، این ترکیبات در بخش داخلی میتوکندری و مجاور با غشای داخلی میتوکندری نیز بازسازی می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ساخت ATP در سطح پیش‌ماده در چرخهٔ کربس و در مرحلهٔ انتهایی قندکافت صورت می‌گیرد. در چرخهٔ کربس ترکیب سه‌کربنه‌ای ساخته نمی‌شود. **گزینهٔ (۳):** در واکنش اول اکسایش پیروات و در دو عدد از واکنش‌های چرخهٔ کربس، کربن‌دی‌اکسید تولید می‌شود. پیروواتی که با از دست دادن الکترون، CO_2 می‌سازد در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید می‌شود نه در محل قرارگیری دنای حلقوی (بخش داخلی میتوکندری) **گزینهٔ (۴):** $NADH$ و پیروات در قندکافت تولید شده و می‌توانند به میتوکندری وارد شوند. اکسایش و ساخت یک ترکیب دوکربنه تنها ویژگی پیروات می‌باشد.

۳۹۷۱ (۱) رایج‌ترین انرژی زیستی ATP است که در گام اول گلیکولیز مصرف می‌شود پس منظور سؤال گلیکولیز (قندکافت) است. در مرحلهٔ دوم قندکافت، با تجزیهٔ فروکتوز، قند سه‌کربنی ایجاد می‌شود که تا رسیدن به پیروات از یک NAD^+ و دو ADP به عنوان ترکیبات نوکلئوتیدی استفاده می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ ۴ قندکافت، ADP و اسید سه‌کربنی مصرف می‌شوند که هر دو دارای دو فسفات هستند ولی یوراسیل یک حلقهٔ آلی شش‌ضلعی دارد. **گزینهٔ (۳):** در مرحلهٔ اول قندکافت گلوکز اکسایش نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ سوم فسفات سیتوپلاسم از حالت آزاد به صورت ترکیب در اسید سه‌کربنی درمی‌آید و تعداد فسفات **آزاد** سیتوپلاسم کم می‌شود (نه فسفات سیتوپلاسم).

۳۹۷۲ (۲) موارد (الف) و (ب) صحیح هستند. سؤال در مورد بخش هوازی تنفس است و قندکافت یا تخمیر را درنظر نمی‌گیریم.

بررسی موارد (الف) **درست.** در تبدیل پیروات (C_3) به استیل (C_2) و همچنین در چرخهٔ کربس در تبدیل C_6 به C_5 و C_5 به اولین C_4، مولکول CO_2 آزاد می‌شود. (ب) **درست.** نصف شدن مولکول از وسط ویژهٔ قند C_6 در مرحلهٔ دوم قندکافت است. (ج) نادرست. اصلاً در بخش هوازی قند وجود ندارد و به دو نصف هم تبدیل نمی‌شود. (د) نادرست. منظور تولید ATP در چرخهٔ کربس است ولی در این چرخه در مرحلهٔ اول و قبل از خروج CO_2ها، مولکول کوآنزیم A جدا می‌شود.

۳۹۷۳ (۳) وقتی صحبت از تنفس هوازی می‌شود باید از اول گلیکولیز تا آخر زنجیرهٔ انتقال الکترون را در نظر بگیرید.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. اولین مادهٔ اکسایش یافته تنفس قند سه‌کربنی در قندکافت است که به دنبال مصرف ATP ایجاد شده است. **گزینهٔ (۲):** نادرست. اکسیژن آخرین مادهٔ کاهش یافتهٔ تنفس است ولی در چرخهٔ کربس، CO_2 تولید می‌شود. **گزینهٔ (۴): درست.** NAD^+ اولین مادهٔ کاهش یافته در تنفس در گلیکولیز است که در پمپ اول زنجیرهٔ انتقال الکترون بازسازی می‌شود. **گزینهٔ (۴):** نادرست. $FADH_2$ آخرین مادهٔ اکسایش یافتهٔ زنجیره است. ولی در آنزیم ATPساز کاربردی ندارد.

۳۹۷۴ (۱) منظور سؤال پروکاریوت هوازی است که نمی‌تواند تعداد نقاط همانندسازی خود را تغییر دهد. (فصل ۱) دراین جاندار همانند هر جاندار دیگری در مرحلهٔ قندکافت بازده تولید $2ATP$ (دو تا مصرفی و چهارتا تولید ATP دارد.) و دو H^+ به همراه $2NADH$ دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** تولید CO_2 فقط در دو مرحله از چرخهٔ کربس صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۳):** استیل دوکربنی را با استیل CoA اشتباه نگیرید. کوآنزیم A مولکل زیستی کربن‌دار است پس استیل CoA بیش از پیروات سه‌کربنی، اتم کربن دارد. **گزینهٔ (۴):** در غشای باکتری هوازی مثل غشای راکیزه ATP تولید می‌شود.

۳۹۷۵ (۴) بخش بی‌هوازی تنفس، قندکافت است. از اکسایش قند C_3 فسفاته تا پیروات، **یک** اسید C_3 و دو ATP ایجاد می‌شود.

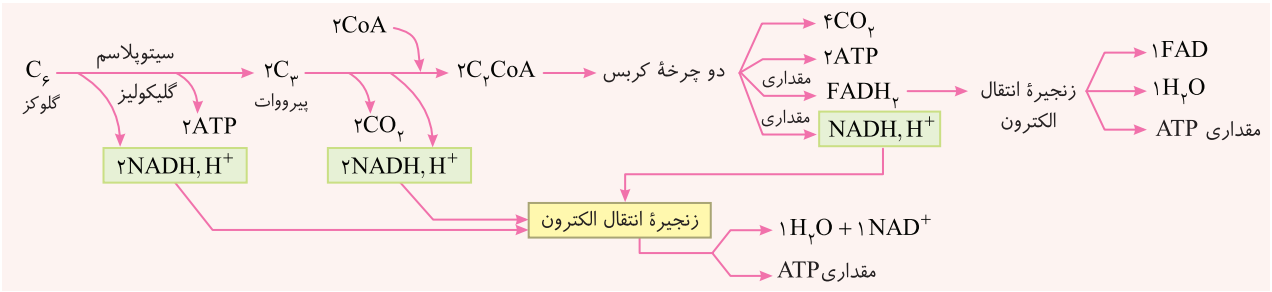
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** از ۶ مولکول CO_2 تنفس هوازی دو عدد در اکسایش پیروات‌ها و چهار عدد در دو چرخهٔ کربس ایجاد می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** در قندکافت یک قند فسفاتهٔ شش‌کربنی و دو قند فسفاتهٔ سه‌کربنی وجود دارد ولی چهار ADP مصرف می‌شود. **گزینهٔ (۳):** در چرخهٔ کربس، سه نوع مولکول پرانرژی ATP، $NADH$ و $FADH_2$ ایجاد می‌شود که دوتای آخر الکترون‌های پرانرژی را حمل می‌کنند.

۴۰۲ زیستی با اکسیژن

مرحله	محل قرارگیری آنزیم‌ها	محل انجام واکنش‌ها	پیش‌ماده‌های واکنش	محصولات متنوع واکنش
قندکافت	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم	**گلوکز** (C_6) $-2ADP-2PO_4$ (فسفات آزاد) $-2NAD^+$	**دو مولکول پیروات** C_3 $2NADH-2H^+$ $-2ATP$ (پیش‌ماده‌ای)
تولید استیل کوآنزیم A (اکسایش پیروات)	غشای درونی راکیزه ←	فضای درون راکیزه	پیروات $2C_3$ (کوآنزیم A) $2CoA$ $2NAD^+$	(استیل‌کوآنزیم A) $2C_2CoA$ $2NADH-2H^+$ $2CO_2$
	غشای پروکاریوت هوازی ←	فضای درون یاخته		
چرخهٔ کربس (اکسایش استیل)	بخش درونی راکیزه ←	بخش درونی راکیزه	یک مولکول استیل‌کوآنزیم A ($1C_2$) $1FAD-1ADP-3NAD^+$ (ضرایب مهم نیستند.)	$2CO_2$ مقداری $1FADH_2-3NADH,3H^+$ (پیش‌ماده‌ای) $1ATP$ (ضرایب مهم نیست.)
	سیتوپلاسم پروکاریوت هوازی ←	سیتوپلاسم پروکاریوت هوازی		
زنجیرهٔ انتقال الکترون و مجموعه پروتئینی ATPساز	غشای درونی راکیزه ←	غشای درونی راکیزه و فضای درون راکیزه	$NADH,H^+$ و $FADH_2-O_2$ در اعضای زنجیره	دوباره‌سازی NAD^+ دوباره‌سازی $FAD-H_2O$ ATP اکسایشی (در آنزیم ATPساز)
	غشای پروکاریوت هوازی ←	غشا و سیتوپلاسم پروکاریوت هوازی	$(ADP+P)$ ← در کانال ATPساز	

۳۹۷۶ (۳) عبارت گزینهٔ (۳) برخلاف بقیه نادرست می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** از مصرف پیرووات (بدون فسفات است) تا مادهٔ C_5 چرخهٔ کربس، یک CO_2 در اکسایش پیرووات و یکی در تبدیل C_6 به C_5 کربس ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۲):** از فروکتوز قندکافت تا تولید دو استیل CoA، چهار NAD^+ مصرف می‌شود (دو عدد در قندکافت و دو عدد در اکسایش پیرووات) و چهار ATP هم در آخر قندکافت تولید می‌شود. **گزینهٔ (۳):** از اسید سه کربنی دوفسفاته قندکافت تا تولید استیل دوکربنی، یک $NADH$ و یک H^+ در اکسایش پیرووات تولید می‌شود ولی دو ADP هم برای تولید یک پیرووات مصرف می‌شود. **گزینهٔ (۴):** از قند سه کربنی قندکافت تا اولین C_6 در کربس، حداقل دو ATP برای تولید یک پیرووات ایجاد می‌شود ولی فقط یک کوآنزیم A بازسازی می‌شود.



۳۹۷۷ (۲) در هر کدام از مراحل (۳) و (۴) گلیکولیز، دو ترکیب ۳ کربنه تولید و انتقال گروه فسفات به ترکیبی آلی مشاهده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در زمان بازسازی ترکیب ۴ کربنه آغازگر چرخهٔ کربس CO_2 تولید نمی‌شود. **گزینهٔ (۳):** در مرحلهٔ (۲) گلیکولیز، فروکتوز فسفاته و در مرحلهٔ (۴)، ADP و اسید دوفسفاته مصرف می‌شود. پروتون در مرحلهٔ (۳) به مصرف NAD^+ می‌رسد. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ (۳) و (۴) چرخهٔ کربس، CO_2 آزاد می‌شود. در مرحلهٔ (۳)، ترکیب ۴ کربنه تولید می‌شود.

۳۹۷۸ (۴) منظور سؤال ائوزینوفیل است که تنفس هوازی دارد. در گزینهٔ (۴) قسمت اول در مورد چرخهٔ کربس در راکیزه است که دنای حلقوی متعددی دارد ولی قسمت دوم در مورد مرحلهٔ اول قندکافت در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم است که دنا ندارد. (البته رنا درهر دو محل وجود دارد.)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به شکل کتاب هر دو در زیر غشای داخلی، درون راکیزه انجام می‌شود. **گزینهٔ (۲):** یون اکسید با پروتون ترکیب می‌شود (نه الکترون). **گزینهٔ (۴):** ائوزینوفیل دانه‌های درشت روشن دارد.

۳۹۷۹ (۲) منظور صورت سؤال، آخرین عضو زنجیرهٔ انتقال الکترون است. این مولکولِ پروتئینی فقط توانایی انتقال یک نوع یون مثبت به فضای بین دو غشای میتوکندری را دارد که همان یون هیدروژن است. (رد گزینهٔ (۱)) این پمپ قادر است تا الکترون‌های حاصل از اکسید شدن $FADH_2$ و $NADH$ را دریافت کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۳):** این پروتئین از دو طریق، میزان pH فضای درونی میتوکندری را افزایش می‌دهد: (۱) خارج کردن یون H^+ از فضای درونی میتوکندری در خلاف شیب غلظت (۲) به‌طور غیرمستقیم در ترکیب‌شدن با یون اکسید و تشکیل مولکول آب نقش دارد. **گزینهٔ (۴):** با توجه به شکل ۹ صفحهٔ ۷۱ زیست‌شناسی (۳)، این مولکول پروتئینی الکترون‌های خود را مستقیماً از یکی از اجزای زنجیرهٔ انتقال الکترون دریافت می‌کند که در سطح خارجی غشای داخلی میتوکندری قرار دارد.

۳۹۸۰ (۴) منظور این سؤال مقایسهٔ $NADH$ و $FADH_2$ است که $NADH$ در قندکافت و بخش هوازی ایجاد می‌شود. ولی $FADH_2$ فقط در بخش هوازی در چرخهٔ کربس ایجاد می‌شود. گزینهٔ (۴) معرف $FADH_2$ است که الکترون‌های آن از دو پمپ زنجیرهٔ الکترون (پمپ ۲ و ۳) و دو پروتئین قبلی آن‌ها عبور می‌کند ولی از پمپ اول نمی‌گذرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** $NADH$ در قندکافت با اکسایش قند C_3 ایجاد می‌شود که الکترون‌های آن از هر سه پمپ زنجیرهٔ انتقال الکترون عبور می‌کند ولی از کانال H^+ که ATPساز است الکترون آن عبور نمی‌کند. **گزینهٔ (۲):** منظور $FADH_2$ است که از پمپ اول زنجیره عبور نمی‌کند. **گزینهٔ (۴):** اکسایش مادهٔ شش کربنی در چرخهٔ کربس صورت می‌گیرد که هم $FADH_2$ و هم $NADH$ ایجاد می‌کند ولی دقت کنید که تولید آب پس از عبور الکترون از پمپ سوم صورت می‌گیرد.

۳۹۸۱ (۱) فقط از این یاخته پلاسموسیت یا همان یاختهٔ پادتن‌ساز است که پادتن سبب فعال شدن پروتئین مکمل می‌شود. همانطور که در فصل ۲ آموختید پروتئین‌سازی سیتوپلاسم در ریبوزوم آزاد برای ساخت پروتئین‌های مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم (قندکافت) و پروتئین‌های درون هسته، راکیزه و پلاست صورت می‌گیرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** واکنش فوق در قندکافت در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم است و پروتئین قسمت دوم هم برای نقطهٔ وارسی در هسته است که همگی در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** واکنش تولید CO_2 فوق در راکیزه است که پروتئین‌های تولیدشده در راکیزه برای رونویسی دنای حلقوی راکیزه کاربرد دارند. **گزینهٔ (۳):** پلاسموسیت گیرندهٔ آنتی‌ژنی ندارد. (فصل ۵ یازدهم) **گزینهٔ (۴):** حامل الکترونی چرخهٔ کربس، $NADH$ و $FADH_2$ است که پروتئینی نیستند.

۳۹۸۲ (۴) همهٔ موارد نادرست هستند. سؤال در مورد راکیزه می‌باشد که ماده را به انرژی تبدیل می‌کند.

بررسی موارد (الف) در چرخهٔ کربس تا مرحلهٔ تولید C_5، فقط یک CO_2 طی تبدیل C_6 به C_5 ایجاد می‌شود. (ب) مفهوم این عبارت صحیح است ولی سؤال در مورد راکیزه است در حالی که فرایند فوق طی گلیکولیز در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم رخ می‌دهد. (ج) پروتئین آب‌گریز بین دو پمپ اول سبب بازسازی FAD می‌شود. (د) در مورد $NADH$ که به پمپ اول الکترون می‌دهد نادرست است چون پروتئینی نیست.

۳۹۸۳ (۲) در فرایند قندکافت مولکول ADP تولید می‌شود که طی این فرایند فروکتوز تولید می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مولکول CO_2 در فرایندهای اکسایش پیرووات، چرخهٔ کربس و تخمیر الکلی تولید می‌شود. در بین این فرایندها مولکول ATP فقط در چرخهٔ کربس تولید می‌شود. **گزینهٔ (۳):** مولکول FAD در چرخهٔ کربس مصرف می‌شود که در این چرخه دو CO_2 آزاد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** مولکول NAD^+ در فرایندهای قندکافت، اکسایش پیرووات و چرخهٔ کربس مصرف می‌شود که فقط در قندکافت و چرخهٔ کربس مولکول ATP در سطح پیش‌ماده تولید می‌شود.

۳۹۸۴ (۴) بخش A غشای داخلی راکیزه را نشان می‌دهد که کانال ATPساز قرار گرفته در آن جزء زنجیرهٔ انتقال الکترون نیست و الکترون دریافت نمی‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بخش C دنای حلقوی راکیزه را نشان می‌دهد که نوکلئوتیدهای آن همگی تک‌فسفاته هستند. **گزینهٔ (۲):** پمپ‌های پروتئینی در غشای داخلی راکیزه می‌توانند با جابه‌جایی یون هیدروژن مقدار pH فضای بین دو غشا (بخش D) را تغییر دهند. **گزینهٔ (۳):** ژن گروهی از پروتئین‌های راکیزه در دنای هسته قرار دارد و توسط رناتن‌های سیتوپلاسمی تولید می‌شود.

۳۹۸۵ (۱) بایـد یـادآوری کنم که در تنفس هوازی، پیرووات اکسـایش و در تخمیر بی‌هوازی از نوع لاکتیکی، پیرووات کاهش می‌یابـد. تخمیر **در یاخته‌های ماهیچه‌ای انسان** صورت می‌گیرد پس یاخته‌های استوانه‌ای چشم انسان فقط تنفس هوازی و اکسایش پیرووات دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در یاخته‌های استوانه‌ای چشم، عضو اول زنجیرهٔ انتقال الکترون، NAD^+ را بازسازی می‌کند. **گزینهٔ (۳):** در تنفس هوازی، در کانال ATPساز، انرژی‌های $NADH$ و $FADH_2$ صرف تولید مقداری ATP می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ قندکافت، مولکول‌های $NADH$ همواره در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید می‌شوند.

۳۹۸۶ (۴) یاخته‌های اپیدیدیم **همانند** یاخته‌های لوله‌های اسپرم‌ساز، می‌توانند در مرحلهٔ دوم تنفس یاخته‌ای در **چرخهٔ کربس** و **غشای داخلی میتوکندری**، با اضافه کردن فسفات به ADP، مولکول‌های ATP تولید کنند که ذخیره‌کنندهٔ انرژی است. **لوله‌های اسپرم‌ساز** و **اپیدیدیم**، دارای پیچیدگی هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۲):** بـرای اپیدیدیـم صـادق نیسـت. **گزینهٔ (۳):** در هیچ‌یک از واکنش‌های **گلیکولیز** (مرحلهٔ اول تنفـس یاخته‌ای) از دو نوع گیرندهٔ الکترونی استفاده نمی‌شود.

۳۹۸۷ (۴) منظور از شکل یونی یک اسید سه‌کربنی آلی بدون فسفات، پیرووات (بنیان اسید پیرووریک) است. پیرووات محصول نهایی قندکافت می‌باشد. در فرایند تبدیل قند سه‌کربنه به اسید سه‌کربنه، NAD^+ مصرف شده و $NADH$ تولید می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در فرایند اکسایش پیرووات در یاخته‌های بخش قشری کلیه و غدهٔ فوق‌کلیه، به منظور تشکیل بنیان استیل، NAD^+ مصرف می‌شود. **گزینهٔ (۲):** در فرایند قندکافت، کربن‌دی‌اکسـید تولید نمی‌شـود. **گزینهٔ (۴):** در چرخهٔ کربس در یاخته‌های بخش قشـری کلیه و غدهٔ فوق‌کلیه، ضمن تولید یک مولکول ATP مولکول NAD^+ به مصرف می‌رسد.

واکنش تنفس یاخته‌ای ۴۰۳

نوع تنفس در یوکاریوت‌ها	مرحلهٔ اول	محل مرحلهٔ اول	محصولات نهایی مرحلهٔ اول	مرحلهٔ دوم	محل مرحلهٔ دوم	محصولات نهایی مرحلهٔ دوم
نوع هوازی	قندکافت (بی‌هوازی)	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم	پیرووات - ATP $NADH, H^+$	بخش هوازی	راکیزه	H_2O - ATP - CO_2 NAD^+ - FAD
نوع بی‌هوازی (تخمیر)	قندکافت (بی‌هوازی)	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم	پیرووات - ATP $NADH, H^+$	ادامه تخمیر بی‌هوازی	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم	یا اتانول - CO_2 و NAD^+ و یا لاکتات و NAD^+

۳۹۸۸ (۳) منظـور صورت سـؤال، یاخته‌هایی در بدن اسـت که تنفس هوازی دارنـد و CO_2 تولید می‌کنند. همچنین باید دقت کنید کـه CO_2 در گویچهٔ قرمز با **آب** واکنش می‌دهد و بیکربنات حاصل از آن‌ها در تنظیم pH مؤثر است. پس باید به دنبال گزینه‌ای باشیم که در **برخی** یاخته‌های بدن رخ می‌دهد چون تقریباً هر یاختهٔ زندهٔ بدن CO_2 می‌سازد ولی برخی از آن‌ها فقط تنفس بی‌هوازی دارند (مثل گویچهٔ قرمز) در نتیجه این یاخته‌ها قادر به ایجاد ATP به روش اکسایشی نیستند.

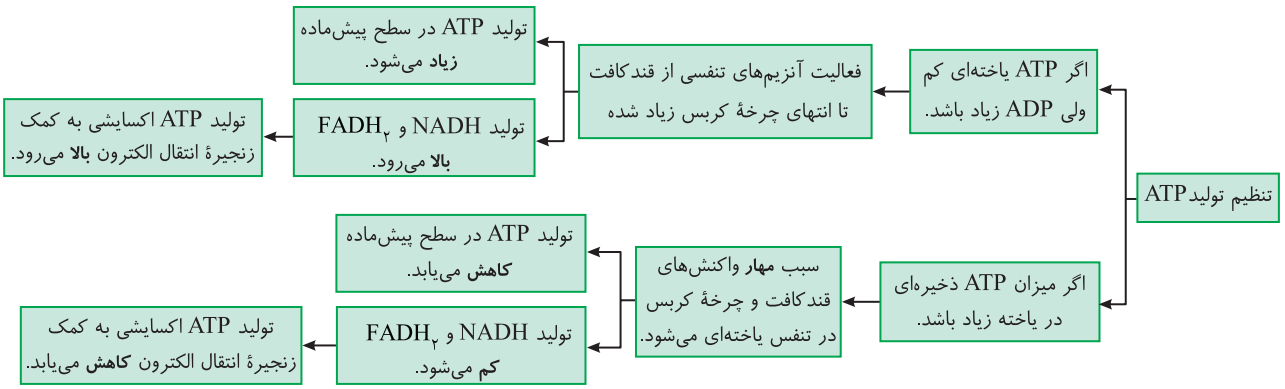
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱): همهٔ** یاخته‌هـای زنـدهٔ بـدن قادرنـد در فرایند **گلیکولیز** ضمن تبدیل اسـید دو فسـفاته به پیـرووات، ATP تولید کننـد. **گزینهٔ (۲): همهٔ** یاخته‌های زندهٔ بدن قادرند در مرحلهٔ **اول** گلیکولیز، از گلوکز که محصول هیدرولیز گلیکوژن یا نشاسته یا ... است استفاده کنند. **گزینهٔ (۴):** یاخته‌های دارای تنفس هوازی، آنزیم‌هایـی بـرای دریافت الکتـرون از حاملین الکترون ($NADH$ و $FADH_2$) در زنجیرهٔ انتقال الکترون دارند. همچنیـن یاخته‌های دارای تنفس بی‌هوازی نیز آنزیم‌هایی برای دریافت الکترون از حاملین الکترون ($NADH$) در فرایند تخمیر دارند. (به هر حال یاخته‌ای باید دوباره‌سازی NAD^+ کند تا زنده بماند!)

هرچه باید برای کنکور در مورد CO_2 بدانید

- به عنوان مادهٔ اولیه و منبع کربن در فتوسنتزکننده‌ها و سایر جانداران تولیدکننده برای ساخت مواد آلی به کار می‌رود.
- در اثر استفاده از سوخت‌های **فسیلی** و همچنین با استفاده از سوخت‌های **زیستی** ایجاد می‌شود.
- طی اکسـایش پیرووات و چرخهٔ کربس در تنفس یاخته‌ای هوازی، مرحلهٔ دوم تخمیر الکلی و مرحلهٔ آخر تنفس نوری گیاهان ایجاد می‌شـود ولی در **تخمیر لاکتیکی** و مراحل قندکافت تولید نمی‌شود.
- بیشـترین مقـدار آن (۷۰٪) **در خون** بـه صورت **یون بی‌کربنات** و به کمک عمل کربنیک‌انیدراز گویچهٔ قرمز منتقل می‌شـود ولـی مقداری از آن (حدود ۲۳٪) با اتصال به هموگلوبین و فقط مقدار کمی از آن (حدود ۷٪) نیز به صورت محلول در پلاسما منتقل می‌شود.
- در مجاورت مویرگ بافتی به صورت برگشت‌**پذیر** به هموگلوبین متصل شده و در نزدیکی شش از آن جدا می‌شود.
- محل اتصال CO_2 به هموگلوبین با محل اتصال O_2 و CO متفاوت می‌باشد.
- در بصل‌النخاع گیرنده‌های **شیمیایی** حساس به CO_2 وجود دارد که با تحریک آن‌ها آهنگ تنفسی **زیاد** می‌شود.
- **سرخرگ ششی** خروجی از بطن راست، بیشترین نسبت CO_2 را در مقایسه با سایر رگ‌های بدن دارد.
- CO_2 همانند سایر گازهای تنفسی به صورت محلول در خون وجود دارد و با انتشار هم از راه منافذ و هم از دیوارهٔ مویرگ عبور می‌کند.
- CO_2 با اثر بر اسـتراحت دادن به ماهیچه‌های **صاف** دیوارهٔ رگ‌ها، **سرخرگ‌های کوچک را گشاد کرده** و هم‌چنین در پی آن بندارهٔ مویرگی انتهای آن‌ها را با به اسـتراحت درآوردن ماهیچه‌ها **باز** می‌کند تا میزان جریان خون **موضعی** بافت را افزایش دهد.
- افزایش CO_2 در خون با تحریک گیرنده‌های **شیمیایی** سرخرگ‌های **بزرگ**، به کمک سیستم **عصبی** سبب سازوکار **انعکاسی** برای **حفظ فشار خون سرخرگی** می‌شود.
- CO_2 در مرحلهٔ اکسـایش پیرووات تا تولید اسـتیل CoA توسـط آنزیم‌های موجود در غشـای درونی راکیزه تولید می‌شـود. در چرخهٔ کربس نیز توسط آنزیم‌های موجود در بسترهٔ راکیزه در دو مرحله تولید CO_2 صورت می‌گیرد.

۳۹۸۹ (۲) زیاد بودن نسبت $\frac{ADP}{ATP}$، نشان دهندهٔ کمبود انرژی یا ATP در بدن می‌باشد. در این صورت بدن به تنفس یاخته‌ای بیشتر و تجزیهٔ چربی و بالاخره پروتئین می‌پردازد و در طولانی‌مدت سبب ضعف سیستم ایمنی می‌شود (مثلاً پروتئین‌های دفاعی بدن را تجزیه می‌کند) و ذخیرهٔ این **مواد کاهش می‌یابد** (درستی گزینهٔ (۲) و نادرستی گزینهٔ (۴)).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱) و (۳):** کم بودن نسبت $\frac{ADP}{ATP}$، زیادی انرژی در بدن را نشان می‌دهد که در این صورت واکنش‌های چرخهٔ کربس و گلیکولیز برای تولید یا اکسایش پیرووات و استیل کاهش می‌یابند. در این حالت چون نیاز به ATP کم می‌شود، پس فعالیت هورمون‌های تیروئیدی و تجزیهٔ گلیکوژن به گلوکز هم کاهش می‌یابد.



۳۹۹۰ (۴): تمامی موارد عبارت را به درستی تکمیل می‌نمایند.

بررسی موارد (الف) هورمون‌های یددار غدهٔ تیروئید (T_3 و T_4) میزان تجزیهٔ گلوکز در یاخته‌های بدن انسان را افزایش می‌دهند. (فصل ۴ یازدهم) بنابراین با اثر این هورمون‌ها فعالیت آنزیم‌های مرحلهٔ اول تنفس هوازی (قندکافت) افزایش می‌یابد. (ب) آنزیم *ATP*ساز موجود در غشای داخلی میتوکندری در ساخت *ATP* به روش اکسایشی نقش دارد. در اثر اتصال کربن مونوکسید به هموگلوبین‌های موجود در خون، انتقال اکسیژن به یاخته‌ها به شدت کاهش پیدا کرده و فعالیت آنزیم‌های قسمت هوازی تنفسی (مانند آنزیم *ATP*ساز) کاهش می‌یابد. (ج) با توجه به متن کتاب درسی، در صورتی که مقدار *ATP* کم و مقدار *ADP* زیاد باشد، فعالیت آنزیم‌های درگیر در قندکافت و چرخهٔ کربس افزایش می‌یابد. یکی از فعالیت‌های آنزیم‌های درگیر در چرخهٔ کربس، ساخت حاملین الکترون (*NADH* و $FADH_2$) می‌باشد. (د) در اثر از بین رفتن گیرنده‌های انسولین موجود در غشای یاخته، میزان ورود گلوکز به یاخته کاهش یافته (فصل ۴ یازدهم) و فعالیت آنزیم‌های درگیر در قندکافت و اکسایش پیرووات هم کاهش می‌یابد.

۳۹۹۱ (۳): در صورت زیادی *ADP* و کمبود *ATP* (گزینه‌های (۲) و (۳)) واکنش‌های هوازی و تولید CO_2 کم بوده است و فعالیت کربنیک‌انیدراز کاهش یافته است. (نادرستی گزینهٔ (۲)) از طرفی فعالیت‌های تنفسی هوازی و مصرف گیرنده‌های الکترونی زیاد می‌شود. (درستی گزینهٔ (۳)) برعکس اگر نسبت *ATP* به *ADP* بالا باشد (گزینه‌های (۱) و (۴))، واکنش‌های قندکافت و هوازی کاهش می‌یابند (نه اینکه متوقف شوند.) و بدن به سمت ذخیرهٔ مواد و عدم انرژی‌زائی با چربی و پروتئین می‌رود پس ضعف ماهیچه نمی‌دهد.

۳۹۹۲ (۳): موارد (الف)، (ب) و (د) صحیح می‌باشند. سؤال در مورد فرایند بی‌هوازی تخمیر است که دو نوع الکلی و لاکتیکی آن در کتاب بررسی شده است.

بررسی موارد (الف) **درست.** خط کتاب درسی در مورد تخمیر است که در تخمیر، راکیزه و عوامل آن مثل *FAD* و استیل و کربس و زنجیرهٔ انتقال الکترون نقش ندارند. (ب) **درست.** در تخمیر و تنفس هوازی اولین اکسایش در قند C_3 قندکافت و کاهش برای NAD^+ رخ می‌دهد. (ج) نادرست. تخمیر به بازسازی NAD^+ می‌پردازد که نوعی مادهٔ دی‌نوکلئوتیدی است (نه نوکلئوتید). (د) **درست.** آخرین گیرندهٔ الکترون در تنفس هوازی، O_2 معدنی و در تخمیر مادهٔ آلی پیرووات یا اتانال است.

موارد مقایسه	تخمیر الکلی	تخمیر لاکتیکی	تنفس هوازی
محل انجام	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم	درون راکیزه (در سیتوپلاسم)
در کدام نوع یاخته‌ها حضور دارد؟	پروکاریوت و یوکاریوت	پروکاریوت و یوکاریوت	یوکاریوت و پروکاریوت
مرحلهٔ اول قندکافت	+	+	+
تولید *ATP*	+ (در سطح پیش‌ماده)	+ (در سطح پیش‌ماده)	+ (پیش‌ماده و اکسایشی)
تولید کربن‌دی‌اکسید	+ (دو عدد)	−	+ (۶ عدد)
کاهش NAD^+ و تولید *NADH*	فقط در مرحلهٔ اول (قندکافت)	فقط در مرحلهٔ اول (قندکافت)	در مرحلهٔ اول و دوم دارد.
اکسایش *NADH* و تولید NAD^+	همزمان با کاهش اتانال است.	همزمان با کاهش پیرووات است.	همزمان با کاهش جزء اول زنجیره است.
ترکیب نهایی	$2ATP$+ اتانول + CO_2	پیرووات +$2ATP$	H_2O - CO_2 - *ATP*
مصرف اکسیژن	−	−	+
ترکیب اولیهٔ اکسایش شده	قند C_3 گلیکولیز	قند C_3 گلیکولیز	قند C_3 گلیکولیز
ترکیب اولیهٔ کاهش یافته	NAD^+ گلیکولیز	NAD^+ گلیکولیز	NAD^+ گلیکولیز
ترکیبی نهایی که کاهش می‌یابد؟	اتانال	پیرووات	اکسیژن معدنی
ترکیبی نهایی که اکسایش می‌یابد؟	*NADH*	*NADH*	اول *NADH* و سپس $FADH_2$
سرنوشت پیرووات	ابتدا یک CO_2 از دست می‌دهد.	با الکترون‌گیری کاهش می‌یابد.	ابتدا یک CO_2 داده و سپس کاهش می‌یابد.
هدف نهایی	بازسازی NAD^+ و تولید مداوم *ATP*	بازسازی NAD^+ و تولید مداوم *ATP*	تأمین *ATP*
کاربرد معرفی شده در کتاب درسی	ورآمدن نان و در گیاهان	تولید فراورده‌های شیری و خوراکی‌هایی مانند خیارشور - فعالیت شدید ماهیچه‌ها - گیاهان	کسب انرژی لازم مناسب

۳۹۹۳ (۴) سؤال در مورد تخمیر الکلی است که مرحلهٔ اول آن قندکافت و مرحلهٔ دوم ادامهٔ تخمیر است. در هر دو مرحله در انتها ATP در قندکافت و NAD^+ در مرحلهٔ دوم، مواد نوکلئوتیدی هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** NAD^+ که اولین کاهش یافته و $NADH$ که آخرین اکسایش یافته هستند هر دو دی‌نوکلئوتیدی هستند. **گزینهٔ (۲):** CO_2 منظور است که در مرحلهٔ دوم تولید می‌شود. **گزینهٔ (۳):** مادهٔ اکسایش یافتهٔ اولیهٔ قند C_3 و مادهٔ نهایی کاهش یافتهٔ اتانال دوکربنی است.

۳۹۹۴ (۳) سؤال در مورد **تخمیر لاکتیکی** می‌باشد که در مرحلهٔ اول آن که گلیکولیز است، مولکول‌های ATP سه‌فسفاتهٔ پرانرژی در غیاب O_2 تولید می‌شوند. (درستی گزینهٔ (۳)) از طرفی **پیرووات** سه‌کربنه توسط $NADH$ پرانرژی **دچار واکنش کاهش** می‌شود (نادرستی گزینهٔ (۲)). **در واکنش‌های تخمیر لاکتیکی** CO_2 **آزاد نمی‌شود** (نادرستی گزینهٔ (۱)) ولی تولید ATP به عنوان مولکول پرانرژی سه فسفاته **گلیکولیز** صورت می‌گیرد. گزینهٔ (۴) نیز صحبت از **چرخهٔ کربس** یا تنفس هوازی کرده است که در مورد سؤال که تخمیر لاکتیکی است نادرست می‌باشد.

۴۰۵ تخمیر لاکتیکی

مراحل	محل واکنش	واکنش	پیش‌ماده‌ها	محصولات	گیرنده الکترون و پروتون	دهندهٔ الکترون و پروتون
مرحلهٔ اول (قندکافت)	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم	C_6 ← $2C_3$ پیرووات ($2ATP$ ، $2NADH, 2H^+$)	C_6 (گلوکز) $2ADP$ - $2NAD^+$	$2C_3$ (پیرووات) $2ATP$ $2(NADH, H^+)$	$2NAD^+$	قند C_3 یک‌فسفاته
مرحلهٔ دوم	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم	$2C_3$ پیرووات ← $2C_3$ لاکتات ($2NADH, 2H^+$ ، $2NAD^+$)	پیرووات $2C_3$ $2NADH, H^+$	لاکتات $2C_3$ $2NAD^+$	پیرووات‌ها	$NADH$

۳۹۹۵ (۳) موارد (الف) و (ب) صحیح‌اند.

بررسی موارد (الف) **درست.** در تبدیل اتانال به اتانول در تخمیر الکلی، اتانال الکترون‌های $NADH$ را می‌گیرد در نتیجه واکنش از نوع کاهشی است. (ب) **درست.** در تبدیل پیرووات به لاکتات در تخمیر لاکتیکی، پیرووات الکترون‌های $NADH$ را می‌گیرد در نتیجه واکنش از نوع کاهشی است. (ج) نادرست. در تبدیل پیرووات به بنیان استیل، پیرووات الکترون‌های خود را به NAD^+ می‌دهد در نتیجه واکنش از نوع **اکسایشی** است. (د) نادرست. تبدیل مولکول ۵ کربنی به ۴ کربنی در چرخهٔ کربس دیده می‌شود که از نوع واکنش‌های اکسایشی و همراه با تولید $NADH$ است.

۴۰۶ مواد اکسایش و کاهش یافتهٔ هر تنفس

موارد مقایسه	قندکافت	اکسایش پیرووات	چرخهٔ کربس	زنجیرهٔ انتقال الکترون	تخمیر الکلی	تخمیر لاکتیکی
اولین مادهٔ اکسایش یافته	قندسه‌کربنی یک‌فسفاته	پیرووات	مادهٔ شش کربنی	$NADH$	قند سه‌کربنی قندکافت	قند سه‌کربنی قندکافت
اولین مادهٔ کاهش یافته	NAD^+	NAD^+	NAD^+	پمپ اول	NAD^+	NAD^+
آخرین مادهٔ اکسایش یافته	—	—	عنوان نشده ولی چهارکربنه	$FADH_2$	$NADH$	$NADH$
آخرین مادهٔ کاهش یافته	—	—	عنوان نشده ولی NAD^+	مولکول O_2	اتانال	پیرووات

۳۹۹۶ (۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند. فرایند تولید خیارشور طی تخمیر لاکتیکی می‌باشد. این سؤال مقایسهٔ مرحلهٔ بعد از قندکافت در تخمیر لاکتیکی با مرحلهٔ قندکافت تنفس هوازی است.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** هر دو قسمت شباهت می‌باشد چون CO_2 ایجاد نمی‌کنند ولی پیرووات و لاکتات، سه‌کربنی بدون فسفات هستند. (ب) **نادرست.** تغییر در عدد اکسایش پیرووات ویژهٔ کاهش آن در تخمیر لاکتیکی است. از طرفی ADP فقط در قندکافت ایجاد می‌شود. (ج) **نادرست.** در هر دو فرایند NAD^+ یا $NADH$ دونوکلئوتیدی ایجاد می‌شوند و مادهٔ فسفات‌دار $NADH$ یا قند C_3 اکسایش می‌یابند. (د) درست. مادهٔ دوکربنی در هیچ‌کدام نداریم و اکسایش مادهٔ نوکلئوتیدی در تخمیر برای $NADH$ صورت می‌گیرد.

۳۹۹۷ (۴) در تخمیر لاکتیکی پیرووات با گرفتن الکترون‌های $NADH$ احیا می‌شود. یاخته‌های نرم‌آکنهٔ هوادار سازوکاری است که درختان حرا توسط آن کمبود اکسیژن خود را جبران می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هر دو نوع تخمیر الکلی و لاکتیکی در تداوم قندکافت نقش دارند. در تخمیر الکلی بعد از قندکافت، طی دو مرحله ابتدا پیرووات به اتانال تبدیل شده و سپس اتانول تولید می‌شود، ولی تخمیر لاکتیکی مرحلهٔ دوم آن یک واکنش است. **گزینهٔ (۲):** در تخمیر الکلی مولکول CO_2 از پیرووات آزاد می‌شود و اتانال تولید می‌شود. لاکتات تولید شده در تخمیر لاکتیکی باعث تحریک گیرنده‌های درد می‌شود. (در مرحلهٔ دوم تخمیر لاکتیکی تغییر تعداد کربن انجام نمی‌شود.) **گزینهٔ (۳):** تخمیر لاکتیکی در تهیهٔ خیارشور نقش دارد. تخمیرها در صورت نبود اکسیژن **کافی** هم انجام می‌شوند نه اینکه اکسیژن کلاً نباشد.

۳۹۹۸ (۲) موارد (الف) و (د) صحیح هستند. مورد A، رشته‌های ماهیچه‌ای تند (سفید) و مورد B، رشته‌های ماهیچه‌ای کند (قرمز) است. تارهای ماهیچه‌ای تند، **بیشتر** انرژی خود را از راه تنفس بی‌هوازی و کمتر از راه **هوازی** به دست می‌آورند. تارهای ماهیچه‌ای کند، **بیشتر** انرژی خود را از راه تنفس هوازی و کمتر از راه بخش بی‌هوازی از نوع تخمیر لاکتیکی به دست می‌آورند.

بررسی موارد الف) **درست.** در تنفس یاخته‌ای بی هوازی، لاکتیک‌اسید تولید می‌شود و تجمع آن سبب درد می‌شود. درد نوعی حس پیکری سازش‌ناپذیر است. ب) نادرست. دقت کنید همواره برای ورود مواد به چرخهٔ کربس نیاز است که ابتدا اکسایش پیرووات در راکیزهٔ سیتوپلاسمی رخ دهد ولی این عمل برای تنفس هوازی است (نه بی‌هوازی). ج) نادرست. طی تنفس هوازی در یاختهٔ A، ابتدا گلوکز در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم تجزیه می‌شود. د) **درست.** منظور تخمیر لاکتیکی است که آخرین سه‌کربنی آن لاکتات است که برای تولید آن از پیرووات نه CO_2 تولید می‌شود (نه ATP).

۳۹۹۹ : ۲) در فعالیت ماهیچهٔ دوسر ران، اگر تولید لاکتیک‌اسید کم شود، یعنی O_2 کافی به بدن رسیده است و در ماهیچه، به جای تخمیر لاکتیکی، واکنش‌های تنفس **هوازی** زیاد شده است و بیکربنات خون زیاد می‌شود چون طی تنفس هوازی تولید CO_2 زیاد شده است. (دقت کنید که در تنفس هوازی برخلاف بی‌هوازی فعالیت کربنیک‌انیدراز زیاد شده و مقدار تولید بیکربنات در خون بالا می‌رود.)

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۴):** طی تنفس هوازی، فرایندهای تولید CO_2 و کربنیک‌اسید در بدن به همراه تولید ATP زیاد می‌شوند. در این صورت مصرف O_2 مناسب بوده است. **گزینهٔ (۳):** با کاهش تولید CO_2، تنفس هوازی و چرخهٔ کربس نیز کاهش می‌یابد.

۴۰۰۰ : ۱) فقط مورد (د) درست است. دور تا دور تارچه‌های ماهیچه‌ها را شبکهٔ آندوپلاسمی پرکلسیم فرا گرفته است که مقداری Ca^{2+} در خود ذخیره دارد. طی هر نوع انقباض در ماهیچه، با تحریک عصبی مقداری Ca^{2+} را به داخل تارچه‌ها وارد می‌کند (درستی مورد (د)).

بررسی موارد الف) انقباضی از ماهیچه‌های اسکلتی که سبب **تغییر در قطر ماهیچه** شود، در عبور خون سیاهرگی مؤثر می‌باشد. ب) دقت کنید که اولاً راکیزه‌های ماهیچه، درون سیتوپلاسم یاختهٔ ماهیچه‌ای قرار دارند (نه داخل تارچه‌ها که جایگاه قرارگیری پروتئین‌های انقباضی می‌باشند). و ثانیاً در برخی موارد ضمن کمبود O_2، یاخته‌های ماهیچه‌ای تنفس بی‌هوازی به صورت تخمیر لاکتیکی انجام می‌دهند. در تخمیر، تشکیل $FADH_2$ که طی چرخهٔ کربس دیده می‌شود، صورت نمی‌گیرد. ج) الکترون‌گیری پیرووات‌ها توسط مولکول $NADH$، طی تنفس **بی‌هوازی لاکتیکی** انجام می‌گیرد. دقت کنید یاخته‌های ماهیچه‌ای انسان، فقط در ورزش شدید و یا در شرایط کاهش اکسیژن به سمت واکنش‌های بی‌هوازی می‌روند.

۴۰۰۱ : ۱) فقط مورد (ج) صحیح است. یاخته‌های **کبد** و **ماهیچه**، می‌توانند گلیکوژن ذخیره و در موقع لزوم آن را به گلوکز هیدرولیز کنند.

بررسی موارد الف) نادرست. کبد، گلوکز را علاوه‌بر مویرگ‌های منتهی به سرخرگ کبدی از مویرگ‌های متصل به **سیاهرگ باب** نیز می‌گیرد که خون **تیره** دارند. ب) نادرست. دقت کنید که گلوکزی که در یاخته‌های **ماهیچه‌ای** از تجزیهٔ گلیکوژن تولید می‌شود، **به مصرف خود یاخته می‌رسد** و انرژی یاختهٔ ماهیچه‌ای را تأمین می‌کند و به خون آزاد **نمی‌شود**، در نتیجه یاخته‌های ماهیچه‌ای **برخلاف** کبدی **برای گلوکاگون گیرنده ندارند.** ج) **درست.** همهٔ یاخته‌های زنده، در مرحلهٔ **اول** تنفس یاخته‌ای (گلیکولیز)، ATP را **در سطح پیش‌ماده** می‌سازند. د) نادرست. پذیرندهٔ **نهایی** الکترون‌های $NADH$، در فرایند **تخمیر** بی‌هوازی نوعی مولکول **آلی** است. یاخته‌های **کبدی** تخمیر ندارند و فقط الکترون‌ها را طی تنفس هوازی به O_2 می‌دهند.

۴۰۰۲ : ۳) منظور سؤال از دو نوع محصول، تجمع لاکتیک‌اسید و اتانول می‌باشد. دقت کنید که مرحلهٔ اول هر تخمیری، فرایند قندکافت است که طی هر دو نوع تخمیر، مادهٔ اولیهٔ اکسایش یافته قند C_3 فسفاته در گام سوم قندکافت است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** درتخمیر گیرندهٔ الکترونی NAD^+ بازسازی می‌شود (نه حامل الکترونی!). **گزینهٔ (۲):** در قندکافت (مرحلهٔ اول تخمیر)، CO_2 تولید نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ دوم تخمیر، $NADH$ اکسایش می‌شود که دی‌نوکلئوتیدی است (نه نوکلئوتید).

تنفس بی‌هوازی (تخمیر)
- تخمیر در گیاهان
  - هر دو نوع تخمیر الکلی و لاکتیکی در گیاهان وجود دارد.
  - **تجمع** الکل یا لاکتیک اسید در یاختهٔ گیاهی به مرگ آن می‌انجامد، بنابراین باید از یاخته‌ها دور شوند.
  - گیاهانی که به‌طور طبیعی در شرایط غرقابی رشد می‌کنند، سازوکارهایی برای تأمین اکسیژن مورد نیاز دارند
    - یا به کمک شُش ریشه‌ها، از هوا O_2 می‌گیرند.
    - یا پارانشیم پرهوا دارند.
  - تشکیل بافت پارانشیم هوادار در گیاهان آبزی (آزولا، توبره‌واش) و شُش ریشه در درخت حَرّا مثالی از این سازوکارها هستند.

۴۰۰۳ : ۱) طی گلیکولیز، اسید دوفسفاته با تولید دو ATP، تبدیل به پیرووات می‌شود. از اینجا به بعد دو مسیر برای رسیدن به مولکول دوکربنی وجود خواهد داشت. اگر پیرووات وارد مسیر تنفس هوازی شود، با آزاد شدن یک مولکول کربن‌دی‌اکسید، ترکیب دوکربنی استیل تولید خواهد شد ولی اگر پیرووات وارد مسیر تخمیر الکلی شود، با از دست دادن یک مولکول کربن‌دی‌اکسید به یک ترکیب دوکربنی (اتانال) تبدیل می‌شود که سپس اتانول را به وجود خواهد آورد. تنها مورد اول دربارهٔ هردوی این مسیرها درست است.

بررسی موارد الف) **درست.** برای تولید ATP در گام نخست، ADP نیاز است. در گام بعدی و در هر دو مسیر، CO_2 آزاد می‌شود. ب) نادرست. تولید NAD^+ در اثر مصرف $NADH$، فقط در مسیر تخمیر الکلی (و نه در مسیر هوازی) زمانی که اتانال به اتانول تبدیل می‌شود، رخ می‌دهد. ج) نادرست. آزاد شدن CO_2 که در هردوی مسیرها مشترک است اما در مسیر هوازی NAD^+ برای تولید استیل **مصرف** می‌شود در حالی که در مسیر بی‌هوازی، با مصرف اتانال، NAD^+ **تولید** می‌شود. د) نادرست. مصرف $NADH$ در مسیر هوازی (تا مرحلهٔ تولید استیل) رخ نمی‌دهد.

۴۰۰۴ : ۱) همهٔ موارد، عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند. یاخته‌هایی که توانایی تغییر و تنظیم تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی را دارند، همان یاخته‌های **یوکاریوتی** هستند. واکنش‌های مربوط به تجزیهٔ گلوکز، همان تنفس هوازی و بی‌هوازی (تخمیر الکلی و لاکتیکی) هستند.

بررسی موارد الف) منظور سؤال تنفس هوازی است که آزاد شدن کربن‌دی‌اکسید در میتوکندری انجام می‌شود (نه در فضای آزاد سیتوپلاسم). ب) منظور سؤال تخمیر الکلی است، ولی طی تخمیر الکلی در زمان تولید کربن‌دی‌اکسید، اصلاً الکترون منتقل نمی‌شود. ج) منظور سؤال گلیکولیز است که در آن از انرژی ATP استفاده می‌شود؛ ولی این انرژی در پیوند پرانرژی بین فسفات‌ها وجود دارد و این انرژی از پیوند بین قند و فسفات تأمین نمی‌شود. د) انتقال الکترون‌های پرانرژی ترکیبات نوکلئوتیددار $NADH$ و $FADH_2$ در یاخته‌های یوکاریوتی، فضای بین دو غشاء میتوکندری انجام می‌شود.

مرحلهٔ تنفسی	قندکافت	اکسایش پیرووات تا استیل کوآنزیم A	اکسایش استیل در چرخهٔ کربس	زنجیرهٔ انتقال الکترون	واکنش‌های تخمیر لاکتیکی بعد از قندکافت	واکنش‌های تخمیر الکلی بعد از قندکافت
تولید ATP در سطح پیش‌ماده	**دارد**	ندارد	**دارد**	ندارد	ندارد	ندارد
تولید ATP اکسایشی	ندارد	ندارد	ندارد	**دارد**	ندارد	ندارد
تولید حامل الکترونی $NADH$ (دی‌نوکلئوتیدی)	**دارد**	**دارد**	**دارد**	ندارد	ندارد	ندارد
تولید حامل الکترونی $FADH_2$ (دی‌نوکلئوتیدی)	ندارد	ندارد	**دارد**	ندارد	ندارد	ندارد
H_2O به عنوان محصول نهایی	ندارد	ندارد	ندارد	**دارد**	ندارد	ندارد
دوباره‌سازی NAD^+ (گیرنده الکترونی)	ندارد	ندارد	ندارد	**دارد**	**دارد**	**دارد**
دوباره‌سازی FAD (گیرنده الکترونی)	ندارد	ندارد	ندارد	**دارد**	ندارد	ندارد
تولید CO_2	ندارد	**دارد**	**دارد**	ندارد	ندارد	**دارد**

۴۰۰۵ (۳) سؤال در مورد تجزیهٔ کامل گلوکز است. پس اصلاً نباید به تخمیرها کاری داشته باشد. گزینهٔ (۳) جواب است چون در هر چرخهٔ کربس، طی اکسایش یک مولکول استیل دوکربنی، دو مولکول CO_2 آزاد می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تولید پیروات در مرحلهٔ بی‌هوازی یا قندکافت صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۲):** تخمیر الکلی یا لاکتیکی در تجزیهٔ کامل گلوکز مفهومی ندارد (مرحلهٔ بی‌هوازی را با تنفس بی‌هوازی اشتباه نگیرید. مقصود از مرحلهٔ بی‌هوازی واکنش‌های تجزیهٔ کامل گلوکز، قندکافت است). **گزینهٔ (۴):** در گلیکولیز که بخش بی‌هوازی تنفس است، قند دوفسفاته، ADP و اسید دوفسفاته تولید می‌شود (پس سه نوع مادهٔ دوفسفاته تولید می‌شود).

۴۰۰۶ (۳) بافت پیوندی رشته‌ای انسان فقط تنفس هوازی دارد. یادتان باشد در انسان فقط برای ماهیچهٔ اسکلتی و گویچهٔ قرمز فرایند تخمیر را در نظر بگیرید. تبدیل گلوکز به دو اسید سه‌کربنی دوفسفاته در بخشی از **قندکافت** رخ می‌دهد که طی آن هنوز تولید پیروات‌ها و ATP صورت نگرفته است ولی ADP و $NADH$ تشکیل شده‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** حامل الکترونی $NADH$ به همراه یک H^+ تولید می‌شود ولی حامل الکترونی $FADH_2$ به همراه پروتون تولید نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** تخمیر و الکترون‌گیری پیروات، در بافت پیوندی صورت نمی‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** اکسایش **کامل** پیروات و محصولات آن (یعنی $NADH$ و $FADH_2$) انتهای چرخهٔ کربس و زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌باشد که مقدار زیادی ATP هم در چرخهٔ کربس و هم اکسایشی در زنجیرهٔ انتقال الکترون ایجاد می‌شود (دقت کنید که تبدیل پیروات به استیل، فقط مرحله‌ای از اکسایش پیروات می‌باشد! ولی وقتی در تست از اکسایش **کامل** گلوکز یا پیروات صحبت می‌کند باید تا انتهای تنفس را در نظر بگیرید، مانند وقتی که برای تنفس هوازی می‌گویند تجزیهٔ کامل گلوکز و منظور تا آخر زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌باشد).

۴۰۰۷ (۳) تخمیر لاکتیکی و الکلی مانند تنفس هوازی با قندکافت آغاز می‌شوند و پیروات ایجاد می‌کنند. در واکنش ابتدایی قندکافت، با مصرف گلوکز و دو عدد ATP یک مولکول فروکتوز فسفاته و دو عدد ADP تولید می‌شود. ADP و فروکتوز فسفاته هر دو دارای دو گروه فسفات در ساختار خود می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در تخمیر الکلی نخستین ترکیبی که اکسایش می‌یابد، قندفسفاتهٔ ساخته شده در قندکافت می‌باشد. این ترکیب همانند پیروات سه اتم کربن دارد. **گزینهٔ (۲):** در آخرین واکنش با مصرف پیروات و $NADH$، لاکتات و NAD^+ تولید می‌شود. تنها لاکتات توانایی تحریک گیرنده‌های درد در انسان را دارد. **گزینهٔ (۴):** در تخمیر الکلی، با مصرف پیروات، کربن‌دی‌اکسید و اتانال تولید می‌شود. کربن‌دی‌اکسید پس از تولید، الکترونی نمی‌گیرد و کاهش نمی‌یابد.

۴۰۰۸ (۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد (الف) **درست.** در تنفس هوازی، در نهایت، **انرژی** الکترون‌ها (نه خود الکترون‌ها که به O_2 می‌رسند.) به ATP منتقل می‌شود که یک ترکیب آلی است. (ب) **درست.** در تنفس بی‌هوازی الکلی یا لاکتیکی نیز **انرژی** الکترون‌ها به ATP و نوعی مادهٔ آلی اسیدی یا الکلی منتقل می‌شود که ترکیبات آلی می‌باشند. (ج) **درست.** در تخمیر لاکتیکی یا الکلی، الکترون‌های پرانرژی در نهایت به یک گیرندهٔ الکترون **آلی** مثل پیروات یا اتانال می‌رسند. (د) نادرست. در تنفس هوازی، الکترون‌های پرانرژی در نهایت در تشکیل آب دخالت می‌کنند و به اکسیژن به عنوان یک ترکیب معدنی منتقل می‌شوند.

نکته

دقت کنید که در تنفس هوازی، الکترون‌ها به یک مادهٔ معدنی به نام اکسیژن می‌رسند ولی **انرژی** آن‌ها در هر نوع تنفس یاخته‌ای در ماده‌ای آلی به نام ATP ذخیره می‌شود.

۴۰۰۹ (۴) وقتی یاختهٔ کبدی، آمونیاک مصرف می‌کند، یعنی آن را با CO_2 ترکیب می‌کند تا اوره بسازد، پس در یاختهٔ کبدی، مصرف آمونیاک با مصرف CO_2 همراه می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در یاختهٔ کبدی با تنفس هوازی و مصرف پیروات، مقدار تولید CO_2 زیاد می‌شود. از طرفی CO_2 با آمونیاک در کبد ترکیب شده و اوره تولید می‌شود. **گزینهٔ (۲):** در بدن انسان، تخمیر لاکتیکی و تولید لاکتیک‌اسید ویژهٔ یاخته‌های ماهیچه‌ای و گویچهٔ قرمز می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** با افزایش تولید اریتروپویتین، مقدار گویچهٔ قرمز زیاد شده و با جذب O_2 بیشتر، واکنش‌های تنفس هوازی و تولید ATP اکسایشی افزایش می‌یابند.

۴۰۱۰ (۳) ماهیچهٔ اسکلتی، تنفس هوازی یا تخمیر لاکتیکی بی‌هوازی دارد. در شرایطی که اکسیژن‌رسانی به یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی کافی باشد، پیروووات حاصل از قندکافت وارد واکنش‌های اکسایش می‌شود و در غیر این صورت با گرفتن الکترون‌های $NADH$ و بازسازی NAD^+ (گیرندهٔ الکترون در قندکافت) به لاکتیک‌اسید تبدیل می‌شود. لاکتیک‌اسید و پیروووات هر دو دارای سه کربن می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در تخمیر الکلی، اتانال دوکربنی با گرفتن الکترون‌های $NADH$ به اتانول دوکربنی تبدیل می‌شود، بنابراین اتانول تعداد الکترون‌های بیشتری نسبت به اتانال دارد. اما دقت کنید که ماهیچه‌های اسکلتی تنها می‌توانند تخمیر لاکتیکی انجام دهند.

نکتهٔ مهم

در واکنش‌های مربوط به اکسایش پیروووات، ابتدا یک کربن پیروووات به صورت CO_2 آزاد می‌شود؛ سپس با انتقال الکترون به NAD^+، $NADH$ تولید می‌شود (نادرستی گزینهٔ (۲)).

گزینهٔ (۴): در واکنش‌های مربوط به اکسایش پیروووات، کوآنزیم A به استیل متصل شده و استیل کوآنزیم A ورودی به چرخهٔ کربس را می‌سازد. دقت کنید که استیل کوآنزیم A، بیش از دو عدد کربن دارد (به دلیل اینکه کوآنزیم A هم یک ترکیب آلی است و کربن دارد).

۴۰۱۱ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** درست. منظور سؤال در گزینهٔ (۱) $NADH$ می‌باشد که در تنفس هوازی به پمپ اول زنجیرهٔ انتقال الکترون و در تخمیر الکلی به اتانال و در لاکتیکی به پیروووات الکترون می‌دهد که همگی مادهٔ آلی هستند. **گزینهٔ (۲): نادرست.** این گزینه برای اکسایش استیل در چرخهٔ کربس است که $FADH_2$. $NADH$ ایجاد می‌کند. $NADH$ به هر سه پمپ زنجیره الکترون می‌دهد. **گزینهٔ (۳):** درست. منظور NAD^+ طی تخمیر الکلی است که در قندکافت هر یاختهٔ زنده مصرف می‌شود. **گزینهٔ (۴):** درست. در مورد NAD^+ تخمیر لاکتیکی برای کاهش پیروووات منظور است که در اکسایش پیروووات و چرخهٔ کربس کاربرد دارد.

۴۰۱۲ (۳) موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند. درانسان کبد و ماهیچهٔ اسکلتی تولیدکنندهٔ گلیکوژن از گلوکز هستند. که کبد برخلاف ماهیچه فقط تنفس هوازی دارد و به الکترون‌گیری پیروووات در تخمیر لاکتیکی نمی‌تواند بپردازد.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** منظور ماهیچهٔ اسکلتی است که ماهیچه توانایی تولید اریتروپویتین مورد نظر را برخلاف کبد و کلیه‌ها ندارد. (ب) **نادرست.** عبارت در مورد کبد است ولی منبع اختصاصی انرژی، کرآتین فسفات برای ماهیچه است. (ج) درست. در مورد انقباض ماهیچهٔ اسکلتی و اعصاب پیکری و سپس تحریک گیرندهٔ وضعیتی در اثر تغییر کشش آن صحیح است. (فصل ۳ یازدهم) (د) **نادرست.** کبد، تخمیر ندارد ولی الکل سبب بافت مردگی آن می‌شود.

۴۰۱۳ (۱) فقط مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. طی تخمیر الکلی در مخمر نان، اتانال کاهش می‌یابد و به اتانول تبدیل می‌شود. (ب) نادرست. در مرحلهٔ دوم تخمیر لاکتیکی برای تولید محصولات شیر، پیروووات سه کربن کاهش می‌یابد که نوکلئوتیدی نیست. (ج) **درست.** در تنفس هوازی CO_2 و آب برای فعالیت کربنیک‌انیدراز تولید می‌شوند. در قندکافت قند سه کربنی و در بخش هوازی پیروات سه کربنی اکسایش می‌یابند. (د) در مورد تخمیر الکلی و لاکتیکی گیاهان و دفع اتانول دوکربنی و لاکتیک‌اسید سه کربنی نادرست است.

۴۰۸ انواع تنفس

نوع تنفس	اولین گیرندهٔ الکترونی	اولین دهندهٔ الکترون	دومین نوع گیرنده الکترونی	دومین دهندهٔ الکترون	سومین نوع گیرنده الکترونی	سومین دهندهٔ الکترون
هوازی	NAD^+ قندکافت	قند C_3 فسفاته	FAD در چرخهٔ کربس	پیروووات	O_2 در انتهای زنجیرهٔ انتقال الکترون	مادهٔ شش‌کربنی چرخهٔ کربس
تخمیر الکلی	NAD^+ قندکافت	قند C_3 فسفاته	اتانال دوکربنی	$NADH$	ندارد	ندارد
تخمیر لاکتیکی	NAD^+ قندکافت	قند C_3 فسفاته	پیروووات سه‌کربنی	$NADH$	ندارد	ندارد

۴۰۱۴ (۳) وجود NAD^+ برای تداوم قندکافت ضروری است که در آخرین مرحله از تخمیر الکلی در تبدیل اتانال به اتانول تولید می‌شود. طی تخمیر اتانال، الکترون می‌گیرد و عدد اکسایش اتانول از آن کمتر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** CO_2 هم در اکسایش هوازی پیروووات و هم در تخمیر الکلی ایجاد می‌شود. CO_2 در دو مرحله از چرخهٔ کربس هم ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۲):** مولکول $FADH_2$ فقط در چرخهٔ کربس تولید می‌شود که در دومین عضو زنجیرهٔ انتقال الکترون که عضوی کوچک و بدون نقش پمپ پروتونی است اکسایش می‌شود. **گزینهٔ (۴):** منظور لاکتیک‌اسید است که در قندکافت مصرف نمی‌شود.

۴۰۱۵ (۱) (باز هم قندکافت) *بابابون دیگه این نکته طرح تست طراحان عزیز نخ‌نما شده!* هر یاختهٔ زنده‌ای توانایی انجام واکنش‌های قندکافت را دارد پس پیروووات و $NADH$ می‌سازد و پس از آن در فرایند هوازی یا بی‌هوازی آن‌ها را مصرف می‌کند ولی $FADH_2$ و استیل‌کوآنزیم A مخصوص تنفس هوازی می‌باشند.

۴۰۱۶ (۱) فرایندهایی که با آزاد کردن CO_2 همراه می‌باشند، عبارت‌اند از: اکسایش پیروووات، چرخهٔ کربس و تخمیر الکلی و فرایندهایی که در آن‌ها CO_2 آزاد نمی‌شود، عبارت‌اند از: قندکافت و تخمیر لاکتیکی. فقط در تخمیر الکلی فرم اکسید $NADH$ تولید می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در هر دو فرایند قندکافت و تخمیر لاکتیکی، ترکیب سه‌کربنهٔ لاکتات و پیروووات تولید می‌شود. **گزینهٔ (۳):** فقط در اکسایش پیروووات، مولکول پیروووات اکسید شده و تعداد الکترون‌های آن کم می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در هر دو فرایند قندکافت و تخمیر لاکتیکی مولکول NAD^+ یا $NADH$ طی واکنش‌های کاهش و اکسایش تولید می‌شوند. این مولکول‌ها دارای دو نوکلئوتید و یک پیوند فسفودی‌استر هستند.

۴۰۱۷ (۴) باکتری‌هایی که دارای تنفس هوازی یا تخمیر الکلی هستند توانایی آزاد کردن CO_2 را دارند که همهٔ آن‌ها در واکنش‌های مرحلهٔ اول قندکافت، با مصرف دو مولکول ATP، مولکول قندی دوفسفاته به همراه ADP ایجاد می‌کنند. گزینهٔ (۱) فقط در مورد تخمیر الکلی و گزینه‌های (۲) و (۳) فقط در مورد تنفس هوازی صادق می‌باشند.

۴۰۱۸ (۲) در تخمیر الکلی اتانول تولید می‌شود که می‌تواند از جفت عبور کند و اثر سوء بر روی جنین داشته باشد. در صورت مصرف بیش از حد الکل، ممکن است شخص به مشکلات کبدی مبتلا شود. محل تولید لیپوپروتئین کبد است.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۴):** تخمیر لاکتیکی در تولید محصولات شیری نقش دارد و تجمع لاکتات تولیدی از آن باعث تحریک گیرنده‌های درد می‌شود. گیرنده‌های درد در لایهٔ اپیدرم پوست انسان قرار دارند. **گزینهٔ (۴):** تخمیر لاکتیکی باعث ترش شدن شیر می‌شود. در تخمیر لاکتیکی CO_2 آزاد نمی‌شود.

۴۰۱۹ ۱) فقط مورد (ب) نادرست است.

بررسی موارد (الف) درست. مولکول‌های گلوکز در انسان می‌توانند در یاخته‌های **کبدی و ماهیچه‌ای** (مثل دیافراگم) به صورت بسپاره گلیکوژن درآیند و ذخیره شوند. (ب) **نادرست.** تخمیر لاکتیکی فقط در یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی و گویچهٔ قرمز به صورت تنفس بی‌هوازی صورت می‌گیرد (نه در یاخته‌های غضروفی). (ج) درست. در همهٔ یاخته‌های هسته‌دار بدن از جمله یاختهٔ پوششی رودهٔ انسان، تنفس هوازی به همراه تولید CO_2 و H_2O و مقدار زیادی ATP وجود دارد. (د) درست. در همهٔ یاخته‌های زندهٔ بدن، قندکافت و تولید ترکیب شش‌کربنهٔ دوفسفاته در مرحلهٔ اول واکنش صورت می‌گیرد.

۴۰۲۰ ۳) فقط مورد (د) انجام نمی‌شود. یاختهٔ پوششی معده فقط تنفس هوازی داشته و هر سه مورد اول را در تنفس هوازی دارد.

بررسی موارد (الف) **درست.** طی فرایند قندکافت اسید سه‌کربنی دوفسفاته به پیرووات تبدیل می‌شود که پیرووات طی چرخهٔ اکسایش پیرووات در تنفس هوازی اکسید شده و $NADH$ تولید می‌شود. (ب) **درست.** در چرخهٔ کربس که جزء تنفس هوازی است یک اتم کربن از ترکیب پنج‌کربنه به صورت CO_2 آزاد می‌شود. (ج) **درست.** در چرخهٔ کربس استیل کوآنزیم A به ترکیب چهارکربنه متصل و ترکیب شش‌کربنه تشکیل و سپس کوآنزیم A جدا می‌شود. (د) نادرست. در تخمیر الکلی و تنفس بی‌هوازی الکترون‌های $NADH$ توسط اتانال دریافت می‌شود که در این یاخته صورت نمی‌گیرد.

۴۰۲۱ ۱) **همهٔ** یاخته‌های زنده طی **گلیکولیز**، با مصرف گلوکز در غیاب اکسیژن، ترکیبات سه‌کربنی مختلف (قندفسفاته، اسید دوفسفاته، پیرووات) می‌سازند. دقت کنید که یاخته‌های فتوسنتزکنندهٔ یوکاریوتی نیز، رنگیزه‌های جاذب نور را **در غشای یاخته‌ای خود ندارند** بلکه در **غشای تیلاکوئیدهای** درون کلروپلاست رنگیزهٔ جاذب نور دارند. همچنین یاخته‌های گیرندهٔ نوری چشم نیز **درون غشای یاخته‌ای خود رنگیزه جذب‌کننده نور ندارند** بلکه رنگیزه‌ها در غشای ساختارهایی درون یاخته‌های گیرنده قرار گرفته‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** مولکول‌های ATP می‌توانند به روش‌های مختلفی از جمله تولید **در سطح پیش‌ماده، روش نوری** و **روش اکسایشی** ساخته شوند. **گزینهٔ (۳):** یاخته‌های **فتوسنتزکننده**، در چرخهٔ **کالوین** با ترکیب CO_2 و ریبولوزبیس‌فسفات، مولکول شش‌کربنی ناپایداری می‌سازند. **گزینهٔ (۴):** انتقال الکترون‌های $NADH$ به پیرووات یا پذیرندهٔ آلی دیگر، در فرایند **تخمیر** روی می‌دهد. همهٔ یاخته‌ها الزاماً تخمیر ندارند.

۴۰۲۲ ۴) همهٔ موارد صحیح می‌باشند. در صورتی که گیرندهٔ نهایی الکترون مادهٔ معدنی (O_2) باشد، نوعی تنفس هوازی بوده است. اگر گیرنده ترکیب دوکربنهٔ اتانال باشد، تخمیر الکلی است و تنفس بی‌هوازی و اگر گیرندهٔ الکترونی ترکیب سه‌کربنهٔ پیرووات باشد، تخمیر لاکتیکی و تنفس بی‌هوازی است.

بررسی موارد (الف) در تخمیر لاکتیکی امکان تحریک گیرنده‌های **درد** در سرخرگ‌ها به خاطر تجمع لاکتات وجود دارد (نه تخمیر الکلی). (ب) در تخمیر الکلی ابتدا مولکول CO_2 از پیرووات آزاد شده و سپس اتانال با گرفتن الکترون‌های $NADH$ احیا می‌شود. (ج) تولید دو نوع حامل الکترون $NADH$ و $FADH_2$ در چرخهٔ کربس رخ می‌دهد که جزء تنفس هوازی است نه بی‌هوازی. (د) در واکنش‌های مربوط به زنجیرهٔ انتقال الکترون در غشای درونی راکیزه، مولکول ATP در فضای درونی راکیزه تولید می‌شود.

۴۰۲۳ ۱) فقط مورد (الف) صحیح است. همواره در یاخته‌های زنده، اولین مرحلهٔ تنفس یاخته‌ای، قندکافت است که طی آن گلوکز تجزیه می‌شود. قندکافت در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم آغاز می‌شود. یاخته‌های ماهیچه‌ای و کبد در بدن فرد بالغ می‌توانند گلوکز را به صورت گلیکوژن ذخیره کنند و در مواقع نیاز آن را هیدرولیز کرده و گلوکز آزاد کنند.

بررسی موارد (ب) در یاخته‌هایی که تقسیم می‌شوند، تنظیم چرخهٔ یاخته‌ای در سه نقطه صورت می‌گیرد: انتهای G_1، انتهای G_2، انتهای مرحله متافاز تقسیم هسته. توجه کنید که بعضی یاخته‌ها مثل یاخته‌های ماهیچه‌ای اسکلتی و قلبی تقسیم نمی‌شوند و در مرحلهٔ G_0 چرخهٔ یاخته‌ای متوقف می‌شوند. (ج) فعالیت یاخته‌های کبد تحت تأثیر هورمون‌های شیمیایی مثل گلوکاگون و ... قرار دارد. همچنین فعالیت یاخته‌های ماهیچه‌ای نیز تحت تأثیر ناقلین عصبی قرار می‌گیرد. (د) سیاهرگ باب کبدی با تشکیل شبکهٔ مویرگی در کبد، گلوکز مورد نیاز یاخته‌های کبد را تأمین می‌کند. بنابراین کبد می‌تواند گلوکز را از خون تیره دریافت کند. البته دقت داشته باشید که کبد O_2 و گلوکز را از انشعابی با خون روشن از انشعابات آئورتی نیز دریافت می‌کند.

نکته

لنفوسیت‌های B و T نیز تا پیش از برخورد با آنتی‌ژن، در مرحلهٔ G_0 قرار دارند و پس از شناسایی آنتی‌ژن، از مرحلهٔ G_0 خارج می‌شوند.

۴۰۲۴ ۲) منظور سؤال ماهیچهٔ اسکلتی است که تنفس هوازی و تخمیر لاکتیکی دارد. در صورت کاهش تنفس هوازی، یاخته به سمت تخمیر لاکتیکی و قندکافت رفته و با تولید پیرووییک‌اسید میزان pH کم می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در یاخته‌های ماهیچهٔ انسانی تخمیر الکلی صورت نمی‌گیرد. **گزینهٔ (۳):** افزایش میزان سوخت‌وساز یاخته‌ها توسط هورمون‌های تیروئیدی درصورت ناکافی بودن اکسیژن بوده است، یعنی قبل از آن زنجیرهٔ انتقال الکترون کافی رخ نداده و در نتیجه آب و CO_2 کافی نبوده است. **گزینهٔ (۴):** خروج CO_2 در راکیزه طی تنفس هوازی رخ می‌دهد. با کاهش تنفس هوازی، در چرخهٔ قندکافت در گام سوم مصرف گروه‌های فسفات به دلیل تولید ATP زیاد، افزایش می‌یابد.

۴۰۲۵ ۳) در تخمیر الکلی و اکسایش پیرووات، پیرووات CO_2 آزاد می‌کند. در تخمیر الکلی اتانول تولید شده می‌تواند باعث اختلال در گفتار و حرکات بدن شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در تخمیر لاکتیکی پیرووات الکترون‌گیری می‌کند. درصورت **تجمع** لاکتیک‌اسید در یاخته‌های ماهیچه‌ای می‌تواند باعث تحریک گیرنده‌های درد شود (نه هرمولکول آن). **گزینهٔ (۲):** در گام اول بخش هوازی تنفس، پیرووات اکسید می‌شود. در این گام پیرووات تبدیل به ترکیب دوکربنی می‌شود. **گزینهٔ (۴):** ترکیب تولید شده در گام دوم قندکافت سه‌کربنه است ولی در اکسایش پیرووات استیل دوکربنی ایجاد می‌شود.

۴۰۲۶ ۳) یاخته‌های گیاهی توانایی انجام دو نوع تخمیر الکلی و لاکتیکی را دارند اما در صورتی که مادهٔ نهایی حاصل از این واکنش‌ها در یاخته جمع گردد، سبب مرگ آن می‌شود. بنابراین باید مواد نهایی حاصله دور نگه داشته شوند. در هر دو فرایند هم‌زمان با تولید NAD^+، ترکیب نهایی تولید می‌شود. چرا که باید کاهش (دریافت الکترون) توسط اتانال و یا پیرووات‌ها رخ دهد. در تخمیر لاکتیکی پیرووات و در تخمیر الکلی اتانال الکترون می‌گیرند و در نهایت به ترتیب لاکتیک اسید و اتانول (الکل) را به وجود می‌آورند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تنها در تخمیر الکلی، تولید کربن‌دی‌اکسید داریم (نه لاکتیکی!). **گزینهٔ (۲):** دقت کنید حین به وجود آمدن قند سه‌کربنی یک‌فسفاته در طی مرحلهٔ دوم قندکافت ATP تولید و مصرف نمی‌شود *(یادتون که نرفته! قندکافت بفش ابتدایی تمام تفمیرهاست!)*. **گزینهٔ (۴):** فقط در تخمیر لاکتیکی با به وجود آمدن ترکیبی سه‌کربنی (لاکتیک‌اسید) مولکول $NADH$ مصرف می‌شود! در الکلی ترکیب دوکربنی داشتیم!

۴۰۹ تخمیر

مرحله	مرحلهٔ اول	مرحلهٔ دوم	هدف کلی
تخمیر	قندکافت (گلیکولیز) بی‌هوازی	ادامه تنفس بی‌هوازی	کل واکنش در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم رخ می‌دهد. **راکیزه، زنجیرهٔ انتقال الکترون و اکسیژن** در آن نقشی ندارند. روشی برای تأمین انرژی **بدون** حضور O_2 کافی می‌باشد که بازسازی NAD^+ می‌کند.
مرحلهٔ اول تخمیر	-	-	همان قندکافت (گلیکولیز) بی‌هوازی در سیتوپلاسم است. چهار مرحله دارد که در نهایت $2ATP$، $2(NADH, H^+)$ و دو پیروات می‌سازد.
مرحلهٔ دوم تخمیر	-	-	انواع مختلفی مثل الکلی یا لاکتیکی دارد. به صورت بی‌هوازی در سیتوپلاسم می‌باشد. این دو نوع تخمیر، دوباره‌سازی NAD^+ را به کمک یک گیرندهٔ الکترونی **آلی** انجام می‌دهند.

۴۰۲۷ (۳): زنجیرهٔ انتقال الکترون قسمتی از بخش هوازی تنفس یاخته‌ای است که گاز CO بر آن اثر مستقیم دارد. این گاز هم انتقال O_2 توسط هموگلوبین را مختل می‌کند و هم در رسیدن الکترون به اکسیژن ممانعت می‌کند.

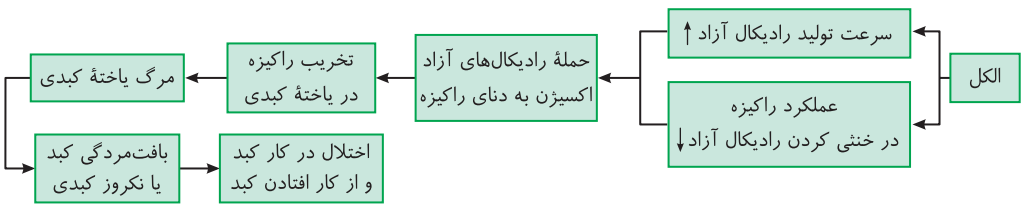
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** الکل سرعت تشکیل رادیکال‌های آزاد را افزایش می‌دهد و مانع از عملکرد میتوکندری در جهت کاهش آن‌ها می‌شود. در صورتی که مونواکسید با اتصال به هموگلوبین مانع واکنش اکسیژن در زنجیرهٔ انتقال الکترون میتوکندری می‌شود و از طرفی نیز سبب توقف واکنش مربوط به انتقال الکترون به اکسیژن می‌گردد. در حقیقت الکل، سیانید و کربن‌مونواکسید مقدار یون اکسید دو بار منفی را کاهش داده و احتمال تشکیل رادیکال آزاد از اکسیژن را زیاد می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** سیانید **همانند** کربن‌مونواکسید سبب توقف زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌شود و برخلاف هم عمل نمی‌کنند. **گزینهٔ (۴):** آنتوسیانین که نوعی پاداکسنده است برخلاف الکل مانع **اثر** رادیکال‌های آزاد می‌شود (الکل احتمال ایجاد رادیکال آزاد اکسید را زیاد می کند ولی آنتوسیانین‌ها مانع اثر این رادیکال‌های آزاد بر مولکول‌های زیستی می‌شوند).

۴۱۰ رادیکال‌های آزاد

تعریف رادیکال آزاد	عواملی هستند که به علت داشتن الکترون‌های جفت نشده در ساختار خود، واکنش‌پذیری بالایی دارند.
آسیب کلی در بدن	رادیکال‌های آزاد می‌توانند با مولکول‌های تشکیل دهنده **بافت‌های بدن** واکنش دهند و به آن‌ها آسیب برسانند. رادیکال‌های آزاد از عوامل ایجاد سرطان هستند.
عوامل مقابله کننده با رادیکال‌های آزاد	ترکیبات **پاداکسنده** مثل ترکیبات رنگی موجود در واکوئل‌ها (آنتوسیانین) و رنگ‌دیسه‌ها (کاروتنوئیدها) موجود در میوه‌ها و سبزیجات با رادیکال آزاد واکنش می‌دهند و مانع اثر تخریبی آن‌ها می‌شوند (آلکالوئیدها پاداکسنده نیستند).
تجمع رادیکال‌های آزاد	اگر سرعت تشکیل رادیکال‌های آزاد از سرعت مبارزه با آن‌ها بیشتر باشد، این رادیکال‌ها مثلاً در راکیزه‌ها جمع می‌شوند و سبب تخریب اندامک و یاخته می‌شوند.
علل تجمع رادیکال آزاد در راکیزه	الکل - نقص ژنی
اثر الکل در تجمع رادیکال آزاد راکیزه	○ الکل از یک طرف **سرعت** تشکیل رادیکال آزاد از اکسیژن را در راکیزه افزایش می‌دهد و از طرف دیگر مانع عمل راکیزه در خنثی کردن آن‌ها می‌شود. ○ رادیکال‌های آزاد به **دنای راکیزه** حمله کرده ← راکیزه و سپس یاخته را تخریب می‌کند ← بافت‌مردگی (نکروز کبدی) می‌دهد. ○ به همین دلیل نوشیدن زیاد مشروبات الکلی سبب اختلال در کار کبد می‌شود.
اثر نقص ژنی در رادیکال آزاد راکیزه	نقص در ژن سازندهٔ پروتئین‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون و **ایجاد پروتئین معیوب** سبب عدم قدرت خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد حاصل از حاصل از اکسیژن توسط راکیزه می‌شود.
عوامل توقف دهنده زنجیرهٔ انتقال الکترون	مواد سمی: - مواد سمی زیادی هستند که یک یا چند واکنش تنفس هوازی را متوقف کرده و سبب مرگ می‌شوند. سیانید: - واکنش **نهایی** مربوط به انتقال الکترون از پمپ سوم به O_2 را مهار می‌کند و مانع تولید یون‌های اکسید O^{2-} می‌شود. - سبب توقف زنجیرهٔ انتقال الکترون و تولید آب و ATP اکسایشی می‌شود. - برخی ترکیبات سیانیدداری که گیاه می‌سازد، پس از تجزیه شدن و ایجاد سیانید، برای جانور گیاه‌خوار سمی می‌باشد. گاز مونواکسید کربن (CO): الف) اثر بر هموگلوبین: - با اتصال به جایگاه اکسیژن در مولکول هموگلوبین، ترکیب **پایداری** با این ماده می‌دهد. - ظرفیت حمل O_2 را در خون کاهش می‌دهد. - سبب اختلال در واکنش‌های تنفس یاخته‌ای هوازی می‌شود. ب) گاز مونواکسید کربن علاوه‌بر اثر بر هموگلوبین، می‌تواند سبب توقف واکنش مربوط به انتقال الکترون‌ها به اکسیژن شود و مانع ایجاد O^{2-} برای تشکیل آب شود. دود سیگار و دود خارج شده از خودروها از منابع تولید مونواکسید کربن هستند.

۴۰۲۸ ۳ کاروتنوئیدها و آنتوسیانین‌ها اثر پاداکسنده دارند و مانع اثر تخریبی رادیکال‌های آزاد بر مولکول‌های زیستی شده و در پیشگیری از سرطان نقش مثبتی دارند. در نتیجهٔ کمبود مصرف آن‌ها با اختلال در تنظیم تقسیم یاخته‌ای، احتمال بروز **سرطان** را بالا می‌برد. سرطان افزایش بی‌رویهٔ رشد یاخته است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** سیانیدها در مرحلهٔ **نهایی** انتقال الکترون از پمپ سوم زنجیرهٔ انتقال الکترون به اکسیژن جلوگیری می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** در صورتی که مقدار گاز سمی CO زیاد شود، درصد حمل O_2 توسط هموگلوبین بسیار کم می‌شود. در این حالت تنفس یاختهٔ ماهیچه‌ای به سمت تخمیر لاکتیکی رفته و تولید CO_2 کاهش می‌یابد. **گزینهٔ (۴):** الکل سرعت تشکیل رادیکال آزاد از اکسیژن را بالا می‌برد و مانع عملکرد راکیزه در جهت کاهش آن می‌شود. دقت کنید که الکل احتمال انجام واکنش بین اکسیژن و الکترون‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون را کم می‌کند و سبب افزایش احتمال تولید رادیکال آزاد می‌شود.



۴۰۲۹ ۲ اختلال در پروتئین‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌تواند مانع رسیدن الکترون به اکسیژن و سپس ترکیب O^{2-} با پروتون‌ها شود. در این صورت تولید رادیکال آزاد اکسیژن زیاد می‌شود. می‌دانید که ژن‌های میتوکندری از تخمک مادر به ارث می‌رسند و این ژن‌ها در ایجاد عوامل مورد نیاز برای تنفس هوازی مؤثر می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یون اکسید دو بار منفی، رادیکال آزاد نمی‌باشد. **گزینهٔ (۳):** الکل، احتمال حملهٔ رادیکال‌های آزاد اکسیژن به **دنای حلقوی** میتوکندری را در یاختهٔ کبدی زیاد می‌کند. **گزینهٔ (۴):** کاروتنوئیدها و آنتوسیانین‌ها مانع تولید رادیکال آزاد نمی‌شوند بلکه مانع اثر تخریبی آن‌ها بر مولکول‌های زیستی می‌شوند.

۴۰۳۰ ۱ فقط مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. مونوکسیدکربن با اتصال به هموگلوبین مقدار حمل اکسیژن و تنفس هوازی را کم می‌کند. پس مقدار رادیکال آزاد اکسیژن هم کم می‌شود ولی اگر مانع انتقال الکترون به اکسیژن در زنجیرهٔ انتقال الکترون شود، مقدار رادیکال آزاد اکسیژن را زیاد می‌کند. (ب) نادرست. مواد آنتی اکسیدان مانع از اثر رادیکال آزاد می‌شوند. نه اینکه مقدار آن‌ها را کم کنند. (ج) **درست.** الکل و نقص ژنی سبب عملکرد نامناسب زنجیره می‌شوند ولی برخلاف سیانید و مونوکسیدکربن باعث توقف عمل آن نمی‌شوند. (د) نادرست. عمل فوق برای اکسایش پاداکسنده‌ها در راکیزه رخ می‌دهد (نه سبزدیسه).

۴۰۳۱ ۲ موارد (ج) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) درست. مولکول اکسیژن و یون اکسید، رادیکال آزاد نیستند. این اتم اکسیژن است که رادیکال آزاد می‌باشد. (ب) درست. الکل هم تولید رادیکال آزاد را سرعت می‌بخشد و هم مانع عمل راکیزه در خنثی شدن آن‌ها می‌شود. (ج) **نادرست.** نقص ژنی سبب تولید پروتئین معیوب می‌شود. پس تعداد اجزای سالم را کم می‌کند. (د) **نادرست.** یون اکسید، پروتون می‌گیرد (نه الکترون).

۴۰۳۲ ۱ فقط مورد (الف) صحیح است.

بررسی موارد (الف) **درست.** منظور اکسیژن است که مقداری از آن به صورت رادیکال آزاد می‌تواند به دنای راکیزه آسیب برساند. (ب) نادرست. قسمت اول در مورد اتانال است ولی اتانول الکلی است که به جنین آسیب می‌رساند. (ج) نادرست. تارهای تند منظور است که بیشتر تنفس بی‌هوازی دارند چون O_2 زیادی ندارند، رادیکال آزاد اکسیژن کمی ایجاد می‌کنند. (د) نادرست. در مورد تارهای کند یا قرمز است که راکیزهٔ بیشتری دارند. ولی تعداد دنا در هر راکیزه ربطی به این مسأله ندارد.

۴۰۳۳ ۱ فقط مورد (ب) صحیح است. سیانیدها، واکنش‌های **مرحلهٔ آخر** زنجیرهٔ انتقال الکترون در پمپ سوم را مختل کرده و مانع انتقال الکترون به اکسیژن می‌شوند که در پی آن، آب در راکیزه تولید نمی‌شود.

بررسی موارد (الف) تجزیهٔ $NADH$ در پمپ اول رخ می‌دهد ولی سیانید بر انتهای زنجیره اثر می‌گذارد. (ج) آنزیم ATPساز همان کانال پروتونی در غشای **درونی** راکیزه است (نه خارجی). (د) اولاً که پمپ شدن پروتون‌ها از فضای درونی یا بستره به فضای بین دو غشای راکیزه رخ می‌دهد و ثانیاً سیانید روی این واکنش‌ها اثر مستقیم ندارد.

۴۰۳۴ ۲ ماهیچهٔ دلتایی در صورت فعالیت شدید که اکسیژن کافی وجود ندارد، تخمیر لاکتیکی انجام می‌دهد و محصول قندکافت (پیرووات) در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم می‌ماند و وارد راکیزه نمی‌شود (نادرستی گزینهٔ (۲)).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** آنتی‌اکسیدان‌ها با رادیکال‌های آزاد واکنش می‌دهند و اکسایش می‌یابند (الکترون خود را به الکترون منفرد رادیکال آزاد می‌دهند) تا این رادیکال‌های آزاد از بین بروند و دسترسی به مولکول‌های زیستی (مثل نوکلئیک‌اسیدها) پیدا نکنند. (البته «پس از» در متن این گزینه یکم انتخاب نامناسبیه.) **گزینهٔ (۴):** دو نوع پروتئین ناقل الکترون در غشای راکیزه دیده می‌شود که یک نوعشان پمپ است و سه پروتئین به پمپ کردن H^+ به فضای بین دو غشا می‌پردازند و نقش مهمی در کاهش pH این فضا دارند ولی نوع دیگر با تغییر انرژی الکترون عبوری، سهم متفاوتی در انتقال یون‌های هیدروژن دارد. **گزینهٔ (۴):** سیانید بر روی پمپ سوم اثر می‌گذارد و مانع انتقال الکترون‌ها از آخرین جزء زنجیره به اکسیژن می‌شود و در نهایت زنجیرهٔ انتقال الکترون متوقف خواهد شد. توقف این فرایند، ساخته نشدن ATP را به دنبال خواهد داشت.

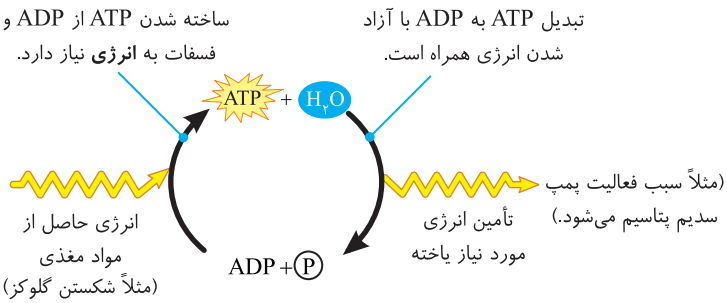
۴۰۳۵ ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح هستند. در شکل موردنظر (الف) معرف ADP و P و (ب) معرف ATP می‌باشد.

بررسی موارد (الف) **درست.** خروج ناقل عصبی با فرایند اگزوسیتوز صورت می‌گیرد که طی آن ATP با صرف انرژی، هیدرولیز می‌باشد. (ب) **درست.** ورود ADP برای تولید ATP در بخش هوازی، بار اول در سطح پیش‌ماده در چرخهٔ کربس و در آخر برای تولید ATP اکسایشی می‌باشد. (ج) **درست.** مصرف ATP فرایند ترجمه، فقط در مرحلهٔ طویل شدن صورت می‌گیرد. (د) نادرست. مصرف ATP (نه ADP) سبب تأمین انرژی برای پمپ سدیم - پتاسیم و عبور این دو نوع یون از غشا می‌شود.

۱۹۴ شکل‌نامهٔ تبدیل ATP به ADP و برعکس

تولید ATP طی واکنش سنتزآبدهی و مصرف آن طی واکنش هیدرولیز و مصرف آب صورت می‌گیرد.

در سنتزآبدهی به دلیل تولید آب، فشار اسمزی کاهش و در هیدرولیز به دلیل مصرف آب، فشار اسمزی بیشتر می‌شود.



نکات ترکیبی

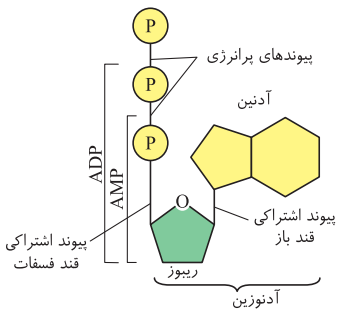
ترکیب با فصل ۱ زیست دهم: انرژی استفاده شده در انتقال فعال، **می‌تواند** از ATP تامین شود ولی در برون‌رانی و درون‌بری قطعاً ATP مصرف می‌شود.

ترکیب با فصل ۱ زیست یازدهم: پمپ سدیم - پتاسیم، برای انتقال یون‌ها از ATP استفاده می‌کند و همچنین سر میوزین در انقباض ماهیچه توانایی شکستن ATP را دارد.

۴۰۳۶ (۲) شکل سؤال، مولکول آدنوزین‌تری‌فسفات یا همان ATP را نشان می‌دهد. با توجه به ساختار ATP در شکل (۱) همین فصل، می‌توان گفت که اولین گروه فسفات به اتم کربن خارج از حلقهٔ قند، وصل می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پمپ سدیم - پتاسیم در غشای یاخته قرار دارد نه در داخل یاخته. **گزینهٔ (۲):** در ساختار مولکول دنا، ATP استفاده نمی‌شود زیرا قند آن ریبوز است. **گزینهٔ (۴):** در زنجیرهٔ انتقال الکترون در غشای داخلی راکیزه طی انتقال فعال، انرژی جنبشی الکترون‌ها توسط پمپ‌های پروتئینی مصرف می‌شود.

۱۹۵ شکل‌نامهٔ ساختار ATP



ATP دارای سه حلقه می‌باشد که حلقه‌های پنج‌ضلعی آن به هم متصل هستند و یکی از کربن‌های قند پنج‌کربنه ریبوز در خارج از حلقه و در اتصال به فسفات می‌باشد.

در ساختار ATP، یک حلقهٔ شش‌ضلعی و دو حلقهٔ پنج‌ضلعی آلی وجود دارد و بین باز آلی و فسفات‌ها هیچ پیوندی وجود ندارد.

قند برخلاف باز آلی فاقد توانایی ایجاد پیوند هیدروژنی می‌باشد.

ATP طی ۳ مرحله ساخته می‌شود:

۱) اضافه شدن گروه فسفات به آدنوزین: AMP ۲) اضافه شدن گروه فسفات به AMP : ADP ۳) اضافه شدن گروه فسفات به ADP : ATP

انرژی مولکول ATP در پیوندهای بین گروه‌های فسفات قرار دارد. از طرفی به مجموعهٔ ریبوز و باز آلی آدنین، آدنوزین گفته می‌شود.

۴۰۳۷ (۳) شکل صورت سؤال، آنزیم مؤثر در تشکیل ATP طی واکنش کرآتین‌فسفات و ADP را نشان می‌دهد که طی واکنش آن فسفات آزاد استفاده یا آزاد نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** این آنزیم دارای جایگاه فعال است که یکی برای کرآتین‌فسفات و دیگری برای ADP است. مولکول مصرفی سر میوزین‌ها، ATP می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** پیوند کووالانسی بین گروه‌های فسفات تشکیل می‌شود نه قند ریبوز و گروه فسفات. **گزینهٔ (۴):** امکان برخورد مناسب بین مولکول کرآتین‌فسفات (نه کرآتین) و آدنوزین‌دی‌فسفات را طی فعالیت خود افزایش می‌دهد (کرآتین به عنوان محصول آزاد می‌شود).

۱۹۶ شکل‌نامهٔ کرآتین‌فسفات

تولید ATP به سه روش صورت می‌گیرد:

- در سطح پیش‌ماده ← از فسفات آزاد استفاده نمی‌کند.
- اکسایشی ← از انرژی اکسایش مواد آلی استفاده می‌کند.
- نوری ← از انرژی نور خورشید استفاده می‌کند.



«ساخته شدن ATP در سطح پیش‌ماده»

کرآتین‌فسفات با دادن یک گروه فسفات به ADP، در تولید ATP نقش دارد؛ این واکنش در ماهیچه انجام می‌شود. با توجه به شکل محل اتصال همهٔ مواد در یک سمت این آنزیم می‌باشد.

آنزیم ساخت ATP در این واکنش ۲ جایگاه با ۵ محل اتصال دارد که در محل فعال خود فسفات از کرآتین جدا شده و به ADP وصل می‌شود.

کرآتین و ADP در دورترین فاصله نسبت به هم قرار می‌گیرند.

گروه فسفات مولکول کرآتین‌فسفات به خارجی‌ترین فسفات در ساختار ADP متصل می‌شود تا مولکول ATP ساخته شود.

هر پیش‌مادهٔ این آنزیم فسفات‌دار است ولی فقط یک محصول آن که ATP است فسفات دارد (کرآتین‌فسفات ندارد).

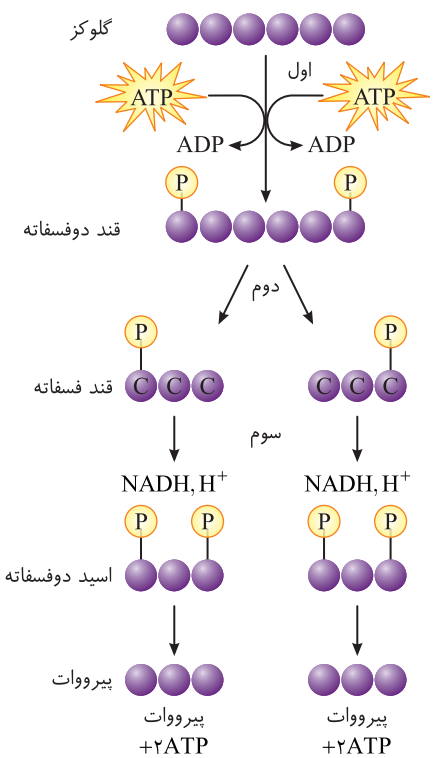
در این واکنش ابتدا یک پیوند اشتراکی بین کرآتین و فسفات شکسته و سپس یک پیوند اشتراکی بین فسفات و ADP تشکیل می‌شود.

موارد مقایسهٔ	در سطح پیش‌ماده	ساخته شدن اکسایشی	ساخته شدن نوری
محل انجام در یوکاریوت‌ها	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم	میتوکندری	کلروپلاست
منبع فسفات	مولکولی فسفات‌دار	فسفات‌های آزاد درون میتوکندری	فسفات‌های آزاد درون کلروپلاست
مصرف اکسیژن	–	+	–
تولید کربن‌دی‌اکسید	–	–	–
نیاز به زنجیرهٔ انتقال الکترون	–	+	+
تولید آب و مصرف انرژی	+	+	+
استفاده از انرژی شیب غلظت یون هیدروژن	–	+	+
مثال	تولید ATP از کراتین فسفات تولید ATP در مرحله چهارم قندکافت تولید ATP در چرخه کربس	تولید ATP توسط آنزیمی در غشای داخلی راکیزه	تولید ATP توسط آنزیمی در غشای تیلاکوئید سبزدیسه

۴۰۳۸ (۳) شکل (الف)، قندفسفاته و شکل (ب)، پیرووات را نشان می‌دهد. تولید پیرووات در گام ۴ از قندکافت همراه با مصرف *ADP* است. نوکلئوتید آدنین‌دار در مولکول *ADP* دارای دو حلقهٔ باز آلی که یکی از آن‌ها حلقهٔ ۵ ضلعی و یکی دارای قند ریبوز با حلقهٔ ۵ ضلعی است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در گام سوم قندکافت، با مصرف ترکیب قندفسفاته، فسفات نیز مصرف و ترکیب اسید دوفسفاته تولید می‌شود که در گیاهان هم ایجاد می‌شود (فسفات قابل دسترس گیاهان اندک است). **گزینهٔ (۲):** منظور از ترکیب قابل ترشح در نفرون، یون پروتون است که فقط در گام سوم تولید می‌شود؛ در حالی که تولید ترکیب (الف) در گام دوم صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** مصرف پیرووات اصلاً در قندکافت صورت نمی‌گیرد، بلکه در راکیزه طی اکسایش آن صورت می‌گیرد.

۱۹۷ شکل‌نامهٔ قندکافت (گلیکولیز)

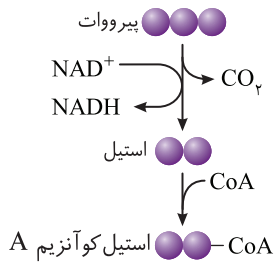


- فروکتوز فسفاته نسبت به گلوکز دارای سطح انرژی بالاتری می‌باشد چون انرژی دو *ATP* در آن است.
- فروکتوز فسفاته دارای دو فسفات بر روی کربن‌های دو انتهای خود در شماره ۱و۶ می‌باشد.
- در مرحله اول قندکافت، دو مولکول فسفات‌دار (ATP) مصرف شده و سه مولکول فسفات‌دار (دو مولکول ADP و یک فروکتوز فسفاته) تولید می‌شوند (پس هر محصولی فسفر دارد).
- در دومین مرحلهٔ قندکافت پیوند کربن - کربن شکسته می‌شود و پیش‌ماده همانند محصول قندی فسفاته می‌باشد.
- در مرحلهٔ سوم قندکافت، دو ترکیب اسیدی دارای دو فسفات و دو مولکول پرانرژی *NADH* که دارای دو نوکلئوتید تک‌فسفاته است، تولید می‌شود (پس هر پیش‌ماده و محصولی، فسفر دارد). در این مرحله مقدار فسفات آزاد در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم کم می‌شود.
- در مرحلهٔ چهارم قندکافت، شش مولکول فسفات‌دار (چهار مولکول ADP و دو مولکول اسید دوفسفاته) مصرف و چهار مولکول سه فسفاته (چهار ATP) تولید می‌شوند (فقط پیرووات فسفر ندارد!).
- در نخستین مرحلهٔ فرایند قندکافت، دو نوع مولکول دوفسفاته (ADP و فروکتوزفسفاته) تولید می‌شود و در آخرین مرحله دو نوع مولکول دوفسفاته (ADP و اسید دوفسفاته) مصرف می‌شوند.
- در روند قندکافت، پیوند بین دو اتم کربن در فروکتوزفسفاته، پیوند بین دو گروه فسفات در *ATP* و پیوند بین گروه فسفات و کربن در اسید دوفسفاته شکسته می‌شود.
- نسبت فسفات به کربن در فروکتوزفسفاته و قند فسفاته مشابه یکدیگر است.
- طی قندکافت، قند فسفاتهٔ سه‌کربنی اکسایش یافته و الکترون‌های آن برای کاهش دادن به NAD^+ منتقل می‌شوند.
- فقط در گام دوم قندکافت، فسفات در واکنش مصرف نمی‌شود.
- در اولین مرحلهٔ قندکافت همانند اولین مرحلهٔ چرخهٔ کالوین، یک مولکول شش‌کربنهٔ دو فسفاتهٔ ناپایدار تشکیل شده که به دو مولکول سه‌کربنهٔ فسفاته تجزیه می‌شود.
- بازده محصولات قندکافت، ۲*ATP*، دو پیرووات، $2H^+$ و ۲*NADH* است.
- طی قندکافت از هر قند، قند سه‌کربنی تا ایجاد هر پیرووات، یک NAD^+، فسفات و دو *ADP* مصرف می‌شود تا یک H^+، *NADH* و دو *ATP* تولید شود.

۴۰۳۹ (۲) موارد (ب) و (د) نادرست هستند. ترکیب (۱)، استیل کوآنزیم *A*، (۲) پیرووات و (۳) قند فسفاته در قندکافت است.

بررسی موارد (الف) درست. در مرحلهٔ اول اکسایش پیرووات، ابتدا CO_2 تولید می‌شود که این ماده در تنظیم قطر سرخرگ کوچک برای تنظیم موضعی خون مؤثر است. (ب) **نادرست.** مادهٔ (۳) یعنی قند فسفاته در مرحلهٔ سوم قندکافت که اکسایش شود، ابتدا فسفات مصرف می‌کند و سپس به مصرف NAD^+ می‌پردازد. (ج) درست. اکسایش استیل کوآنزیم *A*، مربوط به چرخهٔ کربس است. در هر مرحله‌ای از کربس که تعداد اتم کربن به تعداد یک عدد کم می‌شود، نشانهٔ آزاد شدن مولکول CO_2 است. (د) **نادرست.** اکسایش پیرووات در بخش هوازی تنفس رخ می‌دهد. ولی این عبارت در مورد تخمیر لاکتیکی است.

۱۹۸ شکل‌نامهٔ مراحل اکسایش پیرووات

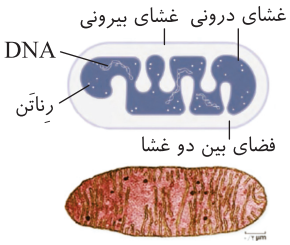


- فرایند اکسایش پیرووات، اولین قسمت از بخش هوازی تنفس است که پس از ورود پیرووات با انتقال فعال به راکیزه آغاز می‌شود.
- ترتیب مراحل چرخهٔ اکسایش پیرووات:
- پیرووات ← آزادشدن CO_2 ← تشکیل $NADH$ ← تشکیل بنیان استیل ← تشکیل استیل کوآنزیم A
- چون کوآنزیم A مولکولی **آلی** و دارای کربن است پس استیل کوآنزیم A دارای بیش از دو اتم کربن می‌باشد.
- در فرایند گلیکولیز و اکسایش پیرووات، **یک نوع** مولکول حامل الکترون $NADH$ تولید می‌شود اما در چرخهٔ کربس، دو نوع مولکول حامل الکترون $NADH$ و $FADH_2$ تولید می‌شود.
- بنیان استیل نسبت به پیرووات، دو اتم هیدروژن و یک اتم کربن و دو اتم اکسیژن کمتر دارد.
- در یاخته‌های یوکاریوتی، هر کربن‌دی‌اکسیدی که طی فرایند تنفس یاخته‌ای آزاد می‌شود، درون میتوکندری آزاد شده است.
- چرخهٔ کربس، گلیکولیز و اکسایش پیرووات؛ هر سه با کاهش pH محیط با آزادسازی یون هیدروژن همراه‌اند چون همراه با $NADH$، همواره یک H^+ نیز آزاد می‌شود.
- در گلیکولیز هم تولید ATP داریم و هم مصرف ATP؛ در چرخهٔ کربس فقط تولید ATP و در اکسایش پیرووات، ATP نه تولید می‌شود و نه مصرف و در آخر در پی زنجیرهٔ انتقال الکترون، ATP اکسایشی تولید می‌شود.
- تنظیم مقدار تنفس یاخته‌ای به ADP و ATP وابسته است و در گلیکولیز و چرخهٔ کربس (نه اکسایش پیرووات) انجام می‌شود.
- در اکسایش پیرووات آخرین مرحله وارد شدن CoA به ترکیب استیل و تشکیل استیل CoA است و در چرخهٔ کربس، اولین مرحله جدا شدن CoA از ترکیب است.
- در چرخهٔ کربس و اکسایش پیرووات برخلاف گلیکولیز، حامل/حاملین الکترون در میتوکندری تولید شده‌اند؛ نه در مایع و فضای سیتوپلاسم.

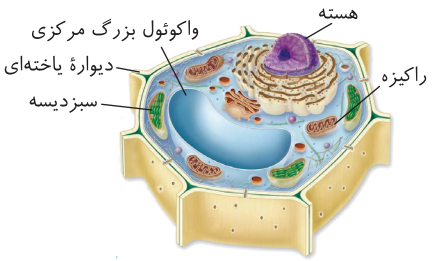
۴۰۴۰ (۲) موارد (الف) و (ج) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** شمارهٔ (۱) غشای داخلی راکیزه را نشان می‌دهد. در غشای داخلی راکیزه همهٔ پروتئین‌ها در تماس با بخش آب‌گریز غشا قرار دارند. (ب) درست. pH فضای بین دو غشای راکیزه با ورود یون‌های هیدروژن توسط پمپ‌های پروتئینی طی انتقال فعال، کم می‌شود ولی کانال سبب افزایش pH آن می‌شود. (ج) **نادرست.** شمارهٔ (۳) غشای خارجی راکیزه را نشان می‌دهد که برای ورود فعال پیرووات با انتقال فعال نیاز به پمپ دارد. (د) درست. شمارهٔ (۴) دنای حلقوی راکیزه را نشان می‌دهد که چند عدد است ولی در بررسی ژنوم باید فقط جایگاه‌های مختلف یکی از آن‌ها را بررسی کنیم. *(فصل ۴ یازده یا نه؟!)*

۱۹۹ شکل‌نامهٔ میتوکندری



- راکیزه اندامکی دوغشایی در یوکاریوت‌ها برای تبدیل ماده به انرژی است که واکنش‌های بخش هوازی تنفس را انجام می‌دهد.
- واکنش‌های اکسایش پیرووات، استیل و زنجیرهٔ انتقال الکترون در آن صورت می‌گیرد.
- غشای بیرونی صاف و درونی چین‌خورده به سمت داخل دارد که بیشترین ATP را فعالیت غشای درونی انجام می‌دهد.
- دنای حلقوی مستقل از هسته و رناتن مخصوص خود را دارد. دنای راکیزه ژنوم سیتوپلاسمی را ایجاد می‌کنند.
- پروتئین‌های مورد نیاز آن هم درون رناتن مخصوص و سادهٔ خودش و هم توسط رناتن‌های آزاد در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید می‌شود.



- در انتهای آکسون‌ها، هر یاخته با آندوسیتوز و اگزوسیتوز فراوان تراکم زیادی دارد.
- در فصل ۵ دهم آموختید که در یاخته‌های مکعبی نفرون‌ها، به صورت عمودبر غشای یاخته به تعداد فراوان حضور دارند.
- مطابق شکل در یک یاختهٔ گیاهی، راکیزه‌ها در نزدیک غشا، واکوئول، سبزدیسه و شبکهٔ آندوپلاسمی وجود دارند.
- اندازهٔ، طول و قطر اندامک راکیزه، خیلی بیشتر از ۰/۲ میکرومتر است.

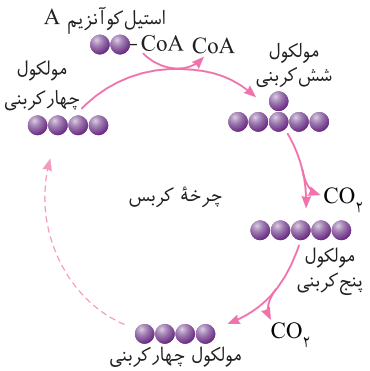
نکات ترکیبی

- ترکیب فصل‌های ۲ و ۴ و ۵ دهم: در یاخته‌هایی که به انرژی زیادی نیاز دارند (مثل یاخته‌های ماهیچه‌ای، یاخته‌های پوششی پرزهای روده، یاخته‌های ریزپرزدار لوله‌ی پیچ‌خورده‌ی نزدیک در گردیزه‌ها) تعداد زیادی میتوکندی وجود دارد.
- ترکیب فصل ۳ یازدهم: تعداد میتوکندری در تارهای ماهیچه‌ای کند بیشتر از تارهای ماهیچه‌ای تند است.

۴۰۴۱ (۲) شکل مرحلهٔ دوم چرخهٔ کربس است که ترکیب ۶ کربنه با از دست دادن یک اتم کربن به صورت مولکول CO_2، به ترکیب ۵ کربنه تبدیل می‌شود. قبل از چرخهٔ کربس، در چرخهٔ اکسایش پیرووات، مولکول پیرووات با از دست دادن یک اتم کربن به صورت مولکول CO_2 و آزاد کردن دو الکترون و پروتون و ایجاد H^+ و $NADH$ به گروه استیل تبدیل می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بعد از چرخهٔ کربس، زنجیرهٔ انتقال الکترون رخ می‌دهد. الکترون‌های مولکول $FADH_2$ از **دو** پمپ پروتئینی عبور می‌کنند ولی از پمپ اول زنجیره عبور نمی‌کنند. **گزینهٔ (۲):** تولید ATP در زنجیرهٔ انتقال الکترون توسط آنزیم ATPساز در بستره انجام می‌شود. با کاهش (نه اکسایش) اکسیژن، مولکول آب در بستره تولید که باعث کاهش فشار اسمزی آنجا می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در چرخهٔ قبل از کربس، پیرووات اکسید می‌شود نه کاهش. (کاهش پیرووات مربوط به تخمیر لاکتیکی است.)

۲۰۰ شکل‌نامهٔ چرخهٔ کربس



واکنش روبرو چرخهٔ کربس را نشان می‌دهد که محصولات این چرخه علاوه‌بر ترکیبات اصلی کربن‌دار تولیدی، در مراحل مختلف، شامل ATP، $NADH$ و $FADH_2$ است.

محصولات فوق، در بخش‌ها و مراحل مختلفی از این چرخه تولید می‌شوند ولی همگی در بسترهٔ راکیزه انجام می‌شوند.

$NADH$، $FADH_2$، $NADPH$، مولکول‌هـای دو نوکلئوتیـدی هسـتند و در سـاختار خـود واجـد یک پیوند فسفودی‌استر می‌باشند.

در طی واکنش‌های چرخهٔ کربس، هر ترکیبی که تعداد اتم کربن مشابه فروکتوز فسفاته دارد، ترکیب شش کربنی است ولی پایدار است و از وسط نصف نمی‌شود.

در طی واکنش‌های چرخهٔ کربس، هر ترکیبی که قادر به آزاد کردن کربن‌دی‌اکسید است ← ترکیب شش و پنج کربنی

تبدیل مواد چهارکربنی به چهار کربن اولیه در چند مرحله و بدون آزاد شدن CO_2 رخ می‌دهد.

در طی واکنش‌های چرخهٔ کربس، هر ترکیبی که قادر به واکنش با استیل کوآنزیم A است ← ترکیب چهارکربنی

در طی واکنش‌های چرخهٔ کربس، هر ترکیبی که پرانرژی است ← ATP، $FADH_2$ و $NADH$

در هر بار چرخهٔ کربس، ۲ کربن تحت عنوان اسـتیل با مولکول ۴کربنی پیوند می‌خورد و ۲ کربن تحت عنوان کربن‌دی‌اکسـید در ۲ مرحلهٔ متوالی خارج می‌شـود و چرخه با ترکیبات مختلف تکرار می‌شود.

واکنش‌های چرخهٔ کربس برای اکسایش استیل می‌باشد ولی اولین ماده‌ای که اکسایش می‌یابد در حقیقت شش کربنی می‌باشند.

در انتهـای کربس؛ آنچه از کل تنفس حاصل شـده اسـت؛ تعدادی حامل الکترون اسـت که در زنجیـرهٔ انتقال الکترون باید انـرژی‌اش را آزاد کند و تعدادی ATP و ۶ مولکول کربن‌دی‌اکسید است.

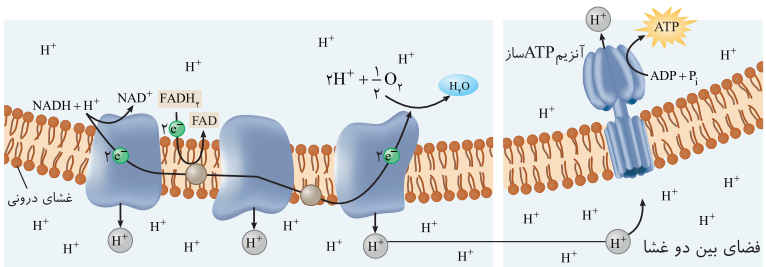
۴۰۴۲ (۴) شکل نوعی ترکیب ۶ کربنهٔ بدن را در تنفس یاخته‌ای نشان می‌دهد که در مرحلهٔ اول و دوم قندکافت به عنوان گلوکز و فروکتوزفسفاته مصرف و در مرحلهٔ اول چرخهٔ کربس تولید و در مرحلهٔ دوم مصرف می‌شود. موضوع مهم دیگر که باید به آن توجه کنید، قید **همواره** در صورت سؤال است.

بررسی مـوارد (الف) از این ماده فقط در چرخهٔ کربس که از این ترکیب مولکول CO_2 خارج می‌شود و در مرحلهٔ دوم قندکافت، پیوند کربن - کربن شکسته می‌شود ولی از گلوکز پیوندی شکسته نمی‌شود. (ب) محل مصرف این ترکیب در چرخهٔ کربس در فضای درونی راکیزه است اما در قندکافت در سیتوپلاسم می‌باشد. (ج) در چرخهٔ قندکافت در مرحلهٔ اول طی مصرف دو ATP، گلوکز به فروکتوز فسفاته تبدیل می‌شود. (د) در چرخهٔ قندکافت در مرحلهٔ دوم، ترکیب فروکتوز فسفاته شکسته و به دو ترکیب قند فسفاته تبدیل می‌شود.

۴۰۴۳ (۳) قسـمت‌های (الف) تا (د) به ترتیب $NADH$، NAD^+، $FADH_2$ و FAD می‌باشـند. در یاختهٔ ماهیچهٔ اسـکلتی، $NADH$ و $FADH_2$ هر دو در راکیزه اکسایش می‌شوند ولی $NADH$ می‌تواند طی تخمیر لاکتیکی هم در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم اکسید شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** $NADH$ علاوه‌بر راکیزه در قندکافت درون مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم هم تولید می‌شود و باید با عبور از غشا وارد راکیزه شود. **گزینهٔ (۲):** بازسازی مولکول‌های NAD^+ و FAD برای تنفس‌های بعدی و تولید مداوم ATP لازم است. **گزینهٔ (۴):** NAD^+ طی کاهش یافتن به $NADH$ و H^+ باردار تبدیل می‌شود که H^+ با پیوستن به یون اکسید به تولید آب می‌پردازد.

۲۰۱ شکل‌نامهٔ زنجیرهٔ انتقال الکترون در راکیزه



$NADH$هـای تولید شـده توسـط فرایند گلیکولیـز باید وارد میتوکندری شوند در نتیجه باید هم در غشای داخلی و هم در غشای خارجی راکیزه پروتئینی داشته باشیم که بتواند به همراه سـایر $NADH$ و $FADH_2$ هـای تولید شـده در راکیزه وارد زنجیرهٔ انتقال الکترون شـوند تا با اکسـایش خود انرژی لازم برای تولید ATP اکسایشی را ایجاد کنند.

غشای درونی راکیزه، چین‌خورده به سمت داخل است و در نتیجه بزرگ‌تر از غشای خارجی است.

زنجیرهٔ انتقال الکترون در غشای داخلی راکیزه شامل ۵ عضو است که ۳ پمپ پروتئینی (عبوردهندهٔ پروتون و ناقل الکترون) و دو مولکول کوچک فقط ناقل الکترون دارد.

پمپ‌های پروتئینی نوعی پروتئین سراسری هستند که در هر دو لایهٔ غشای داخلی راکیزه قرار دارند.

پمپ‌های پروتئینی با مصرف انرژی جنبشی الکترون‌ها، پروتون‌ها را طی انتقال فعال از فضای درونی راکیزه به فضای بین دو غشا منتقل می‌کنند.

با وارد شدن پروتون‌ها به فضای بین دو غشا، pH این قسمت اسیدی و pH فضای درونی راکیزه، قلیایی می‌شود.

بعد پمپ سـوم هیچ ناقلی الکترون وجود ندارد و الکترون‌ها را مسـتقیماً به اکسـیژن منتقل می‌کند؛ پمپ‌های قرار گرفته با استفاده از انرژی الکترون‌های داده شده به آن‌ها توسط حامل‌های الکترونی می‌توانند یون هیدروژن را جابه‌جا نمایند.

اولین مولکول کوچک ناقل الکترون، در بخش آب‌گریز غشا و دومین مولکول در بخش آبدوست لایهٔ خارجی غشای داخلی راکیزه بین پمپ دوم و سوم قرار دارد.

مولکول ناقلی که بین پمپ اول و دوم قرار دارد با هر دو لایهٔ فسفولیپیدی غشا در تماس است ولی مولکول ناقل بین پمپ دوم و سوم فقط با لایهٔ بیرونی در تماس است.

الکترون‌های آزاد شده طی اکسایش مولکول‌های $NADH$ ابتدا وارد پمپ پروتئینی اول شده و از هر ۵ عضو زنجیره عبور می‌کنند.

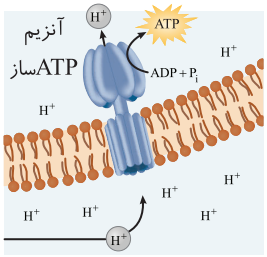
الکترون‌های آزاد شده طی اکسایش مولکول‌های $FADH_2$ ابتدا وارد مولکول کوچک ناقل الکترون قرار گرفته در بخش آب‌گریز غشا شده و از ۲ پمپ و دو پروتئین ناقل عبور می‌کنند. پس اکسایش هر مولکول $NADH$ نسبت به مولکول $FADH_2$ نقش بیشتری در تولید ATP دارد.

مولکول آب همانند ATP در فضای درونی راکیزه تولید می‌شود و فرایند تولید آب دو مرحله دارد:
- مرحلهٔ اول: کاهش O_2 و ایجاد یون اکسید
- مرحلهٔ دوم: پروتون‌گیری یون اکسید و تولید آب

۴۰۴۴ (۲) شکل آنزیم *ATP*ساز را نشان می‌دهد. یون‌های هیدروژن طی انتشار تسهیل شده از این آنزیم وارد فضای درونی راکیزه می‌شوند و آنزیم با مصرف این انرژی، در بستره *ATP* تولید می‌کند که چون با تولید آن، آب هم مصرف می‌شود، پس باعث افزایش فشار اسمزی محیط آن می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یون‌های هیدروژن طی انتشار تسهیل شده از این آنزیم وارد فضای درونی راکیزه می‌شوند که با توجه به شکل کتاب درسی هم از بخش کانالی و هم از بخش آنزیمی داخل آن عبور می‌کنند. **گزینهٔ (۳):** این آنزیم، جزئی از زنجیرهٔ انتقال الکترون محسوب نمی‌شود ولی مجموعه‌ای پروتئینی است (نه یک پروتئین). **گزینهٔ (۴):** آنزیم *ATP*ساز، مولکول *ATP* را در فضای درونی راکیزه تولید می‌کند. تولید ترکیب ۳ کربنه از ترکیب ۳ کربنهٔ دیگر در قندکافت در سیتوپلاسم یاخته رخ می‌دهد.

نکات مجموعهٔ آنزیمی *ATP*ساز



- آنزیم *ATP* ساز برای تولید *ATP*، از انرژی جنبشی پروتون‌ها مصرف می‌کند.
- آنزیم *ATP*ساز جزء زنجیرهٔ انتقال الکترون نیست ولی در پی فعالیت آن، شروع به عمل می‌کند.
- در مجموعهٔ آنزیمی *ATP*ساز، این پروتئین‌ها دو بخش دارند یک بخش کامل در عرض غشا قرار گرفته است و بخش دیگر وارد فضای داخلی راکیزه شده است. بخشی که در غشا قرار گرفته است بخش کانالی و بخشی که در فضای داخلی راکیزه قرار دارد بخش آنزیمی است که جایگاه فعال *ATP*سازی آن در کنار آن می‌باشد.
- آنزیم *ATP*ساز از خود الکترونی عبور نمی‌دهد ولی H^+ را از هر دو قسمت خود عبور می‌دهد.
- آنزیم *ATP*ساز دارای قسمتی سرمانند است که با لایه‌های فسفولیپیدی در تماس نیست.

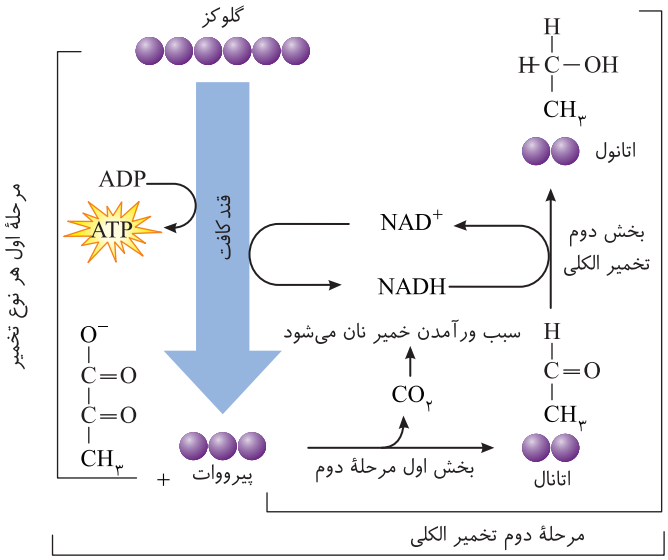
۴۰۴۵ (۲) شمارهٔ (۱) مولکول *NADH*، شمارهٔ (۲) ترکیب $FADH_2$ و شمارهٔ (۳) مولکول CO_2 را نشان می‌دهد که از قبل *ATP* ایجاد می‌شود و (۴) بیانگر H^+ است. اکسایش پیرووات با ورود پیرووات به راکیزه طی انتقال فعال شروع می‌شود. در اولین مرحله از اکسایش پیرووات، CO_2 آزاد می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** *NADH* شکل مقابل درون راکیزه است و نمی‌تواند در فرایند تخمیر لاکتیکی باشد. **گزینهٔ (۳):** در گام سوم قندکافت، ۲ ترکیب قندفسفاته به ۲ ترکیب اسید دوفسفاته تبدیل می‌شود که طی این تبدیل تعداد اتم‌های کربن تغییر نمی‌کند. در این گام یک یون هیدروژن در ازای تولید *NADH* تولید می‌شود نه $FADH_2$ که در (۲) مشخص است. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که شمارهٔ (۴) یون H^+ است که از کانال *ATP*ساز عبور کرده است ولی همراه با تولید مادهٔ (۲) یعنی $FADH_2$، یون H^+ تولید نمی‌شود.

۴۰۴۶ (۴) شکل مربوط به تخمیر الکلی است که اتانال دوکربنی به اتانول دوکربنی تبدیل می‌شود. الکل محصول این واکنش سبب ازدیاد رادیکال آزاد اکسیژن و کاهش یون اکسید می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تخمیر **لاکتیکی** در تولید فراورده‌های شیری و خوراکی نقش دارد (نه الکلی که در شکل وجود دارد). **گزینهٔ (۲):** در این مرحله، اتانال با گرفتن دو الکترون تبدیل به اتانول می‌شود ولی حامل الکترون *NADH* است که سه حلقهٔ آلی دارد. **گزینهٔ (۴):** اکسایش پیرووات در مرحلهٔ هوازی تنفس رخ می‌دهد.

۲۰۲ شکل‌نامهٔ تخمیر الکلی



تخمیر الکلی = مرحلهٔ اول (قندکافت) + مرحلهٔ دوم (تخمیر از پیرووات تا تولید اتانول)

- تخمیر الکلی دو مرحله دارد، مرحلهٔ اول آن قندکافت با تولید *ATP* و مرحلهٔ دوم آن با تولید NAD^+ و اتانول و CO_2 می‌باشد.
- در فرایند تخمیر الکلی همانند تنفس نوری و اکسایش پیرووات و چرخهٔ کربس، کربن‌دی‌اکسید تولید می‌شود.
- در تخمیر، دو یون هیدروژن طی گلیکولیز از دو قند فسفاته به محیط آزاد می‌شود و سپس دو یون هیدروژن طی بازسازی دو NAD^+ از محیط گرفته می‌شود و *pH* محیط ثابت می‌ماند.
- انرژی اتانول از اتانال بیشتر است چون انرژی الکترون‌های *NADH* در آن رفته است.
- در تخمیر الکلی، آزاد شدن CO_2 مقدم بر مصرف *NADH* و تولید NAD^+ است. آزاد شدن CO_2 در خمیر نان سبب ور آمدن خمیر نان می‌شود.
- به ازای هر گلوکز در تخمیر الکلی، ۲ مولکول CO_2 و ۲ مولکول اتانول تولید می‌شود البته دو *ATP* هم تولید می‌شود که در سطح پیش‌ماده مربوط به قندکافت بوده است.

تخمیر الکلی:
- مرحلهٔ اول (قندکافت) ← محصول نهایی ← $2ATP + 2H^+ + 2NADH$ + دو پیرووات
- مرحلهٔ دوم (ادامهٔ قندکافت) ← محصول نهایی ← $2NAD^+ + 2CO_2$ + دو اتانول
- محصول کل ← دو اتانول + دو CO_2 + دو *ATP*

- خروج یک کربن‌دی‌اکسید از پیرووات ممکن است منجر به تولید بنیان استیل در تنفس هوازی و یا مولکول اتانال در تخمیر الکلی شود که هر دو ترکیب، دوکربنی هستند.

۴۰۴۷ (۱) همهٔ موارد صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) اگر *ATP* باشد مرحلهٔ آخر قندکافت است که هم اسید دوفسفاته و هم پیرووات اسیدی هستند. (ب) اگر NAD^+ باشد مرحلهٔ تخمیر لاکتیکی است که در اولین عضو زنجیرهٔ انتقال الکترون هم بازسازی می‌شود. (ج) اگر *NADH* باشد قطعاً مرحلهٔ ۳ قندکافت است که پیش‌مادهٔ نوعی قند است. (د) اگر علامت سؤال H^+ باشد، در طی تولید $FADH_2$ ایجاد نمی‌شود.

۲۰۳ شکل‌نامهٔ تخمیر لاکتیکی

تخمیر لاکتیکی همانند تخمیر الکلی، به صورت بی‌هوازی و بدون نیاز به اکسیژن انجام می‌شود و آغاز هر دو فرایند با انجام فرایند قندکافت و تولید پیرووات می‌باشد و هر دو فرایند منجر به بازسازی NAD^+ می‌شوند. هر دو فرایند در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم انجام می‌شوند و پذیرندهٔ نهایی الکترون در هر دو فرایند، نوعی مولکول آلی (اتانال و پیرووات) می‌باشد.

تخمیر لاکتیکی یک مرحله‌ای است که طی آن با دوباره‌سازی NAD^+، تداوم تولید ATP در مرحلهٔ قندکافت صورت می‌گیرد.

در تخمیر لاکتیکی برخلاف تخمیر الکلی پذیرندهٔ نهایی الکترون پیرووات سه‌کربنی می‌باشد.

در تخمیر لاکتیکی همانند تخمیر الکلی، فقط یک نوع ترکیب حامل الکترون تولید می‌شود که همان $NADH$ تولید در گام سوم قندکافت است.

در طی تخمیر لاکتیکی، الکترون‌ها از یک مولکول $NADH$ گرفته شده و به یک مولکول سه‌کربنه به نام پیرووات داده می‌شوند.

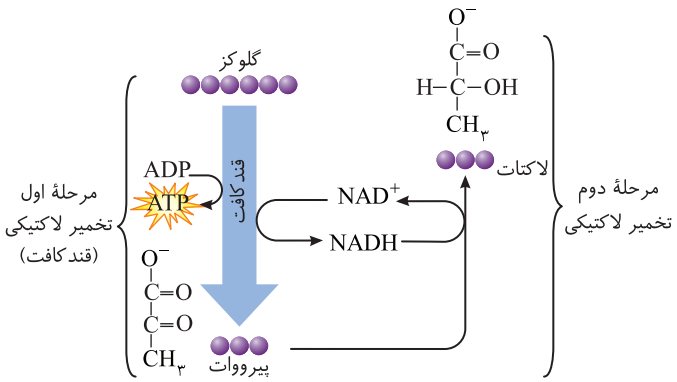
لاکتات و پیرووات هر دو سه‌کربنه هستند که انرژی لاکتات از پیرووات بیشتر است.

در تخمیر لاکتیکی برخلاف تخمیر الکلی CO_2 آزاد نمی‌شود که این تنها تنفس یاخته‌ای بدون تولید CO_2 می‌باشد.

انواعی از باکتری‌ها ترکیب لاکتیکی را انجام می‌دهند. در این بین، برخی از باکتری‌ها مانند آنچه در ترش شدن شیر روی می‌دهد، موجب فاسد شدن مواد غذایی می‌شوند. اما انواعی دیگر در تولید مواد غذایی به کار می‌روند. تخمیر لاکتیکی در تولید فراورده‌های شیری و خوراکی‌هایی مانند خیارشور نقش دارد.

تجمع لاکتیک‌اسید در ماهیچه‌ها گیرنده‌های سازش‌ناپذیر درد را تحریک می‌کند.

تجمع لاکتیک‌اسید و اتانول در گیاهان نیز باعث مرگ یاخته‌ای می‌شود. این عمل در ورزش شدید صورت می‌گیرد.



«تخمیر لاکتیکی. علت ترش شدن شیر، لاکتیک‌اسید است.»

۴۰۴۸ (۳): ترکیبات شش‌کربنی تنفس عبارت‌اند از گلوکز، فروکتوز فسفاته و محصول اول چرخهٔ کربس که هیچ‌کدام در غشای درونی راکیزه تولید نمی‌شود ولی لازم به یادآوری است که ساختار آن پیوند هیدروژنی دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** براساس شکل کتاب و با توجه به بخش خط‌چین چرخهٔ کربس نادرست است چون تعدادی ترکیب چهارکربنه در چرخهٔ کربس وجود دارد و همگی از مادهٔ پنج‌کربنی ایجاد نشده است. **گزینهٔ (۲):** دربارهٔ مراحل قندکافت نادرست است چون مثلاً تولید قند سه‌کربنی فسفاته از فروکتوز فسفاته، با اضافه کردن فسفات نمی‌باشد. **گزینهٔ (۴):** دربارهٔ تشکیل استیل دوکربنی نادرست است چون آنزیم سازندهٔ آن در غشای درونی راکیزه است.

هر ترکیب پرانرژی مؤثر در روند تنفس یاخته‌ای هوازی که ...	
درون میتوکندری تولید می‌شود.	ATP و $NADH$ و $FADH_2$
تنها در میتوکندری تولید می‌شود.	$FADH_2$
هم در میتوکندری و هم در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید می‌شود.	ATP و $NADH$
در روند **چرخهٔ کربس** تولید می‌شود.	ATP و $NADH$ و $FADH_2$
درون ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید می‌شود.	ATP و $NADH$
واجد **دو** نوکلئوتید می‌باشد.	$NADH$ و $FADH_2$
اکسایش آن به منظور **تداوم** تولید ATP در یاخته ضروری است.	$NADH$
در روند اکسایش پیرووات تولید می‌شود.	$NADH$
در روند قندکافت تولید می‌شود	ATP و $NADH$
هر فرایند مربوط به تنفس یاخته‌ای که...	
منجر به تشکیل $FADH_2$ می‌شود.	چرخهٔ کربس
باعث آزادشدن **کربن‌دی‌اکسید** می‌شود.	چرخهٔ کربس + اکسایش پیرووات
باعث تشکیل ترکیب **پنج**کربنه می‌شود.	چرخهٔ کربس
باعث تشکیل ترکیب **شش**کربنه می‌شود.	چرخهٔ کربس + قندکافت
با تشکیل ATP در سطح **پیش‌ماده** همراه است.	چرخهٔ کربس + قندکافت
باعث تشکیل ترکیب **چهار**کربنه می‌شود.	چرخهٔ کربس
باعث تشکیل ترکیب **سه**کربنه می‌شود.	قندکافت
با تشکیل ATP به روش **اکسایشی** همراه است .	زنجیره انتقال الکترون
منجر به تشکیل $NADH$ می‌شود.	چرخهٔ کربس + قندکافت + اکسایش پیرووات

۴۰۴۹ **۴**: موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح هستند.

بررسی موارد **الف** **درست.** براساس شکل پمپ‌های پروتونی صحیح می‌باشد. **ب** **درست.** دقت کنید که پروتون‌ها از سه پمپ که اغلب مولکول‌ها هستند عبور می‌کنند. **ج** **درست.** این عبارت در مورد پروتئین عضو دوم زنجیره در وسط غشا به صورت آب‌گریز است که از $FADH_2$ و پمپ اول، الکترون می‌گیرد. **د** نادرست. پمپ سوم، الکترون‌های خود را به اکسیژن می‌دهد (نه به یون اکسید).

۴۱۳ زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه و عوامل مرتبط با آن در غشای درونی راکیزه

مولکول	جزء زنجیرهٔ انتقال الکترون	انتقال الکترون	انتقال پروتون	بازده عمل	نحوهٔ قرارگیری
پمپ غشایی اول	می‌باشد	دارد	انتقال فعال H^+ به سمت فضای بین دو غشا دارد	با اکسایش $NADH$ سبب دوباره‌سازی NAD^+ می‌شود.	کاملاً در عرض غشای درونی می‌باشد. قسمت آب‌دوست و آب‌گریز دارد.
ناقل پروتئینی بین پمپ اول و دوم	می‌باشد	دارد	ندارد	با اکسایش $FADH_2$، سبب دوباره‌سازی FAD می‌شود.	به صورت **آب‌گریز** در وسط غشای درونی راکیزه می‌باشد.
پمپ غشایی دوم	می‌باشد	دارد	انتقال فعال H^+ به سمت فضای بین دو غشا دارد	الکترون را بین دو پروتئین ناقل کروی منتقل می‌کند.	کاملاً در عرض غشای درونی راکیزه است. قسمت آب‌دوست و آب‌گریز دارد.
ناقل پروتئینی بین پمپ دوم و سوم	می‌باشد	دارد	ندارد	فقط عبور الکترون	به صورت **آب‌دوست** در سطح **خارجی** غشای درونی راکیزه در تماس با فضای بین دو غشا می‌باشد.
پمپ غشایی سوم	می‌باشد	دارد	انتقال فعال H^+ به سمت فضای بین دو غشا دارد	الکترون‌های کم‌انرژی را به اکسیژن می‌دهد	کاملاً در عرض غشای درونی راکیزه می‌باشد. قسمت آب‌دوست و آب‌گریز دارد.
کانال پروتونی	**نمی‌باشد**	**ندارد**	انتشار تسهیل‌شده H^+ را به سمت بستره انجام می‌دهد.	قدرت تولید ATP **اکسایشی** دارد	قسمت آنزیمی آن با صرف انرژی **درون‌بستره** ATP می‌سازد.

۴۰۵۰ **۳**: دقت کنید که سؤال در مورد فرایند چرخهٔ کربس است که پس از اکسایش پیروات، دومین مرحلهٔ هوازی از تنفس یاخته‌ای است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: نادرست. در مرحلهٔ دوم و سوم چرخهٔ کربس CO_2 تولید می‌شود که به هموگلوبین درون گویچهٔ قرمز متصل می‌شود (نه سفید). **گزینهٔ (۲)**: نادرست. این عبارت در مورد گلیکولیز صحیح است نه کربس! **گزینهٔ (۳)**: **درست.** در مرحلهٔ دوم کربس از C_6 به C_5 تبدیل می‌شود ولی در مرحلهٔ اول تبدیل C_4 به C_6 را داریم. **گزینهٔ (۴)**: نادرست. سؤال در مورد چرخهٔ کربس است ولی قسمت اول در مورد اکسایش پیرووات است.

۴۰۵۱ **۲**: **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱)**: نادرست. از هر فروکتوز فسفاته در قندکافت، چهار ATP تولید می‌شود. **گزینهٔ (۲)**: **درست.** در چرخهٔ کربس، $NADH$، $FADH_2$ و ATP، حاوی انرژی هستند. **گزینهٔ (۳)**: نادرست. از اکسایش هر پیروات، یک CO_2 ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۴)**: نادرست. کاهش پیروات در تخمیر لاکتیکی است که فقط NAD^+ ایجاد می‌شود.

۴۰۵۲ **۲**: الکترون‌های $NADH$ هر سه پمپ ولی الکترون‌های $FADH_2$، فقط دو پمپ آخر زنجیرهٔ انتقال الکترون را فعال می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: نادرست. $NADH$ منظور است که در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم و راکیزه تولید می‌شود ولی رنای راکیزه فاقد رونوشت اگزون و اینترون است. **گزینهٔ (۲)**: **درست.** $FADH_2$ منظور است که فقط در راکیزه تولید می‌شود که غشای داخلی چین‌خورده و حاوی پروتئین بیشتری دارد. **گزینهٔ (۳)**: نادرست. $NADH$ در راکیزه هم تولید می‌شود ولی پروتئین غشای یاخته در رناتن آزاد در سیتوپلاسم تولید می‌شود. **گزینهٔ (۴)**: نادرست. $FADH_2$ فقط در راکیزه تولید می‌شود که پروتئین‌های آن در راکیزه و سیتوپلاسم تولید می‌شوند.

۴۱۴ مقایسهٔ $NADH$ و $FADH_2$

موارد مقایسه	$FADH_2$	$NADH$
حامل چند الکترون؟	۲	۲
آیا در تخمیر مصرف می‌شود؟	خیر	بله
محل تولید در یوکاریوت	درون میتوکندری	درون مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم و میتوکندری
تعداد نوکلئوتید	۲	۲
تعداد اعضای زنجیرهٔ انتقال الکترون که کاهش می‌دهد؟	۴	۵
میزان نقش در تولید ATP	کمتر	بیشتر
زمان تولید در تنفس یاخته‌ای	چرخهٔ کربس	قندکافت - اکسایش پیروات - چرخهٔ کربس
محل اکسایش	عضو دوم زنجیرهٔ انتقال الکترون	عضو اول زنجیرهٔ انتقال الکترون

۴۰۵۳ (۳) الکترون‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون به پروتئین‌های مختلف و O_2 می‌رسند که فاقد نوکلئوتید هستند ولی الکترون‌ها در گلیکولیز به مولکول دی‌نوکلئوتیدی NAD^+ هم می‌رسند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با مصرف $FADH_2$، دو پروتون آزاد می‌شود. **گزینهٔ (۲):** کانال‌های پروتئینی ATPساز، عضوی از زنجیرهٔ انتقال الکترون نیستند. **گزینهٔ (۴):** پمپ‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون، H^+ها را از درون راکیزه خارج می‌کنند و اسیدیتهٔ آن محل را کم می‌کنند.

۴۰۵۴ (۴) پروتئین عضو دوم زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه، مستقیماً از $FADH_2$ الکترون می‌گیرد. این پروتئین بین دو فسفولیپید اسیدهای چرب قرار دارد که در ساختار صفرا هم وجود دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** O_2 منظور است که اول الکترون گرفته و کاهش می‌یابد سپس یون اکسید، پروتئین‌گیری کرده و آب می‌سازد. **گزینهٔ (۲):** در زنجیرهٔ الکترونی خود $NADH$ اکسایش می‌یابد و پمپ اول را کاهش می‌دهد (نه اکسایش). **گزینهٔ (۴):** منظور هر عضو چهارم زنجیرهٔ الکترونی راکیزه است که اصلاً نه $NADH$ و نه $FADH$ را اکسایش نمی‌دهد.

۴۰۵۵ (۳) قندکافت منظور سؤال است که مرحلهٔ بی‌هوازی تنفس گویچه‌های سفید می‌باشد. در مورد گزینهٔ (۳) دقت کنید که در قندکافت تا پایان مرحلهٔ آخر یک فروکتوز دوفسفاته و دو اسید سه‌کربنی دوفسفاته مصرف می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در صورت عدم وجود NAD^+، واکنش‌های مرحلهٔ سه و چهار قندکافت انجام نمی‌شوند و ATP تولید نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** با تولید هر اسید سه‌کربنی دوفسفاته یک $NADH$ به همراه یک H^+ آزاد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در مورد NAD^+ که سبب اکسایش قند سه‌کربنی می‌شود صحیح است.

۴۰۵۶ (۴) در اکسایش هوازی پیروات و تخمیر الکلی، محصول قندکافت یعنی پیروات، CO_2 از دست می‌دهد ولی در تخمیر لاکتیکی از دست نمی‌دهد.

بررسی موارد (الف) پس از CO_2 دادن، یا NAD^+ در واکنش هوازی مصرف می‌شود و یا در تخمیر الکلی $NADH$ مصرف می‌شود که هر دو دی‌نوکلئوتید هستند. (ب) در تخمیر لاکتیکی گیاهان، تجمع لاکتیک‌اسید سبب مرگ یاخته می‌شود. (ج) نه استیل و نه اتانال که دوکربنه هستند، هیچ‌کدام محصول نهایی اکسایش پیروات یا تخمیر الکلی نیستند و به استیل CoA و یا اتانول تبدیل می‌شوند. (د) لاکتیک‌اسید و اتانول حاصل از تخمیر باید از یاختهٔ زندهٔ گیاهی از راه پلاسمودسم خارج شوند.

۴۱۵ تنفس یاخته‌ای

موارد مقایسه	قندکافت	تشکیل استیل کوآنزیم A	چرخهٔ کربس	زنجیرهٔ انتقال الکترون	مصرف پیروات در تخمیر لاکتیکی	مصرف پیروات در تخمیر الکلی
تولید ATP	+ (پیش‌ماده)	−	+ (پیش‌ماده)	+ (اکسایشی)	−	−
کربن‌دی‌اکسید	نه تولید و نه مصرف	تولید	تولید	نه تولید و نه مصرف	نه تولید و نه مصرف	تولید
اکسایش می‌یابد	قندفسفاته	پیروات	ترکیبات کربن‌دار و بدون فسفات	$NADH$ و $FADH_2$	$NADH$	$NADH$
کاهش می‌یابد	NAD^+	NAD^+	NAD^+ و FAD	اجزای زنجیرهٔ انتقال الکترون و در نهایت اکسیژن	پیروات	اتانال
محل وقوع (یوکاریوت)	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم	میتوکندری	میتوکندری	غشای درونی میتوکندری	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم

۴۰۵۷ (۱) تخمیر مؤثر در تولید خیارشور از نوع لاکتیکی است که فقط مورد (ب) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. قید تخمیر دیگری نادرست است چون فساد شیر هم در اثر تخمیر لاکتیکی است و البته مرحلهٔ اول هر تخمیری گلیکولیز است. (ب) **درست.** در هر دو فرایند، الکترون‌های $NADH$ را قند سه‌کربنی فسفاتهٔ مرحلهٔ گلیکولیز تأمین می‌کند. (ج) نادرست. از دست دادن CO_2 که طی قندکافت نیست! (د) نادرست. قید برخلاف غلط است چون در هر دو تخمیر تولید NAD^+ سبب ادامهٔ ATPسازی گلیکولیزهای بعدی می‌شود.

۴۱۶ طراحی تست از انواع تخمیر (برحسب مطالب کتاب درسی!)

نوعی تخمیر که ...	
با آزادشدن **کربن‌دی‌اکسید** همراه است.	الکلی
باعث **مرگ** یاخته گیاهی می‌شود.	الکلی و لاکتیکی
زمینه اختلال در عملکرد آخرین عضو زنجیره انتقال الکترون را فراهم می‌کند.	الکلی با تولید الکل
در ورآمدن خمیر است.	الکلی
باعث فساد مواد غذایی می‌شود.	لاکتیکی
باعث تحریک گیرنده‌های درد حس پیکری ماهیچه‌ها می‌شود.	لاکتیکی
در تولید فراورده‌های شیری و خوراکی‌هایی مانند خیارشور نقش دارد.	الکلی
در ترش شدن شیر نقش دارد.	لاکتیکی
پذیرندهٔ نهایی الکترون، ترکیبی دوکربنه است.	الکلی
پذیرندهٔ نهایی الکترون، ترکیبی سه‌کربنه است.	لاکتیکی
با انتقال الکترون $NADH$ به ترکیب آلی همراه است.	الکلی و لاکتیکی

۴۰۵۸ (۲) میتوکندری و کلروپلاست منظور سؤال می‌باشد که موارد (الف) و (ج) درست هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** پروتئین‌های هسته و برخی پروتئین‌های راکیزه و دیسه‌ها در رناتن آزاد در سیتوپلاسم ساخته می‌شوند. (ب) نادرست. با توجه به شکل کتاب، رناتن دارای چند دنای حلقوی است. (ج) **درست.** در رناتن راکیزه و دیسه، طی عمل ترجمه، پیوند هیدروژنی بین رمزه و پادرمزه ایجاد می‌شود. (د) نادرست. این عبارت در مورد دستگاه گلژی درست است.

۴۱۷ ساختار میتوکندری (راکیزه) و واکنش‌های درون آن

ساختارهای راکیزه	نوع و محل	واکنش‌ها
غشای خارجی	صاف	در واکنش تنفسی نقشی ندارد (البته در عبور پیرووات مؤثرند).
غشای درونی	چین‌خورده به سمت داخل اندامک	○ زنجیرهٔ انتقال الکترون (پمپ‌ها و عوامل انتقالی) به همراه کانال H^+ با نقش آنزیم ATPساز در آن قرار دارد. ○ دوباره‌سازی NAD^+ و FAD می‌کند.
بخش بیرونی فضای درون راکیزه	بین دو غشای راکیزه قرار دارد.	محل تجمع H^+ در واکنش‌های تنفس هوازی در زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌باشد.
بخش درونی فضای درون راکیزه	بستره محصور شده توسط غشای چین‌خورده راکیزه می‌باشد.	○ DNA حلقوی مستقل از هسته و رناتن مخصوص به خود دارد. ○ همراه با یاخته یا مستقل از آن تقسیم می‌شود. ○ رونویسی و ترجمه (پروتئین‌سازی) برای ساخت برخی پروتئین‌های مورد نیاز در تنفس یاخته‌ای دارد. ○ برخی پروتئین‌های تنفس یاخته‌ای آن توسط ژن‌های هسته و رناتن سیتوپلاسم تولید می‌شود. ○ محل واکنش‌های تنفس هوازی، تبدیل پیرووات به استیل، چرخهٔ کربس و تولید آب و ATP اکسایشی می‌باشند.

۴۰۵۹ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در مورد هر دو تخمیر نادرست است چون تولید ATP تخمیر هم‌زمان با تولید پیرووات در قندکافت است. **گزینهٔ (۲):** اتانال در تخمیر الکلی الکترون می‌گیرد (نه اتانول). **گزینهٔ (۳):** *بله لاکتیک اسید در تخمیر الکلی منظورشه!* **گزینهٔ (۴):** منظور در تخمیر الکلی است که پیرووات کاهش نمی‌یابد بلکه با کاهش اتانال، مولکول اتانال تولید می‌شود.

۴۰۶۰ (۴) سؤال در مورد مرحلهٔ دوم قندکافت تا مراحلی از چرخهٔ کربس می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** فقط در قندکافت در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم رخ می‌دهد که طی آن کربن‌دی‌اکسید تولید نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** در طی این مراحل چهار ATP در گام آخر قندکافت تولید می‌شود. **گزینهٔ (۳):** چرخهٔ کربس مادهٔ دوکربنی ندارد. **گزینهٔ (۴):** در مورد تولید یک CO_2 از پیرووات به استیل و یک CO_2 در تبدیل C_6 به C_5 در چرخهٔ کربس صحیح است.

۴۰۶۱ (۱) گلیکولیز منظور متن سؤال است. موارد (ب)، (ج) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. در مرحلهٔ (۱) مولکول ATP و در مرحلهٔ (۳) مولکول NAD^+ دارای باز آدنین و گروه فسفات است. (ب) **درست.** در مرحلهٔ (۲) فروکتوز دوفسفاته و در مرحلهٔ (۴) مولکول ADP با قند ریبوز دارای دوفسفات می‌باشد. (ج) **درست.** ATP تولیدی در مرحلهٔ (۴) می‌تواند انرژی خود را به پمپ سدیم با فعالیت آنزیمی بدهد. (د) **درست.** هم گلوکز و هم فروکتوز دوفسفاته در نهایت با تجزیه، به تولید ATP کمک می‌کنند.

۴۱۸ تعبیرهای طراحی تست

هر مرحله‌ای در قندکافت که...	
در آن ترکیب سه‌کربنی تولید می‌شود.	مرحلهٔ ۲ و ۳ و ۴
در آن واکنش اکسایش و کاهش انجام می‌شود.	مرحلهٔ ۳
در آن اسید تولید می‌شود.	مرحلهٔ ۳ (اسید) و ۴ (بنیان اسید)
در آن ترکیب قنددار مصرف می‌شود.	مرحلهٔ ۱ و ۲ و ۳ و ۴
در آن ترکیب سه‌کربنی فسفات دار تولید می‌شود.	مرحلهٔ ۲ و ۳
در آن یک قند به قندی دیگر تبدیل می‌شود.	مرحلهٔ ۱ و ۲
در آن ترکیب سه‌کربنی فسفات دار مصرف می‌شود.	مرحلهٔ ۳ و ۴
در آن ترکیب سه‌کربنی مصرف می‌شود.	مرحلهٔ ۳ و ۴
در آن قند شش کربنه مصرف می‌شود.	مرحلهٔ ۱ و ۲
در آن ترکیب فسفات‌دار تولید می‌شود.	مرحلهٔ ۱ و ۲ و ۳ و ۴
در آن ترکیب فسفات‌دار مصرف می‌شود.	مرحلهٔ ۱ و ۲ و ۳ و ۴
در آن قند مصرف می‌شود.	مرحلهٔ ۱ و ۲ و ۳

هر ترکیب...	
سه‌کربنی یک‌فسفاته	قندفسفاته
سه‌کربنی دوفسفاته	اسید دوفسفاته
سه‌کربنی فاقدفسفات	پیرووات
دوفسفاته	اسید دوفسفاته + فروکتوزفسفاته + ADP + $NADH$
شش‌کربنی فاقدفسفات	گلوکز
شش‌کربنی دوفسفاته	فروکتوزفسفاته

۴۰۶۲ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** مرحلهٔ اول گلیکولیز منظور است که دو ATP با مصرف دو آب شکسته می‌شوند (نه تولید!) و دو ADP تولید می‌شود! **گزینهٔ (۲):** در تبدیل اسید سه‌کربنهٔ گلیکولیز به مادهٔ C_5 کربس، یک کوآنزیم A و یک NAD^+ مصرف می‌شود. **گزینهٔ (۴):** از مرحلهٔ دوم قندکافت تا آخر تولید دو گروه دوکربنی استیل، چهار ADP و ۴ NAD^+ (دوتا در گلیکولیز و دوتا در اکسایش پیروواتها) مصرف می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** قطعاً از پیروووات تا آخر چرخهٔ کربس بیش از یک $NADH$ تولید می‌شود چون خود اکسایش پیروووات یک NAD^+ مصرف می‌کند و چرخهٔ کربس هم NAD^+ مصرف می‌کند.

۴۰۶۳ (۳) منظور سؤال اکسایش پیروووات است تا شرایط لازم برای شروع چرخهٔ کربس را هم فراهم کند. پس گزینهٔ (۳) صحیح است چون ابتدا باید پیروووات با از دست دادن CO_2 به استیل تبدیل شود. در سؤال باید به کلمهٔ **ابتدا** دقت کنید! مثلاً گزینهٔ (۲) هم صحیح است ولی بعد از گزینهٔ (۳) اتفاق می‌افتد. این مدل طراحی در کنکور خیلی رایج شده است. گزینهٔ (۱) که مربوط به گام اول چرخهٔ کربس است و گزینهٔ (۴) هم در مربوط به قندکافت می‌باشد.

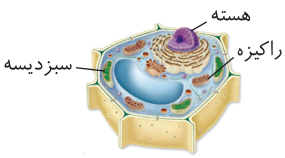
۴۰۶۴ (۲) فقط مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. در غشای درونی میتوکندری قرار دارند (نه بین دو غشا). (ب) نادرست. دربارهٔ پروتئین عضو دوم که $FADH_2$ را اکسایش می‌کند، نادرست است. (ج) **درست.** الکترون‌های $FADH_2$ و $NADH$ از هر دو عضو دوم و چهارم که H^+ را عبور نمی‌دهند، رد می‌شوند. (د) نادرست. از عرض زنجیره، الکترون عبور می‌کند تا انرژی عبور پروتون از پمپ‌ها را فراهم کند (نه برعکس).

۴۰۶۵ (۱) سؤال در مورد چهار مرحلهٔ قندکافت است.

بررسی موارد (الف) در قندکافت خروج کربن‌دی‌اکسید نداریم. (ب) تولید دو قندفسفاته با تجزیهٔ فروکتوزفسفاته هم‌زمان است. (ج) در مرحلهٔ اول و سوم این اتفاق رخ می‌دهد. با توجه به قید **قطعاً** در این سؤال نادرست است. (د) در قندکافت مصرف گیرندهٔ الکترونی NAD^+ رخ می‌دهد (نه تولید) و کم شدن فسفات آزاد هم در گام سوم است.

۴۰۶۶ (۱) فقط مورد (ج) عبارت را به درستی تکمیل می‌کند.



بررسی موارد (الف) نادرست. راکیزه، دیسه و هسته، پروتئین را بدون ریزکیسه می‌گیرند، چون از *گلژی رد نمی‌شن که بسته‌بندی بشن!* (ب) نادرست. نه دیگه با توجه به شکل راکیزه‌ها اطراف واکوئول درشت هستن! (ج) **درست.** غشای یاختهٔ گیاهی کلسترول ندارد و فقط یک نوع لیپید دارد (فسفولیپید). (د) نادرست. با توجه به شکل نادرستی آن مشخص است.

۴۰۶۷ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** یا کمبود اکسیژن **گزینهٔ (۲):** هر دو با گلیکولیز با تولید فروکتوز فسفاته (نه گلوکز) شروع می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** در تخمیر لاکتیکی بنیان اسیدی پیروووات کاهش می‌یابد؛ در تخمیر الکلی کربن‌دی‌اکسید از دست می‌دهد و اتانال کاهش می‌یابد. **گزینهٔ (۴):** در هر تخمیری، بازسازی NAD^+ که دی‌نوکلئوتیدی است سبب ادامهٔ گلیکولیز و تولید مداوم ATP می‌شود.

۴۰۶۸ (۳) موارد (الف) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** غشای درونی چین‌خوردهٔ راکیزه سبب ایجاد دو فضای درونی‌تر بین دو غشا می‌شود. (ب) نادرست. دقت کنید که فضای بیرون راکیزه، همان مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم است. در حقیقت مقایسهٔ H^+ بین دو فضای درون راکیزه است که بخش بیرونی بین دو غشا، مقدار H^+ بیشتر است. (ج) نادرست. رناتن در راکیزه مخصوص است و ساده‌تر است. (د) **درست.** رناتن‌های مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم و رناتن خود راکیزه سبب تولید هر پروتئین راکیزه می‌شوند.

۴۰۶۹ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** نادرست. تولید $NADH$ پس از مصرف گروه فسفاته در قندکافت در مرحلهٔ ۳ رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۲):** نادرست. اولین CO_2 قبل از چرخهٔ کربس در اکسایش پیروووات آزاد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** **درست.** ابتدا در زیر پمپ سوم زنجیرهٔ آب با الکترون‌گیری O_2 و پروتون‌گیری یون اکسید انجام می‌شود، سپس ATP اکسایشی تولید می‌شود. **گزینهٔ (۴):** نادرست. آخرین CO_2 چرخهٔ کربس هم‌زمان با تبدیل C_5 به C_4 رخ می‌دهد.

۴۰۷۰ (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** طبق متن کتاب درست است. چون هر دو مانع رسیدن الکترون به اکسیژن و شروع فرایند تولید آب می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** به میتوکندری حمله می‌کنند (نه غشا). **گزینهٔ (۳):** مصرف الکل هم سبب افزایش تولید رادیکال آزاد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** واکوئول هم می‌تواند در خنثی‌سازی نقش داشته باشد چون مادهٔ رنگی مؤثر دارد!

۴۱۹ **اثرات پادکسنده‌ها**

عامل مؤثر در پادکسنده‌ها	اثر در تولید رادیکال آزاد اکسید	اثر در خنثی کردن یون اکسید (O^{2-})
الکل	سرعت تولید رادیکال آزاد از اکسیژن را بالا می‌برد.	قدرت راکیزه را در خنثی کردن O^{2-} پایین می‌آورد.
نقص ژنی	کتاب به این موضوع اشاره‌ای نکرده است ولی به‌طور غیرمستقیم آن را زیاد می‌کند چون سبب اختلال در تولید یون اکسید می‌شود.	با تولید پروتئین معیوب در زنجیرهٔ انتقال الکترون، مانع ترکیب یون اکسید (O^{2-}) با پروتون می‌شود و مقدار بیشتری از اتم‌های اکسیژن می‌توانند به رادیکال آزاد تبدیل شوند.
ترکیبات سیانیددار و مونواکسید کربن	سیانید مانع مرحلهٔ **نهایی** الکترون‌رسانی به O_2 شده و مانع ایجاد یون اکسید می‌شوند. منواکسیدکربن هم یعنی سبب توقف زنجیرهٔ انتقال الکترون و ATPسازی می‌شوند.	—

۴۰۷۱ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در هر تخمیر قندکافت وجود دارد پس تولید ATP هم دارد. **گزینهٔ (۲):** در تخمیر لاکتیکی ترش شدن شیر که اتانال تولید نمی‌شود! **گزینهٔ (۳):** کاملاً در مورد تخمیر لاکتیکی درست است! چون پیروووات الکترون می‌گیرد و کاهش می‌یابد. **گزینهٔ (۴):** قسمت اول در مورد تخمیر الکل است ولی حامل الکترون در همهٔ تخمیرهای اکسایش می‌یابد (نه فقط الکلی!).

۴۰۷۲ (۱) همهٔ موارد نادرست هستند!

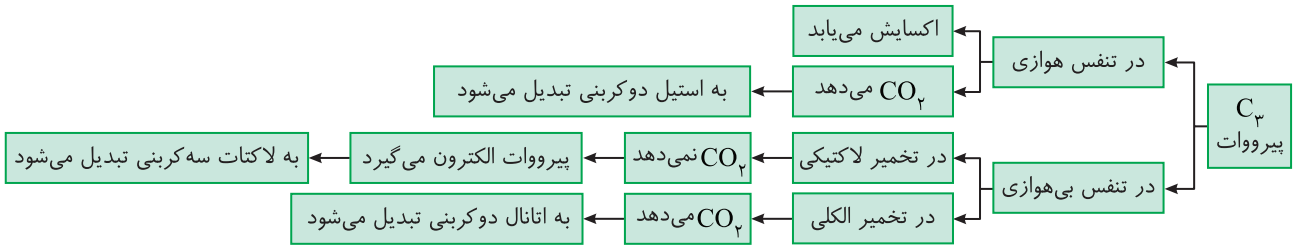
بررسی موارد (الف) ابتدا کوآنزیم A جدا می‌شود سپس ترکیب شش‌کربنی ایجاد می‌شود. (ب) هر مرحله نه؛ بعضی مراحل که C_4 به C_4 تبدیل می‌شود کربن‌دی‌اکسید آزاد نمی‌گردد. (ج) برای $FADH_2$ غلط است چون H^+ *تولید نمی‌شه باهاش!* (د) *نه دیگه* FAD *برفلاف* NAD^+ *از اول فورش فنتی بوده!*

۴۰۷۳ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** اولی مرحلهٔ (۳) دومی مرحلهٔ (۱) است. **گزینهٔ (۲):** هر دو در مرحلهٔ (۳) هستند. **گزینهٔ (۳):** اسید به قند در گلیکولیز تبدیل نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ (۲)، (۳) و (۴) ترکیب سه‌کربنه تولید می‌شود اما ATP در مراحل (۲) و (۳) تولید نمی‌شود.

۴۰۷۴ (۳) در هر دو نوع تخمیر، O_2 به عنوان گاز تنفسی مصرف نمی‌شود و در تخمیر لاکتیکی هم CO_2 به عنوان نوعی گاز تنفسی تولید نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. در تخمیر بازسازی NAD^+ که نوعی گیرندهٔ الکترونی است (نه حامل) سبب تداوم تولید ATP می‌شود. **گزینهٔ (۲):** نادرست. محصول نهایی تخمیر لاکتیکی، لاکتات سه‌کربنی است. دقت کنید که استیل دوکربنی است ولی استیل کوآنزیم A ماده‌ای با تعداد کربن بیشتر از سه است چون کوآنزیم مادهٔ آلی کربن‌دار است. **گزینهٔ (۳):** **درست.** حامل الکترونی $NADH$، پس از تجزیهٔ فروکتوز در قندکافت رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** نادرست. **تجمع** لاکتیک‌اسید سبب درد ماهیچه‌ای می‌شود (نه ایجاد آن).

۴۰۷۵ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** درست. در تبدیل پیرووات به اتانال، CO_2 ایجاد می‌شود که به همراه NH_3 سبب تولید اوره می‌شود. **گزینهٔ (۲):** **نادرست.** تبدیل پیرووات به استیل با کاهش NAD^+ دی‌نوکلئوتیدی همراه است (نه نوکلئوتید). **گزینهٔ (۳):** درست. در مورد ایجاد NAD^+ برای تداوم قندکافت صحیح است. **گزینهٔ (۴):** درست. یون هیدروژن یا لاکتیک‌اسید هر دو باعث تحریک گیرندهٔ درد می‌شوند ولی در تخمیر الکلی ایجاد نمی‌شوند و با تولید اتانول نمی‌باشد.



۴۰۷۶ (۴) منظور سؤال هسته و میتوکندری است! چون سامانهٔ آوندی کلروپلاست ندارد ولی می‌تواند سایر پلاست‌ها را داشته باشد.

بررسی موارد (الف) نادرست. هسته تولید ATP ندارد. (ب) **درست.** در مورد راکیزه درست است چون ژن برخی پروتئین‌های مورد نیاز آن در هسته قرار دارد! (ج) **درست.** مهم‌ترین رنگیزهٔ فتوسنتزی، کلروفیل است که فقط در کلروپلاست وجود دارد که منظور این تست نیست. (د) **درست.** در مورد وجود مواد پاداکسنده در رنگ‌دیسه‌ها صحیح است.

مقایسهٔ هسته و میتوکندری ۴۲۰

موارد مقایسه	هسته	میتوکندری
تعداد در یاخته	معمولاً یکی	معمولاً بیش‌تر از یکی
دنای حلقوی	ندارد	دارد
نوکلئیک اسید خطی	دارد (رنا و دنا)	دارد (رنا)
تعداد تقسیم در هر چرخه یاخته‌ای	یکی	بیش از یکی
ریبوزوم فعال و تولید پروتئین (ترجمه)	−	+
پروتئین هیستون	+	−
تولید ATP	−	+
مصرف ATP	+	+
نوع رنابسپاراز مصرفی	رنابسپارازهای ۱و۲و۳	یک نوع رنابسپاراز
زنجیرهٔ انتقال الکترون	−	+
غشای درونی چین‌خورده	−	+
دو غشا	دارد و منفذدار	دارد که داخلی چین دارد
همانندسازی و رونویسی	+	+

۴۰۷۷ (۴) الکترون‌های $FADH_2$ به عضو دوم زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌رسد که قبل آن پمپ اول و بعد آن پمپ دوم است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** *پمپ سوم اینکارس نه روم!* **گزینهٔ (۲):** pH فضای بین دو غشای راکیزه کم می‌شود (نه فضای درونی!). **گزینهٔ (۳):** دو الکترون از $NADH$ می‌گیرد (نه یکی). **گزینهٔ (۴):** *کلاً هر کدوم توی این مسیر خراب بشن همین اتفاق میوفته ولی سیانید آفری رو خراب می‌کنه!*

۴۰۷۸ (۲) موارد (الف) و (ج) نادرست هستند. دقت کنید که یاختهٔ ماهیچهٔ اسکلتی، تخمیر و تنفس هوازی دارد. پس پیرووات می‌تواند کاهش (تخمیر) یا اکسایش در بخش هوازی داشته باشد.

بررسی موارد (الف) و (ج) **نادرست.** در تخمیر در پی کاهش پیرووات چرخهٔ کربس انجام نمی‌شود. (ب) درست. استیل CoA منظور است که باید با C_4 ترکیب شده و C_6 پایداری بسازد که از وسط نصف نمی‌شود. (د) درست. استیل کو A در مادهٔ زمینه‌ای راکیزه تولید و مصرف می‌شود.

۴۰۷۹ (۴) *مجموعهٔ ATPساز رو میگه که هم نقش عبور H^+ و هم نقش آنزیمی تولید ATP اکسایشی داره!*

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** *شکل کتاب رو بنگر بخش آنزیمی فقط، با فضای داخلی تماس داره!* **گزینهٔ (۲):** *خب عبور پروتون که در جهت شیب غلظت است که دیگه مصرف انرژی زیستی نداره (ولی واسه نقش آنزیمی ATPسازی درسته!).* **گزینهٔ (۳):** *الکترون اصلاً عبور نمیره این مجموعهٔ محترم!* **گزینهٔ (۴):** *بله چون یون هیدروژن رو در اونجا کم میکنه.*

۴۲۱ مقایسهٔ پمپ‌های یون هیدروژن و آنزیم ATP‌ساز

موارد مقایسه	پمپ‌های یون هیدروژن	آنزیم ATP‌ساز
نحوهٔ انتقال یون هیدروژن	انتقال فعال به سمت خارج از بستره	انتشار تسهیل‌شده به سمت داخل بستره
تأثیر روی اختلاف غلظت یون هیدروژن	افزایش به دلیل انتقال فعال	کاهش به دلیل انتشار
تأثیر روی pH فضای داخلی میتوکندری	افزایش با کاهش H^+ بستره	کاهش با افزایش H^+ بستره
تأثیر روی pH فضای بین دو غشای میتوکندری	کاهش با افزایش H^+ آن	افزایش با کاهش H^+ آن
انرژی مصرفی	انرژی حاصل از زنجیرهٔ انتقال الکترون	انرژی حاصل از شیب غلظت یون هیدروژن

۴۰۸۰ (۳) موارد (ج)، (د) و (ه) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) درست. *خب آره، قند میشه با اینکار اسید و بعد با تولید پیرووات ATP ایجاد می‌شه!* (ب) درست. از هر اسید دوفسفاته، دو ATP در گام آخر ایجاد می‌شود. (ج) **نادرست.** *ورود بنیان اسید دوفسفاته به راکیزه دیگه چیه؟ پیرووات برون فسفات میره تو راکیزه!* (د) **نادرست.** در گلیکولیز کلاً یک نوع حامل الکترون تولید می‌شود که NADH است. (ه) **نادرست.** *نه دیگه فقط دو نوع* NAD^+ و ADP *نوکلئوتیدین و مصرف میشن!*

۴۲۲ محصولات تنفسی

موارد مقایسه	ترکیبات تک‌فسفاته تولیدشده	ترکیبات دوفسفاته تولیدشده
قندکافت	قند سه‌کربنه فسفاته مرحلهٔ دو	فروکتوز فسفاته + اسید سه‌کربنه + مولکول $NADH + ADP$
چرخهٔ کالوین	ترکیب اسیدی سه‌کربنه + قند سه‌کربنه فسفات + ریبولوز فسفات	مولکول شش‌کربنه ناپایدار + ریبولوز بیس فسفات + مولکول ADP
چرخهٔ کربس	کتاب بحث نکرده است.	$FADH_2$ و NADH

۴۰۸۱ (۱) NADH و $FADH_2$ منظور سؤال است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** براساس واکنش‌های کتاب درست است هم NAD^+ و هم FAD با دو الکترون و دو پروتون جدا شده از ترکیبات در واکنش وارد می‌شوند ولی در NADH، یک H^+ آزاد باقی می‌ماند. **گزینهٔ (۲):** طبق متن کتاب درسی این مواد در مراحل مختلفی از چرخهٔ کربس تولید می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** دربارهٔ $FADH_2$ نادرست است چون به عضو دوم زنجیره الکترون می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** الکترون به یون اکسید می‌رسد نه یون اکسیژن!

۴۰۸۲ (۳) موارد (ج) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. همهٔ پمپ‌ها با خروج H^+ از فضای درون راکیزه که رناتن دارد، pH آن محل را افزایش می‌دهند. (ب) نادرست. هم پمپ اول از NADH نیتروژن‌دار و هم دو پمپ دیگر از پروتئین ناقل الکترونی نیتروژن‌دار الکترون می‌گیرند. (ج) **درست.** فقط پمپ سوم الکترون‌های خود را به سطح داخلی غشا می‌دهد. (د) **درست.** فقط پمپ دوم و سوم، الکترون‌های $FADH_2$ را عبور می‌دهند.

۴۲۳ تعبیرهای طراحی تست

در یوکاریوت‌ها، هر ترکیب پرانرژی مؤثر در روند تنفس یاخته‌ای هوازی که ...	
از همه پرانرژی‌تر است	فروکتوز دوفسفاته
درون میتوکندری تولید می‌شود.	ATP، NADH و $FADH_2$
تنها در میتوکندری تولید می‌شود.	$FADH_2$
هم در میتوکندری و هم در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید می‌شود.	NADH و ATP
نوکلئوتیدی است و در روند چرخهٔ کربس تولید می‌شود.	ATP، NADH و $FADH_2$
درون مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید می‌شود.	NADH و ATP
واجد دو نوکلئوتید می‌باشد.	NADH و $FADH_2$
اکسایش آن به منظور تداوم تولید ATP در یاخته ضروری است.	NADH
در روند اکسایش پیرووات تولید می‌شود.	NADH
در روند قندکافت تولید می‌شود.	NADH و ATP

۴۰۸۳ (۳) به ترتیب تخمیر لاکتیکی و تخمیر الکلی مدنظر است. در هر گزینه دلیل درستی یا نادرستی به ترتیب و خلاصه ذکر شده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هردو تخمیر - تجزیهٔ پیرووات CO_2 می‌دهد (نه اتانال). **گزینهٔ (۲):** اشکال قسمت اول این است که طی تخمیر لاکتیکی، الکترون از NADH به پیرووات می‌رسد نه به لاکتات، ولی قسمت دوم در مورد عدم تولید ATP در مرحلهٔ دوم تخمیر درست است! **گزینهٔ (۳):** قسمت اول در مرحلهٔ قندکافت هر دو تخمیر درست است، قسمت دوم در مورد الکترون‌گیری اتانال غیرالکلی از NADH نوکلئوتیدی درست است! **گزینهٔ (۴):** در تخمیر NAD^+ دی‌نوکلئوتیدی در پی کاهش پیرووات ایجاد می‌شود (نه نوکلئوتید که ATP است).

۴۰۸۴ (۱) منظور عبارت سؤال آدنوزین تری‌فسفات می‌باشد که فقط مورد (ب) در مورد آن نادرست است.

بررسی موارد (الف) درست. این مولکول در ابتدای واکنش‌های قندکافت که بی‌هوازی هستند، فسفات خود را از دست می‌دهد تا انرژی فعال‌سازی را تأمین کند، ولی در بخش هوازی فسفاتی از دست نمی‌دهد. (ب) **نادرست.** تولید ATP در اجزای زنجیرهٔ انتقال الکترون رخ نمی‌دهد، بلکه توسط مجموعه آنزیمی کانالی ATP ساز در خارج از زنجیرهٔ انتقال الکترون و در فضای محصور شده توسط غشای چین‌خورده تولید می‌شود. (ج) درست. ATP دارای سه حلقهٔ آلی می‌باشد که دوتای آن در باز آلی آدنین نیتروژن‌دار است، یکی پنج‌ضلعی ریبوز و دو حلقه مربوط به باز آلی آدنین. این دو حلقه یکی پنج‌ضلعی است که توسط پیوند اشتراکی به ریبوز متصل است و دیگری حلقه شش‌ضلعی! (د) درست. ATP دارای باز آلی **آدنین** می‌باشد که مکمل آن در دنا، تیمین و در رنا، یوراسیل می‌باشد که هر دو پیریمیدینی هستند.

توجه وقتی در تستی می‌گوید اجزای زنجیرهٔ انتقال الکترون، کانال ATP‌ساز را در نظر نمی‌گیریم ولی اگر بگوید، عوامل مؤثر در **مرحلهٔ** زنجیرهٔ انتقال الکترون یا **مرتبط** با زنجیره، آن وقت کانال را نیز در نظر می‌گیریم!

۴۲۴ انواع تولید یا تجزیه ATP درون یاخته

مواد / واکنش	مواد اولیه	انرژی	آب	نکته
تولید ATP از ADP	$ADP + P$ (فسفات)	می‌خواهد	تولید می‌شود	به‌طور معمول این واکنش در سیستم‌های زیستی انجام می‌شود.
تولید ATP از AMP	$AMP +$ دو گروه فسفات	می‌خواهد	تولید می‌شود	به ندرت رخ می‌دهد و طی دو مرحله می‌باشد.
تولید ATP از آدنوزین	آدنوزین + سه گروه فسفات	می‌خواهد	تولید می‌شود	به ندرت و طی سه مرحله رخ می‌دهد.
تجزیهٔ ATP به ADP	$ATP + H_2O$	آزاد می‌کند	مصرف می‌شود	به‌طور معمول در واکنش‌های انرژی‌خواه یاخته‌ای مثل پمپ سدیم - پتاسیم، سر میوزین و آندوسیتوز و اگزوسیتوز و ... صورت می‌گیرد.

۴۰۸۵ (۲) موارد (الف) و (د) معرف نوعی واکنش اکسایشی (با از دست دادن الکترون) می‌باشند که عدد اکسایش طی واکنش زیاد می‌شود.

بررسی موارد (الف) در طی واکنش‌های گلیکولیز قند تک فسفاته با دادن الکترون به NAD^+ به اسید دو فسفاته اکسایش می‌یابد و عدد اکسایش اسید از قند بیشتر می‌شود. (ب) در فصل بعد می‌آموزید که در طی چرخهٔ کالوین اسیدهای سه‌کربنه با گرفتن الکترون از $NADPH$ به قندهای سه کربنه تبدیل می‌شوند و کاهش می‌یابند (نه افزایش). (ج) مولکول اکسیژن می‌تواند با گرفتن الکترون‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون به **یون اکسید** تبدیل شود که فرایندی کاهشی است. در صورتی که گروهی از این اکسیژن‌ها وارد واکنش تشکیل آب نشوند؛ به شکل رادیکال آزاد در می‌آیند که از عوامل ایجاد سرطان است. (د) تبدیل مولکول شش کربنه به مولکول پنج کربنه در واکنش‌های چرخهٔ کربس دیده می‌شود. چون در کنکور ۱۴۰۲ هم مطرح شده بدانید که واکنش‌های چرخهٔ کربس همراه با آزادشدن حاملین الکترون (NADH ، $FADH_2$) می‌باشند و از نوع اکسایشی‌اند. (اما اگر بخوایم ریزتر و علمی‌تر بررسی کنیم؛ در هر مرحله کم شدن تعداد کربن در چرخهٔ کربس، همراه با آزاد شدن CO_2 ، یک مولکول NADH هم ساخته می‌شود.)

۴۲۵ واکنش‌های اکسایشی

واکنش	نوع	جاندار	محل
تبدیل قند C_3 یک‌فسفاته به اسید C_3 دوفسفاته	اکسایشی	همهٔ جانداران	گلیکولیز در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم
تبدیل پیرووات به استیل	اکسایشی	بخش هوازی تنفس	درون راکیزه
واکنش‌های چرخهٔ کربس	اکسایشی	بخش هوازی تنفس	درون راکیزه
$NADH$ به NAD^+	اکسایشی	عضو اول زنجیرهٔ انتقال الکترون و تخمیر	درون راکیزه و مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم
$FADH_2$ به FAD	اکسایشی	عضو اول زنجیرهٔ انتقال الکترون	درون راکیزه (زنجیره)
H_2O به O_2	اکسایشی	فتوسنتزکنندهٔ اکسیژن‌زا	درون تیلاکوئید یا سیتوپلاسم (پروکاریوت‌ها)
$NADPH$ به $NADP^+$	اکسایشی	فتوسنتزکننده	درون تیلاکوئید (چرخهٔ کالوین)
NH_4^+ به NO_3^-	اکسایشی	شیمیوسنتزکننده‌ها	سیتوپلاسم

۴۰۸۶ (۲) دقت کنید که گویچه‌های قرمز موجود در خون انسان، فاقد میتوکندری می‌باشند؛ بنابراین انرژی خود را تنها از واکنش‌های **قندکافت** به‌دست می‌آورند. بر طبق مطالب کتاب درسی در واکنش‌های قندکافت، قندفسفاته با دادن الکترون NAD^+ در ساخت $NADH$ (نوعی حامل الکترون) نقش مستقیم دارد. این ترکیب می‌تواند در واکنش‌هایی همراه با از دست دادن الکترون، با گروه فسفات پیوند اشتراکی برقرار کند و اسید سه‌کربنی دوفسفاته بسازد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** قندفسفاته ساختار نوکلئوتیدی ندارد! این گزینه در رابطه با $NADH$ صحیح است. **گزینهٔ (۳):** دقت کنید که در فرایند قندکافت، ADP ایجاد شده در مرحلهٔ اول هم به عنوان ترکیبات نوکلئوتیدی ساخته می‌شوند که ربطی به اکسایش قند فسفاته موردنظر ندارد. **گزینهٔ (۴):** اسید دوفسفاته با از دست دادن فسفات‌های خود، پیرووات را می‌سازد. دقت کنید که پیرووات هم با گرفتن الکترون‌های $NADH$ و ساخت لاکتات در تحریک گیرنده‌های درد نقش دارد.

۴۰۸۷ (۳) در گروهی از یاخته‌های بدن، مانند یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی و گویچه‌های قرمز، پیرووات حاصل از قندکافت می‌تواند با $NADH$ موجود در یاخته واکنش داده و مولکول‌های لاکتات را بسازند. در این واکنش‌ها، گیرنده‌های الکترونی یاخته (NAD^+) بازسازی می‌شوند. البته چون در آخر سؤال یاختهٔ هسته‌دار را عنوان کرده است پس هدف فقط برخی یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در همهٔ یاخته‌های زنده، با تولید فروکتوز دوفسفاته، دو مولکول ATP مصرف می‌شود. **گزینهٔ (۲):** دقت کنید در بدن انسان تخمیر الکلی صورت نمی‌گیرد. **گزینهٔ (۳):** این عبارت صحیح است چون فقط در مورد یاخته‌های کند (قرمز) ماهیچهٔ اسکلتی صحیح می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** ترکیب CO_2 با کربن‌دی‌اکسید و تولید اوره فقط در یاخته‌های **کبدی** بدن انسان دیده می‌شود (نه ماهیچه‌ای).

از انرژی به ماده



۴۰۸۸ (۳) موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست می‌باشند. در طی واکنش کلی فتوسنتز گیاهان، اکسیژن تنها مادهٔ معدنی تولیدشده و CO_2 و آب، مواد معدنی مصرف شده می‌باشند.

فرمول کلی: $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

بررسی موارد (الف) درست. این مورد در رابطه با اکسیژن درست است که گیرندهٔ نهایی الکترون در راکیزه است. (ب) **نادرست**. منظور CO_2 و آب می‌باشند که در گویچهٔ قرمز توسط آنزیم کربنیک‌انیدراز مصرف می‌شوند ولی در بخش یاخته‌ای خون، پلاکت کوچک‌ترین عضو است. (ج) **نادرست**. گاز O_2 رادیکالی آزاد نمی‌باشد. بلکه تعدادی از اتم‌های اکسیژن به‌صورت رادیکال آزاد درمی‌آیند. (د) **نادرست**. CO_2 در فتوسنتز همهٔ جانداران مؤثر است ولی آب در فتوسنتز برخی مثل گیاهان، جلبک‌ها و سیانوباکتری‌ها مؤثر است.

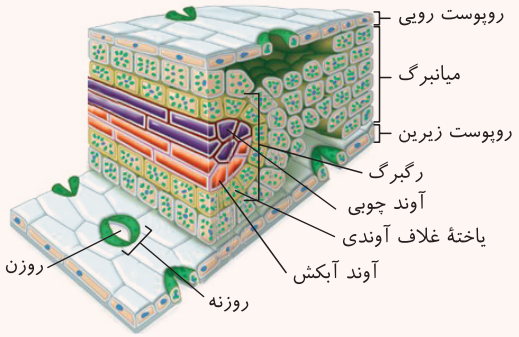
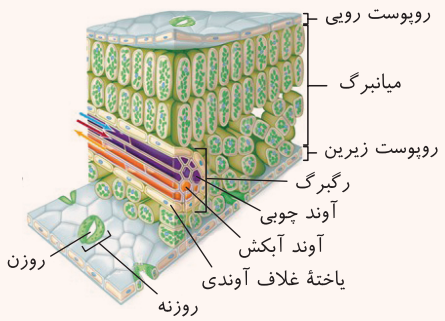
۴۰۸۹ (۲) به‌طور معمول، در برش عرضی ساقهٔ **دولپه‌ای‌ها** و ریشهٔ **تک‌لپه‌ای‌ها** دستجات آوندی بر روی یک حلقه قرار می‌گیرند (فصل ۶ دهم). در ساختار برگ تک‌لپه‌ای‌ها و دولپه‌ای‌ها روزنه‌ها بیشتر در ساختار روپوست **زیرین** برگ قابل مشاهده می‌باشند. در برگ دولپه‌ای‌ها، میانبرگ **اسفنجی** به سمت روپوست زیرین برگ قرار می‌گیرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: یاخته‌های آوندچوبی و آبکشی، یاخته‌های اصلی سازندهٔ آوند می‌باشند که توسط **غلاف آوندی** احاطه می‌شوند و در تماس مستقیم با میانبرگ قرار نمی‌گیرند. **گزینهٔ (۳)**: به‌طور معمول، تنها یاخته‌هایی از **پهنک برگ** دولپه‌ای‌ها که می‌توانند کلروپلاست داشته باشند، یاخته‌های میانبرگ (از جنس سامانهٔ بافتی زمینه‌ای) می‌باشند. اما دقت کنید که یاخته‌های **نگهبان** روزنه موجود در سامانهٔ بافتی پوششی هم کلروپلاست دارند. **گزینهٔ (۴)**: یاخته‌های آوندچوبی و برخی از یاخته‌های غلاف آوندی موجود در رگبرگ به سمت روپوست زیرین قرار می‌گیرند. یاخته‌های غلاف آوندی زنده‌اند و پروتوپلاست خود را از دست نداده‌اند.

موارد مقایسه	گیاه تک‌لپه	گیاه دولپه
ظاهر ریشه	افشان	مستقیم
وضعیت آوندهای ساقه	پراکنده به سمت بیرون بیشتر و کوچک‌تر در دو دایرهٔ متعدد	منظم با اندازهٔ برابر در یک دایره
وضعیت پوست ساقه	قابل مشاهده نیست	پوست نازک
پیراپوست در ساقه	ندارد	گروهی دارند (کامبیوم‌دارها)
ضخامت پوست ریشه	کمتر	بیشترین
برگ	دراز و کشیده و فاقد میانبرگ نرده‌ای و دارای میانبرگ اسفنجی	پهن و منشعب، دارای میانبرگ نرده‌ای بالاتر و اسفنجی پایین‌تر
ساقه	دسته‌های آوند چوبی و آبکش به صورت پراکنده	دسته‌های آوند چوبی و آبکش به دور یک حلقه
ریشه	آوندهای چوب و آبکش هر کدام در یک حلقه که آبکش بیرونی‌تر است.	آوند چوبی به شکل ستاره‌ای و آوند آبکش به‌طور متناوب بین چربی‌هاست.
دانه	دارای یک لپه، دارای آندوسپرم در دانه بالغ، دارای ساقه و ریشهٔ رویانی	دارای دولپه، بدون آندوسپرم در دانه بالغ، دارای ساقه و ریشهٔ رویانی
تعداد گلبرگ در گل	به‌طور معمول ۳ یا مضربی از آن	به‌طور معمول ۴ یا ۵ و یا مضربی از آن‌ها
غلاف آوندی	کلروپلاست‌دار بزرگ‌تر	بدون کلروپلاست نازک‌تر

۴۰۹۰ (۱) فقط (ج) صحیح است. سؤال در مورد گیاه دولپه‌ای می‌باشد که در مجاور روپوست زبرین برگ خود، پارانشیم نرده‌ای به هم فشرده دارد.

بررسی موارد (الف) نادرست. منظور یاختهٔ نگهبان فتوسنتزکننده است که طی قندکافت، قند سه‌کربنی یک‌فسفاته می‌سازد ولی در آخر قندکافت ATP در سطح پیش‌ماده می‌سازد. در فتوسنتز هم قند C_3 یک‌فسفاته به همراه تجزیهٔ ATP نوری در چرخهٔ کالوین می‌سازد. (ب) نادرست. منظور پارانشیم است که در سامانهٔ زمینه‌ای و آوندی وجود دارد ولی پارانشیم در سامانهٔ آوندی فتوسنتز نمی‌کند. (ج) **درست**. در مورد ویژگی برگ دولپه‌ای‌ها صحیح است. (د) نادرست. سؤال در مورد برگ است ولی میوز که منظور عبارت است در گل و اجزای آن رخ می‌دهد.

نوع گیاه / ساختار	برگ تک‌لپه‌ای‌ها	برگ دولپه‌ای‌ها
سامانهٔ بافتی	پوششی (روپوستی)، زمینه‌ای و آوندی دارد.	پوششی (روپوستی)، زمینه‌ای و آوندی دارند.
سامانهٔ روپوستی	روپوست فوقانی و تحتانی دارد. روپوست تحتانی روزنه و یاختهٔ نگهبان سبزدیسه‌دار **بیشتری** از روپوست فوقانی دارد.	روپوست تحتانی روزنهٔ بیشتری نسبت به روپوست تحتانی دارد و دارای یاختهٔ نگهبان است. روزنه‌های هوایی و یاخته‌های نگهبان در روپوست‌ها فقط در مجاور میانبرگ اسفنجی قرار دارد.
سامانهٔ زمینه‌ای (میانبرگ)	○ فقط یاخته‌های میانبرگ پارانشیمی اسفنجی سبزدیسه‌دار دارد. ○ فاقد میانبرگ نرده‌ای می‌باشد.	یاخته‌های میانبرگ پارانشیمی فتوسنتزکننده آن‌ها، مجاور روپوست فوقانی به صورت چند لایه نرده‌ای به هم فشرده قرار دارد ولی در مجاورت روپوست تحتانی به صورت چند لایه اسفنجی با فاصله و با ضخامت کمتر می‌باشد.
سامانهٔ آوندی (رگبرگ)	○ آوندهای چوبی به سمت روپوست فوقانی و آوندهای آبکش به سمت روپوست تحتانی می‌باشد. ○ دور آوندها غلاف آوندی سبزدیسه‌دار وجود دارد.	○ آوندهای چوبی به سمت روپوست فوقانی و آوندهای آبکش به سمت روپوست تحتانی می‌باشند. ○ دور آوندهای آن‌ها، معمولاً غلاف آوندی **فاقد** سبزدیسه وجود دارد.
شکل		
ویژگی	فاقد دمبرگ و برگ‌پهن می‌باشد.	دارای پهنک و دمبرگ می‌باشد.

۴۰۹۱ (۳) در یک گیاه دولپه مثل لوبیا، یاخته‌های نگهبان روزنه و یاخته‌های نرده‌ای و اسفنجی پارانشیمی برخلاف غلاف آوندی توانایی فتوسنتز دارند. دقت کنید در یاخته‌های یوکاریوتی کروموزوم تنها در هسته سازماندهی شده است چون در اندامک راکیزه و سبزدیسه، دنای حلقوی بدون ساختار کروموزومی وجود دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاختهٔ نگهبان روزنه جزء بافت پوششی است و با آوند در تماس نیست. بافت‌زمینه‌ای می‌تواند در مجاورت با غلاف آوندی رگبرگ در بافت آوندی باشد. **گزینهٔ (۲):** یاخته‌های پارانشیمی اسفنجی فاصلهٔ زیادی از یاخته‌های مجاور خود داشته و یاخته‌های نگهبان روزنه توانایی تقسیم ندارند. **گزینهٔ (۴):** یاخته‌های پارانشیمی میانبرگ معمولاً زیاد تحت تأثیر آبسیزیک‌اسید فشار تورژسانسی خود را تغییر نمی‌دهند ولی بهترین راه رد این گزینه در مورد عدم تغییر قطر یاختهٔ نگهبان روزنه است که به دلیل فیبریل سلولزی شعاعی دیوارهٔ آن‌ها است که در فصل ۷ دهم آموختید.

۴۰۹۲ (۲) بعضی از گیاهان مثل دولپه‌ای‌ها در برگ خود یاخته‌های اسفنجی و نرده‌ای پارانشیمی را دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بسیاری از گیاهان توانایی فتوسنتز دارند. **گزینهٔ (۳):** بسیاری از گیاهان دارای آوندهای چوبی در ساختار خود می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید در تمام یاخته‌ها تجزیهٔ فروکتوز فسفاته در گلیکولیز قابل مشاهده است، بنابراین تمام گیاهان این ویژگی را دارند.

۴۰۹۳ (۳) تنها مورد (ج) نادرست است چون دو نوع مریستم پسین در گیاهان **دولپه‌ای چوبی** وجود دارد درساختار برگ گیاهان دولپه‌ای یاخته‌های غلاف آوندی فاقد کلروپلاست هستند و توانایی فتوسنتز ندارند بنابراین این یاخته‌ها فاقد توانایی تولید انرژی زیستی به روش نوری هستند و می‌توانند این عمل را فقط به دو روش پیش‌ماده‌ای (قندکافت و چرخهٔ کربس) و اکسایشی در زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه انجام دهند.

بررسی موارد (الف) در مورد برگ تک‌لپه‌ای‌ها منظور است که در هر دو روپوست خود روزنهٔ هوایی دارند. (ب) در مورد برگ‌های رویانی یا لپه‌ها در دولپه‌ای‌ها می‌باشد که در برگ خود پارانشیم نرده‌ای و اسفنجی دارند. (د) عامل نارنجی گیاهان دولپه را از بین می‌برد (فصل ۹ یازدهم) که در آن‌ها غلاف آوندی اطراف آوندها کلروپلاست ندارند.

۴۰۹۴ (۲) بخش مرکزی در برش عرضی ریشهٔ گیاهان تک‌لپه از بافتی محاصره شده توسط آوندها مربوط به سامانهٔ زمینه‌ای تشکیل شده است که یاخته‌های آن در ترابری مواد نقش ندارند و این وظیفه توسط یاخته‌های آوند چوب و آبکش انجام می‌شود (در ریشهٔ دولپه‌ای‌ها آوندهای چوبی و آبکش متناوب در مرکز اندام قرار گرفته‌اند).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در ساقهٔ تک‌لپه، دسته‌های آوندی روی دوایر متعدد هستند که مرکزی‌ترها قطورتر و با تعداد کمتر هستند (فصل ۶ دهم). **گزینهٔ (۳):** در دانهٔ تک‌لپه‌ای‌ها، رویان هورمون جیبرلین می‌سازد و با عبور از لپه به یاختهٔ خارجی گلوتن‌دار آندوسپرم تأثیر می‌گذارد. **گزینهٔ (۴):** درون روپوست، یاختهٔ نگهبان روزنه وجود دارد. این یاخته‌ها آرایش خاص رشته‌های سلولزی در دیوارهٔ یاخته‌ای خود دارند.

۴۰۹۵ (۴) غلاف آوندی بزرگ‌تر و سبز در برگ تک‌لپه‌ای‌هاست که میانبرگ آن‌ها برحسب شکل کتاب درسی فقط از نوع اسفنجی است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** منظور قسمت اول دولپه‌ها با داشتن پارانشیم نرده‌ای است ولی برخی آوندهای درونی‌تر با غلاف آوندی در تماس نیستند. **گزینهٔ (۲):** منظور برگ تک‌لپه‌ای‌هاست که پارانشیم نرده‌ای ندارند ولی دقت کنید که غلاف آوندی دور رگبرگ نیست بلکه قسمت خارج هر رگبرگ است. **گزینهٔ (۳):** در هیچ گیاهی تعداد روزنه در سطح روپوست فوقانی از تحتانی بیشتر نیست.

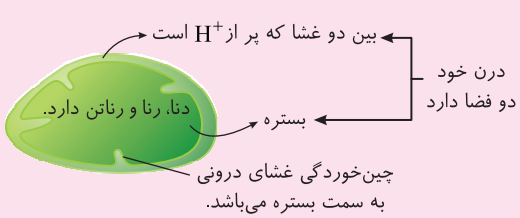
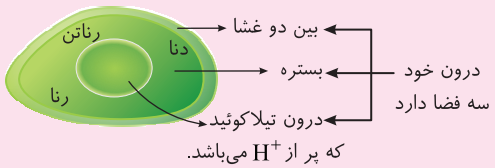
۴۰۹۶ (۱) همواره در برگ نهان‌دانگان، آوند چوبی به سمت روپوست رویی و آبکش‌ها به سمت روپوست زیرین هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** غلاف آوندی در برگ دولپه‌ای‌ها، کلروپلاست ندارد. **گزینهٔ (۳):** همواره تعداد روزنه‌ها در سطح زیرین برگ از سطح رویی بیشتر است. **گزینهٔ (۴):** میانبرگ تک‌لپه‌ای‌ها فقط پارانشیم اسفنجی (حفره‌ای) دارد.

۴۰۹۷ (۴) میتوکندری سبب تبدیل ماده به انرژی و کلروپلاست سبب تبدیل انرژی به ماده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هر دو غشای بیرونی صاف دارند. درونی‌ترین فضای سبزدیسه، درون تیلاکوئید است که دنا ندارد. **گزینهٔ (۲):** هر دو رنابسپاراز و دنابسپاراز دارند. چین غشایی مخصوص غشای درونی راکیزه است. **گزینهٔ (۳):** هر دو از سیتوپلاسم، پروتئین می‌گیرند. تیلاکوئید که ساختار غشای درونی است در کلروپلاست وجود دارد.

۴۲۸ مقایسهٔ میتوکندری و کلروپلاست

راکیزه (میتوکندری)	سبزدیسه (کلروپلاست)
غشای بیرونی صاف و غشای درونی با چین‌خوردگی درونی با فاصله از هم دارد.	دو غشای صاف فاصله‌دار از هم دارد.
	 ○ ساختارهای غشایی کیسه‌مانند متصل به هم دارند (تیلاکوئید).
مسئول بخش **هوازی** تنفس یاخته‌ای است (تبدیل ماده به انرژی).	مسئول کل واکنش‌های فتوسنتزی در یوکاریوت‌هاست (تبدیل انرژی به ماده).
در بستره، *DNA* حلقوی، *RNA* و رناتن مخصوص دارد.	در بستره، *DNA* حلقوی، *RNA* و رناتن مخصوص دارد.
مستقل از یاخته نیز می‌تواند تقسیم شود.	مستقل از یاخته نیز می‌تواند تقسیم شود.
O_2 می‌گیرد و ضمن تجزیهٔ مواد آلی به تولید CO_2 و *ATP* می‌پردازد.	○ کیسه‌های غشایی متصل به هم به نام تیلاکوئید دارد. ○ CO_2 و آب می‌گیرد و O_2 آزاد می‌کند تا مواد آلی بسازد.

۴۰۹۸ (۳) تیلاکوئیدها در سبزدیسه‌ها قرار دارند و ساختارهای غشایی و کیسه‌مانند هستند. دقت کنید رنگیزه‌ها در غشا و نه در درون خود تیلاکوئید می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تیلاکوئیدها می‌توانند در یاخته‌های غلاف آوندی یافت شوند. این یاخته‌ها جزء بافت آوندی برگ هستند. **گزینهٔ (۲):** تیلاکوئیدها به هم متصل بوده و همانند اسپرماتیدها به هم وصل می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** تیلاکوئید توانایی تولید *ATP* و *NADPH* را به کمک آنزیم‌های غشایی خود دارد.

۴۰۹۹ (۲) ساختارهای دوغشایی که درون آن‌ها *ATP* مصرف می‌شود شامل هسته، میتوکندری و کلروپلاست هستند. آنزیم‌هایی که درون هسته و برخی که درون کلروپلاست و میتوکندری فعالیت می‌کنند، توسط رناتن‌های آزاد در سیتوپلاسم ساخته می‌شوند و دستگاه گلژی و شبکهٔ آندوپلاسمی در تولید آن‌ها نقش ندارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** همانندسازی هسته مستقل از چرخهٔ یاخته‌ای نیست. **گزینهٔ (۳):** هسته دو غشای منفذدار دارد و نیازی به درون‌بری و برون‌رانی مواد ندارد. **گزینهٔ (۴):** درون هسته و توسط آن پروتئین‌سازی صورت نمی‌گیرد.

۴۱۰۰ (۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) درست هستند.

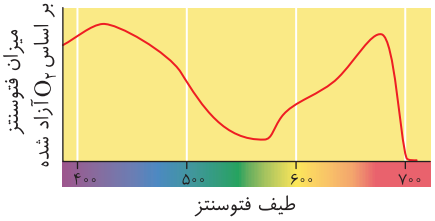
بررسی موارد (الف) **درست.** با توجه به نمودار کتاب درسی، کاروتنوئیدها توانایی جذب نور را در محدوده کمی قبل از ۴۰۰ تا ۵۲۰ نانومتر دارند که حدود ۴۵۰ قبل از کلروفیل *b* به حداکثر خود می‌رسد. (ب) **درست.** طبق شکل کتاب درسی، زمانی که برابر شدن میزان جذب کاروتنوئیدها با سبزینهٔ *a* برابر است، میزان جذب آن با سبزینهٔ *b* نیز برابر می‌باشد. (ج) **درست.** اولین رنگیزه‌ای که در طول موج‌های مختلف شروع به جذب نور می‌کند کاروتنوئید می‌باشد؛ این رنگیزه پاداکسنده بوده و در کاهش مقدار رادیکال‌های آزاد در یاخته‌های انسان نقش دارد. (د) نادرست. آخرین رنگیزه‌ای که جذب نوری خود را به پایان می‌رساند، **سبزینهٔ *a*** در ۷۰۰ نانومتر می‌باشد؛ این سبزینه خارج از مرکز واکنش فتوسیستم‌های گیاهی نیز به جذب نوری می‌پردازد (سبزینهٔ *b* از ۶۸۰ نانومتر به بعد دیگر جذب نور ندارد).

۴۲۹ رنگیزه‌ها

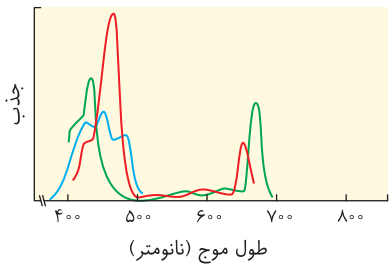
موارد مقایسه	کلروفیل *a*	کلروفیل *b*	کاروتنوئید
توانایی اکسایش و کاهش در فتوسنتز	+	−	−
خاصیت پاداکسندگی	−	−	+
مشاهده در آنتن‌های گیرندهٔ نوری	+	+	+
مشاهده در مرکز واکنش	+	−	−
مشاهده در رنگ‌دیسه	−	−	+
توانایی جذب نور قبل از ۴۰۰ نانومتر	−	−	+
به چه رنگی دیده می‌شود؟	سبز	سبز	زرد، نارنجی و قرمز
ترتیب جذب در طول موج‌ها	$a>b$ (در ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر)	کاروتنوئید $b>a$ (در ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر)	عدم جذب از ۵۲۰ به بعد
بیشترین میزان جذب	محدودهٔ ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر	محدودهٔ ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر	محدودهٔ ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر
طول موجی که متوقف می‌شود	بعد از ۷۰۰ نانومتر	بعد از ۶۸۰ نانومتر	بعد از ۵۲۰ نانومتر

۴۱۰۱ (۱) تنها مورد (ب) عبارت را به‌درستی کامل می‌کند.

بررسی موارد (الف) نادرست. با توجه به شکل سؤال بعد، مشاهده می‌کنید که در بخشی از محدودهٔ ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، جذب نور سبزینهٔ a بیشتر از سبزینهٔ b می‌باشد ولی سبزینهٔ b زودتر به حداکثر فعالیت خود می‌رسد و در این محدوده کاروتنوئید به جذب نور نمی‌پردازد. (ب) **درست.** در محدودهٔ ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر، حداکثر فعالیت سبزینهٔ a ، b و کاروتنوئید مشاهده می‌شود. (ج) نادرست. در محدودهٔ ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر، زمانی که سبزینهٔ a بیشترین جذب نوری را دارد، میزان جذب کاروتنوئیدها از سبزینهٔ b بیشتر است. (د) نادرست. با توجه به شکل فعالیت حداقل میزان O_2 متصاعدشدهٔ فتوسنتز در حدود طول موج ۶۸۰ تا ۷۰۰ نانومتر است.



۴۱۰۲ (۴) همان‌طور که در شکل مقابل دیده می‌شود، هر سه نوع رنگیزهٔ فتوسنتزی سبزینهٔ a، سبزینهٔ b و کاروتنوئید حداکثر جذب خود را در محدودهٔ طول موج‌های ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر دارند. این رنگیزه‌ها با جذب نور خورشید در فتوسنتز و آزاد کردن الکترون از مرکز واکنش مؤثرند.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در گیاهان سبزینه‌های a و b وجود دارند. بیشترین جذب هر دو نوع سبزینه در محدوده‌های ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر (آبی ـ بنفش) و ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر (نارنجی ـ قرمز) است و به رنگ سبز دیده می‌شوند. کاروتنوئیدها به رنگ‌های زرد، نارنجی و قرمز دیده می‌شوند و بیشترین جذب آن‌ها در بخش‌های آبی و سبز نور مرئی است. **گزینهٔ (۲):** فقط در بین آن‌ها، کاروتنوئید خاصیت پاداکسندگی دارد و با ورود به راکیزه مانع فعالیت تخریب‌گری رادیکال‌های آزاد اکسیژن روی مولکول‌های زیستی می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** مرکز واکنش سامانه‌های تبدیل انرژی (فتوسیستم‌ها) شامل سبزینهٔ a است که در **بستری** پروتئینی قرار گرفته است. این در حالی است که سبزینهٔ a و b و کاروتنوئیدها در آنتن‌های گیرندهٔ نور فتوسیستم‌ها در مجاور پروتئین‌ها دیده می‌شوند.

۴۱۰۳ (۳) سؤال در مورد سبزینهٔ a می‌باشد که در آنتن‌ها و مرکز واکنش وجود دارد. سبزینهٔ a در آنتن‌ها در حداکثر فعالیت خود بین ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** $P_{۶۸۰}$ و $P_{۷۰۰}$ نام دیگر سبزینهٔ a در فتوسیستم ۲ و ۱ می‌باشند و پروتئین در آن جایی ندارد. **گزینهٔ (۲):** حداکثر میزان جذب نوری سبزینهٔ a در طول موج بازهٔ ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر در $\frac{۱}{۳}$ ابتدایی طول موج مرئی است. **گزینهٔ (۴):** کاروتنوئیدها به رنگ‌های زرد، نارنجی و قرمز دیده می‌شوند.

۴۱۰۴ (۳) در شکل صورت سؤال علامت سؤال نشان‌دهندهٔ **کاروتنوئیدها** می‌باشد، کاروتنوئیدها خاصیت پاداکسندگی دارند و می‌توانند از کلروپلاست وارد راکیزه شده و نقش خود را ایفا کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** سبزینه‌ها بیشترین رنگیزه‌ای هستند که در سبزدیسه‌ها یافت می‌شوند ((الف) سبزینهٔ b و (ب) سبزینهٔ a است). **گزینهٔ (۲):** در کلروپلاست، سبزینه‌ها در اطراف کاروتنوئید قرار دارند (فصل ۶ دهم). **گزینهٔ (۴):** در برخی گیاهان که برگ بخش غیرسبز مثل سفید و زرد و قرمز دارند، با کاهش نور، مساحت بخش سبز زیاد می‌شود (یعنی مقدار سبزینه زیاد می‌شود).

۴۱۰۵ (۳) صورت سؤال ویژگی اندامک کلروپلاست را بیان می‌کند. منظور از نوعی سبزینه که تنها در آنتن‌های گیرندهٔ نور یافت می‌شود، **سبزینهٔ b** است. میزان جذب این سبزینه برخلاف سبزینهٔ a در محدودهٔ ۶۸۰ نانومتر به صفر می‌رسد ولی سبزینهٔ a تا ۷۰۰ نانومتر جذب نور دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در اوگلنای تک‌یاخته‌ای همانند برخی گیاهان در محیط کم نور، کلروپلاست خود را از دست می‌دهند. **گزینهٔ (۲):** طبق شکل کتاب درسی و مقیاسی که برای آن آورده شده است طول کلروپلاست قطعاً از ۰/۵ میکرومتر بیشتر است ولی دقت کنید که کیسهٔ تیلاکوئیدهای آن به هم متصل‌اند (نه مجزا). **گزینهٔ (۴):** توجه کنید که فضای درون کلروپلاست توسط غشای تیلاکوئیدها به دو بخش (فضای درون تیلاکوئیدها و بستره) تقسیم می‌شود نه اینکه بسترهٔ آن به دو بخش تقسیم شود. تیلاکوئیدها ساختارهای غشایی و کیسه‌مانند و به هم متصل هستند که برخلاف بستره فرایندهای همانندسازی، رونویسی و ترجمه در آن‌ها صورت نمی‌گیرد.

۴۱۰۶ (۱) فقط مورد (ب) درست است. سؤال در مورد فتوسنتز در یوکاریوت‌ها (هسته‌دار) می‌باشد. دقت کنید که کبد با اینکه از CO_2 ، مادهٔ آلی اوره می‌سازد ولی اوره مادهٔ زائد است نه مادهٔ مورد نیاز بافت‌ها! طی واکنش کلی فتوسنتز، گلوکز و اکسیژن تولید می‌شود. در جانداران هوازی اگر میزان اکسیژن به اندازهٔ کافی باشد مولکول‌های پیرووات تولید شده در گلیکولیز وارد میتوکندری می‌شوند تا تنفس یاخته‌ای به شکل هوازی ادامه پیدا کند (درستی مورد (ب)).

بررسی موارد (الف) در مورد میزان مصرف CO_2 یا تولید O_2 صحیح است ولی در مورد مصرف آب به عنوان مادهٔ معدنی نادرست است. (ب) فتوسنتز در دو سمت طیف نور مرئی یعنی در ۴۰۰ تا ۵۰۰ (بنفش و آبی) و ۶۰۰ تا ۷۰۰ (قرمز و نارنجی) با شدت زیاد است ولی در محدودهٔ سبز و زرد (۵۰۰ تا ۶۰۰) به آهستگی می‌باشد. (د) هر اندام گیاه از فتوسنتز برگ‌ها غذا می‌گیرند ولی برخی مثل ریشه، سبزدیسه ندارند.

۴۱۰۷ (۲) موارد (الف) و (ب) درست هستند.

بررسی موارد (الف) با توجه به شکل ۳ فصل ۶ زیست‌شناسی دوازدهم، در گسترهٔ طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر، درصد جذب نوری کلروفیل b، رو به بیشترین مقدار پیش می‌رود که هم‌زمان با کاهش شدت جذب کلروفیل a، افزایش شدت جذب کاروتنوئید را مشاهده کرد. (ب) در گسترهٔ طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر، درصد جذب نوری کاروتنوئیدها به بیشینهٔ خود می‌رسد. تقریباً در طول موج ۴۵۰ نانومتر درصد جذب هر سه نوع رنگیزه با هم برابر می‌شود. (ج) در گسترهٔ طول موج ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، حداکثر مقدار شدت جذب سبزینهٔ a از سبزینهٔ b بیشتر است. تقریباً در طول موج ۶۵۰ نانومتر مقدار شدت جذب سبزینهٔ a و سبزینهٔ b با یکدیگر برابر شود. (د) در طول موج **کمتر** از ۴۰۰ نانومتر درصد جذب نوری کاروتنوئیدها افزایش می‌یابد. در این طول موج سبزینه‌های a و b جذب نوری ندارند.

۴۱۰۸ (۲) بیشتر گیاهان روی زمین **نهان‌دانه‌اند** و به‌جز نوع انگل، بقیهٔ آن‌ها ریشه دارند و CO_2 را علاوه‌بر اندام‌های هوایی می‌توانند مقدار کمی به صورت محلول بیکربنات از خاک نیز دریافت کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مورد رشد برخی نهان‌دانگان که نسبت به نور بی‌تفاوتند و در هر شرایطی رشد می‌کنند، مثل گوجه‌فرنگی صادق نمی‌باشد. **گزینهٔ (۳):** بیشترین قدرت جذب کاروتنوئیدها در بخش سبز و آبی نور مرئی صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** این عمل در برخی گیاهان صورت می‌گیرد (نه بیشتر).

۴۱۰۹ (۴) مرکز واکنش فتوسیستم‌ها در غشای تیلاکوئید حاوی مولکول‌های کلروفیل a می‌باشد که در بستری از پروتئین قرار دارد. از طرفی می‌دانیم که کاروتنوئیدها و آنتوسیانین‌ها می‌توانند پاداکسنده باشند که در مرکز واکنش فتوسیستم‌ها دیده نمی‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در هـر فتوسیسـتم، انرژی آنتن‌ها به مرکز واکنش داده می‌شـود نه برعکس! **گزینهٔ (۲):** قرارگیری رنگیـزه در **بستری پروتئینی** ویژهٔ مرکز واکنش فتوسیستم‌ها می‌باشد. آنتن‌ها، انواع رنگیزه‌ها و انواع پروتئین‌ها را دارند. **گزینهٔ (۳):** در **مرکز** واکنش، حداکثر قدرت جذب سبزینهٔ a، در طول موج ۶۸۰ یا ۷۰۰ نانومتر است نه در آنتن‌ها! اگر به شکل طول موج مؤثر در رنگیزه‌ها دقت کنید، می‌بینید که حداکثر طول موج جذب شدهٔ کلروفیل a در آنتن‌ها بین طیف طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر می‌باشد.

فتوسیستم ۴۳۰

موارد مقایسه	آنتن‌های گیرندهٔ نوری	مرکز واکنش
اجزا	کلروفیل a و b و کاروتنوئید و انواع پروتئین دارد.	کلروفیل a در بستر پروتئینی دارد.
روش آزادکردن انرژی	انتقال **انرژی** به رنگیزهٔ مجاور	گرفتن انرژی آنتن‌ها و از دست دادن الکترون برانگیخته
کاروتنوئید (پاداکسنده)	دارد	ندارد
محل قرارگیری	غشای تیلاکوئید در اطراف مرکز	غشای تیلاکوئید محاصره توسط آنتن‌ها
ارتباط با زنجیرهٔ انتقال الکترون	−	+
انتقال انرژی به بخش دیگر فتوسیستم	بدون انتقال الکترون	همراه با انتقال الکترون‌های پرانرژی
فتوسیستم ۱	باریک‌تر از نوع دیگر	حاوی کلروفیل a با ماکزیمم جذب در $700nm$
فتوسیستم ۲	قطورتر از نوع دیگر	حاوی کلروفیل a با ماکزیمم جذب در $680nm$

۴۱۱۰ (۳) در غشـای تیلاکوئیدها، **کلروفیل a** موجود در مرکز واکنش فتوسیسـتم ۱ (با حداکثر جذب در طول موج ۷۰۰ نانومتر) نسـبت به سـایر انواع رنگیزه‌ها در طول موج بالاتری حداکثر جذب نوری خود را دارد. این رنگیزه کمبود الکترونی خود را از کلروفیل a موجود در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ جبران می‌نماید. حداکثر جذب این کلروفیل در طول ۶۸۰ نانومتر (محدودهٔ نور قرمز) می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در **مرکز** واکنش فتوسیسـتم‌ها، تنها کلروفیل a در بسـتر پروتئینی دیده می‌شود و سایر انواع رنگیزه‌ها در آنتن‌ها قرار گرفته‌اند. **گزینهٔ (۲):** با توجه به شکل ۳ صفحهٔ ۷۹، کاروتنوئیدها جذب نوری را در طول موج کمتری نسبت به کلروفیل‌ها آغاز می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که انتقال انرژی الکترون‌های برانگیخته به رنگیزهٔ بعدی تنها برای رنگیزه‌های موجود در آنتن‌ها می‌باشد. الکترون‌های برانگیختهٔ مرکز واکنش، از رنگیزه خارج و توسط رنگیزهٔ دیگری گرفته می‌شوند.

۴۱۱۱ (۱) **برگ** مناسـب‌ترین سـاختار برای فتوسـنتز در اکثر گیاهان است هر رگبرگ شـامل چند آوند چوبی و آبکش اسـت که آوندهای آبکش آن زنده هستند و شیرهٔ پرورده را جابه‌جا می‌کنند. با توجه به اینکه هر رگبرگ چندین آوند آبکش دارد پس تعداد آوندهای آبکش از تعداد رگبرگ‌ها بیشتر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در گیاهان تعداد مجموعه‌های تیلاکوئیدی از تعداد سبزدیسـه‌ها بیشـتر اسـت چون هر سبزدیسـه تعدادی تیلاکوئید دارد. **گزینهٔ (۳):** تعداد روزن‌ها از تعداد یاخته‌های نگهبان روزنه کمتر است. دور هر روزن، دو یاختهٔ نگهبان وجود دارد که به مجموعهٔ آن‌ها روزنه گفته می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در برگِ گیاهان تعداد آنتن‌های گیرندهٔ نور از تعداد مرکز واکنش بیشتر است چون هر فتوسیستم، یک مرکز و تعدادی آنتن دارد.

۴۱۱۲ (۳) سبزینه‌ها برخلاف کاروتنوئیدها خاصیت پاداکسندگی ندارند و نمی‌توانند به رادیکال‌های آزاد الکترون بدهند. موارد (الف)، (ب) و (د) صحیح هستند.

بررسی مـوارد (الف) **درست.** در محدودهٔ ۴۰۰ تا ۵۰۰ (بنفش و آبی)، حداکثر جذب سبزینهٔ b بیشتر از حداکثر جذب سبزینهٔ a است. (ب) **درست.** کاروتنوئیدها برخلاف سبزینه‌ها از طول موج ۵۲۰ به بعد یعنی از نور سبز به بعد توانایی جذب نور ندارند. (ج) نادرست. هر دو نوع سبزینهٔ b و کاروتنوئیدها توانایی جذب نور سبز و آبی را دارند. (د) **درست.** در طیف نورهای قرمز، ابتدا کلروفیل a و سپس b به حداکثر جذب نور می‌رسد.

۴۱۱۳ (۲) در مرکز واکنش و آنتن‌ها، پروتئین‌ها دارای پیوند هیدروژنی در ساختار دوم و سوم خود هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مورد رنای خطی نادرسـت اسـت چون فسـفات اولین نوکلئوتید در پیوند فسفودی‌استر نیست. **گزینهٔ (۳):** فقط در غشای تیلاکوئیدها رنگیزهٔ فتوسنتزی وجود دارد. **گزینهٔ (۴):** فقط در فتوسیستم‌ها رنگیزهٔ فتوسنتزی وجود دارد.

۴۱۱۴ (۲) رنگیزه‌های فتوسـنتزی همراه با انواعی پروتئین در سـامانه‌هایی به نام فتوسیسـتم ۱ و ۲ قرار دارند. هر فتوسیسـتم شـامل آنتن‌های گیرندهٔ نور و یک مرکز واکنش است. مرکز واکنش، شامل مولکول‌های **کلروفیل a** است که در بستری پروتئینی قرار دارند.

بررسی مـوارد (الف) **درست.** حداکثر جذب سـبزینهٔ a در مرکز واکنش فتوسیسـتم ۱، در طول موج ۷۰۰ نانومتر و حداکثر جذب آن در فتوسیسـتم ۲، در طول موج ۶۸۰ نانومتر اسـت طول موج مرئی نیز حداکثر ۷۰۰ نانومتر اسـت. (ب) **درست.** طبق شـکل ۳ صفحهٔ ۷۹ کتاب زیست‌شناسی ۳، توانایی سبزینهٔ a در جذب نور، در محدودهٔ ۴۰۰ تا ۵۰۰ زیاد است ولی سبزینهٔ a درون مرکز واکنش آن در طول موج ۷۰۰ به حداکثر جذب خود می‌رسد. بقیه مربوط به آنتن‌هاست. (ج) نادرست. هر فتوسیستم شامل آنتن‌های گیرندهٔ نور و یک مرکز واکنش است. هر آنتن که از رنگیزه‌های متفاوت (کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها) و انواعی پروتئین ساخته شده است، **انرژی** نور را می‌گیرد و به مرکز واکنش منتقل می‌کند (نه الکترون را). مرکز واکنش، شـامل مولکول‌های کلروفیل a اسـت که در بسـتری پروتئینی قرار دارند. (د) نادرسـت. ناقل الکترون بین دو فتوسیستم و یا بعد از فتوسیستم ۱ هستند (نه قسمتی از آن‌ها!).

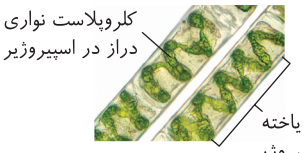
۴۱۱۵ (۳) **فتوسیستم**، سامانهٔ تبدیل انرژی در غشای تیلاکوئید است. مرکز واکنش، شامل مولکول‌های **کلروفیل a** است که در بستری **پروتئینی** قرار دارند.

بررسی گزینه‌های (۱) و (۲): هر فتوسیستم شامل **آنتن‌های گیرندهٔ نور** و یک **مرکز واکنش** است. هر آنتن که از رنگیزه‌های **متفاوت** (کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها) و انواعی پروتئین سـاخته شـده اسـت، انرژی نور را می‌گیرد و به **مرکز واکنش** منتقل می‌کند. **گزینهٔ (۴):** حداکثر جذب سبزینهٔ a در مرکز واکنش **فتوسیستم ۱**، در طول موج **۷۰۰ نانومتر** و حداکثر جذب آن در **فتوسیستم ۲**، در طول موج **۶۸۰ نانومتر** است.

۴۱۱۶ (۴) با توجه به شکل کتاب درسی کلروپلاست اسپیروژیر می‌تواند از لابه‌لای زوائد هستهٔ یاخته عبور نماید. هستهٔ آن می‌تواند در مرکز یا در نزدیک غشا باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هر یاختهٔ اسـپیروژیر دارای یک کلروپلاسـت نواری است و اسـتفاده از کلمهٔ کلروپلاست‌ها نادرست است. **گزینهٔ (۲):** هر اسپیروژیر، یک ردیف یاخته به صورت طولی می‌باشد که دو اسپیروژیر از طول می‌توانند کنار هم باشند. **گزینهٔ (۳):** طول زوائد خارج شده از اطراف هسته باهم برابر نیستند.

اسپیروژیر



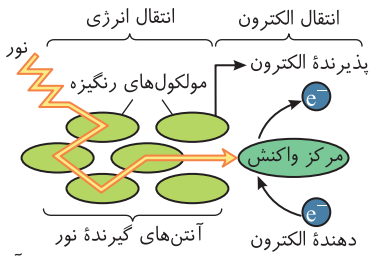
- نوعی جلبک سبز پریاخته‌ای می‌باشد که طول هر یاختهٔ آن بیشتر از ۱۰۰ میکرومتر است.
- واکنش‌های فتوسنتزی و سبزدیسه همانند گیاهان دارند.
- سبزدیسه‌های نواری و دراز دارند.
- قادر به انجام فتوسنتز و تولید O_2 می‌باشند.
- بیشترین فتوسنتز را در طول موج‌های ۴۰۰ تا ۵۰۰ و ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر انجام می‌دهند.
- هستهٔ آن دارای زوائد متعددی است که از زیر و روی سبزدیسه رد می‌شوند تا به غشا برسند.
- تراکم باکتری هوازی در کنار آن هنگامی بیشتر است که طول موج‌های دو طرف طیف مرئی (مخصوصاً ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر) را جذب می‌کند و O_2 بیشتری متصاعد می‌کند.

۴۱۱۷ (۲) موارد (ب) و (د) صحیح هستند. در آزمایش فوق که در مورد بررسی فتوسنتز جلبک اسپیروژیر می‌باشد، پرتوهای نور از منشور عبور کرده و به طیف‌های متفاوت تجزیه می‌شوند پس از مدتی می‌توان مشاهده نمود که باکتری‌ها در بعضی از قسمت‌های لولهٔ آزمایش بیشتر تجمع یافته‌اند (توزیع نامناسب) به عبارت دیگر بعضی از پرتوهای نور سبب افزایش میزان فتوسنتز و افزایش تولید اکسیژن توسط اسپیروژیر می‌شوند به دنبال افزایش تولید اکسیژن رشد باکتری **هوازی** نیز بیشتر می‌شود. باکتری‌های هوازی طی تنفس یاخته‌ای خود از چرخهٔ کربس هم برای تولید ATP استفاده می‌کنند (درستی مورد (ب)). از فصل ۴ به یاد دارید که آنتی‌بیوتیک می‌تواند برخی باکتری‌ها را از بین ببرد پس میزان رقابت باقی‌مانده‌ها کم می‌شود (درستی مورد (د)).

بررسی موارد (الف) برای فتوسنتز جلبک‌ها، وجود CO_2 و آب الزامی است که هر دو پیش‌مادهٔ آنزیم کربنیک‌انیدراز هستند. (ج) باکتری راکیزه ندارد که پیروواتِ با انتقال فعال وارد آن شود.

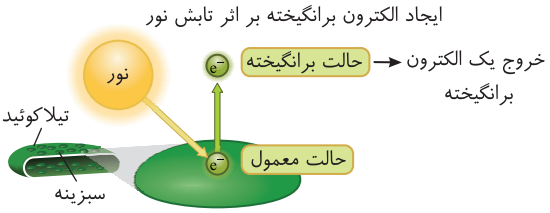
۴۱۱۸ (۳) اگر الکترون برانگیخته از آنتن باشد می‌تواند انرژی خود را به رنگیزهٔ دیگری در همان آنتن بدهد ولی در مرکز واکنش‌ها الکترون برانگیختهٔ دیگر به سطح اولیه برنمی‌گردد.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۴):** الکترون از آنتن به آنتن دیگر یا به مرکز واکنش منتقل نمی‌شود.
گزینهٔ (۲): با توجه به شکل ممکن است در خروج الکترون مرکز واکنش برخی آنتن‌ها مؤثر نباشد.



«انتقال انرژی به مرکز واکنش و خروج الکترون از آن»

بررسی مراحل خروج الکترون‌ها از یک فتوسیستم



هر روز با طلوع خورشید، نور به رنگیزه‌های درون آنتن‌های هر فتوسیستم برخورد می‌کند. این رنگیزه‌ها، حاوی الکترون‌های ذخیره‌ای از مولکول‌های آب تجزیه شدهٔ روز قبل هستند که سطح انرژی آن‌ها با گرفتن طول موج‌هایی از نور، به تدریج بالاتر می‌رود. **اگر این الکترون‌ها انرژی مناسبی ذخیره کنند**، می‌توانند به صورت **الکترون برانگیخته** درآیند و از مدار خود **در آن رنگیزه** خارج شوند (دقت کنید که الکترون آنتن‌ها هیچ‌گاه از یک فتوسیستم خارج نمی‌شود بلکه فقط انرژی آن می‌تواند از آنتن خارج شود). شکل فوق، ایجاد یک الکترون برانگیخته و خارج شده از مدار خود در یک فتوسیستم را نشان می‌دهد.

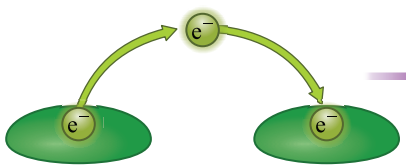
انواع مقصد الکترون برانگیخته شده

۱) درون فتوسیستم، پس از خروج الکترون‌های برانگیخته ممکن است دو حالت پیش آید. در حالت اول الکترون‌های برانگیخته، **فقط انرژی** خود را به **مولکول رنگیزهٔ** مجاور می‌دهند و خودشان در همان رنگیزه دوباره با همان سطح انرژی معمولی قرار می‌گیرند. این کار سبب برانگیخته کردن الکترون‌ها در مولکول رنگیزهٔ مجاور می‌شود. (لازم به ذکر است که خود این رنگیزه نیز با گرفتن نور خورشید، قبلاً مقداری انرژی گرفته بوده است و با گرفتن انرژی از مولکول مجاور می‌تواند سریع‌تر الکترون برانگیخته ایجاد کند.)



این شکل انتقال انرژی را از الکترون برانگیخته به رنگیزهٔ مجاور نشان می‌دهد که خود الکترون از رنگیزهٔ اولیه منتقل نمی‌شود.

۲) حالت دوم این است که وقتی الکترون برانگیخته از رنگیزهٔ فتوسیستمی خارج می‌شود، کل الکترون به همراه انرژی آن به **مولکول پروتئینی** یا **رنگیزه** مجاور در همان آنتن منتقل می‌شود.


این شکل انتقال الکترون پرانرژی را از یک رنگیزه به بخش نوری دیگر نشان می‌دهد.

۴۱۱۹ (۲) فقط مورد (ب) نادرست است.

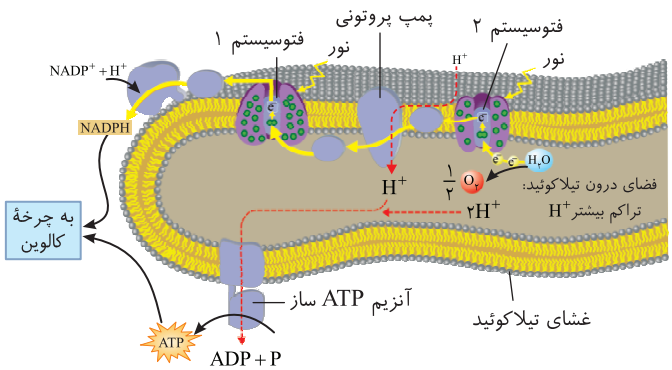
بررسی موارد (الف) **درست.** متن کتاب درسی است. آنتن انواع پروتئین و مرکز بستر پروتئینی دارد. (ب) نادرست. *همانند درسته نه پرفلاف!* (ج) **درست.** *وقتی برانگیخته شده یعنی از مدار خارج شده!* (د) **درست.** در مورد آنتن درست است.

۴۱۲۰ (۱) فقط مورد (الف) عبارت را به درستی تکمیل می‌نماید. با توجه به شکل زنجیره‌های انتقال الکترون تیلاکوئید، پروتئین A کاملاً آب‌گریز و پروتئین‌های B، C و D کاملاً آبدوست می‌باشند.

بررسی موارد (الف) پروتئین A، الکترون‌ها را به سمت فضای داخلی تیلاکوئید حرکت می‌دهد. (ب) پروتئین A منجر به اکسایش $P_{۶۸۰}$ در فتوسیستم ۲ می‌شود. (ج) پمپ با استفاده از انرژی الکترون‌ها، پروتون‌ها را به سمت فضای درون تیلاکوئید جابه‌جا می‌نماید. بنابراین جزء آبدوست بعدی الکترون‌های کم‌انرژی‌تری را دریافت می‌کنند. (د) پروتئین B در فضای درونی تیلاکوئید با تراکم بیشتر پروتون‌ها قرار گرفته است.

مرتبط با زنجیره	محل	ویژگی	انتقال مواد	مسیر عبور الکترون آن	نکته
فتوسیستم ۲ (جزء زنجیره نیست)	غشای تیلاکوئید	یک مرکز دارای $P_{۶۸۰}$ و تعدادی آنتن در عرض غشا دارد.	فقط الکترون	الکترون‌های آب را از فضای تیلاکوئید می‌گیرد و در غشای تیلاکوئید به ناقل آب‌گریز بعدی می‌دهد.	رنگیزه گیرنده انرژی نوری دارد. سبب شروع زنجیرهٔ اول الکترونی می‌شود.
ناقل پروتئینی اول (شروع زنجیرهٔ اول)	وسط غشای تیلاکوئید	در اتصال با بخش آب‌گریز اسیدهای چرب می‌باشد.	فقط الکترون	الکترون $P_{۶۸۰}$ را در عرض غشا گرفته و به پمپ H^+ منتقل می‌کند.	بین فتوسیستم ۲ و پمپ H^+ می‌باشد.
پمپ پروتونی	در کل عرض غشای تیلاکوئید و کمی درون تیلاکوئید	با سرهای آب دوست و دم آب‌گریز اسیدهای چرب و فضای درون تیلاکوئید در تماس است.	○ پروتون‌ها را برخلاف شیب غلظت از بستره به فضای تیلاکوئید انتقال می‌دهد. ○ الکترون را نیز بین دو ناقل عبور می‌دهد	الکترون‌های ناقل آب‌گریز قبلی را از وسط غشای تیلاکوئید گرفته و از راه درون تیلاکوئیدی به ناقل آب‌دوست بعدی می‌دهد.	به همراه تجزیهٔ آب سبب ایجاد تراکم زیاد H^+ درون تیلاکوئید می‌شود.
ناقل پروتئینی بعد از پمپ H^+	چسبیده به سطح داخلی غشای تیلاکوئید	آب دوست و در تماس با فضای تیلاکوئید و سر آب دوست اسیدهای چرب	فقط عبور الکترون کم‌انرژی از پمپ H^+ به $P_{۷۰۰}$	از فضای تیلاکوئید الکترون گرفته و از همین راه به $P_{۷۰۰}$ در مرکز فتوسیستم ۱ می‌رساند.	بین پمپ H^+ و فتوسیستم ۱، الکترون کم‌انرژی را عبور می‌دهد.
فتوسیستم ۱ (جزء زنجیره نیست و از قبلی قطورتر است.)	غشای تیلاکوئید	در کل عرض غشای تیلاکوئید قرار دارد. یک مرکز با $P_{۷۰۰}$ و تعدادی آنتن قطورتر دارد.	فقط الکترون	الکترون‌ها را به صورت کم‌انرژی از ناقل قبلی گرفته و با جذب نور به صورت پرانرژی به سطح خارجی غشای تیلاکوئید می‌رساند.	رنگیزه گیرندهٔ نوری دارد و با آزاد کردن الکترون، زنجیرهٔ الکترونی دوم را آغاز می‌کند.
ناقلین الکترونی بعد از فتوسیستم ۱ (شروع زنجیرهٔ ۲)	سطح خارجی غشای تیلاکوئید	به سرهای آب دوست اسیدهای چرب در غشای تیلاکوئید به سمت بستره متصل‌اند.	دو عدد با اندازهٔ کوچک و بزرگ هستند که فقط الکترون عبور می‌دهند	الکترون‌ها را از $P_{۷۰۰}$ به $NADP^+$ می‌دهد.	بعد از فتوسیستم ۱ قرار دارند که آخرین قسمت زنجیرهٔ انتقال الکترون هستند.
$NADP^+$ (جزئی از زنجیره نمی‌باشد.)	بستره (سبزدیسه)	گیرندهٔ الکترونی دی‌نوکلئوتیدی است.	به‌صورت $NADPH$ و به همراه یک H^+ است که الکترون پرانرژی را به چرخهٔ کالوین می‌دهد.	از بستره به بستره در چرخهٔ کالوین می‌دهد.	آخرین عضو کاهش‌شونده در واکنش‌های وابسته به نور است.

۴۱۲۱ (۱): تجزیهٔ نوری آب در فتوسیستم ۲ و در سطح داخلی تیلاکوئیدها انجام می‌شود. با توجه به شکل زیر که زنجیره‌های انتقال الکترون موجود در غشای تیلاکوئیدها را نشان می‌دهد، فتوسیستم ۱ از فتوسیستم ۲ اندازهٔ بزرگ‌تری دارد و دارای آنتن‌های گیرندهٔ نور بیشتری در ساختار خود می‌باشد.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** با توجه به شکل، فتوسیستم ۲ الکترون‌های مرکز واکنش خود را به مولکولی منتقل می‌کند که در لایه‌لای فسفولیپیدهای غشا قرار گرفته و کاملاً آب‌گریز می‌باشد. در حالی که فتوسیستم ۱ الکترون‌های خود را به یک مولکول خارج غشایی و آب دوست منتقل می‌نماید. **گزینهٔ (۳):** آنزیم ATPساز با کمک یون‌های هیدروژن موجود در فضای درونی تیلاکوئید فعالیت می‌کند. فتوسیستم ۲ با تجزیهٔ نوری آب و تولید یون هیدروژن در تیلاکوئید و همچنین با راه‌اندازی غیرمستقیم پمپ پروتونی موجود در زنجیرهٔ انتقال الکترون اول، در افزایش تراکم یون‌های هیدروژن موجود در تیلاکوئید نقش چشمگیری دارد. **گزینهٔ (۴):** هر دوی فتوسیستم‌ها می‌توانند به‌طور مستقیم نور خورشید را جذب نمایند. با توجه به شکل ۵ صفحهٔ ۸۲، در جریان جذب نور خورشید، رنگیزه‌های موجود در آنتن‌ها می‌توانند از خود الکترون برانگیخته آزاد ننمایند.

۴۱۲۲ (۴): با توجه به متن کتاب درسی، زنجیرهٔ انتقال الکترونی اول بین فتوسیستم ۲ و فتوسیستم ۱ و زنجیرهٔ انتقال الکترونی دوم بین فتوسیستم ۱ و $NADP^+$ قرار گرفته است. با توجه به شکل زنجیره‌ها، زنجیرهٔ انتقال الکترون اول حاوی سه مولکول پروتئینی و زنجیرهٔ دوم حاوی دو مولکول پروتئینی است. هر دو پروتئین‌های زنجیرهٔ دوم (نه برخی از آن‌ها!) در خارج از ساختار غشای تیلاکوئید قرار گرفته و با قسمت آب‌گریز فسفولیپیدهای غشا تماسی ندارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پروتئین‌های دوم (پمپ) و سوم زنجیرهٔ انتقال الکترونی اول با محتویات فضای درون تیلاکوئیدها در تماس می‌باشند، اما پروتئین اول به‌طور کامل در داخل غشا و در تماس با اسیدهای چرب قرار گرفته است. **گزینهٔ (۲):** پروتئین آخر موجود در زنجیرهٔ دوم، با انتقال الکترون‌ها به $NADP^+$ منجر به اتصال یون هیدروژن به این ترکیب شده و از میزان یون‌های هیدروژن موجود در بستره می‌کاهد. **گزینهٔ (۳):** در زنجیرهٔ اول، پروتئین اول، الکترون‌ها را مرکز واکنش فتوسیستم ۲ می‌گیرد و پروتئین سوم الکترون‌ها به مرکز واکنش فتوسیستم ۱ می‌رساند و اما پروتئین دوم با مراکز واکنش ارتباط مستقیمی ندارد.

۴۳۲ زنجیرهٔ انتقال الکترون

موارد مقایسه	زنجیرهٔ انتقال الکترون بین فتوسیستم ۱ و ۲	زنجیرهٔ انتقال الکترون بین فتوسیستم ۱ و $NADP^+$
مکان	غشای تیلاکوئید	غشای تیلاکوئید
منبع الکترون	فتوسیستم ۲	فتوسیستم ۱
پمپ یون هیدروژن	یکی دارد	ندارد
تولید $NADPH$ (حامل الکترون)	ندارد	دارد
مصرف ATP	ندارد	ندارد
اثر روی pH بستره	افزایش (توسط پمپ H^+)	کاهش (با ایجاد NADPH)
اثر روی pH درون تیلاکوئید	کاهش	ندارد
مقصد نهایی الکترون	مرکز واکنش فتوسیستم ۱ ($P_{۷۰۰}$)	$NADP^+$
مسیر انتقال الکترون	وسط غشا و سپس سطح درونی غشای تیلاکوئید	سطح بیرونی غشا
تعداد اجزا	۳ (بزرگ‌ترین دومی است)	۲ (بزرگ‌ترین دومی است)
وظیفه	انتقال الکترون به فتوسیستم ۱	انتقال الکترون به $NADP^+$ و تولید $NADPH$
اعضای آب‌گریز	یک عدد (اولی)	ندارد.
اعضای فقط آب‌دوست	یک عدد (سومی)	دو عدد با اندازهٔ متفاوت

۴۱۲۳ (۳): منظور صورت سؤال **فتوسیستم ۲** می‌باشد که سبزینهٔ مرکزی آن در طول موج **۶۸۰** به حداکثر جذب می‌رسد. دقت کنید تولید ATP خارج از زنجیرهٔ انتقال الکترون رخ می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** فتوسیستم ۲ نوعی پروتئین غشایی با نقش آنزیمی دارد که می‌تواند آب را در تیلاکوئید تجزیه کند. آب دارای پیوند هیدروژنی است. **گزینهٔ (۲):** طبق شکل کتاب درسی، الکترون‌های خارج شده از فتوسیستم ۲ ابتدا به جزئی وارد می‌شوند که در اتصال با اسیدهای چرب محصور شده است. **گزینهٔ (۴):** این فتوسیستم به تجزیهٔ آب و تولید پروتون سبب کاهش pH فضای درون تیلاکوئید می‌شود و از طرفی با عبور الکترون پرانرژی آن از پمپ پروتونی، مقدار H^+ درون تیلاکوئید را زیاد می‌کند.

۴۱۲۴ (۳): موارد (الف)، (ب) و (د) صحیح هستند. منظور از صورت سؤال، فتوسیستم ۲ و پمپ موجود در اولین زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌باشد که به ترتیب به‌طور مستقیم با تجزیهٔ آب و وارد کردن H^+ از بستره، سبب افزایش H^+ در تیلاکوئید می‌شوند. دقت کنید که $NADP^+$ با گرفتن H^+، سبب کاهش H^+ بستره شده و به‌طور غیرمستقیم H^+ درون تیلاکوئید تراکم بیشتری پیدا می‌کند.

بررسی موارد (الف) **درست.** دقت کنید در هیچ‌یک از این دو عامل ATP مصرف نمی‌شود. هر دو نوع مولکول توانایی انتقال الکترون‌ها را دارند. (ب) **درست.** هر دو مولکول نام برده پروتئینی بوده که در ساختار سوم پروتئین‌ها پیوندهای کوالانسی، یونی و هیدروژنی وجود دارند. (ج) نادرست. در بین این دو عامل، فتوسیستم‌ها می‌توانند کاروتنوئید داشته باشند. کاروتنوئیدها پاداکسنده بوده و در بهبود عملکرد یاخته‌ای نقش دارند. (د) **درست.** دقت کنید فتوسیستم ۲ تنها توانایی کاهش جزء اول زنجیره را دارد اما پمپ می‌تواند با گرفتن الکترون، اولین عضو زنجیره را اکسایش دهد.

۴۳۳ پروتئین‌های زنجیره

نام پروتئین	محل استقرار	تأثیر بر تراکم یون هیدروژن در بستره	تأثیر بر تراکم یون هیدروژن در تیلاکوئید
پمپ پروتئینی	زنجیرهٔ انتقال الکترون اول در غشای تیلاکوئید	کاهش	افزایش
آنزیم تجزیه‌کنندهٔ آب	فتوسیستم ۲ در غشای تیلاکوئید	بدون تغییر	افزایش
آنزیم تولیدکنندهٔ $NADPH$	بسترهٔ کلروپلاست	کاهش	بدون تغییر
کانال آنزیمی ATPساز	غشای تیلاکوئید	افزایش	کاهش

۴۱۲۵ (۴): آنزیم ATPساز هم در غشای تیلاکوئید و هم در غشای راکیزه، یون‌های پروتون را به بسترهٔ اندامک وارد می‌کند. افزایش یون‌های پروتون سبب کاهش pH بستره می‌شود. در این حالت ATP همراه با آب تولید می‌گردد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید انرژی انتشار تسهیل شده از انتقال پروتون‌ها تأمین نمی‌گردد بلکه انرژی تولید ATP از آن تأمین می‌گردد. **گزینهٔ (۲):** در هر دو نوع روش ساخته شدن ATP فوق، از انرژی حاصل از انتقال الکترون‌ها به‌طور **مستقیم** استفاده نمی‌شود بلکه از انرژی عبور H^+ استفاده می‌کنند. **گزینهٔ (۳):** دقت کنید شیب غلظت پروتون می‌تواند در اثر تجزیهٔ آب در درون غشای تیلاکوئید نیز دچار افزایش شود و همچنین تولید پذیرندهٔ الکترون از حامل الکترون در زنجیرهٔ انتقال راکیزه می‌تواند بر شیب پروتون مؤثر باشد.

۴۱۲۶ (۳): چهار نوع گیرندهٔ الکترونی NAD^+، FAD، O_2 و $NADP^+$ را باید در نظر بگیریم.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۴):** نادرست. O_2 و $NADP^+$ ابتدا با دو الکترون ترکیب شده و به صورت یون‌های منفی اکسید (O^{2-}) یا $NADP^-$ تبدیل می‌شوند. یون اکسید نوعی دی‌نوکلئوتید نیست (رد گزینهٔ (۱)) و هیچ‌کدام به صورت یون مثبت گیرندهٔ پروتون نمی‌باشند (رد گزینهٔ (۴)). **گزینهٔ (۲):** نادرست. منظور FAD است که ابتدا در پروتئین غیر پمپی آب‌گریز در راکیزه اکسایش می‌شود. **گزینهٔ (۳): درست.** در مورد NAD^+ است که الکترون‌های $NADH$ آن هر ۵ عضو زنجیرهٔ راکیزه را اکسایش و کاهش می‌دهد.

۴۱۲۷ **۴** مطابق شکل کتاب واضح است که الکترون‌های حاصل از تجزیهٔ آب مستقیماً به درون مرکز واکنش وارد می‌شوند و به آنتن‌های گیرندهٔ نور وارد نمی‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** انرژی الکترون‌های برانگیختهٔ رنگیزه‌های موجود در آنتن‌ها، از رنگیزه‌ای به رنگیزهٔ دیگر در آنتن فتوسیستم منتقل می‌شود تا در نهایت به مرکز واکنش می‌رسد. **گزینهٔ (۲):** الکترون‌های حاصل از تجزیهٔ نوری آب در جبران کمبود الکترون سبزینهٔ a موجود در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ نقش دارند. الکترون‌هایی که کمبود الکترون سبزینهٔ a موجود در مرکز واکنش فتوسیستم ۱ را جبران می‌کنند، برخلاف الکترون‌های حاصل از تجزیهٔ نوری آب، با عبور از پمپ H^+، موجب انتقال فعال این یون به فضای درون تیلاکوئید و کاهش pH این فضا می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** الکترون‌هایی که از مرکز واکنش فتوسیستم ۲ خارج شده‌اند، با عبور از پمپ H^+ سبب انتقال فعال این یون به فضای درون تیلاکوئید شده و غلظت H^+ بستره را کاهش می‌دهند. هم‌چنین الکترون‌هایی که از مرکز واکنش فتوسیستم ۱ خارج شده‌اند نیز سبب احیای $NADP^+$ و جذب الکترون توسط آن می‌شوند که این عامل، غلظت H^+ بستره را می‌کاهد. الکترون‌های خروجی از مرکز واکنش فتوسیستم ۱، در جبران کمبود الکترون سبزینه $P_{۷۰۰}$ نقشی ندارد.

۴۱۲۸ **۳** آنزیم ATPساز موجود در غشای تیلاکوئیدها که در واقع نوعی کانال یونی می‌باشد، ضمن عبور دادن یون‌های هیدروژن از فضای درونی تیلاکوئید به درون بستره، با افزودن یک مولکول فسفات به ADP، تولید ATP می‌نماید و بدین وسیله موجب کاهش یون‌های فسفات فضای بستره می‌شود. این پروتئین طبق شکل کتاب درسی یک قسمت بزرگ‌تر در عرض غشا و یک قسمت کوچک‌تر آنزیمی در بستره دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** آنزیم ATPساز با جابه‌جایی یون‌های هیدروژن (نه الکترون) در جهت شیب غلظت از درون تیلاکوئید به بستره، موجب افزایش pH تیلاکوئید می‌شود. **گزینهٔ (۲):** پروتئینی که یون‌های هیدروژن را از بستره به فضای درون تیلاکوئیدها پمپ می‌کند و هم‌چنین آنزیم تجزیهٔ آب موجب افزایش تراکم یون هیدروژن درون تیلاکوئید می‌شود، فقط پمپ بین فتوسیستم ۲ و ۱ قرار دارد. **گزینهٔ (۴):** آخرین پروتئینی که در زنجیرهٔ انتقال الکترون دوم (بعد از فتوسیستم ۱) قرار دارد، با انتقال الکترون به $NADP^+$ موجب کاهش آن می‌شود. این پروتئین فقط با غشای خارجی تیلاکوئید در تماس است ولی با توجه به شکل کتاب درسی توسط دو پایه به آن وصل است.

۴۱۲۹ **۳** با حرکت الکترون‌ها در طول زنجیره، انرژی آن‌ها کم می‌شود. پمپ غشایی با مصرف انرژی الکترون‌ها، پروتون‌های بستره را وارد فضای درون تیلاکوئید کرده و pH فضای درون تیلاکوئید کاهش می‌یابد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با مصرف دو الکترون، $NADPH$ تولید می‌شود. **گزینهٔ (۲):** یکی از پروتئین‌های ناقل الکترون که بعد از پمپ H^+ است، متصل به سطح داخلی غشاست. **گزینهٔ (۴):** الکترون‌های خارج شده از فتوسیستم ۱ برای رسیدن به $NADP^+$ از دو مولکول ناقل عبور می‌کنند.

۴۳۴ فتوسیستم و انتقال الکترون

موارد مقایسه	فتوسیستم ۲	آخرین عضو زنجیرهٔ انتقال الکترون دوم (ناقل بزرگ‌تر)
افزایش اختلاف تراکم یون هیدروژن بین دو سمت غشای تیلاکوئید	+ (با تجزیهٔ آب)	+ (با تولید NADPH)
توانایی اکسایش و کاهش	+	+
پیوند پپتیدی	+	+
عضو سراسری در عرض غشای تیلاکوئید	+	−
توانایی تجزیهٔ مولکول آب	+	−
رنگیزهٔ فتوسنتزی	+	−
دریافت الکترون از ...	مولکول آب	اولین عضو از زنجیرهٔ انتقال الکترون دوم که کوچک‌تر است.
دادن الکترون به ...	آب‌گریزترین عضو زنجیرهٔ انتقال الکترون	$NADP^+$ و تبدیل آن به $NADP^-$

۴۱۳۰ **۱** موارد (ب) و (ج) به ویژگی‌های مشترک و موارد (الف) و (د) به وجه تفاوت دو غشا اشاره می‌کنند.

بررسی موارد **الف** در زنجیرهٔ انتقال الکترون غشای داخلی راکیزه، اکسایش $NADH$ انجام می‌شود ولی در زنجیرهٔ تیلاکوئید، گیرندهٔ $NADP^+$ کاهش می‌یابد که هر دو آدنین دارند. **ب** در غشای راکیزه، زنجیرهٔ انتقال الکترون ۵ عضو دارد و در تیلاکوئید نیز زنجیرهٔ اول سه عضو و زنجیرهٔ دوم، دو عضو و مجموعاً ۵ عضو دارند. **ج** در هر دو، مولکول ATP توسط آنزیم ATPساز که یون‌های هیدروژن را به بستره منتقل می‌کند، ساخته می‌شود. **د** در زنجیرهٔ انتقال الکترون غشای داخلی راکیزه، ۳ پمپ پروتئینی و در غشای تیلاکوئید یک پمپ پروتئینی وجود دارد. پس به کار بردن کلمهٔ **پمپ‌ها** برای تیلاکوئید اشتباه است.

۴۱۳۱ **۴** در مرحلهٔ نوری فتوسنتز گیاهان دو زنجیرهٔ انتقال الکترون وجود دارد که اولی بین فتوسیستم ۲ و ۱ انرژی لازم را به‌طور موقت برای ATPسازی فراهم کرده و دومی که پس از فتوسیستم ۱ می‌باشد، انرژی لازم برای تولید $NADPH$سازی را فراهم می‌کند که در این زنجیره، الکترون‌ها به $NADP^+$ منتقل شده و بعد H^+ به آن‌ها می‌پیوندد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** عبور پروتون از پمپ، فقط در زنجیرهٔ اول وجود دارد. **گزینهٔ (۲):** این گزینه مخصوص واکنش‌های مرحلهٔ مستقل از نور می‌باشد چون از کربن استفاده می‌کند. **گزینهٔ (۳):** در مورد واکنش‌های پس از فتوسیستم ۱ در دومین زنجیرهٔ انتقال الکترون صحیح است.

۴۱۳۲ **۳** موارد (ج) و (د) نادرست می‌باشند.

نکته

در فتوسنتز دو مرحله وجود دارد. در مرحلهٔ نوری ADP مصرف شده تا ATP نوری ساخته شود و در مرحلهٔ مستقل از نور (چرخهٔ کالوین)، ATP تجزیه شده و ADP تولید می‌شود.

تنفس هوازی دو مرحله دارد، مرحلهٔ اول آن قندکافت است که **تولید و مصرف** ADP و ATP صورت می‌گیرد ولی در مرحلهٔ دوم یا بخش هوازی آن فقط مصرف ADP یا همان تولید ATP صورت می‌گیرد.

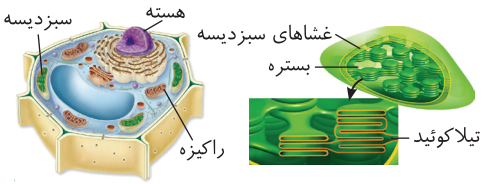
۴۱۳۳ **۱** فقط مورد (ب) صحیح است.

بررسی موارد **الف)** نادرست. عامل تراکم دهندهٔ H^+ در فضای درون تیلاکوئید، هم **تجزیهٔ آب** و هم فعالیت پمپ پروتونی است. **ب)** **درست.** الکترون‌های $P_{۶۸۰}$ پس از عبور از زنجیرهٔ انتقال الکترون و کم شدن انرژی آن‌ها به $P_{۷۰۰}$ در فتوسیستم ۱ می‌رسد. **ج)** نادرست. پمپ H^+ توسط الکترون‌های $P_{۶۸۰}$ در زنجیرهٔ انتقال الکترون بین دو فتوسیستم ۲ و ۱ فعال می‌شود. **د)** نادرست. یک زنجیرهٔ انتقال الکترون بین فتوسیستم ۲ و ۱ برای ساخت ATP و زنجیرهٔ دیگر (از فتوسیستم ۱ به بعد) برای ساخت $NADPH$ انرژی را تأمین می‌کنند.

۴۱۳۴ **۳** انرژی جذب شده در هر فتوسیستم، به وسیلهٔ آنتن‌ها به **مرکز واکنش** منتقل می‌شود و سبب می‌شود تا **کلروفیل a** در مرکز واکنش، الکترون از دست بدهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** **فتوسیستم ۱**، کلروفیل $P_{۷۰۰}$ و **فتوسیستم ۲**، کلروفیل $P_{۶۸۰}$ دارد. **گزینهٔ (۲):** کمبود الکترونی **فتوسیستم ۲** از الکترون‌های حاصل از **تجزیهٔ آب** تأمین می‌گردد. **گزینهٔ (۴):** الکترون‌های **فتوسیستم ۲** با عبور از **چپ پروتونی** غشای تیلاکوئید، مقداری انرژی از دست می‌دهند.

۴۱۳۵ **۴** هر چهار مورد عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند. یک یاختهٔ میانبرگ گیاه رز فتوسنتز می‌کند و **کلروپلاست** دارد. همچنین این یاخته میتوکندری هم دارد. هر دو اندامک میتوکندری و کلروپلاست آنزیم ATPساز دارند. با توجه به شکل سمت چپ، اندازهٔ کلروپلاست از میتوکندری بزرگ‌تر است (با مقایسهٔ مقیاس شکل ۵ صفحهٔ ۶۷ و شکل ۲ صفحهٔ ۷۹ هم می‌توان به این نکته رسید).



بررسی موارد **الف)** هر دو اندامک، دنای حلقوی دارند و می‌توانند از روی آن رناهای خطی بسازند. **ب)** با توجه به شکل سمت راست، هیچ‌کدام از غشاهای خارجی، داخلی و تیلاکوئیدی کلروپلاست چین‌خورده نیست. در حالی که غشای داخلی میتوکندری چین‌خورده است. **ج)** در مجموع زنجیره‌های انتقال اول و دوم کلروپلاست یک پمپ پروتونی دیده می‌شود. در حالی که هر زنجیرهٔ انتقال میتوکندری سه عدد پمپ دارد. **د)** با توجه به شکل ۱۴ صفحهٔ ۳۱ کتاب دوازدهم، قسمتی از پروتئین‌های هر دو اندامک توسط ریبوزوم‌های آزاد سیتوپلاسم ساخته می‌شود.

۴۱۳۶ **۴** اگر شکل کتاب را بلد باشید، جواب دادن به این سؤال آسان است. دو پروتئین با اندازه‌های متفاوت که پس از فتوسیستم ۱ قرار دارند، در بخش خارجی غشای تیلاکوئید بوده و مسئول انتقال الکترون به $NADP^+$ برای ایجاد $NADPH$ می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تیلاکوئید فقط یک غشا دارد. **گزینهٔ (۲):** منظور پروتئین ناقل الکترونی قرار گرفته پس از پمپ پروتونی است که، چسبیده به سطح داخلی غشای تیلاکوئید است و الکترون‌ها را به فتوسیستم ۱ می‌دهد (نه به فتوسیستم ۲). **گزینهٔ (۳):** تجزیهٔ نوری آب به دنبال عبور الکترون و خروج آن از فتوسیستم ۲ رخ می‌دهد که عضوی از زنجیرهٔ انتقال الکترون نمی‌باشد.

۴۱۳۷ **۴۳** اول از همه دقت کنید تیلاکوئید **یک** ساختار تک‌غشایی است. پس وقتی میگه دو غشای تیلاکوئید غلط است به نظر من منظور طراح دولایهٔ غشای تیلاکوئید بوده و تست را ویرایش نکرده بودند (قطعاً گزینهٔ ۳ غلطه!).

اما گزینهٔ (۴) را طراح انتخاب کرده که اون هم البته غلط است! *تجزیهٔ نوری آب در فتوسنتز کی انجام می‌شه؟ مشفصه!* در ابتدای شروع انجام واکنش‌های وابسته به نور و زمانی که الکترون‌ها از $P_{۶۸۰}$ درون فتوسیستم ۲ خارج شدند! ولی فتوسیستم‌ها جزئی از زنجیرهٔ انتقال الکترون نیستند!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به شکل کتاب درسی، با عبور الکترون‌ها از دومین زنجیرهٔ انتقال الکترون که دو جزء آن با اندازهٔ متفاوت متصل به سطح خارجی غشای تیلاکوئید هستند، در نهایت الکترون به $NADP^+$ رسیده و $NADPH$ تولید می‌شود. **گزینهٔ (۲):** با توجه به شکل کتاب، با عبور الکترون‌ها از جزئی از زنجیرهٔ انتقال بین دو فتوسیستم که روی سطح درونی غشا قرار دارد، الکترون‌ها به فتوسیستم ۱ منتقل می‌شوند.

۴۱۳۸ **۳** موارد (الف)، (ب) و (د) به درستی بیان شده‌اند.

بررسی موارد **الف)** **درست.** الکترون‌های برانگیخته در آنتن‌های گیرندهٔ نور، با انتقال انرژی به مولکول رنگیزهٔ بعدی، به مدار خود برمی‌گردند. اما الکترون‌های برانگیخته در مرکز واکنش از رنگیزه خارج می‌شوند. **ب)** **درست.** با تجزیهٔ نوری آب، الکترون‌های حاصل به فتوسیستم ۲ منتقل و سپس به زنجیرهٔ انتقال الکترون بین دو فتوسیستم وارد شده و آن‌گاه به فتوسیستم ۱ می‌رسند و از فتوسیستم ۱، به کمک زنجیرهٔ انتقال الکترون بین فتوسیستم ۱ و $NADP^+$، به مولکول $NADP^+$ منتقل می‌شوند. $NADP^+$ با گرفتن دو الکترون، دارای بارمنفی می‌شود و با ایجاد پیوند با پروتون (H^+) موجود در بستره به مولکول $NADPH$ تبدیل می‌شود یعنی سبب کاهش مقدار $NADP^+$ بستره می‌شود. **ج)** نادرست. آنزیم ATPساز با عبور H^+ از درون تیلاکوئید به بستره، ATP می‌سازد و تراکم یون‌های H^+ را در بستره افزایش می‌دهد نه کاهش. **د)** **درست.** در برقراری شیب غلظت از درون تیلاکوئید به بستره ۳ عامل مؤثر است. ۱ تجزیهٔ نوری آب ۲ پمپ پروتئینی انتقال‌دهندهٔ H^+ در غشای تیلاکوئید ۳ $NADP^+$ موجود در بستره. مورد (۱) و (۲) با افزایش H^+ در درون تیلاکوئید، سبب افزایش شیب غلظت از درون تیلاکوئید به بستره می‌شوند. اما مورد (۳) با کاهش H^+ بستره، به این صورت که $NADP^+$ با دریافت الکترون از زنجیرهٔ انتقال الکترون و H^+ بستره، $NADPH$ را ایجاد می‌کند. تشکیل $NADPH$ باعث کاهش H^+ در بستره می‌شود. کاهش H^+ بستره شیب غلظت را از درون تیلاکوئید به بستره افزایش می‌دهد.

۴۳۵ غشای تیلاکوئید

موارد مقایسه		پمپ انتقال پروتون	مجموعهٔ آنزیمی ATP‌ساز
نوع پروتئین		سراسری	سراسری
عضو زنجیرهٔ انتقال الکترون		+	−
پیوند پپتیدی		+	+
مصرف انرژی		+	+
مصرف ATP		−	−
تولید ATP و نقش آنزیمی		−	+
جابه‌جایی الکترون‌ها در غشای تیلاکوئید		+	−
اکسایش و کاهش		+	−
انتقال پروتون	نحوه انتقال	انتقال فعال	انتشار تسهیل‌شده
	مصرف انرژی	+	−
	مسیر انتقال	بستره به تیلاکوئید	تیلاکوئید به بستره
اثر روی pH	بستره	افزایش	کاهش
	تیلاکوئید	کاهش	افزایش

۴۱۳۹ (۲) بیشترین مصرف انرژی در طی تبدیل اسید به قند سه‌کربنی در کالوین انجام می‌شود. در این مرحله اسید تک‌فسفاته ابتدا دوفسفاته شده و سپس پس از اکسایش $NADPH$، فسفات خود را از دست می‌دهند. در این مرحله ADP نیز به عنوان مولکولی دوفسفاته ایجاد می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید مولکول شش‌کربنه به‌طور خودبه‌خودی می‌شکند و دو اسید سه‌کربنه را می‌سازد. در این فرایند انرژی مصرف نمی‌شود. **گزینهٔ (۳):** دقت کنید $NADPH$ که نوعی حامل الکترون است در آن واکنش مصرف می‌شود (نه تولید). **گزینهٔ (۴):** تولید ریبولوزبیس‌فسفات از ریبولوز فسفات نیز با صرف ATP است ولی بیشترین انرژی در این مرحله از چرخهٔ کالوین مصرف نمی‌شود.

۴۳۶ چرخهٔ کالوین

مراحل	پیش‌ماده‌ها	محصولات	نکته
اول	CO_2 + قند ریبولوزبیس فسفات	تولید ترکیب شش‌کربنی پرانرژی ناپایدار و سپس با شکستن پیوند کربن-کربن، ترکیبات اسیدی سه‌کربنی پایدار ایجاد می‌شوند.	آنزیم روبیسکو، کربوکسیلازی می‌کند تا کربن در اسید C_3 تثبیت شود.
دوم	اسیدهای سه‌کربنی تک‌فسفاته پایدار- $NADPH - ATP$	قندهای سه‌کربنی فسفاته پایدار - $NADP^+ + ADP + P$	به ترتیب، مصرف ATP، اکسایش $NADPH$ و آزاد شدن فسفات صورت می‌گیرد.
سوم	از هر شش قند سه‌کربنی فسفاته	۵ تا از آن‌ها چرخه را ادامه می‌دهند. یکی از آن‌ها از چرخه خارج می‌شوند تا سایر ترکیبات آلی را بسازند.	خروج محصول اصلی از چرخه صورت می‌گیرد.
چهارم	قند سه‌کربنی فسفاته و ATP	ریبولوزبیس فسفات اولیه و ADP	جدا شدن تعدادی فسفات و مصرف ATP رخ می‌دهد.

۴۱۴۰ (۳) در زمان تولید ریبولوز فسفات، مولکول ATP مصرف نمی‌شود دقت کنید که دو قند پنج‌کربنی ریبولوزفسفات و ریبولوزدی(بیس)فسفات در چرخهٔ کالوین وجود دارد که تولید دومی با مصرف ATP می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ضمن تولید هر قند سه‌کربنی در چرخهٔ کالوین دو نوع ترکیب نوکلئوتیدی (ATP و $NADPH$) مصرف می‌شود. **گزینهٔ (۲):** ضمن مصرف اسید سه‌کربنی یک فسفاته، ابتدا مولکول ATP به ADP تبدیل می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در هنگام مصرف ریبولوز فسفات؛ دو مولکول ریبولوزبیس‌فسفات و ADP تولید می‌شود.

۴۱۴۱ (۴) ATP و ADP نوعی نوکلئوتید و $NADH$، $NADPH$، $FADH_2$، FAD، NAD^+ و $NADP^+$ ترکیباتی دی‌نوکلئوتیدی هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** همراه با **تولید اسید دوفسفاته** در گلیکولیز، **NADH** تولید می‌شود. همراه با **مصرف پیرووات** در واکنش اکسایش پیرووات، **NADH** تولید می‌شود. **گزینهٔ (۲):** همراه با **تولید ترکیب سه کربنی فاقد فسفات** (پیرووات) در گلیکولیز، **ATP** تولید می‌شود. همراه با **مصرف پیرووات** در تخمیر لاکتیکی، NAD^+ تولید می‌شود. **گزینهٔ (۳):** همراه با **مصرف ترکیب دو کربنی** (اتانال) در تخمیر الکلی، NAD^+ تولید می‌شود. همراه با **جابه‌جایی پروتون‌ها** به کمک بخش کانالی مجموعه پروتئینی **آنزیم ATP‌ساز** در **غشای داخلی** راکیزه، **ATP** تولید می‌شود. **گزینهٔ (۴):** **فروکتوز فسفاته**، **پرانرژی‌ترین** مولکول تنفس یاخته‌ای است. همراه با تولید فروکتوز فسفاته در گلیکولیز، **ADP** تولید می‌شود. اولین ترکیب آلی پایدار حاصل از تثبیت کربن در چرخهٔ کالوین، **اسید سه کربنی** است. همراه با تولید اسید سه کربنی، هیچ نوکلئوتید یا ترکیب نوکلئوتیدداری تولید نمی‌شود.

۴۱۴۲ (۳) موارد (الف)، (ب) و (د) عبارت را نادرست تکمیل می‌کنند.

نکته
در واکنش‌های اکسایش، همواره عدد اکسایش مادهٔ محصول از مواد اولیه بیشتر می‌شود و در واکنش کاهشی، عدد اکسایش در محصول از مادهٔ اولیه کمتر می‌شود.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** واکنش اکسایش در قندکافت می‌باشد که عدد اکسایش اسید از قند C_3 بیشتر است. (ب) **نادرست.** واکنش کاهش در تخمیر لاکتیکی است که عدد اکسایش در لاکتات از پیرووات کمتر است. (ج) درست. واکنش کاهشی است که عدد اکسایش قند C_3 (محصول) از اسید C_3 کمتر است. (ج) **نادرست.** واکنش اکسایش در چرخهٔ کربس است که عدد اکسایش مادهٔ C_5 از C_6 بیشتر است.

۴۱۴۳: (۳) چون تولید قند سه‌کربنه از اسید سه کربنی، همراه با تولید ADP و $NADP^+$ می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** چون در چرخهٔ کالوین اصلاً ATP تولید نمی‌شود بلکه در دو مرحلهٔ آن برای تولید قند سه کربنی و پنج کربنی دوفسفاته، ATP **مصرف** می‌شود. **گزینهٔ (۲):** چون تولید ترکیب شش‌کربنهٔ ناپایدار در مرحلهٔ اول کالوین می‌باشد که ATP در این مرحله از چرخه مصرف نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** چون اکسایش $NADPH$ در مرحله‌ای از کالوین و به دنبال مصرف ATP می‌باشد (ولی در مرحلهٔ آخر چرخه مصرف ATP همراه با اکسایش $NADPH$ نیست بلکه قند پنج‌کربنی اول چرخه دوباره‌سازی می‌شود).

۴۱۴۴: (۳) بافت آبکش از یاخته‌های آبکشی بدون راکیزه، یاخته همراه با اندامک و پارانشیم محافظ آبکشی دارای اندامک تشکیل شده است که در هیچ‌کدام، فتوسنتز و استفاده از $NADPH$ صورت نمی‌گیرد (نادرستی گزینهٔ (۲)) ولی چون همگی یاخته‌های زنده هستند، پس قادر به انجام قندکافت بی‌هوازی می‌باشند، یعنی می‌توانند مادهٔ شش‌کربنی دوفسفاته را به پیرووات تبدیل کنند که در طی این عمل، به تولید $NADH$ و ATP نیز می‌پردازند (درستی گزینهٔ (۳)).

نکته
- راه‌اندازی چرخهٔ کربس با ترکیب استیل و مادهٔ C_4 صورت می‌گیرد. چرخهٔ کربس تولیدکنندهٔ ATP می‌باشد نه مصرف‌کنندهٔ آن (نادرستی گزینهٔ (۱)).
- انتقال H^+ از بسترهٔ راکیزه به فضای بین دو غشا همواره با صرف انرژی و انتقال فعال است (نادرستی گزینهٔ (۴)).

۴۱۴۵: (۲) بلافاصله پس از تولید ترکیب شش‌کربنه در چرخهٔ کالوین، **همانند** بلافاصله پس از تولید فروکتوز فسفاته در گلیکولیز، **ترکیب سه‌کربنی یک‌فسفاته** تولید می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بلافاصله پس از مصرف $NADPH$ در چرخهٔ کالوین، قند **سه‌کربنی تک‌فسفاته** تشکیل می‌شود اما بلافاصله پس از تولید ADP در گلیکولیز (مرحلهٔ اول تنفس یاخته‌ای)، **فروکتوز فسفاته (شش‌کربنی و دوفسفاته)** تولید می‌شود. **گزینهٔ (۳):** پس از مصرف ATP برای اولین‌بار در چرخهٔ کالوین، **قند سه‌کربنی تک‌فسفاته** تولید می‌شود اما پس از مصرف اولین فسفات در گلیکولیز، فروکتوز دوفسفاته ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** پس از تولید ریبولوز فسفات در چرخهٔ کالوین، **ریبولوزبیس فسفات** تولید می‌شود که دو فسفات دارد. در گلیکولیز بلافاصله پس از تولید فروکتوز فسفاته (شش‌کربنی و دوفسفاته)، **ترکیبات سه‌کربنی تک‌فسفاته** تولید می‌شوند.

۴۱۴۶: (۳) منظور صورت سؤال مولکول **$NADPH$** در چرخهٔ کالوین است. دقت کنید که در چرخهٔ **کربس** ضمن تبدیل مولکول ۶ کربنی به مولکول ۵ کربنی $NADH$ تولید می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۲):** در زنجیرهٔ انتقال الکترون اول غشای تیلاکوئید، پمپ پروتونی یون‌های هیدروژن را به فضای تیلاکوئید پمپ می‌کند و سپس در پی آن در پایان زنجیرهٔ انتقال الکترون بعدی، $NADPH$ تولید می‌شود. **گزینهٔ (۴):** مولکول $NADPH$ حاوی دو نوکلئوتید است و الکترون‌های خود را مستقیماً از **فتوسیستم یک** دریافت می‌کند.

۴۱۴۷: (۴) هر سه نوع تولید ATP یاخته‌ای، به صورت سنتز آبدهی، طی ترکیب ADP و فسفات با واکنش انرژی‌خواه صورت می‌گیرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در تولید ATP اکسایشی و نوری، فسفات به صورت آزاد تأمین می‌شود. **گزینهٔ (۲):** تولید ATP با کراتین فسفات به صورت پیش‌ماده‌ای است (نه اکسایشی). **گزینهٔ (۳):** تولید ATP نوری و اکسایشی توسط مجموعهٔ آنزیمی ATPساز در کانال H^+ ایجاد می‌شود که این کانال جزئی از زنجیرهٔ انتقال الکترون نیست.

۴۱۴۸: (۳) آزاد شدن گروه‌های فسفات و مصرف CO_2 در چرخهٔ کالوین (مستقل از نور) صورت می‌گیرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیرندهٔ الکترون $NADP^+$ است که در مرحلهٔ نوری مصرف شده ولی قند در مستقل از نور (کالوین) تولید می‌شود. **گزینهٔ (۲):** تولید O_2 در مرحلهٔ نوری ولی تثبیت CO_2 در مرحلهٔ مستقل از نور است. **گزینهٔ (۴):** آب در هر واکنش فتوسنتزی مصرف نمی‌شود (مثل گوگردی‌ها).

۴۱۴۹: (۱) در واکنش‌های چرخهٔ کالوین، الکترون‌های حاملین الکترون ($NADPH$) به اسیدهای سه‌کربنهٔ تک‌فسفاته می‌رسند. در تخمیرلاکتیکی نیز الکترون‌های $NADH$ به پیرووات که یک ترکیب اسیدی سه‌کربنه است، می‌رسد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** ترکیبات نوکلئوتیدی تولید شده به ازای هر بار گردش چرخهٔ کربس $NADH$ - $FADH_2$ - ATP می‌باشند و ترکیبات نوکلئوتیدی تولید شده به ازای هر بار گردش چرخهٔ کالوین ADP - $NADP^+$ می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** اولین ترکیب تولید شده در چرخهٔ کالوین یک ترکیب شش‌کربنهٔ دوفسفاته (به دلیل ساخته شدن از ریبولوزبیس‌فسفات دوفسفات دارد) ناپایدار است که بلافاصله به اسیدهای سه‌کربنهٔ تک‌فسفاته شکسته می‌شود. در قندکافت نیز با شکستن فروکتوز فسفاته، قندهای سه‌کربنهٔ تک‌فسفاته ساخته می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** در اکسایش پیرووات با مصرف اسید سه‌کربنه (پیرووات)، بنیان استیل دو کربنه ساخته می‌شود. در حالی‌که در چرخهٔ کالوین با مصرف اسیدهای سه‌کربنه، قندهایی با تعداد کربن مشابه ساخته می‌شوند.

۴۱۵۰: (۴) ابتدا به ترتیب از ابتدای واکنش نام مولکول‌ها رو بگیم: گلوکز، (A) اکسیژن، (B) ADP، (C) فسفات، (D) کربن‌دی‌اکسید، (E) آب و (F) ATP. در چرخهٔ کالوین به هنگام تبدیل اسید سه‌کربنه به قند سه‌کربنه، ATP و $NADPH$ مصرف می‌شود و $NADP^+$ و P تولید می‌شود؛ در نتیجه تعداد **فسفات‌های** سیتوپلاسم زیاد می‌شود (سیتوپلاسم شامل اندامک‌ها و مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم است. پس سبزدیسه قسمتی از سیتوپلاسم است).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ADP دارای دو فسفات است که در چرخهٔ کربس نیز دو مولکول CO_2 تولید می‌شود. **گزینهٔ (۲):** محل اتصال O_2 به هموگلوبین، بخش هِم آن و آهن موجود در گروه هِم است که با محل اتصال CO_2 متفاوت می‌باشد (محل اتصال O_2 و CO به هموگلوبین یکسان است). **گزینهٔ (۴):** تولید ATP (F) طی فرایند سنتز آبدهی (E) صورت می‌گیرد.

۴۱۵۱: (۲) موارد (الف) و (ج) درست هستند. ورود پیرووات از سیتوپلاسم به درون راکیزه با **انتقال فعال** صورت می‌گیرد.

بررسی موارد (الف) **درست.** بعد از پتانسیل عمل با مصرف ATP و انتقال فعال، توسط پمپ سدیم - پتاسیم شیب غلظت یون‌ها به حالت آرامش برمی‌گردد.
(ب) نادرست. برگشت یون‌های کلسیم بعد از انقباض ماهیچهٔ اسکلتی طی انتقال فعال انجام می‌شود ولی ورود آن به مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم و تارچه با انتشار تسهیل شده است. (ج) **درست.** در زنجیرهٔ انتقال الکترون در غشای داخلی راکیزه، یون‌های هیدروژن طی انتقال فعال توسط پمپ‌های غشایی به فضای بین دو غشا منتقل می‌شوند. (د) نادرست. در غشای تیلاکوئید طی فعالیت پمپ غشایی یون‌های هیدروژن از بستره به فضای داخلی تیلاکوئید منتقل می‌شود و pH بستره زیاد می‌شود.

۴۱۵۲ (۲) موارد (الف) و (د) درست هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** در فرایند قندکافت همراه با مصرف قند سه‌کربنی، NAD^+ کاهش می‌یابد. (ب) نادرست. در واکنش‌های وابسته به نور تولید $NADPH$ و ATP جدا از هم صورت می‌گیرد. (ج) نادرست. در تخمیر الکلی به دنبال آزاد شدن CO_2، اتانال تولید می‌شود (نه اتانول). (د) **درست.** در مورد یاخته‌های فتوسنتزکننده در چرخهٔ کالوین برای تولید قند C_3، هم ADP و هم $NADP^+$ تولید می‌شود.

۴۱۵۳ (۴) همهٔ موارد صحیح هستند. در یاختهٔ نگهبان روزنه، سه نوع زنجیرهٔ انتقال الکترون وجود دارد. یکی در راکیزه که ۵ عضو دارد (سه پمپ پروتونی و دو پروتئین فقط انتقال الکترون). و دو تا در غشای تیلاکوئید دارد. یکی بین دو فتوسیستم که سه عضو دارد (یک پمپ پروتونی و دو پروتئین فقط انتقال الکترون) و یکی بعد از فتوسیستم (۱) که پمپ ندارد و دو پروتئین برای انتقال الکترون با اندازهٔ متفاوت دارد.

بررسی موارد (الف) زنجیرهٔ بعد از فتوسیستم (۱)، فقط دو عضو دارد که پمپ انتقال H^+ ندارد. (ب) زنجیرهٔ راکیزه دارای سه پمپ می‌باشد که در بازسازی NAD^+ و FAD و الکترون‌دهی به O_2 نقش دارد. (ج) زنجیرهٔ راکیزه حامل الکترون $NADH$ و $FADH_2$ را اکسایش می‌دهد و زنجیرهٔ دوم تیلاکوئید حامل $NADPH$ تولید می‌کند. پس منظور زنجیرهٔ بین دو فتوسیستم است که با حامل الکترونی کاری ندارد. در این زنجیره هیچ عضوی فقط به لایهٔ خارجی غشای تیلاکوئید متصل نمی‌باشد. (د) منظور دو زنجیرهٔ راکیزه و بین دو فتوسیستم تیلاکوئید است که سه عضو دارد. هر سه نوع زنجیرهٔ مورد بررسی دارای دو پروتئین هستند که فقط الکترون عبور می‌دهد (این دو پروتئین فقط در زنجیره بعد از فتوسیستم (۱) غیر هم‌اندازه هستند).

۴۳۷ زنجیرهٔ انتقال الکترون در یاختهٔ سبزدیسه‌دار

نوع	تعداد عضو	تعداد پمپ H^+	تعداد پروتئین که فقط عبور الکترون می‌دهند	جهت عبور پروتون	تولید حامل الکترونی	مصرف حامل الکترونی (بازسازی گیرنده)	تولید آب	مصرف O_2	نقش در تولید O_2
غشای درونی راکیزه	۵	۳	۲تا هم‌اندازه	از بستره راکیزه به فضای بین دو غشا	ندارد	دارد، برای گیرنده‌های FAD و NAD^+	دارد	دارد	ندارد
بین فتوسیستم (۱) و (۲)	۳	۱	۲تا هم‌اندازه	از بستره سبزدیسه به داخل تیلاکوئید	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	دارد
بعد از فتوسیستم (۱)	۲	صفر	۲تا کوچک و بزرگ	پروتون عبور نمی‌دهد.	دارد (NADPH)	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد

۴۱۵۴ (۴) تجزیهٔ نوری آب در سطح داخلی تیلاکوئید صورت می‌گیرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در واکنش‌های وابسته به نور، هر مولکول قرارگرفته در دیوارهٔ تیلاکوئید که در مسیر زنجیرهٔ انتقال الکترون است، آلی می‌باشد. در مورد چرخهٔ کالوین نیز مولکول سه‌کربنی آلی است. **گزینهٔ (۲):** غلظت ADP به علت تبدیل به ATP و مقدار H^+ به علت تولید $NADPH$ تغییر می‌کند. **گزینهٔ (۴):** در مورد چرخهٔ کالوین، ریبولوزبیس‌فسفات و اولین قند سه‌کربنی پایدار در فضای بستره قرار دارند.

۴۳۸ مقایسهٔ واکنش‌های مستقل و وابسته به نور

موارد مقایسه	واکنش‌های مستقل از نور فتوسنتز (کالوین)	واکنش‌های وابسته به نور فتوسنتز (تیلاکوئیدی)
گیرندهٔ نهایی الکترون	اسید سه‌کربنی	$NADP^+$
ATP	مصرف در دو گام	تولید در کانال
$NADPH$	مصرف در یک گام	تولید در انتها
مصرف آب	+	+ (در ابتدا)
تولید اکسیژن	−	+ (در ابتدا)
فعالیت رنگیزه‌ها	−	+
تولید قند	+	−
تثبیت کربن	+	−

۴۱۵۵ (۲) دقت کنید که یاخته‌های هدایت‌کنندهٔ شیرهٔ خام یا همان آوند چوبی را یاخته‌های مرده تشکیل می‌دهند که این یاخته‌های مرده، فاقد توانایی تقسیم شدن، رونویسی و پروتئین‌سازی می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های برگ، همگی لزوماً دارای سبزدیسه نیستند بلکه برخی مثل یاخته‌های نگهبان فتوسنتزکننده‌اند و الکترون‌های آب در نهایت طی فتوسنتز به $NADP^+$ می‌رسند و برخی مانند سایر یاخته‌های روپوستی، فاقد سبزدیسه‌اند و توانایی تولید $NADPH$ و فتوسنتز ندارند. **گزینهٔ (۳):** بخش خارجی پوست ساقه‌های جوان را بافتی به نام کلانشیم یا پارانشیم می‌پوشاند که زنده هستند و طی قندکافت هم ATP را تولید و هم مصرف می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که یاخته‌های همراه نیز جزئی از بافت آبکش هستند، به سبب داشتن راکیزه و تأمین انرژی برای حرکت مواد قندی داخل آوند آبکش نظیر ساکارز، تنفس یاخته‌ای دارند. در چرخهٔ کربس این یاخته‌ها و طی اکسایش استیل، $NADH$ و $FADH_2$ ایجاد می‌شوند.

۴۱۵۶ (۱) فقط مورد (الف) صحیح است.

بررسی موارد (الف) **درست**. یاخته‌های دراز فیبر مربوط به بافت اسکلرانشیم در سامانهٔ **زمینه‌ای** و آوندی هستند. در سامانهٔ زمینه‌ای آوندی، یاخته‌های پارانشیمی با دیوارهٔ نازک و انعطاف‌پذیر نیز دیده می‌شوند. (ب) نادرست. گیاه **علفی** فاقد پیراپوست است و عدسک ندارد. (ج) نادرست. یاخته‌های پارانشیمی در سامانهٔ بافت **آوندی** گیاهان علفی نیز دیده می‌شوند اما سامانهٔ بافت آوندی در فتوسنتز و ذخیرهٔ مواد نقش **اصلی** را ایفا نمی‌کند. (د) نادرست. یاخته‌های کلروفیل‌دار در سامانهٔ بافت زمینه‌ای نیز دیده می‌شوند اما نمی‌توانند همانند یاختهٔ نگهبان روزنه، **مستقیماً** از انتشار بخار آب به محیط اطراف جلوگیری کنند. (به کلمهٔ مستقیماً دقت کنید.)

۴۱۵۷ (۲) موارد (ب) و (ج) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. قند پنج‌کربنی دوفسفاته، ریبولوزبیس فسفات در چرخهٔ کالوین نام دارد اما فسفات حین تولید این قند آزاد نمی‌شود! در حقیقت در چرخهٔ کالوین فسفات‌ها همراه با تولید قند سه‌کربنی آزاد می‌شوند. (ب) **درست**. دقت کنید همواره و در هر نوع روش تولید ATP، تولید مولکول آب داریم. چون حداقل یک پیوند کوالان بین دو فسفات تشکیل می‌شود و این پیوند همراه با تولید آب به وجود می‌آید! (ج) **درست**. پیرووات از طریق انتقال فعال و با کمک پمپ‌های غشای راکیزه به آن وارد می‌شود. پیرووات، سه کربن در ساختار خود دارد. (د) نادرست. دقت کنید در چرخهٔ کربس، تولید اولین ترکیب چهارکربنی از ترکیب پنج‌کربنی، با تولید CO_2 همراه است ولی مصرف ترکیبات چهارکربنه سبب آزادسازی CO_2 نمی‌شود.

۴۱۵۸ (۳) در زنجیرهٔ انتقال الکترون دوم تیلاکوئید، فتوسیستم ۱ با دریافت الکترون از یکی از مولکول‌های ناقل متصل به سطح خارجی غشا درجهٔ اکسایش آن کاهش می‌یابد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در این زنجیره پروتون به درون تیلاکوئید پمپ نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** کمبود الکترون‌های فتوسیستم ۱ با الکترون‌های خارج شده از فتوسیستم ۲ جبران می‌شود (نه با تجزیهٔ آب). **گزینهٔ (۴):** در زنجیرهٔ انتقال اولی با حرکت الکترون در طول زنجیرهٔ انتقال الکترون یون هیدروژن به درون تیلاکوئید پمپ می‌شود و از pH فضای درون تیلاکوئید کم می‌شود.

۴۱۵۹ (۴) همهٔ موارد صحیح می‌باشند.

بررسی موارد (الف) زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه به اکسایش $NADH$ و $FADH_2$ می‌پردازد ولی در سبزدیسه به تولید $NADPH$ می‌پردازد. (ب) در سبزدیسه، زنجیرهٔ انتقال الکترون درغشای تیلاکوئید است (نه اندامک). (ج) $NADH$ می‌تواند در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید شود و در راکیزه اکسایش شود ولی $FADH_2$ در راکیزه و $NADPH$ در سبزدیسه تولید و اکسایش می‌شود. (د) آنزیم ATPساز، مقدار H^+ را در بسترهٔ راکیزه و سبزدیسه زیاد می‌کند و pH آن را کم می‌کند ولی کار پمپ‌ها برخلاف آن‌هاست.

۴۳۹ مولکول‌های پرانرژی

موارد مقایسه	فرم اکسایش یافته	محل تولید	محل مصرف
ATP	انتقال الکترون ندارد	قندکافت + آنزیم ATPساز + چرخهٔ کربس	اغلب واکنش‌های انرژی‌خواه
$NADH$	NAD^+	قندکافت + چرخهٔ کربس + اکسایش پیرووات	عضو اول زنجیرهٔ انتقال الکترون میتوکندری
$FADH_2$	FAD	چرخهٔ کربس	عضو دوم زنجیرهٔ انتقال الکترون میتوکندری
$NADPH$	$NADP^+$	زنجیرهٔ انتقال الکترون کلروپلاست	چرخهٔ کالوین

۴۱۶۰ (۴) یاخته‌های گیاهی هسته‌دار که **دو نوع** ژنوم سیتوپلاسمی دارند، یاخته‌های دارای **راکیزه و دیسه‌ها** هستند. زیرا در دیسه‌ها (سبزدیسه، رنگ‌دیسه و نشادیسه)، یک نوع دنا و در راکیزه‌ها نیز یک نوع دنا دارند. این یاخته‌ها در طی اکسایش پیرووات، مولکول $NADH$ حامل الکترون تولید می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در سامانهٔ زمینه‌ای، رایج‌ترین بافت پارانشیم است، اما یاخته‌های فتوسنتزکننده فقط در این بافت وجود ندارند، یاخته‌های نگهبان روزنه که متعلق به بافت پوششی می‌باشند نیز توانایی فتوسنتز دارند. **گزینهٔ (۲):** این ویژگی فقط مربوط به یاخته‌های نگهبان روزنه می‌باشد که به دلیل رشته‌های سلولزی شعاعی، در اثر ورود آب افزایش طول پیدا می‌کنند ولی افزایش قطر ندارد. (فصل ۷ دهم) **گزینهٔ (۴):** دقت کنید برای یاخته‌هایی که رنگ‌دیسه دارند اما سبزدیسه ندارند، صادق نمی‌باشد مثلاً در ریشهٔ هویج فتوسنتز و جذب نور صورت نمی‌گیرد ولی رنگ‌دیسه دارد.

۴۱۶۱ (۲) در شکل صورت سؤال، (۱) معرف اسید سه‌کربنی دوفسفاته قندکافت و (۲) پیرووات می‌باشد. در مرحلهٔ سوم قندکافت ترکیب قندفسفاته با دادن الکترون به مولکول NAD^+، اکسید می‌شود و ترکیب اسیدی شمارهٔ (۱) را ایجاد می‌کند. در مرحلهٔ دوم چرخهٔ کالوین با مصرف $NADPH$، این ماده اکسایش و مادهٔ اسیدی سه‌کربنی کاهش می‌یابد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ترکیب شمارهٔ (۲) مولکول اسید دوفسفاته را نشان می‌دهد که در گام نهایی و چهارم قندکافت مصرف می‌شود. در چرخهٔ کالوین و مرحلهٔ ۴ آن، دو ترکیب قند **تک**فسفاته برای تولید قند گلوکز خارج می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ چهارم قندکافت، ترکیب اسید دوفسفاته به پیرووات تبدیل می‌شود و ATP تولید می‌شود ولی در چرخهٔ کالوین ATP مصرف می‌شود. همان‌طور که می‌دانید، ATP انرژی لازم برای فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم را فراهم می‌کند. **گزینهٔ (۴):** واکنش مقابل در مرحلهٔ آخر قندکافت رخ می‌دهد که فقط ATP تولید می‌شود ولی در چرخهٔ کالوین در تبدیل اسید C_3 به قند C_3، هم ATP و هم مادهٔ دی‌نوکلئوتیدی $NADPH$ مصرف می‌شود.

۴۱۶۲ (۳) **بررسی گزینه‌ها** در گیاهان C_3، با افزایش اکسیژن نسبت به کربن‌دی‌اکسید در برگ، اکسیژن با ریبولوزبیس‌فسفات ترکیب می‌شود. مولکول حاصل پرانرژی، ناپایدار پنج‌کربنی است و به مولکول سه‌کربنی و دوکربنی، (البته بدون نیاز به آنزیم) تجزیه می‌شود (درستی گزینهٔ (۴))، پس این مولکول‌های دوکربنی و سه‌کربنی پایدار هستند. مولکول سه‌کربنی برای بازسازی ریبولوزبیس‌فسفات به‌مصرف می‌رسد (درستی گزینهٔ (۱))، مولکول **دو**کربنی (نه پنج‌کربنی) از کلروپلاست خارج و در واکنش‌هایی که **بخشی** از آن‌ها در راکیزه انجام می‌گیرد، از آن مولکول CO_2 آزاد می‌شود (نادرستی گزینهٔ (۲)) چون این فرایند با مصرف اکسیژن، آزاد شدن CO_2 و همراه با فتوسنتز است، به آن تنفس نوری گفته می‌شود. در تنفس نوری گرچه مادهٔ آلی تجزیه می‌شود، اما برخلاف تنفس یاخته‌ای، ATP از آن ایجاد نمی‌شود، بنابراین تنفس نوری باعث کاهش فراورده‌های فتوسنتز می‌شود (درستی گزینهٔ (۴)).

فعالیت اکسیژنازی روبیسکو (تنفس نوری)

اگر در محیط عملکرد روبیسکو یعنی درون یاخته‌های برگ و فضاهای بین‌یاخته‌ای آن، **نسبت** O_2 **به** CO_2 **بالا** باشد، در این حالت آنزیم روبیسکو به سمت فعالیت **اکسیژنازی بر روی** قند ریبولوزبیس‌فسفات (C_5) می‌رود که این، آغاز فرایند **تنفس نوری** است. در این واکنش‌ها ابتدا در بسترهٔ سبزدیسه، روبیسکو سبب ترکیب C_5 (ریبولوزبیس فسفات) با اکسیژن شده و آن را به ترکیبی **پرانرژی و ناپایدار** تبدیل می‌کند. این مولکول C_5 **ناپایدار** در همان سبزدیسه تجزیه شده و **به یک مولکول سه‌کربنی و یک مولکول دوکربنی** تبدیل می‌شود. **مادهٔ سه‌کربنی** در بسترهٔ سبزدیسه باقی می‌ماند تا برای **بازسازی ریبولوزبیس‌فسفات** استفاده شود ولی مادهٔ دوکربنی از دو غشای سبزدیسه و دو غشای راکیزهٔ آن یاخته گذشته، وارد بسترهٔ راکیزه (میتوکندری) می‌شود و در واکنش‌هایی که **بخشی از آن‌ها** در **راکیزه** انجام می‌شود سبب تولید **یک مولکول** CO_2 می‌شود. این فرایند به تنفس نوری مشهور است.

واکنش کلی تنفس نوری:

$$O_2 + C_5 \xrightarrow[\text{روبیسکو}]{\text{بستره}} C_5 \text{ ناپایدار} \longrightarrow \begin{cases} \text{مولکول } C_3 \xrightarrow{\text{بستره کلروپلاست}} \text{دوباره‌سازی ریبولوزبیس فسفات } C_5 \\ \text{مولکول } C_2 \xrightarrow{\text{بخشی در راکیزه}} CO_2 \text{ می‌دهد} + ATP \text{ (تولید نمی‌کند)} \end{cases}$$

(ریبولوزبیس فسفات)

واکنش‌های تنفس نوری، همانند تنفس هوازی، O_2 **می‌گیرند و مادهٔ آلی قندی را تجزیه می‌کنند تا** CO_2 **ایجاد کنند.** بـه همیـن دلیل به واکنش آن‌ها واژهٔ تنفس اطلاق می‌شـود ولـی برخـلاف هر نـوع تنفس یاختـه‌ای، **در واکنش‌های تنفس نوری مولکول** ATP **تولید نمی‌شود.** از طرفـی دلیل به کار بردن واژهٔ نوری برای این نوع تنفس، این اسـت که واکنش‌های آن فقط در شـرایط سـخت محیطی یعنی **دما و نور شدید و خشکی** صورت می‌گیرند که در حقیقت واکنش‌هایی **وابسته به نور** می‌باشـند. واکنش‌های تنفس نوری باعث عدم اقدام نقش آنزیمی روبیسکو به واکنش‌های چرخهٔ کالوین می‌شوند و ساخت فراوردهٔ آلی فتوسنتزی و رشد گیاه را کاهش می‌دهند.

نکتهٔ مهم

در حقیقت تنفس نوری واکنش‌هایی می‌باشـند که مخالف انجام واکنش‌های **مستقل از نور** یا چرخهٔ کالوین در تولید مواد آلی در گیاهان می‌باشـند ولی دقت کنید که تنفس نوری، از همان ابتدا سبب کاهش واکنش‌های وابسته به نور فتوسنتز نمی‌شود.

۴۱۶۳ (۳) موارد (ب)، (ج) و (د) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد (الف) درسـت. ATP شـکل رایـج و قابل اسـتفادهٔ انرژی در یاخته اسـت کـه در واکنش‌های تنفس نـوری برخلاف هر نوع تنفـس یاخته‌ای تولید نمی‌شـود. (ب) **نادرست.** در هـر دو فراینـد CO_2 تولیـد می‌شـود. (ج) **نادرست.** در تنفس نوری قند C_5 دوفسـفاته و در قندکافت فروکتوز دوفسـفاته پرانرژی تولید می‌شود. (د) **نادرست.** مرحلهٔ آخر تنفس نوری در راکیزه انجام می‌شود.

۴۴۰ مقایسهٔ تنفس نوری و تنفس یاخته‌ای

تنفس نوری	تنفس یاخته‌ای
در جانداران سبزینه‌دار در نور و دمای شدید رخ می‌دهد.	در همهٔ جانداران در همه زمان رخ می‌دهد.
قند C_5 دو فسفاتهٔ پرانرژی تولید و تجزیه می‌شود.	قند C_6 ابتدا دوفسفاته پرانرژی شده و سپس تجزیه می‌شود.
O_2 می‌گیرد و CO_2 می‌دهد.	O_2 می‌گیرد و CO_2 می‌دهد. ← CO_2 **برای فتوسنتز لازم می‌باشد.**
در سبزدیسه و راکیزه رخ می‌دهد.	در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم و راکیزه رخ می‌دهد.
ATP نمی‌دهد و آنزیم روبیسکو می‌خواهد.	ATP می‌دهد ولی روبیسکو نمی‌خواهد.

۴۱۶۴ (۱) فقط مورد (ب) صحیح است. در هر دو فرایند چرخهٔ کربس و تنفس نوری CO_2 تولید می‌شود و مادهٔ پنج‌کربنی نیز وجود دارد.

$$\begin{cases} \text{تنفس نوری: } C_5 + O_2 \begin{cases} \longrightarrow C_2 \longrightarrow CO_2 \\ \longrightarrow C_3 \text{ اسید} \longrightarrow \text{بازسازی } C_5 \text{ دو فسفاته} \end{cases} \\ \text{چرخهٔ کربس: } C_4 + C_2 \longrightarrow C_6 \longrightarrow C_5 \longrightarrow C_4 \Rightarrow CO_2 \text{ و } NADH \text{، } ATP \text{، } FADH_2 \text{ می‌سازد.} \end{cases}$$

بررسی موارد (الف) در تنفس نوری، گیرندهٔ الکترونی نقشـی ندارد. (ج) چرخهٔ کربس وابسـته به نور نیسـت و در هر شرایطی رخ می‌دهد ولی در هر دو فرایند، CO_2 تولید می‌شود. (د) مرحلهٔ ابتدایی تنفس نوری در سبزدیسه و بخشی دیگر در راکیزه صورت می‌گیرد ولی چرخهٔ کربس کاملاً در راکیزه رخ می‌دهد.

۴۴۱ انواع تنفس

تنفس	فرایند	تولید ATP	وقوع در میتوکندری	وقوع قسمتی در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم	وقوع در کلروپلاست	قندکافت	تولید CO_2	بازسازی NAD^+	تولید $NADH$	تولید $FADH_2$
بی‌هوازی	تخمیر الکلی	+	−	+	−	+	+	+	+	−
	تخمیر لاکتیکی	+	−	+	−	+	−	+	+	−
هوازی	قندکافت، کربس، زنجیرهٔ انتقال الکترون و آنزیم ATPساز	+	+	+(قندکافت)	−	+	+	+	+	+
نوری	.....	−	+	−	+	−	+	−	−	−

۴۱۶۵ (۲): در چرخهٔ کالوین حامل الکترونی $NADPH$ مصرف می‌شود ولی در تخمیر لاکتیکی حامل الکترونی $NADH$ در مرحلهٔ اول (قندکافت) تولید شده و در مرحلهٔ دوم مصرف می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در تخمیر لاکتیکی نیز همانند تنفس نوری مولکول‌های سه‌کربنی ایجاد می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** در چرخهٔ کربس همانند مرحلهٔ اول قندکافت در تخمیر الکلی، مادهٔ شش‌کربنی تولید می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در هر دو فرایند قند پنج‌کربنی ریبولوزبیس‌فسفات از مادهٔ سه‌کربنی بازسازی می‌شود.

۴۱۶۶ (۲): موارد (ج) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) درست. راکیزه طی تنفس هوازی و تنفس نوری، CO_2 تولید می‌کند. (ب) درست. کلروپلاست طی فتوسنتز، O_2 تولید کرده و با تنفس نوری، O_2 مصرف می‌کند. این اندامک درون خود تیلاکوئید غشادار دارد. (ج) **نادرست.** مصرف O_2 و CO_2 در کلروپلاست به ترتیب برای تنفس نوری و چرخهٔ کالوین است که در تنفس نوری از مادهٔ سه‌کربنی و در کالوین از قند پنج‌کربنی یک‌فسفاته به دوباره‌سازی ریبولوزبیس‌فسفات می‌پردازد. (د) **نادرست.** هسته نیز ساختار دوغشایی با مصرف انرژی زیستی است ولی ATP نمی‌سازد.

۴۱۶۷ (۲): موارد (الف) و (ب) عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند. در نتیجهٔ فعالیت کربوکسیلازی آنزیم روبیسکو، چرخهٔ کالوین و در نتیجهٔ فعالیت آنزیم اکسیژنازی این آنزیم، واکنش‌های تنفس نوری انجام می‌شود (گل رز گیاهی C_3 می‌باشد و تثبیت CO_2 را فقط طی عمل آنزیم روبیسکو در روز می‌تواند انجام دهد).

بررسی موارد (الف) **درست.** در چرخهٔ کالوین از ATP و $NADPH$ تولید شده در واکنش‌های وابسته به نور استفاده می‌شود، برای مثال اکسیژن تولید شده در این واکنش‌ها، در هیچ بخشی از چرخهٔ کالوین مصرف نمی‌شود. (ب) **درست.** در طی فعالیت اکسیژنازی آنزیم روبیسکو، اکسیژن و ریبولوزبیس‌فسفات در جایگاه فعال آنزیم قرار می‌گیرند. اکسیژن در فضای بستره تولید نمی‌شود (بلکه درون تیلاکوئید ساخته می‌شود). (ج) نادرست. با فعالیت اکسیژنازی آنزیم روبیسکو، یک ترکیب پنج‌کربنه ناپایدار تولید شده که بلافاصله به دو ترکیب سه‌کربنه و دوکربنه تجزیه می‌شود. ترکیب سه‌کربنه برای بازسازی ریبولوزبیس‌فسفات در کلروپلاست به مصرف می‌رسد. ترکیب دو کربنه هم در طی واکنش‌هایی که بخشی از آن در میتوکندری انجام می‌شود از خود CO_2 آزاد می‌نماید. هر دو اندامک میتوکندری و کلروپلاست دارای دنای حلقوی می‌باشند. (د) نادرست. در واکنش انتهایی چرخهٔ کالوین، با مصرف ATP و ریبولوزفسفات، ریبولوزبیس‌فسفات و ADP تولید می‌شود که هر دو دارای دو گروه فسفات می‌باشند.

۴۴۲ محل انجام هر نوع فرایند

فرایند	مکان
تجزیهٔ نوری مولکول آب	درون تیلاکوئید
فعالیت آنزیم روبیسکو	بسترهٔ کلروپلاست
تولید اکسیژن طی فتوسنتز	درون تیلاکوئید
مصرف کربن‌دی‌اکسید طی فتوسنتز	بسترهٔ کلروپلاست
آزادشدن کربن‌دی‌اکسید طی تنفس نوری	میتوکندری
مصرف ATP و $NADPH$ طی فتوسنتز	بسترهٔ کلروپلاست
واکنش‌های چرخهٔ کالوین	بسترهٔ کلروپلاست

۴۴۳ مقایسهٔ فرایند کربوکسیلازی و اکسیژنازی روبیسکو

موارد مقایسه	اکسیژنازی روبیسکو (تنفس نوری)	کربوکسیلازی روبیسکو (چرخهٔ کالوین)
تولید ATP	−	−
مصرف ATP	−	+
مصرف $NADPH$	−	+
تولید ترکیب ناپایدار	+ (C_5)	+ (C_6)
مصرف اکسیژن	+	−
شرایط مناسب	بالابودن نسبت اکسیژن به کربن‌دی‌اکسید در برگ	بالابودن نسبت کربن‌دی‌اکسید به اکسیژن در برگ
تولید ترکیب شش‌کربنی	−	+
تولید و مصرف ترکیب پنج‌کربنی	+	+
تولید و مصرف ترکیب سه‌کربنی	+	+
تولید ترکیب دوکربنی	+	−
CO_2	آزادکردن کربن‌دی‌اکسید درون میتوکندری	مصرف‌کردن کربن‌دی‌اکسید درون کلروپلاست

۴۱۶۸ (۲): گیرندهٔ نهایی الکترون در واکنش‌های وابسته به نور فتوسنتز، $NADP^+$ و در واکنش‌های قندکافت NAD^+ می‌باشد. هر دوی این ترکیبات نوکلئوتیدی‌اند و قطعاً در ساختار خود گروه فسفات دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیرندهٔ نهایی الکترون در تخمیر لاکتیکی پیرووات است که سه کربن دارد. گیرندهٔ نهایی الکترون در واکنش‌های مستقل از نور فتوسنتز هم مولکول اسید سه‌کربنه می‌باشد. **گزینهٔ (۳):** گیرندهٔ نهایی الکترون در واکنش‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون در میتوکندری **اکسیژن** مولکولی می‌باشد که ساختار یونی ندارد. **گزینهٔ (۴):** در تخمیر الکلی، اتانال گیرندهٔ نهایی الکترون می‌باشد که با کاهش تعداد اتم‌های کربن پیرووات تولید می‌شود.

۴۴ اکسایش و کاهش

موارد مقایسه	قندکافت	اکسایش پیروووات	چرخهٔ کربس	زنجیرهٔ الکترونی در راکیزه	تخمیر الکلی	تخمیر لاکتیکی	واکنش تیلاکوئیدی	چرخهٔ کالوین
گیرندهٔ نهایی الکترون	NAD^+	NAD^+	NAD^+ و FAD	O_2	اتانال	پیروووات	$NADP^+$	اسید C_3
دهندهٔ نهایی الکترون	قند C_3	پیروووات	مواد کربنی C_6 و C_5 و C_4	$FADH_2$ و $NADH$	$NADH$	$NADH$	پروتئین بزرگ زنجیره	$NADPH$

۴۱۶۹ (۳) موارد (الف)، (ج) و (د) صحیح می‌باشند.

بررسی موارد (الف) **درست**. فقط تخمیر لاکتیکی، CO_2 نمی‌دهد که در راکیزه هم انجام نمی‌شود. (ب) نادرست. تنفس نوری و هوازی، O_2 مصرف می‌کنند ولی O_2 طی تنفس نوری در کلروپلاست طی عمل روبیسکو مصرف می‌شود. (ج) **درست**. هم فروکتوز دوفسفاته قندکافت و هم ریبولوز پرانرژی تنفس نوری، خارج راکیزه تولید می‌شوند. (د) **درست**. در تنفس هوازی، تخمیر الکلی و تنفس نوری، مادهٔ دوکربنی و CO_2 تولید می‌شوند.

۴۱۷۰ (۳) تجزیهٔ آدنوزین‌تری‌فسفات در همهٔ یاخته‌های زنده انجام می‌شود. دقت کنید فعالیت رنابسپاراز نوع ۲، در آوند آبکش دیده نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: روبیسکو در کلروپلاست فعال است و کلروپلاست در گویچه‌های نگهبان روزنهٔ هوایی و پارانشیم دیده می‌شود که هردو فاقد دیوارهٔ پسین هستند. **گزینهٔ (۲)**: هلیکاز درون هستهٔ گویچه‌های مریستم و پارانشیم امکان فعالیت دارد که این دو گویچه و همهٔ گویچه‌های زنده در غشای خود فسفولیپید دارند. **گزینهٔ (۴)**: یاخته‌هایی که میتوکندری فعال دارند زنده‌اند و در همهٔ بافت‌ها با یاخته‌های زنده، رشته‌های پلاسمودسم در تبادل مواد نقش دارند.

۴۱۷۱ (۳) از ویژگی‌های مشترک دو فرایند می‌توان به مصرف اکسیژن و تولید کربن‌دی‌اکسید (مورد (الف))، انجام بخشی از واکنش‌ها در راکیزه (مورد (ج)) و تجزیهٔ ترکیبات آلی کربن‌دار (مورد (د)) اشاره کرد. در تنفس یاخته‌ای اکسیژن در انتهای فرایند در زنجیرهٔ انتقال الکترون اما در تنفس نوری در ابتدای فرایند مصرف می‌شود.

۴۱۷۲ (۱) فقط مورد (الف) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کند.

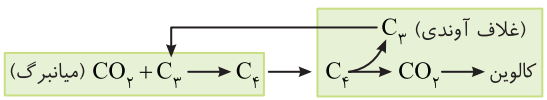
بررسی موارد (الف) **نادرست**. به دنبال فعالیت اکسیژنازی روبیسکو، مولکول دو کربنی از کلروپلاست خارج و در واکنش‌هایی که بخشی از آن‌ها در راکیزه انجام می‌گیرد، از آن مولکول CO_2 خارج می‌شود. راکیزه نوعی اندامک دو غشایی است که دارای دنای حلقوی و رنای خطی می‌باشد. (ب) در چرخهٔ کالوین و تنفس نوری ADP مصرف نمی‌شود. (ج) به دنبال فعالیت کربوکسیلازی، همانند گام اول چرخهٔ قندکافت نوعی ترکیب شش‌کربنه تولید می‌شود. گلوکز ساده‌ترین مونوساکارید با ۶ اتم کربن می‌باشد. (د) محصول نهایی اکسایش پیروووات، استیل **دوکربنه** است. در فعالیت اکسیژنازی نیز ترکیب دوکربنه تولید می‌شود.

۴۱۷۳ (۱) آنزیم روبیسکو از آنزیم‌های چرخهٔ کالوین است و طی کربوکسیلاسیون، مراحل چرخهٔ کالوین را آغاز می‌کند. طی این چرخه مولکول‌های $NADPH$ و ATP تولید شده در زنجیرهٔ انتقال الکترون، مصرف می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲)**: واکنش اکسیژنازی روبیسکو، برای انجام تنفس نوری است. **گزینهٔ (۴)**: در صورت انجام چرخهٔ کالوین، $NADP^+$ آزاد می‌شود. **گزینهٔ (۴)**: در چرخهٔ کالوین ATP مصرف می‌شود (نه تولید!).

۴۱۷۴ (۳) در واکنش‌های نوری در زنجیرهٔ انتقال الکترون آنزیم غشایی با مصرف انرژی حاصل از شیب غلظت یون‌های هیدروژن ATP نوری تولید کرده و مقدار فسفات بستره کم می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: در یاخته‌های میانبرگ قبل از چرخهٔ کالوین CO_2 مصرف شده و ترکیب چهارکربنه تولید می‌شود. **گزینهٔ (۲)**: در گام نهایی کالوین نیز ATP مصرف می‌شود و ترکیب ۵ کربنه تولید می‌شود. **گزینهٔ (۴)**: در زنجیرهٔ انتقال بین فتوسیستم ۲ و ۱ یون هیدروژن از بستره وارد تیلاکوئید می‌شود. کاهش $NADP^+$ در زنجیرهٔ انتقال دومی صورت می‌گیرد.



۴۱۷۵ (۳) آناناس گیاهی از نوع CAM است. در مرحلهٔ دوم در چرخهٔ کالوین در اثر فعالیت کربوکسیلازی روبیسکو نوعی ترکیب شش‌کربنهٔ ناپایدار تولید می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۲)**: مرحلهٔ اول **شب** انجام می‌شود (نادرستی گزینهٔ (۲)) و روزنه‌های هوایی باز هستند. روزنه‌های آبی همواره باز هستند (نادرستی گزینهٔ (۱))، (هروقت قید برای روزنه‌ها گذاشت به روزنهٔ آبی هم فکر کنید). **گزینهٔ (۴)**: در مرحلهٔ دوم CO_2 آزاد شده، وارد چرخهٔ کالوین می‌شود.

۴۱۷۶ (۴) در گیاهان CAM به هنگام شب در یاخته‌های نگهبان روزنه برای اینکه روزنه باز شود، با تورژسانس، فاصلهٔ غشای آن‌ها تا دیوارهٔ یاخته‌ای کم می‌شود. در گیاهان C_4، اسید چهارکربنه در یاختهٔ غلاف آوندی مصرف و اسید سه‌کربنهٔ تولیدی از طریق پلاسمودسم‌ها به میانبرگ اسفنجی برمی‌گردد.

۴۵ تثبیت کربن در گیاهان CAM

طی تثبیت کربن در گیاهان CAM	شب (C_4)	روز (کالوین)
pH	کاهش	افزایش
مصرف ATP نوری	−	+
مصرف $NADPH$	−	+
تولید ترکیب ناپایدار	−	+ (C_6)
نخستین ترکیب پایدار	اسید چهارکربنه	اسید سه‌کربنه
تولید اسید برای تثبیت	+ (C_4)	+ (C_3)
تولید قند	−	+
فعالیت روبیسکو	−	+
تثبیت کربن	+	+

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: در گیاهان CAM، به دلیل تولید اسید چهارکربنه در طی روز، pH عصارهٔ برگ آن‌ها در هنگام آغاز تاریکی کمتر از هنگام آغاز روشنایی است. **گزینهٔ (۲)**: در چرخهٔ کالوین، با شکستن ترکیب شش‌کربنه، ترکیب سه‌کربنهٔ پایدار تولید می‌شود. **گزینهٔ (۴)**: به جملهٔ کتاب درسی دقت کنید : برگ، ساقه و **یا** هر دوی آن‌ها گوشتی و پرآب است.

۴۴۶ تعبیرنامه طراحی تست از ساختارهای دوغشایی

نوعی ساختار دوغشایی در یاخته‌های یوکاریوتی فتوسنتزکننده که...	
دارای آنزیم ATPساز است.	کلروپلاست - میتوکندری
توانایی پروتئین‌سازی را دارد.	کلروپلاست - میتوکندری
دارای نوکلئیک اسیدهای خطی است (رنا).	کلروپلاست - میتوکندری - هسته
محل انجام پیرایش رنا است.	هسته
قادر به همانندسازی و رونویسی است.	کلروپلاست - میتوکندری - هسته
دارای مهم‌ترین رنگیزهٔ فتوسنتزی می‌باشد.	کلروپلاست
دارای رنگیزهٔ پاداکسنده است.	کلروپلاست و کروموپلاست
امکان ورود مولکول‌های پروتئینی تولیدی مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم به درون آن وجود دارد.	کلروپلاست - میتوکندری - هسته
غشای منفذدار دارد، هیستون دارد.	هسته

۴۱۷۷ (۴) هر گیاهی که در شرایط سخت به کندی رشد می‌کند، زنده است و یاخته‌های آن می‌توانند در قندکافت ATP را بدون حضور O_2 ایجاد کنند (بازم کنکور و قندکافت).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مورد گیاهان C_3 با روزنهٔ بسته و انجام تنفس نوری نادرست است. **گزینهٔ (۲):** در مورد عدم باز بودن کامل روزنه‌های هوایی گیاهان C_3 در شب نادرست است. **گزینهٔ (۳):** در مورد گیاهان CAM با کارایی فتوسنتز کم، نادرست می‌باشد.

۴۴۷ مقایسهٔ گیاهان C_3، C_4 و CAM

گیاهان C_3	گیاهان C_4	گیاهان CAM
اغلب گیاهان هستند. (رز)	اغلب تک‌لپه‌ای هستند. (ذرت)	تعداد کمی مثل آناناس و کاکتوس هستند.
فقط در چرخهٔ کالوین تثبیت کربن دارند.	دو نوع تثبیت کربن به صورت C_4 و C_3 (کالوین) دارند.	دو نوع تثبیت کربن به صورت C_4 و C_3 (کالوین) دارند.
فقط در روز و به صورت C_3 تثبیت کربن دارند.	فقط در روز و به دو صورت C_4 و C_3 تثبیت کربن دارند.	تثبیت کربن به صورت C_4 در شب و به صورت C_3 در روز دارند.
بر تنفس نوری غلبه‌ای ندارند.	بر تنفس نوری غلبه **دارند**.	بر تنفس نوری غلبه **دارند**.
تثبیت یک کربن را فقط در سبزدیسه یک یاخته و در یک مرحله در چرخهٔ کالوین انجام می‌دهند.	یک کربن را طی دو مرحله و در دو یاختهٔ مختلف میانبرگ (تثبیت C_4) و غلاف آوندی (تثبیت C_3) ولی **فقط در روز** انجام می‌دهند.	تثبیت یک کربن را در **یک یاخته** میانبرگی ولی در **دو زمان مختلف** انجام می‌دهند. شب ← تثبیت CO_2 جو به صورت C_4 روز ← تثبیت کربن دیشب در کالوین به صورت C_3
در شرایط نور و دمای شدید، رشد کمی دارند.	در شرایط دما و نور شدید، رشد مناسبی دارند.	همواره رشد کمی دارند و در محیط خشک زندگی می‌کنند.
در روز معمولی روزنه‌های هوایی باز دارند و مقدار CO_2 جو در فتوسنتز آن‌ها اثر مستقیم دارد.	در روز گرم، روزنه‌های هوایی تقریباً بسته‌ای دارند و فتوسنتز آن‌ها با مقدار اندک CO_2 جو رابطهٔ مستقیمی دارد و سپس ثابت می‌ماند. تنفس نوری اندکی دارند.	در روز روزنه‌های هوایی بسته دارند ولی در شب جذب CO_2 جو از روزنه‌های باز دارند.
در مقادیر بسیار زیاد CO_2، فتوسنتز بیشتری از C_4 ها دارند.	با CO_2 کم فتوسنتز سریع دارند.	در ابتدای صبح pH اسیدی‌تری دارند.

۴۱۷۸ (۲) منظور گیاهان CAM مانند **آناناس** می‌باشد که در **شب** CO_2 را در اسید آلی تثبیت می‌کنند ولی در **روز** CO_2 آزاد شده را وارد کلروپلاست کرده تا **چرخهٔ کالوین** را به راه بیندازد. گیاهان CAM، با کمک مکانیسم‌های خود از انجام **تنفس نوری** تا حد زیادی **ممانعت** به عمل می‌آورند. تنفس نوری فرایندی است که مانع واکنش‌های چرخهٔ کالوین می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در گیاهان CAM، در **شب** روزنه‌ها **باز**ند و کربن دی‌اکسید جوّ وارد گیاه می‌شود تا در مادهٔ C_4 تثبیت شود. **گزینهٔ (۳):** در گیاهان CAM، هنگام **روز** کربن‌دی‌اکسید از مولکول چهارکربنی آزاد می‌شود و **درون کلروپلاست**، طی **چرخهٔ کالوین** با ریبولوزبیس فسفات واکنش می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** در گیاهان CAM، هنگام **شب** کربن دی‌اکسید به صورت مولکول چهارکربنی درون یاختهٔ میانبرگ تثبیت می‌شود و همان‌جا ذخیره می‌شود تا هنگام **روز**، مجدداً کربن‌دی‌اکسید تولید کند.

دو نوع تثبیت کربن
- در گیاهان C_4
  - تقسیم‌بندی مکانی **دارد** ← در میانبرگ و غلاف آوندی صورت می‌گیرد.
  - تقسیم‌بندی زمانی **ندارد** ← فقط در روز صورت می‌گیرد.
- در گیاهان CAM
  - تقسیم‌بندی مکانی **ندارد** ← در یاختهٔ میانبرگی رخ می‌دهد.
  - تقسیم‌بندی زمانی **دارد** ← یک‌بار در شب (C_4) و یک‌بار در روز به صورت (C_3) انجام می‌شود

۴۱۷۹ (۴) گیاهان C_4 و CAM فتوسنتزکننده هستند بنابراین در هر دو گروه از این گیاهان، واکنش‌های مستقل از نور و وابسته به نور فتوسنتز انجام می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در گیاهان C_4 و CAM تنفس نوری به ندرت رخ می‌دهد و از فعالیت اکسیژنازی آنزیم روبیسکو تا حد زیادی ممانعت به عمل می‌آید. **گزینهٔ (۲):** در گیاهان C_4 تقسیم‌بندی مکانی بین تثبیت اول و دوم کربن صورت گرفته است و در گیاهان CAM تقسیم‌بندی زمانی بین تثبیت اول و دوم کربن برقرار است؛ بدین صورت که اسید چهارکربنه تولید شده در شب، در هنگام روز به اسید سه‌کربنه و CO_2 تجزیه می‌شود. **گزینهٔ (۳):** تجزیهٔ ترکیب دوکربنه در خارج کلروپلاست و تولید CO_2 به منزلهٔ تنفس نوری است؛ می‌دانیم در گیاهان C_4 و CAM تنفس نوری به ندرت رخ می‌دهد، ولی در گیاهان C_3 مشاهده می‌شود.

۴۱۸۰ (۱) منظور سؤال گیاهان *CAM* هستند که روزنهٔ هوایی آن‌ها در شب برخلاف سایر گیاهان C_4 و C_3 باز می‌شوند (البته طراح دقت نکرده است که روزنهٔ آبی آن‌ها همواره باز است و باز نمی‌شود. پس به‌طور کلی وقتی بدون اینکه قیدی در سؤال در مورد روزنه‌ها به کار ببرد، حرفی از روزنه زد، منظور طراح روزنه هوایی است). چرخهٔ کالوین هر گیاهی فقط در روز انجام می‌شود (به‌جز گیاهان انگل).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲)**: گیاهان *CAM*، در شب فقط یک نوع تثبیت کربن به صورت اسید چهارکربنه دارند. **گزینهٔ (۴)**: گیاهان *CAM*، کربن CO_2 **جو** را در شب و در اسید چهارکربنی تثبیت می‌کنند. **گزینهٔ (۴)**: فقط گیاهان *CAM*، هر دو نوع تثبیت کربن را در یک یاخته انجام می‌دهند.

۴۱۸۱ (۲) منظور از تولید قند سه‌کربنی حاصل از فتوسنتز، چرخهٔ **کالوین** می‌باشد. در **تمام** گیاهان چرخهٔ کالوین در روز انجام می‌شود. تمام این گیاهان دارای آنزیم روبیسکو هستند که با اضافه کردن یک کربن‌دی‌اکسید به ریبولوزبیس‌فسفات آن را به ترکیبی شش‌کربنه تبدیل می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۴)**: کتاب گفته در گیاهان C_4 تنفس نوری **به ندرت** رخ می‌دهد! *اما طراح محترم این حساب رو کرده که این گیاهان هیچ‌وقت تنفس نوری ندارن و برای همین این دو گزینه رو که مربوط به تنفس نوری هستن غلط گرفته!* از طرفی در تنفس نوری روبیسکو اکسیژن را به ریبولوزبیس‌فسفات اضافه می‌کند و ترکیب حاصل پرانرژی است و خودبه‌خود تجزیه شده و به یک مولکول دوکربنه و سه‌کربنه تبدیل می‌شود. **گزینهٔ (۳)**: دقت کنید تولید اسید چهارکربنه در گیاهان C_3 رخ نمی‌دهد.

۴۱۸۲ (۲) گیاه رز، گیاهی C_3، گیاه آناناس گیاهی *CAM* و گیاه ذرت گیاهی از نوع C_4 است. برای رد گزینهٔ (۲)، دقت کنید بخشی از تنفس نوری در سبزدیسه و بخش دیگر آن در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم و راکیزه انجام می‌شود.

نکته

گیاهانی مثل ذرت و آناناس به دلیل دارا بودن سازوکارهایی برای افزایش کارایی روبیسکو حتی در صورت کمبود کربن دی‌اکسید، به ندرت تنفس نوری را انجام می‌دهند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: با توجه به نمودار کتاب درسی، در گیاهان C_4 مثل ذرت، شیب افزایش فتوسنتز بر اثر شدت نور، بیشتر از گیاهان C_3 مثل گیاه رز است. **گزینهٔ (۳)**: در گیاه ذرت و آناناس، سازوکارهایی برای افزایش کربن‌دی‌اکسید در محل فعالیت آنزیم روبیسکو حتی در صورت کمبود کربن‌دی‌اکسید محیط و بسته بودن روزنه‌های هوایی وجود دارد. **گزینهٔ (۴)**: به این طبقه‌بندی خوب دقت کنید.

چند نکتهٔ مهم

- گیاه *CAM* مثل آناناس: تقسیم‌بندی زمانی (تولید اسید چهارکربنه در شب و انجام چرخهٔ کالوین در روز) – انجام دو نوع واکنش در یک یاختهٔ میانبرگ
- گیاه C_4 مثل ذرت: تقسیم‌بندی مکانی (تولید اسید چهارکربنی در یاختهٔ میانبرگ و انجام چرخهٔ کالوین در یاختهٔ غلاف آوندی) – انجام دو نوع واکنش در روز
- گیاه C_3 مثل رز: فاقد تقسیم‌بندی مکانی و زمانی و انجام واکنش‌های چرخهٔ کالوین در یاخته‌های میانبرگ خود در روز!
- چرخهٔ کالوین همواره در روز انجام می‌شود.

۴۱۸۳ (۴) این سؤال در مورد گیاهان C_3 و C_4 می‌باشد که هیچ‌کدام همانند گیاهان *CAM*، حاوی ساقه یا برگ گوشتی پر آب و ترکیبات پلی‌ساکاریدی واکوئول برای ذخیرهٔ آب نمی‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: یادتان باشد که روزنه‌های آبی همیشه باز هستند. **گزینهٔ (۲)**: این نکته جدایی مکانی مربوط به گیاهان C_4 است ولی در C_3 فقط یک نوع تثبیت کربن وجود دارد. **گزینهٔ (۳)**: غلاف آوندی سبزدیسه‌دار ویژهٔ گیاهان C_4 می‌باشد.

۴۴۸ مقایسهٔ دو نوع تثبیت

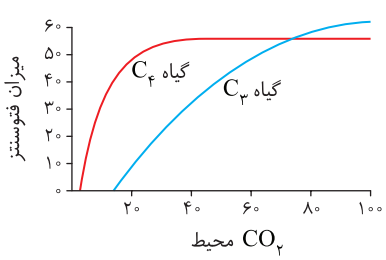
موارد مقایسه دو نوع تثبیت	یاخته‌های غلاف آوندی گیاه C_3	یاخته‌های میانبرگ گیاه C_4
میزان کلروفیل	بیشتر	کمتر
زمان تثبیت کربن	روز	روز
توان تثبیت کربن	+	+
تولید نخستین ترکیب پایدار حین تثبیت کربن	اسید C_3	اسید C_4
داشتن آنزیم تثبیت‌کنندهٔ کربن **فاقد** تمایل به اکسیژن	–	+
آزادکردن کربن‌دی‌اکسید از اسید چهارکربنی	+	–
آنزیم تولیدکنندهٔ اسید چهارکربنی در تثبیت	–	+

۴۱۸۴ (۴) شُش‌ریشه در گیاهانی دیده می‌شود که در نواحی پر آب هستند نه در مناطق کم آب و خشک! سؤال در مورد گیاهان C_4 و *CAM* مقاوم به گرما می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: گیاهان C_4 و *CAM* سازش بیشتری با نواحی گرم و خشک پیدا کرده‌اند که کربن یک مولکول CO_2 را دو بار تثبیت می‌کنند. **گزینهٔ (۲)**: به‌طور معمول گیاهانی که در محیط خشک زندگی می‌کنند، کرک‌های فراوان و روزنه‌های فرو رفته در اپیدرم برای **کاهش تعرق** دارند. **گزینهٔ (۳)**: بعضی گیاهان در این مناطق، ترکیبات **پلی‌ساکاریدی** در **واکوئول** خود به منظور جذب آب دارند.

۴۱۸۵ (۳) گیاه ذرت نوعی گیاه C_4، گیاه رز نوعی گیاه C_3 و گیاه آناناس نوعی گیاه *CAM* است. با توجه به شکل مقابل:

- در شدت‌های پایین CO_2: فتوسنتز در گیاهان C_3 < فتوسنتز در گیاهان C_4
- در شدت‌های بالای CO_2: فتوسنتز در گیاهان C_3 > فتوسنتز در گیاهان C_4



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: گیاهان C_4 همانند گیاهان *CAM*، در دو مرحله کربن را تثبیت می‌نمایند. یک مرحله به صورت اسید چهارکربنه و یک مرحله هم به صورت چرخهٔ کالوین؛ بنابراین انواع آنزیم تثبیت‌کنندهٔ کربن در آن‌ها یکسان می‌باشد. **گزینهٔ (۲)**: با توجه به شکل ۱۱ صفحهٔ ۸۸، تمام (نه بخشی از!) واکنش‌های مربوط به تثبیت کربن در گیاهان C_3 (رز) در طول روز انجام می‌شود.

نکتهٔ مهم

دقت کنید که علاوه‌بر یاخته‌های غلاف آوندی و میانبرگ، یاخته‌های نگهبان روزنه هم توانایی انجام تثبیت کربن را دارند. (نادرستی گزینهٔ (۴))

۴۱۸۶ **(۴)** واکنش‌های چرخهٔ کالوین و کل فرایند فتوسنتز هر گیاهی فقط در روز انجام می‌شود.

واکنش‌های فتوسنتزی دو مرحله دارند:

۱) وابسته به نور ← تجزیهٔ آب و تولید O_2 دارند.
- زنجیرهٔ انتقال الکترون دارند ← زنجیرهٔ بین دو فتوسیستم ۲ و ۱ ← انرژی ساخت ATP را فراهم می‌کند.
- زنجیرهٔ بعد از فتوسیستم ۱ ← انرژی ساخت $NADPH$ را فراهم می‌کند.

۲) مستقل از نور ← چرخهٔ کالوین (محتاج CO_2 می‌باشد.)
- ATP نوری و $NADPH$ را مصرف می‌کند.
- قند سه‌کربنی، ADP و $NADP^+$ می‌سازد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** آنزیم روبیسکو دو نوع فرایند تنفس نوری و چرخهٔ کالوین را با یک پیش‌مادهٔ ریبولوزبیس‌فسفات انجام می‌دهد. **گزینهٔ (۲):** چرخهٔ کالوین، واکنشی در هر گیاهی به‌جز انگل‌ها است که فقط طی آن روبیسکو به فعالیت کربوکسیلازی می‌پردازد. **گزینهٔ (۳):** آنزیم روبیسکو واکنش تنفس نوری را فقط در حضور نور و دمای شدید انجام می‌دهد ولی واکنش‌های مستقل از نور چرخهٔ کالوین را نیز انجام می‌دهد که این عمل نیز در طی روز و روشنایی صورت می‌گیرد ولی واکنش‌های آن، مستقیماً به انرژی نورانی نیازمند نمی‌باشند.

۴۴۹ تثبیت کربن

نوع آنزیم	مخصوص...	زمان فعالیت	قدرت ترکیب با O_2	قدرت ترکیب با CO_2	نوع فعالیت و محصولات نهایی
روبیسکو	هر یاختهٔ سبزینه‌دار C_3ها، غلاف آوندی C_4ها و میانبرگ CAMها	روز	دارد (تنفس نوری)	دارد (چرخهٔ کالوین)	$O_2 + C_5 \leftarrow C_5$ ناپایدار ← تجزیه شده و تنفس نوری را کامل می‌کند. $CO_2 + C_5 \leftarrow C_6$ ناپایدار ← مصرف ATP و $NADPH$ ↑ ← قندسازی ↑ ← رشد گیاه
آنزیم تثبیت‌کنندهٔ کربن در یک اسید چهارکربنی	میانبرگ C_4ها	روز	**ندارد**	دارد	$CO_2 + C_3$ (اسید) $\xrightarrow[\text{روز}]{\text{میانبرگ}} C_4$ (اسید) ← انتقال C_4 از میانبرگ به غلاف آوندی از راه پلاسمودسم
	میانبرگ CAMها	شب	**ندارد**	دارد	$CO_2 + C_3$ (اسید) $\xrightarrow[\text{شب}]{\text{میانبرگ}} C_4$ (اسید) ← تجزیهٔ آن در روز ← انتقال CO_2 به سبزدیسه ← مواد نگهدارندهٔ پلی‌ساکاریدی آب در واکوئول‌ها دارند.

۴۱۸۷ **(۲)** اگر تنفس نوری و تجزیهٔ C_5 در آن را در نظر بگیریم، این عمل و تولید $NADP^+$ هردو در بسترهٔ سبزدیسه صورت می‌گیرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اکسایش استیل در راکیزه ولی اکسایش $NADPH$ در بسترهٔ سبزدیسه صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۳):** مصرف CO_2 در سبزدیسه ولی آزاد شدن CO_2 از ترکیب دوکربنی در انتهای تنفس نوری یا تنفس یاخته‌ای در راکیزه رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** قسمت اول در سبزدیسه ولی قسمت دوم در راکیزه رخ می‌دهد.

۴۱۸۸ **(۲)** موارد (ب) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) درست. اکسیداسیون پیرووات قطعاً طی تولید استیل CoA و تنفس هوازی رخ می‌دهد ولی واکنش‌های کاهشی آن طی الکترون‌گیری در تنفس بی‌هوازی یا تخمیر لاکتیکی درون مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم انجام می‌گیرد. (ب) **نادرست.** گیاهی که دارای متابولیسم اسید کراسولاسه می‌باشد، از نوع CAM مثل آناناس بوده که برگ یا ساقهٔ گوشتی آبدار دارد و برای سازش با محیط گرم و خشک دارای روزنه‌های کمتری می‌باشد که فرو رفته در روپوست هستند (نه برآمده!).

(ج) درست. جانداران تولیدکنندهٔ طبیعت، چه فتوسنتزکننده و چه شیمیوسنتزکننده باشند، در هر صورت کربن CO_2 را در یک اسید آلی تثبیت می‌کنند تا از مواد معدنی بتوانند مواد آلی تولید کنند. (د) **نادرست.** تبدیل اسید سه‌کربنی به قند سه‌کربنی یکی از مراحل چرخهٔ کالوین می‌باشد که لزوماً در سبزدیسه گیاهان رخ می‌دهد که حاوی فتوسیستم ۱ و ۲ می‌باشد.

۴۱۸۹ **(۳)** قسمت اول و دوم در مورد گیاهان CAM می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در برگ دولپه‌ای‌ها، پارانشیم نرده‌ای به هم فشرده وجود دارد ولی در برخی انواع آن‌ها رشد پسین و کامبیوم وجود دارد. **گزینهٔ (۲):** قسمت اول در مورد گیاهان C_4 با غلاف آوندی دارای چرخهٔ کالوین است که $NADP^+$ را دوباره‌سازی می‌کند. این گیاهان اغلب تک‌لپه‌اند و در ساقهٔ خود آوندها روی دوایر متعددی قرار دارند. **گزینهٔ (۴):** مصرف ATP نوری در چرخهٔ کالوین رخ می‌دهد. در گیاهان C_4، میانبرگ چرخهٔ کالوین ندارد. این گیاهان در میانبرگ خود فقط یک نوع تثبیت به صورت C_4 انجام می‌دهند.

۴۱۹۰ **(۲)** موارد (ب) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. غلاف آوندی ذرت که گیاه C_4 است فاقد تنفس نوری است چون سازش یافته می‌باشد، از طرفی غلاف آوندی در گیاه C_4 مثل گل رز اصلاً روبیسکو و کلروپلاست ندارد که تنفس نوری و فعالیت اکسیژنازی کند. (ب) **درست.** هر دو یاخته با سازشی که دارند، CO_2 زیاد و چرخهٔ کالوین دارند.

(ج) نادرست. در میانبرگ ذرت نیز همان گیاهان C_3 در شرایط گرم و خشک کمی تنفس نوری صورت می‌گیرد. (د) **درست.** کلاً همواره اولین محصول روبیسکو چه در چرخهٔ کالوین و چه در تنفس نوری، ماده‌ای پرانرژی است که C_6 یا C_5 می‌باشد و تجزیه می‌شود.

۴۱۹۱ (۱) منظور گیاهان C_3 و C_4 هستند که در شب تثبیت کربن و pH اسیدی ابتدای صبح در میانبرگ ندارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** هیچ گیاهی **فقط** در شب به تثبیت کربن نمی‌پردازد چون چرخهٔ کالوین همهٔ آن‌ها در روز است. **گزینهٔ (۳):** قسمت اول در مورد C_4 و CAM است ولی قسمت دوم فقط در C_4ها دیده می‌شود. **گزینهٔ (۴):** نادرست. قسمت اول گیاه CAM است ولی در آن‌ها CO_2 جو در شب با اسید C_3 ترکیب می‌شود.

۴۱۹۲ (۲) موارد (ب) و (ج) صحیح می‌باشند.

بررسی موارد (الف) نادرست. یاختهٔ میانبرگ ذرت که گیاه C_4، روبیسکو فعال ندارد. (ب) **درست.** منظور قسمت اول میانبرگ گیاهان C_3 و CAM است که هم راکیزه و هم سبزدیسه با کانال ATPساز دارند. (ج) **درست.** در گیاهان C_4، غلاف آوندی به ندرت تنفس نوری می‌کند. این گیاهان با کمی CO_2، فتوسنتز خود را به سرعت آغاز می‌کنند. (د) نادرست. پارانشیم هوادار مخصوص گیاهان آبزی است ولی قسمت اول در مورد تخمیر الکلی است که در هر گیاهی در شرایط نامساعد رخ می‌دهد.

۴۱۹۳ (۴) همهٔ موارد صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) گیاهان C_3 اغلب گیاهان هستند که سرعت فتوسنتز با مقدار O_2 آن‌ها رابطه عکس دارد ولی مقدار فتوسنتز را به صفر نمی‌رساند. (ب) و (ج) با توجه به نمودار سرعت فتوسنتز و مقدار CO_2 محیط این موارد صحیح هستند. (د) با توجه به نمودار رابطهٔ نور با شدت فتوسنتز صحیح است.

۴۱۹۴ (۱) در گیاهان C_3، تثبیت CO_2 در یک زمان و مکان رخ می‌دهد. در این گیاهان مولکول CO_2 در آن‌ها بصورت مستقیم از جوّ گرفته می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در گیاهان CAM، مصرف CO_2 در روز و موقع بسته بودن روزنه‌ها صورت می‌گیرد. برخی از گیاهان ساکن مناطق خشک و کم‌آب، در واکوئل‌های خود پلی‌ساکاریدهای جذب کنندهٔ آب دارند. **گزینهٔ (۳):** در گیاهان C_4 تثبیت CO_2 در دو نوع یاختهٔ متفاوت صورت می‌گیرد. تنفس نوری به ندرت در این گیاهان روی می‌دهد. آنزیم روبیسکو در شب غیرفعال است. **گزینهٔ (۴):** در گیاهان C_4 و C_3 مصرف CO_2 در کالوین در روز و موقع باز بودن روزنه‌ها انجام می‌شود. فقط گیاهان C_4 در دماهای بالا، شدت‌های زیاد نور، چرخهٔ کالوین انجام می‌شود که به هنگام تبدیل اسید سه‌کربنه به قند سه‌کربنه کافی، $NADPH$ مصرف و گروه فسفات تولید می‌شود.

۴۱۹۵ (۳) آنزیم روبیسکو در گیاهان با توجه به نسبت غلظت اکسیژن و کربن دی‌اکسید، می‌تواند در دو مسیر فعالیت کند. یکی مسیر کربوکسیلازی که CO_2 را به ریبولوزبیس فسفات وصل می‌کند و دیگری مسیر اکسیژنازی که باعث واکنش بین اکسیژن و ریبولوزبیس فسفات می‌شود. در محیط گرم و خشک دو حالت وجود دارد. در گیاهان C_3 این آنزیم (اغلب) مسیر اکسیژنازی را طی می‌کند و در گیاهان C_4 و CAM، (غالباً) شاهد مسیر کربوکسیلازی هستیم.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. فتوسنتز در گیاهان C_4 در یاخته‌های غلاف آوندی صورت می‌گیرد اما در گیاهان CAM این‌گونه نیست و همان یاختهٔ میانبرگ چرخهٔ کالوین را صورت می‌دهد. بنابراین این گزینه دربارهٔ گیاهان CAM که غالب آنزیم‌های آن‌ها هم مسیر کربوکسیلازی را طی می‌کنند، صحیح نیست. **گزینهٔ (۲):** نادرست. باز کردن روزنه‌های هوایی در شب مربوط به گیاهان CAM است که برای آن‌ها مسیر کربوکسیلازی را در نظر می‌گیریم (نه گیاهان C_3 که بیشتر روبیسکوهایشان در شرایط ذکر شده، در مسیر اکسیژنازی فعالیت می‌کنند). **گزینهٔ (۴):** **درست.** همهٔ گیاهانِ فتوسنتزکننده، چرخهٔ کالوین خود را در روز و زیر نور خورشید انجام می‌دهند. **گزینهٔ (۴):** نادرست. گیاهان C_3 شامل بیشتر گیاهانی می‌شوند که ما می‌شناسیم و بسیاری از آن‌ها علفی هستند و هرگز کامبیوم نخواهند داشت.

۴۱۹۶ (۴) گیاهان CAM تثبیت CO_2 را به صورت اولیه در شب و به صورت ثانویه یا دائم در روز که روزنه‌هایشان بسته است انجام می‌دهند. هم‌زمان با مصرف $NADPH$ در آن‌ها (روز)، CO_2 تثبیت شده شب قبل در چرخهٔ کالوین در یک اسید سه‌کربنی تثبیت می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در گیاهان CAM، به هنگام بسته بودن روزنه‌ها عمل فتوسنتز و تثبیت کربن در چرخهٔ کالوین رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۲):** در گیاهان CAM غلاف آوندی برای تثبیت کربن هیچ‌کاره است. **گزینهٔ (۴):** روبیسکو در شب غیرفعال است.

۴۱۹۷ (۲) در گیاهان C_4 با افزایش شدت نور و دما چرخهٔ کالوین در یاخته‌های غلاف آوندی ادامه دارد. در قندکافت در گام سوم با تبدیل قندفسفاته به اسید دوفسفاته، NAD^+ الکترون می‌گیرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در همهٔ گیاهان C_4، C_3 و CAM با افزایش شدت نور و دما طی پلاسمولیز، فشار اسمزی یاخته‌های نگهبان‌روزنه افزایش می‌یابد. طبق فعالیت صفحهٔ ۸۸ در گیاهان CAM، pH عصارهٔ گیاهی در ابتدای روشنایی به دلیل تولید اسید چهارکربنه نسبت به آغاز تاریکی اسیدی‌تر است. **گزینهٔ (۳):** در گیاهان C_4 میزان CO_2 در محل فعالیت آنزیم روبیسکو بالاست. در این گیاهان با غلبه بر تنفس نوری میزان تولید محصولات فتوسنتزی کم نمی‌شود **گزینهٔ (۴):** در مورد گیاهان C_3 نادرست است.

۴۱۹۸ (۲) در گیاهان CAM، تثبیت دائم CO_2 در طول روز و با بسته بودن روزنه‌ها انجام می‌شود. در طول روز با ترشح هورمون آبسیزیک روزنه‌ها بسته هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ترکیب سه‌کربنه و CO_2 در هنگام روز از اسید چهارکربنه آزاد می‌شود. **گزینهٔ (۳):** تثبیت CO_2 در گیاهان CAM در یک نوع یاخته انجام می‌شود. **گزینهٔ (۴):** جذب CO_2 در شب صورت می‌گیرد. چرخهٔ کالوین در هنگام روز انجام می‌شود.

۴۱۹۹ (۳) گیاهان C_3 تثبیت CO_2 را فقط در یک زمان و مکان انجام می‌دهند. در این گیاهان، غلاف آوندی که خارجی‌ترین لایهٔ رگبرگ است، کلروپلاست و تولیدکنندگی ندارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در این گیاهان در شرایط سخت روبیسکو اکسیژنازی می‌کند. **گزینهٔ (۲):** اسید چهارکربنه در گیاهان C_4 تولید می‌شود. **گزینهٔ (۴):** ATP خارج از فضای درون تیلاکوئید و در بستره تولید می‌شود.

۴۲۰۰ (۴) در گیاهان C_3، **چرخهٔ کالوین** تنها راه تثبیت CO_2 است. مرحله‌ای از کالوین که اسید پایدار سه‌کربنی به قند تبدیل می‌شود، مرحله‌ای است که طی مصرف ATP و $NADPH$، اسید سه‌کربنی تک‌فسفاته به قند سه‌کربنی تک‌فسفاته تبدیل می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید برای تبدیل اسید سه‌کربنه فسفاته (اسید پایدار) به قند سه‌کربنه، آنزیم روبیسکو نقشی ندارد اما در زمان تبدیل ریبولوزبیس‌فسفات به ترکیب ۶ کربنی ناپایدار، آنزیم روبیسکو نقش دارد. **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ تبدیل اسید سه‌کربنه به قند سه‌کربنه و در طی تبدیل ریبولوز فسفات به ریبولوزبیس‌فسفات، ADP تولید می‌شود. در هر دو این واکنش‌ها قند دارای فسفات تولید می‌شود. **گزینهٔ (۳):** در مرحله‌ای که ریبولوزفسفات به ریبولوزبیس‌فسفات تبدیل می‌شود، قند ۵ کربنه به ۵ کربنه دیگری تبدیل می‌شود. در طی این واکنش ATP (منبع رایج انرژی) مصرف می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در مرحله‌ای که ۱۰ قند سه‌کربنی تک‌فسفاته به ۶ قند ۵ کربنه تک‌فسفاته تبدیل می‌شود، فسفات آزاد می‌شود، همانند مرحله‌ای که اسید سه‌کربنه به قند سه‌کربنه تبدیل می‌شود. در هر دو این واکنش‌ها میزان فسفات آزاد محیط افزایش می‌یابد.

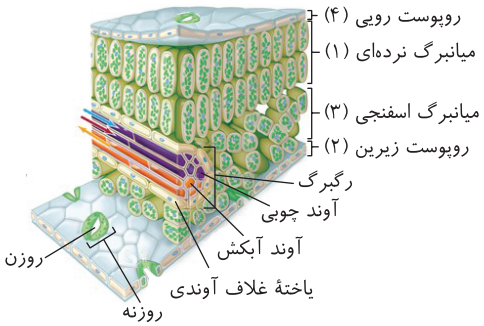
موارد مقایسه در چرخهٔ کالوین	تبدیل هر اسید سه‌کربنه به یک قند سه‌کربنه	تبدیل هر ریبولوز فسفات به یک ریبولوزبیس‌فسفات
محل انجام	بسترهٔ سبزدیسه	بسترهٔ سبزدیسه
مصرف ATP	+	+
مصرف NADPH	+	−
مصرف ترکیب تک‌فسفاته	+ (اسید)	+ (قند)
تولید ترکیب تک‌فسفاته	+ (قند)	−
مصرف ترکیب دوفسفاته	−	−
تولید ترکیب دوفسفاته	−	+
اکسایش و کاهش	+	−

۴۲۰۱ (۱) گیاهان CAM برای سازش با کمبود آب در واکوئول‌های خود دارای پلی‌ساکارید جذب کنندهٔ آب هستند. در گیاهان C_4 روبیسکو به دلیل تراکم بالای CO_2 در اطراف آن، اغلب فعالیت کربوکسیلازی دارد. در هر دو گیاه اولین ترکیب پایدار تولیدی چهارکربنه است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در گیاهان تک‌لپه و C_4، تعداد گلبرگ‌ها مضربی از عدد سه است و آوندها در برش عرضی ساقهٔ آن‌ها به صورت پراکنده قرار گرفته‌اند. **گزینهٔ (۳):** در گیاهان دولپه و C_3، رگبرگ‌های برگ‌های آن‌ها منشعب و آندوسپرم دانهٔ آن‌ها توسط لپه‌ها به‌طور کامل مصرف می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در گیاهان تک‌لپه و C_4، ریشه به صورت صاف و غیرافشان است. در گیاهان C_4 و C_3 تثبیت اتم کربن در آن‌ها فاقد تقسیم‌بندی زمانی و مکانی است. میزان تراکم CO_2 اطراف آنزیم روبیسکو در گیاهان C_4 همواره زیاد است.

۴۲۰۲ (۲) موارد (الف) و (ج) نادرست هستند.

بررسی موارد دقت کنید که شکل مقابل مربوط به برگ یک گیاه C_3 **دولپه‌ای** با پارانشیم نرده‌ای می‌باشد، پس تثبیت کربن در شب و در واکوئول ندارد (نادرستی مورد (الف)) و ایجاد اسید چهارکربنه در تثبیت کربن هم ندارد (نادرستی مورد (ج)). یاخته‌های (۲) که روپوستی می‌باشند، آنزیم‌هایی می‌سازند تا پوستک یا کوتیکول محافظ را ایجاد کنند (درستی مورد (ب)). یاخته‌های (۴) نیز روپوستی هستند و چون هوازی می‌باشند، NADH را در مسیر تولید استیل CoA از پیرووات ایجاد می‌کنند (درستی مورد (د)).



۴۲۰۳ (۳) هر یاختهٔ زنده‌ای از جمله گیاهان C_3، می‌تواند بدون حضور اکسیژن، در طی عمل قندکافت، NADH و ATP بسازد (بازم قندکافت!).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هر گیاهی چرخهٔ کالوین را در روز فعال می‌کند (از طرفی هیچ گیاهی هم وجود ندارد که فقط در شب تثبیت CO_2 کند). **گزینهٔ (۲):** هیچ گیاهی قادر نیست CO_2 را **فقط** به صورت ترکیب چهارکربنه تثبیت کند. در گیاهان C_4 و CAM نیز پس از تثبیت C_4، باید کربن یک بار دیگر به صورت اسید سه‌کربنی در چرخهٔ کالوین تثبیت شود. **گزینهٔ (۴):** در مورد گیاهان C_4 و غلبه آن‌ها به تنفس نوری و عمل اکسیژنازی روبیسکو رد می‌شود ولی در مورد گیاهان C_3 صحیح است.

۴۲۰۴ (۳) در گیاهان C_4 و CAM، آنزیم تثبیت‌کنندهٔ CO_2 در مرحلهٔ اول، نسبت به اکسیژن حساسیتی ندارد. **در همهٔ گیاهان فتوسنتزکننده چرخهٔ کالوین در روز انجام می‌شود** در نتیجه اکسایش NADPH در روز روی می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هنگام تجزیهٔ هر مادهٔ آلی الزاماً ATP تولید نمی‌شود! مثلاً هنگام تجزیهٔ نشاسته گلوکز تولید می‌شود و یا در تنفس نوری ضمن تجزیهٔ مادهٔ C_5، مولکول ATP ایجاد نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** در گیاهان CAM، آنزیم تثبیت‌کنندهٔ CO_2 **جو**، در **شب** فعالیت می‌کند. **گزینهٔ (۴):** به عنوان مثال در گیاهان CAM، اسید سه‌کربنی حاصل از اسید چهارکربنی مرحلهٔ اول تثبیت CO_2، به یاختهٔ دیگری منتقل نمی‌شود.

۴۲۰۵ (۴) در گیاهان CAM، روزنه‌ها به‌طور معمول در هنگام **شب** باز می‌شوند. تثبیت کربن در گیاهان CAM، مانند گیاهان C_4 است، با این تفاوت که تثبیت کربن در آن‌ها در یاخته‌های متفاوت نیست و به عبارتی **تقسیم‌بندی مکانی نشده**، بلکه در زمان‌های متفاوت انجام می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** چه در گیاهان C_3 و چه در گیاهان CAM، در شرایطی، وضعیت برای نقش **اکسیژنازی** روبیسکو در **تنفس نوری** فراهم می‌شود. **گزینهٔ (۲):** گیاهان C_3 تثبیت دو مرحله‌ای کربن **ندارند**. همچنین تثبیت دو مرحله‌ای کربن در گیاهان CAM در دو زمان **مختلف** شبانه روز رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** گیاهان C_4، در **روز** که روزنه‌هایشان **باز** است، **هر دو مرحلهٔ** تثبیت کربن را انجام می‌دهند.

۴۲۰۶ (۲) متن این سؤال در مورد اینکه گیاهانی که فقط در روز تثبیت کربن می‌کنند قطعاً مربوط به گیاهان C_4 و C_3 می‌باشد. در این گیاهان و هر گیاه دیگری قطعاً برای انجام چرخهٔ کالوین، مولکول CO_2 باید به قند پنج‌کربنی دوفسفاته ریبولوزبیس فسفات متصل شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** این عبارت ابهام دارد و به نظر من **اشکان هاشمی** این عبارت نیز می‌تواند درست باشد چون تنفس نوری در شرایط گرم و خشک، در گیاهان C_3 و طبق متن کتاب درسی **به ندرت** در گیاهان C_4 رخ می‌دهد و طی آن می‌تواند O_2 با قند ریبولوزبیس فسفات پنج‌کربنی ترکیب شود (ای وای از بی‌دقتی طراح کنکور! ولی همیشه باید گزینهٔ بهتر را انتخاب کنی!). **گزینهٔ (۳):** این عبارت نیز نادرست است چون به ندرت در برخی گیاهان C_4 تنفس نوری رخ می‌دهد، پس مادهٔ C_5 به C_3 و C_2 تبدیل می‌شود که البته این عمل به دلیل پر انرژی بودن C_5 خودبه‌خود است. **گزینهٔ (۴):** این عمل در مورد گیاهان C_3، انجام نمی‌شود.

۴۲۰۷ (۴) به‌طور کلی گیاهان C_4 (ذرت)، در نور شدید نسبت به گیاهان C_3 (گل رز) و CAM (کاکتوس و آناناس) رشد و فتوسنتز بیشتری دارند چون هم اندوختهٔ فتوسنتزی و رنگیزه‌های بیشتری دارند و هم همانند CAMها توانایی غلبه بر واکنش تنفس نوری دارند.

تذکر: در این تست طراح به متن کتاب توجه نکرده که گفته است: تنفس نوری به ندرت در گیاهان C_4 رخ می‌دهد!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در هر دو نوع گیاه CAM و C_4، تراکم CO_2 در محل فعالیت آنزیم روبیسکو بالا می‌باشد، چون بر تنفس نوری غلبه می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** عمل تنفس نوری دو مرحله دارد که ابتدا در سبزدیسه و به کمک آنزیم روبیسکو، ریبولوزبیس فسفات با O_2 ترکیب می‌شود ولی آزاد شدن CO_2 از ماده دوکربنی آن در واکنش‌هایی صورت می‌گیرد که بخشی از آن‌ها در **راکیزه** انجام می‌شود. **گزینهٔ (۴):** این عبارت به دلیل قید «**همواره**» نادرست است چون افزایش CO_2 تا حدی در رشد و فتوسنتز مؤثر است که آنزیم‌ها قدرت عمل داشته و اشباع نشده باشند.

۴۲۰۸ (۴) منظور سؤال برحسب متن کتاب درسی، ویژگی مشترک **باکتری‌ها و آغازیان** فتوسنتزکننده می‌باشد. در حقیقت سؤال در مورد ویژگی مشترک پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها پرسیده است. در همهٔ جانداران، در صورت نیاز، تعدادی رناتن می‌توانند هم‌زمان از روی یک رنای پیک به ترجمه بپردازند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** واضح است که رونویسی و ترجمه، سه مرحلهٔ آغاز، طویل شدن و پایان دارند. **گزینهٔ (۲):** پروکاریوت‌ها، غشاهای درون‌یاخته‌ای ندارند. **گزینهٔ (۴):** شناسایی راه‌انداز به‌طور مستقیم و به تنهایی، ویژگی رنابسپاراز پروکاریوتی است و در آغازیان دیده نمی‌شود.

۴۲۰۹ (۴) همهٔ فتوسنتزکنندگان، به‌جز باکتری‌های غیراکسیژن‌زا، از **آب** به عنوان منبع الکترون (نه گیرندهٔ الکترون!) استفاده می‌کنند (نادرستی گزینهٔ (۲)). این باکتری‌ها برخلاف سیانوباکتری‌ها، O_2 تولید نمی‌کنند (نادرستی گزینهٔ (۳)) و یادتان باشد که باکتری‌ها، فتوسنتز را در غشای خود (و نه درون تیلاکوئید) انجام می‌دهند (نادرستی گزینهٔ (۱)) و می‌دانید که آب بیشترین مادهٔ طبیعت و بدن انسان است. شایان توجه است که هر جاندار تولیدکننده‌ای از جمله گوگردی‌ها، طی فتوسنتز خود به تولید مقدار کمی آب نیز می‌پردازد (درستی گزینهٔ (۴)).

نکته

آب ماده‌ای است که منشأ اکسیژن طی عمل فتوسنتز گیاهان و جلبک‌ها می‌باشد که از این ماده در سیانوباکتری‌ها نیز استفاده می‌شود.

موارد مقایسه	انواع		منبع الکترون	منبع انرژی	تولید اکسیژن	رنگیزه	تیلاکوئید
گیاهان	C_3		آب	نور خورشید	+	کلروفیل و کاروتنوئید	+
	C_4		آب	نور خورشید	+	کلروفیل و کاروتنوئید	+
	CAM		آب	نور خورشید	+	کلروفیل و کاروتنوئید	+
آغازیان	اوگلنا		آب	نور خورشید	+	کلروفیل و کاروتنوئید	+
	جلبک سبز (اسپیروژیر)		آب	نور خورشید	+	کلروفیل و کاروتنوئید	+
	جلبک قرمز		آب	نور خورشید	+	کلروفیل و کاروتنوئید	+
	جلبک قهوه‌ای		آب	نور خورشید	+	کلروفیل و کاروتنوئید	+
باکتری‌های فتوسنتزکننده	اکسیژن‌زا		آب	نور خورشید	+	کلروفیل a	−
	غیراکسیژن‌زا	گوگردی سبز و ارغوانی	ترکیبات گوگردی مثل هیدروژن‌سولفید	نور خورشید	−	باکتریوکلروفیل	−
		غیرگوگردی	ترکیبات دیگر				
باکتری‌های شیمیوسنتزکننده	مثل باکتری‌های نیترات‌ساز		اکسایش مواد معدنی	اکسایش ترکیبات معدنی	−	−	−

تولیدکننده‌ها ۴۵۱

۴۲۱۰ (۳) موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند. در بین باکتری‌های فتوسنتزکننده، فقط سیانوباکتری‌ها مشابه گیاهان، سبزینهٔ a دارند که این گروه از آب (نوعی مادهٔ معدنی) الکترون‌گیری کرده و O_2 تولید می‌کنند (اکسیژن‌زا هستند) (درستی مورد (الف)).

بررسی موارد (ب) رنگیزهٔ باکتریوکلروفیل ویژهٔ همهٔ باکتری‌های فتوسنتزکنندهٔ غیراکسیژن‌زا می‌باشد که **یکی** از انواع آن‌ها گوگردی سبز و ارغوانی می‌باشند که از H_2S الکترون‌گیری می‌کنند. (ج) سیانوباکتری‌ها را می‌توان برای مثال نقض این عبارت به کار برد که از مادهٔ معدنی H_2O الکترون می‌گیرند ولی اکسیژن‌زا می‌باشند. (د) گوگردی سبز و ارغوانی هر دو رنگیزه فتوسنتزی باکتریوکلروفیل دارند و نمونه‌ای از باکتری‌های غیراکسیژن‌زا می‌باشند ولی از نظر ظاهری، یکی سبز و دیگری ارغوانی می‌باشد.

۴۲۱۱ (۳) در گیاه آزولا، علاوه‌بر سیانوباکتری‌ها، یاخته‌های فتوسنتزکنندهٔ ساقه نیز می‌توانند فرایند تثبیت کربن را انجام دهند. موارد (الف) و (ج) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) توجه داشته باشید باکتری‌ها اندامک و سبزدیسه نداشته و این مورد در ارتباط با آن‌ها صادق نیست. (ب) یاخته‌های یوکاریوتی مانند یاخته‌های فتوسنتزکنندهٔ خود گیاه می‌توانند اندامک داشته و به واسطهٔ پروتئین غشایی در راکیزه، مولکول‌های پیروواتِ را به فضای درونی این اندامک هدایت کنند. (ج) توجه داشته باشید سیانوباکتری‌های با گیاه آزولا علاوه‌بر تثبیت کربن می‌توانند تثبیت نیتروژن انجام داده و نیتروژن مولکولی را به یون‌های آمونیوم تبدیل کنند اما این مورد در ارتباط با یاخته‌های فتوسنتزکنندهٔ ساقهٔ گیاه لزوماً درست نیست. (د) باکتری‌ها شبکهٔ آندوپلاسمی و اندامک ندارند. بنابراین این یاخته‌ها، همهٔ پروتئین‌های مورد نیاز خود را توسط رناتن‌های آزاد در سیتوپلاسم خود سنتز می‌کنند. در یاختهٔ یوکاریوتی پروتئین در راکیزه و کلروپلاست نیز تولید می‌شود.

۴۲۱۲ (۴) باکتری‌های فتوسنتزکنندهٔ **غیراکسیژن‌زا**، کربن‌دی‌اکسید را جذب می‌کنند، اما اکسیژن تولید نمی‌کنند؛ زیرا منبع تأمین الکترون در آن‌ها **ترکیبی به غیر از آب** است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید که کیسهٔ رویانی در گیاهان گل‌دار **هفت یاخته** و گردهٔ رسیده **دو یاختهٔ** زایشی و رویشی دارد. **گزینهٔ (۲):** **اوگلنا** یک **تک‌یاخته‌ای فتوسنتزکنندهٔ یوکاریوت** است که دنای اصلی خطی آن به پروتئین‌های **هیستونی** متصل است. **گزینهٔ (۴):** در **گیاهان**، تقسیم سیتوپلاسم می‌تواند به کمک ریزکیسه‌های دستگاه گلژی انجام شود در حالی که **جلبک‌ها** نیز **پریاخته‌ای** و **فتوسنتزکننده‌اند** (تیغهٔ میانی ویژهٔ گیاهان است).

۴۲۱۳ **(۳)** موارد (الف) و (د) درست هستند.

بررسی موارد **الف) درست.** دقت کنید که هر یاختهٔ گیاهی که دارای سبزدیسه با تولید $NADPH$ است، دارای راکیزه‌ای با تولید $NADH$ نیز می‌باشد ولی حواستان باشد که برعکس آن صادق نیست، مثل یاخته‌های کرک روپوستی، سبزدیسه ندارند ولی راکیزه دارند. (دقت کنید یاخته‌های نگهبان روزنه، یاخته‌های تمایز یافتهٔ روپوستی هستند ولی برخلاف یاخته‌های روپوستی دیگر دارای سبزدیسه‌اند.) **ب)** نادرست. تبدیل پیرووات به لاکتات در تخمیر لاکتیکی فقط در یاخته‌های ماهیچه‌ای انسانی دیده می‌شود. (گیرنده‌های بینایی توانایی تخمیر لاکتیکی ندارند.) **ج)** نادرست. دقت شود که در طی مرحلهٔ اول تخمیر یا همان قندکافت، مصرف NAD^+ دیده می‌شود و $NADH$ ایجاد می‌شود ولی آزاد شدن CO_2 بعد از قندکافت صورت می‌گیرد. **د) درست.** پروتئین مسئول سنتز $NADPH$ در اوگلناهای فتوسنتزکننده به دلیل وجود سبزدیسه، در سطح خارجی غشای تیلاکوئید دیده می‌شود که الکترون‌های خارج شده از $P_{۷۰۰}$ را به $NADP^+$ می‌رساند.

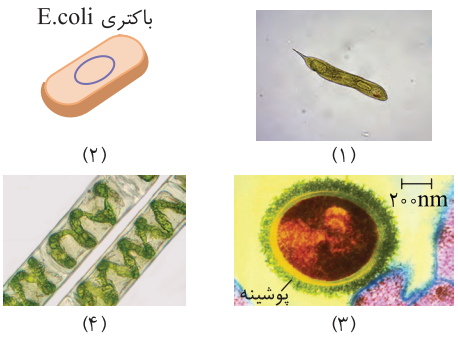
۴۲۱۴ **(۳)** دقت کنید که هر یاختهٔ گیاهی سبزدیسه‌داری، قطعاً حاوی راکیزه نیز می‌باشد پس ATP نوری در سبزدیسه و ATP اکسایشی را در راکیزه‌های خود ایجاد می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اگر اوگلناهای فتوسنتزکننده مدتی در عدم حضور نور قرار بگیرند، سبزدیسه‌ها و روبیسکو خود را از دست داده و به عنوان یک آغازی مصرف‌کننده از مواد آلی محیط، انرژی‌گیری می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** دقت کنید که در گیاهان CAM، تثبیت کربن طی دو مرحله و عمل آنزیمی متفاوت صورت می‌گیرد که تمامی این مراحل درون یک یاخته ولی در دو اندامک مجزا انجام می‌گیرد، ابتدا طی عمل کربوکسیلازی آنزیمی که فقط قدرت اتصال با CO_2 دارد (نه خود روبیسکو)، مولکول CO_2 با یک اسید سه‌کربنه ترکیب و اسید چهارکربنه‌ای با متابولیسم کراسولاسیون تشکیل می‌دهد، این یعنی غیر از روبیسکو در اندامک دیگری نیز، آنزیمی جهت کربوکسیلاز وجود دارد. **گزینهٔ (۴):** مژک‌دارانی مثل پارامسی واکوئل‌های تنظیم آب و حفرهٔ دهانی در یاخته دارند.

۴۲۱۵ **(۲)** فقط مورد (الف) صحیح می‌باشد.

بررسی موارد **الف) درست.** بخش عمدهٔ فتوسنتز طبیعت را جاندارانی انجام می‌دهند که **گیاه نمی‌باشند** و در **خشکی زندگی نمی‌کنند.** **ب)** نادرست. انواعی از باکتری‌ها و آغازیان در محیط‌های مختلف خشکی یا آبی فتوسنتز می‌کنند. **ج)** نادرست. سؤال در مورد جانداران فتوسنتزکننده می‌باشد (نه باکتری‌های فتوسنتزکننده!) دقت کنید که در بین انواع اکسیژن‌زای تک‌یاخته‌ای مثل اوگلنا، سبزدیسه هم دیده می‌شود. **د)** نادرست. در بین باکتری‌های فتوسنتزکنندهٔ غیراکسیژن‌زا، فقط گوگردی‌ها این ویژگی را دارد.

۴۲۱۶ **(۱)** سؤال به بررسی جانداران اشاره شده در کتاب درسی می‌پردازد. تنها مورد (ب) صحیح نیست.



(۱) (۲) (۳) (۴)

بررسی گزینه‌ها **الف)** شکل (۱) آغازی اوگلنا را نشان می‌دهد. اوگلنا تک‌یاخته‌ای است، کلروپلاست دارد و در انتهای خود دارای یک زائده می‌باشد (اشاره نشده ولی بدانید تاژک است). **ب)** شکل (۲) باکتری اشرشیاکلای را نشان می‌دهد. باکتری $E.coli$ میله‌ای شکل است (یا road-shape)، دنای آن توسط مزلسون و استال مورد آزمایش قرار گرفت و دارای تنظیم مثبت و منفی رونویسی است. **ج)** شکل (۳) باکتری استرپتوکوکوس نومونیا را نشان می‌دهد. این باکتری حلقوی است، پوشینهٔ پروتئینی ضخیمی دارد، پوشینهٔ آن در اتصال آن به سطوح مختلف نقش دارند، عامل بیماری سینه‌پهلو است و توسط گریفیت و ایوری مورد مطالعه قرار گرفت. **د)** شکل (۴) جلبک اسپیروژیر را نشان می‌دهد. این جاندار پریاخته‌ای است، کلروپلاست نواری‌شکل دارد و کلروپلاست آن در سرتاسر یاخته کشیده شده است.

۴۲۱۷ **(۱)** رنگیزهٔ **کلروفیل b** به‌طور معمول سبب آزاد شدن بیشترین مقدار اکسیژن در طیف فتوسنتز می‌شود. با توجه به نمودار کتاب درسی، در طول موج‌های بین ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، حداکثر جذب در کلروفیل a که در مرکز واکنش نیز موجود است از کلروفیل b بیشتر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** گیاه آزولا، گیاه کوچکی است که در تالاب‌های شمال و مزارع برنج به وفور یافت می‌شود. این گیاه با سیانوباکتری همزیستی دارد. سیانوباکتری واجد کلروفیل a می‌باشد ولی کلروفیل b ندارد. **گزینهٔ (۳):** دقت کنید که رنگیزه‌ها به رنگ نوری که بازتاب می‌کنند، دیده می‌شوند، نه به رنگ نوری که جذب می‌کنند پس در مورد جلبک سبز نادرست است. **گزینهٔ (۴):** عبارت ذکر شده در این گزینه ویژگی کلروفیل a است نه کلروفیل b؛ چون در فتوسیستم‌ها فقط الکترون‌های برانگیخته از کلروفیل a خارج می‌شوند.

۴۲۱۸ **(۳)** موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند. در باکتری‌های گوگردی فتوسنتزکننده، منبع **الکترون** یک ترکیب **گوگرددار** است و رنگیزهٔ فتوسنتزی سبزینهٔ a ندارند، بلکه باکتریوکلروفیل دارند (درستی مورد (ج)).

بررسی موارد **الف)** باکتری‌های مصرف‌کننده‌ای مثل **ریزوبیوم‌ها** می‌توانند تثبیت نیتروژن داشته باشند. **ب)** باکتری‌های **شیمیوسنتزکننده** فاقد رنگیزهٔ جذب‌کنندهٔ نور هستند ولی امکان تثبیت CO_2 را برای ساخت مواد آلی دارند. **د)** شیمیوسنتزکننده‌ها برای ساخت مواد آلی، از مواد معدنی انرژی و الکترون می‌گیرند و می‌توانند از آمونیوم الکترون گرفته و نیترات بسازند.

۴۲۱۹ **(۲)** باکتری‌های گوگردی با استفاده از الکترون‌های H_2S و سیانوباکتری‌ها با استفاده از آب که هر دو مادهٔ معدنی هستند، در تثبیت کربن، با مولکول CO_2 به تولید مواد آلی می‌پردازند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** علاوه‌بر شیمیوسنتزکننده‌ها، باکتری‌های گوگردی و سیانوباکتری‌ها نیز برای تأمین الکترون در ساخت مادهٔ آلی، از مواد معدنی استفاده می‌کنند ولی بدانید که فقط گروه شیمیوسنتزکننده‌ها، انرژی فعالیت خود را نیز از همین مادهٔ معدنی به دست می‌آورند. **گزینهٔ (۳):** در بین باکتری‌ها، فقط سیانوباکتری‌ها، اکسیژن‌زا می‌باشند (در این گزینه، قید «برخلاف» سبب نادرستی شده است چرا که هر دو قادر به تولید O_2 نمی‌باشند). **گزینهٔ (۴): برخی** شیمیوسنتزکننده‌ها همانند همهٔ گوگردی‌ها از H_2S الکترون می‌گیرند.

۴۲۲۰ **(۲)** فقط مورد (الف) در بین **باکتری‌های گوگردی** و **برخی شیمیوسنتزکننده‌ها** یکسان می‌باشد زیرا فقط این دو گروه از H_2S الکترون می‌گیرند و تولیدکننده هستند.

بررسی موارد **الف)** مشترک است. اکسیژن‌زایی و دارا بودن سبزینهٔ a ویژهٔ باکتری‌هایی به نام سیانوباکتری می‌باشد. **ب)** غیرمشترک است. از باکتری‌های گوگردی فقط برای تصفیهٔ فاضلاب‌ها در حذف سولفید هیدروژن استفاده می‌کنند. **ج)** غیرمشترک است. باکتری‌های گوگردی، شیمیوسنتزکننده نیستند. **د)** غیرمشترک است. گاز H_2S بی‌رنگ است (نه سفیدرنگ).

۴۲۲۱ (۴) باکتری‌ها تولیدکننده یا فتوسنتزکننده‌اند و از نور انرژی می‌گیرند و یا شیمیوسنتزکننده‌اند و از مواد معدنی انرژی می‌گیرند (نور در سوخت‌وساز و فرایندهای شیمیوسنتزکننده‌ها تأثیر ندارد).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** سیانوباکتری‌ها از آب الکترون می‌گیرند که فقط سبزینهٔ a دارند. **گزینهٔ (۲):** برخی شیمیوسنتزکننده‌ها نیز علاوه‌بر گوگردی‌ها، از H_2S الکترون می‌گیرند ولی از نور خورشید استفاده نمی‌کنند. **گزینهٔ (۴):** فقط برخی سیانوباکتری‌ها به تثبیت نیتروژن می‌پردازند.

۴۲۲۲ (۴) باکتری همزیست که در محل گرهک ریشهٔ نخود وجود دارد، **ریزوبیوم‌ها** هستند که طی تثبیت نیتروژن (تبدیل N_2 به NH_4^+)، پیش‌مادهٔ عمل باکتری‌های نیتراتساز یعنی آمونیوم را تولید می‌کنند (باکتری‌های نیتراتساز، شیمیوسنتزکننده‌هایی هستند که آمونیوم را به نیترات تبدیل می‌کنند).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** قارچ‌ها خود محتاج گرفتن مواد آلی از فتوسنتزکننده‌ها هستند. *پس دیگه اون باکتری‌ای که می‌خواد مواد آلی از قارچ بگیره،کلاهش پس معرکه است!* **گزینهٔ (۲):** سیانوباکتری‌ها با گیاه گونرا همزیستی می‌کنند که باکتری گوگردی محسوب نمی‌شوند چون از آب به عنوان منبع الکترون استفاده می‌کنند و اکسیژن‌زا هستند. **گزینهٔ (۴):** باز هم منظور **سیانوباکتری‌ها** است که **بعضی** از آن‌ها تثبیت نیتروژن می‌کنند و سبب تبدیل N_2 به آمونیوم می‌شوند.

۴۲۲۳ (۱) فقط مورد (الف) ویژگی مشترک باکتری‌های گوگردی و برخی شیمیوسنتزکننده‌هاست که از H_2S که گازی بی‌رنگ با بویی شبیه تخم‌مرغ گندیده می‌باشد، الکترون می‌گیرند.

بررسی موارد (الف) **درست.** همهٔ تولیدکننده‌های طبیعت، کربن مولکول CO_2 را در یک مادهٔ آلی تثبیت می‌کنند تا به تولید مواد آلی مورد نیاز خود بپردازند. (ب) نادرست. فقط شیمیوسنتزکننده‌ها قادر به زندگی در معادن، دهانهٔ آتشفشان‌ها و اعماق اقیانوس یعنی محیط بدون نور می‌باشند. (ج) نادرست. شیمیوسنتزکننده‌ها قادر به جذب نور خورشید نیستند و رنگیزهٔ فتوسنتزی ندارند. (د) نادرست. باکتری‌های گوگردی برخلاف شیمیوسنتزکننده‌ها از نور خورشید انرژی می‌گیرند که مادهٔ معدنی نیست.

۴۲۲۴ (۳) موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** فتوسنتزکننده از نور انرژی می‌گیرد (نه اکسایش مواد!). (ب) درست. باکتری کلروفیل b و کاروتنوئید ندارد. (ج) **نادرست.** همهٔ فتوسنتزکننده‌ها در واکنش خود آب کمی تولید می‌کنند. (د) **نادرست.** در مورد شیمیوسنتزکننده‌ها نادرست است.

۴۲۲۵ (۳) همهٔ جانداران در هر نوع مکانیسم تخمیر یا تنفس هوازی، $NADH$ ابتدا الکترون‌های خود را به یک منبع آلی می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** برخی سیانوباکتری‌ها و ریزوبیوم‌ها آمونیوم را از N_2، تثبیت کرده و تولید می‌کنند ولی در فصل ۷ دهم از باکتری‌های آمونیاک‌ساز هم خواندیم که از تجزیهٔ مواد آلی، آمونیوم تولید می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** باکتری‌های نیتراتساز، با مصرف یون آمونیوم، نیترات تولید می‌کنند. این باکتری‌ها مصرف‌کننده هستند. منبع الکترون باکتری‌های آمونیاک‌ساز، گیاخاک است. **گزینهٔ (۴):** منبع نیترژون سیانوباکتری‌ها و ریزوبیوم‌ها جوّ است. فقط سیانوباکتری‌ها توانایی تولید اکسیژن را دارند.

۴۲۲۶ (۲) باکتری‌های مختلف می‌توانند به دلیل واکنش‌های قندکافت، پیرووات (بنیان پیرواویک اسید) بسازند و با تنفس هوازی یا بی‌هوازی آن را مصرف کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** فقط باکتری‌های گوگردی از H_2S محیط استفاده کرده و ضمن تجزیهٔ آن‌ها از مقدار آن‌ها می‌کاهند که در تصفیهٔ فاضلاب‌ها از آن‌ها استفاده می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** باکتری‌های مصرف‌کنندهٔ **بی‌هوازی** NAD^+ را در تخمیر بازسازی می‌کنند و قدرت بازسازی آن را در زنجیرهٔ انتقال الکترونی ندارند. **گزینهٔ (۴):** ریزوبیوم‌ها، تولیدکنندهٔ مواد آلی از مواد معدنی نیستند ولی تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن می‌باشند.

۴۲۲۷ (۱)

نکته

- هر باکتری اعم از هوازی یا بی‌هوازی اگر NAD^+ را بازسازی کند، می‌تواند به‌طور مداوم در اثر قندکافت ATPسازی خود را ادامه دهد (درستی گزینهٔ (۱)).
- سیانوباکتری از آب الکترون می‌گیرد و قادر به انجام قندکافت بدون نیاز به O_2 می‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۲)).
- باکتری‌های گوگردی، بی‌هوازی هستند و طی مرحلهٔ دوم تخمیر، با استفاده از ترکیبات **آلی**، بازسازی NAD^+ را در سیتوپلاسم انجام می‌دهند (نادرستی گزینهٔ (۳)).
- گزینهٔ (۴) نیز در مورد باکتری‌های گوگردی که از آب الکترون نمی‌گیرند ولی رنگیزهٔ فتوسنتزی دارند نادرست است.
- باکتری‌های گوگردی، سیانوباکتری و شیمیوسنتزکننده‌ها، از ترکیبات **معدنی**، الکترون می‌گیرند ولی فقط انواع شیمیوسنتزکننده‌اند که در غشای خود رنگیزهٔ جذب نور خورشید ندارند.
- بازسازی NAD^+:
  - توسط مادهٔ معدنی (O_2) ← نشان دهندهٔ تنفس هوازی و زنجیرهٔ انتقال الکترون است.
  - توسط مادهٔ آلی ← منظور مرحلهٔ دوم تخمیر می‌باشد (تنفس بی‌هوازی).

۴۲۲۸ (۴) باکتری‌های غیراکسیژن‌زا با استفاده از H_2S (به جای آب) فتوسنتز می‌کنند. باکتری‌ها می‌توانند با افزایش رناتن‌ها، سرعت پروتئین‌سازی را زیاد کنند. با تجمع رناتن‌ها مقدار پروتئین ساخته شده در واحد زمان افزایش می‌یابد (درستی گزینهٔ (۴)).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** باکتری‌های فتوسنتزکننده مثل سیانوباکتری‌ها، نمی‌توانند مانند یوکاریوت‌ها در مواضع متعددی دوراهی همانندسازی ایجاد کنند. **گزینهٔ (۲):** تشکیل صفحهٔ یاخته‌ای با تجمع ریزکیسه‌ها در هنگام تقسیم سیتوپلاسم یاخته‌های گیاهی رخ می‌دهد و در باکتری‌ها دیده نمی‌شود. **گزینهٔ (۳):** شیمیوسنتزکننده‌ها بدون نور به تولید مواد آلی از معدنی می‌پردازند. این‌ها همگی باکتری هستند و رنای بالغ (تغییرات پس از رونویسی) فقط در یوکاریوت‌ها معنی دارد.

۴۲۲۹ (۲) این سؤال کلی نکتهٔ نهفته دارد. باکتری گوگردی سبز از H_2S **معدنی** و سیانوباکتری از H_2O **معدنی** قدرت الکترون‌گیری و **تثبیت** CO_2 دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** باکتری‌های معادن شیمیوسنتزکننده می‌باشند و فتوسنتزکننده نمی‌باشند. **گزینهٔ (۳):** دقت کنید! باکتری‌های نیتراتساز خاک که شیمیوسنتزکننده هستند، تثبیت نیتروژن انجام نمی‌دهند! **گزینهٔ (۴):** باکتری گوگردی سبز، فتوسنتزکننده است در نتیجه انرژی مورد نیاز برای ساخت مواد آلی را از نور خورشید به دست می‌آورد.

۴۲۳۰ (۴) باکتری‌های **شیمیوسنتزکننده**، انرژی مورد نیاز برای ساختن مواد آلی از کربن دی‌اکسید (تثبیت کربن) را از **واکنش‌های اکسایش** به دست می‌آورند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** باکتری‌های **شیمیوسنتزکننده**، در اطراف دهانهٔ آتشفشان‌های زیر آب یافت می‌شوند و توانایی **تثبیت کربن** را دارند. **گزینهٔ (۲):** همهٔ باکتری‌ها به نحوی می‌توانند بخشی از انرژی ترکیبات آلی را آزاد کنند مثلاً همگی در گلیکولیز می‌توانند **بخشی از انرژی گلوکز** را آزاد کنند. **گزینهٔ (۴):** **ریزوبیوم‌ها** توانایی **تثبیت نیتروژن** را دارند اما نمی‌توانند کربن را تثبیت کنند.

شیمیوسنتزکننده‌ها

- انواعی از باکتری‌های تولیدکننده می‌باشند که در محیط **فاقد نور** نیز تولیدکنندگی را ادامه می‌دهند.
- به جای نور، از اکسایش مواد معدنی انرژی می‌گیرند (توانایی **فتوسنتز** ندارند اما تثبیت کربن را انجام می‌دهند).
- با استفاده از انرژی و الکترون مواد معدنی، به ساخت مواد آلی می‌پردازند و منبع انرژی و الکترون آن‌ها برخلاف فتوسنتزکنندگان، یکسان است.
- در معادن، اعمال اقیانوس‌ها و اطراف دهانه آتشفشان‌های زیر آب وجود دارند.
- **بدون** نیاز به نور، مواد معدنی (CO_2 و منبع الکترون) را به مواد آلی تبدیل می‌کنند.
- محل زیست آن‌ها برای زندگی **بسیاری** از جانداران غیرممکن است.
- محققین معتقدند که از **قدیمی‌ترین** جانداران روی زمین هستند.
- انرژی واکنش ساخت مواد آلی را از اکسایش ترکیبات معدنی به دست می‌آورند.
- باکتری‌های نیتراتساز خاک که آمونیوم (NH_4^+) را به نیترات (NO_3^-) تبدیل می‌کنند نمونه‌ای از این گروه هستند.
- هم منبع الکترون و هم منبع انرژی آن‌ها یک نوع مادهٔ معدنی (غیرآلی) می‌باشد.
- واکنش نمونه از عمل یک شیمیوسنتزکننده: $6CO_2 + 12H_2S \xrightarrow{H_2S \text{ منبع انرژی و الکترون است}} C_6H_{12}O_6 + 12S + 6H_2O$
- باکتری‌های شیمیوسنتزکننده و گوگردی ضمن عمل تولیدکنندگی خود، آب تولید می‌کنند ولی در این واکنش‌ها، از آب استفاده نمی‌کنند.

۴۲۳۱ **(۴)**: به راحتی مشخص است که گزینهٔ (۴) نادرست است چون مثلاً شیمیوسنتزکننده‌ها نیز تک‌یاخته‌ای و تولیدکننده‌اند و تثبیت کربن می‌کنند ولی این باکتری‌ها رنگیزهٔ فتوسنتزی ندارند اما ...

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: با توجه به این عبارت که مشخص است منظور باکتری‌های شیمیوسنتزکننده است، منظور طراح کنکور، واکنش‌های تولید ATP در تولیدکنندگی بوده است که به کمک فسفات و ADP و واکنش‌های مرتبط با الکترون به تولید ATP می‌پردازد. **گزینهٔ (۲)**: در مرحلهٔ دوم تخمیر لاکتیکی که پس از قندکافت است، قطعاً بازسازی NAD^+ رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۴)**: هر تک‌یاخته اکسیژن‌زا، قدرت فتوسنتز و تولید مواد آلی از معدنی دارد.

۴۵۲ **منبع انرژی جانداران مختلف**

جانداران	منبع انرژی‌گیری	قدرت تولیدکنندگی	قدرت تولید اکسیژن	منبع الکترون	توانایی فتوسنتز	مثال
جانوران	مواد آلی	ندارند	ندارند	مواد آلی	ندارند	از اسفنج‌ها تا انسان
قارچ‌ها	مواد آلی	ندارند	ندارند	مواد آلی	ندارند	مخمر نان - زنگ و سیاهک غلات
گیاهان	نور خورشید	دارند	دارند	آب	دارند	از خزه‌گیان تا گیاهان گل‌دار
جلبک‌ها و برخی اوگلناها	نور خورشید	دارند	دارند	آب	دارند	جلبک‌های سبز - قرمز - قهوه‌ای - اسپیروژیر
آغازیان مصرف‌کننده	مواد آلی	ندارند	ندارند	مواد آلی	ندارند	عامل مالاریا - آمیب - پارامسی
باکتری‌های مصرف‌کننده	مواد آلی	ندارند	ندارند	مواد آلی	ندارند	عامل سینه‌پهلو، ریزوبیوم‌ها و...
باکتری‌های شیمیوسنتزکننده	مواد معدنی	دارند	ندارند	مواد معدنی	ندارند	باکتری‌های تبدیل‌کنندهٔ آمونیوم به نیترات
باکتری‌های فتوسنتزکنندهٔ اکسیژن‌زا	نور خورشید	دارند	دارند	آب	دارند	سیانوباکتری‌ها
باکتری‌های فتوسنتزکنندهٔ غیراکسیژن‌زا	نور خورشید	دارند	ندارند	مواد معدنی (H_2S و ...)	دارند	باکتری‌های گوگردی سبز یا ارغوانی رنگیزه باکتریوسبزینه دارند. گوگردی‌ها سبب تولید گوگرد می‌شوند.

۴۲۳۲ **(۴)**: دقت کنید در تمام جانداران زنده **گلیکولیز** وجود دارد. در گلیکولیز یا همان قندکافت، قند تک‌فسفاته سه‌کربنه و اسید دوفسفاتهٔ سه‌کربنه ساخته می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: تثبیت کربن دی‌اکسید می‌تواند **بدون رنگیزه** نیز انجام شود. به عنوان مثال باکتری‌های **شیمیوسنتزکننده** علی‌رغم تثبیت کربن فاقد رنگیزهٔ فتوسنتزی هستند (فتوسنتز نمیکنن دیگه! شیمیوسنتز کننده هستن!). **گزینهٔ (۲)**: دقت کنید باکتری‌های گوگردی سبز و ارغوانی رنگیزه دارند! *خب رنگیزه کارش چیه؟ تبدیل انرژی نوری به شیمیایی! پس حتماً باید نوری وجود داشته باشه تا فتوسنتز کنن!* **گزینهٔ (۴)**: باکتری‌هایی که به تثبیت نیتروژن جو می‌پردازند دو دسته هستند: ۱) فتوسنتزکننده مثل سیانوباکتری که از نور خورشید انرژی می‌گیرند! ۲) غیرفتوسنتزکننده مثل ریزوبیوم. باکتری‌های غیرفتوسنتزکننده انرژی خود را از مواد آلی به دست می‌آورند.

۴۲۳۳ **(۳)**: بخش عمدهٔ فتوسنتز را جلبک‌ها (آغازیان آبزی) و باکتری‌ها انجام می‌دهند که مانند گیاهان، در فتوسنتز از CO_2 و نور برای تولید مواد آلی استفاده می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: برخی باکتری‌های فتوسنتزکننده غیراکسیژن‌زا هستند و طی فتوسنتز از آب به عنوان منبع الکترون استفاده نمی‌کنند. **گزینهٔ (۲)**: برخی باکتری‌ها مثل گوگردی‌ها، رنگیزهٔ **باکتریوکلروفیل** دارند. پس وجود **سبزینه** ویژگی مشترک آن‌ها نیست. **گزینهٔ (۴)**: آغازیان یوکاریوت هستند و در دنای هسته‌ای خود نقاط متعدد برای آغاز همانندسازی دارند ولی باکتری‌ها **اغلب** یک نقطهٔ آغاز همانندسازی دارند.

۴۲۳۴ **(۴)**: *چند بار توضیح دادم!* در قندکافت در مرحلهٔ اول $2ATP$ مصرف و در مرحلهٔ آخر تعدادی ATP تولید می‌شود که این عمل در همهٔ یاخته‌های زنده رخ می‌دهد. طی گلیکولیز (قندکافت) از گلوکز و مادهٔ شش‌کربنی دوفسفاته، در نهایت دو مولکول پیرووات تولید می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: قندکافت به نور وابسته نمی‌باشد. **گزینهٔ (۲)**: قندکافت در هر گیاهی رخ می‌دهد ولی ربطی به تثبیت کربن ندارد. **گزینهٔ (۴)**: تنفس نوری مانع مرحلهٔ تولیدکنندگی فتوسنتز است که در آن ATP تولید نمی‌شود.

۴۲۳۵ **۴** موارد (ج) و (د) صحیح می‌باشند. تا اینجا خیلی گفتیم که تولید مواد آلی از مواد معدنی در فتوسنتزکنندگان و شیمیوسنتزکننده‌ها رخ می‌دهد ولی این به معنی همهٔ مواد آلی مورد نیاز جاندار می‌باشد. دقت کنید که در کبد انسان نیز مواد معدنی CO_2 و NH_3 می‌توانند به مادهٔ آلی اوره تبدیل شوند.

بررسی موارد (الف) نادرست. شیمیوسنتزکننده‌ها برخلاف فتوسنتزکننده‌ها، عمل تولیدکنندگی خود را بدون جذب نور انجام می‌دهند. (ب) نادرست. شیمیوسنتزکننده‌ها برخلاف فتوسنتزکننده‌ها، عمل تولیدکنندگی خود را بدون نیاز به سامانه‌های تبدیل انرژی نوری به شیمیایی انجام می‌دهند. (ج) **درست**. هر جاندار برای ادامهٔ حیات به قندکافت و واکنش فوق محتاج است. (د) **درست**. DNA حلقوی در سبزدیسه یوکاریوت‌های تولیدکننده یا به صورت DNA اصلی باکتری‌های تولیدکننده وجود دارند (در کبد انسان نیز، راکیزه‌ها، دنای حلقوی دارند).

۴۲۳۶ **۱** موارد (الف) و (د) درست می‌باشند.

بررسی موارد (الف) **درست**. در یوکاریوت‌های فتوسنتزکننده، مولکول **آب**، دهندهٔ الکترون واکنش‌های فتوسنتزی می‌باشد. (ب) نادرست. مولکول $NADP^+$ به زنجیرهٔ انتقال الکترون واقع در **غشای تیلاکوئید** وارد شده و پس از تبدیل به $NADPH$، به بستره می‌رود. (ج) نادرست. تحریک فتوسیستم ۱ (توسط نور) باعث **خروج الکترون** پرانرژی از آن و اکسید شدن P_{700} (سبزینهٔ a) می‌شود. (د) **درست**. روبیسکو آنزیمی برای مرحلهٔ مستقل از نور فتوسنتز و عامل تولیدکنندهٔ ATP، پروتئین کانالی است که هر دو از زیرواحدهای **آمینواسیدی** تشکیل شده‌اند و روی DNA حلقوی یاخته، رمزهای وراثتی سه‌حرفی دارند.

۴۲۳۷ **۳** موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند. یوکاریوت‌های فتوسنتزکننده (گیاهان و جلبک‌ها) و سیانوباکتری‌ها دارای سبزینهٔ a می‌باشند. در طیف نور مرئی که بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر طول موج دارند، سبزینهٔ a در دو طیف ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر و ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر حداکثر جذب را دارد (درستی مورد (الف)).

بررسی موارد (ب) پلاسمودسم راه ارتباطی سیتوپلاسمی ویژهٔ گیاهان می‌باشد ولی در سیانوباکتری‌ها وجود ندارد. (ج) الکترون‌گیری از H_2S ویژهٔ باکتری‌های گوگردی و برخی شیمیوسنتزکننده‌ها می‌باشد که همگی فاقد سبزینهٔ a می‌باشند. (د) سیانوباکتری‌ها همانند هر پروکاریوت دیگری فقط یک نوع رنابسپاراز دارند.

۴۲۳۸ **۱** هر نوع تنفسی به‌جز تخمیر لاکتیکی، قدرت تولید CO_2 دارد (تنفس نوری، هوازی و الکلی، CO_2 تولید می‌کنند).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲)**: چرخهٔ کالوین، همانند تخمیر لاکتیکی به تولید CO_2 نمی‌پردازد. **گزینهٔ (۳)**: هم در چرخهٔ کربس و هم در تخمیر الکلی، تولید CO_2 صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۴)**: هم تنفس نوری و هم تخمیر الکلی به تولید CO_2 می‌پردازند.

۴۲۳۹ **۳** تمام باکتری‌های فتوسنتزکننده می‌توانند طی فرایند فتوسنتز، با استفاده از نور خورشید و مصرف کربن‌دی‌اکسید، آب تولید نمایند. تمام این جانداران علاوه‌بر فتوسنتز، توانایی انجام قندکافت را هم دارند. در فرایند قندکافت، مستقل از حضور نور خورشید حامل الکترونی NADH تولید می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: باکتری‌ها سبزدیسه ندارند! **گزینهٔ (۲)**: باکتری‌های فتوسنتزکنندهٔ غیراکسیژن‌زا و باکتری‌های شیمیوسنتزکننده، ضمن تثبیت کربن، اکسیژن تولید نمی‌کنند. باکتری‌های شیمیوسنتزکننده رنگیزهٔ فتوسنتزی ندارند. **گزینهٔ (۴)**: دو مثال از باکتری‌هایی که می‌توانند نیتروژن مورد نیاز گیاهان را تولید نمایند: (۱) باکتری‌های نیترات‌ساز که آمونیوم را به نیترات تبدیل می‌کنند. (۲) سیانوباکتری‌ها که فتوسنتزکننده‌اند و انرژی مورد نیاز خود را از نور خورشید به‌دست می‌آورند.

۴۲۴۰ **۳** موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند. باکتری‌هایی که از **نور خورشید** انرژی می‌گیرند، **فتوسنتزکننده‌اند** و باید CO_2 را به مواد آلی تبدیل کنند. در این گروه، قطعاً مقدار CO_2 محیط، در متابولیسم آن‌ها اثربخش است (درستی مورد (ج)).

بررسی موارد (الف) باکتری‌های نیترات‌ساز، شیمیوسنتزکننده‌اند و انرژی خود را از برداشتن الکترون از **مواد غیرآلی** به دست می‌آورند و نور هیچ تأثیری روی فعالیت‌های متابولیسمی آن‌ها ندارد (شیمیوسنتزکننده‌ها در محیط بدون نور فعالیت و زندگی می‌کنند). (ب) فقط باکتری **گوگردی** و برخی شیمیوسنتزکننده‌ها از H_2S به عنوان منبع الکترون یا انرژی استفاده می‌کنند. (د) باکتری‌های غیراکسیژن‌زا، می‌توانند گوگردی، شیمیوسنتزکننده‌ها و برخی غیرگوگردی‌ها و ... باشند که آب در فعالیت متابولیسمی تولیدکنندگی و الکترون‌گیری آن‌ها بی‌تأثیر است.

۴۲۴۱ **۱** فقط مورد (د) مد نظر است. در قندکافت که تبدیل گلوکز به دو تا پیرووات صورت می‌گیرد، تولید CO_2 صورت نمی‌گیرد.

بررسی موارد (الف) در روز در گیاهان CAM، اسید چهارکربنی که در شب تولید شده است، ابتدا در روز CO_2 از آن جدا شده و سپس برای انجام چرخهٔ کالوین به سبزدیسه می‌رود. (ب) کربن‌دی‌اکسید در مجاور بافت‌ها با هموگلوبین ترکیب شده و در مویرگ مجاور شش‌ها از آن جدا می‌شود. (ج) در تنفس نوری از تجزیهٔ مادهٔ دوکربنی، در واکنش‌هایی که بخشی از آن در راکیزه انجام می‌شود، CO_2 تولید می‌شود.

۴۲۴۲ **۳** موارد (الف)، (ب) و (ج) مد نظر می‌باشند. تجزیهٔ نوری آب ویژهٔ فتوسنتز می‌باشد که در فضای درون تیلاکوئید رخ می‌دهد نه بستره! ولی تولید ATP در سطح پیش‌ماده در بسترهٔ راکیزه در واکنش‌های چرخهٔ کربس رخ می‌دهد (مورد (د)).

بررسی موارد (الف) در بسترهٔ راکیزه و سبزدیسه‌ها، دنابسپاراز برای دنای حلقوی اندامک همانندسازی می‌کند. (ب) ATP نوری در هنگام روز در بسترهٔ سبزدیسه و ATP اکسایشی در طول شبانه‌روز در بسترهٔ راکیزه تولید می‌شود. (ج) تولید CO_2 از تجزیهٔ پیرووات به استیل در بسترهٔ راکیزه و مصرف CO_2 در چرخهٔ کالوین در هنگام روز می‌تواند رخ دهد.

۴۲۴۳ **۴** هورمون‌های تحریک‌کنندهٔ گیاهی مثل جیبرلین، اکسین و سیتوکینین، سبب افزایش رشد و فتوسنتز گیاهان می‌شوند که این عمل را با افزایش فعالیت کربوکسیلازی روبیسکو انجام می‌دهند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: انسولین با پایین آوردن گلوکز خون، **انرژی در دسترس یاخته‌ها را کاهش می‌دهد**. انسولین روی همهٔ یاخته‌های بدن اثر دارد و نفوذپذیری یاخته‌ها به گلوکز را زیاد می‌کند. (محیط داخلی بدن، شامل خون، لنف و آب سیتوپلاسمی می‌باشد.) **گزینهٔ (۲)**: غدهٔ تیروئید در بالای دیافراگم با افزایش سوخت‌وساز بدن و غدهٔ لوزالمعده در زیر دیافراگم با تولید هورمون گلوکاگون برای بالا بردن گلوکز خون، در نهایت سبب افزایش اکسایش گلوکز در تنفس یاخته‌ای می‌شود. **گزینهٔ (۴)**: هورمون‌های اتیلن و آبسیزیک‌اسید، اثر منفی در رشد گیاه داشته و مقدار فتوسنتز را در آن‌ها کاهش می‌دهند.

۴۲۴۴: (۱) همهٔ موارد صحیح می‌باشند.

بررسی موارد **الف)** دقت کنید که سبزدیسه توانایی تثبیت کربن به صورت اسید C_3 را در همهٔ گیاهان و جلبک‌ها دارد. از طرفی هر یاختهٔ فتوسنتزکننده، اگر پروکاریوت باشد، در DNA اصلی و اگر یوکاریوت باشد، در سبزدیسهٔ خود، DNA حلقوی دارد. **ب)** دقت شود که آنزیم **روبیسکو در سبزدیسه** دیده می‌شود، از طرفی سبزدیسه دارای رناتن‌های کوچکی در خود بوده و عامل آزادکنندهٔ ترجمه نیز در آن دیده می‌شود تا پلی‌پپتید تولید شده را از tRNA موجود در جایگاه P رناتن جدا کند. **ج)** دیوارهٔ دوم چوبی شده مخصوص اسکلرانشیم‌ها و بافت هادی چوبی می‌باشد که برخلاف پارانشیم‌ها قدرت فتوسنتز ندارند. **د)** فعالیت زیستی در یاخته‌های **زندهٔ** گیاهی دیده می‌شود. از طرفی تمام یاخته‌های زنده، درون سیتوپلاسم خود، توانایی انجام قندکافت با تولید پیرووات را دارند و در ادامه آن را مصرف می‌کند.

۴۲۴۵: (۲) موارد (الف)، (ب) و (د) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد **الف)** **نادرست.** تولید اکسیژن مولکولی در تولیدکنندگانی مثل گیاهان، جلبک‌ها، برخی اوگلناها و سیانوباکتری‌ها رخ می‌دهد ولی باکتری‌های فتوسنتزی غیراکسیژن‌زا و شیمیوسنتزکننده‌ها قدرت تولید O_2 ندارند. **ب)** **نادرست.** رنگیزهٔ گیرندهٔ نور در یاخته‌های استوانه‌ای و مخروطی چشم انسان نیز وجود دارد پس لزوماً هر جاندار دارای رنگیزهٔ گیرندهٔ نور، تولیدکنندهٔ مواد آلی از معدنی نمی‌باشد. **ج)** درست. جانداران فتوسنتزکننده، از نور خورشید به‌طور مستقیم انرژی می‌گیرند و با تثبیت کربن مولکول CO_2 در یک اسید آلی به تولید مواد آلی می‌پردازند. **د)** **نادرست.** سبزینهٔ a در سیانوباکتری‌ها، گیاهان و جلبک‌ها وجود دارد ولی تولید مواد آلی در **سبزدیسه‌ها** مخصوص یوکاریوت‌های فتوسنتزکننده می‌باشد و در سیانوباکتری‌ها صدق نمی‌کند.

۴۲۴۶: (۱) موارد (الف) و (د) ویژگی مشترک **شیمیوسنتزکننده‌هاست.** منظور سؤال باکتری‌های شیمیوسنتزکننده می‌باشد که با استفاده از انرژی و الکترون **مواد معدنی**، به تولید مواد آلی می‌پردازند.

بررسی موارد **الف)** **درست.** شیمیوسنتزکننده‌ها می‌توانند از مواد معدنی مثل H_2S یا NH_3، هم‌زمان به عنوان منبع انرژی و الکترون استفاده کنند. **ب)** نادرست. نیترات‌سازی، عمل برخی شیمیوسنتزکننده‌های خاک در چرخهٔ نیتروژن می‌باشد. **ج)** نادرست. شیمیوسنتزکننده‌ها رنگیزه‌ای برای جذب نور و فتوسنتز ندارند. **د)** **درست.** پروتئین‌های مهارکننده یا فعال‌کننده در تنظیم منفی و مثبت رونویسی در بیان ژن‌های **پروکاریوتی** مؤثرند. **هـ)** نادرست. کروموزوم کمکی (دیسک) در **برخی** باکتری‌ها وجود دارد.

۴۲۴۷: (۴) گیاه CAM در روز و شب تثبیت کربن می‌کند. فقط در راکیزه، زنجیرهٔ انتقال الکترون به بازسازی NAD^+ و FAD می‌پردازد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** قسمت اول در مورد گیاهان CAM است که در شب (قبل از تولید NADPH) هم تثبیت کربن می‌کنند. در این گیاهان ممکن است برگ یا ساقهٔ یا هر دو پرآب باشند. **گزینهٔ (۲):** در مورد گیاهان انگل که آوند دارند ولی فتوسنتز ندارند رد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** هیچ گیاهی شیمیوسنتزکننده نیست و از اکسایش مواد آلی انرژی نمی‌گیرد.

۴۲۴۸: (۱) فقط مورد (الف) صحیح است. سؤال در مورد فتوسنتزکننده‌ها و شیمیوسنتزکننده‌هاست.

بررسی موارد **الف)** **درست.** سیانوباکتری‌ها منظور است که فقط سبزینهٔ a دارند و فاقد رنگیزهٔ پاداکسنده می‌باشند. **ب)** نادرست. آب منبع انرژی نیست. **ج)** نادرست. مثلاً در مورد اوگلنا، یاختهٔ مورد نظر کروی نمی‌باشد. **د)** نادرست. در مورد یوکاریوت تک‌یاخته‌ای رد می‌شود چون فقط یک یاخته دارد.

۴۲۴۹: (۳) موارد (الف)، (ج) و (د) درست هستند.

بررسی موارد **الف)** **درست.** جزء دوم و چهارم در زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه هر دو سبب اکسایش نوعی پمپ اول و دوم شده و نیز در تماس مستقیم با لایهٔ خارجی فسفولیپیدی غشای درونی راکیزه هستند. **ب)** نادرست. دقت کنید جزئی که در تیلاکوئید و در زنجیره بین دو فتوسیستم، مستقیماً که به فتوسیستم ۱ الکترون می‌دهد، الکترون را وارد دو رنگیزهٔ سبزینهٔ (a) این فتوسیستم می‌کند. در شکل مشخص است که در مرکز هر فتوسیستم دو سبزینهٔ a وجود دارد. **ج)** **درست.** ذرت گیاهی تک‌لپه است و دارای بافتی در وسط آوندهای ریشه می‌باشد. دقت کنید در این حالت یاخته‌های پارانشیمی این بخش فاقد توانایی فتوسنتز هستند اما قسمت دوم در رابطه با دو نوع پروتئین دوم و چهارم زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزهٔ آن صحیح است که هیچ‌کدام با بسترهٔ راکیزه در تماس نیستند. **د)** **درست.** دقت داشته باشید که منظور سؤال سیانوباکتری است که فاقد اندامک درون‌یاخته‌ای و غشای درونی برای عبور یون‌ها می‌باشد.

۴۲۵۰: (۴) هر باکتری که از آب الکترون می‌گیرد، **سیانوباکتری** است که در صورت بازسازی NAD^+ می‌تواند در قندکافت به‌طور مداوم ATP بسازد (بازم قندکافت!).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مورد تنفس بی‌هوازی در باکتری‌های گوگردی نادرست است. **گزینهٔ (۲):** به دلیل هوازی بودن برخی شیمیوسنتزکننده‌ها نادرست است. **گزینهٔ (۴):** به دلیل شیمیوسنتزکننده‌ها که فاقد توانایی فتوسنتز می‌باشد، صحیح نمی‌باشد. (منظور طراح از بازسازی NAD^+ با پذیرندهٔ آلی، همان واکنش‌های تخمیر می‌باشد.)

۴۲۵۱: (۴) باکتری‌های **شیمیوسنتزکننده**، می‌توانند با کمک واکنش‌های اکسایشی و بدون حضور نور، از مواد معدنی، مواد آلی تولید کنند. پروکاریوت‌ها می‌توانند **پیش از پایان رونویسی** رنای پیک، ترجمه آن را آغاز کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** **باکتری‌های گوگردی** می‌توانند بدون استفاده از آب، مواد آلی بسازند اما **رنای بالغ ویژهٔ یوکاریوت‌هاست. گزینهٔ (۲):** **سیانوباکتری‌ها** نیز سبزینهٔ a دارند اما اغلب پروکاریوت‌ها **فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی** در دنای اصلی خود دارند. **گزینهٔ (۴):** این مورد **فقط در ارتباط با گیاهان فتوسنتزکننده** برقرار است.

۴۲۵۲: (۴) دقت کنید! **همهٔ** جانداران طی تنفس یاخته‌ای هوازی یا بی‌هوازی، توانایی بازسازی NAD^+ را دارند. این عمل در باکتری‌ها بدون وجود غشاهای درونی انجام می‌پذیرد. دنای اصلی پروکاریوت‌ها **حلقوی** است و **به غشای یاخته متصل** است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید! **باکتری‌های شیمیوسنتزکننده** انرژی مورد نیاز برای ساخت مواد آلی از مواد معدنی را از **واکنش‌های اکسایش** به دست می‌آورند نه همهٔ پروکاریوت‌ها! **گزینهٔ (۲):** این مورد فقط برای باکتری **اشریشیاکلای** صادق است نه همهٔ پروکاریوت‌ها! **گزینهٔ (۴):** این گزینه برای باکتری‌های **بی‌هوازی** که **تخمیر** انجام می‌دهند صادق نیست.

۴۲۵۳ (۴) شکل سؤال نشان‌دهندهٔ اوگلنا است.

بررسی گزینه‌ها اوگلنا نوعی جاندار آغازی است نه جلبک. از طرفی فتوسنتز به کمک سبزینه ولی در سبزدیسه انجام می‌شود (رد گزینهٔ (۱)). اوگلنا برخلاف باکتری‌ها دارای اندامک است و به کمک زنجیرهٔ انتقال الکترون موجود در غشای تیلاکوئید، $NADP^+$ را کاهش می‌دهد (رد گزینهٔ (۲)). در صورتی که نور نباشد سبزدیسه‌های خود را از دست می‌دهد و با تغذیه از مواد آلی، ترکیبات موردنیاز خود را به دست می‌آورد (رد گزینهٔ (۳)) تأمین‌کنندهٔ الکترون در اوگلنا همانند گیاهان (توبره‌واش) مولکول آب است که در پی تجزیهٔ نوری آن، الکترون و اکسیژن برای یاخته فراهم می‌کند (تأیید گزینهٔ (۴)).

۴۲۵۴ (۲) برای انجام واکنش‌های مربوط به تجزیهٔ گلوکز، **انرژی فعال‌سازی** نیاز است. این انرژی از ATP تأمین می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** راکیزه برای انجام نقش خود در تنفس یاخته‌ای به پروتئین‌هایی وابسته است که ژن‌های آن‌ها در **هسته** قرار دارند و به وسیله **رناتن‌های سیتوپلاسمی** ساخته می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** گروهی از باکتری‌ها، فتوسنتزکنندهٔ **غیراکسیژن‌زا**هستند. باکتری‌های گوگردی ارغوانی و سبز از این گروه‌اند. رنگیزهٔ فتوسنتزی این باکتری‌ها، **باکتریوکلروفیل** است. **گزینهٔ (۴):** خیلی ساده است! مثلاً روش نوری ساخت ATP فقط در یاختهٔ **فتوسنتزکننده** دیده می‌شود یا یاخته‌های بی‌هوازی، توانایی تولید ATP به روش اکسایشی را **ندارند**.

۴۲۵۵ (۱) فقط مورد (د) صحیح است. **بخش عمدهٔ** فتوسنتز را جاندارانی انجام می‌دهند که گیاه نیستند و در خشکی زندگی نمی‌کنند. انواعی از **باکتری‌ها** و **آغازیان** در محیط‌های متفاوت خشکی و آبی فتوسنتز می‌کنند.

بررسی موارد (الف) نادرست. آغاز عمل ترجمه پیش از پایان رونویسی، ویژهٔ **باکتری‌ها**ست. (ب) نادرست. همهٔ ژن‌ها که رنای پیک **نمی‌سازند**! ژن‌ها می‌توانند مربوط به **رنای رناتنی** و **رنای ناقل** و **رناهای کوچک** نیز باشند. (ج) نادرست. عوامل رونویسی ویژهٔ **یوکاریوت‌ها**ست. (د) **درست**. چه در **پروکاریوت‌ها** و چه در **یوکاریوت‌ها**، **چندین** رناتن به‌طور **هم‌زمان** می‌توانند به تولید پروتئین از روی یک رنای پیک بپردازند.

۴۲۵۶ (۴) بیشترین گیاهان روی زمین **نهان‌دانگان** هستند، دقت کنید جذب کربن دی‌اکسید می‌تواند از طریق ریشه و به صورت محلول در آب (بیکربنات) نیز انجام شود. (این قیدِ **فقط**، وقتی تو گزینه‌ها میاد اغلب موارد مفهوم اون‌ها رو غلط می‌کنه!)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به نمودار موجود در فصل ۶ دوازدهم کتاب درسی، بیشترین جذب کاروتنوئیدهای گیاهی در محدودهٔ آبی و سبز نور مرئی می‌باشد. (اینجا قید فقط درست بود!) **گزینهٔ (۲):** تخم ضمیمه، آندوسپرم یا اندوختهٔ دانه، و تخم اصلی، رویان را به وجود می‌آورند. هریک از این دو ساختار عملکرد متفاوتی نسبت به هم دارند. **گزینهٔ (۴):** به عنوان مثال حضور **اکسین** در جوانه‌های جانبی سبب توقف رشد این جوانه‌ها می‌شود!

۴۲۵۷ (۲) باکتری‌های **شیمیوسنتزکننده**، می‌توانند در اطراف دهانهٔ آتشفشان‌های زیر آب زندگی کنند. در باکتری‌ها، کروموزوم اصلی دارای یک مولکول دنای حلقوی است.

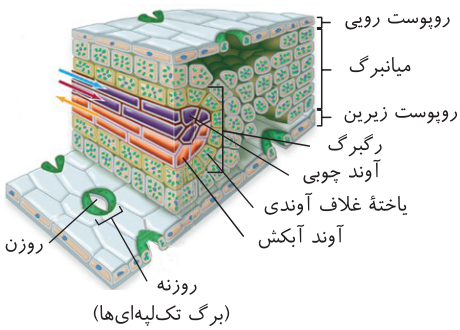
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** باکتری‌های **گوگردی** می‌توانند هیدروژن سولفید را که گازی بی‌رنگ با بویی شبیه تخم‌مرغ گندیده است، تجزیه کنند. دقت کنید که اینترون و اگزون ویژهٔ یاختهٔ **یوکاریوتی** است! **گزینهٔ (۳):** باکتری‌های نیترات‌ساز خاک، فاقد **عوامل** رونویسی هستند زیرا عوامل رونویسی ویژهٔ یوکاریوت‌هاست. **گزینهٔ (۴):** قارچ‌ریشه‌ای می‌تواند بخشی از پیکر رشته‌ای خود را به درون ریشهٔ گیاه نهان‌دانه وارد کند در حالی‌که داشتن فقط **یک** نوع رنابسپاراز، ویژهٔ پروکاریوت‌هاست.

۴۲۵۸ (۱) شکل برگ گیاهان دولپه را نشان می‌دهد چون حاوی پارانشیم نرده است. همهٔ موارد به‌جز مورد (د) در مورد آن‌ها نادرست است.

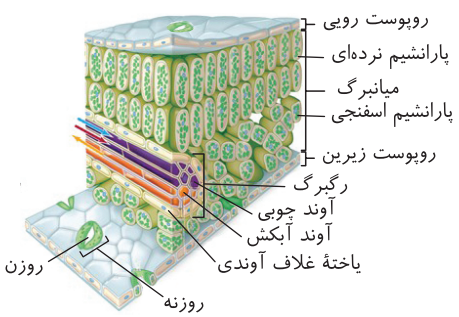
بررسی موارد (الف) نادرست. در دانهٔ گیاهان دولپه، آندوسپرم جذب لپهٔ گیاهان می‌شود (نه در دانهٔ گردهٔ آن‌ها). (ب) نادرست. کامبیوم‌های آوندساز، آوندهای چوبی را به سمت داخل و آوندهای آبکش را به سمت بیرون تولید می‌کنند ولی فقط در برخی از دولپه‌ای‌ها کامبیوم وجود دارد. (ج) نادرست. در ریشهٔ گیاهان دولپه، آوندهای چوبی به‌صورت ستاره‌ای شکل و آوندهای آبکش در بین آن‌ها به‌صورت متناوب (نه حلقه) قرار دارند. (د) **درست**. با توجه به فعالیت فصل ۶ کتاب درسی دهم، نسبت ضخامت پوست در ریشهٔ دولپه‌ای‌ها بیشتر از ضخامت پوست ریشهٔ تک‌لپه‌ای‌ها است.

۲۰۴ شکل‌نامهٔ ساختار برگ در نهان‌دانگان

- این شکل‌نامه در مورد مقایسهٔ برگ به عنوان ساختار مناسب فتوسنتز در تک‌لپه‌ای‌ها و دولپه‌ای‌ها می‌باشد.
- برگ با داشتن تعداد زیادی سبزدیسه مناسب‌ترین ساختار فتوسنتز در گیاهان است اما باید به یاد داشت که به‌جز برگ ساختارهای دیگری هم هستند که فتوسنتز می‌کنند.
- تراکم یاخته‌های میانبرگ گیاهان تک‌لپه در نزدیکی روزنه کمتر از سایر نقاط برگ می‌باشد و تعداد روزنه‌های هوایی در سطح زیرین برگ نسبت به سطح بالایی آن بیشتر است.
- در برگ گیاهان دولپه برخلاف برگ گیاهان تک‌لپه، هم آوند چوبی و هم آوند آبکش به روپوست زیرین نزدیک‌تر از روپوست بالایی می‌باشند ولی روپوست بالایی به آوند چوبی نزدیک‌تر از آوند آبکش است.
- برگ گیاهان از دمبرگ و پهنک تشکیل شده که دمبرگ تنها در گیاهان دولپه وجود دارد، چون برگ تک‌لپه‌ای‌ها به‌صورت پهن نمی‌باشد.
- پهنک از روپوست، میانبرگ و دسته‌های آوندی تشکیل شده است که سه سامانهٔ بافتی هستند.
- روپوست سامانهٔ بافت پوششی است که در بخش‌های **جوان** گیاه وجود دارد. روپوست برگ حاوی روزنه‌های هوایی است که توسط دو گویچهٔ نگهبان باز و بسته می‌شوند. تنها یاخته‌های سبزدیسه‌دار در روپوست همین گویچه‌های نگهبان روزنه هستند که از یاخته‌های کناری کوچک‌تر بوده و همواره قطر ثابتی دارد.



(برگ تک‌لپه‌ای‌ها)



(برگ دولپه‌ای‌ها)

- میانبرگ بیشتر از یاخته‌های **پارانشیمی** تشکیل شده است. در گیاهان دولپه این گویچه‌های پارانشیمی چندلایه‌ای از دو نوع نرده‌ای و اسفنجی تشکیل شده‌اند اما در گیاهان تک‌لپه طبق کتاب میانبرگ از گویچه‌های پارانشیمی اسفنجی تشکیل شده است.
- غلاف آوندی، حلقه‌ای تک‌لایه از یاخته‌های هسته‌دار و زنده است که به هم فشرده‌اند و اطراف آوندها را گرفته‌اند. در گیاهان دولپه یاخته‌های غلاف آوندی مانند یاخته‌های روپوست فاقد سبزدیسه هستند اما در گیاهان تک‌لپه یاخته‌های غلاف آوندی سبزدیسه دارند. (در گیاهان C_4 غلاف آوندی کلروپلاست دارد.)
- یاخته‌های غلاف آوندی در دولپه‌ها کشیده و در تک‌لپه‌ها مکعبی‌شکل هستند.
- یاخته‌های غلاف آوندی در دولپه‌ها هم با گویچه‌های پارانشیمی اسفنجی و هم با گویچه‌های پارانشیمی نرده‌ای در تماس هستند.
- فاصلهٔ میان یاخته‌های میانبرگ اسفنجی بیشتر از یاخته‌های میانبرگ نرده‌ای است.
- غلاف آوندی تک‌لپه‌ای‌ها، تنها یاخته‌های رگبرگ هستند که کلروپلاست‌دار می‌باشند.

۴۲۵۹: (۲) شکل ساختار برگ گیاهان تک‌لپه را نشان می‌دهد. موارد (ب) و (ج) صحیح هستند.

بررسی موارد **(الف)** نادرست. منظور آندوسپرم دانهٔ تک‌لپه‌ای‌هاست که در خارجی‌ترین سطح خود، یاخته‌های گلوتن‌دار دارند ولی دقت کنید که این گلوتن‌ها در رناتن ساخته شده‌اند و واکوئل فقط اندامکی برای ذخیره است. **(ب)** **درست.** در گیاهان تک‌لپه، رشد گیاه به‌خاطر فعالیت مریستم نخستین و در اثر افزایش حجم یاخته‌های حاصل از مریستم‌ها است. **(ج)** **درست.** در ساختار برگ این گیاهان، میانبرگ اسفنجی، یاخته‌های غلاف آوندی و یاخته‌های نگهبان روزنه توانایی انجام فتوسنتز را دارند. **(د)** نادرست. با توجه به فعالیت فصل ۶ کتاب درسی دهم، ساقهٔ گیاهان تک‌لپه فاقد پوست مشخص است.

۴۲۶۰: (۳) بخش شمارهٔ (۱) تیلاکوئید و بخش شمارهٔ (۲) سبزینه را نشان می‌دهد. تجزیهٔ آب درون تیلاکوئید توسط فتوسیستم ۲ غشایی رخ می‌دهد.

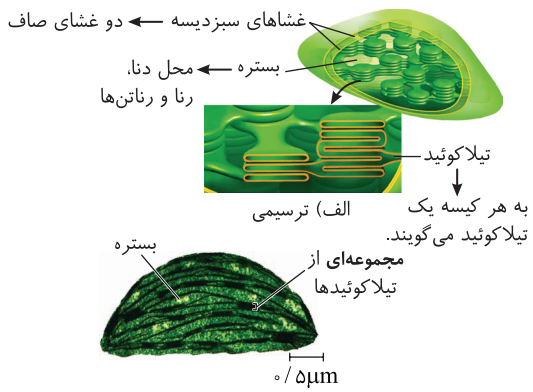
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به شکل ۴ همین فصل می‌توان گفت که الکترون برانگیخته شده یا انرژی خود را به مولکول مجاور می‌دهد و به سطح انرژی خود برمی‌گردد یا به مولکول دیگر منتقل می‌شود. **گزینهٔ (۲):** تیلاکوئیدها ساختاری غشادار کیسه‌مانند بهم متصل هستند. پس از نظر کیسه‌شکل بودن مثل لیزوزوم می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** در مورد وجود سبزینهٔ a در سیانوباکتری‌ها که در رشد فراوان گیاه غیربومی آزولا در مزارع برنج مؤثر است، صحیح است.

۴۲۶۱: (۴) فقط مورد (ب) صحیح است. شکل در مورد کلروپلاست است که (الف)، (ب) و (ج) به‌ترتیب نمایانگر غشاهای کلروپلاست، بستره و تیلاکوئیدهاست.

بررسی موارد **(الف)** نادرست. بین دو غشای سبزدیسه برخلاف راکیزه تراکم H^+ وجود ندارد **(ب)** **درست.** در بسترهٔ سبزدیسه، تولید $NADP^+$ و مصرف آن رخ می‌دهد. **(ج)** نادرست. تیلاکوئید کیسه‌مانند است (نه لوله‌مانند). **(د)** نادرست. در گیاه انگل تولید ماده از انرژی و کلروپلاست نداریم!

۲۰۵ شکل‌نامهٔ کلروپلاست

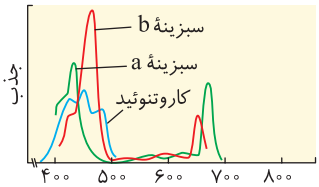
- کلروپلاست اندامکی دارای سبزینه و کاروتنوئید است که مسئول فتوسنتز در یوکاریوت‌ها است.
- کلروپلاست اندامکی برای تبدیل انرژی به ماده است که قسمتی از ژنوم یاخته را به صورت دنای حلقوی در خود دارد.
- فضای درونی کلروپلاست به سه قسمت بین دو غشا، بستره و فضای درونی تیلاکوئید تقسیم می‌شود.
- هیچ‌کدام از سبزدیسه‌ها غشای چین‌خورده ندارند.
- تیلاکوئیدها در هر مجموعه به‌صورت چند کیسه روی هم قرار می‌گیرند و با هم ارتباط غشایی دارند.
- تعداد تیلاکوئیدهای موجود در دسته‌های مختلف، می‌تواند با یکدیگر متفاوت باشد.
- اندازهٔ کلروپلاست از میتوکندری بیشتر است.
- کلروپلاست همانند میتوکندری اندامک دوغشایی محسوب می‌شود و دارای دنای حلقوی می‌باشد.
- هر دو اندامک می‌توانند برخی پروتئین‌های موردنیاز خود را بسازند و به‌طور مستقل از چرخهٔ یاخته‌ای، تقسیم شوند و البته سایر پروتئین‌های آن‌ها توسط رناتن آزاد در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید می‌شود.
- در هر دو اندامک امکان انجام رونویسی، ترجمه و همانندسازی وجود دارد.
- در هر دو اندامک، زنجیرهٔ انتقال الکترون و اکسایش و کاهش و تولید ATP دیده می‌شود.



۴۲۶۲: (۴) رنگیزهٔ (الف)، (ب) و (ج) به‌ترتیب مربوط به سبزینهٔ b، سبزینهٔ a و کاروتنوئید است. کاروتنوئیدها در مرکز واکنش فتوسیستم‌ها مشاهده نمی‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** از شکل ۳ کتاب درسی همین فصل می‌توان فهمید که هر دو رنگیزهٔ a و b در طول موج مربوط به رنگ سبز (۵۰۰nm - ۶۰۰nm) کمترین جذب را دارند. **گزینهٔ (۲):** به‌طور گروهی و کلی، بیشترین جذب هر رنگیزهٔ a ، b و کاروتنوئید به‌طور کلی در طیف ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر است. **گزینهٔ (۴):** کمترین مقدار جذب کاروتنوئیدها در طول ۵۰۰ تا ۵۲۰ نانومتر است که مربوط به رنگ سبز - آبی است.

۲۰۶ شکل‌نامهٔ رنگیزه‌ها

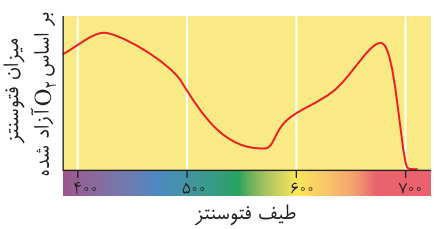


- رنگیزه‌های فتوسنتزی در طول موج حدود ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر مؤثرند که مهم‌ترین آن‌ها ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر می‌باشند.
- در محدودهٔ ۴۰۰ تا ۴۵۰ نانومتر که مربوط به نور **بنفش** است، هر سه رنگیزه دارای تقریباً حداکثر جذب هستند و میزان جذب آن‌ها از بیشتر به کمتر: کلروفیل a و کاروتنوئید و کلروفیل b
- در محدودهٔ ۴۵۰ تا ۵۰۰ نانومتر که مربوط به نور **آبی** است، هر سه رنگیزه دارای جذب هستند و میزان جذب آن‌ها از بیشتر به کمتر: کلروفیل b و کاروتنوئید و کلروفیل a
- تنها رنگیزه‌هایی که در طول موج‌های **کمتر** از ۴۰۰ نانومتر جذب دارند، **کاروتنوئیدها** هستند.
- در محدودهٔ ۵۰۰ تا ۵۵۰ نانومتر که مربوط به نور سبز است، کاروتنوئید جذب بیشتر از کلروفیل‌های a و b دارد و کاروتنوئید دیگر جذبی ندارد.
- در محدودهٔ ۵۵۰ تا ۶۰۰ نانومتر که مربوط به نور **سبز و زرد** است، کاروتنوئید دارای جذب نیست اما کلروفیل‌های a و b دارای جذب کمی هستند.
- کاروتنوئیدها، در طول موج‌های بالاتر از ۵۲۰ نانومتر، جذب ندارند.
- در بین سبزینه‌های a ، b و کاروتنوئید، در کل بیشترین میزان جذب در حدود ۴۸۰ نانومتری برای سبزینهٔ b است.
- بیشترین میزان دامنهٔ طیف جذب (فاصلهٔ بین بیشترین و کمترین طول موج) مربوط به سبزینهٔ b و کمترین آن کاروتنوئید است.
- پیک و قلهٔ میزان جذب در طول موج زیر ۵۰۰ نانومتر، به ترتیب طول موج از کم به زیاد سبزینهٔ a با حدود ۴۴۰ نانومتر، کاروتنوئید با حدود ۴۶۰ نانومتر و سبزینهٔ b با حدود ۴۸۰ نانومتر است ولی از نظر ترتیب میزان جذب از کم به زیاد کاروتنوئید، سبزینهٔ a و سبزینهٔ b است.
- در طول موج بالای ۶۰۰ نانومتر، حداکثر جذب سبزینهٔ a کمی جلوتر و کمی بیشتر از سبزینهٔ b است. (سبزینهٔ a حدود ۶۷۰ نانومتر و سبزینهٔ b حدود ۶۵۰ نانومتر)
- کلروفیل b تا ۶۸۰ نانومتر جذب دارد ولی کلروفیل a تا ۷۰۰ نانومتر جذب دارد.
- حداکثر جذب سبزینهٔ a و سبزینهٔ b در فاصلهٔ ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر به ترتیب از حداکثر جذب سبزینهٔ مورد نظر در فاصلهٔ ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر بیشتر است و نیز فاصلهٔ دو پیک جذب در سبزینهٔ a نسبت به سبزینهٔ b از نظر طول موج بیشتر و از نظر میزان جذب کمتر است.
- در طول موج‌های بین ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر، حداکثر میزان جذب کلروفیل b بیشتر از حداکثر میزان جذب کلروفیل a است و حداکثر میزان جذب کلروفیل a نیز بیشتر از حداکثر میزان جذب کاروتنوئیدهاست.
- در محدودهٔ ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر که مربوط به نور نارنجی و قرمز است، کاروتنوئید دارای جذب نیست اما در محدودهٔ رنگ نارنجی، کلروفیل b و در محدودهٔ رنگ قرمز، کلروفیل a دارای جذب زیادی هستند. (اتفاقاً $P_{۶۸۰}$ و $P_{۷۰۰}$ فتوسیستم ۲ و ۱ نیز در همین طول موج‌هاست.)
- بیشترین جذب کلروفیل a و b هردو در محدودهٔ ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر است؛ البته بیشترین جذب در محدودهٔ ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر برای کلروفیل b و در محدودهٔ ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، برای کلروفیل a می‌باشد.
- بیشترین جذب کلروفیل b در رنگ آبی، بیشترین جذب کلروفیل a در رنگ بنفش و بیشترین جذب کاروتنوئید در رنگ آبی اتفاق می‌افتد.
- بیشترین میزان جذب در بین این سه رنگیزه مربوط به کلروفیل b و در رنگ **آبی** بین طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر اتفاق می‌افتد.
- در طول موج‌های بین ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، حداکثر میزان جذب کلروفیل a بیشتر از حداکثر میزان جذب کلروفیل b است.
- در محدودهٔ ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر، هر سه رنگیزه در یک نقطه جذب یکسانی دارند. در محدودهٔ ۵۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر، در دو نقطه و در محدودهٔ ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، در سه نقطه میزان جذب کلروفیل a و b یکسان است.
- محدودهٔ جذب کاروتنوئید از کمی قبل از ۴۰۰ نانومتر تا حدود ۵۲۰ نانومتر است.
- محدودهٔ جذب کلروفیل a از ۴۰۰ نانومتر تا ۷۰۰ نانومتر است.
- محدودهٔ جذب کلروفیل b از ۴۰۰ نانومتر تا کمی قبل از ۷۰۰ نانومتر حدود ۶۸۰ نانومتر است.
- کلروفیل a در بخش بنفش و قرمز و کلروفیل b در بخش آبی و نارنجی بیشترین جذب را دارد.
- در بازهٔ ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر، ابتدا کلروفیل a به حداکثر جذب می‌رسد در حالی که در بازهٔ ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، ابتدا کلروفیل b به حداکثر جذب می‌رسد.

۴۲۶۳ : ۴) در شکل مورد نظر، قسمت (د) طول موج حدود ۶۳۰ می‌باشد ولی حداکثر جذب $P_{۶۸۰}$ و $P_{۷۰۰}$ در طول موج‌های ۶۸۰ و ۷۰۰ بعد از آن است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** کاروتنوئیدها مدنظر است که فقط در کلروپلاست به فتوسنتز کمک می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** منظور سبزینهٔ a است که در طول موج ۵۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر زودتر از همه به حداکثر خود می‌رسد. **گزینهٔ (۴):** *به ریشهٔ هویج که نور نمی‌رسه که حالا کم بشه اهتمالش!*

۲۰۷ شکل‌نامهٔ طیف فتوسنتز



- حداکثر فتوسنتز گیاه در طول موج‌های ۵۰۰ – ۴۰۰ نانومتر و ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر دیده می‌شود.
- محدودهٔ رنگی طول موج‌های مختلف به این صورت است:
  - قبل از ۴۰۰ نانومتر ← کمی کاروتنوئیدها توانایی جذب دارند.
  - ۴۰۰ تا ۴۵۰ نانومتر: بنفش ← جذب کلروفیل a به حداکثر رسیده است.
  - ۴۵۰ تا ۵۰۰ نانومتر: آبی ← جذب کلروفیل a و کاروتنوئید به حداکثر می‌رسد.
  - ۵۰۰ تا ۵۵۰ نانومتر: سبز ← جذب رنگیزه‌ها کم شده و کاروتنوئید دیگر جذبی ندارد.
  - ۵۵۰ تا ۶۰۰ نانومتر: زرد ← حداقل مقدار فتوسنتز و کمترین جذب نوری رنگیزه‌هاست.
  - ۶۰۰ تا ۶۵۰ نانومتر: نارنجی ← ابتدا فعالیت کلروفیل b دوباره زیاد می‌شود.
  - ۶۵۰ تا ۷۰۰ نانومتر: قرمز ← کلروفیل a دوباره فعالیت زیادی دارد و از ۶۸۰ به بعد دیگر کلروفیل b غیرفعال می‌شود.
- حداکثر فتوسنتز در طول موج مربوط به رنگ بنفش و رنگ قرمز انجام می‌شود.

۴۲۶۴: (۴) جاندار نشان داده شده در شکل صورت سؤال، اسپیروژیر است. طبق فعالیت صفحهٔ ۸۰ همین فصل، به‌خاطر بیشتر بودن مقدار فتوسنتز در طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر و تولید اکسیژن، باکتری‌های هوازی در این طول موج تجمع بیشتری دارند.

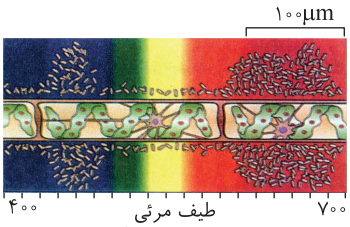
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اسپیروژیر برخلاف اوگلنا به هنگام کاهش و فقدان نور، سبزدیسه‌های خود را از دست نمی‌دهد. **گزینهٔ (۲):** اسپیروژیر جاندار هوازی است. **گزینهٔ (۳):** در زنجیرهٔ انتقال الکترون در اندامک سبزدیسه، مولکول آب در فتوسیستم ۲ تجزیه می‌شود. دقت کنید که فتوسیستم عضوی از زنجیرهٔ انتقال الکترون نیست.

۴۲۶۵: (۴) با توجه به شکل، در طیف رنگی آبی به سبز، یعنی در حدود طول موج ۵۲۰ نانومتر جذب کاروتنوئیدها صفر می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در رنگ قرمز، جذب سبزینهٔ a بیشتر از سبزینهٔ b است. در حقیقت از طول موج ۶۸۰ نانومتر به بعد، کلروفیل b بیکار می‌شود! **گزینهٔ (۲):** در دو طیف رنگی سبز و زرد، تعداد باکتری‌ها به حداقل مقدار می‌رسد که در این طیف، هر دو سبزینهٔ a و b قدرت جذب را دارند. **گزینهٔ (۴):** جانداران استفاده شده در این آزمایش، اسپیروژیر و باکتری‌های هوازی بودند. باکتری‌ها فاقد اندامک راکیزه هستند.

۲۰۸ شکل‌نامهٔ اسپیروژیر

- اسپیروژیر سبزدیسه‌های نواری و دراز دارد. (نه سبزینه‌ها! دقت کنید در تست‌ها!)
- طول هر یاختهٔ اسپیروژیر بیشتر از ۱۰۰ میکرومتر است. (اسپیروژیر جلبک سبز پریاخته‌ای است.)
- یاخته‌های اسپیروژیر یک هستهٔ ستاره‌ای‌شکل در مرکز خود دارند که با کمک زوائدی به غشای یاخته متصل می‌شوند.
- بیشترین میزان فتوسنتز اسپیروژیر در حدود طول موج ۴۵۰ نانومتر انجام می‌شود؛ زیرا بیشترین میزان اکسیژن نیز در این ناحیه تولید می‌شود و تراکم باکتری‌های هوازی در این ناحیه بیشتر از سایر طول موج‌هاست.
- کمترین میزان فتوسنتز در نور زرد و سبز انجام می‌شود؛ زیرا در این نواحی اکسیژن کمتری تولید می‌شود و باکتری‌های هوازی کمتری حضور دارند.



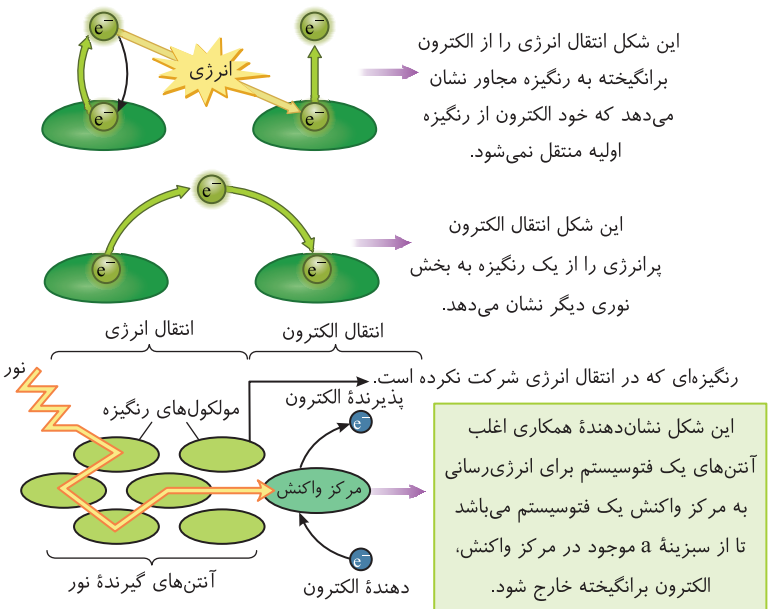
«ترسیمی از نتیجهٔ آزمایش»

۴۲۶۶: (۳) در شکل سؤال، بخش‌های (۱)، (۲) و (۳) به‌ترتیب رنگیزه‌ها، آنتن‌ها و مرکز واکنش را نشان می‌دهد. در مرکز واکنش تنها سبزینهٔ a در بستری از پروتئین قرار دارد نه رنگیزه‌های متفاوت!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به خط کتاب درسی، در آنتن رنگیزه‌های متفاوتی وجود دارند که کاروتنوئید آن‌ها پاداکسنده است. **گزینهٔ (۲):** آنتن‌ها فقط انرژی (نه الکترون) را به مرکز واکنش منتقل می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** کلروفیل a که در مرکز واکنش فتوسیستم قرار دارد، یا در ۶۸۰ یا ۷۰۰ نانومتر بیشترین جذب را دارد که هر دو مربوط به طیف رنگی قرمز است.

۲۰۹ شکل‌نامهٔ آنتن‌ها و الکترون‌های برانگیخته

- کلروفیل a هم در آنتن‌های گیرندهٔ نور و هم در مرکز واکنش هر فتوسیستم قرار دارد اما کلروفیل b و کاروتنوئیدها فقط در آنتن‌های گیرندهٔ نور قرار دارند.
- در آنتن‌ها الکترون برانگیخته با انتقال فقط **انرژی** به مولکول رنگیزهٔ بعدی به مدار خود بازمی‌گردد اما در مرکز واکنش، الکترون برانگیخته از مدار و رنگیزهٔ خود جدا شده و به آن بازنمی‌گردد.
- هر الکترونی که انرژی می‌گیرد، لزوماً برانگیخته نمی‌شود؛ زیرا برای برانگیخته شدن باید انرژی به مقدار کافی باشد که الکترون را از مدار خود خارج کند.
- الکترون برانگیخته فقط می‌تواند بین مولکول‌های یک **آنتن** جابه‌جا شود.
- نور مستقیماً به مرکز واکنش برخورد نمی‌کند.
- در بین آنتن‌های گیرندهٔ نور، فقط انرژی منتقل می‌شود (نه الکترون).
- همهٔ مولکول‌های رنگیزه در آنتن، در انتقال انرژی نقشی ندارند.
- برخی از رنگیزه‌های تشکیل‌دهندهٔ آنتن‌های گیرندهٔ نوری ممکن است الکترون برانگیخته ایجاد نکنند.

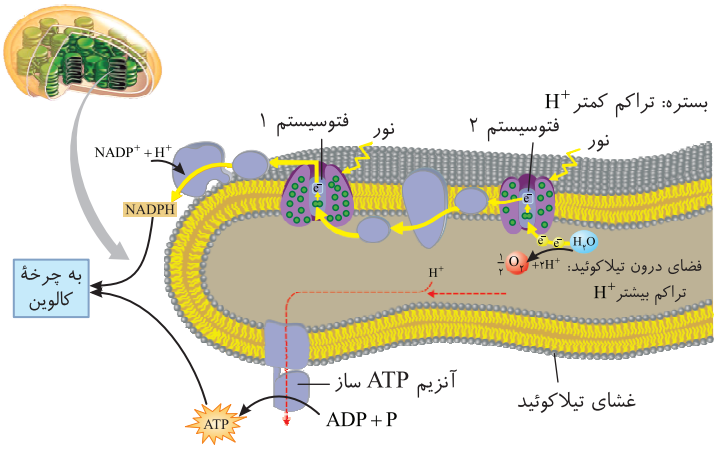


«انتقال انرژی به مرکز واکنش و خروج الکترون از آن»

۴۲۶۷: (۱) شکل سؤال پمپ پروتئینی در غشای تیلاکوئید را نشان می‌دهد. با تولید یون هیدروژن به دلیل تجزیهٔ آب و وارد شدن آن‌ها برخلاف جهت شیب غلظت توسط این پمپ پروتئینی، غلظت یون‌های هیدروژن در فضای درون تیلاکوئید بیشتر شده و با خارج شدن آن‌ها از طریق کانال آنزیم ATPساز، در فضای بستره ATP تولید می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** الکترون‌های عبوری از پمپ پروتئینی، ابتدا از ناقل کوچک الکترون که در قسمت داخلی غشای تیلاکوئید است عبور کرده و سپس وارد فتوسیستم ۱ می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** پمپ‌های پروتئینی در غشای تلاکوئید و غشای داخلی راکیزه، یون‌های هیدروژن را برخلاف شیب غلظت جابه‌جا می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** پمپ‌های پروتئینی از انرژی جنبشی الکترون‌ها برای جابه‌جایی یون‌های هیدروژن استفاده می‌کنند.

۲۱۰ شکل‌نامهٔ واکنش‌های تیلاکوئیدی وابسته به نور



برای شروع کار زنجیرهٔ اول، با تجزیهٔ آب توسط فتوسیستم ۲، فشار اسمزی درون تیلاکوئید افزایش می‌یابد.

دو زنجیرهٔ انتقال الکترون در غشای تیلاکوئید وجود دارد.

زنجیرهٔ اول دارای سه عضو بین دو فتوسیستم است که عضو دوم آن پمپ ناقل الکترون و پروتون است.

زنجیرهٔ دوم حاوی دو پروتئین فقط ناقل الکترون بعد از فتوسیستم ۱ با اندازهٔ متفاوت است.

آب‌گریزترین پروتئین زنجیرهٔ انتقال الکترون، پروتئینی در زنجیرهٔ اول بین فتوسیستم ۲ و پمپ پروتئینی است که مستقیماً از فتوسیستم ۲ الکترون می‌گیرد.

الکترون با عبور از هر پروتئینی در زنجیره، چه پمپ باشد چه نباشد، مقداری انرژی از دست می‌دهد.

آخرین عضو زنجیرهٔ انتقال الکترون اول، بین فتوسیستم ۱ و ۲، الکترون را از درون تیلاکوئید از نوعی پروتئین سراسری دریافت کرده و از درون تیلاکوئید به فتوسیستم ۱ تحویل می‌دهد. این تنها عضوی است که در فضای تیلاکوئید و چسبیده به سطح داخلی غشای آن می‌باشد.

دو پروتئین زنجیرهٔ دوم، کاملاً روی سطح خارجی غشای تیلاکوئید قرار دارند و اندازهٔ متفاوتی دارند که پروتئین کوچیک‌تر از $P_{۷۰۰}$ الکترون می‌گیرد!

پروتئین آخر زنجیرهٔ انتقال الکترون دوم، نوعی پروتئین غشایی بزرگ‌تر است که نقش مهمی نیز در تولید $NADPH$ دارد و از طریق دو بخش خود به سطح خارجی غشای تیلاکوئید متصل است.

در واکنش تولید $NADPH$ همانند $NADH$ و برخلاف $FADH_2$ یون هیدروژن تولید می‌شود ولی برای تولید $NADPH$ ابتدا یون منفی $NADP^-$ ایجاد می‌شود.

تیلاکوئیدها به صورت دسته‌ای بر روی هم قرار می‌گیرند و بین دسته‌های تیلاکوئیدی مجاور از طریق لوله‌هایی عرضی ارتباط برقرار می‌شود.

انرژی الکترون‌های برانگیختهٔ آنتن‌های گیرندهٔ نوری، از یک مولکول رنگیزه به مولکول رنگیزهٔ دیگر منتقل می‌شود اما در مرکز واکنش فتوسیستم‌ها خود الکترون‌های برانگیخته از طریق اکسایش آن‌ها به اجزای زنجیرهٔ انتقال الکترون منتقل می‌گردد.

آنتن‌های گیرندهٔ نوری از انواع مختلفی رنگیزه تشکیل شده‌اند و مرکز واکنش فتوسیستم‌ها تنها از یک نوع رنگیزه تشکیل شده است.

فتوسیستم‌ها با اینکه در انتقال الکترون نقش دارند اما جزء زنجیرهٔ انتقال الکترون محسوب نمی‌شوند.

الکترون‌های از دست رفتهٔ مرکز فتوسیستم ۲، توسط آب و الکترون‌های از دست رفتهٔ مرکز فتوسیستم ۱، از مرکز واکنش فتوسیستم ۲ تأمین می‌شوند.

فتوسیستم‌های ۱ و ۲، پمپ پروتونی و آنزیم ATPساز، پروتئین‌های غشایی سراسری هستند که به همراه سومین عضو زنجیرهٔ اول، با فضای داخلی تیلاکوئید همانند بستره در تماس‌اند.

به ازای تجزیهٔ هر مولکول آب در فتوسیستم ۲، دو الکترون و پروتون آزاد می‌شود که برای تولید یک مولکول $NADPH$ در انتهای واکنش نوری کافی است.

اندازهٔ فتوسیستم ۲ از فتوسیستم ۱ کوچک‌تر و تعداد رنگیزه‌های کمتری دارد.

در مرکز واکنش فتوسیستم ۱ و ۲، دو عدد کلروفیل a وجود دارد.

زنجیرهٔ انتقال الکترون بین فتوسیستم ۱ و ۲ بلندتر از زنجیرهٔ بین فتوسیستم ۱ و $NADP^+$ است و یک جزء پروتئینی با فعالیت پمپ H^+ بیشتر دارد.

زنجیرهٔ انتقال الکترون میتوکندری دارای ۳ پمپ پروتون و زنجیرهٔ اول انتقال الکترون کلروپلاست دارای ۱ پمپ پروتون می‌باشد. زنجیرهٔ دوم تیلاکوئیدی اصلاً پمپ پروتونی ندارد.

در زنجیرهٔ انتقال الکترون میتوکندری، الکترون‌ها در نتیجهٔ اکسایش ترکیبات آلی و در زنجیرهٔ انتقال الکترون کلروپلاست، الکترون‌ها در نتیجهٔ اکسایش ترکیب معدنی (H_2O) وارد واکنش می‌شوند و در مولکول‌ها تأمین می‌شوند.

آخرین پذیرندهٔ الکترون در زنجیرهٔ انتقال الکترون غشای تیلاکوئید، نوعی ترکیب آلی به نام $NADPH^+$ است که این ترکیب، جزئی از زنجیرهٔ انتقال الکترون نمی‌باشد ولی آخرین پذیرندهٔ الکترون در زنجیرهٔ درون راکیزه، مولکول معدنی O_2 است.

مسیر حرکت الکترون در زنجیرهٔ دوم در سمت خارجی غشای تیلاکوئید است اما مسیر حرکت الکترون در زنجیرهٔ اول تا پمپ H^+، در عرض غشای تیلاکوئید طی شده است و بعد از پمپ H^+، در سطح داخلی غشای تیلاکوئید نیز دیده می‌شود.

به ازای تولید هر $NADPH$، دو الکترون و دو یون هیدروژن مصرف شده و یک یون هیدروژن تولید می‌شود و در نتیجه، غلظت یون‌های هیدروژن بستره کاهش یافته و pH آن افزایش می‌یابد.

برخی از اجزای آنتن‌های گیرندهٔ نوری انرژی خود را به رنگیزه‌های دیگری در همان بخش آنتن‌های گیرندهٔ نوری می‌دهند اما بعضی از اجزای آنتن‌های گیرندهٔ نوری انرژی الکترون‌های برانگیختهٔ خود را به رنگیزه‌های مرکز واکنش منتقل می‌کنند.

گیرندهٔ نهایی الکترون در تخمیر الکلی، اتانال است، در تخمیر لاکتیکی، پیرووات است، در گلیکولیز، NAD^+ است، در زنجیرهٔ انتقال الکترون میتوکندری، اکسیژن است، در چرخهٔ کالوین، اسید سه‌کربنی است، در زنجیرهٔ انتقال الکترون بین فتوسیستم ۱ و ۲، مرکز واکنش فتوسیستم ۱ یعنی $P_{۷۰۰}$ است و در زنجیرهٔ انتقال الکترون بین فتوسیستم ۱ و $NADP^+$، گیرندهٔ الکترونی $NADP^+$ می‌باشد.

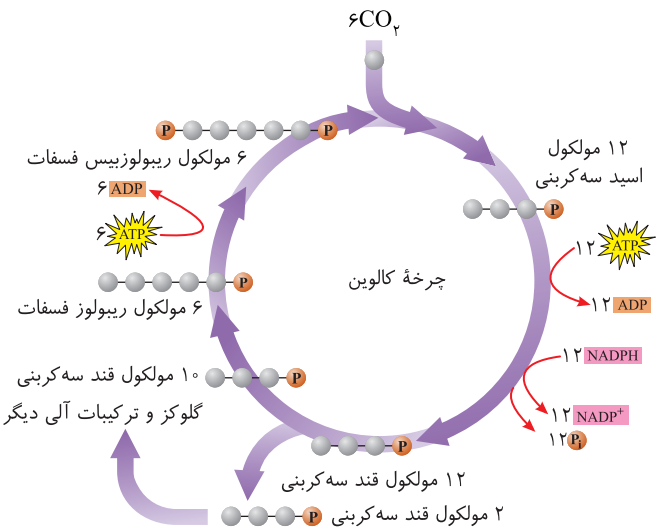
۴۲۶۸ **(۳)** در شکل سؤال، بخش شمارهٔ (۲) فتوسیستم ۲ و بخش شمارهٔ (۱) فتوسیستم ۱ را نشان می‌دهد. با عبور الکترون‌ها از پمپ پروتئینی، یون‌های هیدروژن طبق انتقال فعال و برخلاف شیب غلظت، به درون تیلاکوئید وارد شده و به همین ترتیب تفاوت غلظت یون اسیدی H^+ در دو سمت غشای تیلاکوئید زیاد و زیادتر می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مولکول $NADPH$ با مصرف دو الکترون و یک پروتون توسط $NADP^+$ در بستره تولید می‌شود که ابتدا $NADP^-$ و سپس $NADPH$ به همراه یک H^+ ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۲):** الکترون خروجی از فتوسیستم ۲، ابتدا وارد مولکول کوچک ناقل الکترون شده و سپس از پمپ پروتئینی عبور می‌کند. این عبارت در مورد فتوسیستم (۱) صحیح است. **گزینهٔ (۴):** الکترون‌ها بعد از فتوسیستم ۱، وارد دو مولکول ناقل الکترون در سطح **خارجی** غشای تیلاکوئید (نه از وسط غشا) و سپس باعث کاهش $NADP^+$ می‌شوند.

۴۲۶۹ **(۴)** شکل سؤال یک ترکیب قندی ۳ کربنهٔ تک‌فسفاته را نشان می‌دهد. باید به قید **همواره** در صورت سؤال دقت کنید. ترکیب سه کربنهٔ تک‌فسفاته قند در چرخهٔ کالوین و قند C_3 در قندکافت مشاهده می‌شود. محل انجام چرخهٔ کالوین در گیاهان C_4، یاختهٔ **غلاف آوندی** است که این ترکیب هم در قندکافت این یاخته و هم در چرخهٔ کالوین آن می‌تواند مصرف یا تولید شود. یادتان باشد که در گیاهان C_4 مادهٔ اسیدی C_4 برای آزاد شدن CO_2 و فعالیت بیشتر روبیسکو انجام می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** این ترکیب فقط در چرخهٔ کالوین از یک اسید ایجاد می‌شود ولی در قندکافت به اسید تبدیل می‌شود. **گزینهٔ (۲):** ترکیب ۳ کربنهٔ تک‌فسفاته در قندکافت از تجزیهٔ فروکتوز دوفسفاته تولید می‌شود. ولی در چرخهٔ کالوین، از تجزیهٔ مادهٔ C_6 ناپایدار، ابتدا اسید سه‌کربنی ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** چرخهٔ کالوین و مواد آن فقط در روز انجام می‌شود.

۲۱۱ شکل‌نامهٔ چرخهٔ کالوین



- این چرخه که مستقل از نور است، به کمک CO_2 و محصولات مرحلهٔ تیلاکوئیدی یعنی ATP و $NADPH$، طی واکنش‌های آنزیمی مولکول قند تولید می‌کند.
- اولین مولکولی که در چرخهٔ کالوین تولید می‌شود، اسید شش‌کربنهٔ دوفسفاتهٔ ناپایدار است اما اولین مولکول پایداری که در چرخهٔ کالوین تولید می‌شود، اسید سه‌کربنهٔ تک‌فسفاته است.
- این چرخه با ترکیب CO_2 با قند C_5 دوفسفاته توسط آنزیمی به نام روبیسکو با عمل کربوکسیلازی صورت می‌گیرد.
- مرحله‌ای از چرخهٔ کالوین که تعداد اتم‌های چرخه افزایش می‌یابد، نخستین مرحله است که مادهٔ ناپایدار C_6 ایجاد می‌شود.
- محصولات حاصل از تجزیهٔ ترکیب ناپایدار در چرخهٔ کالوین، دو اسید سه‌کربنی فسفردار پایدار می‌باشد که CO_2 در آن تثبیت شده است.
- در مرحلهٔ بعد، تبدیل اسید C_3 فسفردار به قند C_3 فسفاته صورت می‌گیرد که به ترتیب اول ATP تجزیه می‌شود، بعد $NADPH$ اکسایش می‌یابد و سپس فسفات از دست می‌دهد تا قند C_3 ایجاد شود.
- برای تولید هر مولکول قند سه‌کربنی یک‌فسفاته از هر مولکول اسید سه‌کربنی یک‌فسفاته در کالوین، ابتدا یک ATP مصرف می‌شود و سپس بلافاصله یک $NADPH$ مصرف شده و بعد از آن یک فسفات معدنی به محیط رها می‌شود.
- در زمان تبدیل شدن اسید سه‌کربنی به قند سه‌کربنی، تعداد ATP و $NADPH$ مصرفی در این مرحله برابر است.
- در گیاهان C_3 هم‌زمان با تشکیل نخستین ترکیب قندی، میزان فسفات‌های آزاد موجود در بستره افزوده می‌شود.
- پس از تولید قند C_3، به ازای هر قند C_3، یکی از چرخه خارج می‌شود و ۵تای دیگر چرخه را ادامه می‌دهد.
- از قندهای C_3 ادامه‌دهندهٔ چرخه، ابتدا با آزاد شدن تعدادی فسفات، قند C_5 یک‌فسفاته به نام ریبولوز فسفات ایجاد می‌شود.
- در مرحلهٔ آخر چرخه هر قند C_5 فسفاته، با مصرف یک ATP، یک مولکول قند C_5 دوفسفاته اولیه بازسازی می‌شود.
- به ازای هر کربن تثبیت شده، ۳ATP و ۲$NADPH$ در چرخهٔ کالوین مصرف و یک مولکول اکسیژن از تجزیهٔ ۲ مولکول آب تولید می‌شود.
- در حین تولید ریبولوزفسفات، به ازای تولید هر ۳ ریبولوزفسفات از ۵ قند سه‌کربنی یک‌فسفاته، ۲ فسفات به محیط آزاد می‌شود.
- در چرخهٔ کالوین بلافاصله پس از مصرف هر ATP، دو نوع مولکول دوفسفاته حاصل می‌شود که یکی از آن‌ها ADP است و دیگری یا ریبولوزبیس‌فسفات است یا یک مولکول ناپایدار اسید سه‌کربنی ناپایدار دوفسفاته و سپس دوتا $NADP^+$!

۴۲۷۰ **(۲)** در گام نهایی و یکی قبل آن در چرخهٔ کالوین، ترکیب ۵ کربنهٔ تک‌فسفاته و دو فسفاته تولید می‌شوند. در گام نهایی، مولکول ATP مصرف می‌شود که در زنجیرهٔ انتقال الکترون تولید می‌شود. (در زنجیرهٔ انتقال الکترون، ATP مصرف نمی‌شود.)

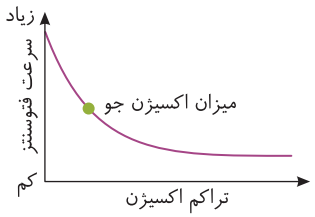
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در گام نهایی و اولی چرخهٔ کالوین ترکیب ۵ کربنه مصرف می‌شود. در گام نهایی کالوین ATP مصرف که در گام چهارم قندکافت تولید می‌شود. **گزینهٔ (۴):** ترکیب ۵ کربنه در گام دوم چرخهٔ کربس تولید می‌شود. در این مرحله ترکیب ۶ کربنه با از دست دادن یک اتم کربن به‌صورت مولکول CO_2، تبدیل به ترکیب ۵ کربنه می‌شود. (هم در گام (۲) کربس و هم در گام (۱) قندکافت، هر دو مادهٔ شش‌کربنی مصرف می‌شود.) **گزینهٔ (۴):** در گام سوم چرخهٔ کربس ترکیب پنج‌کربنه مصرف می‌شود که با آزاد شدن مولکول CO_2 همراه است. مولکول CO_2 در مرحلهٔ اول چرخهٔ اکسایش پیرووات نیز تولید می‌شود.

۴۲۷۱ (۳) موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند. ولی مورد (الف) صحیح است چون نمودار تأثیر اکسیژن بر میزان سرعت فتوسنتز (مقدار فعالیت کربوکسیلازی روبیسکو) را نشان می‌دهد.

بررسی موارد (ب) طبق فعالیت صفحهٔ ۸۵ کتاب درسی، این نمودار تأثیر اکسیژن بر میزان فتوسنتز در گیاه C_3 را نشان می‌دهد. در گیاهان C_4 تثبیت کربن دارای تقسیم‌بندی مکانی است. (ج) در گیاهان C_4 به دلیل سازش و غلبه بر تنفس نوری حتی با وجود O_2 بالا، مقدار اکسیژنازی روبیسکو کاهش می‌یابد. (د) نمودار، رابطهٔ مقدار تراکم اکسیژن را بر فتوسنتز نشان می‌دهد (نه مقدار نور).

اثر O_2 بر فتوسنتز

۱) افزایش تراکم اکسیژن در برگ گیاهان C_3، موجب کاهش سرعت فتوسنتز می‌شود.
۲) از یک مقداری به بعد، با افزایش تراکم اکسیژن، سرعت فتوسنتز ثابت است و کم نمی‌شود.
۳) وقتی مقدار اکسیژن صفر باشد، سرعت فتوسنتز در بیشترین مقدار خود قرار دارد.

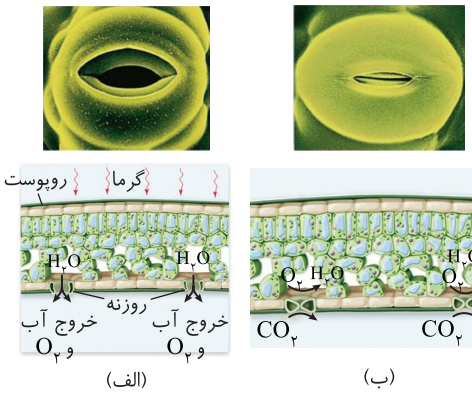


۴۲۷۲ (۲) شکل صورت سؤال، روزنه‌ها را در حالت بسته و باز نشان می‌دهد. به دلیل ورود آب از یاخته‌های روپوستی مجاور به یاخته‌های نگهبان روزنه، روزنه‌ها باز و فشار اسمزی در داخل یاخته‌های روپوستی بزرگ‌تر که مجاور نگهبان روزنه است، زیاد می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هورمون آبسیزیک‌اسید باعث بسته شدن روزنه‌ها می‌شود. هورمون اکسین تولید اتیلن در جوانه‌های جانبی را تحریک می‌کند (نه هورمون آبسیزیک‌اسید). **گزینهٔ (۳):** قند مصرفی باکتری اشریشیاکلای در بیان ژن مثبت، مالتوز است درحالی‌که انباشت قند **ساکارز** در یاخته‌های نگهبان روزنه باعث باز شدن آن‌ها می‌شود. **گزینهٔ (۴):** گیاهان CAM، ساقهٔ گوشتی و پرآب دارند. روزنه‌ها در این گیاهان، در شب باز می‌شود و به دلیل ترکیب کربن‌دی‌اکسید با مولکول ۳ کربنه، اسید چهارکربنه تولید شده که باعث کاهش عصارهٔ برگ تا ابتدای صبح می‌شود.

۲۱۲ شکل‌نامهٔ روزنه‌ها و اثر بر فعالیت‌های گیاهان

- یاخته‌های نگهبان روزنه در دو انتها به هم متصل‌اند و در وسط از هم فاصله گرفته‌اند.
- در نزدیکی روپوست بالایی، یاخته‌های میانبرگ نرده‌ای قرار دارند که فضای بین آن‌ها کم است.
- فضای بین یاخته‌های میانبرگ اسفنجی بیشتر از نرده‌ای است.
- زیر روزنه‌ها، یاخته‌های میانبرگ مشاهده نمی‌شوند.
- تعرق از طریق پوستک، عدسک و روزنه رخ می‌دهد بنابراین با بسته شدن همهٔ روزنه‌ها باز هم تعرق صورت می‌گیرد.
- هورمون آبسیزیک‌اسید با بستن روزنه در شرایط سخت موجب حفظ آب در گیاه می‌شود.
- در شکل‌های مقابل در قسمت (الف) که روزنه باز است، مقدار CO_2 به O_2 بالا می‌رود تا فعالیت کربوکسیلازی روبیسکو زیاد می‌شود تا قندسازی انجام شود.
- در شکل (ب) که روزنه بسته است، نسبت O_2 به CO_2 در گیاه بالاست و روبیسکو به سمت تنفس نوری می‌رود و مقدار رشد گیاه کم می‌شود.



(الف) (ب)

۴۲۷۳ (۴) شکل صورت سؤال روزنه‌ها را در وضعیت **بسته** نشان می‌دهد. هنگامی که روزنه‌ها بسته است در گیاهان CAM، از اسید ۴ کربنه مولکول کربن‌دی‌اکسید و ترکیب ۳ کربنه تولید می‌شود. در گام دوم قندکافت نیز با شکستن فروکتوز فسفاته، دو قندفسفاته تولید می‌شود که ۳ کربنه است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با تثبیت اولیهٔ اتم کربن در یاخته‌های میانبرگ اسفنجی، اسید ۴ کربنه تولید که باعث کاهش pH می‌شود. **گزینهٔ (۲):** چرخهٔ کالوین در گیاهان CAM و هر گیاهی هنگام روز انجام می‌شود ولی اکسایش $NADPH$، فقط در یک مرحلهٔ کالوین مصرف و اکسایش می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** واکنش‌های وابسته به نور در گیاهان C_3 هنگام روز انجام می‌شود که آخرین پذیرندهٔ الکترون یعنی $NADP^+$ در بخش خارجی غشای تیلاکوئید می‌باشد.

۴۲۷۴ (۱) در شکل صورت سؤال شمارهٔ (۱) برگ گیاهان تک‌لپه از نوع C_4 و شمارهٔ (۲) برگ گیاهان دولپه از نوع C_3 را نشان می‌دهد چون غلاف آوندی در گیاهان C_3 برخلاف C_4، فاقد کلروپلاست است. تبدیل ترکیب ریبولوزبیس‌فسفات به ترکیب ۶ کربنهٔ ناپایدار در مرحلهٔ اول کالوین رخ می‌دهد. از طرفی در شرایط گرم و خشک نیز این مادهٔ پنج‌کربنی ناپایدار شده و تجزیه می‌شود، پس چرخهٔ کالوین با تنفس نوری در همهٔ گیاهان هنگام روز در هر شرایطی انجام می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** فقط غلاف آوندی در رگبرگ می‌تواند فتوسنتز کند که فقط در گیاهان C_4، غلاف آوندی کلروپلاست دارد. **گزینهٔ (۴):** آنزیم روبیسکو در گیاهان C_4 به ندرت می‌تواند فعالیت اکسیژنازی نیز داشته باشد. **گزینهٔ (۴):** در گیاهان C_4 یعنی گیاه (۱)، آنزیم اولیهٔ تثبیت‌کنندهٔ کربن در میانبرگ، فقط با CO_2 تمایل به واکنش دارد ولی با O_2 واکنش نمی‌دهد.

۴۲۷۵ (۳) دو شکل صورت سؤال به ترتیب سمت چپ آناناس CAM و سمت راست ذرت C_4 را نشان می‌دهد. تثبیت ثانویهٔ CO_2 هنگام روز انجام می‌شود. در روز روزنه‌های هوایی گیاه C_3 مثل گل رز باز است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تثبیت CO_2 در هر دو گیاه، توسط دو سیستم آنزیمی C_3 و C_4 صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۲):** اولین ترکیب پایدار تولید شده در گیاه C_4 اسید ۴ کربنه در میانبرگ است که با عبور از سیتوپلاسم در یاختهٔ غلاف آوندی مصرف می‌شود. **گزینهٔ (۴):** بازسازی $NADP^+$ در چرخهٔ کالوین است که فقط در روز انجام می‌شود و این تشابه آن است.

۴۲۷۶ (۲): شکل‌های (۱)، (۲) و (۳) در صورت سؤال به‌ترتیب گیاهان C_3، C_4 و CAM را نشان می‌دهند. در گیاهان C_4 تثبیت اولیهٔ CO_2 در طول روز در یاخته‌های میانبرگ ابتدا صورت می‌گیرد ولی تثبیت نهایی در غلاف آوندی می‌باشد. در گیاهان C_3 تثبیت اتم کربن CO_2 در یک مرحله رخ می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در هر دو گیاه C_4 و C_3، چرخهٔ کالوین در طی روز و زمانی که روزنه‌های هوایی باز هستند رخ می‌دهد. ولی روزنه‌ها که در شب بسته هستند، اصلاً فتوسنتز انجام نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** طبق نمودار صفحهٔ ۸۹ فقط در گیاهان C_4 در نور شدید مقدار فتوسنتز دو برابر گیاه C_3 نوع (۱) می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** گیاهان C_4 طبق نمودار اثر کربن‌دی‌اکسید جوّ بر فتوسنتز، در کمبود CO_2، بسیار سریع‌تر از گیاهان C_3 رشد می‌کنند.

۲۱۳ شکل‌نامهٔ گیاهان C_3، C_4 و CAM

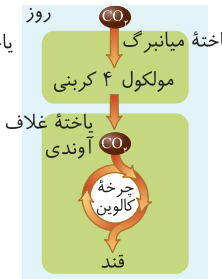














- یاختهٔ غلاف آوندی در گیاهان C_3 برخلاف C_4 فاقد سبزدیسه است.
- تراکم کلروپلاست میانبرگ گیاهان C_3 بیشتر از میانبرگ C_4 است.
- تثبیت کربن‌دی‌اکسید در روز در هر سه نوع گیاه C_3، C_4 و CAM مشاهده می‌شود در حالی که تثبیت کربن‌دی‌اکسید **جوّ** تنها در گیاهان C_3 و C_4 رخ می‌دهد.
- گیاهان C_3 و C_4 تنها در **روز** و گیاهان CAM هم در روز و هم در شب تثبیت کربن را انجام می‌دهند.
- در گیاهان C_3 محل انجام چرخهٔ کالوین یاخته‌های میانبرگ اسفنجی و نردبانی و یاخته‌های نگهبان روزنه است.
- در گیاهان C_4 یاخته‌های نگهبان روزنه و یاخته‌های غلاف آوندی محل انجام چرخهٔ کالوین است.
- در گیاهان CAM یاخته‌های میانبرگ و یاخته‌های نگهبان روزنه چرخهٔ کالوین را انجام می‌دهند.
- برای تثبیت کربن در گیاه C_4 تقسیم‌بندی مکانی و در گیاه CAM تقسیم‌بندی زمانی رخ داده است.
- در گیاه C_3 تنفس نوری دیده می‌شود اما در گیاه C_4 به ندرت تنفس نوری مشاهده می‌شود.
- در گیاه C_3 در غلاف آوندی سبزینه وجود ندارد اما در میانبرگ فراوان است.
- در گیاه C_4 به علت انجام چرخهٔ کالوین در غلاف آوندی تراکم سبزینه در این یاخته‌ها بیشتر است.
- تثبیت کربن در گیاهان C_4 در دو مرحله ابتدا در یاخته‌های میانبرگ و سپس در یاخته‌های غلاف‌آوندی انجام می‌شود.
- در گیاهان C_4 کربن‌دی‌اکسید در یاخته‌های میانبرگ با اسیدی سه‌کربنی ترکیب و در نتیجه اسیدی چهارکربنه (اولین مادهٔ پایدار) ایجاد می‌شود.
- اسید چهارکربنه از یاخته‌های میانبرگ از طریق پلاسمودسم‌ها به یاخته‌های غلاف آوندی منتقل می‌شود.
- هر چه میزان شدت نور بیشتر شود گیاهان C_4 عملکرد بهتری نسبت به گیاهان C_3 خواهند داشت.
- اگر کربن‌دی‌اکسید محیط کم باشد، گیاه C_4 عملکرد بهتری نسبت به C_3 دارد ولی در CO_2 بسیار بالا مقدار فتوسنتز در گیاه C_3 از C_4 بیشتر می‌شود.
- اولین مادهٔ آلی پایدار ساخته شده در گیاهان C_3 ترکیب اسیدی سه‌کربنه است ولی در گیاهان C_4 و CAM، ترکیب پایدار اولیه اسید C_4 است.
- در گیاهان C_4 در دماهای بالا، شدت‌های زیاد نور و کمبود آب، در حالی که روزنه‌ها بسته شده‌اند تا از تبخیر آب جلوگیری کنند کربن‌دی‌اکسید را در محل آنزیم روبیسکو بالا نگه می‌دارند.
- گیاهان CAM برگ یا ساقهٔ پر آب و گوشتی دارند. در این گیاهان CO_2 جو فقط در شب تثبیت می‌شود.
- در گیاهان CAM مقدار pH عصارهٔ برگ در آغاز روشنایی نسبت به آغاز تاریکی اسیدی‌تر است.

۴۲۷۷ (۳): گیاهان C_3 تثبیت CO_2 در یک زمان و مکان انجام می‌دهند. در غیاب اکسیژن ترکیب ۶ کربنهٔ دوفسفاته در گام دوم قندکافت و تنفس نوری به ترکیب سه‌کربنه تبدیل می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در تنفس نوری ATP تولید نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** اسید ۴ کربنه در گیاهان C_4 و CAM تولید می‌شود. **گزینهٔ (۴):** ATP خارج از فضای درون تیلاکوئید و در بستره تولید می‌شود.

۴۲۷۸ (۲): نمودار (۱) و (۲) به ترتیب به گیاهان C_4 و C_3 اشاره می‌کند. در گیاهان C_4 نسبت به C_3، در دمای بالا و کمبود آب، کارایی فتوسنتزی بیشتری وجود دارد.

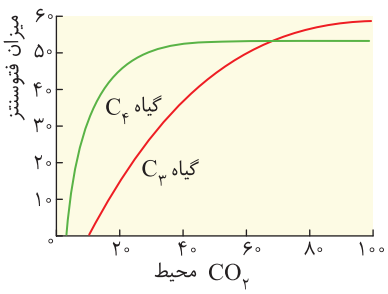
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در گیاهان C_4 کربن در دو مرحله تثبیت می‌شود: مرحلهٔ اول در یاخته‌های میانبرگ و مرحلهٔ دوم در یاخته‌های غلاف آوندی که محل فعالیت آنزیم روبیسکو می‌باشند. **گزینهٔ (۳):** تثبیت کربن در هر دو گیاه در طول روز انجام می‌گیرد، زیرا در طول شب روزنه‌های هوایی این گیاهان بسته هستند. **گزینهٔ (۴):** تنفس نوری در گیاهان C_4 به ندرت رخ می‌دهد. اما گیاهان C_3 به‌دلیل بسته شدن روزنه‌ها در شدت نور زیاد و نداشتن سیستم آنزیمی کارآمد جهت تثبیت و ذخیرهٔ کربن، در شدت نور زیاد میزان CO_2 در یاخته‌های فتوسنتزکننده (میانبرگ) کاهش یافته و تنفس نوری بر فتوسنتز غلبه می‌کند.

۴۲۷۹ (۲) نمودار (الف) مربوط به گیاه C_4 و نمودار (ب) مربوط به گیاه C_3 است. در همهٔ یاخته‌های زنده مرحلهٔ اول تنفس یاخته‌ای (قندکافت) رخ می‌دهد و در ادامه چه با تنفس هوازی و چه با تخمیر، همواره گیرندهٔ الکترونی NAD^+ بازسازی می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ترکیب اسید ۳ کربنه با CO_2 در گیاهان C_4 است نه گیاهان C_3. **گزینهٔ (۳):** آنزیم روبیسکو در گیاهان C_4 به ندرت می‌تواند فعالیت اکسیژنازی داشته باشد. **گزینهٔ (۴):** با توجه به نمودار اثر شدت نور بر فتوسنتز، از نور صفر تا بسیار زیاد، همواره میزان فتوسنتز در گیاه C_4 از C_3 بیشتر است.

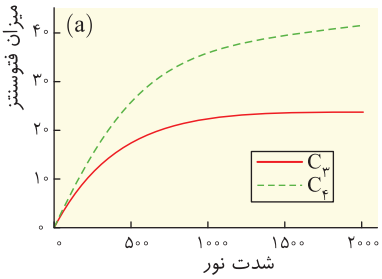
رابطهٔ CO_2 محیط با میزان فتوسنتز

- گیاهان C_4 نسبت به گیاهان C_3 به مقدار CO_2 کمتری برای شروع فتوسنتز نیاز دارند.
- گیاه C_4 از زمانی که CO_2 محیط حدود ۴ باشد، شروع به فتوسنتز می‌کند؛ درحالی‌که گیاه C_3 زمانی شروع به فتوسنتز می‌کند که CO_2 محیط حدود ۱۰ باشد.
- تقریباً وقتی که مقدار CO_2 محیط ۴۰ را رد می‌کند، میزان فتوسنتز در گیاه C_4 برخلاف گیاه C_3 ثابت می‌شود.
- افزایش CO_2 در ابتدا میزان فتوسنتز گیاه C_4 را به میزان بیشتری نسبت به گیاه C_3 افزایش می‌دهد.
- حداکثر میزان فتوسنتز برحسب میزان CO_2، در گیاه C_3 بیشتر از گیاه C_4 است.
- زمانی که میزان CO_2 جوّ حدود ۷۰ است، نمودار فتوسنتز گیاهان C_3 و C_4 همدیگر را قطع می‌کنند. در این نقطه میزان فتوسنتز گیاهان C_3 و C_4 برابر است و سپس در گیاهان C_3 بیشتر می‌شود.



رابطهٔ مقدار نور با میزان فتوسنتز

- در گیاه C_3 افزایش شدت نور در ابتدا باعث افزایش میزان فتوسنتز می‌شود؛ اما از یک حدی به بعد میزان فتوسنتز ثابت می‌شود.
- در گیاه C_4 افزایش شدت نور همواره باعث افزایش میزان فتوسنتز می‌شود.
- هر چه میزان شدت نور بیشتر می‌شود، اختلاف میزان فتوسنتز گیاهان C_3 و C_4 نیز افزایش می‌یابد.
- نمودار فتوسنتز گیاهان C_3 و C_4 براساس شدت نور برخلاف مقدار CO_2، هیچ‌گاه یکدیگر را قطع نمی‌کنند.
- فتوسنتز گیاهان C_4 در حضور نور شدید حدود دو برابر گیاهان C_3 می‌باشد.



۴۲۸۰ (۲) جاندار مورد نظر، آغازی یوکاریوت تک‌یاخته‌ای به نام **اوگلنا** است که ژنوم آن علاوه‌بر هسته در میتوکندری و کلروپلاست نیز وجود دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اوگلنا، جانداری یوکاریوتی و دارای سه نوع رنابسپاراز می‌باشد. **گزینهٔ (۳):** این جاندار در فقدان نور، سبزدیسه‌های خود را از دست می‌دهد و از مواد آلی محیط، انرژی به دست می‌آورد. **گزینهٔ (۴):** اوگلنا فتوسنتزکننده است نه شیمیوسنتزکننده! این جانور در عدم حضور نور، مواد آلی مورد نیاز را نمی‌سازد بلکه سبزدیسه‌های خود را از دست داده و به صورت یک جاندار مصرف‌کننده درمی‌آید. در این حالت مواد آلی مورد نیاز خود را از محیط می‌گیرد.

۲۱۴ شکل‌نامهٔ اوگلنا



- جانداری تک‌یاخته‌ای آغازی یوکاریوت تاژک‌دار است که کلروپلاست‌دار می‌باشد.
- این جاندار در حضور نور فتوسنتز می‌کند و در صورتی که نور نباشد، سبزدیسه‌های خود را از دست می‌دهد و با تغذیه از مواد آلی، ترکیبات مورد نیاز خود را به دست می‌آورد.
- یاختهٔ این جاندار استوانه‌ای است که یک تاژک دارد.
- این یاخته طی فتوسنتز، O_2 تولید می‌کند و رنگیزه‌های فتوسنتزی آن مانند گیاهان است.
- منبع انرژی این جاندار در حضور نور از نور خورشید می‌باشد و در عدم حضور نور، از مواد آلی است ولی منبع الکترون آن آب است.

۴۲۸۱ (۲) دولپه‌ای‌ها مدنظر سؤال است. موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) چون نرده‌ای‌ها یک لایه نیستند، پس براساس شکل کتاب نادرست است. (ب) دربارهٔ یاختهٔ نگهبان روزنه نادرست است. (ج) غلاف آوندی دولپه‌ای‌ها کلروپلاست ندارد. (گیاه C_3) (د) **درست.** در مورد یاخته‌های اسفنجی و نرده‌ای سبز اطراف غلاف آوندی صحیح است.

تعمیرنامهٔ طراحی تست از برگ نهان‌دانگان ۴۵۳

هر نوع گیاه نهان‌دانه‌ای که...	
ریشهٔ آن به‌طور مستقیم رشد می‌کند.	دولپه
در بین روپوست بالایی و زیرین، بیش از یک نوع یاخته قادر به فتوسنتز است.	تک‌لپه و دولپه
در برگ آن دو نوع یاختهٔ میانبرگ قادر به فتوسنتز است.	دولپه
در دانهٔ بالغ، بخشی از **رویان** وظیفهٔ **ذخیرهٔ** مواد غذایی را برعهده دارد.	دولپه
یاخته‌های رگبرگ توانایی تثبیت کربن را دارند (غلاف آوندی).	تک‌لپه
تحت تأثیر عامل نارنجی از بین می‌رود (مشتقات آکسین).	دولپه
قرارگیری دسته‌های آوندی در ساقه به صورت **پراکنده** در چند دایره است.	تک‌لپه
دارای پریدرم (بافت آوندی چوبی و آبکش پسین) است.	دولپه
ضخامت پوست ریشهٔ آن بیشترین حالت را دارد.	دولپه

۴۲۸۲ (۳) سؤال در مورد فتوسیستم‌هاست که یک مرکز و تعدادی آنتن در اطراف خود دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مرکز واکنش کاروتنوئید ندارد و کاروتنوئید با خاصیت پیشگیری از سرطان مانع تولید اینترفرون نوع ۲ و پرفورین می‌شود. **گزینهٔ (۲):** مرکز واکنش و آنتن‌ها پروتئین دارند که متنوع‌ترین مولکول‌های زیستی هستند. **گزینهٔ (۴):** متن کتاب است که هر دو الکترون برانگیخته دارند ولی خروج الکترون از فتوسیستم فقط توسط مرکز واکنش است. **گزینهٔ (۴):** با توجه به شکل زنجیرهٔ انتقال الکترون (شکل ۶ کتاب) در مرکز هر فتوسیستم، دو کلروفیل a وجود دارد که الکترون خود را به یک گیرندهٔ درون مرکز داده و سپس خارج می‌کند.

۴۵۴ مقایسهٔ فتوسیستم (۱) و (۲)

موارد مقایسه		فتوسیستم ۱	فتوسیستم ۲
اجزا	آنتن گیرندهٔ نور	پروتئین و کلروفیل a و b و کاروتنوئید	پروتئین و کلروفیل a و b و کاروتنوئید
	مرکز واکنش	بستر پروتئین و کلروفیل $P_{۷۰۰}$	بستر پروتئین و کلروفیل $P_{۶۸۰}$
محل قرارگیری		غشای تیلاکوئید	غشای تیلاکوئید
اندازه		آنتن‌های بزرگ‌تر	آنتن‌های کوچک‌تر
اکسایش و کاهش		+	+
نحوهٔ جبران الکترون از دست داده		توسط الکترون‌های خارج شده از کلروفیل $P_{۶۸۰}$	توسط الکترون‌های حاصل از تجزیه آب
انرژی آن نقش مستقیم در تولید مولکول‌های پرانرژی	ATP	ندارد.	دارد.
	$NADPH$	دارد.	ندارد.

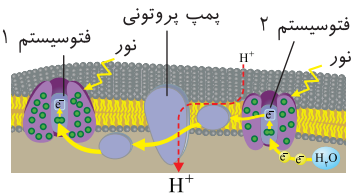
۴۲۸۳ (۱) کاروتنوئیدها منظور سؤال است و همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) در میوهٔ پرتقال و ریشهٔ چغندرقند، رنگ قرمز آن‌ها به دلیل واکوئول است نه دیسه‌ها! (فصل ۶ دهم) (ب) در میوهٔ رسیدهٔ گوجه‌فرنگی فقط کاروتنوئید قرمز وجود دارد و سبزینه ندارد. این قرارگیری کاروتنوئید در لابه‌لای سبزینه فقط در کلروپلاست در آنتن‌ها می‌باشد. (فصل ۶ دهم) (ج) کاروتنوئیدها فقط در کلروپلاست به فتوسنتز کمک می‌کنند و کروموپلاست نقشی در فتوسنتز ندارد. (د) تغییر رنگ در pH مختلف ویژگی آنتوسیانین واکوئول‌هاست.

۴۵۵ تجسم برنامهٔ طراحی تست از رنگیزه‌ها

نوعی رنگیزهٔ فتوسنتزی...	
که در روند تبدیل کلروپلاست به کروموپلاست تجزیه می‌شود.	کلروفیل a و b
که در آنتن‌های گیرندهٔ نور قرار دارد.	کاروتنوئیدها و کلروفیل a و b
پاداکسنده که رنگ سبز را جذب می‌کند.	کاروتنوئیدها
که رنگ زرد و قرمز و نارنجی را منعکس می‌کند.	کاروتنوئیدها
که مهم‌ترین رنگیزهٔ فتوسنتزی است.	کلروفیل a و b
که فقط در $\frac{۱}{۳}$ اولیه طول موج مرئی قدرت جذب دارد.	کاروتنوئیدها
که بیشترین جذب آن در محدودهٔ ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر می‌باشد.	کاروتنوئید و کلروفیل a و b
که قبل از طول موج مرئی هم در فتوسنتزکننده مؤثر است.	کاروتنوئید
که تا انتهای طول موج مرئی به جذب نور می‌پردازد.	کلروفیل a
مولکول‌هایی در ساختار فتوسیستم‌ها که...	
تنها در بخش آنتن‌های گیرندهٔ نوری قرار دارند.	کاروتنوئید و کلروفیل b
در هر دو بخش مرکز واکنش و آنتن‌های گیرندهٔ نوری مشاهده می‌شوند.	کلروفیل a و پروتئین‌ها
توانایی اکسایش و کاهش دارد.	کلروفیل a

۴۲۸۴ (۱) در زنجیرهٔ الکترونی اول درون تیلاکوئید، سه عضو بین دو فتوسیستم وجود دارد که فقط عضو سوم با اسید چرب در تماس نمی‌باشد.

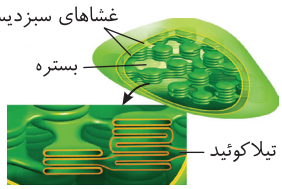


بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱): درست.** عضو اول و دوم (پمپ) منظور است که الکترون خود را به عضو دوم و سوم زنجیره می‌دهند. **گزینهٔ (۲):** نادرست. عضو سوم منظور است که الکترون پمپ را از سطح داخلی غشای تیلاکوئید دریافت می‌کند. **گزینهٔ (۳):** نادرست. با توجه به شکل قسمتی از پمپ درون فضای تیلاکوئید که آب تجزیه می‌شود نفوذ کرده است. **گزینهٔ (۴):** نادرست. بین دو فتوسیستم، الکترون‌های $P_{۶۸۰}$ فتوسیستم ۲ منتقل می‌شود.

۴۲۸۵ (۲) سؤال در مورد گیاهان C_3 دولپه می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تولید هر $NADPH$، دو الکترون نیاز دارد که از تجزیهٔ یک مولکول آب حاصل می‌شود. **گزینهٔ (۲):** تبدیل اسید C_3 به قند C_3 در کالوین به یک $NADPH$ نیازمند است. **گزینهٔ (۳):** در مورد ATP مصرفی در مرحلهٔ آخر چرخهٔ کالوین که با انتقال الکترون همراه نیست، رد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که سؤال در مورد گیاهان دولپه است که در مجاور روپوست فوقانی آن، پارانشیم نرده‌ای وجود دارد.

۴۲۸۶ (۲) موارد (الف) و (د) صحیح هستند.



بررسی موارد (الف) **درست.** طبق شکل برای تیلاکوئیدهای مرتبط به هم که کیسه‌مانند هستند صحیح است. (ب) نادرست. اتصال دو غشا به هم ویژهٔ هسته است که منافذ غشایی ایجاد می‌کند. (ج) نادرست. بستره محلی در خارج تیلاکوئید است. (د) **درست.** چون پروتئین‌های راکیزه، سبزدیسه و هسته که در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید می‌شوند، از دستگاه گلژی عبور نمی‌کنند پس غشادار نیستند.

۴۲۸۷ (۴) بعد از بازسازی $NADP^+$ و تولید قند C_3، مقداری از آن‌ها از چرخه خارج می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اولین مادهٔ پایدار چرخهٔ کالوین، اسید C_3 است که با مصرف ATP و $NADPH$ به قند C_3 تبدیل می‌شود. **گزینهٔ (۲):** در چرخهٔ کالوین آزاد شدن گروه فسفات یک‌بار پس از مصرف $NADPH$ و تولید قند C_3 رخ می‌دهد و یک‌بار هم ضمن تبدیل قندهای سه‌کربنی به پنج‌کربنی یک‌فسفاته تعدادی فسفات آزاد می‌شود. **گزینهٔ (۳):** پس از تولید ریبولوزفسفات پنج‌کربنی، مولکول ATP برای تولید قند C_5 دوفسفاته مصرف می‌شود و ADP تولید می‌شود.

۴۲۸۸ (۱) سؤال در مورد ویژگی گیاه دولپه برخلاف تک‌لپه‌ای‌هاست. در دولپه‌ای‌ها رگبرگ به روپوست زیرین که روزنه و یاختهٔ نگهبان بیشتری دارد از روپوست فوقانی نزدیک‌تر است ولی در تک‌لپه‌ای‌ها فاصلهٔ برابری تا هر دو روپوست دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در هر دو نوع گیاه، بیشتر یاخته‌های فتوسنتزکننده در میانبرگ هستند که پارانشیم بوده و فاقد دیوارهٔ پسین می‌باشند پس رشته‌های سلولزی موازی هم ندارند. **گزینهٔ (۳):** این ویژگی مربوط به تک‌لپه‌ای‌هاست. **گزینهٔ (۴):** به دلیل وجود غلاف آوندی هیچگاه میانبرگ در تماس با آوندها نمی‌باشد.

۴۲۸۹ (۲) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) میزان CO_2، طول موج، شدت و مدت زمان تابش نور در فتوسنتز مؤثر است. (ب) پمپ بین دو فتوسیستم خاصیت آنزیمی و کاتالیزوری ندارد. (ج) اکسیژن زیاد تأثیر منفی بر فتوسنتز می‌گذرد. (د) در مقدار CO_2 بسیار بالا با توجه به نمودار فعالیت صفحهٔ ۸۹، میزان فتوسنتز در گیاه C_3 از C_4 بیشتر می‌شود.

۴۲۹۰ (۱) نه در غلاف آوندی ذرت C_4، نه در چرخهٔ کالوین، نه چرخهٔ کربس، ATP اکسایش تولید نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** میانبرگ ذرت که گیاه C_4 است، اصلاً چرخهٔ کالوین ندارد. **گزینهٔ (۳):** در چرخهٔ کربس از هر مادهٔ ۶کربنی ابتدا با جدا شدن CO_2 یک مادهٔ C_5 ایجاد می‌شود. (نه C_4) **گزینهٔ (۴):** در برگ تک‌لپه‌ای ذرت، مجاور روپوست یاختهٔ میانبرگ است که چرخهٔ کالوین در آن فعال نیست.

۴۲۹۱ (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱): نادرست.** ۱۲ مولکول آب باید تجزیه شود تا ۶ مولکول O_2 خارج شود. البته ۶ مولکول آب نیز بازسازی می‌شود. **گزینهٔ (۲):** درست. گیاهان انگل فتوسنتز ندارند. **گزینهٔ (۳):** درست. متن کتاب است که باید O_2 خروجی یا CO_2 ورودی را اندازه گرفت. **گزینهٔ (۴):** درست. در سامانهٔ آوندی نیستند. از طرفی غلاف آوندی آن‌ها هم کلروپلاست ندارد. پس فقط دو سامانهٔ روپوستی و زمینه‌ای میانبرگ فتوسنتز می‌کنند.

۴۲۹۲ (۴) دقت کنید برای تولید هر قند C_3 در چرخهٔ کالوین از یک اسید C_3 باید یک ATP و یک $NADPH$ مصرف شود ولی برای **خروج** یک قند C_3 از چرخهٔ کالوین باید ۳ بار چرخه بچرخد و هر بار یک CO_2 تثبیت شود تا یک قند C_3 خارج شود. در این صورت باید شش قند C_3 تولید شود تا یکی اجازهٔ خروج داشته باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. برای تولید هر C_3 است نه خروج آن. **گزینهٔ (۲):** نادرست. این گزینه برای خروج دو قند C_3 و تولید گلوکز صحیح است. **گزینهٔ (۳):** نادرست. این گزینه برای یک دور چرخهٔ کالوین و تثبیت یک کربن صحیح است ولی قندی خارج نمی‌شود. **گزینهٔ (۴): درست.** باید سه CO_2 تثبیت شود تا یک قند C_3 خارج شود که برای این عمل نیاز به مصرف $6NADPH$، $12e^-$ و $9ATP$ است.

۴۲۹۳ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** *قند نیست، اسید سه‌کربنیه!* **گزینهٔ (۲):** *بله همون اسید سه‌کربنی تک‌فسفاته‌ست!* **گزینهٔ (۳):** *هر مادهٔ چرخهٔ کالوین، فسفات داره یادت باشه!* **گزینهٔ (۴):** *آگه دقیق شکل چرخهٔ کالوین رو ببینی متوجه می‌شی که اسید سه‌کربنی تک‌فسفاته اول یک فسفات دیگه می‌گیره بعد الکترون می‌گیره!*

۴۲۹۴ (۴) منظور سؤال $NADPH$ است که برای تولید آن، اول $NADP^+$، دو الکترون می‌گیرد و تبدیل به $NADP^-$ می‌شود، بعد یک H^+ گفته و $NADPH$ ایجاد می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یون هیدروژن نیز همراه با $NADPH$ تولید می‌شود. **گزینهٔ (۲):** بیرون تیلاکوئید $NADPH$ تولید می شود. **گزینهٔ (۳):** *نه از ناقل بزرگه بعد فتوسیستم I الکترون می‌گیره!*

۴۲۹۵ (۴) منظور فتوسیستم ۲ است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** *ممکنه هم انرژی فوردشو به مولکول بعدی بده و مثل بچه خوب برگرده به مدار فوردش!* **گزینهٔ (۲):** لزوماً در آنتن‌ها اینطور نیست. ممکن است انرژی بین دو آنتن هم مبادله شود! **گزینهٔ (۳):** اگر در آنتن باشد نادرست است. **گزینهٔ (۴):** *بله،یا فوردش برمی‌گرده یا یکی میاد باش!*

۴۵۶ تعبیر برنامهٔ طراحی تست از واکنش‌های تیلاکوئیدی

پروتئین ...	
کاهندهٔ pH بسترهٔ کلروپلاست (افزایندهٔ pH تیلاکوئید)	آنزیم ATPساز
افزایندهٔ pH بسترهٔ کلروپلاست (کاهندهٔ pH تیلاکوئید)	پمپ پروتون
جابه‌جا کنندهٔ یون هیدروژن در عرض غشای تیلاکوئید و دارای جایگاه فعال (نقش کاتالیزوری)	آنزیم ATPساز
فتوسیستمی در ساختار غشای تیلاکوئید که...	
حداکثر جذب نوری کلروفیل‌های مرکز واکنش آن در طول موج ۷۰۰ نانومتر است	فتوسیستم ۱
حداکثر جذب نوری کلروفیل‌های مرکز واکنش آن در طول موج ۶۸۰ نانومتر است	فتوسیستم ۲
الکترون‌های برانگیختهٔ خود را مستقیماً به عضوی در سطح **خارجی** غشای تیلاکوئید منتقل می‌کند	فتوسیستم ۱
الکترون‌های برانگیختهٔ خود را مستقیماً به عضوی **آب‌گریز** از زنجیرهٔ انتقال الکترون منتقل می‌کند	فتوسیستم ۲
کمبود الکترون خود را در نتیجهٔ دریافت الکترون‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون جبران می‌کند	فتوسیستم ۱
الکترون‌های خروجی آن در انتقال فعال یون هیدروژن نقش دارند	فتوسیستم ۲
کمبود الکترون خود را مستقیماً از تجزیهٔ آب جبران می‌کند	فتوسیستم ۲

۴۲۹۶ (۲): باید به فتوسیستم‌ها و اعضای دو زنجیره دقت کنید.

بررسی موارد (الف) نادرست. *در مورد فتوسیستم ۲ نادرست چون برخلاف بقیه، قبلش ناقل الکترونی نیست و خودش از آب الکترون می‌گیره.* (ب) **درست**. در مورد سه تا ناقل دو طرف فتوسیستم ۱ است که در تجزیهٔ آب و یا ورود H^+ از پمپ نقش ندارند. (ج) نادرست. تمام نکات در رابطه با شکل و عمل پروتئین آنزیم ATPساز صحیح است ولی دقت کنید که اصلاً این پروتئین الکترونی عبور نمی‌دهد. (د) نادرست. چون فتوسیستم‌ها از اعضای زنجیرهٔ انتقال الکترون نیستند.

۴۲۹۷ (۴): سؤال در مورد مقایسهٔ گیاه CAM با گیاهان C_4 و C_3 در قسمت دوم است.

بررسی موارد (الف) دربارهٔ گیاهان کم برخلاف C_4ها نادرست است. (ب) دربارهٔ گیاهان C_3 نادرست است و فقط در گیاهان CAM (کم) و C_4 رخ می‌دهد. (ج) بله هر گیاه فتوسنتزکننده‌ای در چرخهٔ کالوین این عمل را انجام می‌دهد. (د) برعکس در گیاهان CAM چون روزنه‌ها در شب باز می‌شوند، خمیدگی یاختهٔ نگهبان زیاد می‌شود.

۴۵۷ مروری بر گیاهان C_3، C_4 و CAM

موارد مقایسه		گیاه C_3	گیاه C_4	گیاه CAM
تحمل گرما		−	++	+++
سازگاری برای مقابله با تنفس نوری		−	+	+
دارای برگ یا ساقهٔ گوشتی و پرآب		−	−	+
تثبیت کربن‌دی‌اکسید جو در اسید چهارکربنه		−	+	+
تثبیت کربن‌دی‌اکسید جو در چرخهٔ کالوین		+ (روز)	+ (روز)	+ (روز)
فعالیت روبیسکو		+ (روز)	+ (روز)	+ (روز)
تثبیت کربن‌دی‌اکسید در روز		+	+	+
تثبیت کربن‌دی‌اکسید در شب		−	−	+
تقسیم زمانی تثبیت کربن		−	−	+
تقسیم مکانی تثبیت کربن		−	+	−
تعداد مسیر آنزیمی تثبیت کربن		۱	۲	۲
واجد یک مسیر آنزیمی تثبیت کربن در طول روز		+	−	+
مثال		اکثر گیاهان مثل گل رز	ذرت	آناناس
تنفس نوری		دارد	به ندرت دارد	*بگید نداره!*
اولین ترکیب برای واکنش تثبیت کربن		شش‌کربنه ناپایدار	اسید چهارکربنه پایدار	اسید چهارکربنه پایدار
اولین ترکیب پایدار حاصل از تثبیت کربن		اسید سه‌کربنه	اسید چهارکربنه	اسید چهارکربنه
استفاده از پلاسمودسم برای انتقال اسیدهای تولیدی در تثبیت کربن		−	+	−
بسته بودن دائمی روزنه‌های هوایی در روز		−	−	+
زنجیرهٔ انتقال الکترون		+	+	+
وجود کلروپلاست در	میانبرگ	+	+	+
	غلاف آوندی	−	+	−
	نگهبان روزنه	+	+	+

۴۲۹۸ (۱): میتوکندری و کلروپلاست منظور تست است که *ATP* را به‌صورت اکسایشی یا نوری به کمک زنجیرهٔ انتقال الکترون تولید می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱): نادرست.** کلروپلاست در درونی‌ترین فضای خود که درون تیلاکوئید است به تجزیهٔ آب می‌پردازد (نه تولید آب). **گزینهٔ (۲):** درست. در هر دو مورد، گرفتن و از دست دادن الکترون در واکنش‌ها وجود دارد. **گزینهٔ (۳):** درست. هر زنجیرهٔ راکیزه و سبزدیسه، دو عضو دارد که فقط الکترون عبور می‌دهند. **گزینهٔ (۴):** درست. در بین دو غشای راکیزه و درون تیلاکوئید تراکم H^+ زیاد است.

مقایسهٔ هسته، میتوکندری و کلروپلاست ۴۵۸

موارد مقایسه	هسته	میتوکندری	کلروپلاست
تعداد در یاخته	معمولاً یکی	معمولاً بیشتر از یکی	معمولاً بیشتر از یکی
دنای حلقوی	ندارد	تعدادی دارد	دارد
نوکلئیک‌اسید خطی	دارد (رنا و دنا)	دارد (رنا)	دارد (رنا)
تعداد تقسیم در هر چرخه یاخته‌ای	یکی	بیش از یکی	بیش از یکی
ریبوزوم فعال و تولید پروتئین (ترجمه)	−	+	+
پروتئین هیستون	+	−	−
تولید *ATP*	−	+(پیش‌ماده‌ای و اکسایش)	+(نوری)
مصرف *ATP*	+	+(عمل ترجمه و ...)	+
نوع رنابسپاراز	رنابسپارازهای ۱، ۲ و ۳	رنابسپاراز مخصوص خود	رنابسپاراز مخصوص خود
زنجیرهٔ انتقال الکترون	−	دارد با ۵ عضو	دوتا دارد
غشای درونی چین‌خورده	−	+	−
غشای منفذدار	+	−	−
همانندسازی و رونویسی	+	+	+

۴۲۹۹ (۴): بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مورد تولید *ATP* و مصرف C_5 در چرخهٔ کربس صحیح است. **گزینهٔ (۲):** در مورد مصرف *ATP* و تولید قند C_3 فسفاته در چرخهٔ کالوین صحیح است. **گزینهٔ (۳):** در مورد تولید CO_2 و مصرف NAD^+ و *FAD* که یکی از آن‌ها یون است صحیح است. **گزینهٔ (۴):** گیرندهٔ الکترونی نوکلئوتیددار یا همان $NADP^+$ در چرخهٔ کالوین تولید می‌شود (نه مصرف).

۴۳۰۰ (۲): همهٔ موارد نادرست‌اند.

بررسی موارد (الف) هر رنگیزه نه! فقط کلروفیل *a* درون فتوسیستم! (ب) هر آب، دو الکترون می‌دهد. (ج) فقط دربارهٔ پمپ صحیح است. (د) از سه پروتئین رد می‌شود.

۴۳۰۱ (۳): موارد (الف) و (د) صحیح‌اند.

بررسی موارد (الف) **درست.** درون یک آنتن، انتقال الکترون مجازه! ولی بین دو آنتن فقط انتقال انرژی مجازه! (ب) نادرست! ممکنه انرژی را از دست بره و به سطح مدارش برگرده! (ج) نادرست. قب از انرژی نور خورشید هم می‌گیرن! (د) **درست.** شکل کتابه و اینکه تا انرژی از بقیهٔ آنتن‌ها نگیرن، عمراً برانگیخته نشن!

۴۳۰۲ (۳): سؤال در مورد مقایسهٔ گیاهان C_4 و *CAM* با گیاه C_3 می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لزوماً اینطور نیست. مثلاً در میانبرگ غلاف آوندی روبیسکو فعالیت کربوکسیلازی ندارها **گزینهٔ (۲):** دربارهٔ گیاهان کم (CAM) نادرست است. **گزینهٔ (۴):** در مورد مواد چهارکربنی چرخهٔ کربس صحیح است. **گزینهٔ (۴):** دو تا ایراد میشه گرفت یکی در میانبرگ C_4 ها که چرخهٔ کالوین ندارند و یکی هم اینکه اصلاً چرا برفلاف؟! قب در همه می‌تونه انجام بشه!

تغییرنامهٔ طراحی تست در گیاهان C_3 و C_4 ۴۵۹

نوعی مسیر آنزیمی تثبیت کربن در گیاه ذرت که...	
در گیاه گل رز نیز امکان انجام شدن دارد.	مسیر آنزیمی دوم تثبیت آن در چرخهٔ کالوین است.
نخستین ترکیب تولیدی آن پایدار است.	مسیر آنزیمی اول که فقط با CO_2 ترکیب می‌شود.
باعث تولید ترکیب پنج‌کربنه می‌شود.	مسیر آنزیمی دوم (روبیسکو)
در یاخته‌های رگبرگ انجام می‌شود.	مسیر آنزیمی دوم یعنی روبیسکو در غلاف آوندی
با تولید ترکیب کربن‌دار ناپایدار همراه است.	مسیر آنزیمی دوم (روبیسکو)
در طول روز انجام می‌شود.	مسیر آنزیمی اول و دوم برای هر دو نوع تثبیت
باعث تشکیل ترکیبات متنوع‌تری می‌شود.	مسیر آنزیمی دوم در چرخهٔ کالوین
باعث تولید اسید چهارکربنه می‌شود.	مسیر آنزیمی اول که اولین تثبیت CO_2 است.
ترکیبی در طی واکنش‌های چرخهٔ کالوین که...	
نخستین ترکیب پنج‌کربنه تولید شده است.	ریبولوزفسفات
در زمان مصرف *ATP* و *NADPH* مصرف می‌شود.	اسید سه‌کربنه
بدون تغییر در تعداد اتم‌های کربن به ترکیب دیگر تبدیل می‌شود.	ریبولوزفسفات – ترکیب سه‌کربنه و اسیدی
ترکیبی در طی واکنش‌های چرخهٔ کالوین با توانایی مصرف *ATP*	ریبولوزفسفات – اسید سه‌کربنه
تک‌فسفاته است.	اسید سه‌کربنه – قند سه‌کربنه – ریبولوزفسفات

۴۳۰۳ (۳): سؤال در مورد باکتری‌های فتوسنتزکنندهٔ غیراکسیژن‌زاست که فقط مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. *در مورد گوگردی‌ها کتاب گفته H_2S معرفی منبع الکترون‌ها نه اینکه هر کی غیراکسیژن‌زا بود از مادهٔ آلی نتونه الکترون بگیره!* (ب) نادرست. *اصلاً باکتری که تیلاکوئید نداره!* (ج) **درست.** همواره در تولید مواد آلی کمی آب هم تولید می‌شود. (د) نادرست. *وقتی اکسیژن‌زا نیست یعنی آب تجزیه نمی‌کنه واسه فتوسنتز!*

۴۳۰۴ (۴): منظور ناقل پروتئینی بزرگ‌تر در زنجیرهٔ انتقال الکترون دومی است. موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** با توجه به شکل کتاب این ناقل بزرگ از دو قسمت خود به غشای تیلاکوئید متصل است. (ب) **درست.** به شکل کتاب دقت کن! (ج) **درست.** با اتصال الکترون و پروتون به $NADP^+$، مقدار H^+ بستره کم و تفاوت آن با داخل تیلاکوئید زیاد می‌شود. (د) نادرست. این ناقل برای انتقال الکترون است نه پروتون!

۴۳۰۵ (۲): تقسیم‌بندی مکانی فقط برای گیاهان C_4 در طی فتوسنتز انجام می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دربارهٔ گیاهان C_4 نادرست است و مخصوص *CAM*هاست. **گزینهٔ (۲):** دربارهٔ گیاهان C_4 درست است که اسید C_4 و C_3 را بین غلاف و میانبرگ عبور می‌دهند. **گزینهٔ (۳):** دربارهٔ گیاهان C_3 نادرست است. **گزینهٔ (۴):** دربارهٔ گیاهان *CAM* نادرست است که اسید C_4 در میانبرگ می‌سازند.

۴۳۰۶ (۳): سؤال در مورد گیاهان C_4 و *CAM* است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** *ADP و ریبولوزبیس فسفات منظوره!* **گزینهٔ (۲):** *ADP منظوره و درسته!* **گزینهٔ (۳):** بستگی دارد که این مولکول ریبولوز فسفات باشد یا ریبولوزبیس فسفات. چون مصرف *ATP* فقط برای تولید ریبولوزبیس فسفات است. **گزینهٔ (۴):** *بله NADPH و ATP منظوره دیگه!*

۴۳۰۷ (۱): منظور سؤال تنفس نوری است.

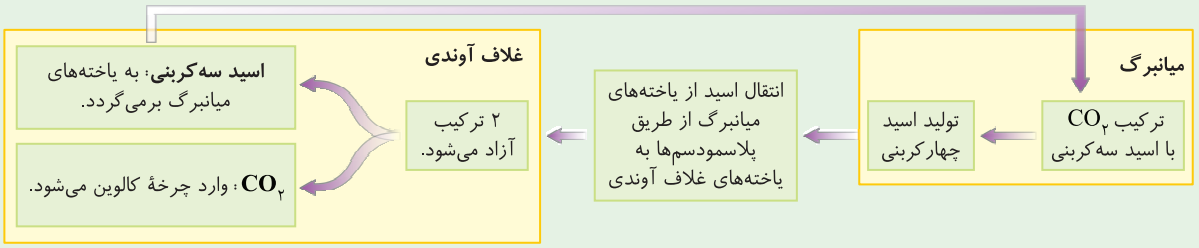
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مورد C_5 پرانرژی که به C_2 و C_3 تجزیه می‌شود صحیح است. **گزینهٔ (۲):** در تنفس نوری به ازای هر قند C_5 در نهایت یک CO_2 ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۳):** در تنفس نوری همانند چرخهٔ کالوین C_5 دوفسفاتهٔ اولیه توسط C_3 بازسازی می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در تنفس نوری، مولکول C_2 وارد راکیزه می‌شود نه C_3!

۴۳۰۸ (۲): **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** دربارهٔ گیاهان کم صحیح است. **گزینهٔ (۲):** منظور گیاهان *CAM* است که در یک یاخته انجام می‌شود. **گزینهٔ (۳):** در مورد گیاهان عادی صحیح است و در چرخهٔ کالوین اتفاق می‌افتد. **گزینهٔ (۴):** در مورد گیاهان *CAM* و تثبیت CO_2 در شب صحیح است.

فتوسنتز در گیاهان C_4: یاخته‌های غلاف‌آوندی در این گیاهان سبزدیسه دارند و محل انجام چرخهٔ کالوین‌اند، در حالی‌که یاخته‌های غلاف آوندی که در اطراف دستهٔ آوندی در گیاهان C_3 دیده می‌شوند، سبزدیسه ندارند. تثبیت کربن در گیاهان C_4 در دو مرحله، ابتدا در یاخته‌های میانبرگ و سپس در یاخته‌های غلاف آوندی انجام می‌شود.

علت نام‌گذاری: در گیاهان C_4، CO_2 در یاخته‌های میانبرگ با اسیدی سه‌کربنی ترکیب و در نتیجه اسیدی چهارکربنی ایجاد می‌شود. به همین علت به این گیاهان، گیاهان C_4 می‌گویند؛ زیرا اولین مادهٔ **پایدار** حاصل از تثبیت کربن، ترکیب اسیدی چهارکربنی است.

روند انجام فتوسنتز در گیاهان C_4:

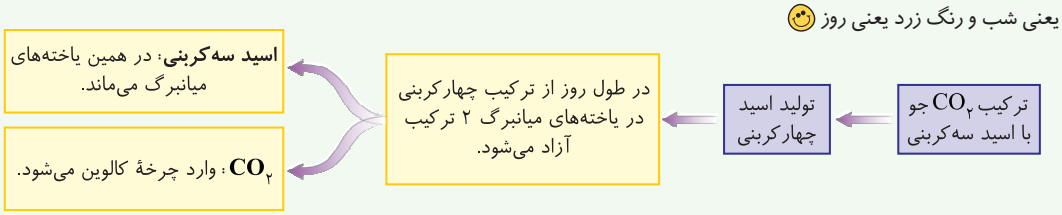


- در گیاهان C_4 با وجود عملکرد آنزیم‌های گوناگون در تثبیت کربن و تقسیم مکانی آن در دو نوع یاخته، میزان CO_2 در محل فعالیت آنزیم روبیسکو، به اندازه‌ای بالا نگه داشته می‌شود که بازدارندهٔ تنفس نوری است، بنابراین، تنفس نوری **به ندرت** در این گیاهان روی می‌دهد.
- این گیاهان در دماهای بالا، شدت‌های زیاد نور و کمبود آب، در حالی‌که روزنه‌ها بسته شده‌اند تا از تبخیر آب جلوگیری شود، همچنان میزان CO_2 را در محل عملکرد آنزیم روبیسکو بالا نگه می‌دارند. به همین علت کارایی آن‌ها در چنین شرایطی حتی در صورت CO_2 اندک، بیش‌تر از گیاهان C_3 است.

فتوسنتز در گیاهان *CAM* (کم): بعضی گیاهان در مناطقی زندگی می‌کنند که با دما و نور شدید در طول روز و کمبود آب مواجه‌اند. در این گیاهان روزنه‌ها در طول روز بسته و شب بازاند. برگ، ساقه یا هردوی این‌ها در چنین گیاهانی گوشتی و پرآب است. این گیاهان در واکوئل‌های خود دارای ترکیباتی پلی‌ساکاریدی هستند که آب را در خود نگه می‌دارند. **مثال:** آناناس و یا برخی کاکتوس‌ها

روند انجام فتوسنتز در گیاهان *CAM*:

رنگ آبی یعنی شب و رنگ زرد یعنی روز



مقایسهٔ کارایی گیاهان در دما و نور شدید و کمبود آب: $CAM < C_3 < C_4$

۴۳۰۹ (۴) هم در تنفس نوری و هم در چرخهٔ کالوین، مادهٔ سه‌کربنی برای بازسازی قند C_5 دوفسفاته اولیه استفاده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دربارهٔ کالوین صحیح است، ولی در مورد ایجاد C_5 پرانرژی در تنفس نوری که قند تولید نمی‌شود، نادرست است. **گزینهٔ (۲):** *دربارهٔ تنفس نوری منظوره که چون ATP تولید نمی‌کنه، نادرسته.* **گزینهٔ (۳):** دربارهٔ تنفس نوری نادرست است چون اکسایش و کاهش در آن صورت نمی‌گیرد.

۴۳۱۰ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در مورد فتوسیستم ۲ که الکترون $P_{۶۸۰}$ را دریافت می‌کند، نادرست است. **گزینهٔ (۲):** هر فتوسیستم، ناقل پروتئین بعدی را کاهش می‌دهد (نه اکسایش). **گزینهٔ (۳):** می‌تواند در آنتن‌ها الکترون برانگیخته ایجاد کند ولی نمی‌تواند آن الکترون را از فتوسیستم خارج کند. **گزینهٔ (۴):** *درسته و فیلی نکتهٔ قشنگیه!* فتوسیستم ۲ در تأمین انرژی برای تولید ATP نقش دارد که یون منفی فسفات به نوکلئوتید ADP اضافه می‌شود و فتوسیستم ۱ در رسیدن بار منفی الکترون به $NADP^+$ نقش دارد. هر دو فتوسیستم سبب کاهش یک عضو پروتئینی از زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌شوند.

۴۳۱۱ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** از شکستن ترکیب C_6 ابتدا اسید سه‌کربنه ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۲):** طبق شکل کتاب و چرخهٔ کالوین صحیح است. **گزینهٔ (۳):** دور از انتظار نیست. چون هم ATP و هم NADPH تجزیه می‌شوند که هر دو آدنین دارند. **گزینهٔ (۴):** دربارهٔ ATPهای مصرف شده در پایان چرخه برای بازسازی C_5 دوفسفاته نادرست است.

۴۳۱۲ (۳) این عبارت در مورد همهٔ فتوسنتزکنندگان و شیمیوسنتزکنندگان تقریباً صادق است که از آب، H_2S ، NH_4^+ و ... الکترون بگیرند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** همان‌طور که در ابتدای فصل هم نشان داده شده است، طی فتوسنتز همواره کمی آب تولید می‌شود. **گزینهٔ (۲):** در مورد شیمیوسنتزکنندگان نادرست است. **گزینهٔ (۳):** فقط در مورد برخی شیمیوسنتزکنندگان صحیح است. **گزینهٔ (۴):** باکتری رنای خطی دارد ولی ژن در دنا قرار دارد.

۴۳۱۳ (۲) سؤال در مورد مقایسهٔ گیاهان C_4 مثل ذرت با بقیه می‌باشد. آناناس گیاهی CAM ولی گل رز گیاهی C_3 است.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** در C_4 ، یک تثبیت در میانبرگ و تثبیت دیگر در غلاف آوندی است (نه میانبرگ). (ب) **نادرست.** محصول اولیهٔ روبیسکو در فتوسنتز مادهٔ شش‌کربنی ناپایدار است که در هر دو گیاه است. (ج) **نادرست.** گیاه انگل فتوسنتز ندارد و فقط زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه با تولید گیرندهٔ الکترونی دارد ولی در گیاه C_4 ، فقط زنجیرهٔ دوم تیلاکوئید حامل الکترونی NADPH می‌سازد. (د) درست. در گیاهان C_4 برخلاف C_3 با بسته شدن روزنه توسط آبسیزیک‌اسید، باز هم چرخهٔ کالوین ادامه می‌یابد.

۴۳۱۴ (۲) همهٔ موارد نادرست‌اند.

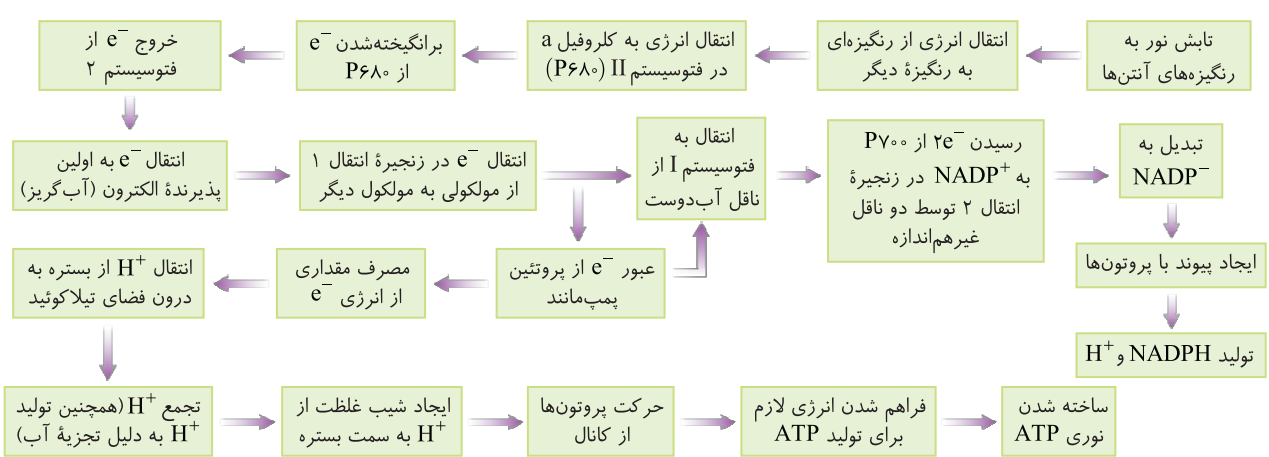
بررسی موارد (الف) *براساس کتاب دهم لزوماً نه، می‌تونه آمونیاک‌ساز باشه که از مواد آلی،* NH_4^+ *می‌سازه!* (ب) طبق متن کتاب برای **حذف** هیدروژن سولفید به‌کار می‌رود (نه کاهش). (ج) شاید بی‌هوازی از نوع الکلی باشد. (د) دربارهٔ سیانوباکتری نادرست است چون فقط سبزینه a دارد.

۴۳۱۵ (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** **درست.** در طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر حداکثر فتوسنتز و تولید O_2 است. **گزینهٔ (۲):** نادرست. کاروتنوئید در طول موج بالای ۵۱۰ که منظور عبارت است، توانایی جذب نور ندارد. **گزینهٔ (۳):** نادرست. فقط قبل از ۴۰۰ نانومتر توانایی کاروتنوئید از کلروفیل بیشتر است. **گزینهٔ (۴):** نادرست. سبزینه‌ها در طول موج‌های مختلف نور مرئی قادر به جذب نور هستند.

۴۳۱۶ (۳) منظور هر کیسهٔ تیلاکوئید است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دربارهٔ سومین پروتئین بعد از فتوسیستم ۲ نادرست است. **گزینهٔ (۲):** دربارهٔ فتوسیستم ۲ نادرست است. **گزینهٔ (۳):** در مورد نقش پمپ H^+ در ایجاد شیب غلظت و انرژی حاصل از آن برای تولید ATP در آنزیم ATPساز صحیح است. **گزینهٔ (۴):** فتوسیستم‌ها و آنتن‌های آن‌ها منظور است که قسمتی از اجزای زنجیرهٔ انتقال الکترون نیستند.

مسیر زنجیره‌های انتقال الکترون در تیلاکوئید



۴۳۱۷ (۳) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) دربارهٔ تنفس نوری نادرست است. (ب) ، (ج) و (د) دربارهٔ تخمیر الکلی نادرست می‌باشند.

۴۳۱۸ (۲) باکتری‌های فتوسنتزکنندهٔ غیراکسیژن‌زا و شیمیوسنتزکننده منظور این سؤال هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دربارهٔ اغلب آن‌ها نادرست است چون مثلاً از H_2S الکترون می‌گیرند. **گزینهٔ (۲):** در مورد قندکافت صحیح است. **گزینهٔ (۳):** فقط دربارهٔ برخی تولیدکنندگان که از H_2S استفاده می‌کنند صحیح است. **گزینهٔ (۴):** دربارهٔ شیمیوسنتزکنندگان نادرست است.

۴۳۱۹: ۳ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** گروه کربوکسیل در مادهٔ اسیدی ایجاد می‌شود و پس از آن در چرخهٔ کالوین فسفات از ATP جدا می‌شود. **گزینهٔ (۲):** فراوردهٔ واکنش‌های نوری ATP و $NADPH$ است که طی مصرف آن‌ها مواد نوکلئوتیدی ایجاد می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** *شاید فیلی‌ها این گزینه را بزنند ولی بی‌رحمت‌اند و باسوادا* سؤال در مورد چرخهٔ کالوین است نه واکنش‌های وابسته به نور! **گزینهٔ (۴):** در مورد آزاد شدن فسفات قبل از تولید قند C_3 صحیح است.

۴۳۲۰: ۲ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** تولید ADP برای تولید مادهٔ آغازگر چرخهٔ کالوین (C_5 دوفسفاته) لازم است ولی در چرخهٔ کربس تولید ADP نداریم. **گزینهٔ (۲):** تولید ADP در هر دو مشترک است. **گزینهٔ (۳):** فراوردهٔ مشترک مثل $NADH$ و CO_2 ندارند. **گزینهٔ (۴):** فراوردهٔ مشترک مثل NAD^+ ندارند. در چرخهٔ کالوین $NADP^+$ تولید می‌شود.

۴۳۲۱: ۳ خرزهره با توجه به شکل فصل ۶ دهم گیاهی دولپه‌ای است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های غلاف آوندی منظور است که کلروپلاست ندارند. **گزینهٔ (۲):** یاخته‌های نگهبان روزنه از یاخته‌های اطراف کوچکترند! **گزینهٔ (۳):** در مورد اسفنجی‌ها صحیح است. **گزینهٔ (۴):** توانایی مصرف O_2 در یاخته‌های فتوسنتزکننده مثل نگهبان روزنه، هم در راکیزه و هم در سبزدیسه توسط روبیسکو در تنفس نوری رخ می‌دهد.

۴۳۲۲: ۲ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** درست. شکل کتاب است. در چرخهٔ کالوین در مورد تبدیل قند C_3 به C_5 صحیح است. **گزینهٔ (۲):** **نادرست.** یون‌های هیدروژن در این عمل به همراه الکترون به اسیدها می‌رسند تا به قند تبدیل شوند. **گزینهٔ (۳):** درست. در مورد $NADP^+$ و ADP صحیح است. **گزینهٔ (۴):** درست. این ویژگی آنزیم‌هاست و فعالیت‌های یاخته هم با آنزیم‌های مختلف است.

۴۳۲۳: ۲ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در طول موج ۵۰۰ نانومتر مقدار جذب هر نوع رنگیزهٔ فتوسنتزی کم شده است. **گزینهٔ (۲):** دربارهٔ کلروفیل a مرکز واکنش صحیح است، چون در بین آنتن‌هاست و در تماس با فسفولیپید نمی‌باشد. **گزینهٔ (۳):** چنین رنگیزهٔ فتوسنتزی نداریم که در طول موج ۶۰۰ تا ۶۷۰ نانومتر به بیشترین جذب خود برسد حتی P_{700} و P_{680} هم در طول موج‌های بعد از ۶۷۰ به حداکثر توانایی می‌رسد. **گزینهٔ (۴):** کاروتنوئید در کمتر از ۴۰۰ نانومتر جذب نور دارد که در نور قرمز در انتهای طیف مرئی، قدرت جذب نور ندارد.

ساختار فتوسیستم‌ها ۴۶۱

اجزای فتوسیستم	رنگیزه‌های موجود در آن‌ها	پروتئین	محل	وظیفه
آنتن‌های گیرندهٔ نور	انواع سبزینه‌ها و کاروتنوئیدها	انواع پروتئین دارد	غشای تیلاکوئیدها	انرژی نوری را توسط مجموعه رنگیزه‌ها گرفته تا در نهایت به سبزینهٔ a مرکز واکنش تحویل دهد.
مرکز واکنش	سبزینهٔ a که آن را با P نشان می‌دهند.	در بستری پروتئینی قرار دارد.	غشای تیلاکوئیدها	○ مسئول خارج کردن الکترون از فتوسیستم می‌باشد. ○ سبزینهٔ a از نوع P_{680} در فتوسیستم ۲ دارد. ○ سبزینهٔ a از نوع P_{700} در فتوسیستم ۱ دارد.

۴۳۲۴: ۳ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** *قسمت اول می‌تونه در مورد ریزوبیوم هم علاوه‌بر سیانوباکتری باشه ولی قسمت دوم در مورد شیمیوسنتزکننده‌هاست که این‌کاره نیستن!* **گزینهٔ (۲):** دربارهٔ شیمیوسنتزکنندگان نادرست است. **گزینهٔ (۳):** منظور سیانوباکتری‌هاست که دارای کلروفیل a هستند که این رنگیزه تا طول موج ۷۰۰ نانومتر توانایی جذب نور دارد. **گزینهٔ (۴):** این باکتری‌ها لزوماً کالوین ندارند. چرخهٔ کالوین مخصوص فتوسنتزکنندگان است.

۴۳۲۵: ۱ منظور سؤال شیمیوسنتزکنندگان است که موارد (الف) و (د) صحیح می‌باشند.

بررسی موارد (الف) **درست.** این باکتری‌ها از نور استفاده نمی‌کنند و در حقیقت در مکان‌هایی معمولاً هستند که نور به آن‌ها نمی‌رسد. (ب) نادرست. باکتری‌های نیتراتساز فقط یک مثال از باکتری‌هایی شیمیوسنتزکننده‌اند که ضمن اکسایش آمونیوم، نیترات ایجاد می‌کنند. (ج) *مگه میشه؟! این‌ها انرژی واکنش را از اکسایش موا معدنی به‌دست میارن!* (د) **درست.** در مورد (ج) توضیح داده‌ام.

۴۳۲۶: ۱ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** طبق چرخهٔ کالوین صحیح است. **گزینهٔ (۲):** سه ADP تولید می‌شود (نه مصرف). **گزینهٔ (۳):** $NADPH$ در طی تغییر قند تا قند تولید یا مصرف نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** ربطی به NAD^+ ندارد (P‌ش کو؟!).

۴۳۲۷: ۱ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** قسمت اول در مورد C_3 و به ندرت C_4 است ولی قسمت دوم دربارهٔ گیاهان C_3 نادرست است. (ب) **نادرست.** قسمت اول دربارهٔ C_4 و CAMهاست ولی قسمت دوم دربارهٔ گیاهان C_4 نادرست است. (ج) **نادرست.** قسمت اول در مورد گیاهان C_4 است ولی قسمت دوم دربارهٔ گیاهان C_4 نادرست است، چون روبیسکو در غلاف آوندی آن‌ها فعال می‌شود. (د) درست. قسمت اول در مورد گیاه C_4 است که در چرخهٔ کربس غلاف آوندی ماده‌های C_4 متنوعی می‌سازد.

۴۳۲۸: ۱ همهٔ موارد نادرست است.

بررسی موارد (الف) دقت کنید که طی واکنش روبیسکو، ترکیب شش‌کربنی تولید می‌شود و سپس خودبه‌خود به دلیل ناپایداری تجزیه می‌شود، نه اینکه ترکیب شش‌کربنی وارد آنزیم شود. (ب) مثلاً دربارهٔ ریبولوزفسفات نادرست است که از قند C_3 ایجاد می‌شود. (ج) بعضی از قندهای سه‌کربنی فقط از چرخه خارج می‌شوند. (د) دربارهٔ ADP و مادهٔ شش‌کربنی ناپایدار نادرست است.

۴۳۲۹: ۳ موارد (ب) و (ج) صحیح هستند. منظور یکی از دو واکنش مستقل از نور یا وابسته به نور است که هر دو فقط در نور صورت می‌گیرند.

بررسی موارد (الف) نادرست. در هر دو واکنش، هم اکسایش و هم کاهش صورت می‌گیرد. (ب) **درست.** در مورد واکنش‌های وابسته به نور تیلاکوئیدی صحیح است. (ج) **درست.** در مورد واکنش‌های مستقل از نور صحیح است که آن‌ها نیز فقط در نور انجام می‌شوند.

۴۳۳۰ (۴) موارد (ج) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) قسمت اول مشترک است ولی قسمت دوم نیز دربارهٔ هر دو مورد درست است. چون در غشای درونی راکیزه و غشای تیلاکوئید، زنجیرهٔ الکترونی و پروتئین ATPساز وجود دارد. (ب) هر دو ویژگی مشترک است مثلاً در گویچهٔ قرمز نابالغ، هسته و راکیزه جدا می‌شود ولی یاخته زنده می‌ماند و در اوگلنا هم در نبود نور، سبزدیسه از بین می‌رود ولی یاخته زنده باقی می‌ماند. قسمت دوم هم در هر دو در فرایندهای چرخهٔ کربس و کالوین رخ می‌دهد. (ج) قسمت اول مشترک است ولی قسمت دوم متفاوت است چون به دلیل تیلاکوئید، تعداد فضا در سبزدیسه از راکیزه بیشتر است. (د) قسمت اول مشترک است و قسمت دوم متفاوت چون در زنجیرهٔ اول الکترونی تیلاکوئید، گیرنده و حامل دی‌نوکلئوتیدی به‌کار می‌رود.

۴۳۳۱ (۴) گل جالیز گیاه انگلی است که با ایجاد اندام مکنده و نفوذ آن به ریشهٔ گیاهان جالیزی، موادمغذی موردنیاز خود را به‌دست می‌آورد. در ساختار میتوکندری و کلروپلاست یاخته‌های یوکاریوتی، رنابسپارازهایی وجود دارد که می‌توانند انواع مختلف رنا را بسازند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** سیانوباکتری‌ها از انواع باکتری‌های فتوسنتزکننده هستند که دارای مولکول‌های کلروفیل a در ساختار غشای خود (نه غشای کلروپلاست!) می‌باشند. دقت کنید که مطابق با متن کتاب درسی در پروکاریوت‌ها پروتئین‌سازی **ممکن** است (نه اینکه همواره!) پیش از پایان رونویسی آغاز شود. **گزینهٔ (۲):** اسپیروژیر نوعی جلبک با سبزدیسه‌های نواری شکل و دراز می‌باشد. دقت کنید که فرایند پیرایش فقط برای رنای پیک‌های ساخته شده از روی دنای **هسته‌ای** دیده می‌شود. ولی در مورد رنای پیک راکیزه و پلاست آن این اتفاق نمی‌افتد. **گزینهٔ (۳):** باکتری $E.coli$ در نبود گلوکز آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ دی‌ساکاریدهای لاکتوز و مالتوز ر می‌سازد. به‌طور معمول در پروکاریوت‌ها برخلاف یوکاریوت‌ها، اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز مستقل از پروتئین‌های یاخته صورت می‌گیرد؛ اما دقت کنید که در فرایند تنظیم **مثبت** رونویسی در باکتری $E.coli$ این اتصال با کمک پروتئین فعال‌کننده انجام می‌شود.

۴۶۲ مروری بر نکات میتوکندری و کلروپلاست

موارد مقایسه	میتوکندری	کلروپلاست
تعداد غشا	۲ تا	۲ تا
ریبوزوم	+	+
رنا	+	+
دنا	+	+
دنابسپاراز و هلیکاز و رنابسپاراز	+	+
تولید پروتئین	+	+
توانایی مصرف اکسیژن	+	+ (تنفس نوری)
توانایی مصرف کربن‌دی‌اکسید	−	+
توانایی تقسیم	+	+
زنجیرهٔ انتقال الکترون	+	+
تولید ترکیب دوکربنه	+ (یک نوع)	+ (دو نوع)
تولید ترکیب سه‌کربنه	−	+
تولید ترکیب شش‌کربنه دوفسفاته	−	+
تولید ترکیب پنج‌کربنه	+	+
تولید ترکیب چهارکربنه	+	−
توانایی تولید ATP	+	+
اندازه	کمتر	بیشتر
توانایی ساخت همهٔ پروتئین‌های مورد نیاز خود؟	−	−

۴۳۳۲ (۳) پروتئینی که قبل از فتوسیستم ۱ قرار گرفته است، اولین پروتئینی است که الکترون‌ها از فضای درون تیلاکوئید دریافت می‌نمایند. این پروتئین، به مرکز واکنش فتوسیستم ۱ الکترون می‌دهد که دارای کلروفیل a با حداکثر جذبی در محدودهٔ ۷۰۰ نانومتر است و از طرفی نخستین عضو زنجیرهٔ اول است که کاملاً در خارج غشای تیلاکوئید است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ویژگی پروتئین ناقل اول در زنجیرهٔ انتقال الکترون دوم است. **گزینهٔ (۲):** فتوسیستم کوچک‌تر، نوع ۱ است که قبل از آن زنجیرهٔ انتقال الکترون نداریم! **گزینهٔ (۴):** اولین پروتئین زنجیرهٔ انتقال الکترون اول، در وسط غشای تیلاکوئید است که از $P۶۸۰$ الکترون می‌گیرد.

۴۶۳ مقایسهٔ زنجیره‌های انتقال الکترون در راکیزه و سبزدیسه

شباهت در دو اندامک	تفاوت در دو اندامک
در هر دو واکنش‌های اکسایش و کاهش داریم.	در راکیزه زنجیره در غشای داخلی اما در کلروپلاست در غشای تیلاکوئید قرار دارد.
در هر دو پروتون‌ها توسط پمپ‌ها منتقل می‌شوند.	در سبزدیسه یک عدد پمپ غشایی برای پروتون وجود دارد اما در راکیزه ۳ تا پمپ غشایی.
در هر دو از انرژی الکترون‌ها برای پمپ کردن استفاده می‌شود.	در راکیزه آب تولید می‌شود اما در سبزدیسه آب تجزیه می‌شود.
در هر دو آنزیم ATPساز وجود دارد و پروتون‌ها را طبق شیب غلظت جابه‌جا می‌کند و جزئی از زنجیرهٔ انتقال الکترون نیست.	در راکیزه مولکول‌های نوکلئوتیددار حامل الکترون اکسید می‌شوند اما در سبزدیسه مولکول گیرندهٔ الکترون، کاهش می‌یابد.
در هر دو ATP در بستره تولید می‌شود.	در راکیزه دو مولکول ناقل الکترون در غشا وجود دارد اما در سبزدیسه، ۴تا (هر زنجیره دوتا)
شیب غلظت یون هیدروژن در هر دو به سمت بستره است.	در میتوکندری ۱ مولکول در سطح خارجی غشا و در تیلاکوئید ۳ مولکول سطحی وجود دارد.

۴۳۳۳ (۴) در یاختهٔ نگهبان روزنه، سه نوع زنجیرهٔ انتقال الکترون وجود دارد، یکی در راکیزه و دوتا در تیلاکوئید! موارد (ج) و (د) درست هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. این عبارت فقط در زنجیره درون راکیزه صدق می‌کند. (ب) نادرست. در مورد زنجیرهٔ انتقال الکترون پس از فتوسیستم ۱ نادرست است چون پمپی ندارد. (ج) **درست.** هر کدام از این زنجیره‌ها حداقل دو ناقل الکترونی دارند. (د) **درست.** در هر دو زنجیره، الکترون از پمپ، یا عامل قبل از فتوسیستم ۱ و یا عامل بعد از فتوسیستم ۱ خارج می‌شود که رنگیزه ندارند.

فناوری‌های نوین زیستی



۴۳۳۴ (۱) فقط مورد (الف) نادرست است. تولید پلاستیک قابل تجزیه با کمک روش‌های زیست‌فناوری با وارد کردن ژن‌های بسیاری از این نوع مواد از **باکتری‌ها** به **گیاهان** امکان‌پذیر است. (به این دو جاندار در طرح تست‌ها دقت کنید!) زیست‌فناوری در مسائل تحقیقاتی همچون مطالعهٔ دنای فسیل‌ها کاربرد دارد (درستی مورد (ب))و به دلیل کاربرد فراوان آن، نشانهٔ پیشرفت کشورها محسوب می‌شود (درستی مورد (ج)) و قانون ایمنی زیستی برای تضمین استفادهٔ صحیح از آن تصویب شده است (درستی مورد (د)).

۴۳۳۵ (۴) در زیست‌فناوری علاوه‌بر فعالیت هوشمندانهٔ آدمی لازم به توجه است که باید از موجود **زنده** نیز استفاده کرد (تولید پفک که زیست‌فناوری نیست!).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هدف مهندسی ژنتیک، انبوه‌سازی ژن یا محصول آن است. **گزینهٔ (۲):** در هر دو روش مهندسی ژنتیک و پروتئین، اول در ژنوم دستکاری می‌شود. در مهندسی ژنتیک، همسانه‌سازی همان پروتئین یا دنا صورت می‌گیرد ولی در مهندسی پروتئین با دستکاری در ژن، سبب تولید نوعی پروتئین **جدید** می‌شود. **گزینهٔ (۴):** همسانه‌سازی ژن برای جدا کردن و تکثیر یک یا چند ژن می‌باشد.

۴۳۳۶ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** دقیقاً؛ برای تولید محصولات زیست‌فناوری استفاده از موجود **زنده** و فعالیت هوشمندانهٔ انسانی ضروری است. **گزینهٔ (۲):** در مهندسی ژنتیک، می‌توان ژن را به درون کروموزوم اصلی یاختهٔ پروکاریوت یا یوکاریوت منتقل کرد. **گزینهٔ (۴):** مهندسی ژنتیک با **باکتری‌ها** آغاز شد که دارای دنای **حلقوی** هستند. **گزینهٔ (۴):** زیست‌فناوری از سال‌های بسیار دور آغاز شده است ولی نوع نوین آن جدید است.

کلیات مهندسی ژنتیک

یکی از روش‌های مؤثر در زیست‌فناوری نوین، مهندسی ژنتیک است. در مهندسی ژنتیک قطعه‌ای از دنای یک یاخته توسط ناقل به یاخته‌ای دیگر انتقال می‌یابد در این حالت یاختهٔ دریافت‌کنندهٔ قطعهٔ دنا دچار دست‌ورزی ژنتیکی و دارای صفت جدید می‌شود به جانداری که از طریق مهندسی ژنتیک دارای ترکیب جدیدی از مواد ژنتیکی شده است جاندار تغییر یافتهٔ ژنتیکی یا **تراژنی** می‌گویند. گرچه این روش ابتدا با **باکتری‌ها** شروع شد؛ اما پیشرفت‌های بعدی امکان دست‌ورزی ژنتیکی برای سایر موجودات زنده مثل گیاهان و جانوران را نیز فراهم کرد.

- تولیدمحصولات مختلف به کمک موجودات زنده درزیست‌فناوری موردتوجه قرارگرفته است.

۴۳۳۷ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** پلاستیک‌های قابل تجزیهٔ زیستی دارای هزینه و آسیب **کمتر** به محیط هستند. **گزینهٔ (۲):** وارد کردن ژن‌های مورد نیاز از باکتری به گیاه (یوکاریوت دیواره‌دار) امکان‌پذیر است. **گزینهٔ (۳):** زیست‌فناوری شامل فعالیت‌های هوشمندانهٔ آدمی در تولید و بهبود محصولات گوناگون با استفاده از موجودات **زنده** می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** ژن‌ها از باکتری استخراج و به گیاه وارد می‌شوند.

چند نکتهٔ مهم

- با توجه به اهمیت محیط زیست و حفظ آن تولید و استفاده از پلاستیک‌های قابل تجزیهٔ زیستی راهکار مناسبی برای پیشگیری از مصرف بی‌رویهٔ پلاستیک‌های غیرقابل تجزیه است امروزه به کمک روش‌های زیست‌فناوری تولید پلاستیک‌های قابل تجزیه با صرف هزینهٔ کمتر ممکن شده است این کار با وارد کردن ژن‌های تولید کننده بسیاری از این نوع مواد از **باکتری** به **گیاه** امکان پذیر است.
- به‌طور کلی به هرگونه فعالیت **هوشمندانهٔ** آدمی در تولید و بهبود محصولات گوناگون با استفاده از موجود **زنده**، زیست‌فناوری می‌گویند.
- زیست‌فناوری قلمروی بسیار گسترده دارد و روش‌هایی مانند مهندسی ژنتیک، مهندسی پروتئین و بافت را در بر می‌گیرد. زیست‌فناوری از گرایش‌های علمی متعددی مانند علوم زیستی، فیزیک، ریاضیات و علوم مهندسی بهره می‌برد. کاربردهای فراوان زیست‌فناوری آن را به عنوان نشانهٔ پیشرفت کشورها در قرن حاضر و به یکی از ابزارهای مهم برای تأمین نیازهای متنوع تبدیل کرده است.

۴۳۳۸ (۴) در دورهٔ سوم یعنی زیست‌فناوری **نوین** انتقال ژن از یک ریزجاندار به ریزجاندار دیگر آغاز شد و دانشمندان توانستند با تغییر و اصلاح خصوصیات ریزجانداران، ترکیبات جدید را با مقادیر بیشتر و کارایی بالاتر تولید کنند، بنابراین این ویژگی در زیست‌فناوری کلاسیک (دومین دوره) وجود نداشت. (رد گزینهٔ (۱) و درستی گزینهٔ (۴))

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** مواد غذایی مانند نان، سرکه و محصولات لبنی برای اولین‌بار در دورهٔ زیست‌فناوری اول یعنی سنتی ایجاد شدند. **گزینهٔ (۳):** روش **کشت** یاخته‌ها اولین‌بار در دورهٔ زیست‌فناوری کلاسیک استفاده شد، اما استفاده از تخمیر در همهٔ دوره‌ها وجود داشت.

دورهٔ زیست‌فناوری	سنتی	کلاسیک	نوین
تولید محصولات تخمیری	+	+	+
کشت ریزجانداران	−	+	+
تولید پادزیست و آنزیم	−	+	+
تغییر در خصوصیات جانداران	−	−	+
انتقال ژن بین جانداران	−	−	+
تولید ترکیبات جدید با مقادیر بیشتر	−	−	+
استفاده از ریزجانداران	+	+	+
تولید مواد غذایی	+	+	+
مصرف پادزیست	−	−	+

دوره‌های زیست‌فناوری

۴۳۳۹ (۴) دورهٔ زیست‌فناوری نوین با انتقال ژن از یک ریزجاندار به ریزجاندار دیگر آغاز شد. در صورتی که با استفاده از روش‌های تخمیر و کشت ریزجانداران (میکروارگانیسم‌ها) تولید موادی مانند پادزیست‌ها، آنزیم‌ها و مواد غذایی در این دوره ممکن شد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دوره‌ای که دانشمندان توانستند ترکیبات جدید را با مقادیر بیشتر و کارایی بالاتر تولید کنند. دورهٔ زیست‌فناوری نوین است (نه کلاسیک). **گزینهٔ (۲):** در دورهٔ زیست‌فناوری کلاسیک انسان توانست پادزیست‌ها را تولید کند (نه سنتی). **گزینهٔ (۳):** کشت میکروارگانیسم‌ها مربوط به دورهٔ زیست‌فناوری کلاسیک است (نه برای نوین).

۴۳۴۰ (۴) در هر دورهٔ زیست‌فناوری، فعالیت هوشمندانهٔ انسان با کمک موجود زنده سبب تولید و بهبود محصولات گوناگون شد. پس در گزینهٔ (۴) قسمت اول در مورد دورهٔ سنتی و قسمت دوم در مورد دورهٔ کلاسیک یا نوین است که اولی قدیمی‌تر می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** قسمت اول سنتی ولی قسمت دوم در هر سه دوره است. **گزینهٔ (۲):** قسمت اول کلاسیک ولی قسمت دوم در هر سه مرحله است. **گزینهٔ (۳):** قسمت اول و دوم در مرحلهٔ نوین است البته قسمت دوم در هر مرحله‌ای می‌باشد.

۴۳۴۱ (۳) شکل مربوط به فرایند تخمیر الکلی است که با تولید CO_2 در ورآمدن خمیر نان مؤثر است و هم در زیست‌فناوری کلاسیک و هم سنتی دیده شده است. در این تخمیر $NADH$ که مولکول نوکلئوتیدی است اکسایش می‌شود. گزینهٔ (۱) در مورد کاهش اتانال و گزینه‌های (۲) و (۴) در مورد تخمیر لاکتیکی بودن رد می‌شوند.

۴۳۴۲ (۴) شکل مربوط به مرحلهٔ سوم یعنی انتقال ژن مطلوب به درون یاختهٔ گیاهی است. مراحل ایجاد گیاهان زراعی تراژنی از طریق مهندسی ژنتیک را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

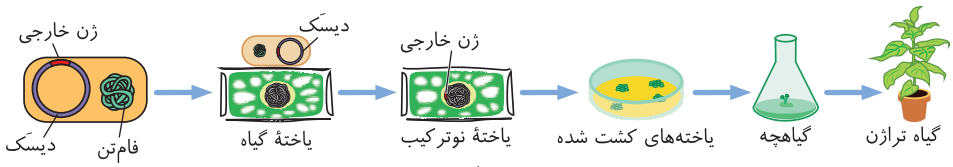
(۱) تعیین صفت یا صفات مطلوب (۲) استخراج ژن یا ژن‌های صفت مورد نظر (۳) **آماده‌سازی و انتقال ژن به گیاه** (۴) تولید گیاه تراژنی (۵) بررسی دقیق ایمنی زیستی و اثبات بی‌خطر بودن برای سلامت انسان و محیط زیست (۶) تکثیر و کشت گیاه تراژنی با رعایت اصول ایمنی زیستی.

۴۳۴۳ (۴) هیچ‌یک از موارد عبارت را به درستی کامل نمی‌کند. مراحل ایجاد گیاهان زراعی تراژنی از طریق مهندسی ژنتیک را یک‌بار دیگر در سؤال قبل ببینید.

۴۳۴۴ (۱) ممکن است مرگ یاخته‌ای مثل اسکلرانشیم رخ داده باشد یا اتفاقات دیگر و به همین دلیل همهٔ یاخته‌ها لزوماً دارای ژن نیستند (رد مورد (الف)). در تولید گیاه تراژنی پس از آنکه یاختهٔ حامل دیسک نوترکیب به یاختهٔ گیاهی اتصال می‌یابد و یاخته‌های نوترکیب ایجاد شدند، در محیط کشتی کاملاً سترون قرار می‌دهیم و بعد از ایجاد گیاهچه به مقادیر متفاوت از تنظیم کننده‌های رشد برای رشد بهتر گیاه استفاده می‌کنیم (تأیید موارد (ب)، (ج) و (د)).

• مهندسی ژنتیک و تولید گیاه تراژنی

یکی از روش‌های زیست‌فناوری، مهندسی ژنتیک هست که در آن می‌آیند یک قطعه دنا از دنای یک یاخته را جدا می‌کنند و به یک یاختهٔ دیگر می‌دهند، چطوری؟ به کمک یک ناقل، چرا؟ تا یاخته‌ای که ژن را دریافت می‌کند بتواند دچار تغییرات ژنتیکی شود و در نتیجه صفات جدیدی را بروز دهد. به این جانداری که به کمک مهندسی ژنتیک، ترکیب جدیدی از مواد ژنتیکی را دریافت می‌کند، جاندار **تغییر یافتهٔ ژنتیکی یا تراژن** می‌گویند. البته جانداری که از هم‌گونهٔ خودش ژن بگیرد تراژن نیست! مثلاً انسانی که بیمار است و ژن انسان دیگری که سالم است را می‌گیرد تراژن محسوب نمی‌شود. مهندسی ژنتیک با **باکتری‌ها** شروع شد اما بعداً به گیاهان، جانوران و انسان هم سرایت کرد و شرایط برای آن‌ها هم فراهم شد. اینجا می‌خواهیم با مراحل تولید یک گیاه تراژنی آشنا بشویم:



«تولید یک گیاه تراژنی»

(۱) اول می‌بینیم که این گیاه ما چه صفتی را نیاز دارد، یعنی صفت یا صفات مطلوبش را می‌یابیم.

(۲) بعد ژن یا ژن‌های آن صفت مورد نظر را از یک دنای دیگر استخراج می‌کنیم (با آنزیم برش‌دهندهٔ دنا).

(۳) گیاه‌مان را آماده می‌کنیم و ژنی که می‌خواهد را به آن انتقال می‌دهیم. چطوری این اتفاق می‌افتد؟ باکتری دارای ژن را در کنار یاختهٔ گیاهی قرار می‌دهیم و دیسک از دیواره و غشای یاختهٔ گیاهی می‌گذرد و بعد از سیتوپلاسم و غشای هسته رد می‌شود و وارد هستهٔ یاختهٔ گیاهی می‌شود و با دنای هسته ادغام می‌شود.

- دیسک توانایی عبور از دیوارهٔ یاختهٔ گیاهی را دارد.
- برای تولید گیاه تراژن از پلازمید استفاده می‌شود و در اینجا از ژن خارجی که در پلازمید یک باکتری قرار داده شده استفاده شده است.

(۴) گیاه تراژن که ژن بیگانه دارد را می‌سازیم.

(۵) ایمنی زیستی و بی‌خطر بودن ژن را برای انسان و محیط زیست بررسی می‌کنیم.

(۶) اگر همه چیز اوکی بود آن را با رعایت اصول ایمنی زیستی تکثیر می‌کنیم.

۴۳۴۵ (۲) فقط مورد (د) صحیح است.

بعضی از رناها در پروکاریوت‌ها از روی چند ژن ساخته می‌شوند که یک توالی ژنی پایان، نمی‌تواند باعث پایان رونویسی آن شود مانند ژن‌های تجزیهٔ لاکتوز و مالتوز! (رد موارد (الف) و (ب)). اگر جاندار تراژن، باکتری باشد، غشای هسته ندارد که عوامل رونویسی از آن عبور کنند (رد مورد (ج)). رنای ناقل توسط رنابسپاراز ۳ یا رنابسپاراز پروکاریوتی ساخته می‌شود (تایید مورد (د)).

۴۳۴۶ (۳) جاندار تراژنی جانداری است که در یاخته‌های آن DNA **بیگانه** از گونهٔ دیگر وجود دارد. در گزینه‌های (۱)، (۲) و (۴) یاخته‌های گندم، انسان و پنبه، DNA بیگانه دریافت کرده‌اند، اما در گزینهٔ (۳) فرد، **محصول ژن** یعنی پروتئین ضدانعقادخون را دریافت کرده است که تراژنی نمی‌باشد.

۴۳۴۷ (۴) در مرحلهٔ پنجم (حدفاصل مراحل ۴ و ۶) تولید گیاه تراژنی، بررسی ایمنی زیستی و اثبات بی‌خطر بودن آن برای سلامت انسان و محیط زیست روی می‌دهد.

مهندسی ژنتیک را می‌توان به صورت زیرخلاصه کرد: (با توجه به این سؤال کنکور باید هر مطلبی که مراحل شمارشی دارد را در کتاب‌ها حفظ کنید!)

(۱) تعیین صفت یا صفات مطلوب (۲) استخراج ژن یا ژن‌های صفت مورد نظر (۳) آماده‌سازی و انتقال ژن به گیاه (۴) تولید گیاه تراژنی (۵) بررسی دقیق ایمنی زیستی و اثبات بی‌خطر بودن برای سلامت انسان و محیط زیست (۶) تکثیر و کشت گیاه تراژنی با رعایت اصول ایمنی زیستی.

۴۳۴۸ (۴): گیاه تراژنی شده با ژن‌های ریزوبیوم یا برخی سیانوباکتری‌ها تراژن‌های دارای توانایی تثبیت نیتروژن می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مهندسی ژنتیک دنای جدا کرده را برخلاف مهندسی پروتئین تغییر نمی‌دهند. **گزینهٔ (۲):** در صورتی که دنا با ترکیب جدید بگیرند تراژن است مثلاً گرفتن دیسک که تراژن شدن نیست. **گزینهٔ (۳):** باکتری توانایی این کار را دارد. (فصل ۲ دوازدهم)

۴۳۴۹ (۳): موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح هستند. سؤال در مورد **باکتری‌ها**ست.

بررسی موارد (الف) **درست.** باکتری‌ها کلروفیل b و کاروتنوئید هیچگاه ندارند ولی سیانوباکتری کلروفیل a دارد. (ب) **درست.** از بین ریزوبیوم و سیانوباکتری‌ها، فقط برخی سیانوباکتری‌ها، هم فتوسنتز (تثبیت کربن) و تثبیت نیتروژن دارند. (ج) **درست.** در مورد تنظیم مثبت و منفی رونویسی و نیاز به توالی تنظیمی راه‌انداز به همراه جایگاه اتصال فعال کننده یا اپراتور را نیاز دارند. (د) نادرست. هیچ باکتری بیش از یک دنای اصلی ندارد.

۴۳۵۰ (۲): موارد (ج) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. مهندسی ژنتیک هم ژن و هم فراورده را می‌تواند بسازد. (ب) نادرست. می‌تواند با یک یا چند ژن رخ دهد. (ج) و (د) **درست.** خط کتاب درسی در تیتر مراحل مهندسی ژنتیک هستند.

اصول کلی مهندسی ژنتیک

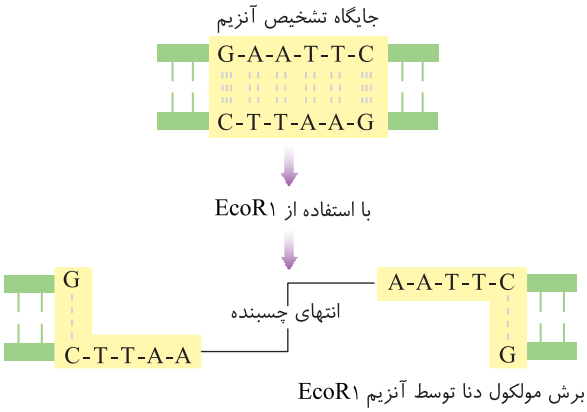
مهندسی ژنتیک می‌خواهد ژن و فراورده‌های آن را به تولید انبوه برساند و برای این کار از همسانه‌سازی دنا استفاده می‌کند. در همسانه‌سازی از ابزارهای مختلف استفاده می‌کنند تا مادهٔ وراثتی در خارج از یاخته تهیه و به وسیلهٔ یک ناقل همسانه‌سازی به درون ژنوم برود که باعث می‌شود مقدار زیادی دنای خالص تولید شود تا برای مطالعه یا تولید یک مادهٔ به خصوصی استفاده گردد.

۴۳۵۱ (۳): آنزیم‌های برش‌دهنده فقط بر روی مولکول‌های **دنا** تأثیر دارند، لذا بر روی مولکول‌های رنا تأثیری ندارند. (نادرستی گزینهٔ (۱)) این آنزیم‌ها در باکتری‌ها تولید می‌شوند (نه هر تک‌یاخته‌ای) (نادرستی گزینهٔ (۲))، هم بر دنای پروکاریوتی و هم یوکاریوتی اثر می‌گذارند (درستی گزینهٔ (۳)) و همان‌طور که می‌دانید جایگاه تشخیص این آنزیم شش جفت نوکلئوتید از چهار نوع دارد (نادرستی گزینهٔ (۴)).

مراحل همسانه‌سازی دنا

مرحلهٔ اول: جداسازی قطعه‌ای از دنا: در باکتری‌ها یک‌سری آنزیم به نام آنزیم‌های **برش‌دهنده** وجود دارند که قسمتی از سامانهٔ **دفاعی** آن‌ها هستند و می‌توانند جداسازی ژن‌ها را انجام دهند و دنا را به قطعات کوتاه‌تری تبدیل کنند. این آنزیم‌ها چطوری کار می‌کنند؟ آن‌ها توالی نوکلئوتیدی خاصی را در **دنا** تشخیص و برش می‌دهند که به این توالی‌ها **جایگاه تشخیص آنزیم** می‌گوییم. برای جداسازی یک ژن باید دو جایگاه تشخیص در دو سوی ژن برای آنزیم برش‌دهنده باشد تا ژن از دنا جدا شود.

مثلاً آنزیم *EcoR*۱ توالی‌ای ۶ جفت نوکلئوتیدی را شناسایی می‌کند و برش می‌دهد که این توالی ۶ نوکلئوتیدی در دو رشته مکمل‌اند و اگر رشتهٔ بالایی را از راست به چپ بخوانیم و رشتهٔ پایینی را از چپ به راست، می‌بینیم که یکی هستند. آنزیم *EcoR*۱ پیوند بین نوکلئوتیدهای **گوانین‌دار و آدنین‌دار** را می‌شکند. پیوند بین نوکلئوتیدها در یک رشتهٔ دنا چی بود؟ فسفودی‌استر، پس این‌ها چه نوع پیوندی را برش می‌دهند؟ **فسفودی‌استر.** وقتی این‌ها برش را ایجاد می‌کنند، انتهایی از مولکول دنا ایجاد می‌شود که یک رشتهٔ آن از رشتهٔ مقابل بلندتر است که به آن انتهای چسبنده می‌گویند، که در اینجا چون دو رشته داریم دو انتهای چسبنده داریم که این دو انتهای چسبنده توالی‌هایشان مشابه اما برعکس است. اگر این انتهای چسبنده بخواهد ساخته شود، علاوه‌بر اینکه پیوند فسفودی‌استر بین دو نوکلئوتید (در اینجا بین گوانین و آدنین) در هر رشته را می‌شکند (یعنی در کل دو تا پیوند فسفودی‌استر را می‌شکند)، پیوند هیدروژنی بین دو رشته (در اینجا بین آدنین و تیمین) نیز باید بشکند که خودبه‌خود شکسته می‌شوند.



۴۳۵۲ (۱): فقط مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** بعضی آنزیم‌ها از جنس رنا هستند و فقط رونویسی می‌شوند. (ب) **نادرست.** دربارهٔ آنزیم‌های رنایی صدق نمی‌کند، چون واحدهای آن توسط رنابسپاراز به هم وصل می‌شوند. (ج) درست. آنزیم‌ها فعالیت اختصاصی دارند و در قسمتی از خود بخشی به نام جایگاه فعال دارند. (د) **نادرست.** آنزیم‌هایی که از جنس رنا هستند جزء پروتئین‌ها نیستند!!

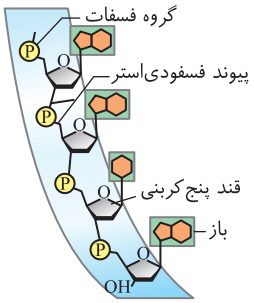
یادآوری: عملکرد اختصاصی آنزیم‌ها: هر آنزیم بر روی یک یا چند پیش ماده خاص مؤثر است. بنابراین گفته می‌شود که آنزیم‌ها عمل اختصاصی دارند. شکل آنزیم در جایگاه فعال با شکل پیش‌ماده یا بخشی از آن مطابقت دارد و به اصطلاح مکمل یکدیگرند. اگر چه آنزیم‌ها عملی اختصاصی دارند ولی برخی از آن‌ها بیش از یک نوع واکنش را سرعت می‌بخشند. آنزیم‌ها در همهٔ واکنش‌های شیمیایی بدن جانداران که شرکت می‌کنند؛ سرعت واکنش را زیاد می‌کنند اما در پایان واکنش‌ها دست‌نخورده باقی می‌مانند تا بدن بتواند بارها از آن‌ها استفاده کند، به همین دلیل یاخته‌ها به مقدار کم به آنزیم‌ها نیاز دارند. البته به مرور مقداری از آن‌ها از بین می‌روند و یاخته مجبور به تولید آنزیم‌های جدید می‌شود.

۴۳۵۳ (۲): اگر جایگاه تشخیص آنزیم برش‌دهنده در وسط ژن مورد نظر باشد، سبب شکستن ژن و بی‌استفاده شدن آن می‌شود. باید از آنزیمی استفاده کنیم که جایگاه تشخیص ژن دو طرف خارجی آن مورد نظر باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** این آنزیم‌ها در سامانهٔ دفاعی باکتری‌ها هستند ولی در آزمایش گریفیت، موش هم وجود داشت. **گزینهٔ (۳):** انتهای چسبنده فقط قسمت بلند تک‌رشته‌ای است. **گزینهٔ (۴):** آنزیم برش‌دهنده فقط در هر جایگاه تشخیص دو پیوند فسفودی‌استر می‌شکند.

۴۳۵۴ (۴) موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند. جایگاه تشخیص آنزیم *EcoR*۱ چون بخشی از دنا است، دارای شش جفت نوکلئوتید است و در هر رشتهٔ خود دارای ۶ نوکلئوتید از ۴ نوع است (رد مورد (الف)). هم‌چنین دو رشتهٔ جایگاه را اگر برعکس بخوانیم یکسان می‌شود، نه این‌که هر رشتهٔ آن از دو سمت به‌طور یکسان خوانده شود (رد مورد (ب)). این آنزیم پیوند بین نوکلئوتید گوانین‌دار و آدنین‌دار را قطع می‌کند نه پیوند بین دو باز پورین را (رد مورد (ج)) اگر انتهای چسبنده *AATT* حاصل از *EcoR*۱ را ملاحظه کنیم می‌بینیم مقدار بازهای پورین (دو *A*) و پیریمیدین (دو *T*) در انتهای چسبنده یکسان است.

۴۳۵۵ (۲) بـه قیـد «**گروهی از**» در صورت سـوال دقت کنیـد! آنزیم‌های **هلیکاز** و **رنابسپاراز**، توانایی شکسـتن پیونـد هیدروژنی را دارند. رنابسپاراز **همانند** دنابسپاراز، **فقط از یک رشتهٔ دنا** به عنوان الگو استفاده می‌کند. دقت کنید که در فرایند همانندسازی برخلاف رونویسی، از هر دو رشتهٔ دنا به عنوان الگو استفاده می‌شود اما **هر آنزیم دنابسپاراز، فقط از یک رشتهٔ دنا به عنوان الگو استفاده می‌کند.**



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** آنزیم‌های **دنابسپاراز**، **رنابسپاراز** و **لیگاز**، توانایی تشـکیل پیوند فسفودی‌اسـتر را دارند. طبق شـکل، پیوند فسفودی‌اسـتر، بین **دو قند پنج‌کربنه** (حلقه ۵ضلعی فاقد نیتروژن) دو نوکلئوتید قرار می‌گیرد. **گزینهٔ (۳):** آنزیم‌های **دنابسپاراز** و **برش‌دهنده**، توانایی شکستن پیوند فسفودی‌استر را دارند که همگی، می‌توانند در **باکتری‌ها** (جانداران فاقد هیستون) انرژی فعال‌سازی واکنش را کاهش دهند (همهٔ آنزیم‌ها، می‌توانند انرژی فعال‌سازی واکنش را کاهش دهند). **گزینهٔ (۴):** آنزیم‌های **دنابسپاراز** و **رنابسپاراز**، می‌توانند حین تولید رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی، پیوندهای **کووالانسی غیرفسفودی‌استری بین فسفات‌های نوکلئوتید سه‌فسفاته** را بشـکنند که همگی، توانایی ایجاد پیوند فسفودی‌استر را دارند.

نکته

- آنزیم رنابسپاراز توانایی شکستن پیوند هیدروژنی و تشکیل پیوند فسفودی‌استر و شکستن پیوند کووالانسی بین فسفات‌های نوکلئوتید سه‌فسفاته را دارد.
- آنزیم‌های برش‌دهنده، توانایی شکستن پیوند فسفودی‌استر را دارند. این آنزیم‌ها بخشی از سامانهٔ دفاعی باکتری‌ها محسوب می‌شوند.
- آنزیم لیگاز، توانایی ایجاد پیوند فسفودی‌استر را دارد که از آن، در تولید دنای نوترکیب استفاده می‌شود.

۴۳۵۶ (۳) آنزیم‌های برش‌دهنده در **باکتری‌ها** ساخته می‌شوند که در آن‌ها، تعداد جایگاه آغاز همانندسازی برحسب نیاز یاخته عوض نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در نوکلئیک‌اسیدها، فقط در مولکول‌های **دنا** مقدار سیتوزین و گوانین برابر است (به دلیل رابطه مکملی بازها) ولی در مولکول‌های رنا (*RNA*) که تک‌رشته‌ای هستند، این عبارت لزوماً صحیح نمی‌باشد. **گزینهٔ (۲):** ساخته شدن روبیسکو و رونویسی از ژن آن، فقط در باکتری‌های فتوسنتزکننده صورت می‌گیرد (نه در هر باکتری). **گزینهٔ (۴):** این گزینه در مورد هر یاخته‌ای دربارهٔ اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز صحیح است.

۴۳۵۷ (۱) آنزیم *EcoR*۱، پیوند فسفودی‌اسـتر بین نوکلئوتید گوانین‌دار و آدنین‌دار هر دو رشـته را برش می‌زند، پس در هر جایگاه تشـخیص خود، تنها یک نوع پیوند یعنی پیوند اشتراکی از نوع فسفودی‌استر را می‌شکند. سایر گزینه‌ها با توجه به متن کتاب زیست‌شناسی دوازدهم در صفحات ۲۳، ۹۳ و ۹۴ نادرست هستند.

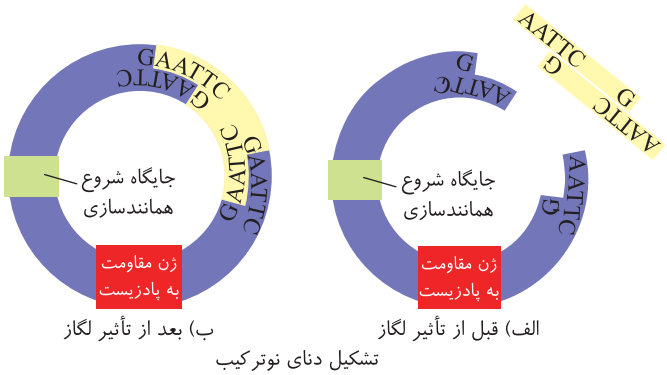
۴۳۵۸ (۴) دو انتهای چسـبنده ابتدا در مرحلهٔ دوم با هم پیوند کم‌انرژی از نوع هیدروژنی برقرار می‌کنند تا یک سـمت آن‌ها توسـط لیگاز به دنای دیگری وصل شـود. دقت کنید که لیگاز هر انتهای چسبنده را به انتهای مکمل وصل می‌کند (نه انتهای چسبندهٔ دیگر).

مراحل همسانه‌سازی دنا

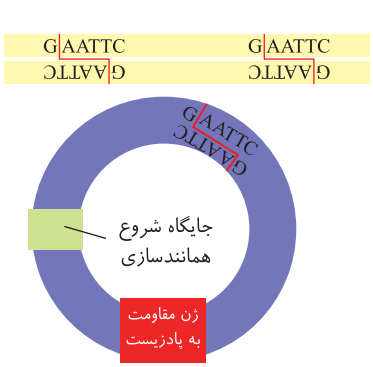
مرحلـهٔ دوم: اتصال قطعهٔ دنا به ناقل و تشـکیل دنای نوترکیب: گفتم کـه این ژن‌هایی که ایجاد می‌شـوند به کمک ناقل‌هایی بـه یاخته می‌روند. ایـن ناقل‌ها یک‌سـری توالی **دنا** هسـتند که در فام‌تن **اصلی** نیسـتند و حتی می‌توانند **مستقل** از آن تکثیر شـوند و مسـتقل از ژنوم همانندسـازی کنند، یـک نوع از این مولکول‌ها دیسـک **حلقوی** باکتری اسـت کـه مولکول دنای دو رشـته‌ای اسـت اما در فام‌تن اصلی نیسـت و معمولاً هم درون باکتری و **برخی** از قارچ‌ها وجود دارد. این دیسک‌ها چون دارای ژن‌هایی هستند که در فام‌تن اصلی نیست، به آن‌ها فام‌تن‌های **کمکی** هم می‌گویند.

حـالا ما کـه می‌خواهیم ژن را وارد کنیـم، قطعه دنـای موردنظرمان را وارد دیسـک و سـپس وارد یاختـهٔ میزبـان می‌کنیـم. حـال هر بار که دیسـک همانندسازی می‌کند، دنای موردنظر ما نیز همانندسازی می‌کند. همچنین بهتره که از دیسکی استفاده کنیم که این دو ویژگی را داشته باشد:

(۱) **فقط یک جایگاه** تشـخیص برای آنزیم برش‌دهنده داشـته باشـد که پلازمید به چند قسـمت تقسیم نشود و کارایی‌اش را از دست بدهد (۲) جایگاه تشخیصش خارج از جایگاه شروع همانندسازی و ژن مقاومت به پادزیست باشد تا به آن‌ها توسط آنزیم برش‌دهنده آسیب نرسد.



دیسـک‌ها معمـولاً دارای یـک جایـگاه بـرای آغـاز همانندسـازی هسـتند و **بسیاری** از آن‌هـا دارای ژن مقاومت به پادزیسـت‌اند که به باکتری کمک می‌کند تا مواد غیرکشـنده‌ای را به وسـیلهٔ پادزیسـت‌ها بسازند و برای خودشان قابل اسـتفاده کنند، بنابراین باکتری‌های دارای دنای نوترکیب (دارای ژن مقاوم به پادزیست) نسبت به باکتری‌های فاقد آن، از مواد بیشتری بهره می‌برند به دلیل اینکه از پادزیست‌ها هم استفاده می‌کنند.



بـرای اینکـه بتوانیم یک دنای نوترکیب بسـازیم آن قطعه دنایی کـه مدنظرمان بود را جدا کردیـم را باید در دنای ناقل جاسازی کنیم اما خب این ناقل هم باید یک بخشیش برداشته شود تا این دنا در آن قرار گیرد و برای این کار باید از **همان آنزیم** برش‌دهنده‌ای که در مرحلهٔ **اول** استفاده کردیم استفاده کنیم تا انتهای چسبنده توالی‌های دنای داخل دیسک با توالی دنای دنایی که قرار است به آن اضافه شود و حاوی توالی مدنظر ما است مکمل شوند. وقتی دیسک با آنزیم برش داده می‌شود یک قطعه دنای خطی دارای دو انتهای چسبنده ایجاد می‌شود و آن دنای خارجی ما هم دو تا انتهای چسبنده دارند و این‌ها همدیگر را ملاقات می‌کنند اما اتصالشان به هم به این آسونی‌ها نیست و آنزیم لیگاز واسطه می‌شود و بین دو انتهای مکمل ۴ تا پیوند فسفودی‌استر ایجاد می‌کند. این دنای ناقلی که داریم و درونش ژن جاگذاری کردیم را باهم، دنای نوترکیب می‌گوییم. *(راستی تشکیل پیوند هیدروژنی فوری‌به‌فوری بود!!)*

۴۳۵۹: (۱) *EcoR*۱ و هلیکاز هر دو آنزیم پروتئینی هستند و از آمینواسید ایجاد شده‌اند ولی عامل انتقال صفت در آزمایش گریفیت، دنا بوده و مانند جایگاه تشخیص برش‌دهنده و *AMP* (نوکلئوتید تک‌فسفاته)، ساختار نوکلئوتیدی دارند.

نکته

درون یک نوکلئوتید پیوند هیدروژنی یا فسفودی‌استر وجود ندارد ولی در ساختار دنا، پروتئین‌ها و برخی رناها، پیوند هیدروژنی وجود دارد. از طرفی دقت کنید که آنزیم‌ها هم ساختار پروتئینی و هم ساختار رنا می‌توانند داشته باشند.

۴۳۶۰: (۳) پروکاریوت‌ها در سامانهٔ دفاعی خود دارای آنزیم‌های **برش‌دهنده** هستند که می‌توانند دنای خطی را **همانند** حلقوی تجزیه کنند. مزلسون و استال برای کشف نوع همانندسازی دنا از باکتری **اشرشیا کلای** استفاده کردند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پروکاریوت‌ها علاوه‌بر دنای اصلی **ممکن است** مولکول‌هایی از دنایی دیگر به نام **دیسک یا پلازمید** داشته باشند که اطلاعات این مولکول‌ها ویژگی‌های دیگری به باکتری‌ها می‌دهد. **گزینهٔ (۲):** **اغلب** پروکاریوت‌ها فقط **یک** جایگاه آغاز همانندسازی در دنای خود دارند. **گزینهٔ (۴):** انجام کراسینگ‌اور نیازمند وجود کروموزوم‌های **همتا** و تقسیم میوز است. در نتیجه باکتری کراسینگ‌اور **ندارد!**

۴۳۶۱: (۱) فقط مورد (د) صحیح است چون هر نوع ناقل ژنی، برای اتصال به ژن خارجی ابتدا باید به صورت **خطی** درآمده باشد تا توسط لیگاز، دنای نوترکیب ساخته **شود** (البته برخی دناهای ویروسی از ابتدا با توجه به شکل کتاب درسی در مورد ژن درمانی، خطی هستند).

بررسی موارد (الف) همانندسازی ناقل ژنی همواره وابسته به عوامل **آنزیمی** میزبان خود می‌باشد ولی می‌تواند **مستقل از ژنوم میزبان**، همانندسازی کند، یعنی در حالتی که ژنوم میزبان در حال تقسیم نمی‌باشد، دنای ناقل می‌تواند تقسیم شود. (ب) **بهتر** است در مهندسی ژنتیک از ناقلینی استفاده کنیم که فقط یک جایگاه تشخیص برای برش‌دهندهٔ آزمایش دارند ولی همیشه این نمونه یافت نمی‌شود. (ج) دنای ناقل دیسکی (پلازمید)، دنای حلقوی دورشته‌ای درون بسیاری از باکتری‌ها و برخی قارچ‌ها مثل **مخمرها** می‌باشد.

۴۳۶۲: (۱) فقط مورد (د) صحیح است. همواره ناقلین ژنی با استفاده از عوامل آنزیمی میزبان و مستقل از ژنوم اصلی میزبان همانندسازی می‌کنند، یعنی اگر ژنوم اصلی در حال همانندسازی نباشد نیز ناقلین ژنی می‌توانند همانندسازی کنند ولی برای این کار محتاج به استفاده از آنزیم‌های میزبان می‌باشند.

بررسی موارد (الف) ناقل‌های همسانه‌سازی در خارج از فام‌تن **اصلی** باکتری و برخی قارچ‌ها وجود دارند نه در خارج آن جانداران! (ب) همانندسازی دیسک و هر ناقل ژنی، مستقل از **همانندسازی** دنای **اصلی** میزبان (نه مستقل از عوامل کمکی میزبان!) صورت می‌گیرد. (ج) با هر بار همانندسازی دیسک، ژن مورد نظر متصل به آن نیز **یک** بار همانندسازی می‌شود.

۴۳۶۳: (۳) صورت سؤال در ارتباط با باکتری‌ها می‌باشد که آنزیم‌های برش‌دهنده که بخشی از سامانهٔ دفاعی آن‌ها به حساب می‌آیند، برای جداسازی قطعات دنا استفاده می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یکی از ناقلین همسانه‌سازی دیسک حلقوی باکتری می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** دیسک یک مولکول دنای دورشته‌ای و خارج فام‌تنی است که معمولاً درون باکتری‌ها و بعضی قارچ‌ها مثل مخمرها وجود دارد. **گزینهٔ (۴):** دیسک‌ها فام‌تن‌های کمکی باکتری هستند چون ژن‌هایی هستند که در فام‌تن اصلی باکتری وجود ندارند. **گزینهٔ (۴):** بسیاری از دیسک‌ها دارای ژن‌های مقاومت به پادزیست‌ها هستند.

۴۳۶۴: (۳) صورت سوال در رابطه با آنزیم لیگاز است. آنزیم لیگاز پیوند فسفودی‌استر را تشکیل می‌دهد و برای این فرایند طبق برخی اظهار نظرها، مولکول آب تولید می‌کند. درحالی‌که آنزیم برش‌دهنده پیوند فسفودی‌استر را می‌شکند و برای این فرایند آب مصرف می‌کند. (البته بین علما در این موضوع اختلاف نظر است که آب در ایجاد فسفودی‌استر تولید می‌شود یا نه!)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** آنزیم دنابسپاراز پیوند هیدروژنی را نمی‌شکند. **گزینهٔ (۲):** آنزیم لیگاز توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی را ندارد. **گزینهٔ (۴):** آنزیم لیگاز و برش‌دهنده پیوند هیدروژنی را نمی‌شکنند.

۴۳۶۵: (۳) مورد (الف) نادرست است. باکتری‌ها هسته و عامل رونویسی ندارند. دقت داشته باشید که باکتری تنها **یک** فام‌تن اصلی دارد (فام‌تن‌ها غلط است) و پلازمید ژن متفاوتی با فام‌تن اصلی آن دارد.

بررسی موارد (ب) در بعضی از قارچ‌ها مثل مخمرها پلازمید وجود دارد. در این جانداران محل رونویسی ژن‌ها می‌تواند درون هسته و محل ترجمهٔ رناهای پیک درون سیتوپلاسم باشد. قارچ‌ها همانند جانوران توانایی ذخیرهٔ گلیکوژن دارند. (ج) همهٔ پلازمیدها می‌توانند مستقل از ژنوم میزبان تکثیر شوند. (د) هر پلازمیدی که ژن مقاوم به پادزیست دارد، این مواد را به موادی قابل استفاده برای باکتری تبدیل می‌کند.

۴۳۶۶: (۱) تنها مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. طبق متن کتاب دیسک تنها یکی از ناقل‌های همسانه‌سازی است، پس این مولکول دنا می‌تواند متعلق به ناقل همسانه‌سازی دیگری غیر از دیسک باشد. (ب) نادرست. الزاماً تمامی ژن‌های هر باکتری، رونویسی نمی‌شوند و ژن‌های مربوط به انواع *RNA*، توسط یک نوع رنابسپاراز رونویسی می‌شوند. (ج) **درست**. آنزیم‌های برش‌دهنده، توالی خاصی از دنا را شناسایی می‌کنند و سپس آن را برش می‌دهند. منظور از بریدن دنا، یعنی قطع پیوند فسفودی‌استر. (د) نادرست. ممکن است هدف نهایی، همسانه‌سازی ژن و استخراج آن باشد.

۴۳۶۷: (۴) همانندسازی ناقل همسانه‌سازی، می‌تواند مستقل از فام‌تن (کروموزوم) اصلی یاخته انجام شود، نه مستقل از خود یاخته، ناقل به منظور همانندسازی خود، نیاز به استفاده از آنزیم‌های یاختهٔ میزبان دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۴):** انتهای چسبندهٔ حاصل از آنزیم *EcoR*۱، دارای توالی $T-T-A-A$ است. پس هم تعداد نوکلئوتیدهای آن زوج است و هم دارای پیوند فسفودی‌استر است. **گزینهٔ (۲):** هر ناقل همسانه‌سازی که به منظور انتقال ژن خارجی به یک جاندار مورد استفاده قرار می‌گیرد، از جنس دنا است. در نتیجه به‌طور حتم، فاقد قند ریبوز و باز آلی یوراسیل در ساختار خود است.

۴۳۶۸: (۳) فقط مورد (د) صحیح است. ژن مقاوم به پادزیست می‌تواند در دیسک‌ها وجود داشته باشد و دیسک‌ها که نوعی دنای حلقوی هستند هم در یوکاریوت‌ها و هم در پروکاریوت‌ها مشاهده می‌شوند.

بررسی موارد (الف) برای مخمر نادرست است، چون رنای سیتوپلاسمی درون راکیزه، آن متفاوت و ساده‌تر است. (ب) برای گیاه تراژن حاوی این ژن نادرست است. (ج) برای رناها (نوکلئیک اسید خطی) در باکتری‌ها صادق نیست.

۴۳۶۹ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) درست می‌باشند.

بررسی موارد (الف) **درست**. در اثر اضافه کردن ژن به یک پلازمید، در این ناقل ژنی در دو طرف ژن دو جایگاه تشخیص آنزیم پدیدار می‌شود در حالی که قبلاً از یک جایگاه بریده شده‌اند. (ب) نادرست. دستورزی ژنتیکی با باکتری‌ها آغاز شد. دقت کنید که دیسک معمولاً درون باکتری‌ها یافت می‌شود. (ج) **درست**. دیسک‌ها توالی‌های دنای خارج از فام‌تن اصلی هستند و می‌توانند مستقل از آن تکثیر شوند. دقت کنید، یوکاریوت‌هایی نظیر اوگلنا نیز سبزدیسهٔ O_2 ساز دارند که امکان تکثیر آن در هر یک از مراحل اینترفاز چرخهٔ یاخته‌ای وجود دارد. (د) **درست**. در مهندسی ژنتیک معمولاً از دیسکی استفاده می‌شود که به پادزیست مقاوم باشد و ژن مقاوم به پادزیست داشته باشد ولی از آنجا که یکی از روش‌های جداسازی باکتری و ژن در مرحلهٔ آخر استفاده از پادزیست است پس ممکن است فاقد ژن مقاومت به پادزیست هم باشند.

نکات دیسک‌ها

- تشکیل پیوند هیدروژنی بین انتهاهای چسبنده به آنزیم نیاز ندارد و پیوندهای هیدروژنی خودبه‌خود ایجاد می‌شوند.
- جایگاه‌های تشخیص متنوعی در مولکول‌های دنا یافت می‌شود که هر کدام توسط آنزیم برش‌دهندهٔ خاصی تشخیص داده می‌شود.
- دیسک یک دنای حلقوی است اما در اثر عملکرد آنزیم برش‌دهنده تبدیل به دنای خطی می‌شود.
- پروکاریوت‌ها علاوه بر دنای اصلی ممکن است مولکول‌هایی از دنای دیگر به نام دیسک (پلازمید) داشته باشند که حاوی ژن‌هایی هستند که در فام‌تن اصلی باکتری نبوده و اطلاعات این مولکول‌ها می‌تواند ویژگی‌های دیگری را به باکتری بدهد مثل مقاومت باکتری به آنتی‌بیوتیک‌ها.
- زمان همانندسازی دیسک مستقل از فام‌تن اصلی است اما آن، آنزیم‌های مورد نیازش را از یاختهٔ میزبان دریافت می‌کند و از این لحاظ به این یاخته‌ها وابسته‌اند.
- آنزیم‌هایی که باعث ایجاد پیوند فسفودی‌استر می‌شوند: دنابسپاراز، رنابسپاراز و لیگاز
- یک باکتری می‌تواند چندین نسخه از یک دیسک یا چندین نوع دیسک داشته باشد. این دیسک‌ها انواع مختلفی دارند که گروهی از آن‌ها سبب مقاومت در برابر پادزیست می‌شوند.
- بسیاری از دیسک‌ها ژن مقاومت دارند یعنی وجود بعضی دیسک‌ها به باکتری‌ها ویژگی‌های دیگری غیر از مقاومت به آنتی‌بیوتیک می‌دهند.
- در طی همسانه‌سازی ایجاد دنای نوترکیب در خارج از یاخته و تکثیر آن در داخل یاخته رخ می‌دهد.
- پس از قرارگیری باکتری دارای پلازمید نوترکیب درمحیط کشت حاوی آمپی سیلین، ژن مقاومت به آمپی سیلین بیان می‌شود.
- گفتیم که باکتری‌های دارای دنای نوترکیب از پادزیست‌ها استفاده می‌کنند تا مواد مورد نیاز خودشان را بسازند، اگر دیسک نوعی باکتری دارای ژن مقاوم به پادزیست آمپی‌سیلین باشد، با قرار دادن آن در محیط کشت حاوی آمپی‌سیلین به تدریج از میزان آمپی‌سیلین کاسته می‌شود چون باکتری از آن مواد قابل استفاده می‌سازد.

۴۳۷۰ ۴ برای قارچ که یوکاریوت و ریزکیسه‌دار است برخلاف باکتری صحیح می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: برای مخمرها صادق نیست چون یوکاریوت‌ها تعداد نقاط شروع متعددی دارند. **گزینهٔ (۲)**: ممکن است ژن مقاوم به پادزیست نداشته باشند. **گزینهٔ (۳)**: برای مخمرها صادق نیست چون آنزیم برش‌دهندهٔ دنا ویژهٔ سامانهٔ دفاعی باکتری‌هاست.

۴۳۷۱ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند. سؤال در مورد باکتری‌ها و مخمرها یا قارچ‌های تک‌یاخته‌ای یوکاریوت می‌باشد.

بررسی موارد (الف) **نادرست**. این نکته ویژهٔ یوکاریوت‌ها، پس از پایان رونویسی است. (فصل ۲ دوازدهم) (ب) درست. این ویژگی در پروکاریوت و یوکاریوت وجود دارد. (ج) **نادرست**. هر دو توانایی تخمیر و ویژگی مورد نظر را دارند. (د) **نادرست**. باکتری توانایی تجزیهٔ لاکتوز و قارچ توانایی تجزیهٔ گلیکوژن به گلوکز را دارد.

۴۳۷۲ ۳ با ورود دنای نوترکیب به باکتری، باکتری شروع به همانندسازی دنای نوترکیب می‌کند، بدین ترتیب تعداد جایگاه‌های آغاز فعالیت هلیکاز افزایش می‌یابد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: نخستین پیوند تشکیل شده در مرحلهٔ دوم همسانه‌سازی یعنی انتقال قطعهٔ دنا به ناقل و تشکیل دنای نوترکیب، پیوند هیدروژنی است. انتهای چسبنده پیوند هیدروژنی در ساختار خود ندارد. **گزینهٔ (۲)**: باز آلی یوراسیل در ریبونوکلئوتیدها یافت می‌شود و در دئوکسی‌ریبونوکلئوتیدها که واحدهای سازندهٔ مولکول دنا می‌باشند، باز آلی یوراسیل وجود ندارد بلکه باز آلی تیمین به جای آن موجود است. ناقل‌های همسانه‌سازی از جنس دنا هستند نه رنا! **گزینهٔ (۴)**: در صورتی که ناقل همسانه‌سازی دیسک باشد، به منظور تشکیل دنای نوترکیب و افزوده شدن قطعهٔ دنا به ناقل، با فعالیت آنزیم برش‌دهنده در توالی تشخیص خود در دیسک، دنای حلقوی دیسک تغییر شکل داده و به دنای خطی تبدیل می‌شود.

۴۳۷۳ ۴ کروموزوم‌های کمکی یا دیسک‌ها، DNAهای حلقوی هستند که مستقل از تکثیر ژنوم یاخته زیاد می‌شوند و ژن‌هایی دارند که در ژنوم اصلی باکتری وجود ندارند (مثل ژن مقاومت نسبت به آنتی‌بیوتیک). هر آنزیم برش‌دهنده به‌طور معمول یک جایگاه تشخیص **در هر DNA به کار رفته** دارد و دقت کنید که در رد گزینهٔ (۲) ممکن است دیسکی توسط $EcoR_1$ بریده نشود چون ممکن است اصلاً جایگاه تشخیص آن را نداشته باشد. در مورد گزینهٔ (۱) باز هم دقت کنید که همانندسازی ناقل ژنی وابسته به یاخته و آنزیم‌های آن است ولی وابسته به تقسیم و تکثیر یاخته نمی‌باشد.

۴۳۷۴ ۳ اولاً که جایگاه تشخیص آنزیم برش‌دهنده در دنا است و باز آلی یوراسیل ندارد (رد گزینهٔ (۴))؛ ثانیاً که باید تعداد نوکلئوتید هر رشتهٔ آن زوج باشد (رد گزینهٔ (۲)) و از طرفی باید از دو طرف در یک رشته، بازهای مکمل داشته باشد (درستی گزینهٔ (۳)) نه اینکه از دو طرف بازهای یکسان داشته باشد (رد گزینهٔ (۱)).

نکته

در یک رشته از جایگاه تشخیص آنزیم برش‌دهنده باید نوکلئوتیدهای دو طرف با هم باز آلی مکمل داشته باشد.

۴۳۷۵ ۳

نکته

در باکتری‌هایی که دیسک (کروموزوم کمکی) دارند در واقع ما دو نوع DNA داریم؛ DNA اصلی باکتری و DNA دیسک. جواب سؤال باید چیزی باشد که در هر دوی این DNAها وجود داشته باشد (آن هم معمولاً یک عدد). نقطهٔ شروع همانندسازی هم در دیسک و هم در DNA اصلی باکتری **معمولاً یک عدد** می‌باشد ولی به دلیل همانندسازی دوجهته، تعداد دوراهی‌های همانندسازی **معمولاً** دو برابر تعداد جایگاه‌های شروع همانندسازی هستند، پس دو برابر تعداد مولکول‌های DNA می‌شود (نادرستی گزینهٔ (۱)).

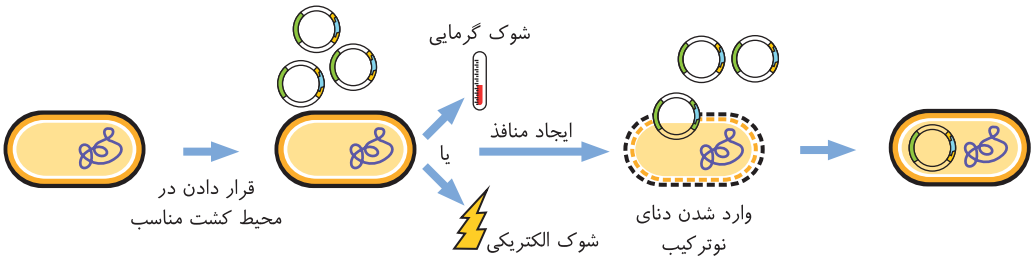
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲)**: ژن مقاومت نسبت به آنتی‌بیوتیک در DNA اصلی باکتری برخلاف دیسک وجود ندارد. **گزینهٔ (۴)**: جایگاه تشخیص هم می‌تواند در DNA اصلی نباشد (بستگی به نوع آنزیم برش‌دهنده و توالی جایگاه تشخیص دارد) یا حتی می‌تواند تعدادش در DNA اصلی بیش از یکی باشد (در دیسک‌ها هم همین‌طور، می‌تواند نباشد، یکی باشد، یا بیشتر). هرچند که برای مهندسی ژنتیک بهتر است دیسک‌هایی را انتخاب کنند که فقط یک جایگاه تشخیص داشته باشند.

۴۳۷۶ : ۱) در روش مهندسی ژنتیک، با توجه به شکل مرحلهٔ جداسازی یاخته‌های تراژنی، مشاهده می‌شود که فقط تعداد **کمی** از باکتری‌ها *DNA* نوترکیب را جذب می‌کنند و به همسانه‌سازی می‌پردازند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** آنزیم‌های برش‌دهنده توالی **کوتاه و خاصی** را شناسایی می‌کنند **نه بلند!!** **گزینهٔ (۳):** آنزیم‌های برش‌دهنده، در اثر عمل خود همواره انتهای چسبنده می‌سازند. **گزینهٔ (۴):** کروموزوم کمکی در **برخی** باکتری‌ها و برخی قارچ‌ها مثل مخمرها وجود دارد.

• مراحل همسانه‌سازی دنا

مرحلهٔ سوم: وارد کردن دنای نوترکیب به یاختهٔ میزبان: این دنای نوترکیبی که ساختیم را باید وارد یک یاختهٔ میزبان کنیم، مثلا یک باکتری. می‌دانید که باکتری معمولاً دیواره دارد. دنای نوترکیب نمی‌تواند از دیوارهٔ باکتری عبور کند، چیکار کنیم؟ باید یک سری منفذ ایجاد کنیم اما چگونه؟ با شوک **الکتریکی** و یا شوک **حرارتی** همراه با مواد **شیمیایی** می‌توانیم این منافذ را ایجاد کنیم. یک سری اطلاعات بدست آمده که همهٔ باکتری‌ها دنای نوترکیب دریافت نمی‌کنند و ما لازم داریم که باکتری‌هایی که دنای نوترکیب را دریافت می‌کنند را تفکیک کنیم. این دناهای نوترکیب را در محیط کشت می‌گذاریم و سپس یاختهٔ میزبان را وارد آن محیط کشت می‌کنیم و سپس شوک الکتریکی را ایجاد می‌کنیم تا یاخته در غشا و دیواره اش دارای منفذ شود (با توجه به شکل علاوه بر دیوارهٔ باکتری غشای ان هم باید منفذدار شود) تا دنای نوترکیب به آن وارد شود.



همان‌طور که در شکل می‌بینید فام‌تن اصلی دارای یک سری تاخوردگی است که دیسک آن‌ها را ندارد.

۴۳۷۷ : ۳) نکتهٔ قابل توجه در این تست، توجه کردن به قید **«بعضی»** در متن سؤال می‌باشد چون برخی ناقلین ژنی بیش از یک جایگاه تشخیص برای آنزیم برش‌دهنده دارند ولی **همگی** آن‌ها برای تکثیر به عوامل میزبان وابسته‌اند و از آنزیم‌های آن برای همانندسازی استفاده می‌کنند. البته همهٔ آن‌ها در اثر فعالیت آنزیم برش‌دهنده، به قطعاتی دارای دو انتهای چسبنده تبدیل می‌شوند.

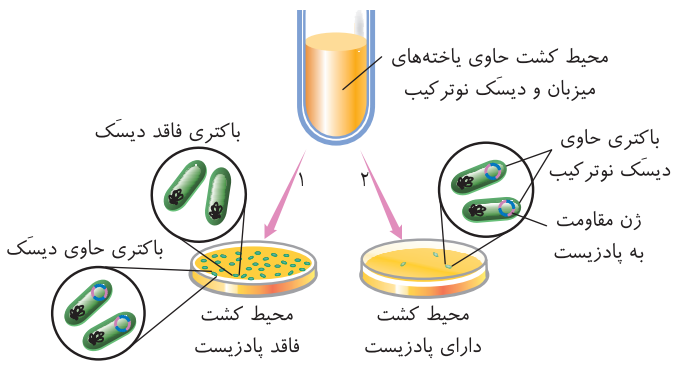
۴۳۷۸ : ۳) در مهندسی ژنتیک، بعد از مرحلهٔ ورود دنای نوترکیب به میزبان با استفاده از شوک گرمایی یا الکتریکی، باید بیشتر باکتری‌ها را که فاقد *DNA* نوترکیب هستند از بین ببریم که برای این عمل از نوعی پادزیست استفاده می‌کنیم.

• مراحل همسانه‌سازی دنا

مرحلهٔ چهارم: جداسازی یاخته‌های تراژنی: روش‌های **مختلفی** برای این کار هست اما یکی از روش‌ها استفاده از دیسک‌هایی است که ژن مقاوم به پادزیست مثلاً به آمپی‌سیلین دارند. اینگونه که وقتی باکتری این دیسک را دریافت می‌کند و بعد وارد محیط حاوی پادزیست می‌شود می‌تواند رشد کند و باکتری نهایی که دنای نوترکیب و ان دیسک‌ها را ندارند نمی‌توانند رشد کنند و در نتیجه از بین می‌روند و رفته رفته محیط کشت از این باکتری‌های فاقد دیسک خالی و تنها باکتری‌هایی که دارای دیسک‌اند باقی می‌مانند و به این گونه یاخته‌های تراژن جدا می‌شوند. اگر در شکل دقت کنید تنها تعداد کمی از باکتری‌های موجود در ظرف آزمایش دنای نوترکیب را دریافت می‌کند و بیشتر آن‌ها فاقد این دنا اند.

اگر شرایط محیط کشت مناسب باشد، باکتری‌های تراژنی با سرعت **بالایی** تکثیر می‌شوند به این دلیل که باکتری‌های رقیب که به پادزیست حساس‌اند از بین می‌روند و این‌ها مواد بیشتری برای استفاده دارند و همچنین می‌توانند از پادزیست استفاده کنند و موادی علاوه بر مواد درون محیط کشت را به دست آورده و استفاده کنند. همچنین می‌دانیم که دنای نوترکیب توانایی تقسیم مستقل از فام‌تن‌های اصلی دارند پس بنابراین این‌ها به صورت مستقل ولی به کمک آنزیم‌های سیستم همانندسازی باکتری نیز تقسیم می‌شوند و نسخه‌های متعددی ساخته می‌شود. همچنین درون این دنای نوترکیب دنای خارجی قرار دارد، پس دنای خارجی نیز تکثیر می‌شود. از این صحبت‌های می‌توانیم نتیجه بگیریم که بعد از آنکه پلازمید نوترکیب به باکتری وارد می‌شود و باکتری در محیط کشت مقاوم شده و تکثیر میابد، فعالیت آنزیم‌های رونویسی و همانندسازی که در تکثیر آن‌ها نقش دارد، زیاد می‌شود.

با این اتفاق مهندسی ژن به هدف می‌رسد و تعداد زیادی باکتری که تعداد زیادی دنای خارجی دارند تهیه می‌شود و ما می‌توانیم از آن‌ها برای تولید فرآورده‌ها و استخراج ژن‌ها استفاده کنیم.



توجه یاخته‌های حاصل از این دناها محدود به **باکتری‌ها** نیستند و با پیشرفت روش‌های مهندسی ژنتیک، می‌توان یاخته‌های دیگری مثل مخمرها و یاخته‌های گیاهی و جانوری تغییر داد و برای اهداف گوناگون علمی و کاربردی، استفاده کرد.
آنزیم‌های برش‌دهنده همانند آنزیم دنابسپاراز توانایی شکست پیوند فسفودی‌استر را دارند.

۴۳۷۹ (۱) مراحل مهندسی ژنتیک به ترتیب عبارت‌اند از: (۱) جداسازی قطعهٔ دنا، (۲) اتصال قطعهٔ دنا به ناقل و تشکیل دنای نوترکیب، (۳) وارد کردن دنای نوترکیب به یاختهٔ میزبان (۴) جداسازی یاخته‌های تراژنی.

در مرحلهٔ سوم، برای ورود دنای نوترکیب به یاختهٔ میزبان مثلاً باکتری، لازم است در دیوارهٔ آن منافذی ایجاد شود. این منافذ را می‌توان با کمک شوک الکتریکی و یا شوک حرارتی همراه با مواد شیمیایی ایجاد کرد. آنزیم‌های برش‌دهنده، آنزیم‌هایی هستند که در باکتری‌ها وجود دارند و قسمتی از سامانهٔ دفاعی آن‌ها محسوب می‌شوند.

در مهندسی ژنتیک، در دو مرحلهٔ جداسازی قطعهٔ دنا و اتصال قطعهٔ دنا به ناقل و تشکیل دنای نوترکیب، فعالیت این آنزیم‌ها صورت می‌گیرد که هر دو پیش از مرحلهٔ ایجاد منافذی در دیوارهٔ باکتری قرار دارند. قطعهٔ دنای خطی نیز در مرحلهٔ دوم به دیسک متصل می‌شود که پیش از ایجاد منافذی در دیوارهٔ باکتری صورت می‌گیرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** انتهای چسبنده در مراحل اول (جداسازی قطعهٔ دنا) و دوم (اتصال قطعهٔ دنا به ناقل و تشکیل دنای نوترکیب و با اثر آنزیم برش‌دهنده (نه لیگاز)) ایجاد می‌شود. از بین رفتن باکتری‌های فاقد دنای نوترکیب در مرحلهٔ چهارم صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** تشخیص و برش توالی‌های نوکلئوتیدی خاصی در دنای خطی، در مرحلهٔ اول (جداسازی قطعهٔ دنا) صورت می‌گیرد. کشت دادن باکتری‌ها در محیط دارای پادزیست، در مرحلهٔ چهارم (جداسازی یاخته‌های تراژنی) صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ دوم (اتصال قطعهٔ دنا به ناقل و تشکیل دنای نوترکیب بین نوکلئوتیدهایی از دو دنای مختلف (انتهای چسبندهٔ دنای خطی و انتهای چسبندهٔ دیسک)) پیوند اشتراکی ایجاد می‌شود.

مراحل مهندسی ژنتیک ۴۶۵

مراحل	آنزیم‌ها و مواد مورد نیاز	فراورده‌ها و اعمال انجام شده
(۱) جداسازی قطعه‌ای از دنا	آنزیم برش‌دهنده	محل قطعهٔ مورد نظر را در کل ژنوم بررسی می‌کنیم و توسط آنزیم برش‌دهنده برش می‌دهیم تا قطعهٔ مورد نظر را با دو انتهای چسبنده جدا کنیم.
(۲) اتصال قطعهٔ دنا به ناقل ژنی و تشکیل دنای نوترکیب در خارج یاخته	آنزیم برش‌دهنده + آنزیم لیگاز + ناقل ژنی	ناقل ژنی مثل دیسک را با همان آنزیم برش‌دهندهٔ قبلی برش می‌دهیم و سپس به کمک آنزیم لیگاز و ایجاد ۴ پیوند فسفودی‌استر، دنای نوترکیب ساخته می‌شود.
(۳) وارد کردن دنای نوترکیب به یاختهٔ میزبان	شوک الکتریکی یا گرمایی + سامانهٔ همانندسازی درون میزبان	منافذی در غشا و دیوارهٔ میزبان اضافه می‌کنیم تا برخی میزبان‌ها، دنای نوترکیب را بپذیرند و سپس توسط سامانهٔ همانندسازی و عمل هلیکاز و دنابسپاراز میزبان، تعداد زیادی دنای نوترکیب درون میزبان ایجاد شود (ایجاد یاخته‌های تراژنی).
(۴) جداسازی یاخته‌های تراژنی	استفاده از پادزیست‌ها جدا کردن یاخته‌های تراژنی از سایر میزبان‌ها	با اضافه کردن پادزیست‌ها، تعداد کمی باکتری‌ها یا میزبان‌هایی که حاوی دنای نوترکیب مورد نظر می‌باشند را جدا می‌کنیم. (در این مرحله نیز به تعداد دناهای نوترکیب در درون میزبان افزوده می‌شود.)

۴۳۸۰ (۲) در مراحل مهندسی ژنتیک بعد از مرحلهٔ انبوه‌سازی ژن در درون میزبان، باید پادزیستی به محیط اضافه کنیم که یاخته‌های فاقد *DNA* نوترکیب را حذف کند و سپس از یاخته‌های باقی‌مانده تراژن برای استخراج ژن یا محصول استفاده کنیم.

۴۳۸۱ (۴) بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مرحله دوم برخلاف مرحلهٔ اول آنزیم‌های سامانهٔ‌دفاعی باکتری، دنای واجد ژن مطلوب را در جایگاه فعال خود قرار می‌دهند. **گزینهٔ (۲):** لزوماً باکتری‌ها ژن مقاوم به پادزیست ندارند. **گزینهٔ (۳):** طبق متن کتاب درسی نادرست است. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ سوم همانند دوم پیوندهای موجود در نوعی درشت مولکول واجد کربن، شکسته می‌شوند.

۴۳۸۲ (۴) منظور سؤال مرحلهٔ **دوم** می‌باشد که پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مرحلهٔ دوم همانند مرحلهٔ سوم از دیسک استفاده می‌شود. **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ دوم برخلاف مرحلهٔ اول از دیسک استفاده می‌شود. **گزینهٔ (۳):** در مرحلهٔ دوم مانند مرحلهٔ چهارم از دیسک استفاده می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ دوم و چهارم از دیسک استفاده می‌شود. *(توضیحات مربوط به مراحل همسانه‌سازی را که بالاتر گفته شد.)*

۴۳۸۳ (۱) در مرحلهٔ اول و آخر مهندسی ژنتیک برای جدا کردن ژن‌ها از ژنوم، از آنزیم برش‌دهنده استفاده می‌شود که در هر دو مرحله قطعات *DNA* **خطی** تولید می‌گردد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** *DNA* نوترکیب، بیرون از یاختهٔ میزبان به کمک آنزیم **لیگاز** و درون یاخته با سامانهٔ همانندسازی میزبان تولید می‌شود. **گزینهٔ (۳):** در مهندسی ژنتیک با اضافه کردن آنتی‌بیوتیک (پادزیست)، **بسیاری** از باکتری‌ها **از بین می‌روند** چون تعداد **کمی** از آن‌ها پلازمید حاوی ژن مقاومت به پادزیست را دریافت کرده بودند. **گزینهٔ (۴):** در مرحله‌ای که به کمک ژن مقاوم به آنتی‌بیوتیک، یاخته‌های تراژنی را جداسازی می‌کنند از آنزیم برش‌دهنده استفاده نمی‌شود.

۴۳۸۴ (۳) بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مرحلهٔ جداسازی سلول‌های تراژنی ممکن نیست با اتصال ضدپادزیست به پادزیست، فرایندهای یاخته‌ای مختل شوند. **گزینهٔ (۲):** در مرحله تشکیل دنای نوترکیب ممکن نیست به دنبال تولیدمولکول آب، دنا از حالت خطی به حالت حلقوی تبدیل شود. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ جداسازی سلول‌های تراژنی ممکن است فقدان دیسک نوترکیب در میزبان، سبب بروز حساسیت به پادزیست در آن شود. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ تشکیل دنای نوترکیب ممکن نیست ژن خارجی در مجاورت جایگاه آغاز همانندسازی به ناقل همسانه‌سازی متصل شود.

۴۳۸۵ (۲) دنای نوترکیب، درون باکتری همانندسازی می‌کند، بنابراین از هلیکاز و دنابسپاراز میزبان استفاده می‌کند ولی جدا کردن ژن مورد نظر در مرحلهٔ **برش دادن** است که باعث ایجاد دو انتهای چسبنده در دو سمت خارجی ژن می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لیگاز برای تهیهٔ *DNA* نوترکیب در **خارج** باکتری استفاده می‌شود. **گزینهٔ (۳):** استفاده از مواد شیمیایی برای ورود دنای نوترکیب تولید شده به درون یاختهٔ میزبان است ولی استفاده از **پادزیست** برای جدا کردن یاخته‌های تراژنی در مرحلهٔ آخر صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** برای همسانه‌سازی ژن باید دنای نوترکیب درون میزبان همانندسازی کند که در این مرحله از هلیکاز و دنابسپاراز استفاده می‌شود ولی در مرحلهٔ جدا کردن ژن از ژنوم، از آنزیم‌های همانندسازی استفاده نمی‌شود.

۴۳۸۶ **(۴)** همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد **الف)** در مرحلهٔ جداسازی قطعه‌ای از دنا و همچنین باز کردن مولکول‌های ناقل بخش‌های تک‌رشته‌ای از دنا به نام انتهای چسبنده ایجاد می‌شوند، بنابراین در حالت دوم اصلاً ژنی از دنا جدا نشده است. **ب)** در مرحلهٔ جداسازی یاخته‌های تراژنی، یاخته‌های دارای دنای نوترکیب از سایرین جدا می‌شوند. برای انجام این مرحله روش‌های گوناگونی وجود دارد که یکی از رایج‌ترین روش‌های آن استفاده از آنتی‌بیوتیک است. **ج)** در مرحلهٔ تشکیل دنای نوترکیب از آنزیم لیگاز استفاده می‌شود. در این مرحله دو جفت انتهای چسبنده در دنای خارجی و مولکول ناقل وجود دارد که باید به بخش دیگری متصل شود، بنابراین باید چهار پیوند فسفودی‌استر در این بخش‌ها تشکیل شود، اما این پیوندها بین نوکلئوتیدهای آدنین‌دار و گوانین‌دار برقرار می‌شود و نه بازهای آدنین و گوانین. **د)** زمانی که دنای نوترکیب به محیط کشت مناسب وارد شود باید دیوارهٔ باکتری‌های موجود در محیط دارای منفذ شود. برای این کار یا از شوک الکتریکی استفاده می‌شود یا از روش‌های حرارتی.

۴۳۸۷ **(۴)** تنها مورد (د) عبارت را به درستی کامل می‌کند.

بررسی موارد **الف)** آنزیم لیگاز برای برقراری پیوند فسفودی‌استر در دو انتهای چسبنده استفاده می‌شود. **ب)** شوک الکتریکی سبب ایجاد منافذ در دیوارهٔ باکتری می‌شود. **ج)** استفاده از پادزیست برای جداسازی یاخته‌های تراژنی از باکتری‌های فاقد دنای نوترکیب است. **د)** استفاده از آنزیم برش‌دهنده (سامانهٔ دفاعی باکتری) برای جداسازی قطعهٔ دنا و تولید دنای نوترکیب است.

۴۳۸۸ **(۴)** **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** برای اتصال قطعهٔ دنا به ناقل (دیسک) به عملکرد آنزیم جهت برش جایگاه تشخیص نیاز است. **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ وارد کردن دنای نوترکیب به یاختهٔ میزبان، دنای نوترکیب را به درون یاختهٔ میزبان مثلاً باکتری منتقل می‌کنند. به این منظور باید در دیوارهٔ باکتری منافذی ایجاد شود. این منافذ را می‌توان با کمک شوک الکتریکی و یا شوک حرارتی همراه با مواد شیمیایی ایجاد کرد. در مرحلهٔ جداسازی یاخته‌های تراژنی اگر باکتری، دنای نوترکیب را دریافت کرده باشد، در محیط حاوی پادزیست رشد می‌کند. **گزینهٔ (۳):** در مرحلهٔ اتصال قطعهٔ دنا به ناقل و تشکیل دنای نوترکیب برای اتصال دنای مورد نظر به دیسک از آنزیم لیگاز (اتصال‌دهنده) استفاده می‌شود. این آنزیم پیوند فسفودی‌استر بین دو انتهای مکمل را ایجاد می‌کند. در این مرحله ژن مورد نظر در دنای ناقل جایگذاری می‌شود. **گزینهٔ (۴):** آنزیم‌های برش‌دهنده بخشی از سامانهٔ دفاعی باکتری‌ها محسوب می‌شوند. این آنزیم‌ها در مرحلهٔ اول و دوم مراحل مهندسی ژنتیک به‌کار می‌روند. برش دیسک با آنزیم در مرحلهٔ اتصال قطعهٔ دنا به ناقل و تشکیل دنای نوترکیب، آن را به یک قطعهٔ دنای خطی تبدیل می‌کند که دارای دو انتهای چسبنده است.

۴۳۸۹ **(۱)** **بررسی گزینه‌ها** ناقلین ژنی، *DNA* حاملی هستند که با استفاده از آنزیم‌های میزبان همانندسازی شده و **بهتر** است که دارای یک جایگاه تشخیص آنزیم برش‌دهنده باشند (نادرستی گزینهٔ (۲)). از این ناقلین برای انتقال ژن **به هر جانداری** در حال حاضر استفاده می‌کنند (نادرستی گزینهٔ (۳)) و از اثر آنزیم برش‌دهنده بر آن‌ها، همواره قطعات خطی با **دو انتهای** چسبنده در دو سر مولکول ایجاد می‌شود (نادرستی گزینهٔ (۴)).

نکته

اینکه در کتاب گفته همانندسازی ناقل ژنی مستقل از همانندسازی ژنوم میزبان است یعنی هر وقت دلش بخواد زیاد می‌شه! ولی منظور این نیست که به یاختهٔ میزبان وابسته نیست چون همیشه به آنزیم‌های میزبان وابسته است.

۴۳۹۰ **(۳)** **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** پیوند هیدروژنی ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۲):** ممکن است نوکلئیک اسید باکتری نباشد. **گزینهٔ (۴):** برش دیسک با آنزیم آن را به یک قطعه دنای خطی تبدیل می‌کند که دارای دو انتهای چسبنده است. همچنین قطعهٔ دنای خارجی نیز دو انتهای چسبنده دارد برای اتصال دنای مورد نظر به دیسک از آنزیم لیگاز (اتصال‌دهنده) استفاده می‌شود این آنزیم پیوند فسفودی‌استر بین دو انتهای مکمل را ایجاد می‌کند. به مجموعه دنای ناقل و ژن جاگذاری شده در آن دنای نوترکیب گفته می‌شود. **گزینهٔ (۴):** پیوند هیدروژنی و فسفودی‌استر شکسته می‌شود.

۴۳۹۱ **(۴)** **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** برای تولیدیک گیاه تراژنی، دیسک رابه همراه ژن خارجی به محیط کشت حاوی یاختهٔ‌گیاهی اضافه نمی‌کنند. **گزینهٔ (۲):** برای قراردهی ژن خارجی دردیسک، ازجاندارانی مثل باکتری‌ها برای تکثیر ژن می‌توان استفاده کرد. **گزینهٔ (۳):** برای ایجاد انتهای چسبنده دریک ناقل همسانه‌سازی، فقط ازیک نوع آنزیم استفاده نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** برای جداسازی یاخته‌های تراژنی، از محیط کشت حاوی پادزیست استفاده می‌شود.



۴۳۹۲ (۴) هر چهار مورد مثال نقض دارد.

بررسی موارد (الف) مثال نقض: آنزیم دنابسپاراز تشکیل پیوند هیدروژنی نمی‌دهد چون خودبه‌خود تشکیل می‌شود. (ب) مثال نقض: آنزیم لیگاز توانایی شکستن پیوند هیدروژنی ندارد. (ج) مثال نقض: آنزیم هلیکاز و رنابسپاراز پیوند هیدروژنی را می‌شکنند ولی فسفودی‌استر را نمی‌شکنند. (د) مثال نقض: آنزیمی به طور مستقیم سبب تشکیل پیوند هیدروژنی نمی‌شود.

۴۳۹۳ (۴) در مرحلهٔ تکثیر ژن، دنای نوترکیب را در مجاورت باکتری‌ها قرار می‌دهند، اما فقط تعدادی از آن‌ها دنای نوترکیب را جذب می‌کنند. سپس در مرحلهٔ جداسازی از پادزیست استفاده می‌شود و فقط باکتری‌هایی زنده می‌مانند که دنای نوترکیب را جذب کرده‌اند و بقیه می‌میرند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مراحل مهندسی ژنتیک، در مرحلهٔ برش دنا و استخراج ژن، از آنزیم برش‌دهنده استفاده می‌شود. بهتر است دیسکی که به عنوان ناقل برای انتقال ژن خارجی استفاده می‌شود، فقط دارای یک جایگاه تشخیص برای آنزیم برش‌دهنده باشد و تحت تأثیر این آنزیم، به یک قطعه دنای خطی تبدیل شود (نه قطعاتی). **گزینهٔ (۲):** برای تولید باکتری تراژنی، با استفاده از شوک الکتریکی یا حرارتی همراه با مواد شیمیایی، منافذی در دیوارهٔ باکتری ایجاد می‌کنند پس هنوز دست‌ورزی نشده‌اند. **گزینهٔ (۳):** در مرحلهٔ تولید دنای نوترکیب از آنزیم لیگاز استفاده می‌شود. در این مرحله ابتدا انتهاهای چسبندهٔ دیسک و دو طرف ژن خارجی، از طریق پیوند هیدروژنی به هم متصل می‌شوند و سپس برقراری پیوند فسفودی‌استر میان دو مولکول دنا، به کمک آنزیم لیگاز صورت می‌گیرد.

۴۳۹۴ (۳) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) در مرحلهٔ چهارم برای جداسازی یاخته‌های تراژنی از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود ولی **یکی** از آن‌ها از دیسک حاوی ژن مقاوم به آنتی‌بیوتیک استفاده می‌کند. (ب) چون باید آنزیم برش‌دهندهٔ دنا در مرحلهٔ اول و دوم یکسان باشد، پس مرحلهٔ دوم فقط آنزیم لیگاز آن جدید است. (ج) برش دیسک ناقل ژنی در مرحلهٔ دوم است. (د) در مرحلهٔ سوم با شوک و مواد شیمیایی تازه می‌خواهیم میزبان را تراژن کنیم.

۴۳۹۵ (۴) برای جداسازی یاخته‌های تراژن از یاخته‌هایی که دنای نوترکیب را دریافت نکرده‌اند معمولاً از آنتی‌بیوتیک استفاده می‌شود زیرا که یاخته‌های تراژن دارای ژن مقاومت نسبت به آنتی‌بیوتیک می‌باشند لذا با افزودن آنتی‌بیوتیک به محیط کشت، باکتری‌هایی که دنای نوترکیب را دریافت نکرده‌اند می‌میرند بنابراین می‌توان دریافت که با افزودن آنتی‌بیوتیک به محیط کشت، ژن مقاومت در باکتری‌های تراژن بیان می‌شود لذا از آنزیم **رنابسپاراز** استفاده می‌شود تا از این ژن رونویسی کند. گزینهٔ (۴) مربوط به آنزیم‌های حاصل از بیان ژن برای تبدیل آنتی‌بیوتیک به فرم قابل استفاده هستند. در مورد رنابسپاراز گزینهٔ (۱) و (۲) که قطعاً صحیح است و گزینهٔ (۳) در مورد پیوندهای اشتراکی ساختار اول و سوم آن پروتئین می‌باشد.

۴۳۹۶ (۱) در مرحلهٔ اول، دوم و آخر مهندسی ژنتیک برای جدا کردن ژن‌ها از ژنوم، از آنزیم برش‌دهنده استفاده می‌شود که در هر دو مرحله قطعات *DNA* **خطی** تولید می‌گردد. در مرحلهٔ دوم برای تشکیل دنای نوترکیب، چهار پیوند فسفودی‌استر زده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ سوم از مادهٔ غیرآنزیم برای ورود دنای نوترکیب به میزبان استفاده می‌شود. در مرحلهٔ دوم نیز جدا کردن ژن از ژنوم نداریم. **گزینهٔ (۳):** در مهندسی ژنتیک اضافه کردن آنتی‌بیوتیک (پادزیست)، در مرحلهٔ آخر و چهارم رخ می‌دهد که قبل از مرحلهٔ دیگری نمی‌باشد. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ دوم و سوم، دنای نوترکیب به ترتیب در خارج و داخل میزبان ایجاد می‌شود ولی استفاده از دنای ناقل فقط در مرحلهٔ دوم می‌باشد.

۴۳۹۷ (۲) سؤال در مورد مرحلهٔ جداسازی یاخته‌های تراژنی می‌باشد که، در شرایط مناسب، باکتری‌های تراژنی با سرعت بالایی تکثیر می‌شوند پس احتمال ویرایش هم وجود دارد. همچنین از دناهای نوترکیب نیز به صورت مستقل از فامتن اصلی یاخته، نسخه‌های متعددی ساخته می‌شود که در نتیجهٔ آن دنای خارجی به سرعت تکثیر می‌شود. بنابراین، تعداد زیادی باکتری دارای دنای خارجی آماده خواهد شد که می‌توان از آن‌ها برای تولید فراورده یا استخراج ژن استفاده کرد. در طی ایجاد نسخه‌های متعدد از دنای نوترکیب (همانندسازی آن)، پیوندهای هیدروژنی میان نوکلئوتیدهای جایگاه شروع همانندسازی آن شکسته می‌شود.

بررسی موارد (الف) نادرست. منظور آنزیم برش‌دهندهٔ دنا است که ویژهٔ پروکاریوت‌هاست. برای ایجاد فراوردهٔ ژن نیازی به جداسازی دنا و استفاده از این آنزیم نمی‌باشد. (ب) نادرست. در **سومین** مرحلهٔ مهندسی ژنتیک یعنی وارد کردن دنای نوترکیب به یاختهٔ میزبان، با کمک شوک حرارتی به همراه مواد شیمیایی، منافذی در دیوارهٔ باکتری ایجاد می‌شود. در این مرحله، همانندسازی انبوه دنای نوترکیب و در نتیجه شکسته شدن پیوندهای هیدروژنی میان نوکلئوتیدهای جایگاه شروع همانندسازی رخ نمی‌دهد. (ج) **درست.** در مرحلهٔ چهارم، باکتری‌های فاقد دنای نوترکیب که اغلب باکتری‌ها هستند، فاقد توانایی تبدیل پادزیست به موادی غیرکشنده هستند، بنابراین نسبت به پادزیست‌ها حساس بوده و در محیط حاوی پادزیست از بین می‌رود. (د) **درست.** در مرحلهٔ چهارم با اضافه کردن پادزیست برخی باکتری‌ها که تعداد کمی دارند، پادزیست را به مواد قابل تجزیه و استفادهٔ خود تبدیل می‌کنند و باقی می‌مانند.

۴۳۹۸ (۴) همهٔ موارد صحیح هستند. سؤال در مورد مهندسی ژنتیک و مراحل اول تا چهارم آن است.

بررسی موارد (الف) در مرحلهٔ اول، دوم و چهارم آنزیم برش‌دهندهٔ دنا که در باکتری نقش دفاعی دارد، سبب شکستن پیوند فسفودی‌استر می‌شود (نه تشکیل آن!). (ب) در مرحلهٔ سوم با شوک الکتریکی یا حرارتی و به کمک مواد شیمیایی دنای نوترکیب را وارد میزبان می‌کنیم تا آن را تراژن کنیم. (ج) در مرحلهٔ چهارم (آخر) آنزیم‌های پروکاریوتی میزبان سبب تولید دنای نوترکیب می‌شوند. (د) آنزیم برش‌دهندهٔ دنا، سبب شکستن پیوند هیدروژنی به‌طور مستقیم نمی‌شود.

۴۳۹۹ (۴) اگر در جایگاه شروع همانندسازی برش بزنیم دیگر همسانه‌سازی ژن و ازدیاد آن رخ نمی‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ژن مقاومت به پادزیست روی دنای کمکی نوترکیب شده است (نه دنای اصلی). **گزینهٔ (۲):** می‌توان از شوک الکتریکی هم استفاده می‌کرد. **گزینهٔ (۴):** میزبان حتماً نباید باکتری باشد مهم این است که سرعت تقسیم سریع داشته باشد.

۴۴۰۰ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** درست. در مرحلهٔ یک و دو برش دنا رخ می‌دهد اما تنها در مرحلهٔ ۲، آنزیم لیگاز وارد عمل شده و پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شود ولی در مرحلهٔ ۱ از این آنزیم استفاده نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** درست. در مرحلهٔ چهارم، تعداد زیادی از باکتری‌های محیط از بین می‌روند. **گزینهٔ (۳): نادرست.** در مرحلهٔ دوم به دنبال عمل آنزیم برش‌دهندهٔ دنا، پیوندهای هیدروژنی خودبه‌خود شکسته می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** درست. برای همسانه‌سازی دنا، نیازی به رونویسی نمی‌باشد.

۴۴۰۱ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** نادرست. باکتری‌ها تنظیم مثبت و منفی رونویسی دارند که در مرحلهٔ آخر مهندسی ژنتیک اگر از پادزیست استفاده شود، (نه قطعاً) اغلب آن‌ها از بین می‌روند. **گزینهٔ (۲):** نادرست. در مورد ایجاد این ویژگی در قارچ‌ها با مهندسی ژنتیک که منظور ابتدای عبارت است، رد می‌شود. **گزینهٔ (۳): درست.** در مورد از بین رفتن باکتری‌ها توسط بیگانه‌خواری یاخته‌های سرتولی در مردان صحیح است. **گزینهٔ (۴):** نادرست. باکتری‌ها و قارچ‌ها برحسب کتاب درسی، دیسک دارند که باکتری‌ها تک‌یاخته‌ای هستند و قسمت دوم سؤال در مورد آن‌ها نادرست است.

۴۴۰۲: (۱) طی مراحل مهندسی ژنتیک جهت همسانه‌سازی یک ژن موردنظر، در بین موارد داده شده ابتدا باید از پلازمیدی استفاده شود که دارای ژن مقاومت به پادزیست است (ب) پس از برش دنا با استفاده از آنزیم لیگاز دنای نوترکیب ساخته می‌شود (ج) و در مرحلهٔ بعد باید دنای نوترکیب را به درون یاختهٔ میزبان منتقل کنند به این منظور باید در دیوارهٔ باکتری منافذی ایجاد شود (الف). این منافذ را می‌توان با کمک شوک الکتریکی و یا شوک حرارتی همراه با مواد شیمیایی ایجاد کرد دقت داشته باشید که از آمپی‌سیلین برای از بین بردن باکتری حساس به پادزیست استفاده می‌شود (نه مقاوم به آن) (علت نادرستی (د)).

۴۴۰۳: (۴) در مهندسی ژنتیک، میزبان می‌تواند باکتری نباشد و شامل برخی از یوکاریوت‌ها مانند مخمر نیز باشد ولی باید توانایی تقسیم زیادی داشته باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** برای جداسازی یاخته‌های تراژنی، **یکی** از روش‌ها استفاده از ژن مقاومت به آنتی‌بیوتیک است. برای مقاومت نسبت به آنتی‌بیوتیک، باید ژن مربوطه بیان شود. برای بیان شدن نیاز به آنزیم رنابسپاراز است. **گزینهٔ (۲):** برای اتصال قطعات دنای جدا شده به ناقل نیاز به آنزیم لیگاز است. این آنزیم پیوند فسفودی‌استر ایجاد می‌کند ولی در مرحلهٔ آخر برای ازدیاد ژن نیز مقدار زیادی دنای نوترکیب توسط عوامل همانندسازی میزبان تولید می‌شود (نه لیگاز). **گزینهٔ (۳):** برای جداسازی و برش قطعات دنا نیاز به آنزیم‌های پروتئینی برش‌دهنده است که در سیتوپلاسم باکتری‌ها و توسط ژن‌های روی دنای حلقوی بیان می‌شوند ولی محصول مستقیم ژن، ابتدا رنا می‌باشد.

۴۴۰۴: (۴) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) در مرحلهٔ جداسازی قطعه‌ای از دنا و همچنین باز کردن مولکول‌های ناقل بخش‌های تک‌رشته‌ای از دنا به نام انتهای چسبنده ایجاد می‌شوند، بنابراین در حالت دوم اصلاً ژنی از دنا جدا نشده است. (ب) در مرحلهٔ جداسازی یاخته‌های تراژنی، یاخته‌های دارای دنای نوترکیب از سایرین جدا می‌شوند. برای انجام این مرحله روش‌های گوناگونی وجود دارد که یکی از رایج‌ترین روش‌های آن استفاده از آنتی‌بیوتیک است. (ج) در مرحلهٔ تشکیل دنای نوترکیب از آنزیم لیگاز استفاده می‌شود. در این مرحله دو جفت انتهای چسبنده در دنای خارجی و مولکول ناقل وجود دارد که باید به بخش دیگری متصل شود، بنابراین باید چهار پیوند فسفودی‌استر در این بخش‌ها تشکیل شود، اما این پیوندها بین نوکلئوتیدهای آدنین‌دار و گوانین‌دار برقرار می‌شود و نه بازهای آدنین و گوانین. (د) زمانی که دنای نوترکیب به محیط کشت مناسب وارد شود باید دیوارهٔ باکتری‌های موجود در محیط دارای منفذ شود. برای این کار یا از شوک الکتریکی استفاده می‌شود یا از روش‌های حرارتی.

۴۴۰۵: (۳) موارد (الف)، (ج) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) **درست**. اتصال پیوند فسفودی‌استر (اشتراکی) و برش آن در ویرایش در مرحلهٔ آخر درون باکتری رخ می‌دهد. (ب) نادرست. در مهندسی ژنتیک، برخلاف مهندسی پروتئین تغییر در دنا داده نمی‌شود. (ج) **درست**. در مرحلهٔ آخر باید برای همانندسازی دنا، هلیکاز پیوند هیدروژنی و دنابسپاراز طی ویرایش پیوند فسفودی‌استر بشکند. (د) **درست**. در مرحلهٔ آخر استفاده از رناتن برای پروتئین‌سازی و پادزیست در از بین بردن باکتری‌های فاقد دنای نوترکیب لازم است.

۴۴۰۶: (۴) موارد (ب) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. در شرایط **مناسب** کتاب در صفحهٔ آخر این گفتار مطلب را عنوان کرده است. (ب) **درست**. با توجه به شکل آخر این گفتار در مورد اندازهٔ باکتری‌های محیط کشت صحیح است. (ج) نادرست. با توجه به شکل ۴ این فصل نادرست است. (د) **درست**. فقط در دورهٔ زیست فناوری نوین، در موجود زنده تغییر ایجاد کردند.

۴۴۰۷: (۱) دقت کنید که مهندسی پروتئین که سبب تغییر در **ویژگی یک پروتئین** می‌شود، با تغییرات جزئی یا کلی در ساختار پروتئین رخ می‌دهد. در هر دو نوع این تغییرات، ابتدا روی ژن دستکاری می‌کنند و سپس این ژن تغییر یافته در یک واحد زنده به تولید پروتئینی با ساختار و ویژگی جدید می‌پردازد. در تغییرات جزئی تغییر در **یک یا چند آمینواسید** رخ می‌دهد ولی اگر یک یا چند رشتهٔ پلی‌پپتید تغییر کند، این یک تغییر گسترده یا کلی در ساختار پروتئین می‌باشد.

مهندسی پروتئین

انواع تغییرات روی پروتئین‌ها در اثر مهندسی پروتئین

- تغییرات جزئی
  - این تغییر در یک یا چند رمز *DNA* برای ایجاد پروتئین جدید انجام می‌دهند.
  - تغییری است که یک یا چند آمینواسید پروتئین را تغییر می‌دهد.
  - ساختار اول تا چهارم پروتئین را تغییر می‌دهد.
- تغییرات عمده
  - تغییرات گسترده‌ای شامل برداشتن قسمتی از ژن سازنده می‌باشد.
  - یا تغییراتی مثل ترکیب بخش‌هایی از ژن سازنده چند نوع پروتئین می‌باشد.
  - در این تغییرات توالی بخش زیادی از پروتئین را تغییر می‌دهند.
  - در این نوع تغییرات نیز کل ساختار پروتئین عوض می‌شود.

- در تغییرات گسترده مهندسی پروتئین، قسمتی از ژن سازنده پروتئین را تغییر می‌دهیم یا بخش‌هایی از ژن‌های چند نوع پروتئین مختلف را با هم ترکیب می‌کنیم تا محصولات آن که همان پروتئین جدید مد نظر می‌باشد در اثر بیان ژن‌های جدید، ساخته شوند ولی در تغییرات جزئی، یک یا چند نوکلئوتید در ژن به‌طور هوشمندانه و با مداخلهٔ آدمی دچار تغییر می‌شود.
- در تست‌ها دقت کنید، به‌طور مثال اگر مقصود ساخت انسولین برای تنظیم قند خون بود، این مهندسی ژنتیک است ولی اگر عنوان کرد که انسولینی بسازیم که سریع‌تر از حالت عادی قند خون را تنظیم کند، این بحث مهندسی پروتئین است.

۴۴۰۸: (۳) موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند. **برخی** از پروتئین‌های حاصل از زیست‌فناوری به روش‌های مهندسی **پروتئین** تولید می‌شوند که همگی در ژن خود دچار تغییراتی توسط دانشمندان شده‌اند و توالی آن‌ها متفاوت با حالت عادی است (نادرستی مورد (الف)). تمام پروتئین‌های حاصل در زیست‌فناوری آنزیم نیستند مانند اینترفرون‌ها. چون سنتز پروتئین‌ها توسط ریبوزوم‌ها انجام می‌شوند (نادرستی مورد (ب))، لذا برای تولید هرکدام وجود ریبوزوم الزامی است. ریبوزوم‌ها از دو زیرواحد تشکیل شده‌اند که هر زیرواحد از رنا و پروتئین تشکیل شده است (درستی مورد (ج))، بسیاری از پروتئین‌ها در دماهای بالا ساختار خود را از دست می‌دهند (نادرستی مورد (د)).

۴۴۰۹: (۴) منظور سؤال باکتری‌هایی هستند که **گرمادوست** بوده و در چشمه‌های آب گرم زندگی می‌کنند. این پروکاریوت‌ها آمیلاز مقاوم به گرمای طبیعی ایجاد می‌کنند و مانند هر جانداری در دو رشتهٔ دنای خود می‌توانند برای یک ژن، یک رشتهٔ آن الگوی رونویسی باشد ولی برای ژن دیگری، رشتهٔ دیگری از دنای آن به عنوان الگو قرار بگیرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** باکتری‌ها فقط **یک** غشای یاخته‌ای دارند ولی اندامک غشادار ندارند. **گزینهٔ (۲):** قید «**همواره**» نادرست است چون تنظیم بیان ژن آن‌ها اغلب در مرحلهٔ رونویسی صورت می‌گیرد (نه پس از آن). **گزینهٔ (۳):** پروکاریوت‌ها اندامک غشادار ندارند، پس توانایی ایجاد ریزکیسه برای برون‌رانی ندارند (کلاً پروکاریوت‌ها غشای درونی ندارند).

۴۶۶ آمیلاز

محل تولید / آمیلاز	پانکراس انسان	باکتری چشمهٔ آب‌گرم	آزمایشگاه و مهندسی پروتئین
ویژگی کلی	تجزیهٔ پلی‌ساکارید نشاسته به قطعات کوچک‌تر		
دنای حاوی ژن سازندهٔ آن	خطی	حلقوی	–
ویژگی مخصوص آنزیم تولیدی	فعالیت در pH بازی رودهٔ باریک	مقاوم در برابر گرما	مقاوم در برابر گرما و قابل استفاده در صنایع مختلف

۴۴۱۰ (۲) بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با مهندسی ژنتیک می‌توان هر جاندار تراژنی از جمله قارچ ها و گیاهان تراژنی را تولید کرد. **گزینهٔ (۲):** در مهندسی ژنتیک، باید از همان آنزیم برش‌دهنده‌ای که در مرحلهٔ اول استفاده شده است استفاده کرد. **گزینهٔ (۳):** استفاده از آمیلازهای تولیدشده با مهندسی پروتئین موجب افزایش کارایی و کاهش زمان واکنش‌ها می‌شود. **گزینهٔ (۴):** اثر آنزیم برش‌دهنده بر دنای نوترکیب موجب تشکیل چهار انتهای چسبنده در دو جایگاه تشخیص در دو طرف ژن مورد نظر می‌شود.

آمیلازها

ایـن آنزیم‌هـا که از آنزیم‌های پرکاربرد در صنعت هسـتند مولکول‌های نشاسـته را به قطعات کوچک‌تـری تجزیه می‌کنند آمیلازها در بخش‌هـای مختلف صنعتی مانند صنایع غذایی، نسـاجی و تولید شـوینده‌ها کاربرد دارند. بسـیاری از مراحل تولید صنعتی در دماهای بالا انجام می‌شـود، بنابراین، اسـتفاده از آمیلاز پایدار در برابر گرما ضرورت دارد. امروزه به کمک روش‌های زیست‌فناوری طراحی و تولید آمیلازهای مقاوم به گرما ممکن شده است. استفاده از این مولکول‌ها باعث کاهش زمان واکنش، صرفه‌جویی اقتصادی و در نتیجه افزایش بهره‌وری صنعتی می‌شود. مشاهده شده است که در طبیعت نیز آمیلاز مقاوم به گرما وجود دارد، مثلاً باکتری‌های گرمادوست در چشمه‌های آب گرم دارای آمیلازهایی هستند که پایداری بیشتری در مقابل گرما دارند.

۴۴۱۱ (۳) اینترفرونی که با کمک مهندسـی پروتئین سـاخته می‌شـود، نسـبت به اینترفرون طبیعی دارای پایداری **بیشتری** اسـت (رد گزینهٔ (۱)). در مهندسی پروتئین با تغییری جزئی و عوض کردن یک آمینواسید با آمینواسیدی دیگر در توالی آمینواسیدهای اینترفرون، اینترفرونی ضدویروس ساخته می‌شود (رد گزینهٔ (۲) و تایید گزینهٔ (۳)). اینترفرون سـاخته شـده در مهندسـی ژنتیک، فعالیت کمتری از اینترفرون طبیعی دارد اما فعالیت اینترفرون ساخته شـده در مهندسی پروتئین، به اندازهٔ پروتئین طبیعی افزایش می‌یابد یعنی فعالیت ضدویروسی آن هم اندازهٔ اینترفرون طبیعی است (رد گزینهٔ (۴)).

۴۶۷ مقایسهٔ اینترفرون‌های مهندسی شده

موارد مقایسه / اینترفرون	ساخته شده در مهندسی ژنتیک	ساخته شده در مهندسی پروتئین
عملکرد	مقاومت یاخته‌ها به ویروس	مقاومت یاخته‌ها به ویروس
یاختهٔ هدف	یاختهٔ آلوده به ویروس و یاخته‌های سالم مجاور	یاختهٔ آلوده به ویروس و یاخته‌های سالم مجاور
میزان کارایی	کمتر از حالت طبیعی	تقریباً برابر با حالت طبیعی
تغییر در ژن برای ایجاد آن	–	+
پیوند پپتیدی	+	+
پیوندهای نادرست در هنگام تشکیل	+	–
پایداری	کمتر	بیشتر

۴۴۱۲ (۳) بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هر دو توالی آمینواسـیدی یکسـانی دارند. **گزینهٔ (۲):** اینترفرون‌هایی که از طریق مهندسـی **ژنتیک** به‌دسـت می‌آیند فعالیت ضدویروسـی **کمتری** دارند. **گزینهٔ (۳):** این نوع اینترفرون‌ها، شـکل فضایی متفاوتی با اینترفرون‌های درون خون انسـان دارند. **گزینهٔ (۴):** اینترفرون‌های به‌دسـت آمده از طریق مهندسی **پروتئین**، پایداری بیشتری دارند.

۴۴۱۳ (۲) موارد (الف) و (د) عبارت را به درستی تکمیل می‌کند.

بررسـی مـوارد (الف) **درست**. اینترفرون‌ها پروتئین‌های **دومین** خط دفاع بدن هستند که می‌توانند از یاخته‌های خط اول، دوم یا سوم دفاعی بدن نیز ترشح شوند.
(ب) نادرست. اینترفرون نوع دو روی درشت‌خوارهای **طبیعی** نیز اثر می‌گذارد تا فاگوسیتوز شوند. (ج) نادرست. برای اینترفرون ساخته شده به روش مهندسی **ژنتیک** صادق نیست. (د) **درست**. اینترفرون برای تأثیر بر روی یاخته‌های هدف خود باید ترشح شود، یعنی وارد مایع بین یاخته‌ای (بخشی از محیط داخلی) شود.

۴۶۸ اینترفرون نوع (۱) و (۲)

موارد مقایسه	اینترفرون نوع ۱	اینترفرون نوع ۲
از چه یاخته‌ای ترشح می‌شود؟	ناسالم (آلوده به ویروس)	سالم (کشنده طبیعی و لنفوسیت T)
چه نوع پیک شیمیایی	کوتاه‌برد	کوتاه‌برد
یاختهٔ هدف؟	سالم و ناسالم (آلوده به ویروس)	سالم (درشت‌خوار)
توانایی تأثیر بر یاختهٔ هدف در خون؟	بله	خیر
به‌طور مستقیم باعث از بین بردن یاختهٔ هدف می‌شود؟	خیر	خیر
ترشح از؟	یاختهٔ آلوده به ویروس	یاختهٔ کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت T
بر یاختهٔ سازنده تاثیر می‌گذارد؟	بله	خیر
وظیفه	افزایش مقاومت یاختهٔ آلوده به ویروس و یاخته‌های سالم اطراف	فعال کردن درشت‌خوارها برای از بین بردن یاخته‌های سرطانی

۴۴۱۴ (۱) اینترفرون ساخته شده با روش مهندسی **ژنتیک** فعالیت بسیار کمتری نسبت به اینترفرون طبیعی دارد. از آنجا که این اینترفرون فعالیت ضدویروسی دارد، اینترفرون نوع ۱ می‌باشد و علت کاهش آن، تشکیل پیوندهای نادرست در هنگام ساخته شدن آن در **باکتری** است. اینترفرونی که به کمک فرایند مهندسی پروتئین ایجاد می‌شود با تغییر **جزئی** در رمز آمینواسید سبب می‌شود فعالیت ضدویروسی این اینترفرون به اندازهٔ پروتئین طبیعی افزایش یابد.

۴۴۱۵ (۴) بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: در مهندسی ژنتیک این اتفاق رخ نمی‌داد بلکه در مهندسی پروتئین بود. **گزینهٔ (۲)**: پلاسمین لخته را تجزیه می‌کند تا آسیبی به اندام‌های حیاتی بدن وارد نشود پس مانع خونریزی نمی‌شود. **گزینهٔ (۳)**: کار آنزیم پلاسمین تجزیهٔ لخته است که فیبرین را تجزیه می‌کند ولی در خونریزی خفیف که درپوش ایجاد می‌شود نقشی ندارد. **گزینهٔ (۴)**: درست است چون رشته‌های پروتئینی فیبرین در تشکیل لخته نقش دارند و آنزیم پلاسمین آن را تجزیه می‌کند.

۴۶۹ پلاسمین مهندسی شده در مقایسه با طبیعی

ویژگی / پلاسمین	طبیعی	ساخته شده در مهندسی پروتئین
عملکرد	تجزیهٔ لخته	تجزیهٔ لخته
نوع ساختار	طبیعی	دارای یک آمینواسید متفاوت با پروتئین طبیعی
میزان کارایی	طبیعی	بیشتر از حالت طبیعی
تغییر در ژن برای ایجاد آن	–	+
پیوند پپتیدی	+	+
پایداری	طبیعی	بیشتر

۴۴۱۶ (۱) در **نوار تیره** سارکومر، اکتین و میوزین **هر دو** دیده می‌شوند. طبق شکل‌های کتاب درسی در فصل دستگاه حرکتی، اکتین و میوزین هر دو شامل **بیش از یک رشتهٔ پلی‌پپتیدی** هستند و در نتیجه دارای ساختار **چهارم** پروتئین‌ها هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲)**: هر پروتئینی که در غشای یاخته به قند متصل **نباشد** الزاماً در عبور مولکول‌ها از عرض غشا نقش ندارد مثلاً ممکن است **گیرندهٔ آنتی‌ژنی** یا **گیرندهٔ هورمونی** یا **یک پروتئین غیر سراسری** و ... باشد. **گزینهٔ (۳)**: انسولین **فعال**، دارای دو زنجیرهٔ A و B است پس دارای ساختار **چهارم** است اما دقت کنید که مولکول **پیش انسولین**، شامل **یک رشتهٔ پلی‌پپتیدی** بوده است که با حذف زنجیرهٔ C آن، انسولین فعال ایجاد می‌شود در نتیجه حاصل ترجمهٔ **یک نوع** *mRNA* بوده است. **گزینهٔ (۴)**: پلاسمین و هپارین به ترتیب سبب از بین بردن لخته و ایجاد لخته می‌شوند. در ارتباط با پلاسمین می‌توان گفت با جانشینی یک آمینواسید آن با آمینواسیدی دیگر، مدت زمان فعالیت پلاسمایی آن **افزایش** می‌یابد نه هر پروتئین ضد انعقاد خون!

۴۴۱۷ (۲) موارد (ب) و (ج) صحیح‌اند.

بررسی موارد (الف) نادرست. پلاسمین لخته را تجزیه می‌کند و عمل آن پس از ایجاد فیبرین در جهت تجزیهٔ آن می‌باشد. (ب) **درست**. طبق متن کتاب درسی، امروزه محققین با استفاده از پرتوهای ایکس و روش‌های دیگر، به ساختار سه‌بعدی پروتئین‌ها پی می‌برند و حتی می‌توانند **جایگاه هر اتم** را نیز در آن مشخص کنند. (ج) **درست**. آنزیم‌ها می‌توانند در مقادیر اندک، بر مقدار زیادی از پیش‌ماده تأثیر بگذارند. (د) نادرست. مدت اثر پلاسمین طبیعی، در پلاسما **خیلی کوتاه** است.

آنزیم پلاسمین

نوعی آنزیم پروتئینی است که در تجزیهٔ لخته‌ها نقش اساسی دارد و از اندام‌های حیاتی محافظت می‌کند. این آنزیم مدت اثرش در پلاسما بسیار کوتاه است و با استفاده از مهندسی پروتئین می‌توان پایداری آن را افزایش داد. در این فرایند با جانشینی یک آمینواسید پلاسمین با آمینواسید دیگری در توالی می‌توان پایداری آن را افزایش داد و اثرات درمانی به آن داد. ما برای بررسی سطوح مختلف پروتئین آن‌ها را در چهار سطح بررسی می‌کنیم که همهٔ پروتئین‌ها ۳ ساختار اولیه را دارا هستند.

ساختار اول پروتئین – توالی آمینواسیدها: نوع، تعداد، پیوند و تکرار آمینواسیدها، ساختار اول پروتئین‌ها را تعیین می‌کند و تغییر آمینو اسیدها در هر جایگاهی موجب تغییر در ساختار اول پروتئین می‌شود.

ساختار دوم – الگوهایی از پیوندهای هیدروژنی: بین بخش‌هایی از زنجیرهٔ پلی پپتیدی می‌تواند پیوند هیدروژنی برقرار شود و این پیوند منشأ تشکیل ساختار دوم پروتئین‌ها است.

ساختار سوم – تا خورده و متصل به هم: در ساختار سوم، تاخوردگی بیشتر صفحات و مارپیچ‌ها رخ می‌دهد و پروتئین‌ها به شکل کروی درمی‌آیند. تشکیل این ساختار بر اثر برهم‌کنش‌های آب‌گریز است.

ساختار چهارم – آرایش زیرواحد: بعضی پروتئین‌ها ساختار چهارم دارند. نحوهٔ آرایش این زیرواحدها در کنار هم ساختار چهارم پروتئین‌ها نامیده می‌شود. مانند هموگلوبین و آنزیم‌ها.

نکته

- آنزیم پلاسمین، آنزیمی است که فعالیت خارج از سلولی دارد.
- در مهندسی پروتئین آنزیم پلاسمین سطح اول ساختاری پروتئین دست‌کاری می‌شود.

۴۴۱۸ (۴) هر چهار مورد به واسطهٔ فناوری مهندسی پروتئین تولید می‌شوند در هر مورد زیر مشخص کرده‌ایم دربارهٔ چه مفهومی می‌باشد.

بررسی موارد (الف) آمیلاز (ب) اینترفرون (ج) پلاسمین (د) هدف مهندسی پروتئین در برخی محصول‌ها

۴۴۱۹ (۳) منظور سؤال آنزیم **پلاسمین** می‌باشد. آمیلاز تولید شده به روش مهندسی پروتئین، در برابر گرما مقاوم است و ساختار آن در دماهای بالا تغییر نخواهد کرد ولی آنزیم پلاسمین تولید شده به روش مهندسی پروتئین، دارای زمان فعالیت پلاسمایی و اثرات درمانی بیشتر است، نه پایداری بیشتر در دماهای بالا.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پلاسمین تولید شده به روش مهندسی پروتئین، دچار تغییرات جزئی در رمز آمینواسید یا توالی آمینواسید می‌شود یعنی به جای یکی از آمینواسیدهای آن، آمینواسید دیگری قرار می‌گیرد ولی تعداد آمینواسید تغییر نمی‌کند. **گزینهٔ (۲):** فعالیت ضد ویروسی اینترفرون تولید شده به روش مهندسی پروتئین، به اندازهٔ پروتئین طبیعی بدن می‌باشد (نه بیشتر). **گزینهٔ (۴):** آمیلاز مقاوم به گرما ممکن است توسط باکتری‌های گرمادوست در چشمه‌های آب گرم تولید شود.

۴۴۲۰ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** آمیلاز، در دنای خطی انسان و حلقوی باکتری‌ها، هر دو ژن دارد. **گزینهٔ (۲):** پلاسمین منظور است که فعالیت و اثری بیشتر از پروتئین معمولی دارد. **گزینهٔ (۳):** درست است زیرا پلاسمین، فیبرین یا لخته را تجزیه می‌کند. **گزینهٔ (۴):** پلاسمین در کاهش بروز سکتهٔ قلبی برخلاف افزایش آزاد شدن ترکیبات فعال از گرده‌ها نقش دارد.

۴۴۲۱ (۱) **بررسی موارد** (الف) با جانشینی رمز یک آمینواسید با آمینواسید دیگر، مدت زمان فعالیت پلاسمایی پلاسمین و اثرات درمانی آن را افزایش می‌دهد.
(ب) آنزیم‌ها از جمله پلاسمین جزء کاتالیزورهای زیستی‌اند. (ج) پلاسمین به‌طور طبیعی لخته‌ها را در بدن تجزیه می‌کند و کاربرد درمانی دارد اما مدت اثر آن در پلاسما خیلی کوتاه است. (د) پلاسمین فیبرین را تجزیه می‌کند ولی برخلاف هپارین در عمل ترومبین اثری ندارد.

۴۴۲۲ (۲) پلاسمین برای از بین بردن لخته کاربرد دارد. لخته توسط رشته‌های فیبرین ایجاد می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۴):** آمیلاز مقاوم به گرما فقط در یک صنعت کاربرد ندارد. **گزینهٔ (۴):** اینترفرون برای درمان بیماری‌های ویروسی کاربرد دارد.

۴۴۲۳ (۴) هر چهار مورد به واسطهٔ فناوری مهندسی پروتئین تولید می‌شوند.

۴۴۲۴ (۴) صورت سؤال به‌ترتیب در رابطه با اینترفرون و پلاسمین است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تغییر جزئی در رمز آمینواسید آن باعث افزایش پایداری می‌شود. پلاسمین مانع تشکیل لخته نمی‌شود بلکه لخته تولیدشده را تجزیه می‌کند. **گزینهٔ (۲):** اینترفرون ساخته شده توسط مهندسی **ژنتیک** فعالیت کمی دارد. پلاسمین، به‌طور طبیعی نیز در بدن لخته را تجزیه می‌کند. **گزینهٔ (۳):** با جایگزینی فقط **یک** آمینواسید فعالیت ضدویروسی‌اش بیشتر می‌شود. پلاسمین با تجزیهٔ لخته، راه عبور خون را باز می‌کند. **گزینهٔ (۴):** اینترفرون ساخته شده توسط مهندسی ژنتیک فعالیت کمی دارد. در پلاسمین تولید شده با مهندسی پروتئین، تغییر در یک آمینواسید باعث افزایش اثر درمانی آن می‌شود.

۴۴۲۵ (۲) عبارت‌های (الف) و (ب) صحیح می‌باشند.

بررسی موارد (الف) پایداری و مدت زمان فعالیت هر دو پروتئین نسبت به حالت عادی افزایش می‌یابد. (ب) در هر دو پروتئین یک آمینواسید با یک آمینواسید دیگر در توالی پروتئین جایگزین می‌شود. (ج) فعالیت ضدویروسی اینترفرون تغییریافته با مهندسی پروتئین به اندازهٔ اینترفرون عادی است اما فعالیت پلاسمین تغییر یافته با مهندسی پروتئین، بیشتر از پلاسمین عادی است. (د) پلاسمین برخلاف اینترفرون دارای عملکرد آنزیمی است.

۴۴۲۶ (۱) فقط مورد (ج) نادرست است.

بررسی موارد (الف) درست. کاملاً در مورد پلاسمین تولیدی در مهندسی پروتئین صحیح است. (ب) درست. در مورد پیوندهای نادرست اینترفرون در مهندسی ژنتیک کاملاً صحیح است. (ج) **نادرست.** اینترفرونی که با مهندسی پروتئین تولید می‌شود، به همان اندازهٔ اینترفرون عادی اثر دارد ولی مدت زمان فعالیتش زیادتر می‌شود. (د) درست. کاملاً صحیح است و هدف تولید آمیلاز همین است.

۴۷۰ پروتئین‌های مهندسی شده

پروتئین	وظیفه	نوع تغییر در ژن	هدف از مهندسی پروتئین	مثال
آمیلاز	تجزیهٔ نشاسته	–	تولید آمیلاز مقاوم به گرما	بزاق انسان و ملخ - شیرهٔ لوزالمعده انسان - باکتری‌های مقاوم به گرما
اینترفرون نوع ۱	ضدویروس	جزئی	داشتن عملکرد طبیعی و افزایش پایداری	تولید توسط یاخته‌های آلوده به ویروس
پلاسمین	تجزیهٔ لخته	جزئی	افزایش مدت فعالیت پلاسمایی و اثرات درمانی آن	خوناب انسان

۴۴۲۷ (۳) دقت کنید که دریافت بافت از بدن یک فرد اهداکننده و پیوند آن به فرد گیرنده، جزئی از مهندسی بافت محسوب نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** برای مثال در مهندسی بافت غضروفی گوش انسان، یاخته‌های تمایز یافته روی داربست‌های مناسب کشت داده می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** در مهندسی بافت غضروف گوش انسان، از گوش تصویر دیجیتالی تهیه می‌شود. **گزینهٔ (۴):** منظور یاخته‌های بنیادی بالغ است که یاخته‌هایی تمایزنیافته هستند ولی سرعت تکثیر بالایی دارند. امروزه در مهندسی بافت از این یاخته‌ها به‌طور موفقیت‌آمیزی استفاده می‌شود.

۴۴۲۸ (۲) طبق متن کتاب درسی دوازدهم در فصل ۷، **یاخته‌های بنیادی کبد** می‌توانند به یاختهٔ کبدی یا یاختهٔ مجرای صفراوی تمایز یابند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** به‌طور مثال یاختهٔ بنیادی لنفوئیدی فقط لنفوسیت‌ها را تولید می‌کند نه هر نوع بافت! **گزینهٔ (۳):** بازسازی لالهٔ گوش با مهندسی **بافت** انجام می‌شود (نه مهندسی پروتئین!) **گزینهٔ (۴):** فقط **تودهٔ یاخته‌ای داخلی** در بلاستوسیست قدرت این کار را دارد، نه هر نوع یاختهٔ بلاستوسیستی!

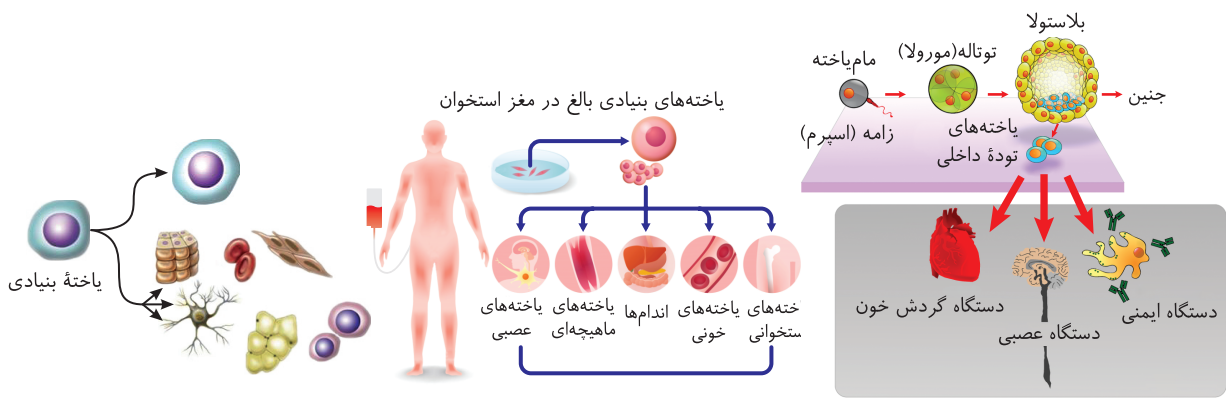
۴۴۲۹ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** درست. ثابت شده در پوست یاخته‌هایی وجود دارد که توانایی تکثیر زیاد و تمایز به انواع یاخته‌ها را دارند. برای مثال در مهندسی بافت برای بازسازی لالهٔ گوش و بینی یاخته‌های غضروفی را در محیط کشت روی داربست مناسب تکثیر و غضروف جدید را برای بازسازی اندام آسیب دیده تولید می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** درست. طبق توضیحات بالا امکان کشت بافت ازیاخته‌های بنیادی موجود در پوست وجود دارد. **گزینهٔ (۴):** **نادرست. نه الزاماً** برای تولید هر بافت لازم نیست که از یاخته‌های بنیادی استفاده کنیم برای مثال می‌توان به غضروف استفاده شده در ترمیم لالهٔ گوش و بینی اشاره کرد که یاختهٔ بنیادی نیست. یا تولید مجرای صفرا از کبد! یا تولید بافت عصبی از مغز استخوان! **گزینهٔ (۴):** درست. طبق توضیحات بالا این گزینه هم درست است.

یاخته‌های بنیادی مهندسی بافت

به نظرتون همهٔ بافت‌هایی که وارد محیط کشت می‌شوند تکثیر می‌شوند؟ نه یکسری یاخته‌های تمایزیافته مثل یاخته‌های ماهیچه هستند که یا کلاً تکثیر نمی‌شوند یا تکثیر می‌شوند و ما نمی‌توانیم همیشه بیایم از این‌ها استفاده کنیم و کلی وقت هدر می‌دهیم تا مقدار کمی از آن را داشته باشیم. باید چه کار کنیم؟ در چنین مواقعی می‌آییم از یاخته‌هایی استفاده می‌کنیم که تکثیر سریع‌تر داشته باشند، یعنی یاخته‌های **بنیادی**. این یاخته‌های بنیادی دو نوع‌اند؛ یا جنینی هستند یا بالغ. یاخته‌های بنیادی جنینی، همان تودهٔ یاخته‌های **درونی** بلاستوسیست یا کرهٔ توپر مورولا هستند و یاخته‌های بنیادی بالغ در بافت‌ها یافت می‌شوند. این یاخته‌ها سرعت تکثیرشون زیاده بنابراین می‌تواند به سرعت تکثیر بشوند. چرا به آن‌ها می‌گوییم یاخته‌های بنیادی؟ به این دلیل که می‌توانند تکثیر شوند و انواع متفاوت یاخته تبدیل شوند مثلاً یاخته‌های بنیادی می‌توانند تکثیر شوند و یاخته‌هایی مثل نورون‌ها، گلبول‌های قرمز، یاخته‌های ماهیچه‌ای و ... ایجاد کنند. جالب بدونید از دو تا یاخته با تقسیم میتوز از یاختهٔ بنیادی می‌شود یکی از آن‌ها **یاختهٔ بنیادی** می‌ماند. یعنی یاختهٔ بنیادی تقسیم می‌شود به یاختهٔ بنیادی دیگر ایجاد می‌کند و یاختهٔ بنیادی باقی نمی‌مانند تبدیل می‌شود به یاخته‌های تمایزیافته که همان‌طور گفتیم این یاخته‌ها پوست یا چربی ... باشند.

یاخته‌های بنیادی بالغ در بافت‌های مختلف بدن یاخته‌های بنیادی که در محیط کشت تکثیر می‌شوند. یکسری یاخته‌ها کبدی هستند یکسری در مغز قرمز استخوان هستند یکسری هم هستند که انواع بافت‌ها تولید می‌شوند. یاخته‌های بنیادی در کبد می‌توانند تکثیر شوند و تمایز پیدا کند و به یاخته‌های **کبدی** و یاخته‌های سازندهٔ **مجرای صفراوی** تبدیل می‌شوند. یاخته‌های بنیادی که در مغز استخوان هستند یا میلوئیدی یا لنفوئیدی‌اند اما در مغز استخوان ما یک نوع یاختهٔ بنیادی دیگر هم داریم که در محیط آزمایشگاه می‌توانند بافت‌های مختلفی را به وجود می‌آورد. این یاخته می‌توانند این نوع بافت‌ها را بسازند: انواع رگ‌های خونی، انواع یاخته‌های خونی (پیوندی)، یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی صاف و قلبی، یاخته‌های استخوانی و یاخته‌های عصبی.

یاخته‌های بنیادی جنینی: یاخته‌های بنیادی جنینی می‌توانند تمام بافت یک جنین را بسازد اگه در مراحل اولیهٔ جنینی این یاخته‌ها را جدا کنیم به دلیل قدرت تقسیم و تمایز زیادی که دارن می‌تواند یک جنین کامل را تشکیل بدهد چطوری؟ این‌ها می‌توانند تمایز پیدا بکنند و در محیط کشت انواع یاخته‌ها را ایجاد بکنند. اما تمایز چنین یاخته‌هایی هنوز نمی‌توانند به گونه‌ای تنظیم شوند اما در شرایط آزمایشگاهی این یاخته‌ها هر چند تمایز پیدا می‌کنند اما نمی‌توانند جوری تنظیم بشوند که همه انواع یاخته‌ها را بسازند.



نکات ترکیبی

- غضروف یکی از یاخته‌های بافت پیوندی می‌باشد که دارای میزان رشته‌ها الاستیک زیادی می‌باشد و قابلیت انعطاف زیادی دارد.
- استفاده از یاخته‌های بنیادی بالغ مهندسی بافت می‌توانند سطح دوم (بافت) سطح سوم (اندام) را در سطوح سازمان‌یابی حیات ایجاد کند.
- پوست یک اندام است ولی چرا؟ به این دلیل که از انواع بافت‌های محتلف تشکیل شده مثلاً اپیدرم (بخش بیرونی) از بافت پوششی سنگ‌فرشی رشته‌ای درم (بخش درونی) تشکیل شده.
- ما سه نوع یاخته‌های بنیادی داریم یکی اصلی که از بقیه از اون نشعت می‌گیرند و این‌ها هم در مغز استخوان قرمز و زرد وجود دارد و دوتای دیگر میلوئیدی و لنفوئیدی هستند که میلوئیدی‌ها سازنده یاخته‌های نوتروفیل، بازوفیل، ائوزینوفیل، مگاکاریوسیت و یاختهٔ اولیهٔ گلبول قرمز می‌باشند و یاختهٔ لنفوئیدی لنفوسیت‌های B و T و کشندهٔ طبیعی را می‌سازد.
- یاخته‌های بنیادی سازندهٔ یاخته‌های خونی در فرد بالغ در مغز قرمز استخوان قرار دارد اما در دوران جنینی این یاخته‌ها علاوه‌بر مغز استخوان، در اندام‌های دیگر مثل کبد و طحال نیز وجود دارد.
- در لوله فالوپ اسپرم با اووسیت برخورد نموده و اووسیت ثانویه با تکمیل میوز تخمک بالغ و دومین جسم‌قطبی را می‌سازد. از ادغام هستهٔ اسپرم با هستهٔ تخمک در لولهٔ فالوپ یاختهٔ تخم ایجاد می‌شود. این یاخته‌ها با سرعت بسیار زیادی تقسیم شده و تودهٔ یاخته‌ای به نام مورولا می‌سازد که مورولا تودهٔ یاخته‌ای توپری هست که بلافاصله بعد از ورود به رحم به بلاستوسیت تبدیل می‌شود و بلاستوسیت یک کرهٔ توخالی است.
- یاخته‌های بنیادی مغز قرمز استخوان توانایی تمایز به رگ‌های خونی را دارند ولی نه تمامی رگ‌ها زیرا که از رگ‌های لنفی صحبت نمی‌کنیم.
- یاخته‌های مورولا قدرت تقسیم و تمایز زیادی دارند و توانایی تولید انواع یاخته‌های **جنینی** و **خارج** جنینی (پرده‌های اطراف جنین و جفت) را دارند. در واقع این یاخته‌ها از ابتدایی‌ترین مراحل جنینی جداسازی می‌شوند.
- یاخته‌های تودهٔ درونی بلاستوسیت از تقسیمات پی‌درپی یاخته‌های مورولا ایجاد می‌شوند و می‌توانند به انواع یاخته‌های بدن جنین تمایز پیدا کنند اما توانایی تمایز به **پرده‌های** اطراف جنین را **ندارند** که اندازهٔ این یاخته‌ها از یاخته‌های مورولا کمتر است.

۴۴۳۰ (۱) همواره هر یاختهٔ بنیادی، طی میتوز ابتدا یک یاخته مثل خودش را می‌سازد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** یاخته‌های بنیادی مغز قرمز استخوان در بدن انسان نیز توانایی تولید یاخته‌های جدید و تمایز آن‌ها را دارند. **گزینهٔ (۳):** در هر یاخته تنها تعدادی از ژن‌ها فعال و سایر ژن‌ها غیرفعال هستند. **گزینهٔ (۴):** اما تمایز **یاختهٔ بنیادی جنینی** هنوز نمی‌تواند به گونه‌ای تنظیم شود که بتوانند همهٔ انواع یاخته‌هایی را که در بدن جنین تولید می‌کنند در شرایط آزمایشگاهی نیز به‌وجود بیاورند.

۴۴۳۱ (۳) موارد (الف)، (ب) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (ج) یاخته‌های بنیادی تودهٔ درونی بلاستولا به انواع یاخته‌های بدن جنین متمایز می‌شوند نه به همهٔ انواع یاخته‌های جنینی و خارج جنینی (جفت و پرده‌ها)

۴۴۳۲ (۴) تنها یاخته‌های بنیادی جنینی در داخل بدن مادر قادر به تشکیل همهٔ بافت‌های بدن جنین هستند، اما باید توجه داشت تمایز چنین یاخته‌هایی هنوز نمی‌تواند به گونه‌ای تنظیم شود که بتوانند همهٔ انواع یاخته‌هایی را که در بدن جنین تولید می‌کنند، در شرایط آزمایشگاهی نیز به‌وجود بیاورند.

۴۴۳۳ (۱) در جنین انسان، علاوه بر مغز استخوان، کبد و طحال نیز در تولید گویچه‌های خونی نقش دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** وظیفهٔ دستگاه تنظیم اسمزی، تنظیم مقدار مواد موجود در خون و در نتیجه تنظیم pH آن است. می‌دانید که کلیه مهم‌ترین اندام دستگاه تنظیم اسمزی است که می‌تواند هورمون اریتروپویتین را تولید کند. **گزینهٔ (۳):** یاخته‌های لنفوئیدی و میلوئیدی تولیدکنندهٔ انواع یاخته‌های خونی هستند. **گزینهٔ (۴):** یاخته‌های میلوئیدی مغز استخوان مدنظر می‌باشند که تولیدکنندهٔ گردهها (قطعات یاخته‌ای بی‌رنگ و بدون هسته) هستند.

۴۴۳۴ (۴) به عنوان مثال **یاخته‌های بنیادی کبد**، در بین یاخته‌هایی کاملاً تمایزیافته وجود دارند و می‌توانند به یاخته‌های کبدی یا یاخته‌های مجاری صفراوی تمایز پیدا کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در ارتباط با **یاخته‌های بنیادی جنینی** صادق نیست. **گزینهٔ (۲):** یاخته‌های بنیادی که قبل از جایگزینی به وجود می‌آیند، ممکن است در ادامه **پرده‌های محافظت‌کنندهٔ** اطراف جنین را ایجاد کنند. **گزینهٔ (۳):** دقت کنید که هر یاختهٔ بنیادی الزاماً نمی‌تواند به همهٔ انواع یاخته‌های تخصصی تمایز یابد مثلاً یاخته‌های بنیادی کبد می‌توانند به یاختهٔ کبدی یا یاختهٔ مجاری صفراوی تمایز یابند.

۴۴۳۵ (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های تمایزیافته یا خیلی کم تکثیر می‌شوند یا اصلاً تکثیر نمی‌شوند. **گزینهٔ (۲):** همهٔ یاخته‌ها در غشای خود دارای پروتئین‌هایی هستند. **گزینهٔ (۳):** یاخته‌های بنیادی از منابع یاخته‌ای مورد استفاده در مهندسی بافت هستند. **گزینهٔ (۴):** در همهٔ یاخته‌های زنده فرایندی برای تولید ATP رخ می‌دهد زیرا همهٔ یاخته‌ها به انرژی نیاز دارند.

۴۴۳۶ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** طبق متن کتاب درسی، یاخته‌های بنیادی کبد در صورت تمایز می‌توانند به یاخته‌های مجرای صفراوی تبدیل شوند که یاخته‌های مجرای صفراوی جزء یاخته‌های کبدی به شمار نمی‌آیند. **گزینهٔ (۲):** یاخته‌های بنیادی جنینی، همان یاخته‌های تودهٔ داخلی بلاستولا هستند و یاخته‌های بنیادی جنینی قادر به تشکیل **همهٔ** بافت‌های بدن هستند. **گزینهٔ (۳):** طبق متن کتاب درسی یاخته‌های بنیادی بالغ در مغز استخوان وجود دارند. **گزینهٔ (۴):** طبق متن کتاب درسی اصلاحات مفید در مهندسی پروتئین حداکثر سرعت واکنش را می‌توانند تغییر دهند.

۴۴۳۷ (۱) فقط مورد (د) عبارت را به درستی تکمیل می‌کند.

بررسی موارد (الف) نادرست. یاخته‌های بنیادی **جنینی** هم قابل کشت دادن هستند اما این یاخته‌ها در بافت‌های افراد بالغ یافت نمی‌شوند. (ب) نادرست. تا پیش از جایگزینی جنین یاخته‌های بنیادی **مورولا** وجود دارند که هم به لایه‌های مختلف جنینی **و هم** به پرده‌های محافظت‌کنندهٔ جنین تمایز می‌یابند. (ج) نادرست. مثلاً یاخته‌های بنیادی‌ای که در پوست وجود دارند، نمی‌توانند به یاختهٔ خونی تبدیل شوند. (د) **درست.** یاخته‌های بنیادی‌ای که در بافت‌ها و در کنار یاخته‌های کاملاً تمایزیافته قرار دارند، می‌توانند یاخته‌های تشکیل دهندهٔ همان بافت را ایجاد کنند.

۴۴۳۸ (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** لزوماً راجع به هر یاختهٔ بنیادی درست نیست. **گزینهٔ (۲):** طبق متن کتاب کاملاً صحیح است. **گزینهٔ (۴):** بله این یاخته‌ها دارای ژن‌های روشن بیشتری هستند. **گزینهٔ (۴):** کاملاً صحیح است.

۴۴۳۹ (۱) در شکل صورت سؤال که مرحلهٔ بلاستوسیت را نشان می‌دهد، قسمت (۱) یاخته‌های تروفوبلاست و (۲) یاخته‌های بنیادی تودهٔ درونی هستند. قبل از جایگزینی جنین در جدارهٔ رحم، تروفوبلاست در غذادهی به جنین نقش دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** کل بلاستوسیت قسمت توخالی دارد (نه تودهٔ یاخته‌ای!). **گزینهٔ (۳):** این کره در رحم تشکیل می‌شود. (نه لولهٔ رحم) **گزینهٔ (۴):** بعد از جایگزینی در جدار رحم سه‌لایه‌ای می‌شود.

۴۴۴۰ (۲) موارد (ب) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. بیوانفورماتیک برای مهندسی **پروتئین** و **بافت** بهره‌رسانی می‌کند ولی اینترفرون مورد نظر با مهندسی **ژنتیک** ساخته شد. (ب) **درست.** بیوانفورماتیک به نگرش بین‌رشته‌ای و فناوری نوین از نوع ارتباطی و اطلاعاتی نقش دارد چون از علوم مختلف استفاده می‌کند و زمان محاسبات را کوتاه می‌کند. (ج) نادرست. عامل کرونا، ویروس است (نه باکتری). (د) **درست.** بیوانفورماتیک مسیر شناسایی ژنوم، شباهت‌ها و تفاوت‌های ژنی بین گونه‌ها در رده‌بندی و ارتباط دنا و پروتئین را آسان می‌کند.

بیوانفورماتیک

مهندسی پروتئین و بافت از علمی به نام بیوانفورماتیک بهره می‌برند. این علم با استفاده از مفاهیم زیست شناختی، ریاضی، آمار و علوم رایانه‌ای، مبنایی برای درک، طبقه‌بندی، مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل داده‌های زیستی فراهم می‌کند. بیوانفورماتیک نقش مهمی در بررسی پروتئین‌ها در مواردی مانند تعیین توالی، ساختار سه‌بعدی، پایداری، پیش‌بینی ساختار و عملکرد پروتئین‌ها و نیز عوامل مؤثر بر آن‌ها دارد. این علم در بسیاری از پژوهش‌های زیستی که با حجم عظیمی از داده و عوامل متفاوت سروکار دارند، استفاده می‌شود. یک مثال، ساختن واکسن علیه بیماری کرونا است. عامل این بیماری، ویروسی از خانواده ویروس‌های تاجی است (شکل ۱). محققان در سراسر جهان با دنبالگیری کرونا به مطالعه و بررسی آن پرداختند؛ به‌طوری که در زمانی کوتاه حجم عظیمی از داده‌ها تولید و به اشتراک گذاشته شد. اما این داده‌ها چگونه به ساختن واکسن کرونا کمک کرد؟ پژوهشگران با بهره‌مندی از بیوانفورماتیک توانستند با استفاده از این داده‌ها به فرضیه‌هایی قابل آزمون در ارتباط با نحوه عملکرد ویروس برسند و به جای بررسی همه فرضیه‌ها، تشخیص دهند که کدام یک از آن‌ها را مورد آزمایش قرار دهند. بنابراین بیوانفورماتیک علاوه‌بر کوتاه کردن مسیر تحلیل داده‌ها، به صرفه‌جویی در زمان و کاهش هزینه‌های اقتصادی برای انجام آزمایش‌ها نیز کمک کرد؛ به‌طوری که بدون استفاده از این علم، ساختن واکسنی در مدتی به اندازه چند ماه امکان نداشت، رویدادی که انجام آن در گذشته چندین سال زمان می‌برد. بیوانفورماتیک همچنین مسیر شناسایی ژنوم جانداران، درک شباهت‌ها و تفاوت‌های ژنی و نیز تشخیص ارتباط بین دنا و پروتئین را ساده کرده است؛ چیزی که شاید در نبود این علم به سختی ممکن بود.

۴۴۴۱ (۳) فقط مورد (ب) نادرست است. از طریق فناوری زیستی، گیاهان زراعی تولید شدند که به سموم مورد استفاده جهت از بین بردن علف‌های هرز یعنی علف‌کش‌ها مقاوم هستند، ولی سایر موارد از کاربرد زیست فناوری بوده است.

کاربرد زیست‌فناوری در کشاورزی

یکی از کاربردهای زیست‌فناوری تولید گیاهان مقاوم در برابر بعضی آفت‌ها هستند. این روش توانسته است مصرف آفت‌کش‌ها را کاهش دهد به عنوان مثال **برخی** از باکتری‌های **خاکزی پروتئین‌هایی** تولید می‌کنند که حشرات مضر برای گیاهان **زراعی** را می‌کشند این باکتری‌ها **در مرحله‌ای** از رشد خود نوعی پروتئین سمی می‌سازند که ابتدا به صورت مولکولی **غیرفعال** است این مولکول در بدن حشره فعال شده حشره را از بین پیش سم غیرفعال تحت تأثیر آنزیم‌های گوارشی موجود در **لولهٔ** گوارش حشره شکسته و فعال می‌شود. سم فعال شده باعث تخریب **یاخته‌های** لولهٔ گوارش و سرانجام مرگ حشره می‌شود. برای تولید گیاه مقاوم به آفت ابتدا ژن مربوط به این سم از ژنوم باکتری جداسازی و پس از همسانه‌سازی به گیاه مورد نظر انتقال داده می‌شود. تاکنون با این روش چند نوع گیاه مقاوم مثل ذرت پنبه و سویا تولید شده. نوزاد کرمی‌شکل (لارو) به درون غوزه نارس پنبه نفوذ می‌کند بنابراین برای از بین بردن این آفت سم پاشی‌های متعدد لازم است، زیرا آفت در معرض سم قرار نمی‌گیرد. از سوی دیگر استفاده زیاد سم برای محیط زیست مضر است. امروزه با کمک فناوری زیستی و تولید پنبه‌های مقاوم نیاز به سم‌پاشی مزارع پنبه تا حدود زیادی کاهش پیدا کرده است. حشره در اثر خوردن گیاه مقاوم شده از بین می‌رود و فرصت ورود به درون غوزه را از دست می‌دهد بنابراین نیاز، به سم‌پاشی مزرعه کاهش می‌یابد.

۴۴۴۲ (۲) فقط مورد (ج) درست است. تعدادی از گونه‌های گیاهی ترکیبات **سیانیددار** تولید می‌کنند که در لولهٔ گوارش جانوران تجزیه و به مادهٔ سمی تبدیل می‌شود و تنفس یاخته‌ای را متوقف می‌کند، ولی این موارد در فصل ۷ دوازدهم معرفی نشده‌اند (نادرستی مورد (الف) و (ب)). برخی باکتری‌های خاکزی **پروتئین‌هایی** تولید می‌کنند که تحت تأثیر آنزیم‌های گوارشی حشره شکسته و فعال می‌شود. باکتری‌ها چرخهٔ یاخته‌ای و مراحل آن را ندارند. در لولهٔ گوارش حشره پروتئین شکسته و فعال می‌شود، پس اندازهٔ آن کوچک‌تر می‌شود و این سم باعث تخریب یاخته‌های لولهٔ گوارش و سرانجام مرگ می‌شود (درستی مورد (ج)).

۴۴۴۳ (۱) برای شروع فعالیت پیش‌سم، بایستی به شکل فعال در بیاید. این فرایند در طی برخورد پیش‌سم با آنزیم‌های پروتئاز گوارشی در حشره رخ می‌دهد. آنزیم‌های گوارشی حشره بخشی از پیش‌سم را تجزیه کرده و فعال می‌شود. می‌دانیم تجزیهٔ مواد آلی توسط آنزیم‌های گوارشی با فرایند آب‌کافت همراه است، بنابراین در این فرایند آب مصرف می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در نوعی باکتری خاکزی پیش‌سم مورد نیاز برای از بین بردن حشرات مضر گیاهی تولید می‌شود. در این باکتری‌ها محل تولید پیش‌سم و محل فعالیت دنابسپاراز یکسان است و همه کار در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم است. **گزینهٔ (۳):** توجه کنید سم تولید شده در باکتری‌های خاکزی، برای حشرات مضر گیاهان زراعی کشنده است و در کنترل جمعیت گیاهان زراعی می‌تواند مؤثر باشد نه در کنترل جمعیت باکتری‌ها. **گزینهٔ (۴):** می‌توان برای تولید گیاهان مقاوم به آفت ژن مربوط به این سم را از ژنوم باکتری جدا کرده و پس از همسانه‌سازی به گیاه مورد نظر انتقال داد. بدین ترتیب ممکن است ژن مربوط به این پیش‌سم توسط رنابسپاراز یوکاریوتی نیز رونویسی شود.

۴۴۴۴ (۳) موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند. دقت کنید که بیوانفورماتیک به مهندسی پروتئین و بافت بهره‌رسانی می‌کند (نه مهندسی ژنتیک). برای تولید گیاه مقاوم به آفت، ابتدا ژن مربوط به این سم از ژنوم باکتری جداسازی و پس از همسانه‌سازی به گیاه مورد نظر انتقال داده می‌شود که این روش متعلق به مهندسی **ژنتیک** می‌باشد. گیاهی که ژن مربوط به سم را از باکتری دریافت کرده **تراژنی** شده است (درستی مورد (ب)).

بررسی موارد (الف) تولید گیاه مقاوم به نوعی آفت کرمی با روش مهندسی **ژنتیک** صورت می‌گیرد (نه مهندسی پروتئین). (ج) در این روش از باکتری ژن را دریافت می‌کنیم به ژنوم آن ژنی را اضافه نمی‌کنیم که تراژنی شود. (د) ابتدا تولید گیاه پنبهٔ مقاوم به نوعی آفت کرمی با روش مهندسی ژنتیک صورت می‌گیرد و بعد از آن در این روش پیش‌سم غیرفعال توسط گیاه ساخته می‌شود و سم زمانی فعال می‌شود که آنزیم‌های گوارشی موجود در لولهٔ گوارش حشره آن پیش‌سم را بشکنند.

۴۷۱ مقایسهٔ پنبهٔ مقاوم و غیرمقاوم به آفت

موارد مقایسه	پنبه مقاوم به آفت	پنبه غیرمقاوم به آفت
محصول	سالم	برخی سالم و برخی غیرسالم
خورده شدن توسط آفت	+	+
ژن مقاومت به پیش‌سم	+	−
نفوذ آفت به غوزه	−	+
نیاز به سم‌پاشی	کم	زیاد
تولید ترکیبات ضد آفت	+	+

۴۴۴۵ (۳) پیش‌سم پس از ورود به لولهٔ گوارش آفت توسط آنزیم‌های آن فعال شده و باعث تخریب **لولهٔ** گوارش و مرگ آن می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** فقط در مرحله‌ای از رشد باکتری تولید می‌شود. **گزینهٔ (۲):** در بدن آفت (حشره) فعال می‌شود. **گزینهٔ (۴):** ژن مورد نظر را از ژنوم باکتری جدا همسانه‌سازی می‌شود.

۴۴۴۶ (۳) کرم‌های آفت گیاهی تمایل دارند به **درون** غوزهٔ **نارس** پنبه‌ها وارد شوند (نادرستی گزینهٔ (۲)) تا در معرض آفت‌های محیطی قرار نگیرند (درستی گزینهٔ (۳)). به همین دلیل در این مزارع نیاز به سم‌پاشی‌های متناوب و متعددی می‌باشد تا آفت درونی را نیز از بین ببرند. در مزارعی که دارای پنبه‌های مقاوم شده به آفات می‌باشند، نیاز به سم‌پاشی مزارع تا حدود زیادی **کاهش** می‌یابد ولی حشره به بخش‌های خارجی گیاه آسیب رسانده در حالی که مانند قبل فرصت ورود به غوزه را از دست داده است (نادرستی گزینهٔ (۴)).

نکته

کرم‌های آفت گیاهان پنبه، به‌طور معمول و بدون تغییر یافتن ژنتیکی، قادر به تغییر پروتئین غیرسمی به نوع سمی می‌باشند (نادرستی گزینهٔ (۱)).

۴۴۴۷ (۴) مطابق با کتاب درسی، جانداری خاکزی که با تولید پروتئین‌های سمی آفات را از بین می‌برد، نوعی **باکتری** است. پروتئینی که این باکتری تولید می‌کند ابتدا غیرفعال بوده و پس از تغییراتی تبدیل به پروتئین‌های فعال (تنظیم بیان ژن پس از ترجمه) می‌شود. در تمام دنا‌های جانداران مختلف، در ژن‌های مختلف می‌توان الگو قرار گرفتن رشته‌ها را دید. یعنی در یک ناحیه، رشتهٔ فوقانی الگوی رونویسی است و در ناحیهٔ دیگر رشتهٔ تحتانی الگو است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** خوب دقت کنید که درون‌بری و برون‌رانی لفظی برای یاخته‌های یوکاریوتی است نه پروکاریوت‌ها! چون این فرایندها به ریزکیسه نیاز دارند که اندامکی غشادار است و در باکتری‌ها یافت نمی‌شوند. **گزینهٔ (۲):** تنظیم بیان ژن می‌تواند درپروکاریوت‌ها، حین رونویسی و یا پس از آن باشد! لزوماً این تنظیم بیان ژن با تغییر پایداری در رنا و پروتئین رخ نمی‌دهد. **گزینهٔ (۳):** پروکاریوت‌ها تنها یک غشا دارند و آن هم غشای خود یاخته است. همان‌طور که می‌دانید این یاخته‌ها اندامک‌های غشادار درونی ندارند و فقط برخی اندامک‌های بدون غشا مثل رناتن را می‌توان در آن‌ها مشاهده کرد.

۴۴۴۸ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** اثر درمانی آن همانند داروهای تهیه شده از منابع غیرانسانی می‌باشد اما برخلاف آن‌ها پاسخ ایمنی ایجاد نمی‌کنند. **گزینهٔ (۲):** در مراحل مهندسی ژنتیک پیوند فسفودی‌استر که نوعی پیوند اشتراکی می‌باشد، هم شکسته و هم تشکیل می‌شود. **گزینهٔ (۴):** داروهای تولید شده در مهندسی ژنتیک در زیست‌فناوری پزشکی پاسخ‌های ایمنی ایجاد نمی‌کنند که در فصل ۵ کتاب زیست‌شناسی (۲) به این فرایند **تحمل ایمنی** می‌گفتیم! **گزینهٔ (۴):** داروهای معمولی به این روش تهیه می‌شوند (نه داروهای تولید شده در زیست‌فناوری پزشکی).

۴۴۴۹ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** داروی انسولینی که از منابع غیرانسانی و با روشی غیر از مهندسی ژنتیک به دست می‌آید، می‌تواند پاسخ ایمنی ایجاد کند. **گزینهٔ (۲):** در پستانداران از جمله انسان انسولین به صورت یک مولکول پیش‌هورمون با سه زنجیرهٔ A و B و C ساخته می‌شود. **گزینهٔ (۳):** مهم‌ترین مرحله در ساخت انسولین به روش مهندسی ژنتیک تبدیل انسولین غیرفعال به انسولین فعال است که با حذف زنجیرهٔ دراز C انجام می‌شود. **گزینهٔ (۴):** انسولین فعال دارای دوسر کربوکسیل و دوسر H_2N می‌باشد که سرهای مشابه به سمت همدیگر هستند.

• تولید انسولین

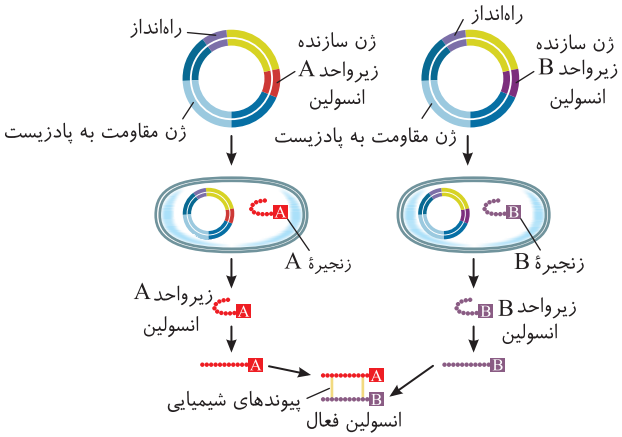
داروهای تولید شده با زیست‌فناوری برخلاف فراورده‌های مشابهی که از منابع غیرانسانی تهیه می‌شوند، پاسخ‌های ایمنی ایجاد **نمی‌کنند** انسولین یکی از داروهایی است که توسط این فناوری تولید می‌شود. دیابت نوع **یک** را می‌توان به وسیلهٔ دریافت انسولین کنترل کرد. **یکی** از روش‌های تهیهٔ انسولین جداسازی و خالص کردن آن از لوزالمعدهٔ جانورانی مثل گاو است. روش دیگر استفاده از مهندسی **ژنتیک** است (نه مهندسی پروتئین). می‌دانیم که باکتری در صورت داشتن ژن انسولین انسانی می‌تواند آن را بسازد. مولکول انسولین فعال از دو زنجیرهٔ کوتاه پلی‌پپتیدی به نام‌های A و B تشکیل شده است که به یکدیگر متصل هستند. در پستانداران از جمله انسان انسولین به صورت یک مولکول پیش‌هورمون ساخته می‌شود. پیش‌هورمون به صورت یک زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی است و با جدا شدن بخشی از توالی به نام زنجیرهٔ C به هورمون فعال تبدیل می‌شود. مهم‌ترین مرحله در ساخت انسولین به روش مهندسی ژنتیک تبدیل انسولین غیرفعال به انسولین فعال است، زیرا تبدیل پیش‌هورمون به هورمون در باکتری انجام نمی‌شود. در سال ۱۹۸۳ برای اولین‌بار دو توالی دنا به صورت جداگانه برای رمز کردن زنجیره‌های A و B انسولین تولید و توسط دیسک به نوعی باکتری منتقل شدند. سپس زنجیره‌های پلی‌پپتیدی ساخته شده جمع‌آوری و در آزمایشگاه به وسیلهٔ پیوندهایی به یکدیگر متصل شدند.

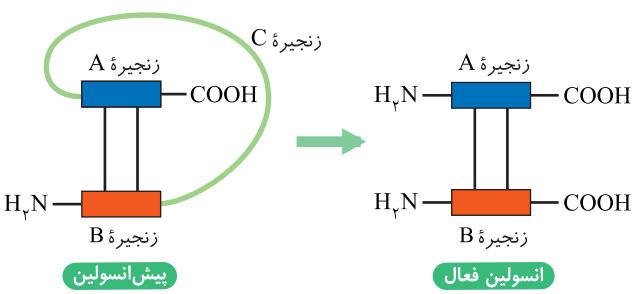
• مراحل ساخت انسولین در مهندسی ژنتیک

انتقال ژن زنجیره‌های A و B انسولین به‌طور جداگانه به دیسک - انتقال دیسک‌های نوترکیب به باکتری و انتخاب یاخته‌های دریافت‌کننده به کمک پادزیست - خالص کردن زنجیره‌ها - ترکیب زنجیره‌های A و B برای تولید انسولین فعال (رجوع شود به شکل ۱۳ فصل ۷ دوازدهم)

۴۴۵۰ (۳) مطابق با شکل، پیش‌هورمون انسولین دارای یک گروه آمین و یک گرهٔ کربوکسیل آزاد است. در حالی که انسولین ساخته شده به روش مهندسی ژنتیک ساختاری مشابه انسولین فعال دارد و دارای ۲ گروه آمین آزاد و ۲ گروه کربوکسیل آزاد می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مطابق با شکل سمت راست، زنجیرهٔ C طویل‌ترین زنجیرهٔ پیش‌انسولین است. این زنجیره در هیچ مرحله‌ای از مهندسی ژنتیک توسط باکتری ساخته نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** این گزینه چندین نکتهٔ مهم را در خودش جا داده. یک اینکه دقت کنید که پیش‌انسولین یک پروتئین با ساختار سوم است نه ساختار چهارم! یعنی یک ژن دارد. نکتهٔ بعد هم اینکه زنجیرهٔ B انسولین به گروه آمینی نزدیک‌تر است یعنی زودتر ترجمه می‌شود. بنابراین نسبت به سایر زنجیره‌ها به قسمت ابتدایی رنای پیک و راه‌انداز ژن نزدیک‌تر است. **گزینهٔ (۴):** مطابق با شکل سمت چپ، پس از تولید انسولین در باکتری‌ها، قبل از اتصال آن‌ها به هم زنجیره‌ها باید خالص‌سازی شوند.





۴۴۵۱ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در مرحلهٔ اول اتصال توالی دنای A و B به ناحیهٔ متصل به راه‌انداز نمی‌باشد. **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ ۲ **برخلاف** مرحلهٔ ۴ جایگاه تشخیص آنزیم برش‌دهندهٔ در دو انتهای ژن زنجیرهٔ A انسولین شناسایی می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ دوم، آنزیم دنابسپاراز می‌تواند پیوند فسفودی‌استر را تشکیل دهند ولی در مرحلهٔ آخر فقط پیوند اشتراکی بین دو رشتهٔ A و B زده می‌شود که فسفودی‌استر نیست. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ ۳ و ۴ رشته‌های A و B را از باکتری خارج کرده‌اند و خالص‌سازی می‌کنند تا به هم وصل کنند.

۴۴۵۲ (۳) مطابق با شکل ۱۲ صفحهٔ ۱۰۲ کتاب زیست‌شناسی (۳)، گزینهٔ (۳) صحیح می‌باشد که این نکته در کنکور تیر ۱۴۰۲ هم تکرار شده بود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گروه‌های کربوکسیل و آمین زنجیره‌های A و B در یک راستا قرار دارند. **گزینهٔ (۲):** انسولین به روش مهندسی ژنتیک ساخته می‌شود (نه مهندسی پروتئین). **گزینهٔ (۴):** پیوندهای پپتیدی فقط بین آمینواسیدها در یک زنجیره ایجاد می‌شود و پیوندهای بین دو زنجیره از نوع پیوندهای پپتیدی نیستند.

۴۷۲ ساختار انسولین و پیش‌انسولین

موارد مقایسه	پیش‌انسولین	انسولین
زنجیرهٔ C	+	−
تعداد پیوند پپتیدی	بیشتر	کمتر
تعداد آمینواسید	بیشتر	کمتر
تعداد انتهای آزاد آمینی	۲ تا	یکی
تعداد انتهای آزاد کربوکسیلی	۲ تا	یکی
ساختار نهایی	ساختار سوم	ساختار چهارم
پیوندهای اشتراکی بین زنجیرهٔ A و B	+	+

۴۴۵۳: (۳) زنجیرهٔ A از طرف گروه آمینی خود به زنجیرهٔ C متصل می‌شود. با حذف زنجیرهٔ C هورمون فعال تولید می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ژن‌های مربوط به ساخت زنجیره‌های A و B را به طور جداگانه وارد باکتری‌ها می‌کنیم. **گزینهٔ (۲):** از آنجا که ژن‌های مربوط به ساخت زنجیره‌های A و B را به طور جداگانه وارد باکتری‌ها می‌کنیم، بنابراین نیازی به جداسازی زنجیره‌های A و B نمی‌باشد. **گزینهٔ (۴):** این مرحله مربوط به مهمترین مرحلهٔ ساخت انسولین نمی‌باشد.

۴۴۵۴: (۱) **بررسی موارد** (الف) نادرست. هر دو زنجیرهٔ B انتهای آمین آزاد دارند. (ب) نادرست. هر دو در پیوند بین زنجیرهٔ A و B دارند. (ج) **درست.** فقط پیش‌انسولین زنجیرهٔ C دارد. (د) نادرست. طول زنجیرهٔ A و B آن‌ها یکسان است.

۴۴۵۵: (۱) موارد (الف) و (د) صحیح می‌باشند. آنزیمی که در لوزالمعده سبب تبدیل پیش‌هورمون انسولین به نوع هورمون فعال می‌شود، باید قدرت جدا کردن رشتهٔ پلی‌پپتید C را از دو توالی آمینواسید A و B داشته باشد. این عمل با **هیدرولیز دو پیوند پپتیدی توسط پروتئازی درون‌یاخته‌ای** انجام می‌شود.

بررسی موارد (الف) **درست.** **پروتئازهای** لوزالمعده می‌توانند برای عمل گوارش به صورت **غیرفعال** وارد **دوازدهه** شوند و در آنجا با فعال شدن به هیدرولیز نهایی پروتئین‌های غذایی بپردازند (زیست دهم فصل ۲). (ب) نادرست. پروتئازهای درون معده همان پپسین می‌باشند که سبب هیدرولیز پروتئین‌ها به پپتیدهای کوچک می‌شوند ولی آن‌ها را تا حد آمینواسید تجزیه نمی‌کنند. (ج) نادرست. آنزیم مورد نیاز برای فعال‌سازی انسولین برای جدا کردن زنجیرهٔ C از نوع **پروتئاز** می‌باشد ولی آنزیم‌های برش‌دهندهٔ ژنی فعالیت **نوکلئازی** دارند. (د) **درست.** هر پروتئین یوکاریوتی از روی رنای پیکی که توالی‌های رونوشت اینترون آن‌ها در هسته پیرایش یافته‌اند، تولید می‌شود.

۴۴۵۶: (۳) سر آمینی انسولین غیرفعال در سمت رشتهٔ B و سرکربوکسیل در سمت رشتهٔ A می‌باشد (برای ساخت پیش‌انسولین، به ترتیب قسمت B، C و در انتها A تولید می‌شود).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در انسولین فعال، زنجیرهٔ C وجود ندارد. **گزینهٔ (۲):** هم در پیش‌انسولین و هم در هورمون فعال، هر دو بین زنجیره A و B آن پیوند غیرپپتیدی وجود دارد. **گزینهٔ (۴):** زنجیره‌های A و B به‌طور کامل در پیش‌انسولین و هورمون فعال وجود دارند.

۴۴۵۷: (۱) مهم‌ترین مرحله در ایجاد انسولین در **مهندسی ژنتیک**، تبدیل هورمون پیش‌انسولین به هورمون انسولین فعال می‌باشد. این عمل به‌طور طبیعی در بدن انسان و سایر پستانداران با حذف زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی C صورت می‌گیرد ولی در باکتری و مهندسی ژنتیک اصلاً زنجیرهٔ C تولید نمی‌شود و دو زنجیرهٔ A و B به صورت مجزا تولید شده و مهم‌ترین مرحله اتصال از طریق پیوند شیمیایی بین این دو زیرواحد کوتاه پلی‌پپتیدی در آزمایشگاه می‌باشد. (سایر گزینه‌ها مراحل مهندسی ژنتیک در همانندسازی ژن می‌باشد.)

۴۴۵۸: (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در آخرین مرحله دو پیوند شیمیایی بین دو زنجیرهٔ A و B در خارج باکتری تشکیل می‌شود. **گزینهٔ (۲):** ژن‌ها وارد دو دیسک جدا می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** هرکدام از زنجیره‌ها درون یک باکتری قرار دارند و جداگانه این زنجیرها باید خالص شوند. **گزینهٔ (۴):** انتقال دیسک‌های نوترکیب به باکتری و انتخاب یاخته‌های دریافت‌کننده به کمک پادزیست انجام می‌شود.

۴۴۵۹: (۱) چه در مولکول انسولین و چه در مولکول هموگلوبین، در ساختار سوم، رشتهٔ پلی‌پپتیدی ساختار فشرده و نامتقارنی به خود می‌گیرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** زنجیره‌های پلی‌پپتیدی الزاماً **یکسان** نیستند! مثلاً در هموگلوبین دو نوع آلفا و بتا وجود دارد. **گزینهٔ (۳):** گروه‌های R، در صورتی که **آب‌گریز** باشند، به یکدیگر نزدیک می‌شوند تا در معرض آب نباشند در نتیجه در بخش درونی ساختار قرار می‌گیرند. **گزینهٔ (۴):** به عنوان مثال اگر در میوگلوبین، پیوندهای هیدروژنی شکسته شوند، ساختار اول تغییری نمی‌کند.

۴۴۶۰: (۱) در ساختار پیش‌انسولین، زنجیرهٔ B به انتهای آمینی نزدیک‌تر است. زنجیرهٔ B در پیش‌انسولین با پیوند پپتیدی به زنجیرهٔ C و با پیوندهای غیرپپتیدی به زنجیرهٔ A وصل شده است. زنجیرهٔ C از زنجیره‌های A و B طویل‌تر است و در ساختار انسولین فعال دیده نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** با توجه به شکل ۱۲ در صفحهٔ ۱۰۲ این گزینه نادرست است. **گزینهٔ (۳):** تبدیل انسولین غیرفعال به انسولین فعال در باکتری دیده نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** زنجیرهٔ A و B پلی‌پپتیدی هستند نه پلی‌نوکلئوتیدی!

۴۴۶۱: (۲) **بررسی موارد** (الف) نادرست. **هموگلوبین** دارای جایگاه اتصال گاز CO است که در تنظیم pH نقش دارد و میوگلوبین که پروتئین ذخیره‌کنندهٔ اکسیژن در ماهیچهٔ اسکلتی است، نقشی در تنظیم pH خون ندارد. (ب) درست. در فصل ۷ زیست‌شناسی دوازدهم می‌خوانید که انسولین پیش‌فعال دارای سه زنجیرهٔ پپتیدی A، B و C است که در شکل فعال آن زنجیرهٔ C وجود ندارد و این اتفاق در باکتری‌ها به هنگام تولید انسولین به روش مهندسی ژنتیک رخ نمی‌دهد. انسولین فعال دارای دو زنجیره است و درنتیجه ساختار نهایی آن سطح چهارم می‌باشد. نحوهٔ آرایش این زیر واحدها در کنار هم ساختار چهارم پروتئین‌ها نامیده می‌شود. (ج) درست. با توجه به شکل ۱۷ فصل ۱ زیست‌شناسی دوازدهم و ساختار مارپیچ در سطح دوم پروتئین‌ها، درست است.

۴۴۶۲: (۱) فقط مورد (ج) صحیح است. برای تهیهٔ واکسن به روش زیست‌فناوری لازم است که ژنِ آنتی‌ژن سطحی (که عامل بیماری نیست) یک عامل بیماری‌زا را جدا کرده و وارد ویروس یا باکتری غیربیماری‌زا کرد.

واکسن‌سازی

تولید واکسن می‌تواند به روش **قدیمی** یا به روش **نوین** باشد. در روش **قدیمی** از میکروب‌های ضعیف شده یا کشته شده استفاده می‌کردیم یعنی آن‌ها را حرارت می‌دادیم و وقتی که آن‌ها دیگر قادر به ایجاد بیماری نبودند وارد دستگاه ایمنی می‌کردیم تا یاخته‌های خاطره را تولید کنیم یا اینکه از پادگن خنثی‌شده استفاده می‌کردیم یعنی پادگن میکروب بیماری‌زا را جدا می‌کردیم و غیرفعال می‌کردیم و به دستگاه ایمنی وارد می‌کردیم تا وقتی میکروبی دارای آن پادگن بود وارد بدن انسان می‌شد آن شناسایی شود، یا اینکه سم خنثی‌شدهٔ میکروب را وارد می‌کردیم؛ بعضی میکروب‌ها سم داشتند و ما آن سم را جدا می‌کردیم و خنثی می‌کردیم و وارد دستگاه ایمنی می‌کردیم. این‌ها روش‌های قدیمی هستند که بیماری‌زایی ندارند و فقط تحریک‌کنندهٔ سیستم ایمنی هستند اما اگر طی مراحل تولید واکسن خطایی رخ دهد می‌تواند باعث ایجاد بیماری شود و فرد دریافت‌کننده ضعیف شود و **در این روش احتمال بروز این بیماری وجود دارد.**

روش دیگری که وجود دارد روش **نوین** است یعنی ما ژن آنتی‌ژن‌های سطحی را از میکروب بیماری‌زای مورد نظرمان می‌گیریم سپس با **مهندسی ژنتیک** آن را وارد میکروب غیربیماری‌زا می‌کنیم، این عامل غیربیماری‌زا ژن مورد نظر را بیان می‌کند و در سطح خود آنتی‌ژن‌های مربوط به میکروب بیماری‌زا را ظاهر می‌کند این عوامل غیربیماری‌زایی که در سطح خود آنتی‌ژن‌های میکروب بیماری‌زا را دارند به عنوان واکسن به فرد تزریق می‌شود. سیستم ایمنی فرد دریافت‌کننده علیه آنتی‌ژن‌های مربوط در سطح عامل بیماری‌زا تحریک می‌شود و یاخته‌های خاطره را ایجاد می‌کند اما این‌ها نمی‌توانند برای فرد بیماری‌زا باشند زیرا خود باکتری وارد بدن فرد نمی‌شود بلکه یک مشابهی از آن ساخته می‌شود و در این روش ژن آن برای ما اهمیت دارد. واکسن‌ها ایمنی **فعال** تولید می‌کردند یعنی یاخته‌های **خاطره** را برای ما می‌ساختند اما در روش تزریق سرم یا انتقال پادتن از مادر به جنین ما ایمنی فعال نداریم به این دلیل که یاختهٔ خاطره در خود فرد ایجاد نمی‌شود.

- هر دو روش تولید واکسن در حوزهٔ زیست‌فناوری، تولید واکسن به روش قدیمی در حوزهٔ فناوری کلاسیک است چون که نیازمند به کشت میکروارگانیسم در محیط آزمایشگاه است اما تولید واکسن به روش نوین در حوزهٔ زیست‌فناوری نوین و مهندسی ژنتیک است.
- در تولید واکسن به روش مهندسی ژنتیک، میکروب بیماری‌زا را تغییر نمی‌دهند بلکه ژن موردنظر را از میکروب بیماری‌زا وارد میکروب بیماری‌زا می‌کنند و موجب تغییراتی در آن می‌شوند. واکسن ضد هپاتیت B از این روش تولید شده است.

۴۴۶۳ (۳) در تهیهٔ واکسن قطعاً از آنزیم برش‌دهنده برای برش ژن استفاده می‌شود. در گزینهٔ (۱) به جای ویروس بیماری‌زا، می‌تواند عامل بیماری‌زا باکتری، آغازی و ... باشد. در گزینهٔ (۲) می‌توان از دیسک استفاده کرد و در گزینهٔ (۴) ساخت دنای نوترکیب توسط ژنوم ویروس باشد.

۴۴۶۴ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** واکسن‌های تولید شده با روش مهندسی ژنتیک چنین خطری ندارند. **گزینهٔ (۲):** تولید واکسن شامل ضعیف کردن میکروب‌ها، کشتن آن‌ها و یا غیرفعال کردن سموم خالص شدهٔ آن‌ها از طریق زیست‌فناوری نمی‌باشد. **گزینهٔ (۳):** در این روش ژن مربوط به پادگن (آنتی‌ژن) سطحی عامل بیماری‌زا به یک باکتری یا ویروس غیربیماری‌زا منتقل می‌شود. **گزینهٔ (۴):** واکسن تولید شده باید بتواند دستگاه ایمنی را برای مقابله با عامل بیماری را تحریک کند.

۴۴۶۵ (۳) در روش نوین ساخت واکسن، ژن آنتی‌ژن‌های سطحی را از میکروب بیماری‌زای مورد نظر می‌گیریم سپس با مهندسی ژنتیک آن را وارد میکروب غیربیماری‌زا می‌کنیم، این عامل غیربیماری‌زا ژن مورد نظر را بیان می‌کند (تأیید گزینهٔ (۳)). در مورد گزینهٔ (۱) دقت کنید که ژن بیماری‌زا نیست بلکه پادگن بیماری‌زاست.

۴۴۶۶ (۴) در ژن‌درمانی، ژن سالم را در یاختهٔ حاوی ژن ناقص قرار می‌دهند و سپس این یاختهٔ تغییر یافتهٔ ژنتیکی، درون بدن فرد بیمار شروع به بیان ژن می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** *پشمات نمی‌بیند عزیزم؟!* واکسن با مهندسی ژنتیک تولید می‌شود نه مهندسی پروتئین! **گزینهٔ (۲):** غیرفعال کردن سم، روش **قدیمی** برای تولید واکسن‌ها است و در مهندسی ژنتیک استفاده نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** به هر یاختهٔ ژن‌درمانی شده، یک ژن سالم اضافه می‌کنند (نه نسخه‌های متعدد!!).

۴۷۳ واکسن‌ها

موارد مقایسه	واکسن قدیمی	واکسن نوترکیب
استفاده از جاندار تراژن	−	+
احتمال بیماری‌زایی	کم	ندارد
تحریک دستگاه ایمنی	+	+
استفاده از میکروب	گاهی	+
روش تولید	ضعیف کردن میکروب‌ها - کشتن و یا غیرفعال کردن سموم آن‌ها	انتقال ژن آنتی‌ژن به ویروس یا باکتری غیربیماری‌زا

۴۴۶۷ (۱) همهٔ موارد عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد (الف) این آزمایش‌ها بر روی یک دختربچهٔ چهارساله صورت گرفت. این فرد هنوز به سن بلوغ نرسیده است (هنوز اووسیت اولیه‌هایش تقسیم خود را از سر نگرفته‌اند)، بنابراین فاقد یاخته‌های هاپلوئید موجود در دستگاه تولیدمثلی است و یاخته‌ای با یک کروموزوم جنسی ندارد. (ب) در این آزمایش‌ها از نوعی ویروس خاص استفاده شد. همانطور که در شکل زیر مشخص است، این ویروس دارای مادهٔ وراثتی تک‌رشته‌ای و خطی است (بد نیست بدانید که می‌تواند *RNA* باشد). (ج) لنفوسیت‌های تغییریافته برخلاف لنفوسیت‌های عادی می‌توانستند نوعی آنزیم مؤثر بر فعالیت سیستم ایمنی را بسازند. غالب آنزیم‌های بدن انسان در دمای ۳۷ درجه بیشترین فعالیت خود را دارند. (د) در این دختربچه، لنفوسیت‌ها از بدن خارج شده و مورد آزمایش قرار گرفتند. با توجه به شکل ۱۹ صفحهٔ ۶۳ کتاب دهم، لنفوسیت‌ها نسبت به سایر گویچه‌های سفید میزان سیتوپلاسم کمتری دارند.

• ژن درمانی

ژن درمانی یعنی قرار دادن نسخهٔ سالم یک ژن در یاخته‌های فردی که دارای نسخه‌ای ناقص از همان ژن است. در این روش یاخته‌هایی را از بدن بیمار خارج و ژن سالم را با کمک ناقل وارد آن‌ها می‌کنند. سپس یاختهٔ تغییر یافته را به بدن بیمار باز می‌گردانند. اولین ژن‌درمانی موفقیت‌آمیز در سال ۱۹۹۰ برای یک دختر بچهٔ ۴ ساله، دارای نوعی نقص ژنی انجام شد. این ژن جهش‌یافته نمی‌توانست یک آنزیم مهم دستگاه ایمنی را بسازد. برای درمان آن ابتدا لنفوسیت‌ها را از خون بیمار جدا کردند و در خارج از بدن کشت دادند. سپس نسخه‌ای از ژن کارآمد را به لنفوسیت‌ها منتقل و آن‌ها را وارد بدن بیمار کردند. اگرچه این یاخته‌ها توانستند آنزیم مورد نیاز بدن را بسازند ولی چون قدرت بقای زیادی ندارند لازم بود بیمار به‌طور متناوب لنفوسیت‌های مهندسی‌شده را دریافت کند برای درمان این افراد می‌توان از روش‌هایی مثل پیوند مغز استخوان و یا تزریق آنزیم هم استفاده کرد.

۴۴۶۸ (۴) برای اولین ژن‌درمانی از لنفوسیت‌ها استفاده شد نه یاخته‌های بنیادی.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** آیا می‌توان افرادی را که با بیماری ارثی متولد می‌شوند درمان کرد؟ پاسخ به این سؤال مشکل است ولی یکی از روش‌های جدید درمان بیماری‌های ژنتیکی، ژن‌درمانی است که خود مجموعه‌ای از روش‌هاست. **گزینهٔ (۲):** اگر به شکل کتاب توجه کنید متوجه می‌شوید ژنگان یاختهٔ فرد بیمار با ژنگان ویروس تغییر یافته ترکیب می‌شود. **گزینهٔ (۳):** در ژن‌درمانی کاری با ژن جهش‌یافته و معیوب نداریم بلکه تنها ژن سالم را در ژنگان فرد قرار می‌دهیم.

۴۴۶۹ (۱) در اولین ژن‌درمانی لنفوسیت‌ها را از بدن بیمار جدا کردند و قبل از آنکه ژن کارآمد را دریافت کنند، آن‌ها را در خارج از بدن کشت دادند.

۴۴۷۰ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** ابتدا ویروس تغییر می‌کند و ژن تغییر کرده درون ویروس جاسازی می‌شود پس وارد یاخته می‌شود. **گزینهٔ (۲):** دربارهٔ تزریق آنزیم نادرست است. دقت کنید که یکی از روش‌ها ژن‌درمانی بود. **گزینهٔ (۳):** در روش ژن درمانی لازم بود بیمار به‌طور متناوب لنفوسیت‌های مهندسی شده را دریافت کند. **گزینهٔ (۴):** در بیماری بارز نمی‌توان ژن‌درمانی کرد.

۴۷۴ ژن‌درمانی

مراحل
۱ یاخته‌ها را از بدن بیمار خارج می‌کنند.
۲ ویروس را در آزمایشگاه طوری تغییر می‌دهند که نتواند تکثیر شود.
۳ ژن درون ویروس جاسازی می‌شود.
۴ ویروس تغییریافته به درون یاخته بیمار منتقل و ژنوم آن با ژنوم بیمار ترکیب می‌شود.
۵ یاخته‌های بیمار از لحاظ ژنتیکی تغییریافته‌اند.
۶ یاخته‌های تغییریافته به بیمار تزریق می‌شوند.
۷ یاخته‌های تغییریافتهٔ ژنتیکی پروتئین یا هورمون موردنظر را تولید می‌کنند.

۴۴۷۱: ۱) موارد (ب)، (ج) و (د) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد **الف)** درست. آنزیم برش‌دهندهٔ استفاده شده در مرحلهٔ اول و دوم مهندسی ژنتیک باید یکسان باشد. **ب) نادرست.** ویروس که به عنوان ناقل همسانه‌سازی انتخاب می‌شود در آزمایشگاه طوری تغییر می‌یابد که **نتواند** تکثیر شود. **ج) نادرست.** نسخهٔ ناقص ژن از دنا جدا نمی‌شود. **د) نادرست.** ویروس تغییریافته را به بدن بیمار منتقل می‌کنند.

۴۴۷۲: ۴) در اولین ژن‌درمانی، نسخه‌ای از ژن کارآمد مربوط به ساخت **یک آنزیم** (نه پادتن) مهم دستگاه ایمنی را درون ژنوم ویروسی تغییر یافته قرار دادند و آن را به درون لنفوسیت‌های (نه بنیادی) خارج شده و کشت داده شده، منتقل و این یاخته‌های تغییریافته را به بدن بیمار وارد کردند.

۴۴۷۳: ۳) مراحل انجام نخستین ژن‌درمانی موفقیت‌آمیز به ترتیب عبارتند از، ۱) خروج یاخته‌های موردنظر از بیمار ۲) تغییر ویروس در جهت عدم تکثیر آن ۳) جاسازی ژن موردنظر در درون ویروس ۴) انتقال ویروس تغییریافته به یاختهٔ بیمار و ترکیب ژنگان آن با ژنگان یاختهٔ بیمار ۵) **تغییر ژنتیکی یاخته‌های بیمار** ۶) تزریق یاخته‌های تغییریافته به بیمار ۷) ترشح پروتئین یا هورمون توسط یاخته‌های تغییریافته در بدن بیمار

۴۴۷۴: ۲) برخی افراد تحت شیمی‌درمانی قوی، مجبور به پیوند **مغز استخوان** می‌شوند. همچنین این اندام یاخته‌های بنیادی مختلفی دارند که برخی از آن‌ها حتی می‌توانند به یاخته‌های ماهیچه‌ای قلبی تبدیل شوند. در مغز استخوان چندین نوع یاختهٔ بنیادی وجود دارد که خون‌سازی نمی‌کنند. از طرفی تخریب گویچه‌های قرمز مرده و آسیب‌دیده در کبد و طحال انجام می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مغز استخوان با تولید گویچه‌های قرمز که دارای کربنیک‌انیدراز هستند، بر میزان بیکربنات، یون هیدروژن خوناب و pH آن مؤثر است. **گزینهٔ (۳):** مغز استخوان با تولید مگاکاریوسیت‌ها در تولید پلاکت‌ها نقش دارد. پلاکت‌ها قطعات یاخته‌ای هستند که ترکیبات فعال زیادی دارند. **گزینهٔ (۴):** مغز استخوان در به وجود آوردن لنفوسیت‌ها به کمک یاخته‌های لنفوئیدی خود نقش دارد و با یاخته‌های میلوئیدی سایر یاخته‌های دفاعی خود را می‌سازد.

۴۴۷۵: ۱) فقط مورد (د) نادرست است. ایدز نوعی بیماری ژنتیکی نمی‌باشد بلکه اکتسابی است و توسط ویروس ایجاد می‌شود. بیماری‌های محیطی (اکتسابی) را نمی‌توان ژن‌درمانی کرد.

بررسی موارد **الف)** ویروس عامل ایدز، می‌تواند از روی رنای خود به تولید مولکول DNA بپردازد. **ب)** ویروس ایدز به نوع خاصی لنفوسیت T (بالغ شده در تیموس) به نام T کمک‌کننده حمله می‌کند. **ج)** این بیماری سبب نقص در فعالیت انواع مختلف لنفوسیت B و T می‌شود.

HIV و نقص ایمنی اکتسابی

- افراد مبتلا به ویروس HIV به دلیل اینکه دستگاه ایمنی اختلال یافته‌ای دارند، حتی اگر **به کم‌خطرترین** بیماری‌های واگیر نیز مبتلا شوند ممکن است از بین بروند. پس دقت کنید که ویروس HIV سبب ضعف در **کل** سیستم ایمنی می‌شود ولی علت مستقیم مرگ فرد، ابتلا شدن به یک عفونت و بیماری ثانویه می‌باشد (به فرد مبتلا به ایدز نباید هورمون کورتیزول تزریق کرد چون ضعف دستگاه ایمنی آن تشدید می‌شود).
- ویروس ایدز نوعی ویروس RNAدار است که با رونویسی معکوس، تولید DNA می‌کند که برای این کار از امکانات یاخته‌های لنفوسیت T انسانی استفاده می‌کند.
- از وقتی که ویروس ایدز به روش‌های مختلفی وارد بدن فرد می‌شود، ممکن است بین **۶ ماه تا ۱۵ سال** این بیماری نهفته باقی بماند یعنی در فرد هیچ علامتی از ایدز و نقص سیستم ایمنی مشاهده نشود و **سالم باشد** ولی این فرد در این مدت، **ناقل** بیماری است و از راه‌های مختلف می‌تواند سبب انتشار ویروس و بیماری ایدز به سایر افراد جامعه شود.
- تنها راه آگاهی از آلودگی یک فرد به ویروس ایدز، آزمایش مخصوص پزشکی به روش‌های مختلف می‌باشد. در اولین نوع آزمایش، پادتنی که یاخته‌ها علیه این ویروس ترشح کرده‌اند را در بدن می‌سنجند که حداقل **بعد از دو هفته** از ورود ویروس به بدن مقدار این پادتن به مقدار قابل سنجش می‌رسد. (آزمایش‌های رایج پزشکی نمی‌توانند وجود ویروس ایدز را در بدن تشخیص دهد.)

در اثر ابتلا به ویروس HIV ← لنفوسیت T کمک‌کنندهٔ آلوده، به تولید اینترفرون نوع ۱ می‌پردازد ← این اینترفرون روی یاخته‌های سالم و آلوده اثر دارد.
لنفوسیت‌های T کشنده و یاختهٔ کشندهٔ طبیعی ← تولید پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده می‌کنند ← تا لنفوسیت T کمک‌کننده و یاخته‌های آلوده شده را از بین ببرند.

۴۴۷۶: ۲) ویروس HIV نوعی ویروس است که دارای رنا است و داخل بدن جاندار از روی رنا، ساخته می‌شود.

۴۴۷۷: ۱) موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست می‌باشند. بیماری نقص ایمنی اکتسابی همان ایدز می‌باشد که از طریق ویروس HIV وارد نوع خاصی از لنفوسیت‌های T به نام کمک‌کننده می‌شوند و سبب نقص در کل سیستم ایمنی می‌شود.

بررسی موارد **الف) نادرست.** برای تشخیص ایدز باید کل DNA موجود در **پلاسما و هماتوکریت** را بررسی کنند چون ژنوم این ویروس وارد برخی یاخته‌های خونی موجود در هماتوکریت می‌شوند نه پلاسما! **ب) نادرست.** با روش زیست‌فناوری به **تشخیص** دنای ویروس می‌پردازند ولی برای جدا کردن آن‌ها از دنای عادی میزبان باید از روش‌های آزمایشگاهی مثل سانتریفیوژ و ... استفاده کرد. از طرفی دقت کنید که گویچهٔ قرمز، دنا ندارد. **ج)** درست. تنها راه تشخیص ایدز در مراحلی که علائم بیماری مشاهده نمی‌شود، انجام آزمایشات خاص پزشکی می‌باشد (زیست‌شناسی یازدهم فصل ۵). **د) نادرست.** در حال حاضر درمان **قطعی** برای ایدز وجود ندارد ولی با تشخیص زودرس می‌توان از بروز علائم جلوگیری کرد و نیز از انتقال آن به سایر افراد پیشگیری کرد.

۴۴۷۸: ۱) یکی از کاربردهای زیست‌فناوری در علم پزشکی، تشخیص بیماری‌هایی مثل ایدز در مراحل اولیه است. در این روش دنای موجود در خون فرد مشکوک را استخراج کرده و سعی می‌کنند دنای ویروس را در آن پیدا نمایند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** برای انجام ژن‌درمانی باید یاخته‌هایی را از بدن بیمار خارج کرده و کشت داد. سپس ژن سالم را وارد آن نمود و نهایتاً یاخته را به بدن بیمار برگرداند. توجه کنید که برای درمان بیماران می‌توان از تزریق آنزیم و پیوند مغز استخوان هم استفاده کرد که این روش‌ها دیگر جزء ژن‌درمانی نیستند. **گزینهٔ (۳):** برای تولید واکسن به کمک زیست‌فناوری باید ژن مربوط به آنتی‌ژن سطحی عامل بیماری‌زا را به باکتری یا ویروس غیربیماری‌زا منتقل کرد نه خود آنتی‌ژن را. **گزینهٔ (۴):** باکتری‌های تراژن پس از تولید پیش‌هورمون انسولین، نمی‌توانند با جدا کردن زنجیرهٔ C آن را فعال کنند.

۴۴۷۹: ۴) تغییر و اصلاح خصوصیات ریزاندامگان‌ها در زیست‌فناوری نوین رخ داد نه کلاسیک. بقیهٔ موارد خط کتاب درسی هستند.

۴۴۸۰: ۲) با توجه به شکل ۱۵، صفحهٔ ۱۰۵ از نوعی دیسک برای انتقال ژن پروتئین انسانی به تخم لقاح یافته استفاده شد.

۴۴۸۱ (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** انتقال دیسک ناقل ژن پروتئین انسانی به درون یاخته‌های دیپلوئید گوسفند انجام می‌شود. **گزینهٔ (۲):** آنزیم *EcoR*۱ در مرحلهٔ اتصال ژن پروتئین انسانی به ناقل دخالت دارد. **گزینهٔ (۳):** آنزیم‌های برش‌دهنده در مرحلهٔ اول و دوم همسانه‌سازی دنا نقش دارند. **گزینهٔ (۴):** برای اتصال ژن مربوط به پروتئین انسانی به دیسک، همواره از آنزیم لیگاز استفاده می‌شود.

اهمیت تولید جانوران تراژنی در زیست‌فناوری

دلایل متعددی برای طراحی و تولید این جانوران وجود دارد که می‌توان به چند مورد اشاره کرد:

- مطالعهٔ عملکرد ژن‌های خاص در بدن مثل ژن‌های عوامل رشد و نقش آن‌ها در رشد بهتر دام‌ها
- کاربرد آن‌ها به عنوان مدلی برای مطالعهٔ بیماری‌های انسانی از قبیل انواع سرطان، آلزایمر و بیماری ام‌اس
- تولید پروتئین‌های انسانی یا داروهای خاص در بدن آن‌ها، به عنوان مثال دام‌های تراژنی می‌توانند شیر غنی از نوعی پروتئین انسانی تولید کنند که برای انسان نسبت به شیر طبیعی دام‌ها مناسب‌تر است.

۴۴۸۲ (۴) سؤال در مورد مراحل تولید پروتئین انسانی توسط دام‌های تراژنی است که طبق ۴ مرحلهٔ زیر صورت می‌گیرد.



۴۴۸۳ (۴) همهٔ موارد به درستی بیان شده‌اند.

بررسی موارد (الف) طبق متن کتاب درسی دوازدهم در فصل ۷، این مورد صحیح است. (ب) واضح است که افزایش تمایل آنزیم برای اتصال به پیش‌ماده می‌تواند از اهداف زیست‌فناوری باشد تا محصولی با کارایی بالاتر تولید شود. (ج) طبق متن کتاب درسی دوازدهم در آخر فصل ۷، این مورد نیز صحیح است. (د) واضح است که افزایش پایداری در نوعی محصول ژنی به کمک جهش، می‌تواند از اهداف زیست‌فناوری باشد! مثلاً تولید پلاسمین و یا آمیلاز و... با کارایی بالاتر!

۴۴۸۴ (۴) کارایی اینترفرون ساخته شده با مهندسی ژنتیک **بسیار کمتر** از اینترفرون طبیعی است چون پیوندهای نادرستی در تولید آن شکل می‌گیرند که سبب کاهش فعالیت آن می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** برای ساخت پلاستیک‌های قابل تجزیه ژن را از باکتری به گیاه وارد کردند. **گزینهٔ (۲):** دقیقاً متن جملهٔ کتاب درسی بوده و صحیح است. **گزینهٔ (۳):** مثلاً در **ایدز** این عبارت صحیح است که قبل از معلوم شدن علائم بیماری می‌توان به وجود آن و عدم انتقال بیماری پی برد.

۴۴۸۵ (۴) برای ساخت انسولین با مهندسی ژنتیک، ابتدا دو توالی جداگانه دنا برای ساخت زنجیره‌های *A* و *B* تولید شد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در اولین ژن‌درمانی، لنفوسیت دختربچه را کشت دادند (نه یاختهٔ بنیادی لنفوئیدی). **گزینهٔ (۲):** در ویروس ایدز، دنا از روی رنا تولید می‌شود. **گزینهٔ (۳):** در این دام‌های تراژنی شده، همهٔ یاخته‌ها حاوی ژن‌های انسانی می‌باشند.

۴۴۸۶ (۳) در موارد (الف)، (ب) و (ج) می‌توان از باکتری‌ها در تراژنی کردن گیاهان استفاده نمود؛ اما در تهیهٔ واکسن نوترکیب ضدهپاتیت *B*، ژن سطحی مربوط به عامل بیماری‌زا (ویروس هپاتیت *B*) را به یک باکتری یا ویروس غیربیماری‌زا منتقل می‌کنند.

۴۴۸۷ (۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) و (ب) خط کتاب درسی هستند. (ج) در مورد فتوسنتزکننده‌ها صحیح است. (د) در مورد شیمیوسنتزکننده‌ها رد می‌شود.

زیست‌فناوری و اقتصادی

گرچه زیست‌فناوری امروزه عمدتاً با مهندسی ژنتیک شناخته می شود، اما بهره‌برداری اقتصادی از این فناوری الزاماً وابسته به دستکاری جانداران نیست. انسان در طول تاریخ از باکتری‌ها و قارچ‌ها در تولید محصولاتی مانند ماست و پنیر استفاده کرده است. امروزه نیز صنایع لبنی همچنان با بهره‌مندی از آنزیم‌ها و ریزجانداران محصولات متنوعی روانه بازار می‌کنند و همچنان سهم قابل توجهی در اقتصاد کشورها دارند. تولید انواعی از ترکیبات بر مبنای فرایندهای زیستی، استفاده از گیاهان و جلبک‌ها در تولید سوخت و ترکیبات دیگر ، شناسایی ریزجانداران و گیاهانی که می‌توانند به عنوان منابع تجدیدپذیر در تولید ترکیبات گوناگون به کار روند، اساس شکل‌گیری صنایع متفاوتی در دنیای امروز شده‌اند.

فتوبیوراکتور نمونه‌ای از فناوری زیستی با کاربرد صنعتی است (شکل ۱۷). فتوبیوراکتورها محیط‌های کشت وسیع جانداران فتوسنتزکننده‌ای مانند جلبک‌ها هستند. این جانداران با انجام فتوسنتز انواعی از مواد را می‌سازند که می‌توان از آن‌ها در تولید سوخت زیستی، دارو، مکمل‌های غذایی و ترکیبات دیگر استفاده کرد (شیمیوسنتز در آن ربطی ندارد).

۴۴۸۸ (۱) مانند همهٔ دستاوردهای بشر، استفاده از زیست‌فناوری نیز باید با ملاحظاتی همراه باشد. سایر گزینه‌ها با توجه به متن صفحه‌های ۱۰۵ و ۱۰۶ کتاب درسی صحیح هستند.

۴۴۸۹ **(۴)** همهٔ موارد درست هستند.

بررسی موارد **الف)** می‌توان به پلاسمین اشاره کرد که طول عمر آن توسط فناوری مهندسی پروتئین زیاد شد. **ب)** افزایش فعالیت آنزیم پلاسمین و یا آمیلاز در محیط متفاوت از این مورد می‌باشد. **ج)** در بخش مطالعهٔ فسیل‌ها از دنا برای شناسایی استفاده می‌شود. **د)** مهندسی پروتئین نمونه‌ای از استفاده از جهش‌ها می‌باشد که در مورد ساخت اینترفرون و پلاسمین در کتاب ذکر شده است.

۴۴۹۰ **(۲)** همان‌طور که می‌دانید برای تولید واکسن نوترکیب ضدویروس هپاتیت B ژن مربوط به ساخت پادگن به نوعی عامل غیربیماری‌زا برای انسان منتقل می‌گردد؛ بنابراین نمی‌توان گفت برای ساخت این واکسن نوترکیب عامل بیماری‌زا را در آزمایشگاه طوری تغییر می‌دهند که نتواند تکثیر شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به اینکه به هنگام تولید پروتئین انسانی به کمک دام، پلازمید نوترکیب به تخمک لقاح یافته منتقل می‌شود و یاختهٔ تخم حاصل با تکثیر شدن در ایجاد همهٔ یاخته‌های بدن دام نقش دارد، می‌توان گفت در این صورت دامی ایجاد می‌شود که در همهٔ یاخته‌های هسته‌دار پیکری بدن خود، حاوی ژن انسانی است. **گزینهٔ (۳):** همان‌طور که می‌دانید گیاهان زراعی مقاوم در برابر علف‌کش‌ها، نوعی گیاه تراژن تولید شده طی فناوری‌زیستی نوین هستند. همان‌طور که در شکل ۱ صفحهٔ ۹۳ کتاب درسی می‌بینید، ژن خارجی به نوعی یاختهٔ گیاهی منتقل می‌شود و این یاخته به تنهایی سبب ایجاد گیاهچه و در نتیجه گیاه تراژن می شود. در روش فن‌کشت بافت از یاختهٔ نرم آکنه‌ای که حاوی دیوارهٔ نخستین نازکی است، به منظور تولید یک نوع گیاه به مقدار انبوه استفاده می‌شود؛ بنابراین می‌توان برداشت کرد که تولید گیاه تراژن می‌تواند به کمک روش فن‌کشت بافت صورت گیرد. **گزینهٔ (۴):** به هنگام ساخت داروی انسولین طی مهندسی ژنتیک، دو نوع پلازمید ساخته می‌شود که یکی حاوی ژن مربوط به ساخت زنجیرهٔ انسولین است. باکتری‌های تراژنی که طی این روش ایجاد می‌شوند، حاوی B انسولین و دیگر حاوی ژن مربوط به ساخت زنجیرهٔ A یکی از این نوع پلازمیدهای نوترکیب هستند؛ بنابراین به هنگام ساخت داروی انسولین طی مهندسی ژنتیک، دو نوع باکتری ایجاد می‌گردد که فقط در یک ژن با یکدیگر تفاوت دارند.

۴۴۹۱ **(۴)** در شکل صورت سؤال بخش (الف) باکتری حاوی دنای نوترکیب و (ب) یاختهٔ گیاهی می‌باشد. رنابسپاراز پروکاریوتی توانایی تولید انواع رناها از جمله $mRNA$ ، $tRNA$ ، $rRNA$ را دارد. درحالی‌که در هستهٔ یوکاریوت‌ها سه نوع رنابسپاراز وظیفهٔ تولید رناهای بالا را برعهده دارند که به ترتیب عبارتند از: رنابسپاراز ۱، رنابسپاراز۳، رنابسپاراز۲. بدین ترتیب می‌توان گفت در پروکاریوت‌ها تنوع فعالیتی رنابسپاراز بیشتر از یوکاریوت‌ها است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اغلب پروکاریوت‌ها یک جایگاه آغاز همانندسازی دارند. در پروکاریوت‌ها همانندسازی دوطرفه قابل مشاهده است. در این نوع همانندسازی جایگاه آغاز و پایان همانندسازی در مقابل هم قرار می‌گیرند. **گزینهٔ (۲):** آنزیم اتصال‌دهنده پیوندهای فسفودی‌استری را تشکیل می‌دهد. شکستن این نوع پیوندها در طی همانندسازی و همسانه‌سازی قابل مشاهده است. توسط آنزیم دنابسپاراز و برش‌دهنده. **گزینهٔ (۳):** در پروکاریوت‌ها پلازمید و در یوکاریوت‌ها دنای میتوکندری و کلروپلاست توانایی همانندسازی مستقل از دنای اصلی را دارند.

۴۴۹۲ **(۱)** شکل مورد نظر در اثر فعالیت آنزیم برش‌دهنده تشکیل شده است. در این فرایند علاوه‌بر پیوند فسفودی‌استر، پیوند **هیدروژنی** نیز شکسته می‌شود.

بررسی موارد **الف)** پیوند هیدروژنی نوعی پیوند اشتراکی نیست. **ب)** در هنگام خارج شدن رنای بدون آمینواسید از رناتن، پیوند هیدروژنی بین کدون و آنتی‌کدون می‌شکند که معادل شکستن پیوند هیدروژنی است. برای شکستن این نوع پیوند برخلاف پیوند فسفودی‌استر نیازی به مصرف آب نیست. **ج)** در طی فرایند همانندسازی، آنزیم هلیکاز به صورت اختصاصی پیوندهای هیدروژنی را می‌شکند و آنزیم دنابسپاراز به طور اختصاصی سبب شکسته شدن پیوندهای فسفودی‌استر می‌شود. **د)** آنزیم‌های برش‌دهنده به طور اختصاصی پیوند فسفودی‌استر را می‌شکنند و شکسته شدن پیوندهای هیدروژنی در طی همسانه‌سازی خودبه خودی است.

نقش آنزیم‌ها ۴۷۵

آنزیم	شکست پیوند هیدروژنی	تشکیل پیوند فسفودی‌استر	شکست پیوند فسفودی‌استر	باز کردن مارپیچ دنا
دنابسپاراز	خیر	بله	بله	بله
رنابسپاراز	بله	بله	خیر	خیر
هلیکاز	بله	خیر	خیر	خیر
لیگاز	خیر (!)	خیر	بله	خیر
آنزیم برش‌دهنده	خیر	بله	خیر	خیر

۴۴۹۳ **(۳)** با ورود دنای نوترکیب به باکتری، باکتری شروع به همانندسازی دنای نوترکیب می‌کند، بدین ترتیب تعداد جایگاه‌های آغاز فعالیت هلیکاز افزایش می‌یابد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نخستین پیوند تشکیل شده در مرحلهٔ دوم همسانه‌سازی یعنی انتقال قطعهٔ دنا به ناقل و تشکیل دنای نوترکیب، پیوند هیدروژنی است. انتهای چسبنده برخلاف انتهای مکمل، واجد پیوند هیدروژنی در ساختار خود نیست. **گزینهٔ (۲):** باز آلی یوراسیل در ریبونوکلئوتیدها یافت می‌شود و در دئوکسی‌ریبونوکلئوتیدها که واحدهای سازندهٔ مولکول دنا می‌باشد باز آلی یوراسیل وجود ندارد بلکه بازآلی تیمین به جای آن موجود است. ناقل‌های همسانه‌سازی از جنس دنا هستند نه رنا. **گزینهٔ (۴):** در صورتی که ناقل همسانه‌سازی دیسک باشد به منظور تشکیل دنای نوترکیب و افزوده شدن قطعه دنا به ناقل، با فعالیت آنزیم برش‌دهنده در توای تشخیص خود در دیسک، دنای حلقوی دیسک تغییر شکل داده و به دنای خطی تبدیل می‌شود.

۴۴۹۴ **(۲)** شکل صورت سؤال مرحلهٔ تشکیل دنای نوترکیب را نشان می‌دهد. در مرحلهٔ **قبل** آن، جداسازی قطعه‌ای از دنا صورت می‌گیرد که آنزیم $EcoR$۱ با مصرف دو مولکول آب دو پیوند بین دو جفت نوکلئوتید پورین را می‌شکند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تمامی آنزیم‌های برش‌دهنده جایگاه تشخیصشان شش نوکلئوتیدی نیست. **گزینهٔ (۳):** مرحلهٔ بعد، وارد کردن دنای نوترکیب به یاختهٔ میزبان است. **گزینهٔ (۴):** منافذ صحیح است (نه منفذ!).

مراحل همسانه‌سازی دنا

۱ **جداسازی قطعه‌ای از دنا:** این کار به وسیله آنزیم‌های برش‌دهنده انجام می‌شود. این آنزیم‌ها در باکتری‌ها وجود دارند و قسمتی از سامانه دفاعی آن‌ها محسوب می‌شوند. این آنزیم‌ها توالی‌های نوکلئوتیدی خاصی را در دنا تشخیص و برش می‌دهند. مثلاً آنزیم *EcoR*۱ توالی شش جفت نوکلئوتیدی *GAATTC CTTAAG* را شناسایی و برش میدهد به این توالی جایگاه تشخیص آنزیم گفته می‌شود. در جایگاه تشخیص آنزیم *EcoR*، توالی نوکلئوتیدهای هر دو رشته دنا از دو سمت مخالف یکسان خوانده می‌شود این آنزیم پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتید گوانین دار و آدنین دار هر دو رشته را برش میزند. در نتیجه انتهایی از مولکول دنا ایجاد می‌شود که یک رشته آن بلندتر از رشته مقابل است و به آن انتهای چسبنده می‌گویند. برای تشکیل چنین انتهایی از مولکول دنا علاوه بر پیوندهای فسفودی، استر پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته دنا در منطقه تشخیص نیز شکسته می‌شوند. استفاده از آنزیم‌های برش‌دهنده، دنا را به قطعات کوتاه تری تبدیل می‌کند. این قطعات را با روشهای خاصی جدا می‌کنند و تشخیص میدهند.

۲ **اتصال قطعهٔ دنا به ناقل و تشکیل دنای نوترکیب:** مرحله بعدی اتصال قطعه دنای جداسازی شده به ناقل همسانه‌سازی است. این ناقلین، توالی‌های دنایی هستند که در خارج از فامتن اصلی قرار دارند و می‌توانند مستقل از آن تکثیر شوند. یکی از این مولکول‌ها دیسک حلقوی باکتری است این نوع دیسک یک مولکول دنای دورشته‌ای و خارج فامتنی است که معمولاً درون باکتری‌ها و بعضی قارچ‌ها مثل مخمرها وجود دارد و می‌تواند مستقل از ژنوم میزبان همانندسازی کند. دیسک‌ها را فامتن‌های کمکی نیز می‌نامند چون حاوی ژن‌هایی هستند که در فامتن اصلی باکتری وجود ندارند. مثلاً ژن مقاومت به پادزیست در دیسک قرار دارد. در صورت انتقال قطعه دنای مورد نظر به دیسک و ورود آن به یاخته میزبان با هر بار همانندسازی دیسک دنای مورد نظر نیز همانند سازی می‌شود. بهتر است از دیسکی استفاده شود که فقط یک جایگاه تشخیص برای آنزیم برش‌دهنده داشته باشد. بسیاری از دیسک‌ها دارای ژن‌های مقاومت به پادزیست‌ها هستند. چنین ژن‌هایی به باکتری این توانایی را می‌دهند که پادزیست‌ها را به موادی غیر کشنده و قابل استفاده برای خود تبدیل کنند. در ساخت یک دنای نوترکیب قطعه دنای حاوی توالی مورد نظر در دنای ناقل جاسازی می‌شود. برش دیسک با آنزیم آن را به یک قطعه دنای خطی تبدیل می‌کند که دارای دو انتهای چسبنده است. همچنین قطعه دنای خارجی نیز دو انتهای چسبنده دارد برای اتصال دنای مورد نظر به دیسک از آنزیم لیگاز (اتصال‌دهنده) استفاده می‌شود این آنزیم پیوند فسفودی‌استر بین دو انتهای مکمل را ایجاد می‌کند. به مجموعه دنای ناقل و ژن جاگذاری شده در آن دنای نوترکیب گفته می‌شود.

۳ **وارد کردن دنای نوترکیب به یاخته میزبان:** در این مرحله دنای نوترکیب را به درون یاخته میزبان مثلاً باکتری منتقل می‌کنند. به این منظور باید در دیوارهٔ باکتری منافذی ایجاد شود. این منافذ را می‌توان با کمک شوک الکتریکی و یا شوک حرارتی همراه با مواد شیمیایی ایجاد کرد. بر طبق اطلاعات به دست آمده مشخص شده همهٔ باکتری‌ها دنای نوترکیب را دریافت نمی‌کنند. بنابراین لازم است باکتری دریافت کننده دیسک از باکتری فاقد آن تفکیک شود.

۴ **جداسازی یاخته‌های تراژنی:** برای انجام این مرحله از روش‌های متفاوتی می‌توان استفاده کرد. یکی از این روش‌ها استفاده از دیسکی است که دارای ژن مقاومت به پادزیستی مثل آمپی سیلین است. اگر باکتری دنای نوترکیب را دریافت کرده باشد در محیط حاوی پادزیست رشد می‌کند باکتری‌های فاقد دنای نوترکیب به دلیل حساسیت به پادزیست در چنین محیطی از بین می‌روند. در شرایط مناسب باکتری‌های تراژنی با سرعت بالایی تکثیر می‌شوند. همچنین از دناهای نوترکیب نیز به صورت مستقل از فامتن اصلی یاخته نسخه‌های متعددی ساخته می‌شود که در نتیجه آن دنای خارجی به سرعت تکثیر می‌شود بنابراین تعداد زیادی باکتری دارای دنای خارجی آماده خواهد شد که می‌توان از آن‌ها برای تولید فراورده یا استخراج ژن استفاده کرد. امروزه با پیشرفت روش‌های مهندسی ژنتیک می‌توان یاخته‌های دیگری مثل مخمرها یاخته‌های گیاهی و حتی جانوری را با این فرایند تغییر داد. دناها و سایر مولکول‌های حاصل از دناهای تولید شده برای اهداف گوناگون علمی و کاربردی استفاده می‌شوند.

۴۴۹۵ ۱ در شکل مطرح شده در صورت سؤال بخش (۱) ژن خارجی، (۲) فامتن اصلی و (۳) دیسک یا پلازمید می‌باشد. در صورتی که ناقل همسانه‌سازی دیسک باکتری باشد، بهتر است فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی برای آنزیم برش‌دهنده داشته باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** با اینکه فامتن باکتری به غشای پلاسمایی آن متصل است ولی تقسیم آن **همراه** با تقسیم جاندار است و مستقل از تقسیم جاندار تقسیم فامتن اصلی برخلاف فامتن کمکی یعنی پلازمید دیده نمی‌شود. **گزینهٔ (۳):** آنزیم *EcoR*۱ فقط یکی از آنزیم‌های برش‌دهنده است و نمی‌توان به طور قطع با توجه به تصویر گفت آنزیم برش‌دهنده در فرایند همسانه‌سازی *EcoR*۱ است. از طرفی جایگاه آن هم شش جفت نوکلئوتید دارد (نه شش تا). **گزینهٔ (۴):** توجه کنید در اغلب باکتری‌ها فامتن اصلی، دارای یک جایگاه همانندسازی است.

۴۴۹۶ ۳ شکل صورت سؤال مرحلهٔ وارد کردن دنای نوترکیب به یاخته میزبان را نشان می‌دهد. در این مرحله می‌توان از شوک الکتریکی و یا شوک حرارتی همراه مواد شیمیایی به منظور ایجاد منافذ استفاده کرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دناهای نوترکیب برای قرار گرفتن در مجاورت دنای اصلی یاخته پروکاریوت طبق شکل، باید از یک غشای پلاسمایی عبور کنند آن هم غشای باکتری است. **گزینهٔ (۲):** این مرحلهٔ قبل از مرحلهٔ مد نظر صورت سؤال است. **گزینهٔ (۴):** این مرحله بعد از مرحلهٔ مد نظر صورت سؤال است.

۴۴۹۷ ۳ توجه کنید در بدن این خانم، می‌توان علاوه‌بر انواع یاخته‌های بنیادی بالغ، یاخته‌های بنیادی جنینی را نیز در صورت حامله بودن این خانم متصور شد. تمامی یاخته‌های بنیادی توانایی تکثیر و به وجود آوردن یاخته‌های مشابه خود و نیز توانایی تبدیل شدن به سایر یاخته‌ها را دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مورد سایر یاخته‌های بنیادی بالغ در بدن خانم درست نیست. **گزینهٔ (۲):** تمایز یاخته‌های بنیادی نمی‌تواند به‌گونه‌ای تنظیم شود که بتوانند همهٔ انواع یاخته‌ای را که در بدن جنین تولید می‌کنند در شرایط آزمایشگاهی نیز به‌وجود آورند. **گزینهٔ (۴):** در مورد تمامی یاخته‌های بنیادی صدق نمی‌کند مثلاً یاخته‌های بنیادی کبد.

۴۴۹۸ ۱ در شکل صورت سؤال بخش (۱) مورولا (۲) بلاستولا (۳) تودهٔ یاخته‌ای درونی است.

آخرین تودهٔ یاخته‌ای که در بخشی از لولهٔ رحم که نزدیک رحم است، تشکیل می‌شود، مورولا می‌باشد. دقت کنید که ابتدای لولهٔ رحم به سمت رحم و انتهای آن به سمت تخمدان است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** هورمون HCG اساس تست‌های بارداری است که توسط کوریون ترشح می‌شود که از تروفوبلاست منشأ می‌گیرد نه تودهٔ درونی! **گزینهٔ (۳):** یاخته‌های درونی بلاستولا، با کوریون برخلاف آمنیون در تماس نیستند. کوریون و آمنیون فقط دو تا از پرده‌های محافظت‌کنندهٔ جنین هستند. **گزینهٔ (۴):** اصطلاح تودهٔ پریاخته‌ای توپر مخصوص مورولا می‌باشد و برای بلاستوسیت کاربرد ندارد.

۴۴۹۹ (۳) در شکل صورت سؤال بخش (۱) زنجیرهٔ A، بخش (۲) زنجیرهٔ B و بخش (۳) زنجیرهٔ C است.
گروه عاملی آزاد متصل به زنجیرهٔ A، کربوکسیل است که به رنای ناقل در سر انتهای متصل به آمینواسید وصل می‌شود.

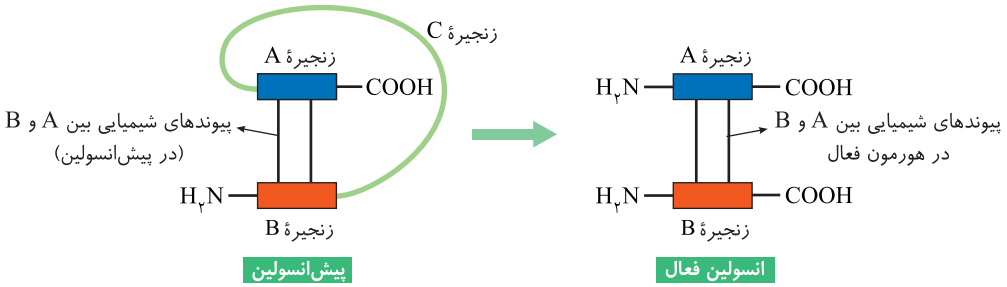
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در زنجیرهٔ پلی‌پپتید اولین آمینواسید از طریق گروه عاملی **کربوکسیل** در پیوند پپتیدی شرکت می‌کند. درحالی‌که گروه عاملی متصل به زنجیرهٔ B آمین است. **گزینهٔ (۲):** در زنجیرهٔ پلی‌پپتید آخرین آمینواسید از طریق گروه عاملی **آمین** در پیوند پپتیدی شرکت می‌کند. گروه عاملی متصل به زنجیرهٔ A کربوکسیل است. **گزینهٔ (۴):** توجه کنید در زیست‌فناوری که از باکتری‌ها برای تولید انسولین استفاده می‌کنیم، خبری از تولید زنجیرهٔ C نیست.

۲۱۵ شکل‌نامهٔ پیش‌انسولین و انسولین فعال

انسولین فعال با اینکه دو رشتهٔ پلی‌پپتیدی A و B دارد ولی این دو رشته به همراه زنجیرهٔ C، همگی از **روی یک ژن** ساخته شده‌اند. دقت کنید که آمینواسیدهای دو زنجیرهٔ A و B با پیوند پپتیدی به یکدیگر متصل نمی‌باشند. بلکه بین آن‌ها در قسمت‌هایی پیوند شیمیایی وجود دارد.

مهم‌ترین مرحله در ساخت انسولین، تبدیل انسولین غیرفعال به نوع فعال می‌باشد که این عمل در پروکاریوت‌ها صورت نمی‌گیرد.

در پیش‌انسولین، زنجیرهٔ B دارای عامل آمینی آزاد ($-NH_2$) و زنجیرهٔ A دارای عامل کربوکسیل یا اسیدی ($-COOH$) آزاد می‌باشد. در حقیقت اولین متیونین ترجمه شده برای تولید این ماده، اولین آمینواسید زنجیرهٔ B با گروه آمین آزاد بوده است.



«جدا شدن زنجیرهٔ C و تبدیل پیش‌انسولین به انسولین»

همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید، در انسولین فعال، دو گروه آمینی آزاد زنجیره‌های A و B در یک سمت و دو گروه کربوکسیل آن‌ها نیز در سمت دیگر قرار دارند ولی پیش‌هورمون یک گروه آمین و یک گروه کربوکسیل دارد.

برای تبدیل پیش‌انسولین به انسولین فعال، دو پیوند پپتیدی در دو سر رشتهٔ C باید هیدرولیز شود تا کل بخش C از رشته‌های A و B جدا شود.

زنجیرهٔ C، بلندتر از زنجیره‌های A و B است و تعداد آمینواسیدهای بیشتری دارد. این زنجیره از انتهای آمین خود به زنجیرهٔ B و از انتهای کربوکسیل خود به زنجیرهٔ A پیش‌انسولین متصل است.

زنجیره‌های A و B تقریباً هم‌اندازه‌اند و تعداد آمینواسیدهای تقریباً برابری دارند.

دو پیوند شیمیایی غیرپپتیدی بین زنجیره‌های A و B، در پیش‌انسولین همانند انسولین فعال دیده می‌شود.

هنگام ساخته شدن پیش‌انسولین، ابتدا زنجیرهٔ B با گروه آمین آزاد ترجمه می‌شود، سپس C و در آخر A با گروه کربوکسیل آزاد، زیرا متیونین اول در زنجیره B در سمت انتهای آمینی قرار گرفته است.

انسولین فعال، بیش از یک رشتهٔ پلی‌پپتیدی دارد در نتیجه دارای ساختار چهارم پروتئین‌هاست. اما پیش‌انسولین، فقط شامل یک رشتهٔ پلی‌پپتیدی است پس تا ساختار سوم را دارد.

در انسولین فعال، دو انتهای آمینی زنجیره‌های A و B، روبه‌روی هم و دو انتهای کربوکسیل نیز روبه‌روی هم قرار گرفته‌اند.

۴۵۰۰ (۲) شکل صورت سؤال مربوط به مرحلهٔ خالص کردن زنجیره‌ها در ساخت انسولین به روش مهندسی ژنتیک می‌باشد. مرحلهٔ قبل از آن، انتخاب یاخته‌های دریافت‌کنندهٔ ژن خارجی به کمک پادزیست می‌باشد. مرحلهٔ بعد از آن، ترکیب زنجیره‌های A و B و تشکیل پیوندهای شیمیایی بین آن‌هاست. بدین ترتیب هورمون فعال تولید می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یک پیوند (نه دو پیوند) شیمیایی بین زنجیره‌ها تشکیل می‌شود. **گزینهٔ (۳):** این مرحله مربوط به قبل از انتخاب یاخته‌های دریافت‌کنندهٔ ژن خارجی است. **گزینهٔ (۴):** این مرحله قبل از خالص‌سازی زنجیره‌ها می‌باشد.

۴۵۰۱ (۲) شکل مطرح شده در سؤال، مرحلهٔ **دوم** ژن‌درمانی را نمایش می‌دهد. پس سؤال در مورد سومین و چهارمین مرحلهٔ این عمل می‌باشد.

بررسی موارد (الف) در **چهارمین** مرحلهٔ ژن‌درمانی، ویروس تغییریافته به درون یاختهٔ بیمار منتقل و ژنگان آن با ژنگان یاخته بیمار ترکیب می‌شود. (ب) در مرحلهٔ **دوم** ژن‌درمانی که شکل سؤال است، مادهٔ ژنتیکی ویروس تغییر می‌یابد تا ویروس دیگر تکثیر نشود. (ج) در مرحلهٔ **سوم** ژن‌درمانی، ژن درون ویروس جاسازی می‌شود و در بین نوکلئوتیدهای ویروس و ژن خارجی، پیوند اشتراکی برقرار می‌گردد. (د) در مرحلهٔ **هفت** ژن‌درمانی، پروتئین ساخته می‌شود. در مرحلهٔ آغاز فرایند ترجمه، زیرواحد کوچک رناتن به‌سوی رمزهٔ آغاز هدایت می‌شود.

مراحل ژن درمانی

۱) یاخته‌ها را از بدن بیمار خارج کرده و در محیط کشت تکثیر می‌کنند این یاخته‌ها می‌توانند لنفوسیت‌های خونی یا حتی یاخته‌های بنیادی لنفوئیدی باشند.

۲) ویروس را در آزمایشگاه طوری تغییر می‌دهند که دیگر نتواند تکثیر شود.

۳) ژن موردنظر را در وسط دنای ویروس جاسازی می‌کنند و در این مرحله از آنزیم لیگاز استفاده می‌کنند.

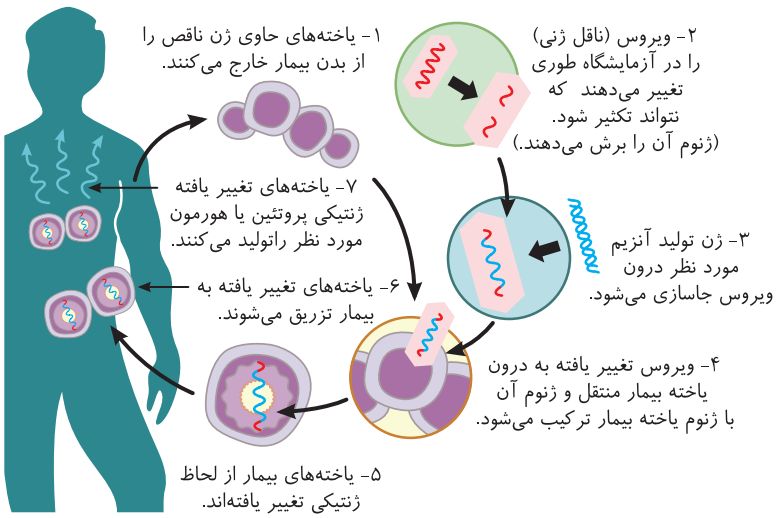
۴) ویروس تغییریافته را در کنار یاخته‌های فرد بیمار می‌گذارند تا ویروس به این یاخته حمله کند و ژنوم ویروس با ژنوم یاختهٔ فرد یکی شود. البته این ویروسی که تغییر یافته قدرت بیماری‌زایی و تکثیر ندارد و حملهٔ او نگران‌کننده نیست.

۵) یاخته‌های استخراج شده از فرد بیمار از لحاظ ژنتیکی تغییر یافته‌اند و به اصطلاح دست‌ورزی شده‌اند.

۶) یاخته‌هایی که دست‌ورزی شده‌اند را به بیمار تزریق می‌کنند.

۷) در یاخته‌های دست‌ورزی شده ژن پروتئینی هورمون موردنظر بیان می‌شود، یعنی مرحلهٔ بیان ژن سالم درون بدون فرد انجام می‌شود.

- در ژن درمانی نیازی به خارج کردن نسخهٔ معیوب نیست بلکه صرفاً ژن سالم را به یاخته وارد می‌کنیم.
- در ژن درمانی پی از بازگشت یاخته‌ها که تغییر یافته هستند به دستگاه ایمنی فرد پیام نمی‌دهند و آن را تحریک نمی‌کنند زیرا سلول‌ها همان سلول‌های مربوط به فرد هستند.



۴۵۰۲ (۱) بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱): درست.** منظور صورت گزینه از کاهش ترکیب دو کربنی، تخمیر الکلی است و در هر دو دوره زیست‌فناوری انجام می‌شود. **گزینهٔ (۲):** نادرست. زیرا در هر دو روش انجام می‌شود. **گزینهٔ (۳):** نادرست. زیرا فقط در نوین برخلاف کلاسیک نگرش بین‌رشته‌ای انجام شد. **گزینهٔ (۴):** نادرست. اصلاح خصوصیاتی از ریز اندامگان فقط در زیست‌فناوری نوین بوده است.

تاریخچهٔ زیست‌فناوری

زیست‌فناوری مربوط به عصر حاضر نیست و از دوره‌های قبل‌تر آغاز شده و امروزه خیلی پیشرفته‌تر شده است، از این رو سه نوع زیست‌فناوری داریم؛ سنتی و کلاسیک و نوین.

زیست‌فناوری سنتی: که برمی‌گردد به زمانی که تولید محصولاتی مثل سرکه و نان و فرآورده‌های لبنی شروع شد که این محصولات در اثر تخمیرها ایجاد می‌شوند.

زیست‌فناوری کلاسیک: مربوط به زمانی است که توانستند پادزیست‌ها و آنزیم‌ها و مواد غذایی را تولید کنند. چطوری؟ آمدند از روش‌های تخمیر و کشت ریزجانداران (میکروارگانیسم‌ها) استفاده کردند و آن‌ها را تولید کردند.

زیست‌فناوری نوین: هم که دوره‌ای هست که دانشمندان شروع کردند به انتقال ژن از یک ریزجاندار به ریزجاندار دیگر که باعث شد خصوصیات آن ریزجانداران تغییر کند و اصلاح و بهتر بشود و کارایی بهتری پیدا کنند.

- کشت ریز اندامگان در دورهٔ کلاسیک و نوین وجود دارد اما انتقال ژن به ریزاندامگان از دورهٔ نوین آغاز شده است.

نکات ترکیبی

- ور آمدن خمیر نان به علت انجام تخمیر الکلی توسط نوعی قارچ تک‌یاخته‌ای به نام مخمر است.
- تخمیر لاکتیکی در تولید فرآورده‌های شیری و خوراکی‌هایی مثل خیارشور نقش دارد.

۴۵۰۳ (۲) بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پلازمید در سلول گیاهی تکثیر نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** قرار گیری ژن خارجی در کروموزوم قبل از اتصال یاختهٔ حامل دیسک نوترکیب به یاختهٔ گیاهی است. **گزینهٔ (۳):** تکثیر ژن خارجی در گیاه بعد از قرارگیری یاختهٔ گیاهی در محیط حاوی پادزیست اتفاق می‌افتد. **گزینهٔ (۴):** استفاده از آنزیم برش‌دهنده برای جداسازی ژن خارجی قبل از تشکیل دیسک نوترکیب می‌باشد.

نکته

مراحل ایجاد گیاهان زراعی تراژنی از طریق مهندسی ژنتیک را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

۱) تعیین صفت یا صفات مطلوب ۲) استخراج ژن یا ژن‌های صفت مورد نظر ۳) آماده سازی و انتقال ژن به گیاه ۴) تولید گیاه تراژنی ۵) بررسی دقیق ایمنی زیستی و اثبات بی خطر بودن برای سلامت انسان و محیط زیست ۶) تکثیر و کشت گیاه تراژنی با رعایت اصول ایمنی زیستی

مراحل همسانه‌سازی دنا:

جداسازی قطعه‌ای از دنا ← اتصال قطعهٔ دنا به ناقل و تشکیل دنای نوترکیب ← وارد کردن دنای نوترکیب به یاختهٔ میزبان ← جداسازی یاخته‌های تراژنی

نکات ترکیبی

از تکثیر یاخته‌های گیاهی در محیط کشت تودهٔ یاخته‌ای (کال) ایجاد می‌شود که همهٔ یاخته‌ها در آن از نظر ژنی یکسان‌اند و یا استفاده از هورمون‌های سیتوکینین و اکسین در محیط کشت از تمایز کال گیاه جدید به وجود می‌آید.

۴۵۰۴ **۴)** همهٔ یاخته‌های بدن توانایی ساخت گیرنده برای هورمون‌های تیروئیدی را دارند (رد گزینهٔ ۱). بافت‌های حاصل از یاخته‌های بنیادی بالغ لزوماً پیوندی نیستند، مثل ساخت یاخته‌های ماهیچه‌ای که بافت ماهیچه‌ای را ایجاد می‌کنند (رد گزینهٔ ۲). یاخته‌های بنیادی بالغ می‌توانند گلبول قرمز را نیز بسازند، که گلبول قرمز فاقد هسته است و درنتیجه ژنوم ندارد (رد گزینهٔ ۳). بعضی از یاخته‌ها سلول‌های هدفِ هورمون‌های پاراتیروئیدی‌اند که بیشتر در استخوان و کلیه قرار دارند (تایید گزینهٔ ۴).

۴۵۰۵ **۳)** هم انسولین موجود در باکتری و هم انسولینِ یاختهٔ کبدی انسان، دارای زنجیرهٔ B با انتهای آمینی آزاد و زنجیرهٔ A با انتهای کربوکسیلی آزادند (رد گزینهٔ ۱ و تأیید گزینهٔ ۳). در انسولین موجود در باکتری، زنجیرهٔ C وجود ندارد چون در آن‌ها انسولین به صورت فعال ترشح می‌شود و در انسان و دیگر پستانداران انسولین به صورت پیش‌ماده ترشح می‌شود و دارای زنجیرهٔ C است (رد گزینهٔ ۲). زنجیرهٔ A و B در باکتری و انسان، به وسیلهٔ پیوندها به هم اتصال دارند و اتصالشان مستقیم نیست (رد گزینهٔ ۴).

تولید دارو (انسولین با مهندسی ژنتیک)

زیست‌فناوری به کمک دنای نوترکیب می‌تواند در ساخت داروها به ما کمک کند. یکی از مزایایی که این داروها دارند این است که نسبت به داروهایی که از منابع غیرانسانی تأمین می‌شوند در فردی که دارو را مصرف می‌کند پاسخ ایمنی ایجاد نمی‌کنند مثلاً برخی از داروهایی که از منابع غیرانسانی تولید می‌شوند مانند انسولین گاوی می‌توانند در انسان با پاسخ دستگاه ایمنی و پادتن‌سازی علیه آن مواجه شود که در این صورت این داروها برای فرد مضر خواهند بود. اما داروهایی که توسط زیست‌فناوری ایجاد می‌شوند پاسخ ایمنی ایجاد نمی‌کنند مثلاً انسولین می‌تواند توسط زیست‌فناوری هم تولید شود. ما یک بیماری به نام دیابت شیرین داریم که در آن یاخته‌ها به مقدار کافی گلوکز خون را جذب نمی‌کنند و مقدار گلوکز خون از مقدار زیادی بالاتر می‌رود و آب زیادی توسط ادرار به همراه گلوکز دفع می‌شود و یاخته‌های بدن به سراغ چربی‌ها و پروتئین‌ها می‌روند و آن‌ها را تجزیه می‌کنند و در نتیجه مواد اسیدی اینجا می‌شود که PH خون را کاهش می‌دهند. دیابت شیرین دو نوع دارد یک سری توسط تخریب سلول‌های جزایر لانگرهانس به وجود می‌آید که این اتفاق هم یک بیماری خود ایمنی است و نوع دوم آن انسولین کافی تولید می‌شود اما گیرنده‌های انسولین کم هستند و در نتیجه نمی‌توانستند انسولین را دریافت بکنند. برای دیابت نوع یک ما می‌توانیم از انسولین استفاده کنیم تا انسولین کافی به بدن برسد و گیرنده‌ها آن‌ها را جذب کنند و وارد بدن شوند.

چطور این کار را انجام می‌دهند؟ یکی از روش‌هایی که گفتیم توسط زیست‌فناوری نیست جداسازی و خالص کردن انسولین از لوزالمعدهٔ گاو است اما ما می‌توانیم به وسیلهٔ مهندسی ژنتیک هم این کار را انجام دهیم. مثلاً ما می‌توانیم ژن انسولین انسانی را وارد بدن باکتری کنیم و باکتری می‌تواند با تقسیماتی که انجام می‌دهد انسولین‌ها را بیشتر کند. مولکول انسولینی که فعال باشد دو زنجیره دارد که این زنجیره‌ها **کوتاه و پلی‌پپتیدی** هستند که این زنجیره‌ها A یا B هستند که به هم متصل می‌شوند و می‌توانند فعال شوند اما این انسولین همیشه فعال نیست در واقع در انسان و به‌طور کلی در پستانداران این مولکول به صورت پیش هورمون ترشح می‌شود. پیش هورمون یعنی چی؟ یعنی اینکه هورمون ترشح شده، غیرفعال است. پیش هورمون به صورت **یک** زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی است و با جدا شدن بخشی از آن به عنوان توالی به نام زنجیرهٔ C به هورمون فعال تبدیل می‌شود، در واقع ما یک زنجیرهٔ A و B داریم که زنجیرهٔ C آن‌ها را به یکدیگر متصل کرده و این زنجیرهٔ C که جدا شود در زنجیرهٔ A یک گروه آمین و در زنجیرهٔ B یک گروه کربوکسیل آزاد متصل می‌شود و در نتیجه انسولین ما فعال می‌شود. در مهندسی ژنتیک و ساخت انسولین در آن مهم‌ترین قسمت هم همین است، اینکه انسولین غیرفعال را به فعال تبدیل کنیم و **این اتفاق در باکتری نمی‌تواند رخ دهد** در واقع در باکتری‌ها پیش هورمون‌ها نمی‌توانند به هورمون تبدیل شوند. اما در سال ۱۹۸۳ دو توالی دنا را به صورت جداگانه داخل آن‌ها زنجیره‌های A و B انسولین را وارد کردند و داخل دیسک‌ها قرار دادند و به باکتری‌ها آوردند و سپس زنجیره‌های پلی‌پپتیدی ساخته شده جمع‌آوری شدند و در آزمایشگاه به وسیلهٔ پیوندهای غیرپپتیدی به یکدیگر متصل شدند و در نتیجه ما توانستیم این انسولین فعال را به وجود بیاوریم. اما این اتفاقات در پی چهار مرحله می‌باشد:

۱) توالی ژن مربوط به زنجیرهٔ A و B انسولین را در آزمایشگاه به روش شیمیایی تولید کردند سپس ژن زیر واحد A را درون یک دیسک و ژن زیر واحد B را در دیسک دیگری قرار دادند، پس ما دو دیسک نوترکیب داریم. در این مرحله از آنزیم‌های برش‌دهنده و هلیکاز استفاده کردند.

۲) هر نوع دیسک نوترکیب را به صورت جدا به باکتری انتقال می‌دهیم و در این مرحله می‌توانیم از شوک‌های الکتریکی یا حرارتی به کمک مواد شیمیایی استفاده کنیم تا این دیسک‌ها به باکتری وارد شوند وقتی که باکتری این دیسک‌ها را دریافت می‌کند آن‌ها را از سایر باکتری‌ها جدا می‌کنیم و برای این کار می‌توانیم از پادزیست‌ها هم استفاده کنیم سپس به باکتری فرصت می‌دهیم تا بتواند رونویسی و ترجمه را انجام دهد تا زنجیره‌های پلی‌پپتیدی A و B را تولید کند.

۳) البته این دو زنجیره به صورت ناخالص تولید می‌شوند سپس این زنجیره‌ها از باکتری بیرون می‌آیند و بعد آن‌ها را خالص می‌کنیم.

۴) زنجیره‌های A و B را به هم متصل می‌کنیم در کنار هم قرار می‌دهیم و دو پیوند کوالانی که بین آن‌ها ایجاد می‌شود باعث می‌شود که انسولین فعال تولید شود. در طی این مراحل ما دو نوع سلول تراژن را می‌سازیم که یکی از آن‌ها ژن مقاومت به پادزیست را از طریق دیسک‌های نوترکیب دریافت کرده. اما چرا دو نوع داریم؟ به دلیل اینکه یکی ژن مربوط به زیرواحد A انسولین و دیگری ژن مربوط به زیر واحد B انسولین را دارد.

- انسولین نوعی هورمون پروتئینی است و مثل بقیهٔ هورمون‌های پروتئینی ترشحی توسط رناتن‌های موجود بر روی شبکهٔ آندوپلاسمی ساخته شده و توسط ریزکیسهٔ غشایی به دستگاه گوارشی فرستاده شده و پس از تغییراتی به سوی غشا رفته و از طریق برون‌رانی به مایع بین‌یاخته‌ای ترشح می‌شود و بعد وارد خون می‌شود.
- زنجیرهٔ B نسبت به زنجیرهٔ A به انتهای آمینی پیش انسولین نزدیک‌تر است. در انسولین غیرفعال زنجیرهٔ A در انتهای کربوکسیلهٔ زنجیرهٔ پلی‌پپتید قرار دارد در حالی‌که زنجیرهٔ B در انتهای آمینی آن قرار دارد و زنجیرهٔ C نیز در انسولین غیرفعال به گروه آمین زنجیرهٔ A و گروه کربوکسیل زنجیرهٔ B متصل است.
- انسولین طبیعی پستانداران حاصل ترجمهٔ یک ژن هست و در اینجا اگر ما سه زنجیرهٔ A، B و C را داریم که رشته‌های پلی‌پپتیدی هستند همه آن‌ها دارای یک ژن‌اند اما سه دگرهٔ متفاوت بر روی این ژن وجود دارد.

نکات ترکیبی

- اولین آمینواسید قرار گرفته در زنجیرهٔ B که گروه آمین آزاد نیز دارد آمینواسید متیونین است.
- ضمن فعالیت رناتن ابتدا زنجیرهٔ B و بعد زنجیرهٔ C و بعد A پیش انسولین به تولید می‌رسند.
- انسولین به صورت غیرفعال ترشح نمی‌شود و قبل ترشح آن زنجیرهٔ C جدا شده و انسولین فعال می‌شود و پروتئینی که از یاخته به بیرون ترشح می‌شود فعال است.

۴۵۰۶ **۳)** هم پلاسمین طبیعی و هم پلاسمین تولید شده با مهندسی پروتئین، کاربرد درمانی دارند (رد گزینهٔ ۱). با تغییر یک آمینواسید در پلاسمین طبیعی، پلاسمین با مهندسی پروتئین ایجاد می‌شود (رد گزینهٔ ۲). پلاسمین تولید شده با مهندسی پروتئین مدت زمان فعالیت پلاسمایی و اثرات درمانی بیشتری از پلاسمین طبیعی دارد (تایید گزینهٔ ۳ و رد گزینهٔ ۴).

۴۵۰۷ (۳) پس از مرحلهٔ ۳ که جاسازی ژن در یک ویروس است، در مرحلهٔ ۴ با قرار دادن ویروس در کنار یاختهٔ فرد، ژنوم ویروس تغییریافته با ژنوم یاختهٔ بیمار ترکیب می‌شود (تأیید گزینهٔ (۳)).

مراحل ژن‌درمانی

(۱) یاخته‌ها را از بدن بیمار خارج می‌کنند. (۲) ویروس را در آزمایشگاه طوری تغییر می‌دهند که نتواند تکثیر شود. (۳) ژن درون ویروس جاسازی می‌شود. (۴) ویروس تغییر یافته به درون یاختهٔ بیمار منتقل و ژنوم آن باژنوم بیمار ترکیب می‌شود. (۵) یاخته‌های بیمار از لحاظ ژنتیکی تغییر یافته‌اند. (۶) یاخته‌های تغییر یافته به بیمار تزریق می‌شوند. (۷) یاخته‌های تغییر یافتهٔ ژنتیکی پروتئین یا هورمون مورد نظر را تولید می‌کنند.

۴۵۰۸ (۳) از برش پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتید گوانین‌دار و آدنین‌دار، انتهایی از مولکول دنا را ایجاد می‌کند که رشتهٔ بلندتر آن، انتهای چسبنده است و دارای ۴ نوکلئوتید *AATT* است (رد گزینهٔ (۲)) که این نوکلئوتیدها به نوکلئوتید مکمل‌شان متصل نیستند (رد گزینهٔ (۴)) و تنها نوکلئوتیدهای آدنین‌دار و تیمین‌دار را شامل می‌شود (تأیید گزینهٔ (۳)). این انتهای چسبنده تنها به یکی از رشته‌های دنا می‌تواند متصل شود (رد گزینهٔ (۴)).

۴۵۰۹ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** ناقل همسانه‌سازی به **تخم لقاح یافته** منتقل می‌شود. **گزینهٔ (۲):** ژن مربوط به پروتئین انسانی فقط در برخی از یاخته‌های **هسته‌دار** پیکر جانور تراژن بیان می‌شود. **گزینهٔ (۳):** بااستفاده از آنزیم اتصال‌دهنده، ژن مربوط به پروتئین انسانی را در مجاورت **جایگاه شروع** همانندسازی قرار می‌دهند. **گزینهٔ (۴):** شیر تولیدی دام‌های تراژنی مناسب‌تر اند.

اهمیت تولید جانوران تراژنی در زیست‌فناوری

دلایل متعددی برای طراحی و تولید این جانوران وجود دارد که می‌توان به چند مورد اشاره کرد:

- مطالعه عملکرد ژنهای خاص در بدن مثل ژن‌های عوامل رشد و نقش آن‌ها در رشد بهتر دام‌ها
- کاربرد آن‌ها به عنوان مدلی برای مطالعه بیماری‌های انسانی از قبیل انواع سرطان آلزایمر و بیماری ام اس
- تولید پروتئین‌های انسانی یا داروهای خاص در بدن آن‌ها، به عنوان مثال دام‌های تراژنی می‌توانند شیر غنی از نوعی پروتئین انسانی تولید کنند که برای انسان نسبت به شیر طبیعی دام‌ها مناسب‌تر است.
- مراحل تولید پروتئین انسانی با استفاده از دام‌های تراژنی (۱) نوترکیب کردن ژن انسانی با دیسک در مجاور جایگاه شروع همانندسازی (۲) ورود دنای نوترکیب به تخم لقاح یافتهٔ دام (۳) ایجاد یک گوسفند تراژن که همهٔ یاخته‌های هسته‌دارش ژن انسانی را دارد. (۴) استخراج شیر حاوی پروتئین انسانی از گوسفند (۵) جدا کردن پروتئین انسانی خالص از شیر دام

۴۵۱۰ (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** همیشه اول باید شناسایی جایگاه تشخیص آنزیم صورت بگیرد و برش داده شود و سپس تشکیل پیوندهای فسفودی‌استر اتفاق بیفتد. **گزینهٔ (۲):** در مرحله اول شکستن پیوند فسفودی‌استر قبل از هیدروژنی اتفاق می‌افتد. **گزینهٔ (۳):** در مرحلهٔ دوم شکسته شدن پیوند هیدروژنی بعد از فسفودی‌استر در پلازمید اتفاق می‌افتد. **گزینهٔ (۴):** همانندسازی دنای نوترکیب ممکن است قبل یا هم‌زمان با همانندسازی فام‌تن اصلی اتفاق بیافتد (چون مستقل است.).

۴۷۶ مراحل ایجاد یاخته‌های تراژنی

جداسازی قطعهٔ دنا	به وسیله آنزیم برش‌دهنده-شناسایی و برش توالی جایگاه تشخیص آنزیم-شکستن پیوند فسفودی‌استر- ایجاد انتهای چسبنده- شکستن پیوند هیدروژنی-
اتصال قطعه دنا به ناقل و تشکیل دنای نوترکیب	استفاده از ناقلین همسانه‌سازی- برش دیسک-تولید دنای خطی با انتهای چسبنده- ایجاد پیوند فسفودی‌استر- ایجاد دنای نوترکیب
وارد کردن دنای نوترکیب به یاخته میزبان	ایجاد منافذ در دیواره باکتری به کمک شوک الکتریکی یا حرارتی به کمک مود شیمیایی
جداسازی یاخته‌های تراژنی	جداسازی سلول‌های تراژنی بااستفاده از روش‌هایی مثل استفاده از دیسک دارای ژن مقاومت به یک نوع پادزیست

۴۵۱۱ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** منظور قسمت اول صورت گزینه دنابسپاراز است که ممکن است هم فعالیت پلیمرازی داشته باشد هم بسپارازی. **گزینهٔ (۲):** منظور از قسمت اول صورت گزینه دیسک است که ممکن است چند جایگاه تشخیص داشته باشد. **گزینهٔ (۳):** آنزیم برش‌دهنده‌ای که در مرحلهٔ اول استفاده می‌شود دارای توانایی آب‌کافت بین دو پیوند اشتراکی خود است. **گزینهٔ (۴):** ممکن است جاندار یوکاریوتی باشد و هسته داشته باشد.

۴۵۱۲ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** این مورد مربوط به مبحث ژن‌درمانی است. **گزینهٔ (۲):** متن کتاب است و کاملاً درست است. **گزینهٔ (۳):** از یاخته‌هایی با قابلیت تقسیم مثل پارانشیمی و مریستم می‌توان استفاده کرد. **گزینهٔ (۴):** قبل از آن ایمنی بررسی می‌شود.

۴۵۱۳ (۴) موارد (ب) و (د) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد (الف) درست. هم آنزیم برش‌دهندهٔ دنا و هم آنزیم رنابسپاراز (آنزیمی در رونویسی فعال) در برش پیوند بین گروه‌های فسفات هر نوکلئوتید، توانایی شکستن پیوند کوالان را دارند. (ب) **نادرست.** این دو آنزیم نمی‌توانند پیوند هیدروژنی را به صورت مستقیم بشکنند. بلکه در پی فعالیت آن‌ها این پیوند جدا می‌شود. (ج) **نادرست.** آنزیم برش‌دهنده توانایی ایجاد پیوند کوالان را ندارد بلکه فقط آن را می‌شکند نه اینکه تشکیل بدهد. (د) درست. آنزیم برش‌دهنده برخلاف لیگاز فقط توانایی ایجاد انتهای چسبنده را دارا است.

آنزیم دنا بسپاراز

آنزیم دنا بسپاراز آنزیمی پروتئینی است که توانایی ایجاد پیوند کوالان را دارا است. و انجام این پیوندها را بر اساس رابطهٔ مکملی نوکلئوتیدها پیش می‌برد. این آنزیم علاوه بر ایجاد پیوند کوالان توانایی شکستن آن را هم دارد. به این شکل که پس از برقراری **هم** پیوند فسفودی‌استر برمی‌گردد و آن را بررسی می‌کند و اگر اشتباه کرده باشد پیوند فسفودی‌استر را می‌شکند و نوکلئوتید مناسب را جایگزین می‌کند. نکتهٔ مهم این است که این آنزیم صرفاً در هسته نیست بلکه در میتوکندری جانداران هم دیده می‌شود.

نکته

- آنزیم دنابسپاراز توانایی شکستن هر پیوند کوالان را در نوکلئوتید را ندارد (پیوند قند فسفات).
- آنزیم دنابسپاراز می‌تواند به صورت غیرمستقیم پیوند هیدروژنی را ایجاد یا از بین ببرد.

۴۵۱۴: (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** طبق شکل کتاب یاخته‌های بنیادی جنینی در رحم درون بلاستوسیت هستند که اندازهٔ کوچیک‌تری از یاخته‌های مورولا دارند. **گزینهٔ (۲):** طبق متن کتاب یاخته‌های بنیادی جنینی قادر به تشکیل **همهٔ** بافت‌های بدن هستند (نه بیشتر آن‌ها). **گزینهٔ (۳):** طبق کتاب هنوز نمی‌توانند همهٔ یاخته‌هایی که بدن جنین تولید می‌کنند را در شرایط آزمایشگاهی به وجود بیاورند. **گزینهٔ (۴):** اگر در مراحل اولیهٔ جنینی جداسازی شود می‌تواند یک جنین کامل را به وجود بیاورد نه اینکه در هر مرحله‌ای جداسازی صورت گیرد.

نکته

حدود ۳۶ ساعت پس از لقاح یاختهٔ تخم تقسیمات خود را آغاز می‌کند. یاخته‌های بنیادی یاخته‌هایی هستند که توانایی تولید یاخته‌های متفاوتی دارند. مورولا تودهٔ پریاخته‌ای **توپر** حاصل از تقسیم رشتمان تخم به نام مورولا در لولهٔ رحم به سمت رحم حرکت می‌کند. مورولا پس از رسیدن به رحم به شکل کرهٔ توخالی در می‌آید و درون آن با مایعات پر می‌شود، در این مرحله، به آن بلاستوسیست گفته می‌شود. بلاستوسیست، یک لایهٔ بیرونی به نام تروفوبلاست دارد، که در مراحل بعدی پردهٔ کوریون را می‌سازد. ساختار جفت کوریون به همراه بخشی از دیوارهٔ رحم، جفت را تشکیل می‌دهد. یاخته‌های درونِ بلاستوسیست، تودهٔ یاخته‌ای درونی را تشکیل می‌دهند.

ویژگی این یاخته‌ها حالت بنیادی دارند و منشأ بافت‌های مختلف تشکیل‌دهندهٔ جنین هستند. ویژگی یاخته‌های بنیادی یاخته‌های بنیادی، یاخته‌هایی تخصص‌نیافته‌اند که توانایی تبدیل شدن به یاخته‌های متفاوتی را دارند. از تودهٔ درونی، لایه‌های زایندهٔ جنینی، شکل می‌گیرند که هر کدام منشأ بافت‌ها و اندام‌های مختلف‌اند.

۴۵۱۵: (۲) موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد **الف) نادرست.** سلول‌های بنیادی در قسمت‌های دیگر نیز وجود دارند. **ب)** و **د)** نادرست. سلول‌های بنیادی هم سلول‌های بنیادی هم غیربنیادی ایجاد می‌کنند. **ج)** درست. سلول‌های بنیادی پس از همانندسازی میتوز می‌کنند.

۴۵۱۶: (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در دورهٔ سنتی نخستین تولیدات محصولات تخمیری به‌وجود آمد اما کشت ریزاندامگان در دورهٔ کلاسیک بود. **گزینهٔ (۲):** در دورهٔ نوین ممکن است تغییری در میزان مادهٔ تولیدی ایجاد شود. **گزینهٔ (۴):** ممکن است از جانداران مؤثر در تخمیر استفاده شود، چون در همهٔ دوره‌ها محصولات جدید تولید شد. **گزینهٔ (۴):** دردورهٔ نوین ممکن است تولید پادزیست توسط میکروارگانیسم رخ دهد.

تاریخچهٔ زیست‌فناوری
- دورهٔ سنتی: تولید محصولات تخمیری
- دورهٔ کلاسیک: کشت ریزاندامگان و تولید پادزیست‌ها: آنزیم‌ها و مواد غذایی
- دورهٔ نوین: انتقال ژن بین ریزاندامگان‌ها – تغییر و اصلاح خصوصیات ریزاندامگان – تولید مقادیر بیشتر با کارایی بالاتر

۴۵۱۷: (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** آمینواسیدهای اینترفرون تولیدشده در مهندسی **ژنتیک** با نوع طبیعی در واحدهای سازنده تفاوتی ندارند. **گزینهٔ (۲):** در مورد پلاسمین تولیدشده در مهندسی پروتئین صحیح است (نه مهندسی ژنتیک). **گزینهٔ (۳):** فعالیت ضدویروسی آن تغییری نمی‌کند. **گزینهٔ (۴):** پلاسمین ساخته شده توسط مهندسی پروتئین احتمال بافت مردگی را بیشتر می‌کاهد، چون از احتمال ایجاد لخته و مرگ یاخته‌های قلبی جلوگیری می‌کند.

تولید آمیلاز، اینترفرون و پلاسمین در مهندسی پروتئین

۱) آمیلازها آنزیم‌هایی هستند که نشاسته را به قطعات کوچک‌تری (مثل مالتوز) تجزیه می‌کنند و آمیلازهای مقاوم به گرما در صنعت برای ما اهمیت دارند. چرا؟ چون آمیلازها پروتئین‌هایی پرکاربرد در صنایع به خصوص در بخش‌های غذایی، نساجی و تولید شوینده‌ها است. از آنجایی که بسیاری از مراحل تولید صنعتی در دماهای بالا انجام می‌شود، آمیلاز باید نسبت به گرما مقاوم باشد که این کار به کمک روش‌های زیست‌فناوری ممکن می‌شود. حالا چه سودی دارد که ما از آمیلازهای مقاوم به گرما استفاده کنیم؟ زمان واکنش نهایی‌مون کاهش پیدا می‌کند چون سرعت واکنش در دماهای بالاتر، بیشتر است و اتصال به پیش‌ماده راحت‌تر است. در نتیجه صرفه‌جویی اقتصادی خواهیم داشت و بهره‌وری صنعتی افزایش می‌یابد. آمیلازهای مقاوم به گرما محدود به صنعت هستند؟ خیر، آمیلازهای مقاوم به گرما در طبیعت هم هست مثلاً در باکتری‌های گرمادوستی که در چشمه‌های آب گرم هستند و آمیلازهایی با پایداری بیشتری در مقابل گرما دارند که همین باعث سازگاری و بقای حیات آن‌ها در این چشمه‌های آب گرم می‌شود.

۲) اینترفرون از پروتئین‌های دستگاه ایمنی است. وقتی اینترفرون را به روش مهندسی ژنتیک می‌سازیم فعالیت **بسیار کمتری** از اینترفرون طبیعی خواهیم داشت. چرا؟ چون هنگامی که اینترفرون در باکتری در حال ساخت است، پیوند**های** نادرستی ایجاد می‌شود که باعث تغییر در شکل پروتئین و کاهش فعالیت آن می‌شود. مهندسی پروتئین می‌آید و در توالی آمینواسیدهای اینترفرون یک تغییر **جزئی** ایجاد می‌کند و جای یکی از آمینواسیدهایش، یک آمینواسید دیگر قرار می‌گیرد و باعث می‌شود اینترفرون فعالیت **ضدویروسی** داشته باشد و این فعالیت ضدویروسی را **به اندازهٔ** پروتئین طبیعی افزایش می‌دهد. این افزایش فعالیت ضدویروسی در اینترفرون باعث پایدار**تر** شدن آن می‌شود و این اتفاق باعث می‌شود پروتئین‌هایی که به عنوان **دارو** استفاده می‌شوند، دارای نگه‌داری طولانی‌مدت شوند.

۳) پلاسمین یک **آنزیم** پروتئینی است که به‌طور طبیعی **لخته‌های** درون بدن را تجزیه می‌کند و در نتیجه از ایجاد لخته در شش و مغز و ماهیچهٔ قلب جلوگیری می‌کند و در نتیجهٔ آن مانع از بسته شدن رگ‌های ششی، سکتهٔ مغزی و قلبی می‌شود. کاربرد پلاسمین **درمانی** است اما مدتی که می‌تواند در **پلاسما** اثربخش باشد، کم است که اگر یکی از آمینواسیدهای آن را **تغییر** دهیم مدت زمانی که فعالیت پلاسمایی و اثرات درمانی دارد، افزایش می‌یابد.

در حوزه مهندسی پروتئین همواره تغییر آمینواسید، باعث تغییر ساختار اولیهٔ پروتئین‌ها می‌شود. (ترکیبی: آمیلاز بزاق لوزالمعده دی‌ساکاریدی به نام مالتوز و مولکول‌های درشت‌تر تبدیل می‌کند آنزیم‌هایی که از رودهٔ باریک می‌آیند این مولکول‌ها را مونوساکارید تبدیل می‌کند و این مونوساکارید می‌تواند یاخته‌های روده‌های باریک وارد شود).

نکات ترکیبی

- باکتری‌های اطراف دهانهٔ آتشفشان‌های زیر آب از نوع شیمیوسنتز کننده هستند و با توجه به زندگی گرمی که دارند انتظار می‌رود که آن‌ها نیز آمیلاز مقاوم با گرما داشته باشد.
- یکی از روش‌های دفاع ترشح اینترفرون است که اینترفرون نوع یک یاختهٔ آلوده به ویروس ترشح می‌شود و علاوه‌بر یاخته‌های آلوده بر یاخته‌های سالم مجاور هم اثر می‌کند و آن‌ها را در برابر ویروس مقاوم می‌کند و اینترفرون نوع دو از یاخته‌های کشنده طبیعی و لنفوسیدهای T کشنده ترشح می‌شود و درشت‌خوارها را فعال می‌کنند که این نوع اینترفرون نقش مهمی در مبارزه علیه یاخته‌های سرطانی دارد.
- خونی که در قلب عبور می‌کند نیازهای تنفسی و غذایی به قلب را برطرف نمی‌کند و سرخرگ‌های اکلیلی از آئورت انشعاب گرفته ماهیچهٔ قلب را تغذیه می‌کند این رگ‌ها پس از رفع نیاز یاخته‌های قلب یکی شده و به صورت سیاه رگ اکلیلی به دهلیز راست می‌رود اگه این سرخرگ‌ها توسط **لخته** یا سخت شدن دیوارهٔ آن‌ها توصب شرایین بسته شوند ممکن است باعث سکتهٔ قلبی شود چون به بخشی از ماهیچهٔ قلب اکسیژن نرسیده و یاختهٔ ما می‌میرد.
- پلاسمین تجزیه‌کنندهٔ فیبرین درون لخته و هپارین مانع تشکیل فیبرین در لخته می‌شود.
- لخته چون شامل رشته‌های پروتئینی فیبرین، یاخته‌های خونی و گرده‌ها است. پلاسمین پروتئازی است که با شکستن پیوندهای پپتیدی در رشته‌های فیبرین سبب تجزیهٔ لخته می‌شود.

۴۵۱۸ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در مرحلهٔ پنجم پروتئین انسانی از شیر به صورت خالص گرفته می‌شود. **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ دوم تخم لقاح یافته دیسک نوترکیب را دریافت می‌کند. **گزینهٔ (۳):** در مرحلهٔ دوم دیسک تغییر یافته به یاختهٔ گوسفندی منتقل می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ اول شکل حلقوی از بین می‌رود و مجدداً حلقوی می‌شود.

مراحل تولید پروتئین انسانی در شیر دام تراژنی



۴۵۱۹ (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در مرحلهٔ اول و دوم همسانه‌سازی دنا، پیوند فسفودی‌استر توسط آنزیم برش‌دهنده شکسته می‌شود. **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ سوم از شوک کمک می‌گیرند که **همهٔ** باکتری‌ها دنای نوترکیب را دریافت نمی‌کنند بلکه تعداد کمی دریافت می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ چهارم از محیط کشت دارای پادزیست استفاده می‌شود که فقط در شرایط **مناسب** باکتری‌های تراژنی تکثیر می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ دوم، دنای نوترکیب ساخته می‌شود که از دیسک‌هایی استفاده می‌شود که در باکتری و مخمر وجود دارند.

۴۵۲۰ (۴) موارد (ب)، (ج) و (د) صحیح می‌باشند.

بررسی موارد (الف) نادرست. تغییر جزئی در توالی آمینواسیدهای یک پروتئین شامل تغییر در **رمز** دنای یک یا چند آمینواسید است (نه رمزها). (ب) **درست.** اهمیت افزایش پایداری پروتئین‌ها در مقابل گرما یکی هم کاهش خطر آلودگی میکروبی در محیط واکنش است. (ج) **درست.** به طور طبیعی ژن‌های مربوط به آمیلازهای مقاوم به گرما در بعضی باکتری‌های چشمه‌های آب گرم وجود دارد. (د) **درست.** مهندسی ژنتیک باعث تولید اینترفرون‌هایی با فعالیت بسیار کمتر از اینترفرون‌های طبیعی می‌شود.

۴۵۲۱ (۳) صورت سؤال درارتباط با **باکتری‌ها** می‌باشد که ژن مورد نیاز برای تولید پلاستیک قابل تجزیه از آن‌ها استخراج می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اینترفرون‌هایی که با مهندسی ژنتیک در **باکتری** ساخته می‌شوند، پیوندهای نادرستی در آن‌ها شکل می‌گیرد. **گزینهٔ (۲):** برخی از باکتری‌های **خاکزی** پروتئین‌هایی تولید می‌کنند که حشرات مضر برای گیاهان زراعی را می‌کشند. **گزینهٔ (۳):** تبدیل پیش‌هورمون به هورمون در تولید انسولین در باکتری‌ها انجام نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** مهندسی ژنتیک ابتدا از باکتری‌ها آغاز شد.

۴۵۲۲ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در پوست یاخته‌هایی وجود دارند که توانایی تکثیر زیاد و تمایز به **انواع یاخته‌های پوست** را دارند. **گزینهٔ (۲):** جراحان بازسازی‌کنندهٔ **چهره** می‌توانند به کمک روش‌های مهندسی از بافت غضروف برای بازسازی لالهٔ گوش و بینی استفاده کنند. در این روش یاخته‌های غضروفی را در محیط کشت روی داربست مناسب تکثیر و غضروف جدید را برای بازسازی **اندام آسیب دیده** تولید می‌کنند. **گزینهٔ (۳):** یاخته‌های بنیادی مغز استخوان می‌توانند به یاخته‌های عصبی (نه هر یاخته بافت عصبی) تمایز پیدا کنند. **گزینهٔ (۴):** یاخته‌های بنیادی مورولا به همهٔ انواع یاخته‌های جنینی و خارج جنینی (جفت) و پرده‌ها متمایز می‌شوند.

۴۵۲۳ (۳) فقط مورد (الف) صحیح است.

بررسی موارد (الف) **درست.** واکسن‌های تولید شده با روش مهندسی ژنتیک خطر بروز بیماری ندارند. (ب) نادرست. دیابت نوع **یک** از طریق انسولین‌های تولید شده به روش مهندسی ژنتیک کنترل می‌شود. دیابت نوع دو اصلاً وابسته به انسولین نیست. (ج) نادرست. دنای استخراج شده شامل دنای یاخته‌های بدن خود فرد و احتمالاً دنای ساخته شده از رنای ویروس است.

تفاوت واکسن و سرم ۴۷۷

موارد مقایسه	واکسن	سرم
جنس	میکروب ضعیف شده، کشته شده، آنتی ژن میکروب یا سم خنثی شده آن	پادتن آماده
نوع ایمنی	فعال	غیرفعال
زنده یا غیرزنده	زنده یا غیرزنده	غیرزنده
میزان پادتن در خون	افزایش می‌دهد	افزایش می‌دهد
موجب تحریک ایمنی بدن	می‌شود	می‌شود
میزان یاختهٔ خاطره در خون	افزایش می‌دهد	افزایش نمی‌دهد
ایمنی آن	دائمی یا موقت	موقت

۴۵۲۴ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در مرحله‌ای که یاخته‌های تغییر یافته به بیمار تزریق می‌شوند، از ویروس استفاده نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** در مرحله‌ای که یاخته‌ها را از بدن بیمار خارج می‌کنند، از ویروس استفاده نمی‌شود. **گزینهٔ (۳):** در مرحله‌ای که یاخته‌های تغییریافتهٔ ژنتیکی پروتئین تولید می‌کنند، از ویروس استفاده نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** ژن موردنظر درون ویروس جاسازی می‌شود.

۴۵۲۵: (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در دورهٔ اول تولید محصولات تخمیری امکان پذیر بود. **گزینهٔ (۲):** در دورهٔ دوم با استفاده از کشت جاندارانی تولید پادزیست‌ها ممکن شد. **گزینهٔ (۳):** در دورهٔ دوم با استفاده از روش‌های تخمیر الکلی تولید آنزیم‌ها ممکن شد. **گزینهٔ (۴):** سومین دوره با تغییر و اصلاح خصوصیات در ژن‌ها و انتقال آن‌ها به **ریزاندامگان** مثل باکتری آغاز شد.

۴۵۲۶: (۲)

مراحل ایجاد گیاهان زراعی تراژنی از طریق مهندسی ژنتیک

(۱) تعیین صفت یا صفات مطلوب (۲) استخراج ژن یا ژن‌های صفت مورد نظر (۳) آماده‌سازی و انتقال ژن به گیاه (۴) تولید گیاه تراژنی (۵) بررسی دقیق ایمنی زیستی و اثبات بی‌خطر بودن برای سلامت انسان و محیط زیست (۶) تکثیر و کشت گیاه تراژنی با رعایت اصول ایمنی زیستی

۴۵۲۷: (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** برخی از باکتری‌های خاکزی پروتئین‌هایی تولید می‌کنند که حشرات مضر برای گیاهان زراعی را می‌کشند چون این حشرات با پروتئازها آن ماده را تجزیه می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** این باکتری‌ها در **مرحله‌ای** از رشد خود نوعی پروتئین سمی می‌سازند. **گزینهٔ (۳):** برای تولید گیاه مقاوم به آفت ابتدا ژن مربوط به این سم از ژنوم باکتری جداسازی و پس از همسانه‌سازی به گیاه مورد نظر انتقال داده می‌شود. **گزینهٔ (۴):** سم در بدن خود باکتری غیرفعال است.

۴۵۲۸: (۳) همهٔ موارد صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) فرد مبتلا به ایدز توانایی دفاع در مقابل عوامل بیماری‌زا را از دست می‌دهد. (ب) برای تشخیص ایدز در مراحل اولیه دنای موجود در خون فرد مشکوک را استخراج می‌کنند. (ج) تشخیص زودهنگام آلودگی با ویروس ایدز اهمیت زیادی دارد زیرا باعث می‌شود که بدون اتلاف وقت اقدامات درمانی و پیشگیری لازم برای جلوگیری از انتقال ویروس به سایر افراد صورت گیرد. (د) علت بیماری ایدز حملهٔ ویروس به لنفوسیت‌های T کمک‌کننده می‌باشد.

۴۵۲۹: (۳) در فردی که نقص در تولید یک آنزیم ایمنی دارد، علاوه‌بر ژن درمانی (گزینهٔ (۴)) می‌توان با پیوند مغز استخوان و تزریق آنزیم مورد نظر به او کمک کرد.

۴۷۸ نقص در تولید آنزیم

موارد مقایسه	ژن‌درمانی	پیوند مغز استخوان	تزریق آنزیم
استفاده از ویروس	+	−	−
تولید پروتئین یا هورمون در پیکر خود فرد	+	+	−
استفاده از یاخته‌های خود فرد	+	−	−
استفاده از یاخته‌های غیرخودی	+	+	+

۴۵۳۰: (۳) در طی مهندسی ژنتیک آنزیم‌های **لیگاز**، دنابسپاراز و رنابسپاراز می‌توانند پیوند فسفودی‌استر ایجاد کنند. آنزیم برش‌دهنده، قسمتی از سامانهٔ دفاعی باکتری‌ها محسوب می‌شود. این آنزیم‌ها توانایی **برقراری** پیوند فسفودی‌استر را ندارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** آنزیم **لیگاز**، با ایجاد پیوند فسفودی‌استر برای اتصال ژن کارآمد به ویروس تغییر شکل یافته و ایجاد دنای نوترکیب در مهندسی ژنتیک مورد استفاده قرار می‌گیرد. **گزینهٔ (۲):** دنابسپاراز در طی همانندسازی پس از برقرای هر پیوند فسفودی‌استر برمی‌گردد و رابطهٔ مکملی بین نوکلئوتید را مورد بررسی قرار می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** در ژن‌های مربوط به تجزیهٔ لاکتوز، پس از اتصال لاکتوز به پروتئین مهارکننده، این پروتئین تغییر شکل یافته و از اپراتور جدا می‌شود و با برداشته شدن مانع از سر راه آنزیم رنابسپاراز این آنزیم می‌تواند اولین نوکلئوتید مربوط به این ژن‌ها را شناسایی کند.

۴۵۳۱: (۴) تمامی موارد عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند. آنزیم پلاسمین سبب تجزیهٔ لخته‌های خونی می‌شود. بنابراین هر عاملی که سبب کاهش احتمال تشکیل لختهٔ خونی شود، درست است.

بررسی موارد (الف) در افراد مبتلا به سلیاک با مصرف گلوتن موجود در واکوئل‌های گندم و جو، ریزپرزها و حتی پرزهای رودهٔ باریک از بین می‌روند و افراد با کاهش شدیدی در جذب مواد غذایی روبه‌رو می‌شوند. اولاً در طی این اتفاق میزان جذب کلسترول و سایر چربی‌ها کمتر می‌شود و بدین ترتیب احتمال تشکیل لختهٔ خون کمتر می‌شود؛ دوماً با کاهش جذب مواد غذایی، سلول‌ها مجبور می‌شوند، از چربی‌های ذخیره‌ای بدن استفاده کنند که این عامل خود سبب کاهش میزان احتمال تشکیل لختهٔ خون می‌شود. (ب) کاهش فعالیت غدهٔ پاراتیروئید، که بیشترین تعداد غدهٔ درون‌ریز بدن را دارد، سبب کاهش میزان کلسیم پلاسما می‌شود. توجه کنید، کلسیم و ویتامین K از عوامل مؤثر در انعقاد خون محسوب می‌شوند. (ج) رسوب کلسترول (نوعی مادهٔ لیپیدی با چهار حلقهٔ آلی) در مجرای مشترک لوزالمعده و کیسهٔ صفرا، باعث می‌شود که تخلیهٔ صفرا در دوازدهه مختل شود و بدین ترتیب در گوارش چربی‌ها اختلال به‌وجود می‌آید. همانطور که می‌دانید، نمک‌های صفراوی در هضم چربی‌ها مؤثرند. (د) اندام تولیدکننده، مولکول‌های لیپوپروتئین، کبد و رودهٔ باریک هستند. اختلال رودهٔ باریک در مورد (الف) بررسی شد. توجه کنید اکثر عناصر مؤثر در انعقاد خون در کبد تولید می‌شوند مانند پروترومبین و ...، بدین ترتیب اختلال در کبد سبب اختلال شدید در انعقاد خون می‌شود.

۴۵۳۲: (۱) فقط مورد (الف) عبارت را به طور درست تکمیل می‌کند.



بررسی موارد (الف) به منظور ساخت انسولین با مهندسی ژنتیک، زنجیرهٔ A و B انسولین به طور جداگانه تولید می‌شوند. طبق شکل ۱۳ فصل ۷ زیست دوازدهم، می‌توان گفت، این دو زنجیره تقریباً هم‌اندازه‌اند. توجه کنید پیش‌انسولین از ۳ زنجیره تشکیل می‌شود و زنجیرهٔ C زنجیرهٔ بلند محسوب می‌شود بنابراین منظور از زنجیره‌های کوتاه انسولین زنجیره‌های A و B مد نظر است. (ب) با توجه به شکل، توالی‌های سازندهٔ A و B متصل نیستند و بین آن‌ها با راه‌انداز فاصله وجود دارد. (ج) در تولید انسولین به روش مهندسی ژنتیک فقط دو زنجیرهٔ کوتاه انسولین در دو دسته باکتری تولید می‌شوند. (د) در تولید انسولین به روش مهندسی ژنتیک خبری از زنجیرهٔ C پیش انسولین نیست.

مراحل ساخت انسولین در مهندسی ژنتیک

۱) انتقال ژن زنجیره‌های A و B انسولین به‌طور جداگانه به دیسک ۲) انتقال دیسک‌های نوترکیب به باکتری و انتخاب یاخته‌های دریافت‌کننده به کمک پادزیست ۳) خالص کردن زنجیره‌ها ۴) ترکیب زنجیره‌های A و B برای تولید انسولین فعال.

۴۵۳۳ ۳) برای ساخت واکسن‌های **نوترکیب** ضد نوعی باکتری عامل بیماری کزاز، ژن مربوط به ساخت آنتی ژن از ژنوم عامل بیماری‌زا جدا می‌شود و به ژنوم نوعی عامل غیربیماری‌زا منتقل می‌گردد (رد گزینهٔ ۴)). بنابراین می‌توان گفت که برای ساخت واکسن نوترکیب (نه نوعی قدیمی)، جدا کردن پادگن‌های سطحی از پوشش عامل بیماری‌زا و انتقال آن به سطح نوعی عامل غیربیماری‌زا برای انسان، **دور از انتظار** است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** به هنگام ساخت واکسن‌های نوترکیب، برای جدا کردن ژن مربوط به ساخت پادگن عامل بیماری‌زا، ژنوم باکتری عامل بیماری‌زا را برش می‌دهند، سپس این ژن را به ژنوم نوعی عامل غیربیماری‌زا وارد می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** جداسازی سم خالص شدهٔ عامل بیماری‌زا طی روش خاصی و کسب ویژگی ایمنی‌سازی برای انسان پس از ضعیف کردن آن، به هنگام ساخت واکسن‌ها به روش **قدیمی** صورت می‌گیرد، نه به هنگام ساخت واکسن‌های نوترکیب!

۴۷۹ مقایسهٔ واکسن نوترکیب با واکسن‌های قدیمی

	واکسن قدیمی	واکسن نوترکیب
روش تولید	ضعیف کردن میکروب‌ها، کشتن آن‌ها و یا غیرفعال کردن سموم خالص شدهٔ آن‌ها	انتقال ژن آنتی‌ژن به ویروس یا باکتری غیربیماری‌زا
احتمال بیماری‌زایی	کم	صفر
تحریک دستگاه ایمنی	همواره	همواره
استفاده از میکروب	گاهی اوقات	همواره
بیان ژن مربوط به آنتی‌ژن میکروب بیماری‌زا	در صورت استفاده از میکروب ضعیف شده بلی!	همواره
استفاده از جاندار تراژن	خیر	بلی!

۴۵۳۴ ۱) در این دختر بچه به علت نقص ژنی نوعی آنزیم مهم دستگاه ایمنی تولید نمی‌شد (پس نقص ژنی داشت نه آنزیمی!).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** لنفوسیت‌های دارای ژن کارامد قدرت بقای زیادی نداشتند و لازم بود بیمار به‌طور متناوب لنفوسیت‌های مهندسی‌شده را دریافت کند. **گزینهٔ (۳):** توجه کنید در لنفوسیت‌های مهندسی شده، نسخه‌ای ژن سالم به لنفوسیت‌ها اضافه شد و از لنفوسیت‌ها ژن معیوب را حذف نکردند. **گزینهٔ (۴):** طبق متن کتاب درست است.

۴۵۳۵ ۴) متن سؤال در مورد مرحلهٔ پنجم از ژن‌درمانی می‌باشد.

مرحلهٔ قبل (چهارم): وارد کردن ویروس تغییر یافته به درون یاختهٔ بیمار و ترکیب ژنوم آن‌ها

مرحلهٔ بعد (ششم): تزریق یاخته‌های تغییر یافته به بیمار

به منظور ترکیب ژنوم ویروس و یاختهٔ بیمار، بایستی از آنزیم لیگاز اتصال‌دهنده استفاده کنیم.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** عبارت مورد نظر در گزینهٔ (۱) دو مرحله از فرایند ژن‌درمانی را شامل می‌شود. **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ بعد یاخته‌های تغییر یافته را به بیمار تزریق می‌کنند. **گزینهٔ (۳):** این مرحله مربوط به آخرین مرحله از ژن‌درمانی می‌باشد.

رفتارهای جانوران



۴۵۳۶ (۲) موارد (الف) و (د) صحیح می‌باشند و متن کتاب درسی هستند ولی در مورد (ب) شاخه‌های نازک صحیح است. در مورد (ج) هم دقت کنید گوزن‌ها مهاجرت ندارند.

۴۵۳۷ (۴) با توجه به متن کتاب درسی فقط گزینهٔ (۴) صحیح است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** برخی از پرندگان این‌گونه هستند. **گزینهٔ (۲):** جوجهٔ کاکائی به منقار والد نوک می‌زند (نه والدین). **گزینهٔ (۳):** والد کاکائی بخشی از غذا را برمی‌گرداند (نه همهٔ آن را).

۴۵۳۸ (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** برخی رفتارهای غریزی از همان ابتدا کاملاً دقیق نیستند و با گذشت زمان اصلاح می‌شوند، مانند رفتار نوک زدن نوزادان به منقار والد در جوجه‌های کاکایی. **گزینهٔ (۲):** منظور از تغییرات پایدار جهش هست و برای آنکه جهشی به نسل بعد منتقل شود باید در یاخته‌های جنسی یا یاخته‌های زایندهٔ آن ایجاد شود. ژن B در یاخته‌های پیکری موش بیان می‌شود و جهش در آن تنها موش مورد نظر را درگیر می‌کند. **گزینهٔ (۴):** رفتارهای آموخته شده برای بقا و سازگاری بیشتر و زادآوری تکامل پیدا کرده‌اند. **گزینهٔ (۴):** اول وارسی انجام می‌شود بعد اطلاعات حسی به مغز فرستاده می‌شود.

۴۵۳۹ (۴) هر رفتار غریزی با دستورالعمل‌های وراثتی خاصی صورت می‌گیرد (درستی گزینهٔ (۴)) و در افراد **یک گونه** (نادرستی گزینهٔ (۳)) به یک سازوکار و شکل انجام می‌شود که محرک آن می‌تواند درونی یا بیرونی (نادرستی گزینهٔ (۲)) باشد. **بیشتر** این رفتارها در اثر تجربه، شکل متفاوتی پیدا می‌کنند (نادرستی گزینهٔ (۱)).

۴۵۴۰ (۳) کاملاً صحیح است چون ژن انجام وارسی فرزندان ربطی به بیان ژن B ندارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در هر دو حالت وارسی نوزادان انجام می‌شود. **گزینهٔ (۲):** موش جهش‌یافته در ژن B، در این حالت رفتار خاصی بروز نمی‌دهد. **گزینهٔ (۴):** برعکس. در جهش یافته‌ها این رفتار بروز نمی‌یابد.

۴۸۰ نقش ژن B در موش

موارد مقایسه	موش ماده دارای ژن B سالم	موش ماده دارای ژن B جهش یافته
وارسی فرزندان	+	+
گرفتن فرزندان و کشیدن آن‌ها به سمت خود	+	−
توانایی بیان ژن B	+	−
ارسال اطلاعات گیرنده حسی مربوط به وارسی نوزادان به مغز	+	+
تولید آنزیم و فعال شدن آنزیم‌های دیگر	+	−
اجازه ندادن به دورشدن فرزند از خود	+	−

۴۵۴۱ (۱) ژن B در هر موش نر و ماده وجود دارد. ولی فقط در برخی ژن‌های موش ماده بالغ و دارای نوزاد بیان می‌شود. وارسی نوزادان موش ← اطلاعاتی از راه حواس به مغز موش مادر ارسال می‌شود ← فعال شدن ژن B ← دستور ساخت پروتئینی را می‌دهد که آنزیم‌ها و ژن‌های دیگر را فعال می‌کند ← موش رفتار مراقبت (غریزی) خود را نشان می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** بلافاصله غلط است و بعد از بچه‌دار شدن انجام می‌شود. **گزینهٔ (۳):** تنظیم مثبت و منفی رونویسی مربوط به پروکاریوت‌هاست (نه یوکاریوت‌ها). **گزینهٔ (۴):** ژن B مسئول وارسی نوزادان نمی‌باشد.

۴۵۴۲ (۴) همهٔ موارد درست می‌باشند.

بررسی موارد صفات غریزی، فقط متأثر از ژن‌ها هستند. در اثر عمل هورمون‌ها، انعکاس‌ها و یا فعالیت‌های مختلف با محرک‌های مختلف ایجاد می‌شوند (درستی موارد (الف) و (د)). این رفتارها در پاسخ به محرک‌های خاص و در برخی موارد از هر نوع محرک دیگری می‌توانند آغاز شوند (درستی مورد (ج)) و در افراد یک گونه به یک شکل دیده شوند (درستی مورد (ب)).

نکته

رفتار غریزی ممکن است مثل درخواست غذا با دیدن غذا یا با کاهش قند خون رخ دهد.

۴۵۴۳ (۳) در مورد نقش بیان ژن در دنا و ساخت پروتئین برای ایجاد رفتار صحیح است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اساس آن یکسان است ولی مثلاً ژن B در موش نر انجام و بروز ندارد. **گزینهٔ (۲):** همواره نه! **گزینهٔ (۴):** کاملاً نه! چون جوجهٔ دو روزه می‌تواند یادگیری کرده باشد و به نقاط خاصی نوک بزند.

۴۵۴۴ (۱) در مورد تغییر نوع مراقبت از فرزند و نوک زدن دقیق جوجه‌ها صحیح است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** هر دو به محیط و ژن ربط دارند. **گزینهٔ (۳):** هیچ‌کدام کامل نیستند. **گزینهٔ (۴):** در هر دو رفتار این موضوع صادق است.

۴۵۴۵ (۴) مادر، ابتدا نوزادان خود را وارسی کرده و اطلاعات دریافت شده از طریق دستگاه عصبی محیطی حسی به مغز ارسال می‌شود. در مغز ابتدا ژن *B* و سپس ژن‌های دیگری فعال می‌شوند تا نهایتاً با به راه افتادن فرایندهای پیچیده‌ای در مغز، موش ماده رفتار مراقبت مادری را نشان می‌دهد. ترتیب وقوع گزینه‌ها به صورت مقابل است: گزینهٔ (۴)، گزینهٔ (۱)، گزینهٔ (۳)، گزینهٔ (۲).

۴۵۴۶ (۴) شرطی‌شدن کلاسیک، رفتاری است که طی آن همهٔ جانوران یاد می‌گیرند به یک محرک بی‌اثر که مدتی با یک محرک **غیرشرطی** همراه شده و از این پس، آن محرک بی‌اثر به صورت شرطی درآمده است، یک پاسخ طبیعی بدهند. دقت کنید که در این یادگیری نوع پاسخ جانور عوض نمی‌شود، بلکه محرک بی‌اثر به شرطی تبدیل شده است.

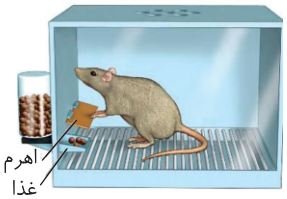
۴۵۴۷ (۳) در شرطی‌شدن کلاسیک (آزمایش پاولوف)، محرک غیرشرطی مثل بوی گوشت، پس از مدتی، به تنهایی پاسخ مناسب طبیعی را ایجاد می‌کند ولی جانور در برابر **محرک بی‌اثر**، پاسخی ایجاد نمی‌کند تا وقتی که شرطی شود و همان پاسخ غیرشرطی طبیعی را به آن بروز دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** محرک غیرشرطی به صورت شرطی درمی‌آید. **گزینهٔ (۲):** این محرک به تنهایی هم مؤثر می‌شود. **گزینهٔ (۴):** آزمایش پاولوف در مورد عادی شدن نبود.

۴۵۴۸ (۱) شرطی‌شدن فعال با آزمون و خطا صورت می‌گیرد ولی در رفتار حل مسئله جانور از تجربیات گذشتهٔ خود استفاده می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** رفتار شرطی‌شدن فعال به دورهٔ خاصی از زندگی جانور محدود نمی‌شود. نقش‌پذیری در دورهٔ خاصی از زندگی جانور رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۳):** رفتار خوگیری یا عادی شدن برخلاف شرطی‌شدن فعال، منجر به دریافت پاداش یا تنبیه نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** در شرطی‌شدن کلاسیک برخلاف شرطی‌شدن فعال، محرکی بی‌اثر در اثر همراهی با محرک طبیعی، می‌تواند سبب بروز پاسخ جانور شود.

• شرطی‌شدن فعال



- رفتار شرطی‌شدن فعال، رفتاری است که همراه با **آزمون، خطا**، پاداش و تنبیه است. اسکینر دانشمندی بود که موش گرسنه‌ای را در جعبه‌ای قرار داد و درون آن اهرمی قرار داد که با فشردن آن، تکه‌ای غذا به درون افتاد و موش غذا را دریافت می‌کرد و به‌طور اتفاقی موش این اهرم را فشرد و متوجه این قضیه شد و با تکرار آن موش **ارتباط بین اهرم و پاداش** که تکهٔ غذا بود را فهمید و پس از آن به‌طور **عمدی** اهرام را می‌فشرد تا غذا به‌دست آورد. در این رفتار، جانور ارتباط بین رفتار و پاداش و تنبیهی که از آن نصیبش می‌شود را می‌فهمد و تصمیم می‌گیرد که در آینده رفتاری را تکرار کند یا از انجام آن خودداری کند.
- با آزمون و خطا می‌توان به جانور یاد داد که در موقعیتی خاص رفتاری را انجام دهد یا آن را ترک کند؛ مثل آموزش جانوران در سیرک یا عدم خوردن پروانهٔ سمی توسط پرنده‌های مسموم شده.
- رفتار نوک‌زنی جوجهٔ کاکایی به منقار والد، نوعی رفتار غریزی است اما اصلاح آن، از طریق شرطی‌شدن فعال، آزمون و خطا است که جوجه متوجه می‌شود هرچه دقیق‌تر نوک بزند، والد سریع‌تر به او غذا می‌دهد و به نوعی با پاداش روبه‌رو می‌شود.

انواع شرطی‌شدن ۴۸۱

رفتار شرطی‌شدن کلاسیک	رفتار شرطی‌شدن فعال
تکرار عرضه هم‌زمان محرک بی اثر و طبیعی به جانور به مدت طولانی	خود جانور چندین بار عملی را از طریق آزمون و خطا انجام می‌دهد.
بدون آزمون و خطا، جانور یاد می‌گیرد.	با آزمون و خطا، جانور یاد می‌گیرد.
توسط پاولف در سگ به منظور ترشح بزاق در برابر شنیدن صدای زنگ ایجاد شد.	توسط اسکینر در موش و در زمان دریافت غذا با فشار دادن اهرم درون جعبه طراحی شد.
در این رفتار، جانور بین محرک بی اثر و طبیعی ارتباط برقرار کرده و بعد از مدتی محرک بی اثر، به محرک شرطی تبدیل می‌شود.	در این رفتار، جانور بین انجام رفتار و گرفتن پاداش یا تنبیه از طریق آزمون و خطا ارتباط برقرار می‌کند.
در این رفتار محرک طبیعی و محرک بی اثر و شرطی نقش دارند.	در این رفتار محرک طبیعی موجب فعال شدن جانور و بروز رفتار آگاهانه از جانور می‌شود.
محصول برهم کنش ژن و اثرات محیطی است.	محصول برهم کنش ژن و اثرات محیطی است.

۴۵۴۹ (۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) درست هستند. پل مغزی منظور سؤال در تنظیم دم است که در تنظیم تنفس، ترشح اشک و بزاق نقش دارد. ترکیبی که به دهان وارد می‌شود بزاق است.

بررسی موارد (الف) **درست.** بزاق همواره در بدن تولید می‌شود بنابراین ژن‌های مسئول در تولید آن همواره فعال‌اند. (ب) **درست.** بزاق ممکن است تحت تأثیر محرک شرطی ترشح شود. در آزمایش سگ پاولوف مشاهده شد که شرطی‌شدن کلاسیک سبب ترشح بزاق در پاسخ به محرک شرطی (مثل صدای زنگ) شد. (ج) **درست.** بزاق با داشتن آنزیم لیزوزیم در خط اول دفاعی بدن نقش دارد. آنزیم لیزوزیم در از بین بردن باکتری‌های درون دهان مؤثر است. (د) نادرست. ترشح بزاق به صورت انعکاسی و غیرارادی است؛ مثلاً وقتی بوی غذا را حس می‌کنیم یا حتی به غذا فکر می‌کنیم، میزان ترشح بزاق افزایش می‌یابد. ترشحات غدد برون‌ریز تحت تأثیر اعصاب خودمختار قرار دارند.

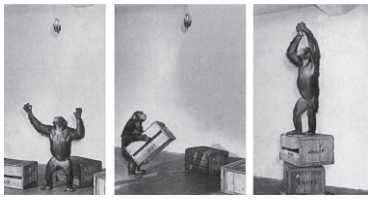
۴۵۵۰ (۲) تغییر نسبتاً پایدار در رفتار که در اثر تجزیه به وجود می‌آید **یادگیری** نام دارد. پژوهش‌های پاولوف، مربوط به شرطی‌شدن کلاسیک و تحقیقات اسکینر دربارهٔ شرطی‌شدن فعال است. در آزمایش انجام شده توسط پاولوف، تنها در صورتی که جانور چندین‌بار به صورت هم‌زمان با محرک شرطی و طبیعی مواجه شود، به تدریج، بین این دو ارتباط برقرار می‌کند، به‌طوری که بزاق آن (پاسخ غریزی) با شنیدن صدای زنگ (محرک شرطی) و حتی بدون دریافت غذا (محرک طبیعی) نیز ترشح می‌گردد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در رفتار خوگیری، جانور می‌آموزد در مقابل محرک‌هایی که خطر یا فایده‌ای برایش ندارند، پاسخ ایجاد نکند. این ویژگی در ارتباط با شرطی‌شدن کلاسیک صحیح نیست. **گزینهٔ (۳):** در رفتار حل مسئله، جانور بین تجربه‌های گذشته و موقعیت جدید، ارتباط برقرار کرده و با استفاده از آن‌ها برای حل مسئلهٔ جدید آگاهانه برنامه‌ریزی می‌نماید. **گزینهٔ (۴):** در آزمایش اسکینر، نخستین برخورد موش با اهرم، به صورت تصادفی و ناآگاهانه اتفاق می‌افتد.

۴۵۵۱ : (۳) در رفتار حل مسئله جانور می‌کوشد تا مشکل **جدید** خود را که برای اولین‌بار است با آن روبه‌رو می‌شود، حل کند (سایر گزینه‌ها خط کتاب هستند).

۴۵۵۲ : (۳) رفتار آزمون و خطا (شرطی‌شدن فعال) برخلاف حل مسئله، به آزمون و خطا نیاز دارد ولی هر دو رفتار نوعی یادگیری بوده و زمینهٔ ژنی و محیطی و تجربهٔ گذشته در آن مؤثر است.

رفتار حل مسئله

- رفتار حل مسئله رفتاری است که در آن جانور با برقراری ارتباط بین تجربه‌های قبلی و موقعیت **جدید** به حل مسئله‌ای که در حال حاضر با آن مواجه است پرداخته و برای حل آن **آگاهانه برنامه‌ریزی** می‌کند این رفتار در برخی جانوران رخ می‌دهد. برای شناسایی این رفتار در ابتدا شامپانزه‌ای را در اتاقی قرار دادند که تعدادی موز از سقف آویزان بود و شامپانزه برای رسیدن به آن‌ها در ابتدا به بالا پرید و نتوانست آن‌ها را از سقف جدا کند و بعد جعبه‌هایی که در اتاق بود را روی هم قرار داد و از آن‌ها بالا رفت تا بتواند موزها را به‌دست آورد.

رفتارشناسان علاوه‌بر محیط آزمایشگاه در محیط طبیعی نیز شاهد این رفتار بودند که شامپانزه برگ‌های شاخهٔ نازک درختان را جدا می‌کند و درون لانهٔ موریانه می‌کند تا آن‌ها بیرون بیایند و آن‌ها را بخورند، یا جانوران از تکه چوب یا سنگ‌ها به عنوان سندان و چکش استفاده می‌کنند تا پوستهٔ سخت میوه‌ها را بشکنند، یا کلاغ سیاه کشف کرده است که چگونه تکه گوشت آویزان از نخی را به‌دست آورد به این صورت که هر بار قسمتی از نخ را با منقارش بالا می‌کشد و روی پنجهٔ پایش قرار می‌دهد و سرانجام به گوشت دست پیدا می‌کند.

- تجربه نقش تعیین‌کننده‌ای در همهٔ انواع یادگیری‌ها دارد.

۴۵۵۳ : (۲) موارد (الف)، (ج) و (د) صحیح‌اند. رفتار شامپانزه که از تکه‌های چوب یا سنگ برای شکستن پوستهٔ سخت میوه‌ها استفاده می‌کند، نوعی رفتار **حل مسئله** است.

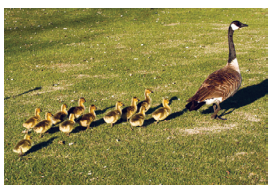
بررسی موارد (الف) **درست**. پاسخ غریزی و بازتاب طبیعی، طبق متن کتاب درسی، مربوط به رفتار **شرطی‌شدن کلاسیک** است ولی این رفتار شامپانزه در نهایت برای غذایابی است که با ترشح بزاق همراه می‌شود. (ب) نادرست. حل مسئله، آزمون و خطا نیست! (ج) **درست**. طبق انتخاب طبیعی، رفتارهای جانوران در جهت سازگاری بیشتر با محیط روی می‌دهند. (د) **درست**. در رفتار حل مسئله، جانور بین تجربه‌های گذشته و موقعیت جدید ارتباط برقرار می‌کند.

۴۵۵۴ : (۲) نقش‌پذیری مربوط به رفتاری است که در اثر یادگیری در دورهٔ حساس از زندگی ایجاد می‌شود که می‌تواند سبب بقای جانور شود ولی نمی‌توان گفت فقط برای شناسایی مادر است!

۴۵۵۵ : (۳) نقش پذیری منظور سؤال است که **برخلاف** یادگیری عادی شدن، فقط در **دورهٔ مشخصی** از زندگی جانور انجام می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: دقت کنید! برقراری ارتباط بین تجربه‌های گذشته و موقعیت **جدید**، ویژهٔ رفتار **حل مسئله** است. در نقش‌پذیری جوجه غاز تازه بیرون آمده از تخم، تجربهٔ قبلی وجود ندارد! **گزینهٔ (۲)**: شرطی‌شدن فعال، نوعی یادگیری با **آزمون و خطاست**. **گزینهٔ (۴)**: **بیشتر** رفتارهای جانوران محصول برهم‌کنش **ژن‌ها** و اثرهای **محیطی** است که جانور در آن زندگی می‌کند.

نقش‌پذیری


«نقش‌پذیری جوجه غازها نسبت به مادر خود»



- نقش‌پذیری در دورهٔ حساس، با بیشترین موفقیت انجام می‌شود ولی در خارج این دوره اثر نقش‌پذیری کمتر می‌شود. مثلاً مشاهده می‌شود جوجه‌هایی که در چند ساعت اولیه تولد، جسم متحرکی در اطراف خود نداشته‌اند، برای ادامهٔ زندگی دچار مشکل می‌شوند.
- در مثال جوجه غازها، در صورت نبود مادر، ممکن است نقش‌پذیری آن‌ها از جسم یا جاندار متحرک دیگری صورت بگیرد که تحت مراقبت قرار گرفتن آن‌ها و بقای آن‌ها را به خطر بیاندازد.
- **نکته بیشتر بدانید ولی جالب:** لورنز محقق بود که در آزمایشی روی جوجه غازها متوجه شد که اگر **خودش** به جای مادر جوجه‌ها به محض تولد آن‌ها حرکت کند، جوجه‌ها به لورنز نقش می‌پذیرند و پس از مدتی در صورت وجود مادر نیز، این جوجه‌هایی که نقش‌پذیری کرده‌اند، به سمت لورنز حرکت می‌کنند نه به سمت مادر خود!!
- در رفتار جوجه غازها، حرکت **اولیهٔ** آن‌ها به دنبال هر جسم متحرکی، نوعی صفت **غریزی** است ولی حرکت آن‌ها پس از دورهٔ حساس که فقط به دنبال شیء یا جانور مشخصی می‌روند نوعی یادگیری از نوع نقش‌پذیری می‌باشد.
- نقش‌پذیری در برخی پستانداران مثل **برخی بره‌ها** نیز همانند جوجه غازها صورت می‌گیرد. به‌طوری که بره‌هایی که مادر خود را از دست داده‌اند، به دنبال انسان پرورش دهنده آن‌ها حرکت می‌کنند و تمایلی برای ارتباط با سایر گوسفندان ندارند.
- امروزه انسان‌ها از رفتار نقش‌پذیری جانوران در **حفظ گونه‌های در خطر انقراض** استفاده می‌کنند مثلاً در مورد جوجه‌هایی که والدین خود را از دست داده‌اند و به‌طور طبیعی از صدای آن‌ها نقش می‌گیرند، پژوهشگران سعی می‌کنند صدای پرندگان **همان گونه** را برای آن‌ها پخش کنند تا به بقای آن‌ها کمک کنند یا مثلاً محققین ظاهر خود را شبیه آن پرندگان می‌کنند تا به نقش‌پذیری و بقای آن‌ها کمک کرده باشند.
- نقش‌پذیری می‌تواند با محرک‌های حرکتی یا صوتی یا شکل افراد صورت گیرد.

۴۵۵۶ : (۲) امروزه پژوهشگران می‌کوشند از **نقش‌پذیری** در حفظ گونه‌های جانوران در خطر انقراض استفاده کنند. بیشتر رفتارهای جانوران محصول **برهم‌کنش ژن‌ها و اثرهای محیطی** است که جانور در آن زندگی می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: در **شرطی‌شدن فعال**، جانور می‌آموزد بین رفتار خود با **پاداش** یا **تنبیهی** که دریافت می‌کند، ارتباط برقرار کرده و در آینده رفتاری را تکرار یا از انجام آن خودداری می‌کنند. **گزینهٔ (۳)**: صورت سؤال دربارهٔ نقش‌پذیری است! **گزینهٔ (۴)**: در آزمایش سگ پاولوف، صدای زنگ یک **محرک شرطی** است زیرا در صورتی می‌تواند موجب بروز پاسخ شود که با یک محرک طبیعی همراه شود. این نوع یادگیری **شرطی‌شدن کلاسیک** نام دارد.

انواع یادگیری		مثال
خوگیری		عدم توجه جوجه‌ها به برگ‌های در حال افتادن بالای سر خود - عدم پاسخ شقایق دریایی به حرکت مداوم آب - بی‌اعتنایی پرندگان به حضور مترسک در کشتزارها
شرطی‌شدن کلاسیک		ترشح بزاق با دیدن فرد غذادهنده و شنیدن صدای زنگ
شرطی‌شدن فعال		فشردن عمدی اهرم توسط موش در آزمایش اسکینر - انجام حرکات نمایشی جانوران در سیرک - امتناع پرندگان از خوردن پروانه مونارک پس از ایجاد تهوع در اثر خوردن پروانه مونارک
نقش‌پذیری		شناختن مادر توسط جوجه غازها - یادگیری رفتارهای اساسی مانند جست و جوی غذا از مادر توسط جوجه‌ها - پیوند جوجه غازها با مادرشان پس از دنبال کردن مادر به عنوان اولین جسم متحرک پس از خروج از تخم - دنبال انسان راه افتادن بره‌ای که مادر خود را از دست داده است و انسان آن را پرورش می‌دهد.
حل مسئله	شامپانزه‌ها	قراردادن جعبه‌ها روی هم و بالارفتن از آن‌ها جهت دستیابی به تعدادی موز آویزان از سقف
		استفاده از تکه‌های چوب یا سنگ جهت شکستن پوسته سخت میوه‌ها - فروبردن شاخه‌های نازک درختان به درون لانه موریانه‌ها جهت بیرون آوردن آن‌ها
	کلاغ‌ها	دستیابی کلاغ به تکه گوشت آویزان با بالاکشیدن نخ با منقار خود و قراردادن پنجه بر روی آن

۴۵۵۷ (۲) یادگیری‌ها برحسب نوع آن‌ها در کل زندگی جانور وجود دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در حل مسئله و هر نوع یادگیری نیز این مورد رخ می‌دهد و فرد از تجربهٔ قبلی استفاده می‌کند. **گزینهٔ (۳):** در شرطی‌شدن کلاسیک جانور به محرک مربوطه پاسخ می‌دهد و سازش نمی‌یابد. **گزینهٔ (۴):** نقش‌پذیری برخلاف حل مسئله، نوعی یادگیری است که در همهٔ جانوران می‌تواند رخ دهد.

۴۵۵۸ (۲) فقط مورد (ج) صحیح است. رفتار شقایق دریایی در مقابل حرکات مداوم آب، (یعنی عدم انقباض بازوهای حسی خود) نوعی یادگیری (عادی شدن) است اما در سایر گزینه‌ها ژنتیک و زمینه‌های ارثی نقش دارند و زمانی برای یادگیری وجود نداشته است.

۴۵۵۹ (۲) امروزه پژوهشگران می‌کوشند از **نقش‌پذیری** در حفظ گونه‌های جانوران در خطر انقراض استفاده کنند. **نقش‌پذیری** نوعی یادگیری است که در **دورهٔ مشخصی** از زندگی جانور انجام می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** *آفه عاقل؛ نقش‌پذیری که برفلاف فورش نمی‌تونه باشه؟!* **گزینهٔ (۳):** در رفتار **حل مسئله**، جانور بین **تجربه‌های گذشته** و **موقعیت جدید** ارتباط برقرار می‌کند و با استفاده از آن‌ها برای حل مسئلهٔ جدید، **آگاهانه** برنامه‌ریزی می‌کند. **گزینهٔ (۴):** در رفتار شرطی‌شدن کلاسیک، **محرک شرطی** همانند **محرک طبیعی** می‌تواند سبب بروز پاسخ شود.

۴۵۶۰ (۲) شامپانزه‌ها از برگ شاخه‌های نازک درختان برای بیرون آوردن موریانه‌ها از لانه‌شان و خوردن آن‌ها استفاده می‌کنند. در رفتار حل مسئله جانور برای حل مسأله **جدید** به‌صورت **آگاهانه** برنامه‌ریزی می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** توجه کنید در پی ارسال اطلاعات مربوط به وارسی نوزاد از راه حواس به مغز موش ماده، در بعضی از یاخته‌های مغز موش ماده، ژن *B* فعال می‌شود، ولی این یک رفتار غریزی است و یادگیری نمی‌باشد. **گزینهٔ (۳):** عدم واکنش پرندگان به افتادن برگ درختان، رفتار **خوگیری** را توصیف می‌کند. خوگیری موجب می‌شود جانور با چشم‌پوشی از محرک‌های **بی‌اهمیت** انرژی خود را برای انجام فعالیت‌ها حیاتی حفظ کند. **گزینهٔ (۴):** کلاغ سیاه کشف کرده است که چگونه تکه گوشت آویزان به انتهای نخ را به‌دست آورد. توجه کنید بخش دوم سؤال به شرطی‌شدن **کلاسیک** اشاره دارد که محرک بی‌اثر دارد.

۴۵۶۱ (۴) رفتاری که در مرحله‌ای خاص از مراحل زندگی رخ می‌دهد، رفتار **نقش‌پذیری** است. این رفتار ابتدا کاملاً **غریزی** است و مثلاً در جوجه غازها بلافاصله بعد از تولد نمایان می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اساس رفتار غریزی در همهٔ افراد یک گونه یکسان است. توجه کنید بخش دوم گزینه، توصیفی از رفتار خوگیری است که نوعی یادگیری به حساب می‌آید. **گزینهٔ (۲):** طبق متن کتاب درسی، رفتار غریزی ژنی و ارثی است و همچنین همهٔ رفتارهای غریزی به‌طور کامل هنگام تولد در جانور ایجاد نشده است. بنابراین نمی‌توان گفت این نوع رفتارها برهم‌کنشی بین رفتارهای غریزی و یادگیری است. **گزینهٔ (۳):** توجه کنیم، اولاً یادگیری تغییر نسبتاً پایدار رفتار غریزی می‌باشد. و دوماً هر یادگیری شامل رفتار حل مسئله و موقعیت **جدید** نمی‌باشد که در بخش دوم به آن اشاره شده بود.

۴۵۶۲ (۳) بررسی رفتاری در محیط طبیعی طبق متن کتاب درسی مربوط به رفتار حل مسئله است. در رفتار حل مسئله جانور از تجارب قبلی خود برای حل مسئله استفاده می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** رفتاری که دانشمندان از آن برای حفظ گونه‌های در حال انقراض استفاده می‌کنند، نقش پذیری است. در نقش پذیری برخلاف خوگیری حفظ انرژی جانور مطرح نمی‌باشد. **گزینهٔ (۲):** بررسی رفتاری در محیط طبیعی طبق متن کتاب درسی مربوط به رفتار **حل مسئله** است. بخش دوم عبارت مربوط به شرطی‌شدن فعال است. **گزینهٔ (۴):** رفتاری که دانشمندان از آن برای حفظ گونه‌های در حال انقراض استفاده می‌کنند، یادگیری از نوع نقش‌پذیری است. قسمت دوم در مورد رفتار غریزی است (نه یادگیری).

۴۵۶۳ (۳) حل مسئله منظور است که مانند هر یادگیری معرفی شده تحت تأثیر محیط است.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۲):** قید همانند برای این عبارات صحیح است. **گزینهٔ (۴):** عدم پاسخ ربطی به حل مسئله ندارد و فقط مربوط به خوگیری است.

۴۵۶۴ (۳) شرطی‌شدن فعال منظور سؤال است که مانند هر یادگیری در جهت سازش و ذخیرهٔ انرژی بیشتر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** این گزینه در مورد شرطی‌شدن کلاسیک است. **گزینهٔ (۲):** در ابتدا تصادفی انجام می‌شود نه آگاهانه. **گزینهٔ (۴):** این گزینه در مورد نقش‌پذیری است.

۴۵۶۵ (۲) فقط مورد (د) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. اولی شرطی‌شدن کلاسیک و دومی نقش‌پذیری است که مانند هر نوع یادگیری تغییر نسبتاً پایدار در رفتار دارد. (ب) نادرست. در هر یادگیری تجربهٔ گذشته مؤثر است. (ج) نادرست. قسمت اول خوگیری است و ربطی به آزمون و خطا ندارد. (د) **درست**. برهم کنش ژن و محیط در هر یادگیری مؤثر است.

۴۵۶۶ (۴) سؤال در مورد شرطی‌شدن فعال یا همان آزمون و خطاست که مانند هر نوع یادگیری به تجربه و تغییر نسبتاً پایدار رفتار نیاز است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: آزمون و خطا همواره در زندگی لازم است. **گزینهٔ (۲)**: خیلی خوب هم تأثیر دارند. **گزینهٔ (۳)**: نقش‌پذیری به آزمون و خطا ربطی ندارد.

۴۵۶۷ (۴) نقش‌پذیری نوعی رفتار یادگیری است که پژوهشگران از آن برای حفظ جانوران از جمله بره‌هایی که مادر خود را از دست داده‌اند استفاده می‌کنند. این رفتار در دورهٔ مشخصی از زندگی رخ می‌دهد. از سوی دیگر، رفتار مراقبت از فرزندان در موش ماده نیز تنها هنگامی که فرزندان نوزاد هستند، صورت می‌گیرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: رفتارهای غریزی نیز می‌توانند تحت تأثیر محیط بروز کنند. **گزینهٔ (۲)**: دقت کنید در رفتار حل مسئله موقعیت جدید است و تکراری نیست. **گزینهٔ (۳)**: همهٔ رفتارها دارای محرک یا محرک‌هایی هستند.

۴۵۶۸ (۴) همهٔ موارد برای کامل کردن عبارت سؤال نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) در رفتار نوک زدن جوجهٔ کاکایی به منقار والد برای درخواست غذا، هر چه جوجه دقیق‌تر نوک بزند، والد سریع‌تر به درخواست آن برای غذا پاسخ می‌دهد. این رفتار، اساس غریزی دارد؛ اما تحت تأثیر یادگیری دقیق‌تر می‌شود. رفتارهای غریزی، ژنی و ارثی هستند. (ب) نقش‌پذیری، نوعی یادگیری است که در دورهٔ مشخصی از زندگی جانور انجام می‌شود. این رفتار، غریزی است و در مثال جوجه غازها، پس از بیرون آمدن آن‌ها از تخم، نخستین جسم متحرک را که دیدند، دنبال کردند. این، حاکی از ناآگاهانه بودن این پاسخ رفتاری است؛ چرا که امکان دارد به جای دنباله‌روی از مادر خود، دنبال یک جسم متحرک دیگر حرکت کنند مثل انسان. (ج) قسمت اول این مورد به رفتار شرطی‌شدن فعال اشاره دارد. دقت کنید برخوردهای اولیهٔ موش با اهرم، به صورت کاملاً تصادفی رخ می‌دهد و در صورت تکرار چندبارهٔ آن، جانور پی می‌برد که فشردن اهرم، باعث دریافت غذا می‌شود. بنابراین در ادامه این کار را به صورت آگاهانه انجام می‌دهد. (د) شامپانزه‌ها از تکه‌های چوب یا سنگ به شکل سندان و چکش استفاده می‌کنند تا پوستهٔ سخت میوه‌ها را بشکنند. این رفتار نوعی حل مسئله است. در رفتار حل مسئله، جانور بین تجربه‌های گذشتهٔ خود و موقعیت جدید، ارتباط برقرار می‌کند و با استفاده از آن‌ها برای حل مسئلهٔ جدید، آگاهانه برنامه‌ریزی می‌کند.

۴۵۶۹ (۳) دقت داشته باشید که رفتار ترشح بزاق سگ به محرک شرطی نوعی شرطی‌شدن کلاسیک است، ولی به محرک طبیعی یک رفتار غریزی به حساب می‌آید.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: دقیق نوک زدن جوجه‌های کاکایی نوعی رفتار شرطی‌شدن فعال است. دقت کنید که ترشح بزاق سگ در پاسخ به محرک شرطی نوعی رفتار شرطی‌شدن کلاسیک است. **گزینهٔ (۲)**: رفتار پیوند بین جوجه غازها و مادرشان نقش‌پذیری همانند عدم پاسخ پرنده به مترسک، نوعی یادگیری می‌باشد که در شکل‌گیری رفتار غریزی نقش دارند. **گزینهٔ (۴)**: عدم تمایل پرنده به خوردن پروانهٔ مونارک همانند فشار دادن اهرم توسط موش در جعبهٔ اسکینر رفتار شرطی‌شدن فعال بوده و حاصل آزمون و خطا در جانور می‌باشد.

۴۵۷۰ (۳) در بروز یک رفتار، در **اغلب** موارد، **وراثت و محیط** با هم نقش دارند. دقت شود که در یک رفتار غریزی، آموزش و تجربه نقشی ندارد ولی در یادگیری، هم ژن و هم محیط در آن تأثیر دارد (اشکال گزینهٔ (۲) و (۴) قید معدودی می‌باشد).

۴۵۷۱ (۲) در رفتارهای غریزی مثل عمل جوجهٔ کاکایی تازه به دنیا آمده، تجربه و آموزش نقشی نداشته است ولی در سایر گزینه‌ها غریزه، محرک بی‌اثر و وراثت نقش دارند چون از نوع یادگیری می‌باشد. البته دقت کنید که صحبت از جوجهٔ کاکایی تازه به دنیا آمده است (نه دو سه روزه!).

۴۵۷۲ (۲) در شرطی‌شدن کلاسیک، محرک شرطی باعث پاسخ در جانور می‌شود.

بررسی گزینه‌ها در این سؤال، گزینهٔ (۱) در مورد عادی شدن در شقایق دریایی، گزینهٔ (۳) در مورد انعکاس‌های **نخاعی** مهره‌داران که بدون تأثیر مغز رخ می‌دهد و گزینهٔ (۴) در مورد رفتار حل مسئله که بدون آزمون و خطا است **رد می‌شوند**.

۴۵۷۳ (۲) رفتار شرطی‌شدن **کلاسیک** در مورد سگ پاولوف دیده می شد که نوعی **یادگیری** است. در این مورد، محرک شرطی که دیدن فرد غذا دهنده بود، پس از مدتی به تنهایی موجب ترشح بزاق دهان سگ می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: رفتار جوجه کاکایی مبنی بر نوک زدن جوجه کاکایی به منقار والد، نوعی رفتار **غریزی** است که به طور کامل هنگام تولد در جانور دیده نمی‌شود و به تدریج و با تمرین این رفتار دقیق‌تر می‌شود. هرچه جوجه دقیق‌تر نوک بزند والد سریع‌تر به درخواست آن برای غذا پاسخ می‌دهد. به این ترتیب جوجه می‌آموزد تا دقیق تر نوک بزند. **گزینهٔ (۳)**: در رفتار خوگیری، جانور انرژی خود را برای انجام فعالیت‌های حیاتی حفظ می‌کند که نوعی یادگیری است. **گزینهٔ (۴)**: رفتار پرندگان در خوردن پروانهٔ مونارک، نوعی رفتار شرطی‌شدن **فعال** است که پرنده پس از خوردن پروانهٔ مونارک و دچار تهوع شدن، از خورن پروانه خودداری می‌کند. ولی موقعیت جدید و برنامه‌ریزی آگاهانه مربوط به حل مسئله است.

۴۵۷۴ (۳) منظور از صورت سؤال رفتار **نقش‌پذیری** است که پژوهشگران از آن برای حفظ گونه‌های در خطر انقراض استفاده می‌کنند. تقریباً اکثر رفتارهای جانوران حاصل برهم کنش ژن‌ها و اثرهای محیطی است (تایید گزینهٔ (۳)). تجارب گذشته و یا پاداش و تنبیه در نقش‌پذیری نقش ندارند (رد گزینهٔ (۱)). جانوران ممکن است تحت پرورش و مراقبت انسان باشند و در این صورت به دنبال انسان راه می‌افتند (رد گزینهٔ (۴)).

۴۵۷۵ (۳) بعضی از رفتارهای ژنی از نوع انعکاس‌اند و ممکن است مغزی یا نخاعی باشند که اگر نخاعی باشند در مغز پردازش نمی‌شوند (تایید مورد (الف)). رفتارهای غریزی در افراد یک گونه دارای اساس یکسانی هستند (تایید مورد (ب)). رفتارهای شرطی‌شدن کلاسیک می‌توانند این را توجیه کنند. مثلاً سگی که غذا را می‌بیند ترشح بزاق دارد (تایید مورد (ج)). رفتارهایی که تحت تأثیر ژن‌اند، غریزی‌اند و یادگیری در همهٔ آن‌ها نقش ندارد (رد مورد (د)).

۴۵۷۶ (۲) فقط مورد (ب) صحیح است.

بررسی موارد (الف) دربارهٔ شامپانزه که پستاندار است، نادرست است. (ج) لزوماً نه چون حل مسئله نیاز به مخ قوی و برنامه‌ریزی آگاهانه دارد که مثلاً در حشرات رخ نمی‌دهد. (د) لزوماً خیر چون ممکن است سبب نابودی آن با رفتار دگرخواهی شود.

۴۵۷۷ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱)**: برخی رفتارهای غریزی به یادگیری تبدیل نمی‌شوند. **گزینهٔ (۲)**: محرک یا محرک‌هایی صحیح است. **گزینهٔ (۳)**: دربارهٔ جانداران حاصل از بکرزایی و یا از کرم پهن خودبارور نادرست است. **گزینهٔ (۴)**: بله کاملاً صحیح است چون یک والد دارند.

۴۵۷۸ (۲) موارد (الف) و (ج) به درستی بیان شده‌اند. در بروز **همهٔ** رفتارهای جانور (غریزی و یادگیری ژن‌ها) نقش دارند.

بررسی موارد (الف) این مورد فقط برای رفتارهای **غریزی** صادق است. (ب) طبق متن کتاب، رفتار واکنش یا مجموعه واکنش‌هایی است که جانور در پاسخ به محرک یا محرک‌ها انجام می‌دهد، پس در همهٔ آن‌ها محرک‌های داخلی و یا خارجی وجود دارد. (ج) این مورد فقط برای رفتارهای غریزی صادق است. (د) همهٔ رفتارها در بدن جانوران در پی تولید پیک شیمیایی ناقل عصبی و هورمون بروز می‌یابند.

نوعی یادگیری در جانوران مختلف که	
تحت تأثیر ژن‌ها قرار دارد.	خوگیری - شرطی‌شدن کلاسیک - شرطی‌شدن فعال - حل مسئله - نقش‌پذیری
علت ترشح بزاق سگ با شنیدن صدای زنگ را توضیح می‌دهد.	شرطی‌شدن کلاسیک
نسبت به محرک‌های فاقد سود و زیان، پاسخی ایجاد نمی‌شود.	خوگیری
انرژی جانور برای انجام فعالیت‌های حیاتی حفظ می‌شود.	خوگیری
تکرار محرک بی‌اثر برای ایجاد یادگیری ضرورت دارد.	خوگیری - شرطی‌شدن کلاسیک
حاصل پژوهش‌های پاولوف بود.	شرطی‌شدن کلاسیک
بین رفتار و پاداش دریافت شده ارتباط برقرار می‌گردد.	شرطی‌شدن فعال
تحت تأثیر آزمون و خطا قرار دارد.	شرطی‌شدن فعال
بین تجربه‌های گذشتهٔ جانور و موقعیت جدید ارتباط برقرار می‌شود.	حل مسئله
برای حل مسئلهٔ جدید به صورت آگاهانه برنامه‌ریزی می‌شود.	حل مسئله
پیوند بین جوجه غازها و مادرشان در نتیجهٔ آن ایجاد می‌گردد.	نقش‌پذیری
در دورهٔ مشخصی از زندگی جانور انجام می‌شود.	نقش‌پذیری
به وسیلهٔ آن، جوجه غازها رفتارهای اساسی را از مادر می‌آموزند.	نقش‌پذیری
در حفظ گونه‌های در خطر انقراض مورد استفاده قرار می‌گیرد.	نقش‌پذیری
با عدم ایجاد پاسخ توسط شقایق دریایی به حرکت مداوم آب همراه است.	خوگیری
حاصل پژوهش‌های اسکینر بود.	شرطی‌شدن فعال

۴۸۳ یادگیری

۴۵۷۹ (۳) بر اساس انتخاب طبیعی، رفتارهای جانوران در جهت **افزایش سود** و **کاهش هزینه‌ها** انتخاب شده‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: دقت کنید که در رفتار **دگرخواهی**، جانور بقا و موفقیت تولید مثلی جانور دیگری را با هزینهٔ **کاسته شدن** از احتمال بقا و تولید مثل خود، **افزایش** می‌دهد.
گزینهٔ (۲): در یادگیری به روش **خوگیری**، پاسخ جانور به یک محرک تکراری که سود یا زیانی برای آن ندارد، **کاهش** پیدا می‌کند و جانور می‌آموزد به **برخی** محرک‌ها **پاسخ ندهد**.
گزینهٔ (۴): آزمون و خطا در رفتار **شرطی‌شدن فعال** و استفاده از تجارب گذشته، در رفتار **حل مسئله** دیده می‌شوند.

• انتخاب طبیعی و رفتار

- پژوهشگران علم رفتارشناسی، در بررسی‌های خود در مورد رفتارهای مختلف همواره با **دو نوع پرسش** روبه‌رو هستند. (۱) پرسش‌های **چگونه‌ای**؟ (۲) پرسش‌های **چرایی**؟
- پاسخ به پرسش‌های چگونه‌ای با بررسی‌های **ژنی** و **عملکرد** بدن جانور و **رشد و نمو** یا با بررسی مکانیسم کنترل‌کنندهٔ آن و نوع محرک آن به آسانی جواب داده می‌شود مثلاً اگر سؤال کنند که رفتار جوجهٔ کاکایی **چگونه** شکل می‌گیرد؟ در پاسخ می‌گوییم به دلیل **بیان ژن**، **به صورت غریزی** آن‌ها این رفتار را بروز می‌دهند.
- **پرسش‌های چرایی** در یک رفتار سبب ایجاد بررسی‌های مختلفی در علم رفتارشناسی در زمینهٔ **تکامل** می‌شود. همان‌طور که گفتیم چرایی یا **دلیل** انجام یک رفتار جانوری، معمولاً به خاطر **شانس بهتر بقا و سپس ایجاد نسل بعد** می‌باشد. در حقیقت انتخاب طبیعی جانورانی را برمی‌گزیند که بتوانند در **شرایط متغیر محیطی**، پاسخ‌های **مناسبی** بروز دهند تا شانس **بقا و زادآوری** خود را بالا ببرند.
- در رفتارشناسی، پژوهشگران برای پاسخ به پرسش‌های **چرایی**، اثر **انتخاب طبیعی** در شکل دادن به رفتار را بررسی می‌کنند و به نقش **سازگارکنندگی** رفتارهای گوناگون برای آن جانور می‌پردازند. محققین دریافتند، هر رفتاری که شکل می‌گیرد قطعاً برای بروز آن انرژی مصرف می‌شود و جانور برای آن هزینه‌ای (انرژی) مصرف می‌کند. حال باید دید که در قبال این انرژی مصرفی، جانور چه سودی از رفتار خود می‌برد؟
- جانوران همواره سعی دارند در جهتی رفتار کنند که **حداقل هزینه و انرژی** را صرف کنند ولی **بیشترین سود خالص** را از رفتار خود دریافت کنند تا این رفتار برای آن‌ها **اقتصادی‌تر و بهینه‌تر** باشد. ولی دقت کنید که **هدف نهایی** همهٔ رفتارهای جانوری **بقای بیشتر و زادآوری بهتر** می‌باشد.

۴۵۸۰ (۱) پرسش مورد نظر در صورت سؤال نوعی پرسش چرایی است و پرسش گزینهٔ (۱) نیز از نوع چرایی می‌باشد اما سایر پرسش‌ها از نوع چگونگی هستند.
مواردی که در پرسش‌های چرایی بررسی می‌شود: رفتارها چه سودی یا چه هزینه یا چه زیانی دارند. / بررسی دیدگاه انتخاب طبیعی / بررسی نقش رفتارها در زادآوری و بقای بیشتر
مواردی که در پرسش‌های چگونگی بررسی می‌شود: چگونگی بروز رفتار از لحاظ ژنی یا یادگیری یا برهمکنش‌های ژن و محیط / بررسی محرک‌های بروز رفتار / فرایندهای رشد و نمو و ژن و عملکرد بدن جانور

۴۵۸۱ (۲) رفتارهای سازگارکننده با **سازوکار** انتخاب طبیعی برگزیده می‌شوند (این رفتارها می‌توانند با جهش ایجاد شوند). فقط مورد (د) نادرست است و سایر موارد صحیح هستند.

۴۵۸۲ (۳) پژوهشگران تخم‌های مرغ خانگی را که شبیه تخم‌های کاکایی رنگ کرده بودند را در لانهٔ پرندگان کاکایی قرار دادند و سپس در کنار **تعدادی** از این تخم‌های مرغ خانگی، پوستهٔ تخم‌های شکستهٔ کاکایی را قرار دادند.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۴):** کلاغ‌های مهاجم با مشاهدهٔ رنگ سفید **داخل** پوستهٔ شکستهٔ تخم کاکایی‌ها به سمت آشیانهٔ آن‌ها می‌روند. **گزینهٔ (۲):** کلاغ‌ها **بیشتر** تخم مرغ‌هایی را که کنار پوسته‌های تخم کاکایی قرار داشتند را پیدا کردند و آن‌ها را خوردند. در حقیقت اگر پوستهٔ تخم شکسته در کنار تخم‌ها نبود، کلاغ موفق به پیدا کردن تخم‌ها نمی‌شد.

۴۵۸۳ (۳) بر اساس متن کتاب، رفتار عملی یا مجموعه اعمالی است که جانور در پاسخ به محرک(ها) انجام می‌دهد. پرسش‌های چگونگی، دربارهٔ مکانیسم بروز یک رفتار است که پژوهشگران فرایندهای **ژنی**، **رشد و نمو** و **عملکرد** بدن جانور را بررسی کرده و به آن‌ها پاسخ می‌دهند ولی پرسش‌های چرایی بیشتر به دیدگاه **انتخاب طبیعی** برای شانس بقا و زادآوری و دلایل رفتار می‌پردازد که با بررسی **سود و هزینه** رفتار برای جانور انجام می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** درست. هر دو قسمت در مورد پرسش‌های **چگونه‌ای** رفتار می‌باشند. **گزینهٔ (۲):** درست. هر دو قسمت در مورد پرسش‌های **چرایی** و دلیل رفتار با نقش انتخاب طبیعی در افزایش فراوانی افراد سازگارتر می‌باشند. **گزینهٔ (۳):** **نادرست**. قسمت اول در مورد پرسش چرایی و قسمت دوم در مورد چگونه‌ای است. **گزینهٔ (۴):** درست. هر دو قسمت در مورد پرسش‌های **چرایی** می‌باشند.

نکته

به‌طور کلی برای تمیز دادن این دو پرسش چرایی و چگونگی، **یک راه ساده** وجود دارد، هر پرسشی که **دلیل** بخواهد یک پرسش **چرایی** است.

انواع پرسش در رفتارها

- انواع پرسش‌ها
  - نوع اول (چگونه‌ای)
    - جانور **چگونه** رفتاری را انجام می‌دهد؟
    - پاسخ پژوهشگران با بررسی فرایندهای ژنی، رشد و نمو و عملکرد بدن جانور می‌باشد.
  - نوع دوم (چرایی)
    - **چرا** جانور رفتاری را انجام می‌دهد؟
    - رفتارشناسان با دیدگاه انتخاب طبیعی
      - نقش **سازگارکنندگی** رفتارهای جانوران و به عبارتی نقش رفتارهای گوناگون را در **بقا** و **زادآوری** بیشتر جانوران بررسی می‌کنند.
      - بررسی **سود** و **هزینهٔ** رفتار برای جانور
      - رفتار سازگار را نتیجهٔ برگزیده شدن با **انتخاب طبیعی** می‌دانند.

۴۵۸۴ (۳) موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند. **انتخاب طبیعی**، سبب برگزیدن رفتارهای سازگارکننده شده تا شانس بقا و زادآوری جانور را زیاد کند. این عمل در پاسخ به پرسش‌های چرایی نقش دارد. موارد (الف) و (ج) دربارهٔ پرسش‌های چگونه‌ای هستند و دربارهٔ مورد (د) دقت کنید که از فصل ۴ آموختید که انتخاب طبیعی سبب تولید ویژگی نمی‌شود بلکه فراوانی یک ویژگی سازگار را زیاد می‌کند.

۴۵۸۵ (۳) همهٔ رفتارهای جانوران از جمله رفتار غذایابی، در جهت **افزایش سود خالص** و **کاهش هزینه‌های مصرفی** انتخاب شده‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** **دگرخواهی** رفتاری است که در آن یک جانور بقا و موفقیت تولیدمثلی جانور دیگری را با هزینهٔ **کاسته شدن** از احتمال بقا و تولیدمثل خود، **افزایش** می‌دهد. **گزینهٔ (۲):** این گزینه فقط برای **رفتارهای شرطی‌شدن کلاسیک و فعال** صادق است. **گزینهٔ (۴):** محرک رفتار ممکن است **درونی** (تحت تأثیر فرایندهای درون بدن جانور) باشد!

۴۵۸۶ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینه‌های (۱) و (۲):** پژوهشگران در بررسی یک رفتار تلاش می‌کنند به دو نوع پرسش پاسخ دهند. پرسش نوع اول اینکه جانور **چگونه** رفتاری را انجام می‌دهد؟ برای پاسخ به این پرسش، پژوهشگران **فرایندهای ژنی**، **رشد و نمو** و **عملکرد بدن جانور** را بررسی می‌کنند. پرسش نوع دوم این است که **چرا** جانور رفتاری را انجام می‌دهد؟ پرسش دوم به دیدگاه **انتخاب طبیعی** مربوط است. **گزینهٔ (۳):** **بیشتر** رفتارهای جانوران محصول برهم کنش **ژن‌ها** و اثرهای **محیطی** است که جانور در آن زندگی می‌کند. **گزینهٔ (۴):** **دگرخواهی** رفتاری است که در آن یک جانور احتمال بقا و موفقیت تولیدمثلی جانور دیگری را با هزینهٔ **کاسته شدن از احتمال بقا و تولیدمثل خود**، افزایش می‌دهد.

۴۵۸۷ (۲) بیشتر رفتارهای جانوران محصول برهم‌کنش ژن‌ها و اثرهای محیط هستند. بقیهٔ گزینه‌ها درست هستند و متن کتاب درسی‌اند.

۴۵۸۸ (۴) جانورانی که انتخاب جفت انجام می‌دهند و به روش جنسی زادآوری می‌کنند، ژن را به خزانهٔ ژنی نسل بعد منتقل می‌کنند (تایید گزینهٔ (۴)). برخی از جانوران که زندگی گروهی دارند، رفتار دگرخواهی دارند (رد گزینهٔ (۱)). انتخاب طبیعی صفاتی را برمی‌گزیند که به نفع فرد (نه گونه) باشد، مثلاً بقای نسل یا گروه که در زنبورهای عسل یا نگهبانان دیده می‌شود که ممکن است جان خود را از دست بدهند یا پرنده‌های یاریگر که تجربه کسب می‌کنند یا طاووس که با انتخاب جفتش می‌تواند شانس تولیدمثل خود را زیاد کند (رد گزینهٔ (۲)).

۴۵۸۹ (۳) این رفتار در جوجه‌کاکایی، ایتدا غریزی و سپس شرطی‌شدن فعال است (پس از دو روز!).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** شرطی‌شدن کلاسیک نیست. **گزینهٔ (۲):** برخی پرندگان صحیح است. **گزینهٔ (۳):** درست است، چون گوارش اولیه در بدن والد انجام شده است. **گزینهٔ (۴):** شکل‌گیری کامل تحت‌تأثیر تجربه نیست بلکه ژن و غریزه نیز نقش دارند.

۴۵۹۰ (۴) تمامی موارد به نادرستی بیان شده‌اند.

بررسی موارد (الف) داشتن بیشترین تعداد زاده‌های **سالم**، معیاری برای موفقیت در زادآوری است. (ب) بعضی جانوران انتخاب جفت ندارند، مانند کرم کبد خودبارور! (ج) به عنوان مثال در نوعی جیرجیرک فرد نر هزینهٔ بیشتری برای تولیدمثل می‌پردازد. (د) در صورتی که انتخاب جفت برعهدهٔ فرد نر باشد، ماده‌ها توسط فرد نر ارزیابی می‌شوند.

۴۵۹۱ (۱) طبق متن کتاب درسی، طاووس نر برای انتخاب شدن رقابت می‌کند اما در نوعی جیرجیرک مطرح شده در کتاب درسی، ماده‌ها برای انتخاب شدن با یکدیگر رقابت می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** چه طاووس نر و چه جیرجیرک نر، هر دو در موفقیت تولیدمثلی نقش مؤثری دارند. **گزینهٔ (۳):** طبق متن کتاب درسی، این گزینه برای طاووس نر و جیرجیرک ماده صادق است. **گزینهٔ (۴):** جیرجیرک نر نسبت به جیرجیرک ماده، هزینهٔ بیشتری در تولیدمثل می‌پردازد.

۴۵۹۲ (۲) همهٔ موارد دربارهٔ سیستم جفت‌گیری چندهمسری صحیح می‌باشد. منظور سؤال **نظام جفت‌گیری چندهمسری می‌باشد** که **والد نر** در پرورش نوزاد نقش غیرمستقیم دارد.

بررسی موارد (الف) والد نر در این گونه‌ها، نگهداری از قلمرو و منابع غذایی را انجام می‌دهد و با محافظت از ماده‌ها، شانس تولیدمثلی جمعیت خود را افزایش می‌دهد. (ب) سیستم چندهمسری در بیشتر پستانداران رخ می‌دهد که جانور مادهٔ آن‌ها در اغلب موارد رحم و جفت برای نگهداری کامل جنین دارد. (ج) در این گروه‌ها، رقابت بین جنسیتی رخ می‌دهد که انتخاب شونده هستند و صفات سازگار را بروز می‌دهند. (د) والد نر در سیستم چندهمسری وظیفهٔ حمایت از قلمرو و محافظت از جنس ماده و زاده‌ها را بر عهده دارد.

۴۵۹۳ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** همواره این‌طور نیست. چون شکار کردن آن‌ها و پیدا کردن آن‌ها دشوار است. **گزینهٔ (۲):** در مورد طوطی و خاک رس نادرست است. **گزینهٔ (۳):** این مورد هم همواره نیست. کتاب گفته **معمولاً**! **گزینهٔ (۴):** درست است و متن کتاب درسی است.

۴۵۹۴ (۴) هر فرد با انتخاب جفت سبب ایجاد نسل بعد و سهم خود در ایجاد آن الل‌ها می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید! **برخی از** جانوران زندگی گروهی دارند. **گزینه‌های (۲) و (۴):** دقت کنید که انتخاب طبیعی ممکن است صفتی را برگزیند (نه اینکه ایجاد کند) که **به نفع تولیدمثل** باشد نه الزاماً بقا! به عنوان مثال گرچه دم بلند و زینتی طاووس نر ممکن است حرکت جانور را دشوار و آن را در مقابل شکارچی‌ها آسیب‌پذیرتر کند و **احتمال بقای آن را کاهش** دهد، اما بقای جانوری با این ویژگی هنگام تولیدمثل، **سازگارتر** بودن آن را نشان می‌دهد. در نتیجه در صورت انتخاب آن، **زاده‌ها علاوه‌بر ویژگی ظاهری، ژن‌های صفات سازگارتر را نیز به ارث می‌برند. گزینهٔ (۳):** در گونه‌های مختلف جانوران، انتخاب جفت را فقط جانوران ماده انجام **نمی‌دهند.**

۴۵۹۵ (۴) سؤال در مورد **پرندگان** می‌باشد که **اغلب** آن‌ها نظام جفت‌گیری تک‌همسری با انتخاب جفت توسط هر دو والد دارند. این گروه مانند همهٔ جانوران دیگر، طی یادگیری از نوع **خوگیری**، می‌توانند انرژی خود را ذخیره کنند و از پاسخ به محرک‌های بی‌اهمیت چشم‌پوشی کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مورد غذایابی **بهینه** صحیح است ولی برخی مثل طوطی‌ها حتی گاهی اوقات غذایی بدون انرژی ولی دارای منابع مهم مصرف می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** در آزمون و خطا به محرک‌های **مفید** پاسخ می‌دهند که نتیجهٔ یادگیری است (نه غریزی!). **گزینهٔ (۳):** تعیین قلمرو علاوه‌بر آواز خواندن و یا حمله به سایر جانوران می‌تواند در پرندگان به صورت **اجرای نمایش** نیز باشد.

نظام چندهمسری	نظام تک‌همسری
در بیشتر پستانداران دیده می‌شود.	در بیشتر پرندگان دیده می‌شود.
در پرندهٔ طاووس نر و جیرجیرک ماده دیده می‌شود.	در پرنده‌ای مثل قمری خانگی دیده می‌شود.
یک والد (معمولاً ماده‌ها) حق انتخاب جفت دارد و جفت خود را بررسی می‌کند.	هر دو والد حق انتخاب جفت دارند و هر دو یکدیگر را بررسی می‌کنند.
یک والد در پرورش زاده‌ها سهم بسیار بیشتری دارد.	هر دو والد در پرورش زاده‌ها سهم برابر دارند.
والدی که انتخاب جفت نمی‌کند، به‌طور غیرمستقیم سبب موفقیت تولیدمثلی نر و ماده می‌شود.	هر دو والد در موفقیت تولیدمثلی نقش دارند.
رقابت برای انتخاب شدن بین والدهایی است که صفت سازگارتر دارند (معمولاً نرها).	رقابت برای انتخاب شدن و ایجاد صفت سازگارتر در هر دو نوع والد وجود دارد.

۴۵۹۶ (۲) در آمیزش غیرتصادفی، جانوران جفت خود را براساس ویژگی‌های ظاهری و رفتاری انتخاب می‌کنند. آمیزش غیرتصادفی در افزودن دگره‌های جدید به جمعیت و غنی‌تر کردن خزانهٔ ژنی آن نقش ندارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** رانش دگره‌ای بلافاصله بر فراوانی رخ‌نمودها اثر می‌گذارد ولی اثر آمیزش غیرتصادفی تدریجی است و با گذر زمان مشخص می‌شود. **گزینهٔ (۳):** انتخاب طبیعی منجر به کاهش افراد ناسازگار با محیط در جمعیت می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در آمیزش غیرتصادفی فراوانی نسبی ژن‌نمودهای داخل جمعیت تغییر می‌کند. رانش دگره‌ای هم می‌تواند با کاستن از افراد دارای ژن‌نمودهای مختلف، فراوانی نسبی ژن‌نمودهای جمعیت را تغییر دهد.

۴۵۹۷ (۴) در جمعیت جیرجیرک‌ها برخلاف طاووس‌ها، جیرجیرک نر هزینهٔ بیشتری برای تولیدمثل صرف می‌کند به همین دلیل برای انتخاب شدن رقابتی نمی‌کند. کلاً جانوران انتخاب شونده برای انتخاب شدن با هم به رقابت می‌پردازند و صفات سازگارتر را بروز می‌دهند.

۴۵۹۸ (۳) دقت کنید که طبق متن کتاب درسی، آمیزش غیرتصادفی سبب تغییر فراوانی نسبی **ژنوتیپ‌ها** می‌شود نه دگره‌ها! ولی این عمل سبب تغییر فراوانی **نسبی** الل‌ها نمی‌شود در صورتی که فراوانی برخی الل‌ها را تغییر می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** جهش **ممکن است** سبب ایجاد دگره یا دگره‌هایی شود که ناسازگارند و شانسی زیاد برای انتخاب شدن ندارند. **گزینهٔ (۲):** این عبارت هیچ ربطی به رانش دگره‌ای ندارد! ممکن است فرد عقیم شده باشد. **گزینهٔ (۴):** با توجه به متن کتاب درسی، قرارگیری تترادها در استوای یاخته نیز در ایجاد تنوع نقش دارد.

۴۵۹۹ (۲) موارد (الف)، (ب) و (د) صحیح نمی‌باشند. از آنجایی که طاووس نر انتخاب شونده است و طاووس ماده باید آن را انتخاب کند، طاووس‌های نر برای انتخاب شدن نیاز به رقابت دارند اما در جیرجیرک نر این مورد برعکس است به این دلیل که جیرجیرک نر انتخاب کننده است و جیرجیرک ماده را انتخاب می‌کند و این دو جاندار از این نظر با یکدیگر متفاوت هستند (رد مورد (الف)). از آنجایی که جیرجیرک نر انرژی و مادهٔ بیشتری را برای پرورش نسل بعد مصرف می‌کند، انتخاب‌کننده است و ویژگی‌های ظاهری خاص در جنس ماده است (نه در جنس نر) (رد مورد (ب)). هر دو جنس در هر دو گونه در موفقیت تولیدمثلی نقش دارند (تایید مورد (ج)). اگر منظور از نقش مؤثر میزان انرژی و هزینه باشد که جانور برای تولید و پرورش نسل بعد مصرف می‌کند جیرجیرک برخلاف طاووس جنس نر انرژی و مادهٔ بیشتری صرف می‌کند اما در جانوران ماده انرژی و ماده بیشتری مصرف می‌شود در هر صورت هر دو گونه در تولیدمثل نقش مؤثر دارند (رد مورد (د)).

۴۶۰۰ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** طاووس نر منظور است که نظام چندهمسری دارد. **گزینهٔ (۲):** اسب‌ماهی نر، انرژی بیشتر و هزینهٔ بیشتری صرف تولیدمثل می‌کند. **گزینهٔ (۳):** دم طاووس نر پر نقش و نگار می‌باشد نه بال آن... **گزینهٔ (۴):** در نظام جفت‌گیری، بیشتر پرندگان مانند قمری خانگی تک‌همسر هستند.

زادآوری (تولیدمثل)

- داشتن بیشترین تعداد زاده‌های سالم، معیاری برای موفقیت زادآوری در جانوران است.
- جانوران برای موفقیت در زادآوری، رفتارهای زادآوری را انجام می‌دهند. انواع آن‌ها ۱) انتخاب جفت. ۲) نظام جفت‌گیری

۱) **انتخاب جفت:** جانور ابتدا ویژگی‌های جفت را بررسی می‌کند و بعد تصمیم به جفت‌گیری می‌گیرد. در جانوران، ماده‌ها بیشتر از نرها، رفتار انتخاب جفت را انجام می‌دهند زیرا جانوران ماده معمولاً زمان و انرژی بیشتری صرف می‌کنند. مانند نگهداری از تخم‌ها و جوجه‌ها در پرندگان و بارداری و شیردادن در پستانداران.

- انتخاب جفت در طاووس: ویژگی‌های ظاهری نر و ماده در طاووس متفاوت است.
- در فصل زاداوری، دم طاووس نر پر نقش و نگار می‌شود و او برای جلب توجه طاووس ماده دم خود را می‌گستراند تا طاووس ماده آن را انتخاب کند. هرچه این نقش و نگار و لکه‌های چشم مانند بیشتر باشد، احتمال انتخاب شدن ان بیشتر می‌شود.

اما این دم بلند و زینتی جانور نر، حرکت او را دشوار و آسیب‌پذیری او در برابر شکارچی‌ها را بیشتر می‌کند که این کار سبب کاهش احتمال بقای آن می‌شود.



- در بعضی گونه‌ها انتخاب جفت توسط جانور نر انجام می‌شود.
- در نوعی جیرجیرک جانور نر، هزینهٔ بیشتری در تولیدمثل می‌پردازد، بنابراین جفت را انتخاب می‌کند.
- جیرجیرک نر، زامه‌های خود را درون کیسه‌ای همراه مقداری مواد مغذی به جانور ماده منتقل می‌کند. این کیسه حاوی بخش قابل توجهی از وزن بدن جانور نر را تشکیل می‌دهد. جانور نر جیرجیرک ماده‌ای را انتخاب می‌کند که بزرگ‌تر باشد زیرا هرچه بزرگ‌تر باشد تعداد تخمک‌های بیشتری دارد. و می‌تواند زاده‌های بیشتری تولید کند.



۲) **نظام جفت‌گیری:** رفتار تولیدمثلی دیگر در جانوران، نظام جفت‌گیری است که به ۲ دستهٔ نظام جفت‌گیری چندهمسری و تک‌همسری تقسیم می‌شود.

- تک‌همسری: بیشتر پرندگان مانند قمری خانگی، تک‌همسر هستند. در این نظام هر دو والد هزینهٔ پرورش زاده‌ها را می‌پردازند و در انتخاب جفت سهم مساوی را دارند.
- چندهمسری: بیشتر پستانداران دارای نظام چندهمسری می‌باشند.
- طاووس نر نیز دارای نظام چندهمسری است. در این نظام یکی از والدین پرورش و نگهداری زاده‌ها را انجام می‌دهد.

طاووس نر نقشی در نگهداری زاده‌ها ندارد ولی با نگهداری از قلمرو و منابع غذایی، محل لانه و پناهگاه ایمن از شکارچی‌ها، به‌طور غیرمستقیم به ماده‌ها کمک می‌کند.

نکتهٔ ترکیبی

ترکیبی با فصل ۷ زیست ۱۱: در اسبک‌ماهی نیز، جانور ماده تخمک را به درون حفره‌ای در بدن جانور نر منتقل می‌کند و لقاح در بدن جانور نر انجام می‌شود. جنین پس از طی مراحل رشد و نمو، نوزاد متولد می‌شود، به همین دلیل انرژی بیشتری صرف تولیدمثل می‌کند.

۴۶۰۱ ۳) این گزینه در مورد جیرجیرک ماده می‌باشد که حشره‌ای بدون مویرگ است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ممکن است در برخی پستانداران سیستم تک‌هسته‌ای وجود داشته باشد. **گزینهٔ (۲):** برای پرندگان ممکن است. **گزینهٔ (۴):** پرنده و لاک‌پشت مهره‌دارند پس یاختهٔ پادتن‌ساز دارند.

۴۶۰۲ ۲) شامپانزه و کلاغ توانایی حل مسئله را دارا می‌باشند. از میان این جانوران فقط پرندگان می‌توانند به کمک کلیه‌های خود در بازجذب آب توانمندی بسیاری داشته باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** زنبورهای عسل کارگر توانایی ترشح فرمون دارند در صورتی که نازا بوده و توانایی تشکیل تتراد را ندارند. **گزینهٔ (۳):** جیرجیرک‌ها دارای صداهای ویژهٔ جفت‌یابی هستند در صورتی که دستگاه گردش مواد هیچ نقشی در حمل گازهای تنفسی ندارد. **گزینهٔ (۴):** دفاع اختصاصی در مهره‌داران دیده می‌شود و مهره‌داران همگی دارای گردش خون بسته هستند و خون با یاخته‌های پوششی رگ‌های خونی و حفرات قلب در تماس مستقیم است.

۴۶۰۳ ۳) طاووس نر و بیشتر پستانداران نظام جفت‌گیری چندهمسری دارند. همچنین بیشتر پرندگان مانند قمری‌های خانگی نظام تک‌همسری دارند. موارد (الف) و (ج) به درستی بیان شده‌اند.

بررسی موارد (الف) در نظام تک‌همسری هر دو والد هزینهٔ پرورش زاده‌ها را بر عهده دارند. در نظام چندهمسری یکی از والدین پرورش و نگهداری از زاده‌ها را انجام می‌دهد. (ب) همان‌طور که در بالا توضیح داده شد، طاووس‌ها از نظام چندهمسری برای تعیین جفت استفاده می‌کنند. در متن کتاب درسی می‌خوانیم طاووس نر در نگهداری زاده‌ها نقشی ندارد، البته می‌تواند با نگهداری از قلمرو، منابع غذایی، محل لانه و پناهگاه ایمن از شکارچی‌ها، به‌طور غیرمستقیم به ماده‌ها کمک کند، بنابراین در این نظام، نگهداری همانند پرورش به‌طور مستقیم تنها توسط یک والد انجام می‌شود. (ج) در طاووس‌ها عمل انتخاب جفت توسط جنس ماده انجام می‌شود که توانایی تولید تخمک را دارد ولی پرهای زینتی بر روی دم خود ندارد. (د) در جانورانی که دارای نظام تک‌همسری هستند، جانور نر و ماده در انتخاب جفت سهم مساوی دارند.

۴۸۵ زادآوری

جانور	بیشترپستانداران	برخی از پستانداران	بیشترپرندگان	برخی از پرندگان
نظام جفت‌گیری	چندهمسری	تک‌همسری	تک‌همسری	چندهمسری
پرورش زاده‌ها	یکی از والدین	هر دو والد	هر دو والد	یکی از والدین
انتخاب جفت	یکی از جنس‌ها	هر دو والد	هر دو والد	یکی از جنس‌ها

۴۶۰۴ ۱) تغییر فصل، نامساعد شدن شرایط محیط و کاهش منابع مورد نیاز، جانوران را وا می‌دارد به سوی زیستگاه‌های مناسب‌تر برای تغذیه، بقا و زادآوری مهاجرت کنند. مهاجرت رفتاری غریزی است که یادگیری نیز در آن نقش دارد. جابه‌جایی‌های طولانی و رفت و برگشتی جانوران، مهاجرت نام دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** توجه داشته باشید، این مورد در ارتباط با همهٔ رفتارهای جانوری الزاماً صحیح نیست. به عنوان مثال، شقایق دریایی با تحریک مکانیکی تماس، بازوهای خود را منقبض می‌کند اما به حرکت مداوم آب پاسخی نمی‌دهد. توجه داشته باشید شقایق دریایی مانند هیدر است در این جانوران شبکهٔ عصبی به صورت پراکنده در بدن وجود داشته و تقسیم‌بندی مرکزی و محیطی برای دستگاه عصبی وجود ندارد و لذا در این جانوران اصلاً مغزی مشاهده نمی‌شود. **گزینهٔ (۳):** خیر! همهٔ رفتارهای جانوران توسط انتخاب طبیعی برگزیده نمی‌شوند بلکه این رفتارهای سازگارکنندهٔ جانوران است که توسط فرایند انتخاب طبیعی برگزیده می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** پرندگان و پستانداران و بعضی از خزندگان دارای قلب چهار حفره‌ای هستند. در این بین، بیشتر پرندگان نظام جفت‌گیری تک‌همسری داشته و برخی از پستانداران نیز دارای نظام جفت‌گیری تک‌همسری هستند.

۴۶۰۵ ۱ در مورد هر رفتار با سازوکار انتخاب طبیعی، عمل سازگارکنندهٔ آن با بررسی **سود و زیان و هزینه‌های آن** مشخص می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** جیرجیرک براساس **اندازهٔ** جانور ماده به انتخاب جفت می‌پردازد چون کیسهٔ لقاحی محتوی اسپرم و غذا دارد (البته در گونه‌ای دیگر از جیرجیرک، صدا عامل شناسایی جفت می‌باشد). **گزینهٔ (۳):** غذایابی بهینه، موازنه‌ای بین محتوای انرژی و هزینهٔ به دست آوردن آن غذا می‌باشد **نه اندازهٔ غذا! گزینهٔ (۴):** زنبور عسل ملکه، مغرور و از خودراضی 😲 است. فقط در کندو مستقر است و به تولید زاده می‌پردازد (اون زنبور کارگر ماده‌ست که رفتار دگرخواهی و غذایابی دارد و لقاح نمی‌کند!).

۴۶۰۶ ۴ رفتار غذایابی خرچنگ‌های ساحلی **غذایابی بهینه** است ولی برخلاف آن، رفتار طوطی‌ها در خوردن خاک رس، حاوی محتوای انرژی نمی‌باشد و فقط مواد سمی حاصل از غذاهای گیاهی را در لولهٔ گوارش آن‌ها خنثی می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** طوطی با خوردن خاک رس، محتوای انرژی چندانی به دست نمی‌آورد. **گزینهٔ (۲):** خرچنگ‌های ساحلی با خوردن صدف‌های **بزرگ**، بیشترین انرژی محیط را به دست می‌آورند، ولی انرژی **بهینهٔ** آن‌ها با خوردن صدف‌های **متوسط** به دست می‌آید. **گزینهٔ (۴):** در این رفتار، طوطی برخلاف خرچنگ، محتوای انرژی چندانی به دست نمی‌آورد، پس همانند هم نیستند.

۴۸۶ رفتار غذایابی خرچنگ‌های ساحلی

اندازه صدف	کوچک	متوسط	بزرگ
انرژی دریافتی از مصرف غذا	کم	بیشتر از مصرف صدف کوچک	بیشتر از مصرف صدف متوسط
هزینه به دست آوردن غذا	کم	بیشتر از مصرف صدف کوچک	بیشتر از مصرف صدف متوسط
انرژی خالص دریافتی	کمتر از مصرف صدف متوسط	بیشترین	کمتر از مصرف صدف متوسط

۴۶۰۷ ۲ در این سؤال نباید ذهن شما به ویژگی‌های طوطی مشغول شود چون منظور سؤال **گیاهان** می‌باشد که مواد سمی تولید کرده‌اند و طوطی با خوردن خاک رس سبب خنثی کردن سم آن‌ها می‌شود. همان‌طور که در فصل ۶ آموختید، گیاهان در تنفس یاخته‌ای از NAD^+ و FAD و در فتوسنتز از $NADP^+$ به عنوان گیرندهٔ الکترون استفاده می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** این ویژگی در مورد پرندگان مثل طوطی‌ها معنی پیدا می‌کند. **گزینهٔ (۳):** این ویژگی در خرچنگ‌های ساحلی دیده می‌شود. **گزینهٔ (۴):** این ویژگی در مورد گیاهانی که قدرت تخمیر دارند، رد می‌شود.

نکته
در این مدل سؤالات خیلی باید دقت کنید، چون اگر منظور سؤال را اشتباه حدس بزنید، قطعاً تست را غلط می‌زنید.

۴۶۰۸ ۴ طاووس‌های ماده انتخاب کننده‌اند اما جیرجیرک‌های ماده انتخاب شونده‌اند و از این‌رو طاووس‌های ماده با یکدیگر رقابت نمی‌کنند در حالی که جیرجیرک‌های ماده رقابت می‌کنند (رد گزینهٔ (۱) و (۲)). طاووس‌ها دارای سیستم چندهمسری‌اند و هزینهٔ پرورش فرزندان را طاووس‌های ماده می‌دهند و به همین دلیل طاووس‌های ماده در تولیدمثل دارای محدودیت هستند (رد گزینهٔ (۳) و تایید گزینهٔ (۴)).

۴۶۰۹ ۱ صورت سؤال در رابطه با **پرندگان** است. این سؤال به صورت ترکیبی از تمامی مطالب آخرین فصل زیست‌شناسی دوازدهم طراحی شده است. جوجهٔ پرندگان اجسام گوناگونی مانند برگ‌های در حال افتادن را در بالای سر خود می‌بینند. در ابتدا جوجه‌ها با پایین آوردن سر خود و آرام ماندن به این محرک‌ها پاسخ می‌دهند، اما با دیدن مکرر اجسام در حال حرکت، یاد می‌گیرند آن‌ها برایشان خطر یا فایده‌ای ندارند. در نتیجه جوجه‌ها دیگر به این محرک‌ها پاسخ نمی‌دهند. در این یادگیری، پاسخ جانور به محرکی که برای او سود و زیانی ندارد، کاهش می‌یابد. به عبارتی می‌توان بیان داشت پاسخ این جانوران در برابر محرک‌های بی‌اهمیت کاهش یافته و در پی آن، مصرف مولکول‌های ATP در یاخته‌های آن‌ها کاهش می‌یابد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در برخی موارد جانوران ممکن است غذاهایی با محتوای انرژی اندک را انتخاب کنند. **گزینهٔ (۳):** ویژگی‌های ظاهری طاووس‌های نر و ماده با یکدیگر متفاوت می‌باشند. در فصل زادآوری دم طاووس نر، پرهای پر نقش و نگاری پیدا می‌کند. طاووس نر برای جلب توجه جفت، دم خود را مانند بادبزن می‌گستراند تا بهتر در معرض دید جانور ماده قرار گیرد. طاووس‌های ماده دم طاووس‌های نر را بررسی می‌کنند و نری را به عنوان جفت انتخاب می‌کنند که رنگ درخشان و لکه‌های چشم‌مانند بیشتری روی پرهای دم خود داشته باشد. بنابراین توجه کنید الزاماً در همهٔ پرندگان، جانور نر فرایند جفت‌یابی را انجام نمی‌دهد بلکه ممکن است توسط جانور ماده مورد ارزیابی قرار گرفته و انتخاب شود. **گزینهٔ (۴):** پرنده، پروانهٔ مونارک را می‌بلعد و دچار تهوع می‌شود. پس از چنین تجربه‌ای پرنده می‌آموزد این حشره را نباید بخورد. این یادگیری نوع یادگیری شرطی‌شدن فعال است. در این نوع یادگیری، جانور می‌آموزد که بین رفتار خود و پاداش یا تنبیهی که دریافت کرده است، ارتباط برقرار نموده و در آینده رفتاری را تکرار و یا از انجام آن خودداری کند. این یادگیری با آزمون و خطا همراه است.

۴۶۱۰ ۲ براساس انتخاب طبیعی، رفتار غذایابی‌ای برگزیده می‌شود که از نظر میزان انرژی دریافتی کارآمد باشد، یعنی اینکه جانور در هر بار غذایابی بیشترین انرژی خالص را دریافت کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** برای خرچنگ‌های ساحلی صادق نیست. **گزینهٔ (۲):** در مورد رفتارهای کاملاً غریزی صادق نیست. **گزینهٔ (۳):** در مورد رفتار حل مسئله در کلاغ سیاه صادق نیست.

۴۶۱۱ ۴ انواع مختلفی از جانوران رفتار قلمروخواهی را انجام می‌دهند، از پستانداران گرفته تا پرندگان دارای این چنین رفتاری هستند! همهٔ جانوران مهره‌دار، توانایی چشم‌پوشی از محرک‌های بی‌اهمیت در سازش گیرنده‌ها و یادگیری خوگیری را دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لزوماً هر جانوری در هر بار غذایابی بیشترین انرژی خالص را دریافت نمی‌کند! مثلاً طوطی‌ها در برخی مواقع خاک مصرف می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** جانوران به محرک‌های بی‌اثر پاسخ نمی‌دهند! آن‌ها با یادگیری آزمون و خطا، به صورت ارادی پاسخ می‌دهند. **گزینهٔ (۴):** لزوماً هر جانوری در انتخاب جفت خود نقش مؤثری ندارد! همچنین هزینهٔ پرورش زاده‌ها را هم هر جانوری نمی‌پردازد! (در برخی جانوران، جنس ماده و در برخی دیگه جنس نر هزینهٔ بیشتری برای پرورش زاده‌ها می‌پردازند)

۴۶۱۲ ۳ جانورانی که از قلمرو خود دفاع می‌کنند رفتار خوگیری را نیز می‌توانند یاد بگیرند در این رفتار جانور با چشم‌پوشی از محرک‌هایی که بی‌اهمیت هستند انرژی خود را برای انجام فعالیت‌های حیاتی حفظ می‌کند (تأیید گزینهٔ (۲)). هر بار غذایابی با دریافت بیشترین انرژی خالص همراه نمی‌باشد و ممکن است بیشترین انرژی دریافت نشود (رد گزینهٔ (۱)). اگر نظام جفت‌گیری تک‌همسری در این افراد وجود داشته باشد هر دو هزینه‌های پرورش زاده را می‌دهند و هر دو در تعیین جفت نقش دارند اما اگر نظام چندهمسری ملاک باشد یکی از والدین در انتخاب جفت نقش مؤثری دارد از آنجایی که در سؤال همگی موجوداتی هستند که از قلمروی خود دفاع می‌کنند، بنابراین گزینهٔ (۲) غلط است (رد گزینهٔ (۲)). آزمون و خطا نوعی یادگیری است و جانور با توجه به پاداش و تنبیه‌ای که دریافت می‌کند رفتار را تکرار یا از تکرار آن جلوگیری می‌کند (رد گزینهٔ (۴)).

۴۶۱۳ (۳) منظور سؤال زنبورعسل است. فقط مورد (د) در رابطه با زنبورهای عسل صحیح می‌باشد. زنبورهای کارگر یابندهٔ منبع غذایی پس از بازگشت، اطلاعات خود دربارهٔ منبع غذایی را با انجام حرکات ویژه‌ای به زنبورهای دیگر نشان می‌دهند.

بررسی موارد الف) حشرات اسکلت خارجی دارند ولی استخوان ویژهٔ مهره‌داران است (به جز ماهی غضروفی!). ب) در هر واحد بینایی نه درون هر چشم حشرات، یک قرنیه، یک عدسی و تعدادی گیرندهٔ نوری وجود دارد. ج) زنبورها ماده‌ای برای دور شدن مورچه‌ها ترشح نمی‌کنند.

۴۶۱۴ (۴) فقط عبارت (د) ویژگی پرندگان را صحیح نشان می‌دهد. منظور سؤال **پرندگان مهاجر** می‌باشند.

بررسی موارد الف) نادرست. در بیشتر پرندگان، هر دو والد نر و ماده در انتخاب جفت نقش دارند. ب) نادرست. این جانوران با اتمام سرمای زمستان و **شروع بهار**، به محل اولیهٔ زندگی خود برمی‌گردند. ج) نادرست. در رفتار مهاجرت که نوعی رفتار غریزی می‌باشد، یادگیری نیز نقش دارد. د) **درست**. برخی پرندگان سیستم جفت‌گیری چندهمسری دارند ولی بیشتر آن‌ها تک‌همسری می‌باشند.

۴۶۱۵ (۲) در مهاجرت غریزیِ پروانه‌های مونارک، این جانوران طبق متن کتاب با تشخیص محل خورشید در روز به سوی مقصد می‌روند ولی سارها علاوه‌بر موقعیت خورشید با استفاده از موقعیت ستاره‌ها در شب نیز به مهاجرت خود ادامه می‌دهند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: در مهاجرت سارها مشخص شده است که هر پرنده‌ای که سابقهٔ مهاجرت دارد، با **آزمون و خطا**، مسیر خود را که تکرار مهاجرت‌های قبلی است، بهتر تشخیص می‌دهد. **گزینهٔ (۳)**: مهاجرت نوعی رفتار غریزی است که یادگیری نیز در آن تأثیر دارد. **گزینهٔ (۴)**: عبور از مسیری که قبلاً در آن نبوده است یک مشکل **جدید** به حساب می‌آید که باید با استفاده از تجربه‌های قبلی، این‌بار با **حل مسئله** و آگاهانه برطرف شود.

۴۶۱۶ (۴) اگر آهنربای کوچکی را روی سر کبوتر خانگی قرار دهیم، باعث عدم درک مناسب برای میدان مغناطیسی زمین توسط کبوتر شده‌ایم. اگر این شرایط را در روز و شب غیرابری ایجاد کنیم، جانور با تشخیص موقعیت خورشید یا ستاره‌ها می‌تواند به مسیر مهاجرت یا رفت و آمد خود ادامه دهد ولی در روز و شب ابری برای مسیریابی به مشکل برمی‌خورد.

۴۶۱۷ (۴) فقط مورد (ب) نادرست است. سارها هنگام روز با استفاده از موقعیت خورشید و در شب با استفاده از موقعیت ستاره‌ها در آسمان جهت‌یابی می‌کنند. (نادرستی مورد (ب))

بررسی موارد الف) زنبورهای عسل به صورت گروهی و تقسیم کار در یافتن منابع غذایی اقدام می‌کنند. همچنین سارها نیز به صورت گروهی مهاجرت می‌کنند. ج) مهاجرت سارها از سیبری و اروپا به تالاب ها و آبگیر های شمال ایران، به علت تغییر فصل و نامساعد شدن شرایط محیط و کاهش منابع غذای مورد نیاز جانور است. بدین ترتیب جانور به منظور غذایابی بهینه مجبور به مهاجرت می‌شود. د) رفتار وارسی نوزدان توسط موش ماده، همانند مهاجرت یک رفتار غریزی است که در همهٔ افراد یک گونه اساس یکسانی دارد.

۴۶۱۸ (۱) در هر گزینه به ترتیب افزایش یا کاهش عمل بررسی شده را گفته‌ایم!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: افزایش (در مورد افزایش ذخیرهٔ چربی‌ها!) – کاهش. **گزینهٔ (۲)**: کاهش (در مورد اکسیژن) – کاهش. **گزینهٔ (۳)**: کاهش (در مورد آب) – کاهش (در مورد تنفس یاخته‌ای). **گزینهٔ (۴)**: کاهش (در مورد ذخیرهٔ *ATP* چون تنفس کم می‌شود) – کاهش (در مورد کم شدن تنفس یاخته‌ای).

۴۶۱۹ (۳) سؤال در مورد مهاجرت است که رفتاری غریزی است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: درست است چون رفتاری غریزی است. **گزینهٔ (۲)**: یکی از دلایل مهاجرت همین است. **گزینهٔ (۳)**: تجربه نیز در انجام مهاجرت دقیق‌تر نقش دارد. **گزینهٔ (۴)**: درست است چون هدف از مهاجرت زندگی راحت‌تر است.

۴۶۲۰ (۳) برخی جانوران برای بقا، در زمستان خواب زمستانی دارند. در این حالت جانور به خواب عمیقی فرو می‌رود و یک دورهٔ کاهش فعالیت را طی می‌کند که در آن دمای بدن، مصرف اکسیژن، تعداد تنفس جانور و نیاز جانور به انرژی کاهش می‌یابد. پیش از ورود به خواب زمستانی، جانور مقدار زیادی غذا مصرف می‌کند و در بدن آن چربی لازم به مقدار کافی ذخیره می‌شود تا هنگام خواب به مصرف برسد. رکود تابستانی نیز یک دورهٔ کاهش فعالیت است که در آن سوخت‌وساز جانور کاهش می‌یابد. رکود تابستانی در جانورانی دیده می‌شود که در جاهای به شدت گرم مانند **بیابان** زندگی می‌کنند. این جانوران در پاسخ به نبود غذا یا دوره‌های خشکسالی، رکود تابستانی را انجام می‌دهند.

۴۸۷ مقایسه رکود تابستانی و خواب زمستانی

موارد مقایسه	خواب زمستانی	رکود تابستانی
مخصوص مناطق	مناطق به شدت سرد	مناطق به شدت گرم
علت	بقا در زمستان	بقا در تابستان
فرورفتن به خواب عمیق	+	–
مصرف غذای زیاد قبل آن	+	–
رخ دادن در پاسخ به خشکسالی	–	+
فعالیت و دمای بدن و میزان تنفس و نیاز بدن به انرژی و سوخت و ساز	کاهش	کاهش

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: همان‌طور که در کتاب درسی اشاره شده است، در افرادی که از **خواب زمستانی** به منظور کاهش فعالیت و سوخت‌وساز استفاده می‌کنند، چربی کافی به میزان لازم ذخیره می‌شود تا هنگام خواب به مصرف برسد. **گزینهٔ (۲)**: همان‌طور که در بالا توضیح داده شد هم در جانورانی که از خواب زمستانی و هم در جانورانی که از رکود تابستانی استفاده می‌کنند، یک دورهٔ کاهش فعالیت و سوخت‌وساز در بدن جانور مشاهده می‌شود. همان‌طور که به یاد دارید یکی از فرایندهای مربوط به سوخت‌وساز و تنفس هوازی، چرخهٔ کربس انجام شده در میتوکندری می‌باشد. در این چرخه حین تبدیل مادهٔ ۶ کربنه به ۵ کربنه و همچنین مادهٔ ۵ کربنه به ۴ کربنه، کربن‌دی‌اکسید تولید می‌شود. در نتیجهٔ کاهش تنفس هوازی، کربن‌دی‌اکسیدهای چرخهٔ کربس نیز به مقدار کمتری تولید می‌شوند. **گزینهٔ (۴)**: همان‌طور که می‌دانید، رکود تابستانی همانند خواب زمستانی می‌تواند در پستانداران مشاهده شود. دقت کنید در متن کتاب درسی اشاره شده است، این پدیده‌ها با کاهش فعالیت تنفسی و کاهش مصرف اکسیژن همراه هستند و انقباض ماهیچه‌ای کمی رخ می‌دهد.

۴۶۲۱ (۴) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد الف) برخی رفتارها مانند بیرون انداختن پوست تخم جوجهٔ کاکایی هم در دورهٔ مشخصی رخ می‌دهد اما نقش‌پذیری نیست و یا مثلاً رفتار رکود تابستانی یا خواب زمستانی نیز نقش‌پذیری نیست. ب) الزاماً هر رفتاری با افزایش بقای جانور همراه نیست، مثال رفتار دگرخواهی. ج) رفتار خوگیری یا عادی شدن باعث حفظ انرژی بدن برای فعالیت‌های حیاتی می‌شود و با پاسخ به محرک‌های تکراری که سود و زیانی برای آن ندارد، کاهش پیدا می‌کند. د) از نقش‌پذیری برای حفظ گونه‌های در خطر انقراض استفاده می‌شود که همراه با یادگیری رفتارهای اساسی همانند جست‌وجوی غذا می‌باشد.

۴۶۲۲ (۴) منظور سؤال، زندگی گروهی **زنبورهای کارگر** می‌باشد. همان‌طور که می‌دانید، زنبورها از فرومون برای اطلاع‌رسانی حضور شکارچی در محیط استفاده می‌کنند. زنبورهای کارگر گل‌هایی با شهد فراوان را گرده‌افشانی می‌کنند که از طول موج‌های مرئی و فرابنفش در پیدایش گل‌ها استفاده می‌کنند. زنبورهای کارگر با انتقال اطلاعات از طریق حرکات بدن و صدای وزوز متفاوت به همدیگر محل منبع جدید غذایی را در زندگی گروهی به هم نشان می‌دهند.

زندگی گروهی زنبور عسل کارگر

- در زنبورهای عسل
  - زنبورهای کارگر که ماده هستند
    - قدرت تخمک‌زایی، لقاح و بکرزایی ندارند.
    - شهد و گردهٔ گل‌ها را جمع‌آوری کرده و به کندو می‌آورند.
  - زنبور کارگر یابندهٔ منبع جدید ← به کندو برمی‌گردد ← با انجام حرکات ویژه و صدای وزوز متفاوت ← انتقال اطلاعات به زنبورهای کارگر دیگر
    - دریافت اطلاعات توسط زنبورهای کارگر دیگر
    - محل دقیق غذا و منبع جدید را پیدا می‌کنند. ← با این اطلاعات و به کمک **بویایی** خود ← زنبورهای کارگر دیگر
  - انتقال اطلاعات از طریق حرکات زنبور کارگر یابنده
    - فاصلهٔ تقریبی کندو تا محل منبع غذا
    - جهتی را که باید پرواز کنند.
    - برای سایر کارگرها مشخص می‌شود.
  - هرچه حرکات طولانی‌تر باشد ← محل منبع غذا دورتر است.
  - فواید این ارتباط
    - صرف انرژی کمتر
    - زمان کوتاه برای پیدا کردن محل دقیق منبع غذا

۴۶۲۳ (۲) موارد (الف) و (د) صحیح نیستند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** زنبور نر حاصل بکرزایی است ولی زنبوری که رفتار دگرخواهی از خود بروز می‌دهد کارگر است و زنبورهای کارگر ماده هستند. (یازدهم - فصل ۷). (ب) درست. زنبورهای کارگر یابنده غذا هستند که با ارسال اطلاعاتی دربارهٔ منبع غذایی، زنبورهای دیگر را از محل منبع غذایی آگاه می‌کنند دقت کنید زنبورها برای برقراری ارتباط با هم، از فرومون‌ها هم می‌توانند استفاده کنند. (ج) **نادرست.** زنبورهای عسل (کارگر) گل‌هایی را گرده‌افشانی می‌کنند که شهد آن‌ها قند فراوانی داشته باشد. همچنین این گل‌ها علائمی دارند که فقط در نور فرابنفش دیده می‌شوند. (یازدهم - فصل ۸) زنبور عسل دارای چشم مرکب است که قادر به دریافت پرتوهای فرابنفش نیز می‌باشد. (د) **نادرست.** زنبورهای نر از طریق تقسیم میتوز گامت تولید می‌کنند و دارای یک مجموعه کروموزومی در یاخته‌های پیکری خود هستند. اما دقت داشته باشید زنبورهای کارگر هم به دلیل اینکه نازا هستند قادر به تولید گامت (چه از طریق میوز یا چه از طریق میتوز) نیستند. زنبورهای عسل کارگر ماده هستند و دارای دو مجموعه کروموزوم در یاخته‌های پیکری خود می‌باشند. (یازدهم - فصل ۷)

۴۶۲۴ (۲) در رفتار گروهی مورچه‌های کارگر، نوع بزرگ‌تر برگ‌ها را برش داده و آن‌ها را به لانه منتقل می‌کنند تا با تجزیه شدن مواد آلی آن، به عنوان کود **آلی** در رشد قارچ استفاده شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مورچه‌های بزرگ در **برش** و **حمل** برگ‌ها ولی مورچه‌های **کوچک‌تر** در کار **دفاعی** نقش دارند. **گزینهٔ (۳):** برگ‌های انتقال یافته توسط مورچه‌های برگ‌بر و یا دفاعی فقط صرف تولید کود آلی برای رشد **قارچ‌ها** می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** با دقت در شکل کتاب درسی، مشاهده خواهید کرد که هر دو نوع مورچهٔ بزرگ و کوچک همراه با برگ به محل زندگی قارچ منتقل می‌شوند.

۴۸۸ رفتارهای مورچه‌ای!

اجتماع مورچه‌های برگ‌بر	کارگرهای بزرگ‌تر	برش برگ‌ها و انتقال آن‌ها به لانه جهت پرورش نوعی قارچ که از آن تغذیه می‌کند.
	کارگرهای کوچک‌تر	دفاع از مورچه‌های کارگر بزرگ‌تر (نقش دفاعی نگهبان دارند.)
مورچه‌های محافظ درخت آکاسیا	حمله به حشرات و پستانداران کوچک و گیاهان دارزی + فرار و حمله نکردن به زنبورهای گرده افشان به علت آزادسازی نوع ترکیب شیمیایی از گل‌های آکاسیا	

۴۶۲۵ (۲) مورچه‌هایی که برگ‌ها را برش داده و حمل می‌کنند اندازهٔ بزرگ‌تری نسبت به مورچه‌های دفاع‌کننده دارند. (تأیید گزینهٔ (۲) و رد گزینهٔ (۱)).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۳):** با توجه به شکل ۱۵ صفحهٔ ۱۲۲ کتاب، رنگ بدن این جانوران می‌تواند متفاوت باشد. **گزینهٔ (۴):** این مورچه‌ها از نوعی قارچ تغذیه می‌کنند. قارچ‌ها فتوسنتزکننده نیستند.

۴۶۲۶ (۳) دقت کنید که **ماد** حاصل از بکرزایی، به دنبال دو برابر شدن کروموزوم‌های موجود در تخمک به وجود می‌آید (نه زنبورها).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** زنبورها می‌توانند از فرومون برای هشدار **خطر حضور شکارچی** به دیگران استفاده کنند ولی از سایر موارد مثلاً صدا و حرکات نیز در برخی موارد ارتباط برقرار می‌کند. **گزینه‌های (۲) و (۴):** در اجتماع مورچه‌های برگ‌بر، کارگرها اندازهٔ متفاوتی دارند. **گروهی از** آن‌ها وظیفهٔ دفاع را انجام می‌دهند و **گروهی** برگ‌ها را برش می‌دهند و به لانه حمل می‌کنند.

۴۶۲۷ (۳) همهٔ زنبورهای عسل از طریق فرومون‌ها می‌توانند با جانوران هم‌گونهٔ خود ارتباط داشته باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** زنبورهای کارگر و ملکه ماده‌هایی دیپلوئید و حاصل فرایند لقاح هستند. دو برابر شدن دنای تخمک‌ها مربوط به بکرزایی در مارهاست. **گزینهٔ (۲):** مورچه‌ها، از قطعات برگ به عنوان کود استفاده می‌کنند تا قارچ‌ها در آن محیط رشد کنند. **گزینهٔ (۴):** فقط گروهی از مورچه‌های برگ‌بر که کوچک‌ترند نقش دفاعی دارند.

۴۶۲۸ (۱) کلیه در **مهره‌داران** دیده می‌شود. در **همهٔ** مهره‌داران با رسیدن اکسیژن به مایع بین‌یاخته‌ای و ورود آن به یاخته‌ها، **تنفس یاخته‌ای** که همان تنفس **واقعی** یاخته‌های بدن است، انجام می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** **صدای** جیرجیرک **نر**، اطلاعاتی مانند **گونه** و **جنسیت** را به اطلاع جیرجیرک ماده می‌رساند. دقت کنید که حشرات تنفس **نایدیسی** دارند و دستگاه گردش مواد آن‌ها نقشی در انتقال گازهای تنفسی ندارد. **گزینهٔ (۳):** برای مثال **زنبورها** توانایی رفتار دگرخواهی را دارند، اما سازوکارهای تهویه‌ای در **مهره‌داران شش‌دار** دیده می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در آبزیان مثل **ماهی‌ها**، **دوزیستان** و **بی‌مهرگان آبزی** لقاح خارجی دیده می‌شود. ماهی‌ها تنفس **آبششی** دارند. دوزیستان نیز علاوه‌بر تنفس **پوستی**، تنفس **ششی** با سازوکار پمپ فشار مثبت دارند. بی‌مهرگان آبزی نیز الزاماً تنفس پوستی ندارند!

۴۶۲۹ :(۱) برخی رفتارهای دگرخواهی، مثل نگهبان‌ها، فقط در ظاهر به نفع سایر افراد است ولی در بقای ژن‌های فرد نیز مؤثر است و یا برخی مثل پرندگان یاریگر به نفع خود فرد نیز می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در مورد رفتار دگرخواهی زنبور کارگر نازا صحیح است. **گزینهٔ (۳):** در مورد رفتار دگرخواهی زنبورهای کارگر یا دم‌عصایی‌ها صحیح است. **گزینهٔ (۴):** رفتار دگرخواهی، بر اساس انتخاب طبیعی برگزیده شده است.

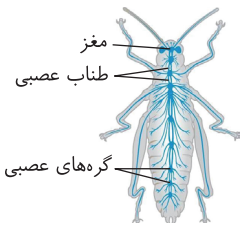
رفتار دگرخواهی

- رفتار دگرخواهی در بین جانوران دارای زندگیِ **گروهی** دیده می‌شود و رفتاری است که در آن یک جانور، افزایش احتمال بقای جانور و موفقیت تولیدمثلی جانور دیگر را با هزینهٔ کاسته شدن از احتمال بقای خودش می‌دهد.
- در بین جانورانی که زندگی گروهی دارند، افراد **نگهبانی** هستند که با تولید صدا حضور شکارچی را خبر می‌دهند و باعث فرار به موقع دیگر اعضای گروه می‌شوند اما با صدایشان توجهٔ شکارچی را به خود جلب می‌کنند و احتمال بقایشان را کاهش می‌دهند.
- زنبورهای عسل کارگر نازا هستند و از زاده‌های ملکه نگه‌داری می‌کنند و آن‌ها را پرورش می‌دهند.
- افراد نگهبان در گروه جانوران و زنبورهایی که در یک کندو زندگی می‌کنند رفتار دگرخواهی را نسبت به خویشاوندان خود دارند و اگرچه خود آن‌ها نمی‌توانند زاده‌ای داشته باشند اما خویشاوندانشان می‌توانند زادآوری کنند و ژن‌های مشترک را به نسل بعد منتقل کنند. به همین دلیل رفتار دگرخواهی براساس انتخاب طبیعی انتخاب می‌شود.
- تشکیل **گروه‌های** همکاری نیز از نمونه‌های رفتار دگرخواهی است مثلاً در خفاش‌های خون‌آشام که به‌طور گروهی در غارها یا سوراخ درختان زندگی می‌کنند و غذای آن‌ها خون پستانداران بزرگ مثل دام‌ها است، خونی را که خورده‌اند با هم به اشتراک می‌گذارند. خفاشی که غذا خورده است، کمی از خون خورده شده را بر می‌گرداند تا خفاش گرسنه سیر شود و خفاشی که غذا را دریافت کرده است، کار خفاش دگرخواه را جبران می‌کند و اگر نکند، از اشتراک غذا کنار گذاشته می‌شود. در این خفاش‌ها دگرخواهی لزوماً براساس رابطهٔ خویشاوندی نیست و دگرخواهی در اثر انتخاب طبیعی برگزیده شده است و به بقای آن‌ها می‌انجامد.
- رفتار دگرخواهی همیشه رفتاری با ضرر برای یک فرد نیست، گاهی می‌تواند به نفع فرد باشد. در میان پرندگان افراد یاریگری هستند که در پرورش زاده‌ها به والدین کمک می‌کنند و باعث نگه داری و پرورش زاده‌ها می‌شوند و احتمال بقای آن‌ها را زیاد می‌کند. این یاریگرها اغلب جوان هستند و می‌توانند با این کار تجربه کسب کنند و هنگام زادآوری و پرورش زاده‌هایشان می‌توانند از آن‌ها استفاده کنند. همچنین با مرگ احتمالی جفت‌های زادآور می‌توانند قلمرو آن‌ها را تصاحب کنند و خودزادآوری کنند.

۴۶۳۰ :(۲) به‌طور کلی انتخاب طبیعی در **بروز** رفتارها (نه ایجاد!) مؤثر است. بنابراین انتخاب طبیعی در بروز رفتار دگرخواهی همانند سایر صفات نقش دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** انتخاب جفت براساس ویژگی‌های ظاهری صورت می‌گیرد و ویژگی‌های ظاهری (فنوتیپ) به ژنوتیپ افراد بستگی دارند. **گزینهٔ (۳):** ممکن است رفتار انتخاب جفت توسط نرها نیز صورت گیرد؛ مثلاً در جمعیت نوعی جیرجیرک، افراد نر، ماده‌ها را بر اساس اندازهٔ جثه انتخاب می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** انتخاب طبیعی ممکن است با انتخاب صفات سازگارتر با محیط، سبب کاهش تنوع افراد و کاهش شانس بقای گونه شود. همچنین ممکن است انتخاب طبیعی رفتارهایی را انتخاب کند که شانس تولیدمثل موفق را در جمعیت جانوران افزایش دهد ولی شانس بقای آن‌ها را کاهش دهد. (خلاصه هرچی که هست، انتخاب طبیعی، ایجادکننده نیست بلکه انتخاب‌کننده است!)

۴۶۳۱ :(۱) طبق کتاب درسی، صورت سؤال می‌تواند **زنبور عسل کارگر** باشد که رفتار **دگرخواهی** را از خود نشان می‌دهد. طبق شکل، طناب عصبی شکمی حشرات از **دو رشته** تشکیل شده است که در نقاطی (همان گره‌های عصبی) به هم اتصال دارند.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** این مورد در ارتباط با **نفریدی** است در حالی که سامانهٔ دفعی حشرات، لوله‌های مالپیگی است که انتهای آن‌ها به روده باز می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** فقط انشعابات **پایانی** نایدیس‌های حشرات، دارای مایعی هستند که تبادلات گازی را ممکن می‌سازد. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که طبق شکل کتاب درسی، گره عصبی **هر بند** بدن حشرات، الزاماً به طرف اندام‌های حرکتی عصب نمی‌فرستد.

۴۶۳۲ :(۲) در نوعی جیرجیرک جانور نر زامه‌های خود را درون کیسه‌ای به همراه مقداری مواد مغذی به جانور ماده منتقل می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** قلمروخواهی پرندگان قو برایشان فایده‌هایی هم دارد: استفادهٔ اختصاصی از منابع قلمرو می‌تواند غذا و انرژی دریافتی جانور را افزایش دهد. امکان جفت‌یابی جانور و دسترسی به پناهگاه برای در امان ماندن از شکارچی نیز افزایش می‌یابد. **گزینهٔ (۳):** در گروه مورچه‌هایی که زندگی گروهی دارند، برخی از آن‌ها، قطعات برگ را به عنوان کود برای پرورش نوعی قارچ که از آن تغذیه می‌کنند، به کار می‌برند. **گزینهٔ (۴):** در بین جانورانی که زندگی گروهی دارند افراد نگهبانی هستند که با تولید صدا حضور شکارچی را به دیگران هشدار می‌دهند تا به موقع فرار کنند.

۴۶۳۳ :(۴) توجه کنید در رفتار مهاجرت جهت‌یابی جانور در روز با استفاده از موقعیت خورشید و در شب با استفاده از موقعیت ستاره‌ها در آسمان انجام می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دگرخواهی رفتاری است که در آن یک جانور (جانور نگهبان) بقا و موفقیت تولیدمثلی جانور دیگری را با هزینهٔ کاسته شدن از احتمال بقا و تولید مثل خود افزایش دهد. **گزینهٔ (۲):** آواز خواندن پرنده‌های قو در رفتار قلمروخواهی سبب افزایش امکان جفت‌یابی در جمعیت این جانور می‌شود. **گزینهٔ (۳):** به‌طور مثال در جمعیت زنبورهای عسل، زنبورهای یابندهٔ منبع غذایی، اطلاعات مربوط به آن را به زنبورهای کارگر منتقل می‌کنند.

۴۶۳۴ :(۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** بله و متن کتاب درسی است. **گزینهٔ (۲):** قید همانند صحیح است. **گزینهٔ (۳):** قید «فقط» نادرست است و لزومی ندارد. **گزینهٔ (۴):** لزوماً رفتار غذایابی که غریزی است نیازی به یادگیری ندارد و لزوماً هم انرژی خالص مهم نیست برخی موارد مثل طوطی انرژی زیادی در غذای آن نیست. (خاک رس).

۴۶۳۵ :(۱) **بررسی گزینه‌ها** رفتار دگرخواهی با هزینهٔ کاسته شدن از احتمال بقا و موفقیت تولیدمثلی فرد همراه است ولی در رابطه با پرندگان یاریگر، این رفتار به نفع آن‌هاست. (نادرستی گزینهٔ (۲)) یاریگرها اغلب پرندگان جوانی هستند (نادرستی گزینهٔ (۴)) که باکمک به والدین صاحب لانه تجربه کسب می‌کنند و هنگام زادآوری می‌توانند از این تجربه‌ها برای پرورش زاده‌های خود استفاده کنند یا با مرگ احتمالی جفت‌های زادآور قلمروشان را تصاحب کنند (نادرستی گزینهٔ (۳)).

۴۶۳۶ :(۳) فقط مورد (د) نادرست بیان شده است.

بررسی موارد (الف) **درست.** استفادهٔ اختصاصی از منابع قلمرو می‌تواند غذا و انرژی دریافتی جانور را افزایش دهد. (ب) **درست.** نحوهٔ حفاظت از قلمرو چگونگی انجام یک رفتار را نشان می‌دهد، بنابراین نشان‌دهندهٔ دیدگاه نخست در بررسی رفتارها است. در حالی که دیدگاه انتخاب طبیعی در مورد **چرایی** انجام یک رفتار است. (ج) **درست.** امکان جفت‌یابی جانور و دسترسی به پناهگاه برای در امان ماندن از شکارچی نیز افزایش می‌یابد. (د) نادرست. دقت داشته باشید که در این نوع رفتار جانوری، جانوران در برابر افراد هم‌گونه یا افراد گونه‌های دیگر از قلمرو خود دفاع می‌کنند.

۴۶۳۷ (۲) زنبورهای عسل با کمک به گرده‌افشانی گیاهان گل‌دار، شانس زادآوری آن‌ها را افزایش می‌دهند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** رفتارهای دگرخواهی، سبب کاهش شانس بقا و تولیدمثل در فرد می‌شوند. این رفتارها سبب کاهش شانس بقا و تولیدمثل فرد شده اما شانس بقا و تولیدمثل افراد هم‌گونه را افزایش می‌دهند. **گزینهٔ (۳):** انتخاب طبیعی قادر به پیدایش آلل جدید نیست و تنها می‌تواند فراوانی آلل‌های موجود را تغییر دهد. **گزینهٔ (۴):** زنبورهای عسل کارگر، رفتار دگرخواهی را نسبت به خویشاوندان خود انجام می‌دهند. آن‌ها با خویشاوندان‌شان، ژن‌های مشترکی دارند، بنابراین اگرچه این جانوران خود زاده‌ای نخواهند داشت ولی خویشاوندان آن‌ها می‌توانند زادآوری کرده و ژن‌های مشترک را به نسل بعد منتقل کنند.

۴۶۳۸ (۳) عدم پاسخ شقایق دریایی به حرکات مداوم آب که خوگیری تلقی می‌شود همانند پیوند جوجه‌ها و مادرشان که نقش‌پذیری است، نوعی یادگیری بوده و محصول برهم‌کنش اطلاعات ژنی و یادگیری است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** رفتار دگرخواهی دم‌عصایی فقط در بین افراد خویشاوند انجام می‌شود. **گزینهٔ (۲):** رفتار قلمروخواهی شانس جفت‌گیری جانور را افزایش می‌دهد و به این ترتیب شانس بقای ژن‌های فرد را بیشتر می‌کند. از سوی دیگر، بیرون انداختن تخم‌های شکسته موجب شانس بقای زاده‌های کاکایی و ژن‌های آن می‌شود. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید فقط رفتار حل مسئله با برنامه‌ریزی آگاهانه صورت می‌گیرد، نه رفتارهای دیگر.

۴۶۳۹ (۱) فقط مورد (ب) صحیح است. زندگی گروهی بیانگر ارتباط جانداران با افراد **سایر گونه‌ها** و خود آن گونه برای زندگی بهتر می‌باشد. در این صورت باید بیش از یک جمعیت را در نظر گرفت و در سطح اجتماع زیستی آن را بررسی کرد.

بررسی موارد (الف) رفتار دگرخواهی **نوعی** زندگی گروهی است که در برخی مثل نگهبان‌ها یا برخی خفاش‌ها دیده می‌شود. (ج) رابطهٔ دگرخواهی بین خفاش‌های خون‌آشام نوعی زندگی گروهی **بدون** رابطهٔ خویشاوندی است. (د) گروه همکاری در خفاش‌ها دیده می‌شود ولی در نگهبان‌ها دیده نمی‌شود.

۴۸۹ انواع رفتار دگرخواهی

انواع رفتار دگرخواهی	مثال	نکات
رفتار دگرخواهی نسبت به خویشاوندان	افراد نگهبان در گروه جانوران و یا زنبورعسل	افراد دارای ژن‌های مشترک با خویشاوندان
تشکیل گروه همکاری	خفاش‌های خون‌آشام	لزوماً خویشاوند نیستند. افراد باید یکدیگر را در آینده جبران کنند در غیر این صورت از گروه اشتراک غذا کنار گذاشته می‌شوند.
رفتار دگرخواهی به نفع خود فرد	پرندگان یاریگر	یاریگرها با کمک به والدین تجربه کسب و با مرگ احتمالی جفت زادآور، قلمرو آن‌ها را تصاحب و خودزادآوری می‌کند.

۴۶۴۰ (۲) زندگی گروهی همراه با رفتار دگرخواهی در افراد نگهبان برای حفظ **خویشاوندان** می‌باشد ولی در خفاش‌ها این رفتار، لزوماً برای خویشاوندان نیست و گروه همکاری تشکیل می‌دهند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** برگ بریده شده توسط مورچه‌ها سبب ایجاد کود **آلی** برای پرورش نوعی قارچ می‌شود (نه کود زیستی!). **گزینهٔ (۳):** زنبور کارگر با استفاده از قدرت **بویایی** خود به تعیین محل دقیق غذا می‌پردازد. **گزینهٔ (۴):** غذای طوطی، مواد **گیاهی** است (نه جانوری!) پس غذای آن‌ها فاقد گلیکوژن می‌باشد.

۴۶۴۱ (۴) زنبورهای کارگر و دم‌عصایی‌های نگهبان شانس بقای خود را **کاهش** می‌دهند و خود زاده‌ای نخواهند داشت. آن‌ها به‌طور **غیرمستقیم**، شرایط را برای گسترش ژن‌های خویشاوندان خود که همانند ژن‌های آن‌ها می‌باشد، فراهم می‌کنند ولی پرندگان یاریگر، قدرت لقاح داشته و **مستقیماً** بقای ژن‌های خود را تضمین می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دم‌عصایی نگهبان به دلیل رفتار دگرخواهی خود، زاده‌ای تولید نمی‌کند و رفتار آن‌ها به صورت گروه همکاری نمی‌باشد (گروه همکاری در خفاش‌ها وجود دارد). **گزینهٔ (۲):** رفتار دگرخواهی با نفع فردی در مثال پرندگان **یاریگر** دیده می‌شود ولی در رفتار خفاش‌های خون‌آشام نیز در همهٔ افراد گروه سود دوطرفه ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۳):** رفتار دگرخواهی هر دو نوع جاندار در بقای بیشتر زاده‌های جمعیت مؤثرند.

نکته

هر نوع رفتار دگرخواهی، در نهایت سبب بالا رفتن شانس بقا و زادآوری سایر افراد جمعیت می‌شود ولی این رفتار می‌تواند با کاهش شانس بقای برخی افراد رخ دهد (مثلاً در نگهبان‌ها) و یا سبب افزایش بقای همهٔ افراد شود (مثلاً در خفاشان و پرندگان یاریگر).

۴۶۴۲ (۳) **افراد نگهبان** در گروه جانوران و یا **زنبورهای عسل**، رفتار **دگرخواهی** را نسبت به **خویشاوندان** خود انجام می‌دهند. آن‌ها با خویشاوندانشان، ژن‌های مشترکی دارند. بنابراین اگرچه این جانوران خود زاده‌ای نخواهند داشت، ولی خویشاوندان آن‌ها می‌توانند زادآوری کرده و **ژن‌های مشترک** را به نسل بعد منتقل کنند. به همین علت است که براساس **انتخاب طبیعی**، رفتار دگرخواهی برگزیده شده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گاهی دگرخواهی، رفتاری **به نفع خود فرد** است. **گزینهٔ (۲):** **زنبورهای عسل کارگر**، نازا هستند نه هر جانور دارای رفتار دگرخواهی! **گزینهٔ (۴):** خفاش‌هایی که دگرخواهی انجام می‌دهند، لزوماً خویشاوند **نیستند**.

نکته

- زندگی گروهی
  - بدون دگرخواهی ← همیاری مورچه‌های برگ‌بر با قارچ ← سبب حفظ و تولیدمثل همهٔ اعضای جامعهٔ مورچه‌ها می‌شود.
  - دگرخواهی
    - نگهبان‌ها ← شانس بقا و لقاح نگهبان‌ها کاهش می‌یابد ولی شانس بقای خویشاوندان زیاد می‌شود. ← زنبورهای کارگر، دم‌عصایی نگهبان
    - گروه همکاری ← شانس بقای هر فرد خویشاوند و غیرخویشاوند در گروه زیاد می‌شود.
    - به نفع خود فرد ← پرندهٔ یاریگر جوان در آشیانه سایر پرندگان

۴۶۴۳ :(۱) دقت کنید که پرنده‌های یاریگر نیز، حین رفتار دگرخواهی، تجربه کسب می‌کنند و می‌توانند از این تجربه‌ها برای پرورش زاده‌های خود استفاده کنند. از طرفی اغلب دم‌عصایی‌های دگرخواه، زاده ندارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** رفتار دگرخواهی در دم‌عصایی، از آن‌جایی که جانور را در معرض مستقیم خطر قرار می‌دهد، برخلاف این رفتار در خفاش، می‌تواند به شدت حیات خود جانور را به مخاطره بیندازد. **گزینهٔ (۳):** رفتارهای دگرخواهی به منظور افزایش بقای جمعیت و توسط انتخاب طبیعی برگزیده شده‌اند. **گزینهٔ (۴):** در رفتار دگرخواهی، شانس بقای افراد دیگر جمعیت افزایش می‌یابد.

۴۶۴۴ :(۴) پرندهٔ یاریگر اغلب پرندهٔ جوانی است که با کمک والدین صاحب لانه، تجربه کسب کرده و هنگام زادآوری خود می‌تواند از این تجربه‌ها استفاده کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** زنبورهای عسل کارگر، ماده‌های نازایی هستند که خودشان امکان تولیدمثل نداشته و نگهداری و پرورش زاده‌های ملکه را بر عهده دارند **گزینهٔ (۲):** خفاش‌های خون‌آشام الزاماً رفتار دگرخواهی را در قبال خویشاوندان انجام نمی‌دهند. **گزینهٔ (۳):** در میان مورچه‌های برگ‌بر، مورچهٔ بزرگ‌تر کارگری است که برگ‌ها را برش داده و به لانه حمل می‌کند و کارگرهای کوچک‌تر، روی برگ قرار گرفته و از آن محافظت می‌کنند.

۴۶۴۵ :(۳) پروتئین ساخته شده از روی ژن B آنزیم‌ها و ژن‌های دیگری را فعال می‌کند. سپس در مغز جانور فرایندهای پیچیده‌ای به راه می‌افتد که در نتیجهٔ آن‌ها موش ماده رفتار مراقبت مادری را نشان می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** رفتار مراقبت مادری در موش مادر هنگام تولد نوزاد موش، به طور کامل بروز می‌کند نه از بدو تولد خودش! **گزینهٔ (۲):** رفتار مراقبت موش مادر از نوزادان تازه متولد شده یک رفتار **غریزی** است، می‌دانید اساس رفتار غریزی در همه افراد یک گونه یکسان است. **گزینهٔ (۴):** موش‌های ماده‌ای که ژن‌های جهش یافته داشتند ابتدا بچه موش‌های تازه متولد شده را وارسی کردند ولی بعد آن‌ها را نادیده گرفتند.

۴۶۴۶ :(۲) در رفتار درخواست غذا، نوک زدن‌های جوجهٔ کاکایی به منقار والد در ابتدا دقیق نیست ولی به تدریج و با تمرین این رفتار دقیق‌تر می‌شود. هرچه جوجه دقیق‌تر نوک بزند والد سریع‌تر به درخواست آن برای غذا پاسخ می‌دهد. پس می‌توان پی برد در طی نوک زدن دقیق‌تر، خلوص انرژی دریافتی جوجه‌ها از مادر افزایش می‌یابد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در رفتار درخواست غذا، نوک زدن‌های جوجهٔ کاکایی به منقار والد در ابتدا دقیق نیست ولی به تدریج و با تمرین این رفتار دقیق‌تر می‌شود. هرچه جوجه دقیق‌تر نوک بزند والد سریع‌تر به درخواست آن برای غذا پاسخ می‌دهد. پس با شرطی‌شدن فعال جوجه می‌آموزد که به مناطق خاصی از منقار مادر نوک بزند. **گزینهٔ (۳):** رفتار نوک زدن جوجهٔ کاکایی یک رفتار غریزی است و از بدو تولد در این جانور مشاهده می‌شود. **گزینهٔ (۴):** با توجه به اینکه رفتار نوک زدن جوجهٔ کاکایی و دریافت غذا توسط مادر یک رفتار **غریزی** است، پس اساس این رفتار در همهٔ افراد گونه یکسان است.

۴۶۴۷ :(۴) شکل سؤال نشان‌دهندهٔ نوک زدن جوجهٔ دو روزه است. پیش از این حالت در هنگامی که جوجه تازه متولد شده است. پرندهٔ کاکایی پس از آنکه جوجه‌هایش از تخم بیرون می‌آیند پوسته‌های تخم را از لانه خارج می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پس از دو روز از تولد جوجه‌ها، رفتار غریزی تحت اثر یادگیری دچار تغییر شده و جوجه غذای بیشتری دریافت می‌کند. **گزینهٔ (۲):** کلاغ‌ها به تخم جوجهٔ کاکایی حمله می‌کنند. **گزینهٔ (۳):** در این رفتار میان جوجه‌های کاکایی و والد خود رفتار در جوجهٔ کاکایی تحت اثر تجربه دچار تغییر می‌شود (نه رفتار).

۴۶۴۸ :(۳) شکل در مورد رفتار خوگیری پرنده و مترسک می‌باشد و جانور یاد گرفته است که با چشم‌پوشی از محرک بی‌اهمیت (مترسک)، انرژی خود را صرف فرایندهای حیاتی بیشتری برای تغذیه کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** حل مشکل جدید، مربوط به رفتار حل مسئله است. **گزینهٔ (۲):** در رفتار شرطی‌شدن فعال جانور می‌آموزد بین رفتار خود با پاداش یا تنبیهی که دریافت می‌کند ارتباط برقرار کند. **گزینهٔ (۴):** مربوط به شرطی‌شدن کلاسیک است.

۴۶۴۹ :(۴) رفتار شرطی‌شدن کلاسیک در شکل نشان داده شده است. طی همراه شدن محرک بی‌اثر با محرک طبیعی، پس از مدتی محرک بی‌اثر یا شرطی به تنهایی منجر به پاسخ جانور می‌شود. توجه کنید بعد از چنین اتفاقی نیز، همچنان محرک طبیعی می‌تواند منجر به وقوع پاسخ در جانور شود. در این شکل ولی فقط کمک به غذای در حال دیدن و بو کردن پاسخ داده است که نوعی رفتار غریزی با اساس یکسان در گونه است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مربوط به رفتار شرطی‌شدن فعال می‌باشد (نه شرطی‌شدن کلاسیک). **گزینهٔ (۲):** در این شکل فقط رفتار غریزی ترشح بزاق با بو کردن یا دیدن غذا مشخص شده است. **گزینهٔ (۴):** در این شکل اصلاً محرک بی‌اثر و شرطی وجود ندارد.

۴۶۵۰ :(۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** جعبهٔ اسکینر در رفتار شرطی‌شدن فعال مدنظر است. قسمت دوم هم در مورد حل مسأله است. پس هر دو مورد نادرست است. **گزینهٔ (۲):** جعبهٔ اسکینر در رفتار شرطی‌شدن فعال مد نظر است. **گزینهٔ (۳):** بخش دوم گزینهٔ توصیفی از رفتار شرطی‌شدن کلاسیک است. **گزینهٔ (۴):** بخش اول صحیح ولی بخش دوم در مورد شرطی‌شدن فعال است.

مقایسهٔ رفتارهای جانوران

موارد مقایسه	خوگیری	شرطی‌شدن کلاسیک	شرطی‌شدن فعال	حل مسئله	نقش‌پذیری
آزمون و خطا	−	−	+	−	−
قرارگیری در موقعیت جدید	−	−	−	+	−
محرک شرطی	−	+	−	−	−
چشم پوشی از محرک‌های تکراری	+	−	−	−	−
نقش مهم در یادگیری رفتارهای اساسی	−	−	−	−	+
پاسخ طبیعی به محرکی غیر از محرک طبیعی	−	+	−	−	−
نیاز به تکرار برای شکل‌گیری	+	+	+	−	−
قرارگیری تحت تأثیر ژن‌ها	+	+	+	+	+
قرارگیری تحت تأثیر محیط	+	+	+	+	+
قرارگیری تحت تأثیر تجربه	+	+	+	+	+

۴۶۵۱ ۴: همهٔ موارد صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) رفتار حل مسئله نوعی یادگیری محسوب می شود. شکل مورد نظر ابتدای این رفتار است که جانور چند بار بالا و پایین می‌پرد و سپس به حل مسئلهٔ جدید خود با استفاده از تجربیات گذشته می‌پردازد. پس مانند خوردن پروانهٔ سمی توسط پرنده هنوز مشکل حل نشده است. (ب) نیاز به دو محرک مختلف (بی‌اثر و طبیعی) و تبدیل آن به محرک شرطی ویژگی شرطی‌شدن کلاسیک است و در شرطی‌شدن فعال و رفتار حل مسئله چنین چیزی مد نظر نیست. (ج) رفتار نقش‌پذیری همانند حل مسئله نوعی یادگیری می باشد و بر اثر تغییر نسبتاً پایدار رفتار غریزی در اثر تجربه به وجود می آیند، ولی حل مسئلهٔ جدید ویژهٔ حل مسئله است. (د) شکل شروع رفتار حل مسئله در شامپانزه را نشان داده شده است که مانند فعالیت آن در استفاده از شاخهٔ نازک درختان برای صید موریانه، برای حل مشکل خود برنامه‌ریزی خواهد کرد.

۴۶۵۲ ۱: فقط مورد (ب) صحیح است. رفتارهای حل مسأله و شرطی‌شدن فعال در سمت راست تصاویر آمده است.

بررسی موارد (الف) نادرست. رفتارهای اشاره شده نوعی **یادگیری** محسوب می‌شوند. می‌دانید یادگیری **تغییر نسبتاً پایدار** رفتار غریزی است. همچنین می‌دانید که اساس رفتارهای غریزی در همهٔ افراد یک گونه یکسان است، بنابراین این ویژگی در قبل از یادگیری در هنگام بخش غریزی در هر دو رفتار صدق می‌کند. (ب) **درست**. ارتباط بین تجربیات گذشته و موقعیت جدید در رفتار حل مسئله مطرح می‌شود، ولی در هر نوع یادگیری تجربه نقش دارد. (ج) نادرست. رفتار های اشاره شده نوعی یادگیری محسوب می‌شوند. می‌دانید یادگیری تغییر **نسبتاً** پایدار رفتار غریزی است (نه کاملاً). (د) نادرست. یادگیری‌ها، برخلاف رفتارهای غریزی ممکن نیست در هنگام تولد به طور کامل در جانور بروز کنند چون بایستی رفتارهای غریزی در پی تجربه‌های به دست آورده شده تغییر نسبتاً پایدار یافته و یادگیری در جانور حاصل می‌شود.

۴۶۵۳ ۴: رفتار نقش پذیری جوجه غازها در شکل نشان داده شده است. از نقش‌پذیری در حفظ گونه‌های جانوران در **خطر انقراض** استفاده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: در رفتارهای یادگیری برهم‌کنش بین اطلاعات ژنی و تجربه مطرح است. **گزینهٔ (۲)**: نقش‌پذیری نوعی یادگیری است که در دورهٔ مشخصی از زندگی جانور انجام می‌شود. **گزینهٔ (۳)**: رفتار نقش‌پذیری جوجه غازها طی چند ساعت پس از خروج از تخم رخ می‌دهد.

۴۶۵۴ ۴: هر یک از تصاویر صورت سؤال رفتارهای مقابل را نشان می‌دهند: (الف) شرطی‌شدن فعال (ب) حل مسئله (ج) حل مسئله (د) خوگیری.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: نادرست. برنامه‌ریزی آگاهانه در حل مسئله در شکل‌های (ب) و (ج) رخ داده است. **گزینهٔ (۲)**: نادرست. در هر نوع یادگیری از تجارب گذشته استفاده می‌شود. **گزینهٔ (۳)**: نادرست. موارد (ج) و (ب) هر دو حل مسئله هستند و محرک شرطی ندارند. **گزینهٔ (۴)**: **درست**. مورد (د) در مورد خوگیری است که جانور به محرک بی‌اهمیت پاسخ نمی‌دهد و انرژی خود را صرف موارد مهم‌تری می‌کند.

۴۶۵۵ ۱: شقایق دریایی با تحریک مکانیکی مثل تماس، بازوهای خود را منقبض می‌کند اما به حرکت دائم آب پاسخی نمی‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲)**: شقایق دریای دارای اسکلت آب‌ایستایی است و با فشار جریان آب به بیرون جانور به سمت مخالف جهت جریان آب حرکت می‌کند. **گزینهٔ (۳)**: در رفتار خوگیری پاسخ جانور به یک محرک تکراری که سود یا زیانی برای آن ندارد، **کاهش** پیدا می‌کند و جانور می‌آموزد به برخی محرک‌ها پاسخ ندهد. **گزینهٔ (۴)**: در رفتار خوگیری جانور به محرک بی‌اهمیت تقریباً دیگر پاسخی نمی‌دهد.

۴۶۵۶ ۲: دم بلند و زینتی طاووس نر که دارای رنگ‌های درخشان است ممکن است حرکت جانور را دشوار و آن را در مقابل شکارچی‌ها آسیب‌پذیرتر کند و احتمال بقای آن را کاهش دهد، اما بقای جانوری با این ویژگی هنگام تولیدمثل سازگار بودن آن را نشان می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: معیار موفقیت داشتن بیشترین تعداد زاده‌های **سالم** می‌باشد. **گزینهٔ (۳)**: جانور نر در شکل برای جلب جفت، دم خود را مانند بادبزن می‌گستراند تا بهتر در معرض دید جانور ماده قرار می‌گیرد. **گزینهٔ (۴)**: وجود رنگ درخشان و لکه‌های چشم مانند بیشتری روی پرهای **دم** نشانه سلامت و کیفیت رژیم غذایی آن است.

۴۶۵۷ ۲: پردهٔ صماخ و گیرنده‌های مکانیکی متصل به آن در پشت پرده، طبق شکل ۱۷ فصل ۳ یازدهم، بین مفصل بند اول و دوم پاهای جلویی آن قرار دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: در نوعی جیرجیرک جانور **نر** زامه‌های خود را درون کیسه‌ای به همراه مقداری مواد مغذی به جانور ماده منتقل می‌کند. بنابراین بیشتر هزینهٔ تولیدمثل را جانور نر می‌پردازد. **گزینهٔ (۳)**: بزرگ بودن جیرجیرک ماده، نشانهٔ بیشتر بودن تخمک‌های آن است. توجه کنید کیسه‌های پر از اسپرم و مواد غذایی در جیرجیرک نر تولید می‌شود. **گزینهٔ (۴)**: گیرنده‌های مکانیکی **پشت** پردهٔ صماخ موجود در پاهای جلویی قرار می‌گیرند.

۴۶۵۸ ۳: شکل سؤال طوطی‌هایی را نشان می‌دهد که از خاک رس به منظور خنثی کردن مواد سمی حاصل از غذاهای گیاهی در لولهٔ گوارش، تغذیه می‌کنند. طوطی‌ها نوعی پرنده می‌باشند و می‌دانید که پرندگان نسبت به سایر مهره‌داران انرژی بیشتری به علت پرواز کردن مصرف می‌کنند و به اکسیژن بیشتری نیاز دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: دقت کنید که خاک رس استفاده شده توسط طوطی هم نوعی مواد غذایی است. **گزینهٔ (۲)**: هنگام غذایابی ممکن است جانور خود در خطر شکار شدن یا آسیب دیدن قرار گیرد. بنابراین رفتار برگزیده باید موازنه‌ای بین کسب بیشترین انرژی و کمترین خطر را نیز نشان دهد. در این حالت جانور صرفاً رفتاری را انتخاب نمی‌کند که با هر بار غذایابی بیشترین انرژی خالص را دریافت کند. **گزینهٔ (۴)**: الزامی به منظور بروز رفتار یکسان در جانوران در شرایط خطر وجود ندارد و رفتار جانوران با توجه به میزان خطر تهدیدکننده می‌تواند تنظیم شود.

۴۶۵۹ ۴: خفاش‌های خون آشام به طور گروهی درون غارها یا سوراخ درختان زندگی می‌کنند. غذای آن‌ها خون پستانداران بزرگ مثل دام‌هاست. پستانداران دارای سازوکار فشار منفی می‌باشند و در آن هوا به وسیلهٔ مکش حاصل از فشار منفی به شش‌ها وارد می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: توجه کنید رفتار دگرخواهی خفاش‌های خون‌آشام صرفاً بین افراد خویشاوند بروز نمی‌کند و در بین افراد غیرخویشاوند نیز صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۲)**: خفاشی که غذا را دریافت کرده، کار خفاش دگرخواه را در آینده جبران می‌کند. اگر جبران انجام نشود، این خفاش از اشتراک غذا کنار گذاشته می‌شود. **گزینهٔ (۳)**: خفاش‌هایی که غذا خورده‌اند، با یکدیگر به اشتراک می‌گذارند. خفاشی که غذا خورده است کمی از خون خورده را برمی‌گرداند تا خفاش گرسنه آن را بخورد.

۴۹۱ بازگرداندن ارزای مواد غذایی بلعیده شده در

خفاش‌های خون‌آشام	به اشتراک گذاری خون خورده شده با خفاش‌های گرسنه جهت تشکیل گروه همکاری
پرندهٔ کاکایی ماده	تغذیه جوجه کاکایی‌ها به دنبال نوک زدن به منقار والد
پستانداران نشخوارکننده	کامل جویدن غذای نیمه جویده در فرصت مناسب یا مکانی امن

۴۶۶۰ (۲) موارد (ب) و (ج) صحیح هستند. در شرطی‌شدن فعال، جانور می‌آموزد بین رفتار خود با پاداش یا تنبیهی که دریافت می‌کند، ارتباط برقرار کرده و در آینده رفتاری را تکرار یا از انجام آن خودداری می‌کند. پرنده با خوردن پروانه دچار احساس تهوع شده (نوعی تنبیه)، بنابراین از خوردن دوبارهٔ آن امتناع می‌کند.

بررسی موارد (الف) نادرست. رخ دادن رفتار در دورهٔ مشخصی از زندگی، مربوط به رفتار **نقش‌پذیری** است. (ب) **درست.** طبق انتخاب طبیعی همهٔ رفتارهای جانوران در جهت سازگاری بیشتری با محیط رخ می‌دهد. (ج) **درست.** همهٔ انواع یادگیری‌ها در اثر تغییر رفتار غریزی در اثر کسب تجربه به‌وجود می‌آیند. (د) ارتباط بین تجربه‌های گذشته و موقعیت **جدید** مربوط به رفتار **حل مسئله** است.

۴۶۶۱ (۱) **خفاش‌هایی** که دگرخواهی انجام می‌دهند، لزوماً خویشاوند نیستند. در واقع، رفتار دگرخواهی که در اثر انتخاب طبیعی برگزیده شده، به بقای آن‌ها منجر می‌شود. گاهی دگرخواهی، رفتاری به نفع خود فرد است. در میان پرندگان، افراد **یاریگری** هستند که در پرورش زاده‌ها به والدین آن‌ها یاری می‌رسانند و خود ضمن انجام این کار تجربه کسب می‌کنند یا این‌که قلمرو والدین را تصاحب می‌کنند. بنابراین منظور سؤال گروهی از خفاش‌ها (پستاندار) و پرندگان می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در جاندارانی که ارتباط غذایی بین مادر و جنین وجود ندارد (مانند پرندگان)، اندوختهٔ غذایی تخمک زیاد است، اما در پستانداران به دلیل ارتباط خونی بین مادر و جنین و در دوزیستان به علت دورهٔ جنینی کوتاه، میزان این اندوخته کم است. **گزینهٔ (۲):** اندازهٔ نسبی مغز در پرندگان و پستانداران نسبت به وزن از سایر مهره‌داران بیشتر است. **گزینهٔ (۳):** در مهره‌داران **شش‌دار**، جریان تهویه‌ای برقرار است. در جریان تهویه‌ای، جریان پیوسته‌ای از هوای تازه در مجاورت سطح تنفسی برقرار است. **گزینهٔ (۴):** هر مهره‌دار استخوانی، ساختار استخوانی آن با انسان مشابه است و دو نوع بافت استخوانی متراکم و اسفنجی دارند.

۴۶۶۲ (۴) در جانوران، انتخاب جفت را جانوری انجام می‌دهد که هزینهٔ بیشتری برای تولیدمثل می‌پردازد تا موفقیت زادآوری‌اش تضمین شود؛ در این مورد تفاوتی بین جیرجیرک و طاووس با سایر جانداران نیست.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** رفتارهای زادآوری به منظور افزایش موفقیت زادآوری و توسط انتخاب طبیعی **برگزیده** شده‌اند (نه اینکه ایجاد شده باشند). **گزینهٔ (۲):** طاووس دارای نظام جفت‌یابی چندهمسری و قمری‌خانگی دارای نظام جفت‌یابی تک‌همسری است. **گزینهٔ (۴):** در جانوران انتخاب جفت بر اساس داشتن صفات سازگارکننده صورت می‌گیرد. در طاووس نر و در جیرجیرک، ماده‌ها برای انتخاب شدن رقابت می‌کنند.

۴۶۶۳ (۴) رفتار حل مسئله در شکل صورت سؤال نشان داده شده است که کامل شده است. رفتار حل مسئله نوعی یادگیری است و رفتار یادگیری تغییر نسبتاً پایدار رفتار بر اثر تجربه صورت می گیرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** قسمت بالا و پایین رفتن شامپانزه قبل از یادگیری حل مسئله رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۲):** در شرطی‌شدن کلاسیک جانور بین محرک بی‌اثر و معنی‌دار ارتباط برقرار می‌کند. **گزینهٔ (۳):** در بین شکل رسیدن به موز آویخته از سقف اتاق انجام می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در مورد رفتار حل مسئله کاملاً صحیح است که یادگیری رخ داده است (نه خوردن موریانه).

۴۶۶۴ (۴) داشتن بیشترین تعداد زاده‌های سالم، معیاری برای موفقیت زادآوری در جانوران است. جانوران برای دستیابی به موفقیت در زادآوری رفتارهای تولیدمثلی انجام می‌دهند. طاووس نر و مادهٔ سالم، با انجام رفتار زادآوری، موفقیت تولیدمثلی‌شان را تضمین می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** طاووس نر به منظور رقابت با نرهای دیگر دم خود را مانند بادبزن می‌گستراند. **گزینهٔ (۲):** در جمعیت طاووس‌ها، نرها به منظور انتخاب شدن توسط ماده‌ها، با یکدیگر رقابت می‌کنند. **گزینهٔ (۳):** طاووس‌های نر دارای سیستم چندهمسری هستند و طاووس‌های ماده پرورش و نگهداری زاده‌ها را انجام می‌دهند.

۴۶۶۵ (۲) رفتاری که برای پرورش جوجهٔ پرنده‌هایی که والدینشان را از دست داده‌اند استفاده می‌شود، **نقش‌پذیری** است که در دورهٔ حساسی از زندگی رخ می‌دهد در حالی‌که رفتار شرطی‌شدن فعال می‌تواند در هر زمانی از زندگی رخ دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بیشتر رفتارها و یادگیری‌های جانوران محصول برهم‌کنش ژن‌ها و اثرهای محیطی است که جانوران در آن زندگی می‌کنند، از جمله رفتار نقش‌پذیری و حل مسئله. **گزینهٔ (۳):** جانور در رفتار حل مسئله بین تجارب و موقعیت جدید ارتباط برقرار می‌کند و با استفاده از آن مسئلهٔ **جدیدی** را حل می‌کند اما در نقش‌پذیری اینطور نیست و ارتباطی بین تجارب و موقعیت جدید برقرار نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** نقش‌پذیری با پاداش و تنبیه همراه نیست درحالی‌که رفتار شرطی‌شدن فعال همراه با پاداش و تنبیه است.

۴۶۶۶ (۱) صورت سؤال اشاره به رفتار **دگرخواهی** دارد که در بین جانورانی که زندگیِ گروهی دارند دیده می‌شود. رفتار دگرخواهی گاهی به نفع خود فرد نیز می‌باشد مثل تصاحب قلمرو و یا زادآوری که نه به نفع خود فرد است و نه به ضرر او (تایید گزینهٔ (۱)) مثلاً زنبورعسل کارگر که نازا است و یک ویژگی متفاوت از دیگر افراد گروه دارد و از گروه محافظت می‌کند (رد گزینهٔ (۲)). افراد نگهبان در گروه جانوران و زنبورهایی که در یک کندو زندگی می‌کنند رفتار دگرخواهی را نسبت به خویشاوندان خود دارند ولی در مورد خفاش‌ها یا یاریگرها، خویشاوندی مطرح نیست! (رد گزینهٔ (۳)). رفتار دگرخواهی توسط انتخاب طبیعی برگزیده می‌شود (رد گزینهٔ (۴)).

۴۶۶۷ (۲) زنبورهای عسل کارگری که در یک کندو زندگی می‌کنند رفتار دگرخواهی را نسبت به خویشاوندان خود دارند و اگرچه خود آن‌ها نمی‌توانند زاده‌ای داشته باشند اما خویشاوندانشان می‌توانند زادآوری کنند و ژن‌های مشترک را به نسل بعد منتقل کنند. زنبور عسل یک حشره است و سامانهٔ دفعیِ حشرات لوله‌های مالپیگی هستند که به درون روده می‌ریزند نه خارج از بدن (رد گزینهٔ (۱)). شکل ۲۱ صفحهٔ ۱۸ زیست (۲) نشان می‌دهد که حشرات یک طناب عصبی دارند که این طناب دارای دو رشته است و در بندها به هم متصل می‌شوند (تایید گزینهٔ (۲)). سیستم تنفسی در حشرات تنفس نایدیسی است که در انشعابات پایانی مایع قرار دارد که تبادل گازها در آنجا ممکن می‌شود نه در همهٔ انشعابات (رد گزینهٔ (۳)).

هر آنچه باید در مورد زنبورهای عسل از کتاب دهم تا امروز بدانید (زنبورنامه):

- لولهٔ گوارش به همراه گوارش برون‌یاخته‌ای کامل دارند یعنی همهٔ مواد آلی در خارج یاخته به واحد سازنده تبدیل می‌شوند.
- تنفس نایدیسی به صورت لوله‌های منشعب و مرتبط به صورت ته بسته تا نزدیکی یاخته‌ها دارند.
- گردش مواد **باز** همراه **همولنف** دارند. قلب پشتی دارند ولی مویرگ ندارند. (قلب آن‌ها منافذ دریچه‌دار دارد که در هنگام استراحت باز می‌شوند.)
- تبادل گازهای تنفسی آن‌ها وابسته به دستگاه گردش مواد نمی‌باشد. (همولنف آن‌ها فقط غذارسانی می‌کند و به انتقال گاز تنفسی نمی‌پردازد.)
- دفع **اوریک‌اسید** به عنوان مادهٔ زائد نیتروژن‌دار از لوله‌های مالپیگی به دستگاه گوارش (روده) خود دارند. (انتهای این لوله‌ها، باز بوده و هر چند تای آن‌ها با هم به یک طرف روده وارد می‌شوند.)
- مغزی از جوش خوردن **چند گره** به همراه طناب عصبی **شکمی** با چند گره مستقل دارند. هر بند از بدن آن‌ها **یک گره عصبی** دارد.

- چشم مرکب دارند. تصویر موزاییکی ایجاد می‌کند. هر واحد بینایی آن‌ها یک قرنیه، یک عدسی و تعدادی گیرندهٔ نوری دارد که امواج **فرابنفش** را نیز علاوه‌بر امواج نوری دریافت و درک می‌کند.
- اسکلت بدنی **بیرونی** دارند که هم حفاظتی است و هم اجازهٔ بزرگ شدن زیاد را به جانور نمی‌دهد.
- با ترشح مواد شیمیایی به نام **فرومون** سبب هشدار دادن و بروز رفتار اطلاع از دشمن به سایر **هم‌گونه‌های** خود می‌شوند.
- فقط ایمنی غیراختصاصی دارند و قدرت تولید پادتن ندارند. (لنفوسیت B و T ندارند.)
- جنس مادهٔ آن‌ها **دیپلوئید** می‌باشد و با **میوز** گامت می‌سازد ولی نر آن‌ها **هاپلوئید** است و با میتوز، اسپرم می‌سازند.
- زنبور ملکه با لقاح، زنبور ماده (ملکه یا کارگر) و با بکرزایی زنبور نر هاپلوئید ایجاد می‌کند.
- زنبور نر طی لقاح، قدرت تولید زنبور ماده دارد ولی در تولید زادهٔ نر، نقشی ندارد.
- زنبورهای کارگر، عقیم (نازا) می‌باشند و قدرت تولید گامت ندارند.
- زنبورهای کارگر با حرکات بدن و امواج با هم ارتباط برقرار می‌کنند.
- زنبورهای کارگر با اطلاعات بینایی، شنوایی و بویایی محل گل‌ها را پیدا می‌کنند.
- زنبورهای کارگر رفتار فداکارانه یا دگرخواهانه برای حفاظت از سایر زنبورها را دارند و به‌طور **غیرمستقیم** سبب بقای ژن‌های خود می‌شوند.
- هر زنبور نر که هاپلوئید است، همهٔ ژن‌های خود را از نصف ژن‌های مادر خود دریافت کرده است.
- هر زنبور ماده که دیپلوئید است، نیمی از ژن‌های خود را از نصف ژن‌های ملکه گرفته است و نصف دیگر ژن‌های خود را از ۱۰۰ درصد ژن‌های موجود در والد نر خود دریافت کرده است.

۴۶۶۸ (۳) در نظام جفت‌گیری تک‌همسری هر دو جانور نر و ماده در انتخاب جفت و پرورش زاده‌ها سهم یکسانی دارند که در برخی پستانداران و بیشتر پرندگان نظام جفت‌گیری تک‌همسری مشاهده می‌شود. در این جانوران رفتار خوگیری یا عادی شدن مشاهده می‌شود که در این رفتار جانور با چشم‌پوشی از محرک‌های بی‌اهمیت انرژی خود را صرف انجام فعالیت‌های حیاتی می‌کند (تایید گزینهٔ(۳) و رد گزینهٔ (۴)). هر بار غذایابی ممکن است با دریافت بیشترین انرژی خالص همراه نباشد بنابراین جانوران گاه غذاهایی مصرف می‌کنند که محتوای انرژی زیادی ندارد بنابراین می‌توان گفت که به‌طور حتم انرژی دریافت شده در هر بار غذایابی بیشترین مقدار است (رد گزینهٔ (۱)). جانوران و رفتارهایی مانند اجرای نمایش و یا تعادل به جانوران دیگر اعلام می‌کنند که قلمرو متعلق به آن‌ها است. یکی از این رفتارها، آواز خواندن است که اگر برای مهاجمان مؤثر نباشد ممکن است پرندهٔ صاحبِ قلمرو، برای بیرون راندن مزاحم به آن حمله کند و این‌طور نیست که هم‌زمان با آواز خواندن تهاجم صورت بگیرد! (رد گزینهٔ (۲))

۴۶۶۹ (۲) همهٔ رفتارهای جانوران تحت‌تأثیر انتخاب طبیعی قرار دارند و بر اساس انتخاب طبیعی برگزیده می‌شوند (تایید گزینهٔ (۲)). رفتارهای دگرخواهی صرفاً برای سایر افراد گروه سود و نفع ندارند گاهی پیش می‌آید که رفتار دگرخواهی برای خود فرد نیز دارای سود باشد مثلاً در پرنده‌های یاریگر که پس از مرگ زاداور می‌توانند قلمروی آن‌ها را تصاحب کنند و همچنین درحین یاریگری تجربی کسب کند (رد گزینهٔ (۱)). رفتار دگرخواهی در زنبورهای عسل و بعضی از جانوران نگهبان تنها در رابطه با خویشاوندان صورت می‌گیرد اما در جانورانی مانند خفاش‌ها اینطور نیست (رد گزینهٔ (۳)). در رابطه با زنبور عسل می‌توان گفت که تنها افراد نازا رفتار دگرخواهی را نشان می‌دهند اما در رابطه با بقیهٔ جانداران نمی‌توان همچین استدلالی را داشت (رد گزینهٔ (۴)).

۴۶۷۰ (۴) افرادی که توانایی بقای جمعیت را در شرایط محیطی جدید بالا می‌برند ممکن است در اثر جهش ایجاد شده باشند اما همچنین ممکن است حاصل شارش از جمعیت دیگر، حاصل گامت‌های آرایش متافازی متفاوت باشند (نادرستی گزینهٔ (۴)). جهش یعنی تغییر ماندگار در مادهٔ ژنتیکی می‌تواند با شرایط محیطی سازگار یا ناسازگار باشد اگر ناسازگار باشند در نتیجه انتخاب طبیعی آن را می‌کاهد (رد گزینهٔ (۱)). مهاجرت که یک جابه‌جایی طولانی‌مدت و رفت و برگشتی است که یادگیری در آن نقش دارد و افرادی که سابقهٔ مهاجرت دارند، راحت‌تر مقصد را پیدا می‌کنند (رد گزینهٔ (۲)). جانورانی که با این انتخاب جفت موفقیت تولیدمثلی خود را تضمین می‌کنند آمیزش غیرتصادفی دارند که آمیزش غیرتصادفی تعداد زاده‌های جمعیت را تغییر می‌دهد و در نتیجه فراوانی دگره‌ها تغییر می‌کند اما فراوانی نسبی دگره‌ها ژن‌نمود ثابت می‌ماند و تغییر نمی‌کند (رد گزینهٔ (۳)).

۴۶۷۱ (۲) منظور از صورت سؤال **زنبور کارگر** است که نوعی حشره و بی مهره است و این زنبورهای عسل در رابطه با خویشاوندان خود رفتار دگرخواهی را نشان می‌دهند و اگرچه خود آن‌ها نمی‌توانند زاده‌ای داشته باشند اما خویشاوندانشان می‌توانند زادآوری کنند و ژن‌های مشترک را به نسل بعد منتقل کنند. به همین دلیل رفتار دگرخواهی براساس انتخاب طبیعی انتخاب می‌شود. در زنبورهای عسل و به‌طور کلی حشرات سامانهٔ دفعی از نوع لوله‌های مالپیگی است که یک انتهای باز دارند و به روده متصل می‌شود (تایید گزینهٔ (۲)). با توجه به شکل ۲۱ صفحهٔ ۱۸ زیست (۲) زنبور عسل دارای یک طناب عصبی است که این طناب عصبی دارای دو رشته است (رد گزینهٔ (۱)). تبادلات گازی در حشرات نایدیسی است که مایع در انتهای انشعابات نایدیس‌ها قرار دارد و در آنجا تبادلات گازی صورت می‌گیرد (رد گزینهٔ (۳)). در بندهایی که در ناحیهٔ انتهایی بدن است در جانداران فقط به‌اندام‌های داخلی عصب رفته و نمی‌توان گفت از هر بند به طرف اندام‌های حرکتی عصب می‌رود (رد گزینهٔ (۴)).

۴۶۷۲ (۴) همهٔ موارد نادرست می‌باشند.

بررسی موارد (الف) علاوه‌بر نقش‌پذیری که در دورهٔ مشخصی از زندگی افراد اتفاق می‌افتد، انتخاب جفت و رفتار مراقبت مادری موش ماده هم در دورهٔ خاصی اتفاق می‌افتد که نقش‌پذیری نیستند. (ب) موازنه بین محتوای انرژی غذا و هزینهٔ به‌دست آوردن آن، غذایابی بهینه نام دارد. صدف‌های بزرگ انرژی بیشتری دارند ولی برای شکستن آن‌ها باید انرژی بیشتری صرف کرد. (ج) پیچیده‌ترین نوع یادگیری **حل مسئله** است ولی پژوهشگران از نقش‌پذیری در حفظ گونه‌های در حال انقراض استفاده می‌کنند. (د) اساس رفتار غریزی در همهٔ افراد یک گونه یکسان می‌باشد زیرا ژنی و ارثی است و بدون آموزش دیدن در جانداران قابل اجرا است مانند لانه‌سازی پرنده‌ها و رفتار مکیدن شیر در شیرخواران ولی شکل رفتار غریزی یعنی نحوهٔ انجام دادن آن رفتار که در جانوران متفاوت است.

۴۶۷۳ (۱) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) اولاً جیرجیرک با کمک پردهٔ صماخ صدا را دریافت می‌کند نه تولید. دوماً جیرجیرک نر با کمک صدا اطلاعاتی مانند جنس را به جیرجیرک ماده می‌دهد (نه همه نوع جیرجیرک‌ها). (ب) زنبوره‌های کارگر ماده، دیپلوئید و حاصل لقاح می‌باشند که توانایی تولید تخمک را ندارند و نازا می‌باشند. این زنبورها با انجام حرکات ویژه، فاصلهٔ تقریبی و جهت منبع غذایی را در می‌یابند و به کمک حس بویایی محل دقیق آن را تشخیص می‌دهند. (ج) مورچهٔ برگ‌بر بزرگ‌تر از حامل است و مورچهٔ کوچک‌تر نقش نگهبان و دفاع را برعهده دارد. (د) فرومون‌ها برای ارتباط بین اعضا یک گونه کاربرد دارند نه شکار و شکارچی.

نکته

روی پاهای جلویی جیرجیرک یک محفظهٔ هوا وجود دارد که پردهٔ صماخ روی آن کشیده شده است. لرزش پرده در اثر امواج صوتی، گیرنده‌های مکانیکی متصل به پرده را تحریک کرده و جانور صدا را دریافت می‌کند.

جیرجیرک نر برای ارتباط با جیرجیرک ماده، با تولید صدا اطلاعاتی مانند جنس و گونه را به جیرجیرک نر منتقل می‌کند.



ارتباط بین زنبورهای عسل قابل مشاهده می‌باشد.

بعضی جانوران مانند زنبورهای عسل، با استفاده از فرومون‌ها با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند. فرومون‌ها موادی هستند که از یک فرد ترشح می‌شوند و در فرد دیگر از همان گونه پاسخ رفتاری خاصی ایجاد می‌کند. مثلاً زنبورها از فرومون‌ها برای هشدار خطر حضور شکارچی به دیگران استفاده می‌کنند.

زنبورهای کارگر شهد و گردهٔ گل‌ها را جمع آوری می‌کنند و به کندو می‌آورند. این زنبورها پس از بازگشت اطلاعات خود را به دیگر زنبورها ارائه می‌دهند.

این زنبورها با انجام حرکات ویژه اطلاعات خود را به زنبور دیگر می‌رسانند. زنبورهای کارگر با مشاهده این حرکات فاصلهٔ تقریبی کندو تا محل منبع غذایی و جهتی که باید پرواز کنند را در می‌یابند.

زنبورها پس از دریافت اطلاعات راجع به منبع غذایی به سمت آن پرواز و به کمک بویایی خود، محل دقیق غذا را پیدا می‌کنند .

مورچه‌های برگ‌بُر، به صورت گروهی زندگی می‌کنند. زندگی گروهی احتمال شکار شدن را کمتر و احتمال شکار کردن را در جانور بیشتر می‌کنند.

اجتماع مورچه‌ها از گروه‌هایی تشکیل شده است که در اندازه، شکل و کارهایی که انجام می‌دهند با یکدیگر تفاوت دارند.

مثال مورچه‌های کارگر برگ‌بر، دارای اندازه‌های متفاوتی دارند. تعدادی از آن‌ها برگ‌ها را برش می‌دهند و به لانه حمل می‌کنند و گروهی دیگر کار دفاع را انجام می‌دهند. مورچه‌هایی که کار دفاع را انجام می‌دهند در معرض خطر بیشتری در برابر شکار شدن قرار می‌گیرند. این مورچه‌ها اندازهٔ کوچک‌تری داشته و بر روی برگ قرار می‌گیرند. ولی مورچه‌های حامل برگ، اندازهٔ بزرگ‌تری دارند.

هر دو نوع مورچه، برای رساندن برگ به لانه، از یک مسیر حرکت می‌کنند.



در زنبور عسل نوعی تولیدمثل جنسی به نام بکرزایی اتفاق می‌افتد. در این نوع تولیدمثل فرد ماده گاهی اوقات به تنهایی تولیدمثل می‌کند. در این حالت یا تخمک بدون لقاح شروع به تقسیم می‌کند و موجود تک‌لاد را به وجود می‌آورد و یا از روی کروموزوم‌های تخمک یک نسخه ساخته می‌شود تا کروموزوم‌های تخمک دو برابر شود و سپس شروع به تقسیم کند و موجود دیپلوئید را به وجود آورد.

در بکرزایی زنبور عسل، زنبور ملکه توانایی تولیدمثل جنسی و بکرزایی را دارد. از طریق بکرزاییِ زنبور ملکه (۲n) زنبور نر n به وجود می‌آید.

و از طریق لقاح گامت زنبور ملکه با زنبور نر، زنبور دیپلوئید کارگر یا ملکه به وجود می‌آید.

زنبور ملکه زایا و زنبور کارگر دیپلوئید نازا می‌باشد.

۴۶۷۴: (۳) موارد (الف) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (ب) مکیدن شیر در پستانداران نوعی رفتار غریزی است که بدون یادگیری اتفاق می‌افتد. مکیدن شیر در همهٔ جانوران اتفاق نمی‌افتد بلکه فقط در پستانداران انجام می‌شود. (ج) ژن B در جانور نر و ماده وجود دارد ولی فقط در موش ماده بیان شده است و در موش نر نهفته باقی می‌ماند.

رفتار غریزی

رفتار غریزی، رفتاری است که اساس ژنی یا ارثی دارد و اساس آن در همهٔ افراد یک گونه یکسان است.

برخی جانوران برای بقا در زمستان خواب زمستانی دارند. در این حالت جانور به خواب عمیقی فرو می‌رود و یک دوره کاهش فعالیت را طی می‌کند که در آن دمای بدن، مصرف اکسیژن، تعداد تنفس جانور و نیاز جانور به انرژی کاهش می‌یابد. پیش از ورود به خواب زمستانی، جانور مقدار زیادی غذا مصرف می‌کند در بدن آن چربی لازم به مقدار کافی ذخیره می‌شود تا هنگام خواب به مصرف برسد.

رکود تابستانی یک دوره کاهش فعالیت است که در آن سوخت و ساز جانور کاهش می‌یابد. رکود تابستانی در جانورانی دیده می‌شود که در جاهای به شدت گرم مانند بیابان زندگی می‌کنند. این جانوران در پاسخ به نبود غذا یا دورهٔ خشکسالی، رکود تابستانی انجام می‌دهند. رکود تابستانی یک رفتار ژنی می‌باشد.



جوجه‌های کاکایی پس از بیرون آمدن از تخم می‌توانند رفتار درخواست غذا را انجام دهند. نوک زدن جوجه‌ها به منقار والد در ابتدا دقیق نیست (یعنی به‌طور غریزی به هرجایی از منقار ماده نوک می‌زند) ولی به تدریج و با تمرین این رفتار دقیق‌تر می‌شود (یعنی جوجه به مناطق جلوتر منقار نوک می‌زند) و والد سریع‌تر به درخواست او برای غذا پاسخ می‌دهد.

رفتار مراقبت از موش‌ها توسط والد ماده اتفاق می‌افتد، وقتی بچه موش‌ها از والد ماده دور می‌شوند، مادر آن‌ها را می‌گیرد و به سمت خود می‌کشد.

پژوهشگران ارتباط یک ژن را با رفتار مراقبت از زاده‌ها در موش‌ها بررسی کردند و این ژن را ژن B نامیدند.

موش ماده ابتدا نوزادان را وارسی می‌کند و اطلاعاتی را از حواس به مغز آن ارسال می‌کند در نتیجه ژن B در مغز موش مادر فعال می‌شود و دستور ساخت پروتئینی را می‌دهد که آنزیم‌ها و ژن‌های دیگر را فعال می‌کند. در مغز جانور فرایندهای پیچیده‌ای به راه می‌افتد که در نتیجهٔ آن موش ماده، رفتار مراقبت مادری را نشان می‌دهد.

نکتهٔ ترکیبی

ترکیب با فصل ۷ زیست ۱۱: در پستانداران جفت‌دار و پستانداران کیسه‌دار، نوزاد پس از تولد از غدد شیری مادر استفاده می‌کند تا مراحل رشد و نمو او کامل شود.

۴۶۷۵: (۲) **بررسی موارد** (الف) آزمایش اسکینر مربوط به یادگیری به روش شرطی‌شدن فعال است. این نوع روش یادگیری به دورهٔ خاصی از زندگی جانور مربوط نمی‌شود و هر زمانی موش می‌تواند با این روش، کار جدیدی یاد بگیرد. (ج) به تغییر نسبتاً پایدار در رفتار که در اثر تجربه به‌دست می‌آید، یادگیری می‌گویند. انواع یادگیری مانند خوگیری، شرطی‌شدن فعال، شرطی‌شدن کلاسیک، نقش‌پذیری، حل مسئله. (د) در رفتار شرطی‌شدن کلاسیک، سگ هم به محرک طبیعی (غذا) و هم به محرک غیرطبیعی (زنگوله) پاسخ می‌دهد.

۴۶۷۶ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** سگ با دیدن فرد غذادهنده رفتار غریزی و سپس یادگیری شرطی‌شدن کلاسیک دارد. **گزینهٔ (۲):** چون رفتاری غریزی است، پس اساسی ژنی و ارثی دارد. **گزینهٔ (۳):** اگر رفتار سبب تنبیه آن شود، از انجام آن خودداری می‌کند. **گزینهٔ (۴):** متن کتاب درسی است و درست می‌باشد.

نوعی یادگیری که ...
در دوره مشخصی از زندگی بازدهی بیشتر دارد و در حفظ بقای جانور موثر است ← نقش‌پذیری
با استفاده از تجربیات گذشته جانور، مسئله‌ای جدید در شرایطی جدید حل می‌شود ← حل مسئله
در حفظ گونه‌های در معرض انقراض کاربرد دارد ← نقش‌پذیری
با کمک آزمون و خطا انجام می‌گیرد ← شرطی‌شدن فعال
در طی آزمایش‌های اسکینر مورد بررسی واقع شد ← شرطی‌شدن فعال
در طی آزمایش‌های پاولف مورد بررسی واقع شد ← شرطی‌شدن کلاسیک
جاندار با استفاده از تجربیات گذشته، مسئله‌ای جدید را در شرایط جدید حل می‌کند ← حل مسئله
باعث می‌شود جانوران سیرک حرکات نمایشی انجام دهند ← شرطی‌شدن فعال
در پاسخ به محرک‌های تکراری که سود و زیانی برای جانور ندارند، انجام می‌شود ← خوگیری
جاندار با چشم پوشی از محرک‌های بی‌اهمیت، انرژی خود را برای انجام فعالیت‌های حیاتی حفظ می‌کند ← خوگیری
در صورت همراهی دو محرک با یکدیگر انجام شده و منجر به افزایش تعداد محرک‌های مؤثر در بروز پاسخ طبیعی جاندار می‌شود ← شرطی‌شدن کلاسیک

۴۶۷۷ (۳) **بررسی موارد** (الف) لزوماً این‌طور نیست. *اومدیم و رفت تو لونه‌اش!* (ب) براساس کتاب درسی نادرست است، چون در آن شرایط خاص بهینه بوده است. (ج) براساس کتاب درسی در مورد پرندگان که هر دو جنس در انتخاب جفت مؤثرند، نادرست است. (د) براساس کتاب درسی نادرست است چون مثلاً رفتار زنبورعسل کارگر سبب سازگاری با محیط می‌شود و با انتخاب طبیعی برگزیده شده است.

۴۶۷۸ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** وقتی تنفس کم می‌شود، مصرف فروکتوزفسفاته هم در قندکافت کم می‌شود. **گزینهٔ (۲):** با کاهش تولید *ATP*، مصرف فسفات آزاد هم کم می‌شود. **گزینهٔ (۳):** تولید آب مدنظر است که با کاهش تنفس هوازی مقدار تولید آن هم کم می‌شود. **گزینهٔ (۴):** تولید کربن‌دی‌اکسید که منظور این گزینه و برگرفته از فصل ۴ دهم است، کاهش می‌یابد.

۴۶۷۹ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در صورتی که فرد با محیط ناسازگار باشد، می‌تواند. **گزینهٔ (۲):** در مورد تولیدمثل در گیاهان همزیست با آن‌ها برای گرده‌افشانی صحیح است. **گزینهٔ (۳):** انتخاب طبیعی باعث ایجاد یک الل نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** اگر صفت سازگار باشد، می‌تواند.

۴۶۸۰ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در مورد غذایابی در همان قلمرو و کم شدن رقابت، ممکن است. **گزینهٔ (۲):** خب هدف قلمرویابی همین است. **گزینهٔ (۳):** قطعاً این مورد ممکن است و متن کتاب درسی و هدف رفتار است. **گزینهٔ (۴):** ممکن است مثلاً در مورد پرندگان با صدا یا دعوا صحیح است.

۴۶۸۱ (۴) نقش‌پذیری منظور سؤال است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** قید برخلاف نادرست است. **گزینهٔ (۲):** اولاً که پاسخ به محرک یکسان است ثانیاً حل مسئله، موقعیت آن جدید است. **گزینهٔ (۳):** هر رفتاری محرک می‌خواهد. **گزینهٔ (۴):** کاملاً در مورد نقش‌پذیری و رفتار موش مادر پس از زایمان صحیح است.

۴۶۸۲ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** برخلاف نادرست است چون در مهاجرت هم مثل یادگیری، تجربه نقش دارد. **گزینهٔ (۲):** در شرطی‌شدن کلاسیک، آزمون و خطا نقش ندارد. **گزینهٔ (۳):** در مورد تغییر تدریجی هر رفتاری صحیح است. **گزینهٔ (۴):** سود و زیان مربوط به آزمون و خطا و شرطی‌شدن فعال است.

۴۶۸۳ (۴) سؤال در مورد یادگیری از نوع خوگیری است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هر یادگیری در جهت افزایش سود خالص است. **گزینهٔ (۲):** هر یادگیری در جهت افزایش بقا است. **گزینهٔ (۳):** فقط در شرطی‌شدن کلاسیک پاسخ جانور به مرگ طبیعی و شرطی یکسان است. **گزینهٔ (۴):** هر یادگیری به تجربه ربط دارد.

۴۶۸۴ (۱) سه مورد اول صحیح هستند. پرندگان از این ویژگی برای ردیابی جهت لانه ولی لاک‌پشت برای تخم‌گذاری استفاده می‌کند سؤال در مورد لاک‌پشت است.

بررسی موارد (الف) قلب چهارحفره‌ای دارند و گردش خون آن‌ها مضاعف است. (ب) در مورد لاک‌پشت صحیح است. (ج) هر مهره‌داری کلیه دارد. (د) این موضوع در مورد مار است.

نکات ترکیبی

- ترکیبی فصل ۳ زیست ۱۰: پرندگان به علت پرواز نسبت به سایر مهره‌داران انرژی بیشتری مصرف می‌کنند و بنابراین به اکسیژن بیشتری احتیاج دارند. پرندگان علاوه‌بر شش، دارای ساختارهایی به نام کیسه‌های هوادار هستند که کارایی تنفس را نسبت به پستانداران افزایش می‌دهند.
- ترکیبی فصل ۱ زیست ۱۱: دستگاه عصبی در مهره‌داران، به صورت طناب عصبی پشتی می‌باشد که بخش جلویی آن برجسته شده و مغز را تشکیل می‌دهد. در مهره‌دارانی مانند انسان، دستگاه عصبی شامل دستگاه عصبی محیطی و مرکزی می‌باشد. اندازهٔ نسبی مغز پستانداران و پرندگان نسبت به وزن بدن از بقیه بیشتر است.
- ترکیبی فصل ۳ زیست ۱۱: سخت پوستانی مانند خرچنگ‌ها جانورانی دارای اسکلت بیرونی هستند. در این جانوران اسکلت علاوه‌بر کمک به حرکت، وظیفهٔ حفاظتی هم دارد. با افزایش اندازهٔ جانور اسکلت خارجی آن هم بزرگ‌تر و ضخیم‌تر می‌شود. بزرگ بودن اسکلت خارجی باعث سنگین‌تر شدن آن می‌شود که در حرکات جانوران محدودیت ایجاد می‌کند. به همین دلیل اسکلت آن‌ها از یک حدی بزرگ‌تر نمی‌شود.
- ترکیبی فصل ۷ زیست ۱۱: در برخی جانوران آبزی، لقاح داخلی دیده می‌شود. در این جانوران، اسپرم وارد دستگاه تناسلی فرد ماده شده و لقاح در بدن ماده انجام می‌گیرد. انجام این نوع لقاح نیازمند دستگاه تولیدمثلی با اندام تخصص یافته است. پس در خرچنگ‌ها دستگاه تولیدمثلی تخصص یافته وجود دارد.

۴۶۸۵ (۴) سؤال در مورد گونهٔ طاووس است ولی انتخاب شدن نرها به دلیل آواز آن‌ها نیست.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مورد هر غذایابی بهینه صحیح است. **گزینهٔ (۲):** چون این عمل در فصل تولیدمثل رخ می‌دهد صحیح است. **گزینهٔ (۳):** در مورد صفات طاووس نر به‌طور غیرمستقیم برای کمک به پرورش تخم‌ها و نوزادان صحیح است.

۴۶۸۶ (۳) بارها گفتیم که یادگیری اثری از ژن و محیط است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** رفتار دگرخواهی دم‌عصابی‌ها لزوماً با افراد خویشاوند است. **گزینهٔ (۲):** تخم‌های شکسته را از لانه به بیرون پرت می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** فقط قسمت اول که حل مسئله است برنامه‌ریزی آگاهانه دارد.

۴۶۸۷ (۲) سؤال در مورد یادگیری حل مسئله است که گزینهٔ (۲) آن را کامل کرده است به دلیل کلمه **جدید** و البته با برنامه‌ریزی آگاهانه .

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** این رفتار در برخی جانوران رخ می‌دهد! **گزینهٔ (۴):** نه جانور ابتدا از تجارب گذشته استفاده می‌کند و سپس که موفق نمی‌شود، مخش رو کار می‌اندازه! **گزینهٔ (۴):** این رفتار شرطی‌شدن فعال است.

۴۶۸۸ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** قید قطعاً غلط است چون کتاب گفته به نظر می‌رسد! **گزینهٔ (۲):** خاک رس غذا محسوب می‌شود. **گزینهٔ (۳):** در مورد خرس قطبی است ولی رفتاری غریزی است نه یادگیری. **گزینهٔ (۴):** کاملاً صحیح است.

۴۶۸۹ (۳) طوطی منظور سؤال است که خاک رس می‌خورد ولی گزینهٔ (۳) در مورد بکرزایی در برخی مارهاست.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۲):** در مورد همهٔ پرندگان صادق است. **گزینهٔ (۴):** در مورد همهٔ پرندگان و خزندگان است.

۴۶۹۰ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** کاملاً صحیح است. **گزینهٔ (۲):** در مورد هر دو رفتار صحیح است. **گزینهٔ (۳):** رفتار ترشح بزاق سگ به محرک طبیعی شرطی‌شدن نیست! بلکه رفتار غریزی است *مثل فورمون که رهنمون با برفی غذاها آب میفته!* **گزینهٔ (۴):** بله. در مورد هر دو رفتار شرطی‌شدن فعال است.

۴۶۹۱ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** دور از انتظار نیست چون اصل شرطی‌شدن فعال ارتباط بین رفتار با پاداش یا تنبیه است. **گزینهٔ (۲):** دور از انتظار نیست چون هر دو مورد در شرطی‌شدن کلاسیک رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۳):** دور از انتظار نیست چون هر دو در شرطی‌شدن کلاسیک رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** دور از انتظار است، چون فقط در مورد حل مسئله صادق است.

۴۶۹۲ (۱) خب واضح است که صفات ثانویهٔ جنسی که برای انتخاب شدن است صفتی سازگار کننده و شاخص است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** احتمال بقا را می‌تواند کاهش دهد. (جانور را تابلو می‌کند!) **گزینهٔ (۳):** این کار در طاووس نر برای لقاح سریع‌تر با طاووس ماده رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** بخش دوم این گزینه نادرست است چون فقط در فصل تولیدمثل بیان می‌شود.

۴۹۳ بررسی موارد

طاووس نری که در رفتار انتخاب جفت، انتخاب می‌شود	طاووس نری که در رفتار انتخاب جفت، انتخاب نمی‌شود
دم بلند و زینتی و لکه‌های چشم مانند بیشتری بر روی پرهای آن دارد. حرکت دشوارتری دارد. دارای ژن‌های مربوط به صفات سازگارکننده بیشتری دارد. در مقابل شکارچی آسیب‌پذیرتر است.	دم بلند و زینتی و لکه‌های چشم‌مانند کمتری بر روی پرهای آن دارد. حرکت آسان‌تری دارد. ژن‌های مربوط به صفات سازگارکننده کمتری دارد. در مقابل شکارچی آسیب‌پذیری کمتری دارد.

۴۶۹۳ (۲) **بررسی موارد** الف) **درست**. متن کتاب درسی است. ب) نادرست. مثلاً در نوعی جیرجیرک، نر انتخاب می‌کند. ج) نادرست. چون در سیستم تک‌همسری یک والد هزینه می‌کند. د) نادرست. در تمام فصول نه! چون انتخاب شدن طاووس نر در فصل تولیدمثل صورت می‌گیرد.

۴۶۹۴ (۲) سؤال در مورد نقش‌پذیری و بخش اولیهٔ غریزی آن است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مورد هر رفتار و یادگیری صحیح است. **گزینهٔ (۲):** قید همانند صحیح است. **گزینهٔ (۳):** کاملاً صحیح است. **گزینهٔ (۴):** متن کتاب درسی است.

۴۶۹۵ (۴) همهٔ موارد صحیح هستند.

بررسی موارد الف) متن کتاب درسی است چون فقط در لانه‌سازی و ... نقش دارد. ب)، ج) و د) متن کتاب درسی هستند.

۴۹۴ بررسی موارد

طاووس ماده	طاووس نر
هزینه بیشتری برای زادآوری می‌کند و در فصل تولیدمثل، نرها را بررسی می‌کند. انتخاب جفت را انجام می‌دهد و در نگهداری زاده‌ها نقش دارد. مستقیماً در حفاظت و تأمین مواد غذایی برای جوجه‌ها نقش ایفا می‌کند.	هزینه کمتری برای زادآوری می‌کند و در فصل تولیدمثل، پرهای پر نقش و نگاری پیدا می‌کند. برای انتخاب شدن تلاش می‌کند و در نگهداری زاده‌ها نقشی ندارد. به شکل غیرمستقیم در حفاظت و تأمین مواد غذایی برای جوجه‌ها نقش ایفا می‌کند.

۴۶۹۶ (۱) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد الف) در مورد جیرجیرک نر که کیسهٔ لقاحی دارد نادرست است. ب) در برخی موارد شانس شکار شدن جانور را زیاد می‌کند (مثل طاووس نر). ج) در برخی موارد سبب سریع شکار شدن آن‌ها می‌شود. د) انرژی خالص مهم است نه انرژی دریافتی و در برخی موارد مثل طوطی و خاک رس اصلاً محتوای غذایی انرژی چندانی ندارد.

۴۶۹۷ (۴) در مورد رفتار پرش نوع اول از نوع **چگونه‌ای** با بررسی عملکردی جانور است و پرش نوع دوم از نوع **چرایی** با بررسی علت و انتخاب طبیعی است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** متن سؤال در مورد پرش نوع دوم، یعنی چرایی است! **گزینهٔ (۲):** برخی مثل طوطی انرژی کمی در غذای خاص خود دارند. **گزینهٔ (۳):** در مهاجرت هم تجربه و یادگیری مهم است. **گزینهٔ (۴):** متن کتاب است و در مورد تغییرات دمایی محیط صحیح است.

۴۶۹۸ (۴) سؤال در مورد یادگیری شرطی‌شدن فعال یا آزمون و خطا می‌باشد که مانند شرطی‌شدن کلاسیک و هر یادگیری دیگری ژن و محیط در آن مؤثر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** رفتار فوق در مورد کلاغ حل مسئله است و آزمون و خطا ندارد. **گزینهٔ (۲):** رفتار جوجهٔ کاکایی حل مسئله نیست و به برنامه‌ریزی آگاهانه نیاز ندارد. **گزینهٔ (۳):** در پخش صدا، دیدن مادر مؤثر نیست.

۴۶۹۹ (۴) سؤال در مورد یادگیری از نوع نقش‌پذیری است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هر رفتاری زمینهٔ ژنی دارد و با مادهٔ وراثتی در ارتباط است. **گزینهٔ (۲):** ارتباط بین پاداش و تنبیه در نقش‌پذیری نقش ندارد. **گزینهٔ (۳):** قید نسبتاً پایدار صحیح است. **گزینهٔ (۴):** متن کتاب است و صحیح است.

۴۷۰۰ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در مورد پرندگان صحیح است. **گزینهٔ (۲):** در مورد پستانداران جفت‌دار صحیح است. **گزینهٔ (۳):** در این نظام جانور نر و ماده در انتخاب جفت سهم مساوی دارند و کسی سازگارتر نیست. **گزینهٔ (۴):** در مورد انتخاب یک جنس توسط جنس دیگر صادق است.

زیست جامع

جامع جانوری



۴۷۰۱ ۴ فقط مورد (ب) صحیح است. در کتاب‌های درسی ما، اوگلنای فتوسنتزکننده، پارامسی و عامل مالاریا جانداران تک‌یاخته‌ای یوکاریوتی هستند.

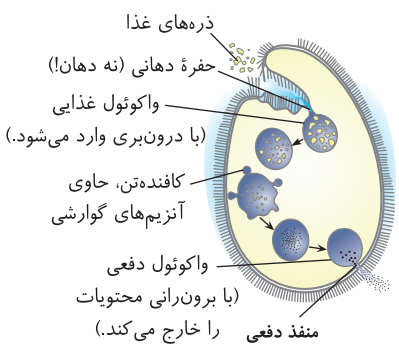
بررسی موارد (الف) نادرست. فقط در مورد پارامسی صحیح است. (ب) **درست.** در مورد اوگلنا هم صحیح است، چون در شرایط کمبود نور، کلروپلاست خود را از دست می‌دهد و از مواد آلی انرژی می‌گیرد. (ج) نادرست. پارامسی دو نوع واکوئول دفعی دارد. (د) نادرست. فقط در مورد اوگلنا صحیح است (آن هم نه همواره و نه در هر تک‌یاخته‌ای).

- جانداران تک‌یاخته‌ای معرفی شده در کتاب درسی
  - پروکاریوت‌ها ← باکتری‌ها هستند
    - عامل کزاز و سینه‌پهلو (استرپتوکوکوس نومونیا)
    - تثبیت‌کننده‌های نیتروژن
      - ریزوبیوم‌ها
      - برخی سیانوباکتری‌ها
    - باکتری‌های نیترات‌ساز (شیمیوسنتزکننده)
    - باکتری آمونیاک‌ساز
    - باکتری‌های فتوسنتزکننده
  - یوکاریوت‌ها
    - عامل مالاریا ← به درون گویچهٔ قرمز انسان وارد می‌شود.
    - اوگلنا
      - در حضور نور کلروپلاست دارد.
      - در عدم حضور نور کلروپلاست از دست می‌دهد.
    - پارامسی ← کامل بررسی می‌شود.

۴۷۰۲ ۱ واکوئول مخصوص دفع آب (واکوئول انقباضی) در **پارامسی** یوکاریوتی دیده می‌شود که به سبب تک‌یاخته‌ای بودن، دستگاه گوارش ندارد. دربارهٔ این جاندار یوکاریوت و مقایسهٔ آن با سایر جانداران، همهٔ عبارت‌ها نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) از فصل ایمنی یازدهم به یاد دارید که عامل بیماری کزاز **باکتری** است. در یوکاریوت‌ها **پیش** از آغاز همانندسازی (نه هنگام شروع آن)، جداسازی دنا از هیستون انجام می‌شود و تعداد نوکلئوزوم‌ها کم می‌شوند. (ب) از آنجایی که پارامسی یک یاخته دارد، استفاده از لفظ «هر یاخته» برای آن درست نیست. (ج) پارامسی مژک‌هایی دارد که بیرون یاخته هستند و انتقال کیسه‌های درون‌یاخته‌ای آنزیمی به سوی واکوئول غذایی، توسط مژک‌ها صورت نمی‌گیرد. (د) پارامسی علاوه‌بر واکوئول دفعی، واکوئول انقباضی هم برای دفع آب اضافی دارد. (ه) قدرت تثبیت کربن برای یک یوکاریوت به معنی توانایی فتوسنتز است. این موجودات تک‌یاخته‌ای اصلاً بافت ندارند، پس نمی‌توانند سامانهٔ بافت پوششی داشته باشند.

۲۱۶ شکل‌نامهٔ پارامسی



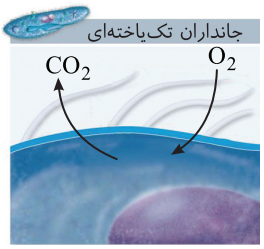
«گوارش درون‌یاخته‌ای در پارامسی از آغازیان»

- پارامسی یک آغازی، یوکاریوت و تک‌یاخته‌ای می‌باشد که ۷ سطح سازمان‌یابی حیات دارد.
- واکوئول غذایی در انتهای حفرهٔ دهانی آن طی فرایند درون‌بری تشکیل می‌شود.
- به‌خاطر اتصال کافنده‌تن به واکوئل غذایی، اندازهٔ واکوئول گوارشی بزرگ‌تر از سایر واکوئل‌ها است.
- بزرگ‌ترین واکوئول تشکیل شده در پارامسی به خاطر اتصال کافنده‌تن‌ها، واکوئول گوارشی است.
- واکوئل دفعی فقط از راه منفذ دفعی دفع می‌شود، نه هر قسمتی!
- در محل حفرهٔ دهانی برخلاف منفذ دفعی، مژک و به صورت غیرهم‌اندازه وجود دارد.
- طول مژک‌های پارامسی در بخش‌های مختلف یکسان نیست و بلندترین مژک‌ها در سطح بیرونی‌تر حفرهٔ دهانی وجود دارند.
- پارامسی به وسیلهٔ مژک حرکت می‌کند؛ در نتیجه این مژک‌ها در همهٔ سطوح پارامسی به‌جز حفرهٔ دهانی دیده می‌شوند. مژک‌های موجود در حفرهٔ دهانی در انتقال ذرات غذایی نقش دارند.
- مژک‌های ابتدای حفرهٔ دهانی که طول بیشتری دارند و نسبت به مژک‌های انتهای حفرهٔ دهانی بلندتر می‌باشند.
- آب به صورت اسمز وارد پارامسی شده، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که فشار اسمزی درون بدن از بیرون بدن بیشتر است (ساکن آب شیرین).
- واکوئول دفعی و گوارشی و غذایی از بدن خارج نمی‌شوند بلکه مواد از درون آن خارج می‌شوند.
- حفرهٔ دهانی در قسمت باریک پارامسی و منفذ دفعی در قسمت پهن‌تر پارامسی قرار دارد.

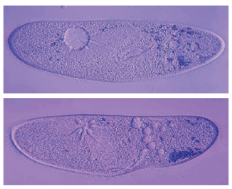
گازهای تنفسی مستقیماً بین یاخته و محیط مبادله می‌شوند و سامانهٔ تنفسی در این جاندار وجود ندارد.

چون در پارامسی آب از طریق اسمز وارد می‌شود، می‌توان گفت که فشار اسمزی محیط کمتر از پارامسی می‌باشد.

این جاندار دو نوع واکوئول دفعی دارد
- دفع مواد زائد غذایی ← بدون انقباض با اگزوسیتوز مواد
- دفع آب و یون اضافی ← با انقباض درون‌یاخته‌ای



«تنفس از طریق انتشار در تک‌یاخته‌ای‌ها مثل پارامسی»


«واکوئول انقباضی در پارامسی»

انواع واکوئول (۴۹۵)

انواع واکوئول	واکوئول غذایی	واکوئول گوارشی	واکوئول دفعی	واکوئول ضربان دار
ویژگی	ورود مواد غذایی از حفرهٔ دهانی به درون یاخته (با آندوسیتوز و تشکیل آن)	از پیوستن لیزوزوم‌ها به واکوئول غذایی تشکیل می‌شود و بنابراین از واکوئول غذایی بزرگ‌تر است.	مواد گوارش‌نیافته درون واکوئول گوارشی، واکوئول دفعی را می‌سازد.	در دفع آب اضافی و مواد دفعی از یاخته نقش دارد.
محل ساخت	در انتهای حفرهٔ دهانی	درون سیتوپلاسم	درون سیتوپلاسم	درون سیتوپلاسم
نکات	واکوئول غذایی با درون‌بری و مصرف انرژی زیستی و کاهش سطح غشای پلاسمایی ساخته می‌شود.	آنزیم‌های گوارشی درون لیزوزوم در گوارش درون یاخته‌ای مواد غذایی نقش دارند و مواد غذایی گوارش‌یافته از واکوئول گوارشی خارج می‌شوند و مواد گوارش‌نیافته درون آن باقی می‌مانند.	مواد دفعی از محل منفذ دفعی و به روش برون رانی از یاخته خارج می‌شوند و دفع این مواد با مصرف *ATP* و افزایش سطح غشای پلاسمایی پارامسی همراه است.	خروج آب از این واکوئول با مصرف انرژی زیستی همراه می‌باشد.

۴۷۰۳ (۳): سؤال در مورد اسفنج است. اسفنج حاوی چند سوراخ در دیوارهٔ بدن می‌باشد که آب و مواد را وارد بدن می‌کند و با سامانهٔ گردش آب آن را در حفره یا حفره‌هایی پخش می‌کند. سپس از سوراخ یا سوراخ‌های بزرگ‌تری مواد زائد را خارج می‌کند.

۲۱۷ شکل‌نامهٔ اسفنج

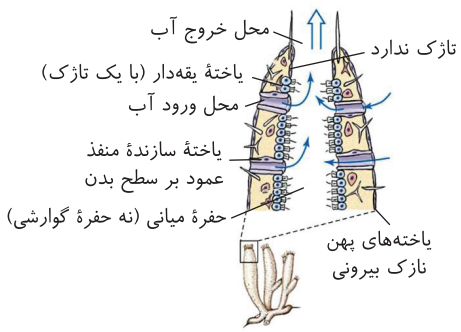
ساده‌ترین جانوری است که فقط سامانهٔ گردش مواد آن در کتاب درسی بررسی شده است (مانند هر جانوری پریاخته‌ای است).

سامانهٔ گردش آب: در اسفنج‌ها، آب از محیط بیرون از طریق سوراخ‌های دیواره به حفره یا حفره‌هایی وارد و پس از آن از سوراخ یا سوراخ‌های بزرگ‌تری خارج می‌شود. عامل حرکت آب، یاخته‌های یقه‌دار هستند که تاژک دارند.

جهت حرکت آب در حفره یا حفره‌های میانی آن، یک‌طرفه به سمت بالا است.

یاخته‌های سازندهٔ منفذ، از نوع **پهن** و دراز به صورت یک استوانهٔ توخالی هستند که **یک** هسته دارند و به شکل یک کانال قرار می‌گیرند.

هر یاختهٔ یقه‌دار، یک یقه و یک تاژک دارد که از یقه به سمت حفرهٔ میانی بیرون زده است و در سطح داخلی بدن اسفنج قرار گرفته است. قسمت گرد هسته‌دار در سطح درونی‌تری از یقه و تاژک قرار دارد.



«گردش آب در بدن نوعی اسفنج»

یاخته‌های یقه‌دار فضای بین‌یاخته‌ای اندک دارند و همگی در سطح درونی حفرهٔ میانی (نه گوارشی!) هستند.

در مجاورت یاخته‌های یقه‌دار، انواعی از یاخته‌ها با شکل‌های متفاوت دیده می‌شوند که برخی از آن‌ها که دراز و تیز هستند، از سطح خارجی بدن اسفنج بیرون زده‌اند.

دو ساختار شاخک‌مانند در مجاورت محل خروج آب در قسمت بالایی بدن جانور دیده می‌شوند.

تعداد یاخته‌های یقه‌دار، در بخش بالایی بدن اسفنج کمتر از بخش پایینی آن است.

در سطح بیرونی اسفنج، یاخته‌های سازندهٔ منفذ که به صورت عمودی قرار دارند، در مجاورت یاخته‌های پهن نازک فاقد تاژک و در سطح درونی اسفنج، یاخته‌های سازندهٔ منفذ در مجاورت یاخته‌های دارای تاژک (یاخته‌های یقه‌دار) قرار دارند.

با توجه به شکل، در اسفنج، یاخته‌های محل خروج آب همانند یاخته‌های سطح بیرونی و یاخته‌های سازندهٔ منفذهای ورودی آب، فاقد تاژک می‌باشند.

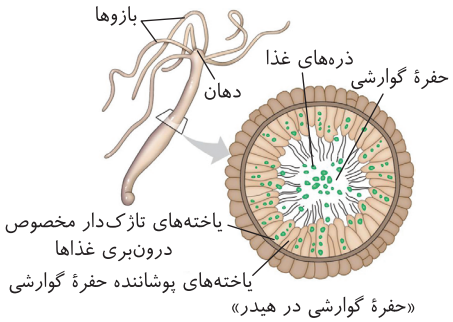
یاخته‌های یقه‌دار، حالت کروی شکل دارند ولی از یاخته‌های سازندهٔ منفذ کوچک‌تر هستند.

۴۷۰۴ (۴): هیدر، ساده‌ترین ساختار عصبی را دارد. در هیدر یاخته‌های عصبی می‌توانند ناقل عصبی آزاد کنند تا یاختهٔ ماهیچه‌ای را تحریک کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بیشتر یاخته‌های پوشانندهٔ حفرهٔ گوارشی هیدر دارای زوائدی (تاژک) هستند. **گزینهٔ (۲):** ساده‌ترین ساختار عصبی، شبکهٔ عصبی در هیدر است. شبکهٔ عصبی مجموعه‌ای از یاخته‌های عصبی پراکنده در دیوارهٔ بدن هیدر است که با هم ارتباط دارند. تحریک **هر** نقطه از بدن جانور در همهٔ سطح آن منتشر می‌شود. شبکهٔ عصبی یاخته‌های ماهیچه‌ای بدن را تحریک می‌کند. **گزینهٔ (۴):** ورود آب با اسمز است.

۲۱۸ شکل‌نامهٔ هیدر

الف) گوارش و گردش مواد در حفرهٔ گوارشی



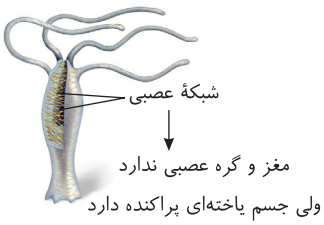
«حفرهٔ گوارشی در هیدر»

- در هیدر، حفرهٔ گوارشی در مرکز بدن قرار دارد.
- حفرهٔ گوارشی و انشعابات آن، در سراسر بدن به‌جز در بازوها پراکنده شده‌اند.
- در هیدر دورترین بخش کیسهٔ گوارشی از دهان در مقایسه با برخی قسمت‌های این کیسه قطر کمتری دارد و به صورت قلاب‌مانند می‌باشد.
- حفرهٔ گوارشی هیدر فاقد مخرج مجزا است در نتیجه جهت حرکت مواد در کیسه دوطرفه است.
- در ساختار بدن هیدر فقط دو لایهٔ یاخته‌ای وجود دارد.
- یاخته‌های لایهٔ خارجی بدن آن از نوع مکعبی و یاخته‌های لایهٔ داخلی آن از نوع استوانه‌ای هستند.
- یاخته‌های سطح درونی حفرهٔ گوارشی نسبت به یاخته‌های پوشانندهٔ بدن هیدر، کشیده‌تر و اندازه‌ای بزرگ‌تر دارند.
- بین لایهٔ خارجی و داخلی آن، ساختاری مثل غشای پایه قرار گرفته است.
- بیشتر یاخته‌های پوشانندهٔ حفرهٔ گوارشی در هیدر **دو تاژک** دارند و در مخلوط کردن مواد غذایی با آنزیم‌های گوارشی نقش دارند.
- بعضی از یاخته‌های لایهٔ داخلی حفرهٔ گوارشی فاقد تاژک هستند.
- اندازهٔ طول تاژک‌ها در همه‌جا باهم برابر نمی‌باشند.
- مواد گوارش‌نیافته و مواد زائد از منفذ مشترک دهان و مخرج جانور خارج می‌شوند.
- همهٔ یاخته‌های آندوسیتوزکننده تاژک‌دار (دو تاژک) هستند.
- گوارش موادغذایی این جانور ابتدا برون‌یاخته‌ای است ولی گوارش نهایی موادغذایی در یاخته‌های تاژک‌دار درونی به صورت درون‌یاخته‌ای است.

نکتهٔ ترکیبی

- ترکیب فصل ۴ دهم: حفرهٔ گوارشی در هیدر پر از مایعات است و علاوه‌بر گوارش وظیفهٔ دستگاه گردش مواد به‌طور غیراختصاصی را نیز برعهده دارد.

ب) ساختار سادهٔ عصبی هیدر و تنفس



- ساختار عصبی هیدر شامل شبکهٔ عصبی که مجموعه‌ای از نورون‌های پراکنده و مرتبط در دیواره بدن جانور است و تحریک هر نقطه از بدن جانور در همهٔ سطح آن منتشر می‌شود.
- در بازوهای هیدر، شبکهٔ عصبی قابل مشاهده است.
- هیدر بافت ماهیچه‌ای ندارد ولی یاختهٔ ماهیچه‌ای دارد.
- هیدر توسط هر یاختهٔ خود همانند تک‌یاخته‌ای‌ها، مستقیماً با محیط به تبادل گاز می‌پردازد و سامانهٔ تنفسی ویژه‌ای ندارد.

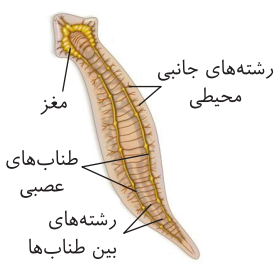
۴۷۰۵ (۲) موارد (الف) و (ج) درست هستند. جانوران دارای حفرهٔ گوارشی، **هیدر** و **پلاناریا** هستند.

بررسی موارد (الف) **درست**. در این جانوران حرکات بدن به جابه‌جایی مواد کمک می‌کند. (ب) نادرست. اسفنج‌ها که یاختهٔ یقه‌دار دارند، حفرهٔ گوارشی ندارند و این تست در مورد آن‌ها نیست. (ج) **درست**. در هیدر، ساده‌ترین ساختار عصبی را می‌بینیم که شبکه‌ای از نورون‌های مرتبط با هم است. در حفرهٔ گوارشی هیدر که یک جانور آبزی است و طبیعتاً درون حفرهٔ گوارشی آن پر مایع است، یک لایه یاختهٔ استوانه‌ای با تاژک و یا بدون تاژک دیده می‌شود. (د) نادرست. مغز در هیدر تعریف نمی‌شود و ساده‌ترین مغز را در پلاناریا می‌بینیم که از دو گره عصبی تشکیل شده است. انشعابات حفرهٔ گوارشی (کلاً یک حفره دارند پس نباید گفت حفرات) این جانوران در تمام نواحی بدن پخش شده‌اند. (ه) نادرست. آبشش برجسته و پراکندهٔ پوستی را در ستارهٔ دریایی می‌بینیم. این جانوران حفرهٔ گوارشی ندارند.

۴۷۰۶ (۲) موارد (ب) و (ج) عبارت مذکور را که دربارهٔ جانوران است، به درستی تکمیل نمی‌کنند.

بررسی موارد (الف) درست. ساده‌ترین ساختار عصبی مربوط به هیدر است. هیدر درون حفرهٔ گوارشی خود، یاخته‌های استوانه‌ای به هم چسبیده‌ای دارد که برخی تاژک‌دار هستند و برخی بدون تاژک. (ب) **نادرست**. در اسفنج، حفرهٔ میانی به همراه منفذ**ها** را می‌بینیم، (حفرهٔ گوارشی یک منفذ دارد.) اما برای آن‌ها حرکت بدن در نظر نمی‌گیریم. (ج) **نادرست**. تحریک کل سطح بدن توسط یک تحریک را در هیدر می‌بینیم که شبکهٔ عصبی آن در کل سطح بدن گسترده شده است. هیدر تنها یک شبکهٔ عصبی دارد و عبارت «شبکه‌های عصبی» برای آن صدق نمی‌کند. (د) درست. پلاناریا مغزی (صرفاً) با دو گره عصبی دارد. در این جانوران دو طناب عصبی دیده می‌شود که بین دو طناب رشته‌های عصبی **مرکزی** را می‌بینیم و در سمت خارجی دو طناب، رشته‌های عصبی محیطی از آن خارج شده‌اند.

۲۱۹ شکل‌نامهٔ پلاناریا (نوعی کرم پهن)



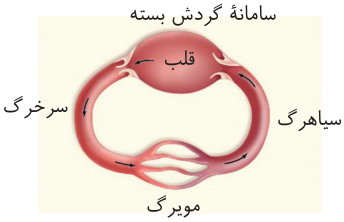
- ساده‌ترین دستگاه عصبی با تقسیم‌بندی مرکزی و محیطی و گره عصبی را دارد.
- فاصلهٔ بین دو طناب عصبی در سراسر بدن پلاناریا یکسان نیست.
- فاصلهٔ بین دو طناب عصبی در قسمت میانی بدن کرم، بیشترین فاصله را از یکدیگر دارد.
- در انتهایی‌ترین قسمت دم کرم، رشته و طناب عصبی مشاهده نمی‌شود.
- در نزدیکی سر پلاناریا در بخش جلویی، دو رشته از مغز منشعب شده است.
- رشته‌های ریزی که به یک طناب عصبی متصل‌اند، بخش محیطی هستند.
- طناب‌های عصبی آن فاقد گره عصبی می‌باشند یعنی اجتماع جسم‌یاخته‌ای ندارد.
- حفرهٔ گوارشی با انشعابات در سراسر بدن دارد که فاصلهٔ یاخته‌ها با حفرهٔ گوارشی اندک است.
- جانوری نرماده می‌باشد.

۴۷۰۷ **(۲)** موارد (ج) و (د) صحیح می‌باشند.

بررسی موارد **الف** کرم خاکی لقاح دو طرفی دارد، نه خودلقاحی! **ب** قلب این جانور لوله‌ای است. قلب دوحفره‌ای برای ماهی‌ها و نوزاد دوزیستان می‌باشد. **ج** کرم خاکی در محیط مرطوب زندگی می‌کند و تبادل گازهای تنفسی خود را به روش پوستی و با مویرگ‌های زیرپوستی انجام می‌دهد. **د** مطابق شکل‌نامهٔ زیر، قلب کرم خاکی دارای دو دریچه برای یک‌طرفه کردن جریان خون می‌باشد.

۲۲۰ شکل‌نامهٔ کرم خاکی





- ساده‌ترین گردش خون بسته را دارد ولی دهلیز و بطن ندارد.
- به قلب کرم‌خاکی یک سیاهرگ وارد و از آن یک سرخرگ خارج می‌شود. قلب جانور پشتی است.
- در محل ورود سیاهرگ به قلب و خروج سرخرگ از قلب، دریچه وجود دارد.
- دریچهٔ موجود در محل ورودی خون به قلب به سمت داخل قلب و دریچهٔ موجود در محل خروجی خون از قلب به سمت داخل سرخرگ باز می‌شود (در یک سمت باز می‌شوند).
- تنفس کرم خاکی از نوع پوستی بوده که زیرپوست آن مویرگ خونی زیادی وجود دارد (سطح پوست مرطوب است).
- کرم خاکی جانوری نرماده دگرباروری می‌باشد و هم اسپرم و هم تخمک ایجاد می‌کند.

۴۷۰۸ **(۳)** موارد (الف)، (ب) و (ج) درست هستند. سؤال در مورد **کرم خاکی** می‌باشد که دوجنسی مویرگ‌دار با قدرت **دگر**باروری می‌باشد.

بررسی موارد **الف** کرم‌خاکی دارای سامانهٔ گردش خون بسته و تنفس پوستی است. در این جانور، مولکول‌های اکسیژن پس از عبور از پوست و ورود به شبکهٔ مویرگی زیر آن، می‌توانند به‌طور برگشت‌پذیر به هموگلوبین خون متصل شوند. این در حالی است که شته نوعی حشره بوده و دارای تنفس نایدیسی است که در این جانوران دستگاه گردش خون نقشی در انتقال گازهای تنفسی در بدن ندارد. **ب** کرم‌خاکی و زنبور دارای دستگاه عصبی هستند که یاخته‌های عصبی این دستگاه با ترشح پیک‌های شیمیایی کوتاه‌برد (ناقل عصبی) می‌توانند ارتباط میان یاخته‌های بدن را برقرار کنند. **ج** کرم‌خاکی و دوزیستان بالغ، تنفس پوستی دارند. در تنفس پوستی شبکهٔ مویرگی زیرپوستی با مویرگ‌های فراوان وجود دارد و گازها با محیط اطراف از طریق پوست مبادله می‌شوند. **د** در ابتدای برخی از رگ‌های متصل به قلب کرم‌خاکی دریچه‌هایی دیده می‌شوند که در هنگام استراحت قلب، مانع از بازگشت خون به آن می‌شوند. در حشرات (مثل مگس)، قلب جانور دارای منافذی است که در هنگام انقباض قلب بسته‌اند و در هنگام استراحت قلب، همولنف از طریق آن‌ها به قلب برمی‌گردد. اما دقت داشته باشید که برخی از رگ‌های بدن این جانوران که سرخرگ متصل به قلب هستند نیز، دریچه‌هایی دارند که در هنگام استراحت قلب مانع از بازگشت همولنف به آن می‌شوند.

۴۹۶ گردش مواد در حشره و کرم خاکی

موارد مقایسه	گردش مواد حشره	گردش خون کرم خاکی
شبکهٔ مویرگی	ندارد	دارد
خون	ندارد	دارد
همولنف	دارد	ندارد
نقش در انتقال گازهای تنفسی	ندارد	دارد
دریچه در دستگاه گردش مواد	در محل اتصال رگ‌ها به قلب در محل منفذ دریچه‌دار	در ابتدای سرخرگ و انتهای سیاهرگ متصل به قلب

۴۷۰۹ **(۴)** بخش‌های (۱) تا (۳) به ترتیب، رحم، تخمدان و بیضه‌ها در کرم کبد را نشان می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تخمدان از زمان جنینی دارای فولیکول‌هایی است که بعد از بلوغ در هر ماه معمولاً یکی از آن‌ها به‌طور طبیعی شروع به رشد می‌کند. **گزینهٔ (۲):** شبکه‌ای از رگ‌های کوچک در کیسهٔ بیضه وجود دارند، نه خود بیضه! **گزینهٔ (۳):** تخمدان مسئول ترشح هورمون‌های جنسی در زنان است نه رحم! **گزینهٔ (۴):** بیضه‌ها، تستوسترون را تحت تأثیر هورمون محرک جنسی *LH* ترشح می‌کنند.

۲۲۱ شکل‌نامهٔ کرم کبد



- کرم خاکی و کرم کبد، تخمک‌ها را از بدن خود خارج نمی‌کنند ولی کرم خاکی برخلاف کرم کبد، اسپرم‌ها را از بدن خود خارج و اسپرم نیز دریافت می‌کند.
- جانوری نرماده خودبارور است که اسپرم و تخمک ایجاد می‌کند ولی هیچ‌کدام را از بدن خارج نمی‌کند.
- در طرفین رحم کرم کبد، دو ساختار لوله‌مانند طویل دیده می‌شود.
- تخمدان کرم کبد برخلاف رحم و بیضه‌های آن، منشعب نیست.
- رحم و تخمدان نسبت به تخمدان و بیضه‌ها، نزدیک‌ترند.
- در کرم کبد تخمدان بین رحم و بیضه‌ها قرار دارد و به ترتیب اندازه از بزرگ به کوچک: رحم - بیضه‌ها - تخمدان
- می‌توان جاندار غیرپستاندار ولی رحم‌دار مشاهده کرد مثل کرم کبد.
- هر زاده فقط یک والد دارد ولی بکرزایی نمی‌باشد.

۲۲۲ شکل‌نامهٔ کرم کدو



- اندازهٔ قطعات بدن کرم کدو از قسمت سر به دم در حال کاهش است.
- این جانور دهان و دستگاه گوارش ندارد و مواد را از سطح بدن دریافت می‌کند.
- این جانور انگل است و میزان ائوزینوفیل را در انسان زیاد می‌کند.

۴۷۱۰ (۲) با توجه به شکل کتاب درسی در مورد دستگاه گوارش ملخ، موارد (ج) و (د) درست هستند.

بررسی موارد **(الف)** نادرست. غدد بزاقی در ملخ، زیر چینه‌دان واقع شده‌اند اما همگی در هر طرف مجرای مشترک (نه مستقل) ایجاد کرده و سپس به دهان راه دارند.

(ب) نادرست. پیش‌معده (نه کیسه‌های معده) دیوارهٔ دندانه‌دار دارد. این بخش از لولهٔ گوارش از معده (C) و کیسه‌های معده (B) آنزیم دریافت می‌کند (نه از روده).

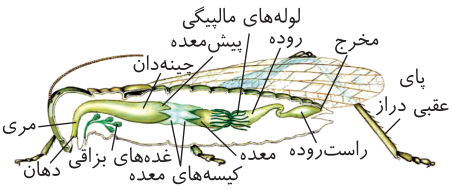
(ج) **درست.** مادهٔ دفعی در حشرات، اوریک‌اسید است که در اثر سوخت‌وساز مواد مختلفی مثل نوکلئوتیدها (مثل پیریمیدین) ایجاد می‌شود. سیستم دفعی در حشرات، مواد زائد مثل اوریک‌اسید را از راه لوله‌های مالپیگی به روده وارد می‌کند و در نتیجه، روده و راست‌روده برخلاف معده، این مادهٔ زائد را دریافت خواهند کرد.

(د) **درست.** هر لولهٔ مالپیگی با دفع یون‌ها و راست‌روده با بازجذب یون‌ها در میزان آن‌ها در هموستاز مؤثر است.

۲۲۳ شکل‌نامهٔ دستگاه گوارش (ملخ)

لولهٔ گوارشی: دهان ← مری ← چینه‌دان ← پیش معده ← کیسه‌های معده ← معده ← روده ← راست‌روده ← مخرج (مجزا از دهان)

- جهت حرکت غذا از دهان به چینه‌دان در خلاف جهت جاذبهٔ زمین در طول مری می‌باشد.
- غدد بزاقی آن‌ها در سطح پایین‌تری نسبت به چینه‌دان قرار دارد که مجرای آن‌ها با هم یکی می‌شوند تا به دهان بریزند.
- چینه‌دان بخش انتهایی مری است و حجیم‌ترین و اولین بخش متورم و برآمده‌ترین بخش لولهٔ گوارش است. بخش برآمده‌تر چینه‌دان به سمت پیش معده است.



- اگه بخواییم فضای درونی بخش‌های لولهٔ گوارش را باهم مقایسه کنیم به این ترتیب می‌باشد:
  چینه‌دان > معده > بخش ابتدایی روده > راست‌روده > پیش معده > مری > بخش انتهایی روده
- راست‌روده در مقایسه با معده طول کمتری دارد ولی هر دو توانایی جذب مواد را دارند.
- راست‌روده، آخرین برآمدگی لولهٔ گوارش ملخ است که آب و یون بازجذب می‌کند.
- با توجه به شکل مقابل می‌توان گفت که اندازهٔ یاخته‌های پوششی راست‌روده بزرگ‌تر از اندازهٔ یاخته‌های رودهٔ باریک است و همچنین یاخته‌های راست‌روده استوانه‌ای‌شکل و یاخته‌های رودهٔ باریک مکعبی‌شکل است.
- ضخامت مری در طول آن از پایین به بالا افزایش می‌یابد.
- قوی‌ترین ماهیچه‌های مربوط به لولهٔ گوارش را پیش‌معده دارد.
- حواستان باشد بخش‌هایی که در جذب مواد نقش دارند، **معده و راست‌روده** هستند.
- طویل‌ترین پای ملخ، پای عقبی آن است که از سمت روده آغاز شده و انتهای آن عقبی‌ترین بخش جانور است.
- شاخک ملخ تا چینه‌دان کشیده شده است.
- محل اتصال روده به راست‌روده، نازک‌ترین بخش لولهٔ گوارش است. لوله‌های مالپیگی به ابتدای روده متصل می‌شوند.
- معده در بالای بخش ابتدایی پاهای میانی ملخ قرار دارد. بخش حجیم‌تر معده به سمت روده می‌باشد.
- شروع گوارش شیمیایی در دهان و پایان آن در پیش‌معده است.
- شروع گوارش مکانیکی در آروارهٔ اطراف دهان و پایان آن در پیش‌معده است.

۴۷۱۱ (۱) فقط مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد **(الف)** نادرست. در مگس، گیرنده‌های شیمیایی بدون مژک در موهای حسی روی پاهای آن قرار دارند. مگس‌ها به کمک این گیرنده‌ها انواع مولکول‌ها را تشخیص می‌دهند. **(ب)** نادرست. چشم مرکب در همهٔ حشرات دیده می‌شود، هر واحد بینایی در حشرات، یک قرنیه، یک عدسی و تعدادی گیرندهٔ نوری دارد. هر یک از این واحدها تصویر کوچکی از بخشی از میدان بینایی را ایجاد می‌کنند. **(ج)** **درست.** روی هر کدام از پاهای جلویی جیرجیرک یک محفظهٔ هوا وجود دارد که پردهٔ صماخ روی آن کشیده شده است. لرزش پرده در اثر امواج صوتی، گیرنده‌های مکانیکی متصل به پرده را تحریک کرده و جانور صدا را دریافت می‌کند. **(د)** نادرست. گیرنده‌های نوری برخی حشرات مانند زنبور، پرتوهای فرابنفش (نه فروسرخ) را نیز دریافت می‌کنند.

۲۲۴ شکل‌نامهٔ مگس

- در مگس، گیرنده‌های شیمیایی در موهای حسی روی پاهای آن قرار دارند. مگس‌ها به کمک این گیرنده‌ها **انواع** مولکول‌ها را تشخیص می‌دهند.
- هر موی حسی دارای ۴ دندریت است. این موها در سمت پایین یا منفذ باریک‌تر می‌باشند.
- جسم یاخته‌ای و آکسون گیرنده‌ها خارج از موی حسی قرار دارد.
- آکسون گیرنده‌ها، رشته‌های عصبی را تشکیل می‌دهند.
- گیرنده‌های شیمیایی در انتها یا نوک پای مگس قرار دارند.
- دندریت و آکسون گیرندهٔ شیمیایی مگس، در دو نقطهٔ متفاوت و روبه‌روی هم به جسم یاخته‌ای متصل می‌شوند.
- هستهٔ هر یاختهٔ گیرنده، گرد است و در وسط جسم‌یاخته‌ای قرار گرفته است.
- هر پا، چهار بند دارد که بند دوم از بقیه بزرگ‌تر است. بند اول نیز کوچک‌ترین است.



«گیرندهٔ شیمیایی در مگس»

۲۲۵ شکل‌نامهٔ نکات اختصاصی حشرات در جیرجیرک‌ها



«گیرندهٔ امواج صوتی در جیرجیرک»

روی هر یک از پاهای **جلویی** (کوتاه‌ترین پا) جیرجیرک یک محفظهٔ هوا وجود دارد که پردهٔ صماخ روی آن کشیده شده است. لرزش پرده در اثر امواج صوتی، گیرنده‌های مکانیکی را که در پشت پردهٔ صماخ قرار دارند، تحریک و جانور صدا را دریافت می‌کند.
گیرنده‌های مکانیکی صدا پشت پردهٔ صماخ قرار دارند و پیام خود را از راه طناب عصبی به مغز می‌دهند.
گیرنده‌ها در مفصل بین بند اول و دوم پا قرار دارند.
بند اول پا، از بقیهٔ بندهای پا بزرگ‌تر است.
در اطراف پردهٔ صماخ تعدادی اجسام مومانند وجود دارد.
از لحاظ اندازهٔ بندهای پا، از بزرگ به کوچک به ترتیب بند اول، دوم، سوم و چهارم قرار می‌گیرند.

نکتهٔ ترکیبی

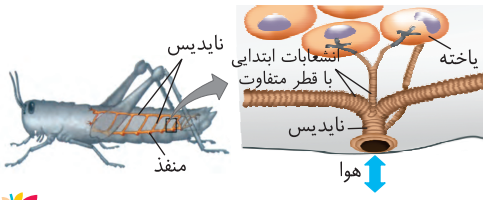
ترکیب با فصل ۸ زیست دوازدهم: در جیرجیرک‌ها، جانور نر زامه‌های خود را درون کیسه‌ای به همراه مواد مغذی به جانور ماده منتقل می‌کند. جانور ماده هنگام تشکیل تخم و برای رشد و نمو جنین به مواد مغذی درون کیسه نیاز دارد. این کیسه بخش قابل توجهی از وزن بدن جانور نر را تشکیل می‌دهد. جانور نر، ماده‌ای را انتخاب می‌کند که بزرگ‌تر باشد، زیرا بزرگ‌تر بودن جانور ماده نشانهٔ آن است که تخمک‌های زیادی دارد و می‌تواند زاده‌های بیشتری تولید کند. در این جانوران جیرجیرک‌های ماده برای انتخاب شدن رقابت می‌کنند.

برخی از آن‌ها از راه صوتی با هم ارتباط برقرار می‌کنند که در پیدا کردن جفت هم مؤثر است.

۴۷۱۲ (۲) جانوری که در این آزمایش به کار برده می‌شود، شته (نوعی حشره) است. بیگانه‌خوارها در همهٔ جانوران وجود دارند و جزء ایمنی غیراختصاصی هستند. این یاخته‌ها با حرکات آمیبی، مواد اطراف خود را می‌خورند و سپس توسط آنزیم‌های لیزوزوم گوارش می‌دهند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید این ویژگی سنگدان است که در پرندگان وجود دارد نه حشرات! **گزینهٔ (۳):** در هر بند از بدن حشرات یک گره (نه جسم‌یاخته‌ای) وجود دارد که فعالیت یاخته‌های دارای پروتئین‌های انقباضی (یاخته‌های ماهیچه‌ای) را تنظیم می‌کند. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید در سامانهٔ گردشی باز، رگ وجود دارد ولی مویرگ وجود ندارد. قلب در این جانوران مایعی به نام همولنف را به حفره‌های بدن پمپ می‌کند و آن به فضای بین یاخته‌های بدن وارد می‌شود.

۲۲۶ شکل‌نامهٔ تنفس نایدیسی حشرات



انشعابات پایانی آن‌ها در کنار همهٔ یاخته‌های بدن قرار می‌گیرند و انتهای آن‌ها بسته است و دارای مایعی است که تبادلات گازی را ممکن می‌سازد. ابتدای آن منشعب و قطورتر می‌شود.

نکته

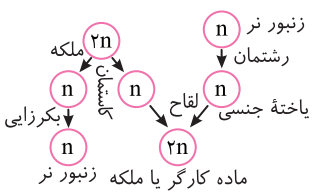
در حشرات دستگاه گردش مواد، نقشی در انتقال گازهای تنفسی ندارد.
در ملخ، نایدیس‌ها از قسمت میانی بدن (از بالا پاهای میانی) شروع و تا نزدیکی انتهای بدن کشیده شده است اما به انتهای بدن نرسیده است.
منافذ تنفسی حشرات در سطح شکمی - جانبی قرار دارند که به صورت نردبانی قرار دارند.
جهت حرکت هوا در نایدیس‌ها دوطرفه است.
هستهٔ یاخته‌های مرتبط با نایدیس‌ها، در حاشیهٔ یاخته قرار دارد.

هر چه از سمت منافذ تنفسی (که در سطح شکمی حشرات قرار دارند) به سمت انشعابات بیشتر حرکت کنیم، هوا و اکسیژن کمتری به هر انشعاب می‌رسد چون قطر انشعابات در حال کاهش است. به عبارتی دیگر، هرچه قطر نایدیس‌ها کاهش یابد، انشعابات آن‌ها بیشتر می‌شود.
به منافذ نایدیس‌ها، مجاری متعدد با قطر متفاوت متصل می‌باشد.

۴۷۱۳ (۳) منظور **زنبورها** می‌باشند که نوعی حشره هستند. جانوران حاصل بکرزایی، زنبورهای نر هستند که با میتوز گامت تولید می‌کنند و از این طریق همهٔ ژن‌های خود را به نسل بعد منتقل می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مغز این جانوران از چند گرهٔ عصبی به هم جوش خورده تشکیل شده است. حشرات تنها یک طناب عصبی شکمی دارند نه طناب‌های عصبی شکمی! **گزینهٔ (۲):** دستگاه عصبی حشرات (نه چشم مرکب آن) اطلاعات را یکپارچه می‌کند. **گزینهٔ (۴):** انشعابات پایانی نایدیس‌ها در کنار تمام (نه اکثر) یاخته‌های بدن قرار می‌گیرند.

۲۲۷ شکل‌نامهٔ نکات اختصاصی زنبورها

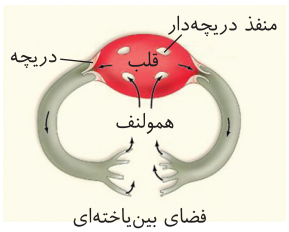


هر زنبور عسل حاصل از لقاح، دیپلوئید و ماده بوده و هر زنبور حاصل از بکرزایی، هاپلوئید و نر است و هر مار حاصل از بکرزایی، دیپلوئید می‌باشد.
گونهٔ زنبور عسل نشان می‌دهد که تعداد کروموزوم افراد یک گونه ممکن است در برخی موارد در دو جنس، متفاوت باشد.
زنبور نر همانند گیاهان، یاختهٔ جنسی خود را با میتوز ایجاد می‌کند.
همهٔ زنبورهای زادهٔ ملکه، توانایی میتوز را دارند.
در بکرزایی و کرم کبد، جاندار می‌تواند بدون نیاز به جاندار دیگر تولیدمثل کند.
زنبورهای کارگر، ماده‌هایی نازا هستند که توانایی تولید تخمک ندارند و فقط با رفتار گروهی **دگرخواهی** حفاظت از سایر افراد خانواده را بر عهده دارند.
زنبور عسل نر هاپلوئید است و ۱۰۰٪ ژن‌های خود را از ۵۰٪ ژن‌های ملکه گرفته است.
زنبورهای کارگر پس از پیدا کردن منبع غذا می‌توانند با حرکات مخصوص و صدای وزوز متفاوت موقعیت غذا را به سایر کارگرها نشان دهند.
گیرندهٔ نوری حساس به اشعهٔ فرابنفش دارند.

۴۷۱۴ (۴) همهٔ موارد صحیح می‌باشند. ملخ حشره‌ای گیاه‌خوار است که در بین معده و پیش‌معدهٔ خود، دارای ساختاری به نام کیسه‌های معده می‌باشد.

بررسی موارد (الف) در لولهٔ گوارش ملخ، غدد بزاقی در زیر چینه‌دان مشاهده می‌شوند! (ب) پاهای عقبی ملخ از سایر پاهای جانور بلندتر است و رشته‌های عصبی بلندتری را هم دریافت می‌کند (شکل ۲۱ صفحهٔ ۱۸ کتاب درسی یازدهم). (ج) قلب ملخ، **لوله‌ای شکل** است و در **سطح پشتی** بدن جانور و در **بالای لولهٔ گوارش** قرار گرفته است. در شکل زیر هم **منفذدار** بودن آن مشخص است. (د) حشرات چشم مرکب دارند. هر واحد بینایی در چشم حشرات دارای تعدادی گیرندهٔ نوری می‌باشد که با رشته‌های عصبی در ارتباط‌اند. (شکل ۱۷ صفحهٔ ۳۴ کتاب یازدهم)

۲۲۸ شکل‌نامهٔ سامانهٔ گردشی باز

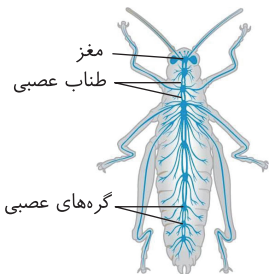


- قلب پشتی آن‌ها ملخ دارای ۴ منفذ دریچه‌دار است که به صورت قرینه قرار گرفته‌اند.
- در ابتدای رگ‌های خروجی از قلب (سرخرگ‌ها از دو طرف) نیز دریچه وجود دارد.
- دریچهٔ رگ‌ها به سمت بیرون قلب باز می‌شوند.
- پاهای عقبی ملخ بلندترند و کوتاه‌ترین پا مربوط به پاهای جلویی حشرات می‌باشد.
- انتهای رگ‌های خارج شده از دو طرف قلب، منشعب می‌باشد و همولنف را به حفرات بدن وارد می‌کنند.
- تعداد منافذ دریچه‌دار از تعداد رگ‌های متصل به قلب بیشتر است.
- فاقد سیاهرگ و مویرگ شکمی می‌باشد.
- قلب لوله‌ای آن‌ها در سطح بالاتری نسبت به لولهٔ گوارش و لوله‌های مالپیگی قرار گرفته است.
- تعداد منافذ دریچه‌دار قلبی گیرندهٔ خون از تعداد منافذ دریچه‌دار ابتدای رگ‌های خروجی بیشتر است.

۴۷۱۵ (۱) فقط مورد (ج) عبارت را به درستی تکمیل می‌کند.

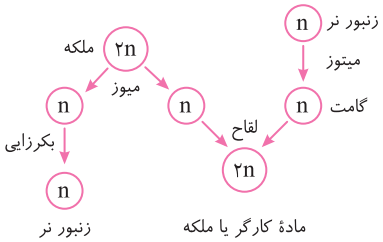
بررسی موارد (الف) نادرست. مغز حشرات از چند گره به هم جوش‌خورده تشکیل شده است. در ملخ پاهای عقبی بلندتر از پاهای جلویی هستند. (ب) نادرست. در **مهره‌داران** طناب عصبی پشتی درون سوراخ مهره‌ها قرار دارد. در این جانداران مغز درون جمجمه‌ای غضروفی یا استخوانی جا گرفته است. (ج) **درست.** در پلاناریا دستگاه عصبی مرکزی، مغز و دو طناب عصبی موازی که با رشته‌هایی به هم متصل شده‌اند و ساختار نردبان‌مانندی را ایجاد می‌کنند را در برمی‌گیرد. رشته‌های کوچک‌تر متصل به طناب ها، بخش محیطی دستگاه عصبی را تشکیل می‌دهند. (د) نادرست. ساده‌ترین ساختار عصبی، شبکهٔ عصبی در هیدر است. این شبکه فاقد تقسیم‌بندی دستگاه عصبی مرکزی و محیطی است.

۲۲۹ شکل‌نامهٔ دستگاه عصبی حشرات



- مغزی از جوش‌خوردن چند گره و یک طناب عصبی شکمی با گره‌های مجزا و دو رشتهٔ عصبی دارد.
- هر پیام عصبی در حشرات لزوماً ابتدا به طناب عصبی شکمی نمی‌آید مثل پیام بینایی.
- بلندترین رشتهٔ عصبی در ملخ به پاهای عقبی وی می‌روند و با گره عصبی موجود در بخش میانی بدن مرتبط است.
- فعالیت ماهیچه‌های هر قسمت از بدن، علاوه‌بر کنترل از طریق مغز، از طریق گره عصبی آن بند نیز کنترل می‌شود.
- عصب‌دهی به پاهای جلویی، وسطی و پشتی، توسط گره‌های عصبی بالایی در طناب عصبی انجام می‌شود.
- پاهای عقبی ملخ و اعصاب آن‌ها، بلندترین هستند.
- فرمان‌های مغز به پاهای حشرات، به واسطهٔ طناب عصبی شکمی منتقل می‌شوند.
- رشته‌های عصبی شاخک‌ها با طناب عصبی ارتباطی ندارند و مستقیماً با مغز در ارتباط هستند.
- در ملخ جلویی‌ترین رشتهٔ عصبی مرتبط با کوتاه‌ترین پا نمی‌باشد. طناب عصبی شکمی ملخ، دورشته‌ای می‌باشد.
- هر جفت پا در ملخ توسط یک گره مخصوص کنترل می‌شود.
- اعصاب مرتبط با پاهای ملخ، به گره‌های نیمهٔ بالایی ابتدایی بدن ملخ وارد می‌شوند.

۴۷۱۶ (۴) با توجه به شکل مقابل، در نتیجهٔ لقاح بین زنبورهای عسل نر و ملکه، مادهٔ **کارگر** یا یک **ملکهٔ جدید** به وجود می‌آید. تمامی این زنبورها، **دیپلوئیداند** و امکان وقوع جهش مضاعف‌شدگی در آن‌ها وجود دارد. در این جهش قسمتی از یک کروموزوم با کروموزوم همتا جابه‌جا می‌شود، به‌طوری که از آن قسمت در کروموزوم همتا دو نسخه دیده می‌شود.

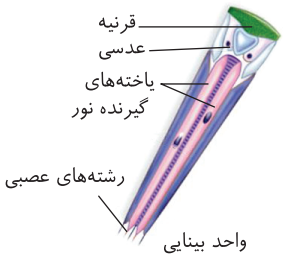


بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تنها زنبورهای عسل **کارگر** می‌توانند شهد و گردهٔ گل‌ها را جمع‌آوری کنند و به کندو بیاورند (فصل ۸ دوازدهم). **گزینهٔ (۲):** تشکیل ساختارهای چهارکروماتیدی (تتراد) تنها در جاندارانی مشاهده می‌شود که تقسیم میوز انجام می‌دهند. در بین زنبورهای عسل تنها، **زنبور ملکه** تقسیم میوز انجام می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** زنبورهای عسل کارگر نازا هستند و رفتار دگرخواهی دارند. یعنی با کاستن از احتمال بقای خود، به مراقبت از زاده‌های زنبورعسل ملکه می‌پردازند تا موفقیت تولیدمثلی جانور خویشاوند افزایش یابد (فصل ۸ دوازدهم).

۴۷۱۷ (۳) بخش (۳) یاخته‌های گیرندهٔ نور را نشان می‌دهد که در صورت ابتلای شخص به بیماری سلیاک جذب ویتامین A کم شده و میزان ساخت مادهٔ حساس به نور قرار گرفته در گیرنده‌های نوری کاهش پیدا می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** قرنیه به تارهای آویزی متصل نیست. **گزینهٔ (۲):** عدسی جزء هیچ‌کدام از لایه‌های چشم نیست. **گزینهٔ (۴):** گروهی از رشته‌های عصبی به سمت مخالف چشم در قشر مخ حرکت می‌کنند.

۲۳۰ شکل‌نامهٔ چشم مرکب حشرات



- تعداد زیادی واحد بینایی مستقل دارد که هر واحد یک قرنیه (خارجی‌ترین)، یک عدسی مخروطی و تعدادی گیرندهٔ استوانه‌ای دارد (۲ عدد).
- ضخامت یاخته‌های گیرندهٔ نور، در سراسر طول خود یکسان نیست و به سمت درون باریک‌تر می‌شوند.
- هستهٔ یاخته‌های گیرندهٔ نور در یک سطح قرار نگرفته است. هستهٔ آن‌ها بیضی‌شکل است.
- عدسی واحد بینایی، مخروطی‌شکل است که از خارج به قسمتی از قرنیه متصل است.
- قرنیه با قطر متفاوت بزرگ‌تر از عدسی است و از داخل به سطح پهن عدسی و چهار یاختهٔ مجاور آن متصل است.
- سمت پهن عدسی به سمت قرنیه و سمت باریک آن، به سمت گیرنده‌های نور قرار دارد ولی عدسی به گیرنده‌ها متصل نمی‌باشد.
- دو طرف و بین گیرنده‌ها فاصله وجود دارد که توسط یاخته پر شده است.

در ساختار کرهٔ چشم حشرات، سطح خارجی کره توسط قرنیهٔ باریک پوشیده شده است و زیر هر قرنیه، یک عدسی قرار دارد و گیرنده‌های نور به شکل شعاعی درون کره قرار دارند و در مرکز به هم می‌رسند. رشته‌های عصبی به گیرنده‌ها متصل‌اند.

- اعصاب مربوط به چشم‌های مرکب و اعصاب مربوط به شاخک‌ها، مستقیماً به مغز و از طناب عصبی نمی‌گذرند.
- هر واحد چشم مرکب تصویر کوچکی از میدان ایجاد می‌کند ولی دستگاه عصبی جانور تصویر موزائیکی ایجاد می‌کند.

نکات ترکیبی

- ترکیب با فصل ۴ یازدهم: حشرات نمونه‌هایی از جانوران دارای اسکلت بیرونی هستند. در این جانوران، اسکلت علاوه بر کمک به حرکت، وظیفهٔ حفاظتی هم دارد. با افزایش اندازهٔ جانور، اسکلت خارجی آن هم باید بزرگ‌تر و ضخیم‌تر شود. بزرگ بودن اسکلت خارجی، باعث سنگین‌تر شدن آن می‌شود که در حرکات جانور محدودیت ایجاد می‌کند. به همین دلیل اندازهٔ بدن آن‌ها بیش از حد خاصی نمی‌شود.
- ترکیب با فصل ۷ زیست یازدهم: لقاح داخلی دارند و تخم‌گذار! البته برخی مثل زنبور ماده بکرزایی هم دارد (البته زنبور ماده لقاح هم دارد).
- ترکیب با فصل ۸ زیست یازدهم: اکثر گرده‌افشان‌ها، حشره‌اند و گرده‌افشانی بسیاری از گیاهان کشاورزی و درختان میوه به کمک آن‌ها انجام می‌شود.
- ترکیب با فصل ۹ زیست یازدهم:

۱ برگ تله‌مانند گیاه گوشت‌خوار کرک‌هایی دارد که با برخورد حشره به آن‌ها تحریک و پیام‌هایی را به راه می‌اندازند که سبب بسته شدن برگ و در نتیجه به دام افتادن حشره می‌شود.

۲ حشره‌های کوچک نمی‌توانند روی برگ‌های کرک‌دار به راحتی حرکت کنند؛ همچنین اگر گیاه مواد چسبناک ترشح کند، حرکت حشره دشوارتر و گاه غیرممکن می‌شود.

۳ بعضی گیاهان در پاسخ به زخم، ترکیباتی ترشح می‌کنند که در محافظت از آن‌ها نقش دارند. گاه حجم این ترکیبات آن‌قدر زیاد است که حشره در آن به دام می‌افتد. با سخت شدن این ترکیبات، سنگواره‌هایی ایجاد می‌شود که حشره در آن حفظ شده است. برخی مانند زنبورعسل گیرندهٔ نوری حساس به پرتوهای فرابنفش دارند.

۴ گرده‌افشانی درخت آکاسیا وابسته به زنبورهاست.

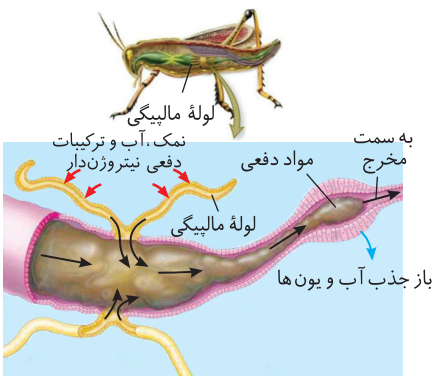
۵ نوزاد کرمی‌شکل حشره برگ تنباکو می‌خورد.

۴۷۱۸: ۱) فقط مورد (ج) صحیح است. بخش‌های مشخص شده در شکل صورت سؤال به‌ترتیب نشان‌دهندهٔ راست‌روده، روده، کیسه‌های معده و چینه‌دان است.

بررسی موارد **الف)** نادرست. در ملخ، جذب در معده صورت می‌گیرد (نه در روده.) **ب)** نادرست. در انسان، رودهٔ بزرگ با جذب آب و املاح، مدفوع جامد می‌سازد. **ج) درست.** یاخته‌های کیسه‌های معده، آنزیم گوارشی را به فضای پیش‌معده ترشح می‌کنند نه به فضای درون چینه‌دان. (پیش‌معده بعد از بخش (۴) است.)

د) نادرست. چینه‌دان بخش حجیم انتهای مری است. چینه‌دان در پرندگان دانه‌خوار نیز مشاهده می‌شود (نه در همهٔ آن‌ها).

۲۳۱ شکل‌نامهٔ لوله‌های مالپیگی

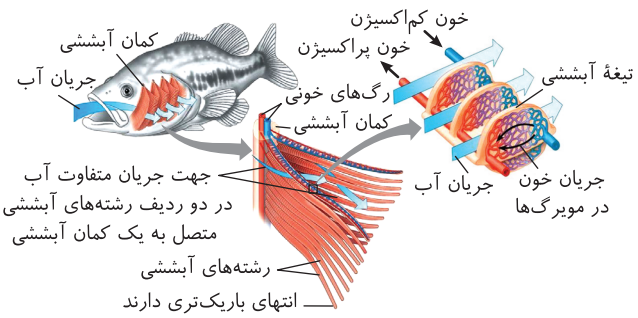


- هر کدام از لوله‌های مالپیگی متصل به سطح پشتی و شکمی از یک قسمت و منفذ متصل هستند.
- اندازهٔ یاخته‌های بافت پوششی راست رودهٔ ملخ، بزرگ‌تر از یاخته‌های بافت پوششی رودهٔ باریک است.
- یاخته‌های بافت پوششی راست‌روده، استوانه‌ای‌شکل و یاخته‌های پوششی رودهٔ باریک، مکعبی‌شکل هستند.
- لوله‌های مالپیگی آب، نمک و اوریک‌اسید را از همولنف وارد روده می‌کند.
- قطر راست‌روده بیشتر از قطر بخش انتهایی رودهٔ باریک است.
- با توجه به شکل دستگاه گوارش ملخ، لوله‌های مالپیگی در بالای پاهای میانی قرار دارند. این لوله‌ها به ابتدای روده متصل‌اند.
- لوله‌های مالپیگی ابتدا بسته و انتهای باز دارند ولی مواد را از عرض خود و در سراسر خود از همولنف می‌گیرد.
- بافت پوششی به کار رفته در دیوارهٔ روده و لوله‌های مالپیگی، از نوع مکعبی تک لایه است. همچنین در دیوارهٔ راست روده اندازهٔ یاخته‌ها بزرگ‌تر شده و بافت پوششی به کار رفته از نوع استوانه‌ای است.
- ابتدای لوله‌های مالپیگی بن‌بست هستند و فقط در سمت روده دارای منفذ هستند.
- همهٔ لوله‌های مالپیگی از طریق یک مدخل به روده ملحق نمی‌شوند. حداقل دو مدخل در روده محل اتصال لوله‌های مالپیگی بالایی و پایینی به روده است.
- ممکن است تعداد یکسانی از لوله‌های مالپیگی از سمت بالا و پایین، به روده متصل شوند مثلاً دو لوله مالپیگی از بالا به روده متصل شوند و ۲ لوله از پایین متصل شوند.

۴۷۱۹ (۱) در بی‌مهرگان سخت‌پوست مانند خرچنگ، آبشش‌ها در نواحی خاصی از بدن هستند ولی در جانوران دارای حفرهٔ گوارشی، انشعابات کیسه به تمامی نواحی بدن نفوذ پیدا کرده است. سخت‌پوستان، حفرهٔ گوارشی ندارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** مواد دفعی نیتروژن‌دار می‌توانند با انتشار از طریق آبشش‌های سخت‌پوستان نیز دفع شوند. **گزینهٔ (۳):** سخت‌پوستان دارای اسکلت خارجی هستند که در صورت افزایش بیش از حد اندازهٔ آن، باعث ایجاد محدودیت در حرکات جانور می‌شود. **گزینهٔ (۴):** سخت‌پوستان از بندپایان هستند و دارای گردش مواد باز می‌باشند که مایع به درون حفرات آن‌ها پمپ می‌شود.

۲۳۲ شکل‌نامهٔ دستگاه تنفس (آبشش‌ها)



- به صورت کارآمد در دو طرف سر جانور وجود دارد که بسیار تمایزیافته است که تبادل گازها را انجام می‌دهند.
- هر کمان آبششی از دو ردیف رشته‌های آبششی هم‌اندازه و هر رشته از چندین تیغهٔ آبششی تشکیل شده است؛ در نتیجه می‌توان گفت که:
- تعداد تیغه‌های آبششی > رشته‌ای آبششی > کمان آبششی است و رشته‌های آبششی از سمت عقبی قطور خود به کمان آبششی اتصال دارند.
- همچنین با توجه به شکل می‌توان گفت که جهت حرکت خون در مویرگ‌های تیغه‌ها، و عبور آب در طرفین (نه از درون!) تیغه‌های آبششی، برخلاف یکدیگر هستند.
- آب از دهان وارد می‌شود و از سمت کمان آبششی به لابه‌لای رشته‌ها می‌رود و از سمت رشته‌های آبششی خارج می‌شود.
- جهت عبور خون سرخرگ‌های ورودی و خروجی به آبشش‌ها، عمود بر جهت قرارگیری تیغه‌های آبششی و مویرگ‌ها است.
- شبکه‌های مویرگی درون تیغه‌های آبششی تشکیل می‌شوند و دقت کنید که کمان‌های آبششی نسبت به رشته‌ها درونی‌تر هستند.
- تیغه‌های آبششی محل تبادل گازهای تنفسی هستند و دقت کنید که در هر کمان آبششی دو سرخرگ با خون تیره و روشن (درونی‌تر) وجود دارد.
- آب از بین تیغه‌های آبششی در جهات متفاوت عبور می‌کند.

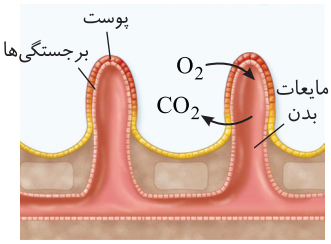
نکات ترکیبی

- ترکیب فصل ۲ دهم: دو طرف شبکهٔ مویرگی در کبد انسان، سیاهرگ است.
- ترکیب با فصل ۴ زیست دهم: دو طرف شبکهٔ مویرگی در آبشش‌های ماهی، سرخرگ است.
- ترکیب فصل ۵ دهم: دو طرف شبکهٔ مویرگی در کپسول بومن، سرخرگ است.

۴۷۲۰ (۴) جانوری که مطالعهٔ **مچنیکوف** بر روی گونهٔ آن، منجر به کشف یاخته‌های **بیگانه‌خوار** موجود در بدن جانوران شد، **لارو ستارهٔ دریایی** بود. سؤال در مورد **ستارهٔ دریایی بالغ** است. با توجه به شکل‌نامه، برجستگی‌ها، در یک انتها بسته‌اند. در انسان نیز مویرگ‌های لنفی، یک انتها بسته‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لارو ستارهٔ دریایی، شفاف اما ستارهٔ دریایی بالغ، نارنجی‌رنگ است. ساده‌ترین آبشش‌ها، برجستگی‌های کوچک و پراکندهٔ پوستی هستند، مانند آبشش‌های ستارهٔ دریایی. در سایر بی‌مهرگان، آبشش‌ها به نواحی خاص محدود می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** فضای داخل برجستگی‌های پوستی ستارهٔ دریایی، در تمام طول خود اندازهٔ یکسانی ندارد و تقریباً وسط برجستگی نسبت به دو انتهای برجستگی، باریک‌تر و تنگ‌تر است. **گزینهٔ (۴):** گازهای تنفسی برای تبادل، نیازمند عبور از دو لایهٔ یاخته‌ای‌اند که این یاخته‌ها، اندازهٔ برابری ندارند؛ یاخته‌های خارجی و در تماس با آب دریا، اندازهٔ بزرگ‌تری دارند.

۲۳۳ شکل‌نامهٔ ستارهٔ دریایی



«ساده‌ترین آبشش در ستارهٔ دریایی»

- دارای ساده‌ترین آبشش که برجستگی‌های کوچک و پراکندهٔ پوستی هستند.
- تبادل گازها در محل برجستگی‌ها صورت می‌گیرد که گازهای تنفسی برای تبادل، از دو لایهٔ یاخته عبور می‌کنند.
- هر برجستگی، دارای پوستی است که یک لایه یاختهٔ پوششی دارد.
- فضای درون برجستگی‌های پوستی، توسط مایعات بدن پر شده است.
- در نزدیکی سطح بدن ستارهٔ دریایی، نوعی مجرای افقی وجود دارد که مایعات بدن ستارهٔ دریایی در آن جریان دارند.
- از این مجرای افقی، انشعاباتی وارد هر برجستگی پوستی ستارهٔ دریایی می‌شود.

نکتهٔ ترکیبی

- ترکیب با فصل ۵ یازدهم: لارو ستارهٔ دریایی جاندار مورد مطالعهٔ ایلیا مچنیکف است که حرکات آمیبی‌مانند دارد و خرده‌ریزهای خارهای گل رز را می‌بلعید.

- پوست فقط در برخی قسمت‌ها با برجستگی‌های آبششی در تماس می‌باشد.
- مایعات درون برجستگی‌های آبششی از زیر در کانالی به هم راه دارند.
- مویرگ خونی ندارد و به کمک پوست تنفس می‌کند ولی تنفس آبششی دارد (نه پوستی!).
- ستارهٔ دریایی، کرم خاکی و دوزیستان گازهای تنفسی را از طریق پوست خود به محیط درونی وارد می‌کنند.
- درون بدن ستارهٔ دریایی، مجراهایی زیرپوست وجود دارند که با هم در ارتباط هستند و این مجاری توسط یک لایه یاخته پوشیده شده‌اند.
- در ستارهٔ دریایی، گازها پس از عبور از دو لایهٔ یاخته‌ای، مبادله می‌شود. قسمتی که گازها از آن طریق تبادل دارند، کمترین فاصلهٔ مایعات و سطح بدن را مشاهده می‌کنیم.
- یاخته‌های پوست از یاخته‌های برجستگی بزرگ‌تر هستند؛ ولی هر دو نوع یاخته به شکل مکعبی می‌باشند.
- ستارهٔ دریایی بالغ، نارنجی رنگ ولی لارو آن شفاف می‌باشد.
- در سخت‌پوستان (مثل ستارهٔ دریایی)، مواد دفعی نیتروژن‌دار با انتشار ساده، از آبشش‌ها دفع می‌شوند.
- در سایر بخش‌های پوست که برجستگی‌های آبششی حضور ندارند، پوست و دیوارهٔ گردش مواد به یکدیگر متصل نیستند.

۴۷۲۱ : (۴) همهٔ موارد نادرست است.

بررسی موارد (الف) قسمت اول ماهی غضروفی و آب شور و قسمت دوم ماهی غضروفی دریازی است ولی دفع ادرار رقیق در ماهیان آب شیرین است. (ب) قسمت اول ماهی آب شیرین است که ادرار رقیق دفع می‌کند ولی دفع یون مربوط به ماهیان غضروفی و آب شور می‌باشد. (ج) قسمت اول در مورد ماهی آب شور و شیرین است که فقط ماهی آب شور، در ادرار خود یون زیادی دفع می‌کند. (د) در ماهی آب شور، هم نوشیدن زیاد وجوددارد و هم آب تمایل به خروج از بدن دارد. پس قید **برخلاف** نادرست است.

نکات تنظیم اسمزی ماهی‌ها

- ماهیان غضروفی (مثل کوسه‌ها و سفره‌ماهی‌ها) علاوه‌بر کلیه‌ها، دارای غدد راست‌روده ای هستند که محلول نمک (سدیم‌کلرید) بسیار غلیظ را به روده ترشح می‌کنند ولی مادهٔ زائد نیتروژن‌دار را مانند هر ماهی دیگری از کلیه‌های خود دفع می‌کنند. این ماهی‌ها ادرار غلیظ دفع می‌کنند.
- در ماهیان آب شیرین فشار اسمزی مایعات بدن بیشتر از آب است؛ در نتیجه آب تمایل دارد وارد بدن شود ولی این جانور برای تنظیم اسمزی، آب زیادی نمی‌نوشند و ادرار رقیقی دارند. باز و بسته شدن دهان آن‌ها فقط برای انتقال آب به آبشش برای تبادل گاز تنفسی است.
- در ماهیان آب شور فشار اسمزی مایعات بدن کمتر از آب است؛ در نتیجه آب زیادی ممکن است از دست بدهند، به همین دلیل آب زیادی مصرف می‌کنند (می‌نوشند) و ادرار غلیظی دارند. در این ماهی‌ها آبشش نیز به دفع فعال یون‌ها می‌پردازد.

نکات ترکیبی

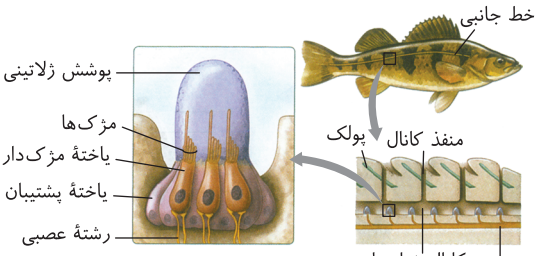
- ترکیب با فصل ۴ یازدهم: برخی اسکلت غضروفی دارند.
- ترکیب با فصل ۵ یازدهم: همگی دفاع اختصاصی دارند
- ترکیب با فصل ۷ یازدهم:
  1. بسیاری از آن‌ها لقاح خارجی دارند (تخمک ژله‌ای و چسبناک). برخی مانند اسبک‌ماهی لقاح داخلی دارن و تخمک وارد بدن ماهی نر می‌شود.
  2. به علت دورهٔ جنینی کوتاه، میزان اندوختهٔ غذایی اندک است.

۴۷۲۲ : (۲) در هر واحد بینایی چشم مرکب حشرات مانند پروانه، یک عدسی وجود دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تعداد یاخته‌های مکانیکی مژک‌دار کانال جانبی ماهی بیشتر از منافذ این کانال‌ها است. **گزینهٔ (۳):** در هر جوانهٔ چشایی انسان، تعداد زیادی گیرندهٔ چشایی وجود دارد. **گزینهٔ (۴):** در گوش میانی انسان، ۳ استخوان و در گوش داخلی ۳ عدد مجرای نیم‌دایره وجود دارد.

۲۳۴ شکل‌نامهٔ خط جانبی ماهی‌ها

- در دو سوی بدن ساختاری به نام خط جانبی وجود دارد و ماهی به کمک خط جانبی، از وجود اجسام و جانوران دیگر (شکار و شکارچی) در پیرامون خود آگاه می‌شود.
- اندازه مژک‌های متصل به هر یاختهٔ گیرنده یکسان نیست، درازترین مژک‌ها همواره در سمت دم جانور است.
- فقط مژک‌ها با پوشش ژلاتینی در تماس هستند.
- مژک‌ها خم می‌شوند نه یاخته‌های مژک‌دار.
- تعداد یاخته‌های پشتیبان بیشتر از تعداد گیرنده‌هاست.
- به هر گیرنده ۲ رشتهٔ عصبی متصل است.
- هستهٔ یاخته‌های پشتیبان پایین‌تر از هستهٔ گیرنده‌ها و کل یاختهٔ گیرنده‌هاست.
- هستهٔ گیرنده‌ها بزرگ‌تر از هستهٔ یاخته‌های پشتیبان است.
- خط جانبی بالاتر از باله‌های سینه‌ای قرار دارد.
- در مقابل هر منفذ کانال لزوماً یک مادهٔ ژلاتینی قرار ندارد و فاصلهٔ کانال‌ها از فاصلهٔ ماده‌های ژلاتینی بیشتر است.
- خط جانبی ماهی برخلاف قلب آن به سطح پشتی بدن نزدیک‌تر است.
- آب می‌تواند به پوشش ژلاتینی و یاخته‌های پشتیبان برخورد کند.
- همهٔ گیرنده‌ها، الزاماً دقیقاً زیر منافذ کانال قرار نگرفته‌اند.
- عصب در زیر خط جانبی و موازی با آن قرار دارد که پیام خود را به طناب عصبی پشتی جانور می‌دهند.
- پولک‌ها نسبت به منفذ کانال، به صورت مایل قرار گرفته‌اند.
- خط جانبی در نواحی سر، آبشش‌ها و دم ماهی کشیده نشده است. این دو خط جانبی موازی و بالای عصب خود و عمود به منافذ هستند.
- گیرنده‌ها، در **فرورفتگی**هایی در کانال خط جانبی مستقرند.
- خط جانبی ماهی انتهای دم ادامه پیدا نمی‌کند و هرچه به سمت سر ماهی برویم، عصب قطورتر می‌شود.
- یاخته‌های پشتیبان هم در جوانه‌های چشایی و هم در ساختار خط جانبی به حفاظت از یاخته‌های گیرنده می‌پردازند و بیشتر از یاختهٔ گیرنده هستند و فاقد مژک می‌باشند.



«ساختار خط جانبی در ماهی»

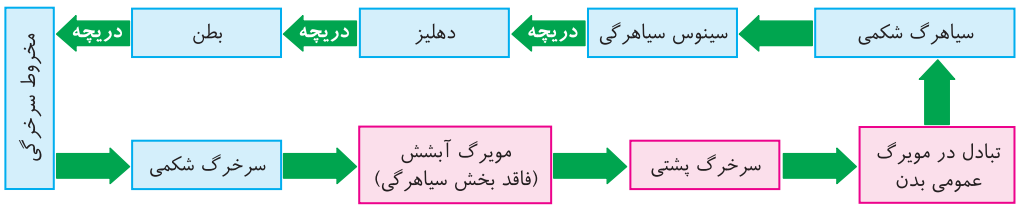
۴۷۲۳ : (۳) موارد (ب)، (ج) و (د) دربارهٔ گردش خون **مهره‌داران** درست هستند. اختلاط خون روشن و تیره در بطن(ها) زمانی صورت می‌گیرد که یا دو دهلیز و یک بطن وجود داشته باشد و یا اینکه دو بطن به‌طور کامل از هم جدا نشده باشند. این موارد در همهٔ دوزیستان بالغ و بسیاری از خزندگان صورت می‌گیرد در حالی‌که در قلب ماهی‌ها، نوزاد دوزیست‌ها، برخی از خزندگان (مثل کروکودیل)، پستانداران و پرندگان، اختلاط خون تیره و روشن دیده نمی‌شود.

بررسی موارد (الف) نادرست. نسبت اندازهٔ مغز به بدن پرندگان و پستانداران نسبت به بقیهٔ مهره‌داران بیشتر است، اما این ویژگی در ماهی‌ها و خزندگان و نوزاد دوزیست‌ها صادق نیست. (ب) **درست**. هنگامی که دو دهلیز وجود داشته باشد، دو دریچهٔ دهلیزی بطنی هم (فارغ از تعداد بطن‌ها) وجود خواهد داشت. شرط اولیهٔ اختلاط هم وجود دو دهلیز بوده، پس خون‌هایی که مخلوط خواهند شد. از دریچه‌های دهلیزی - بطنی مربوطه خواهند گذشت. (ج) **درست**. تنفس پوستی در دوزیستان بالغ دیده می‌شود که خون تیره و روشن در بطن آن‌ها مخلوط می‌شوند، بنابراین در جانورانی که فاقد اختلاط خونی در بطن(ها) هستند، تنفس پوستی را نمی‌بینیم. (د) **درست**. از بین جانورانی که دچار اختلاط خون در بطن(ها) می‌شوند، هیچ‌یک در حالت بلوغ آبشش ندارند.

۲۳۵ شکل‌نامهٔ گردش خون ماهی

گردش خون ساده دارد که ضمن یک‌بار گردش در بدن، یک‌بار هم از قلب می‌گذرد.

مسیر حرکت خون:



قلب ماهی در حفره‌ای با خون تیره در سطح شکمی و بین بالهٔ سینه‌ای و بالهٔ شکمی قرار دارد.

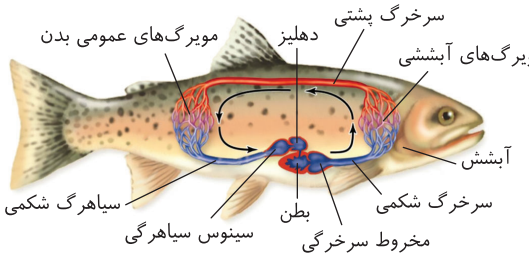
خون روشن از آبشش‌ها مستقیماً به همهٔ اندام‌های بدن می‌رود (حتی به دیوارهٔ قلب).

دیوارهٔ بطن ضخیم‌تر از دیوارهٔ دهلیز است و از طرفی بطن از دهلیز حجیم‌تر است.

ضخامت دیوارهٔ سینوس سیاهرگی، دهلیز و مخروط سرخرگی، تقریباً برابر و کمتر از بطن است. همگی از خون روشن سرخرگ پشتی O_2 می‌گیرند.

سینوس سیاهرگی بالاتر از بطن مخروط سرخرگی قرار دارد و به سیاهرگ شکمی متصل است.

در گردش خون ماهی مخروط سرخرگی بزرگ‌تر از سینوس سیاهرگی است و به سرخرگ شکمی متصل است.



در گردش خون ماهی، سه دریچه دیده می‌شود:

بین سینوس سیاهرگی و دهلیز که به سمت دهلیز باز می‌شود.

بین دهلیز و بطن که به سمت پایین باز می‌شود.

بین بطن و مخروط سرخرگی که به سمت مخروط باز می‌شود.

قلب ماهی به سر نزدیک‌تر از دم می‌باشد. از طرفی مخروط سرخرگی به سمت سر و سینوس سیاهرگی به سمت دم می‌باشد.

جهت جریان خون در سطح شکمی بدن ماهی از عقب (انتهای بدن) به سمت جلو (سر) است.

جهت کلی جریان خون در سطح پشتی بدن ماهی از جلو (سر) به سمت عقب (انتهای بدن) است. (خون از آبشش به سمت سر و مغز نیز فرستاده می‌شود و در این قسمت، جهت جریان خون از عقب به جلو است).

فشار خون سرخرگ شکمی از بقیهٔ رگ‌ها بیشتر و فشار خون سیاهرگ شکمی از بقیهٔ رگ‌ها کمتر است به این دلیل که خون پس از بطن، ابتدا از سرخرگ شکمی عبور می‌کند و بیشترین فشار را دارد و در پایان به سیاهرگ شکمی می‌رسد و در سیاهرگ شکمی دارای کمترین فشار است.

بالهٔ پشتی، بزرگ‌ترین بالهٔ ماهی است و بالههای سینه‌ای، کوچک‌ترین بالهها هستند.

طول سرخرگ پشتی از سرخرگ شکمی و سیاهرگ شکمی درازتر است.

رأس مخروط سرخرگی به سمت سرخرگ شکمی و قسمت پهن مخروط به سمت بطن است.

رگ‌های خونی ۴۹۷

شبکهٔ رگ‌های ماهی	جهت حرکت مایع	میزان اکسیژن	میزان کربن‌دی‌اکسید
سرخرگ پشتی	از جلو به عقب	زیاد	کم
سیاهرگ شکمی	از عقب به جلو	کم	زیاد
سرخرگ شکمی	از عقب به جلو	کم	زیاد
شبکهٔ مویرگی آبشش ها	پایین به بالا	در حال زیاد شدن	در حال کم شدن
شبکهٔ مویرگی عمومی	بالا به پایین	در حال کم شدن	در حال زیاد شدن

۴۷۲۴: ۲ شکل صورت سؤال بخشی از ساختار خط جانبی ماهی را نشان می‌دهد که بالای بالههای سینه‌ای ماهی قرار دارد و در تشخیص اجسام و جانوران نقش دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** رگ ورودی و خروجی از آبشش‌های آن سرخرگ است و میزان ضخامت لایهٔ میانی آن با یکدیگر برابر است. **گزینهٔ (۳):** در مورد ماهیان غضروفی که استخوان ندارند، درست نیست. **گزینهٔ (۴):** در مورد ماهیان آب شور صدق نمی‌کند.

۴۷۲۵: ۳ شکل، ساختار خط جانبی ماهی را نشان می‌دهد و شماره‌های (۱) تا (۴) به ترتیب: پوشش ژلاتینی، یاختهٔ مژک‌دار، یاختهٔ پشتیبان و رشتهٔ عصبی را نشان می‌دهند. گیرنده‌های مژک‌دار بخش تعادلی گوش انسان، فقط در بخش‌های متسع انتهای مجاری نیم دایره، مشاهده می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های پشتیبان بافت عصبی، داربست‌هایی را برای استقرار یاخته‌های عصبی ایجاد می‌کنند، میلین می‌سازند، در دفاع از یاخته‌های عصبی و حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف آن‌ها (مثل حفظ مقدار طبیعی یون‌ها) نیز نقش دارند. **گزینهٔ (۲):** پوشش ژلاتینی در گوش انسان، در تماس با مژک‌های گیرنده‌های شنوایی و نیز مایع درون حلزون گوش قرار دارد. **گزینهٔ (۴):** همهٔ حشرات از جمله مگس، طناب عصبی **شکمی** دارند.

۴۷۲۶: ۱ یاخته‌های مژک‌دار خم نمی‌شوند، بلکه این مژک‌ها هستند که خم می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** هستهٔ یاخته‌های مژک‌دار بالاتر و بزرگ‌تر از هستهٔ یاخته‌های پشتیبان اطراف آن‌ها است. **گزینهٔ (۳):** از طول مژک‌ها به مقدار برابری کاسته نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** به هر یاختهٔ مژک‌دار دو رشتهٔ عصبی متصل است و دقت کنید که عصب خروجی از بخش‌های مختلف به‌صورت موازی در زیر خط جانبی می‌باشد. (نه درون آن!)

۴۷۲۷: (۳) بخش‌های مشخص‌شده در شکل صورت سؤال به‌ترتیب: (۱) مخ (۲) لوب بینایی (۳) مخچه (۴) بصل‌النخاع را نشان می‌دهند. مخچه به منظور تنظیم حرکت و تعادل بدن از دیگر بخش‌های مغز، نخاع و اندام‌های حسی مانند گوش‌ها و چشم‌ها (گیرنده‌های نوری) به‌طور پیوسته اطلاعاتی دریافت می‌کند.

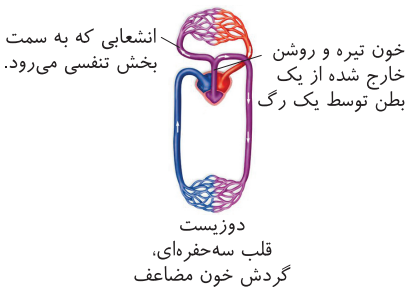
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تالاموس‌ها (نه مخ!) و پیاز بویایی در پردازش اولیه و تقویت اطلاعات حسی نقش دارد. اغلب پیام‌های حسی در تالاموس (نه مخ!) گرد هم می‌آیند. **گزینهٔ (۲):** بزرگ‌ترین لوب مغز انسان، لوب پیشانی است نه لوب پس‌سری! که مربوط به بینایی است. **گزینهٔ (۴):** بصل‌النخاع در تنظیم تعداد ضربان قلب (فعالیت گرهٔ سینوسی دهلیزی) همانند تنظیم فشار خون نقش دارد.

۴۷۲۸: (۲) فقط مورد (ب) درست است. گروهی از جانداران که در آن‌ها شش‌ها جایگزین آبشش‌ها شدند **دوزیستان بالغ** هستند.

بررسی موارد (الف) دوزیستان بالغ، به کمک ماهیچه های دهان و حلق، با حرکتی شبیه «قورت دادن» هوا را با فشار به شش‌ها می‌رانند (نه می‌مکند!)؛ به این ساز و کار پمپ فشار مثبت می‌گویند. (ب) سامانهٔ گردشی مضاعف، از دوزیستان به بعد شکل گرفته است. دوزیستان، قلب سه‌حفره‌ای با دو دهلیز و یک بطن دارند که بطن خون را یک‌بار به شش‌ها و پوست و سپس به بقیهٔ بدن تلمبه می‌کند. (ج) در آبزیان مثل ماهی‌ها، دوزیستان و بی‌مهرگان آبزی لقاح خارجی دیده می‌شود. در این روش، والدین گامت‌های خود را در آب می‌ریزند و لقاح در آب صورت می‌گیرد. (د) دقت کنید در تنظیم اسمزی، علاوه‌بر دستگاه دفع ادرار، مثلاً دستگاه تنفس هم با دفع کربن‌دی‌اکسید نقش دارد.

۲۳۶ شکل‌نامهٔ گردش خون دوزیستان و نکات دیگر

- در حالت نوزاد یک دهلیز و یک بطن با سامانه‌ای مثل ماهی به صورت ساده دارند که فقط خون تیره درون آن‌هاست.
- جانور بالغ قلب سه‌حفره‌ای با گردش خون مضاعف دارد. دو دهلیز جدا از هم با خون تیره (راست) و روشن (چپ) دارد.
- این جانور در طول عمر همواره یک بطن دارد.
- در حالت بلوغ خون تیره یا روشن دهلیزها در یک بطن با هم مخلوط می‌شوند.
- از بطن آن، یک سرخرگ خارج شده که ابتدا دو شاخه می‌شود تا به سمت پوست و شش‌ها با فشار کمتر و به سمت سایر قسمت‌های بدن با فشار بیشتر برود.



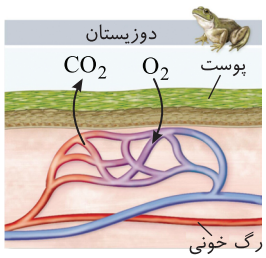
نکات ترکیبی

- ترکیب فصل ۵ دهم: مثانهٔ دوزیستان محل ذخیرهٔ آب و یون‌هاست. به هنگام خشک شدن محیط، دفع ادرار کم، مثانه برای ذخیرهٔ **بیشتر** آب بزرگ**تر** می‌شود و سپس بازجذب آب از مثانه به خون افزایش پیدا می‌کند (تنها جانوری است که مثانهٔ آن بازجذب آب دارد).
- ترکیب با فصل ۱ زیست یازدهم: سیستم عصبی شامل طناب پشتی که در جلو برجسته شده و مغز را تشکیل می‌دهد و تقسیم‌بندی مرکزی و محیطی دارد.
- ترکیب با فصل ۷ زیست یازدهم: ۱ لقاح خارجی دارند و تخمک‌شان دارای دیوارهای چسبناک و ژله‌ای است.
  ۲ به علت دورهٔ جنینی کوتاه، میزان اندوختهٔ غذایی اندک است.

۴۷۲۹: (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** تنفس نایدیسی برخلاف تنفس پوستی نیازمند رگ خونی نمی‌باشد. **گزینهٔ (۲):** در تنفس پوستی از دو لایهٔ تنفسی و مویرگ خونی و در تنفس ستارهٔ‌دریایی از دو لایهٔ پوست و آبشش باید رد شود. **گزینهٔ (۳):** بر اساس شکل ۲۰ فصل ۳ دهم درست است. **گزینهٔ (۴):** ستارهٔ دریایی بخاطر تنفس آبششی، کرم خاکی و دوزیستان بالغ به خاطر تنفس پوستی، از طریق پوست مبادلهٔ گاز دارند.

۲۳۷ شکل‌نامهٔ تنفس دوزیستان

- در دوران نوزادی از آبشش‌هایی مانند ماهی‌ها در تنفس استفاده می‌کنند.
- پوست قورباغهٔ بالغ از چند لایه یاخته تشکیل شده است و گازها برای تبادل از چند لایه یاخته عبور می‌کنند. مویرگ‌های خونی در زیر پوست وجود دارند که خون با فشار کمتر خروجی از بطن را تصفیه می‌کنند.
- قورباغهٔ بالغ علاوه‌بر پوست سطحی، تنفس درونی ششی هم دارد.
- در قورباغه هوا از طریق بینی باز وارد حفرهٔ دهانی می‌شود و سپس با انقباض ماهیچه‌های دهان و حلق هوا را وارد شش‌ها می‌کند، وقتی شش‌ها خالی هستند حفرهٔ دهانی پر از هواست و بالعکس و در یک لحظه یا حفرهٔ دهانی آن پر از هوا است یا شش‌های آن.
- هوا در دستگاه تنفس قورباغه در دو محل بدون حرکت باقی می‌ماند.
- دو شش قورباغه در سطح شکمی بدن آن به حفرهٔ دهانی متصل هستند و دو طرف خط وسط سطح شکمی قرار دارد. شش‌ها با پمپ فشار مثبت هوا می‌گیرند (نه با مکش!).
- هوای دمی از طریق دو منفذ در پایین قسمت انتهایی حفرهٔ دهانی، وارد شش‌ها می‌شود.
- در قورباغه حفرهٔ دهانی در زیر بینی قرار دارد.
- در زمان انقباض ماهیچه‌های حلق و دهان و ورود هوای دمی به شش، بینی بسته است و امکان ورود هوا به درون بدن وجود ندارد.



«تنفس پوستی»

در این حالت شش‌ها در حال تهویهٔ گازها هستند.



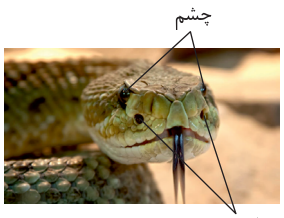
«پمپ فشار مثبت در قورباغه»

۴۷۳۰ (۴) برخی خزندگان و پرندگان دریایی و بیابانی که آب دریا یا غذای نمک‌دار مصرف می‌کنند، نمک اضافه را از طریق غدد نمکی نزدیک چشم یا زبان، به صورت قطره‌های غلیظ دفع می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** طناب پشتی برجسته شده در جلو و تشکیل مغز از ویژگی‌های همهٔ مهره‌داران است. **گزینهٔ (۲):** دوزیستان نابالغ و ماهی‌ها تنفس آبششی دارند. از دست دادن هسته و بیشتر اندامک‌های گویچه‌های قرمز خود در انسان و بسیاری از پستانداران رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۳):** جدایی کامل بطن‌ها در پستانداران، پرندگان و برخی خزندگان مانند کروکودیل رخ می‌دهد. برگشت خون خارج شده از سطوح تنفسی آن‌ها ابتدا به قلب از ویژگی‌های شباهت آن‌هاست.

۲۳۸ شکل‌نامهٔ خزندگان

- حواستان باشد که فقط در مار زنگی سوراخ‌های دارای گیرنده‌های فروسرخ در زیر چشم‌ها قرار دارند.
- فاصلهٔ دو سوراخ گیرندهٔ فروسرخ از هم کمتر از دو چشم می‌باشد.
- دمای موش از بدن انسان کمتر است. دمای بدن مار نیز کمتر از موش است.
- بیشترین دما در سر موش و کمترین دما در دم موش می‌باشد.



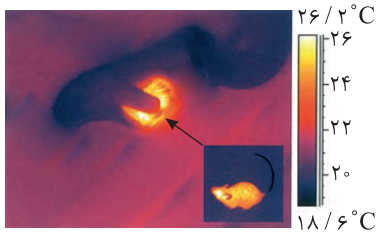
محل گیرندهٔ فروسرخ (زیر چشم)

«محل گیرندهٔ فروسرخ در مارزنگی»

نکتهٔ ترکیبی

ترکیب با فصل ۷ زیست یازدهم: بکرزایی نوعی دیگر از تولیدمثل جنسی است و برای مثال، در زنبور عسل و بعضی مارها دیده می‌شود.

- مار حاصل از بکرزایی در همهٔ صفات خود خالص است که می‌تواند در آینده بکرزایی یا لقاح کند.
- لاک‌پشت نمونه‌ای از آن‌هاست که رکود تابستانی غریزی دارد و از طرفی به کمک گیرنده‌های میدان مغناطیسی زمین، جهت حرکت خود به سوی ساحل را پیدا می‌کند.
- لقاح داخلی دارند. تخم‌گذارند ولی روی تخم خود نمی‌خوابند. پوستهٔ تخم آهکی دارند.



«تصویر مار در حال شکار که با دوربین حساس به پرتوهای فروسرخ گرفته شده است»

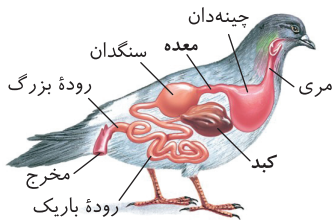
۴۷۳۱ (۲) تمامی پرندگان منظور است که برای افزایش کارایی تنفس خود، کیسه‌های هوادار دارند. چهار کیسهٔ هوادار در سطح پشتی بدن و پنج کیسهٔ هوادار در سطح جلویی بدن قرار گرفته‌است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تنها برخی از پرندگان مانند پرندگان دانه‌خوار، در انتهای مری خود یک چینه‌دان حجیم دارند. **گزینهٔ (۳):** بیشتر پرندگان (نه تمام آن‌ها!) دارای نظام جفت‌گیری تک‌همسری می‌باشند. در این نظام، هر دو جانور نر و ماده در انتخاب جفت نقش یکسانی دارند. **گزینهٔ (۴):** تنها برخی از پرندگان دریایی و بیابانی دارای غدد نمکی در نزدیکی چشم یا زبان خود می‌باشند.

۲۳۹ شکل‌نامهٔ پرندگان

لولهٔ گوارشی: دهان - مری - چینه‌دان - معده - سنگدان - رودهٔ‌باریک (کبد به آن متصل می‌شود) - روده بزرگ

- چینه‌دان بخش حجیم لولهٔ گوارش است که بین دو بخش لوله‌ای مری و معده قرار دارد.
- معدهٔ لوله‌ای بین سنگدان و چینه‌دان قرار گرفته است که بالای کبد می‌باشد.
- کبد به صورت مستقیم به زیر سنگدان اتصال دارد و توسط مجرای کوتاه به رودهٔ باریک نیز مواد وارد می‌کند.
- سنگدان نسبت به بقیهٔ اجزا به سطح پشتی بدن و روده به سطح پایینی بدن نزدیک است. سنگدان مواد خود را به ابتدای روده می‌ریزد.
- پرپیچ‌وخم‌ترین قسمت لولهٔ گوارش، رودهٔ باریک است که بخشی از آن پایین‌ترین قسمت لولهٔ گوارش است.
- در ملخ، چینه‌دان نخستین برآمدگی ساختار لولهٔ گوارش البته به سمت شکم است.
- اولین محل گوارش مکانیکی و شیمیایی در معده صورت می‌گیرد.
- دومین محل گوارش مکانیکی در سنگدان انجام می‌شود.
- دومین محل گوارش شیمیایی در رودهٔ باریک اتفاق می‌افتد.
- پرندگان دانه‌خوار چهار انگشت دارند که سه انگشت به سمت جلو و انگشت دیگر به سمت عقب قرار دارد.



«لولهٔ گوارش پرندهٔ دانه‌خوار»

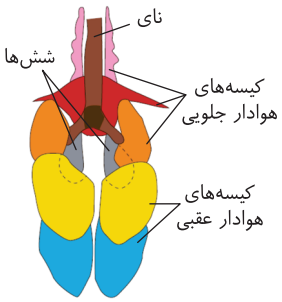
۴۷۳۲ (۴) همهٔ موارد صحیح هستند. موارد (۱) تا (۴) شکل به‌ترتیب در مورد چینه‌دان، معده، کبد و رودهٔ بزرگ پرنده می‌باشد.

بررسی موارد (الف) رودهٔ بزرگ در انسان توانایی برون‌رانی موسین نوعی پروتئین غیرآنزیمی و لیزوزیم که پروتئین آنزیمی است دارد. (ب) معده و کیسه‌های معده آنزیم‌های خود را به پیش معده می‌دهند که معده محل جذب غذا هم می‌باشد. (ج) چینه‌دان در ملخ، بخش باریک‌تر آن به سمت مری و بخش قطورتر به سمت پیش‌معده است. (د) کبد با مصرف CO_2 و آمونیاک مقدار اورهٔ خون را زیاد می‌کند.

۴۷۳۳: (۱) فقط مورد (ب) طبق کتاب درسی زیست نظام جدید، صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. طبق شکل کتاب درسی، **همهٔ** کیسه‌های هوادار عقبی همانند **اغلب** کیسه‌های هوادار جلویی، به صورت جفت قرار دارند. یکی از ۵ کیسهٔ هوایی جلویی، منفرد می‌باشد. (ب) **درست.** همهٔ کیسه‌های هوادار عقبی همانند همهٔ کیسه‌های هوادار جلویی، به نحوی به ورود گازها به شش و تبادل گازهای تنفسی کمک می‌کنند. (ج) نادرست. فقط یکی از کیسه‌های هوادار جلویی در محل دوشاخه شدن نای قرار دارد. (د) نادرست. طبق کتاب نظام **جدید**، هیچ دلیلی برای رد کردن این مورد نداریم! اما داستان از این قرار است که در کتاب نظام **قدیم** گفته شده بود دیافراگم در **انسان و بسیاری از پستانداران** دیده می‌شود. در نتیجه شاید بتوان گفت به دلیل کلمه دیافراگم، این مورد **نادرست** است اما دانش‌آموز نظام جدید چگونه باید این مسئله را بداند؟! (متأسفانه این عبارت خارج از کتاب درسی بوده است!)

۲۴۰ شکل‌نامهٔ دستگاه تنفس پرندگان

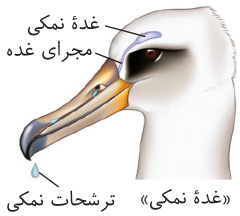


- در دستگاه تنفس پرندگان، ۹ عدد کیسهٔ هوادار وجود دارد که ۵تای آن جلویی و ۴تای آن عقبی (بزرگ‌تر) است. یک کیسهٔ هوادار جلویی آن بین دو طرف مشترک است.
- به‌خاطر بیشتر بودن تعداد کیسه‌های هوادار، مقدار هوا در کیسه‌ها بیشتر از شش‌ها است.
- کم‌حجم‌ترین کیسهٔ هوادار، جلویی‌ترین کیسهٔ هوادار است.
- باریک‌ترین کیسه‌های هوادار در دو طرف نای قرار دارند که به سمت خارج خود چین‌خوردگی دارند.
- نای در جلوی کیسهٔ هوادار دو انشعاب می‌شود که مشترک دو شش بوده و منفرد می‌باشد.

نکات ترکیبی

- ترکیب با فصل ۴ زیست دهم: جدایی کامل بطن‌ها در پرندگان و پستانداران و برخی خزندگان مثل کروکودیل‌ها رخ می‌دهد.
- ترکیب با فصل ۱ زیست یازدهم:
  1. طناب عصبی پشتی است و بخش جلویی آن برجسته شده و تشکیل مغز جانور را می‌دهد.
  2. دستگاه عصبی شامل دو بخش مرکزی و محیطی است.
  3. در بین مهره‌داران اندازهٔ نسبی مغز پستانداران و پرندگان (نسبت به وزن بدن) از بقیه بیشتر است.
- ترکیب با فصل ۴ زیست یازدهم: اسکلت درونی استخوانی دارند.
- ترکیب با فصل ۶ زیست یازدهم: حذف پرده‌های میانی انگشتان در دوران جنینی برخی پرندگان در اثر مرگ برنامه‌ریزی‌شده.
- ترکیب با فصل ۷ زیست یازدهم: لقاح داخلی دارند و تخم‌گذار هستند.
- ترکیب با فصل ۸ زیست دوازهم: جوجه‌های برخی از پرندگان برای غذای مورد نیازشان به والد یا والدین خود متکی هستند.

۲۴۱ شکل‌نامهٔ پرندگان دریایی و بیابانی



- سوراخ پرنده برای خروج قطره‌های غلیظ، براساس شکل کتاب درسی در منقار بالایی قرار دارد.
- غدهٔ نمکی بالای چشم قرار دارد که قطر آن از قطر مجرای آن قطورتر است.
- ترشحات نمکی از نوک منقار خارج می‌شوند.

۴۷۳۴: (۱) تنها مورد (د) نادرست است. می‌دانیم جیرجیرک نوعی حشره است و تمام ویژگی حشرات را دارد. علاوه‌بر آن، یک ویژگی منحصر به فرد هم در پاهای جلویی خود برای گیرندهٔ شنوایی و وجود پردهٔ صماخ دارد. طاووس هم پرنده‌ای است که در کنار جیرجیرک، ویژگی‌های تولیدمثلی آن در فصل پایانی کتاب دوازدهم بررسی شده است.

بررسی موارد (الف) درست. طاووس نر و جنس مادهٔ نوعی جیرجیرک در فرایند تولیدمثل، **انتخاب‌شونده** هستند و باید با هم‌جنس‌های خود رقابت کنند تا جنس دیگر آن‌ها را برگزینند. بنابراین، هردوی آن‌ها با بروز صفاتی سعی می‌کنند شانس انتخاب شدن خود را افزایش دهند. در طاووس نر پرهای زیبا و در جیرجیرک ماده بزرگ بودن، بیانگر مناسب بودن برای تولیدمثل می‌باشد. (ب) درست. جنسی که توان بیشتری برای تولیدمثل بگذارد، حق انتخاب همسر را دارد. طاووس ماده و جیرجیرک نر، انتخابگر هستند به دلیل اینکه تولید مواد مغذی برای رشد جنین(ها) را بر عهده دارند. جیرجیرک نر کیسهٔ پر از اسپرم و مواد مغذی را تولید می‌کند و طاووس هم مانند سایر پرندگان، ساختاری به نام تخم را پدید می‌آورد که جنین تا زمان بیرون آمدن از تخم، از آن تغذیه می‌کند. (ج) درست. شنوایی جیرجیرک به کمک پاهای جلویش انجام می‌شود و مسیر انتقال پیام عصبی از پاها به مغز جانور هم طناب عصبی شکمی آن است، اما در طاووس پیام شنوایی بدون نیاز به نخاع از سر به مغز می‌رسد؛ پس از طناب عصبی گذر نخواهد کرد. (د) **نادرست.** سیستم تنفسی پرنده‌ها در قسمت جلویی بدنشان قرار دارد و در طاووس هم به واسطهٔ پرنده بودن، کیسه‌های هوادار را در این بخش بدن داریم. می‌دانیم که جیرجیرک هم به واسطهٔ داشتن پردهٔ صماخ، محفظه‌ای از هوا در پاهای جلویی خود دارد. پس در هر دوی این جانوران، محفظه‌های هوا را در بخش جلویی بدنشان مشاهده می‌کنیم.

پرنده	نکات
شبنم	غذا می‌خورد و از آن برای گرم کردن بدن و نیز پرواز برای جست‌وجوی غذا استفاده می‌کند.
کبوتر	پژوهشگران در یک روز ابری، آهنربای کوچکی را روی سر کبوتر خانگی قرار دادند و نتیجه گرفتند که کبوتر خانگی می‌تواند موقعیت خود را نسبت به میدان مغناطیسی احساس و توسط آن جهت‌یابی کند. براساس نمودار مزیت زندگی گروهی، با افزایش تعداد کبوترها در گروه، درصد موفقیت حمله شکارچی کاهش می‌یابد.
کلاغ	انجام رفتار حل مساله بیشتر تخم‌مرغ‌هایی که کنار پوسته‌های تخم کاکایی قرار داشتند را پیدا کرده و آن‌ها را خورد. با جمع کردن نخ، تکه گوشت را به سمت خود می‌کشد. (حل مساله)
قمری	قمری‌های خانگی با جمع‌آوری شاخه‌های نازک درختان برای خود لانه ساخته و زادآوری می‌کنند. بیشتر پرندگان مثل قمری خانگی تک‌همسرند. در این نظام هر دو والد هزینه‌های پرورش زاده‌ها را می‌پردازند. همچنین، در این نظام جانور نر و ماده در انتخاب جفت سهم مساوی دارند.

پرنده	نکات
غاز	جوجه غازها پس از بیرون آمدن از تخم، نخستین جسم متحرکی را که می‌بینند، دنبال می‌کنند: نقش‌پذیری این زمان، دورهٔ حساسی است که در آن نقش‌پذیری با بیشترین موفقیت انجام می‌شود.
کاکایی	دارای رفتار غریزی جوجهٔ کاکایی برای دریافت غذا به منقار پرنده والد نوک می‌زند و والد بخشی از غذای خورده شده را برمی‌گرداند تا جوجه آن را بخورد. رفتار جوجهٔ کاکایی برای به دست آوردن غذا، لانه‌سازی پرنده‌ها و رفتار مکیدن در شیرخواران نمونه‌های دیگری از رفتارهای غریزی‌اند. در رفتار درخواست غذا، نوک‌زدن‌های جوجهٔ کاکایی به منقار والد در ابتدا دقیق نیست ولی به تدریج و با تمرین، این رفتار دقیق‌تر می‌شود. (یادگیری)
طاووس	رفتار زادآوری دارد. در فصل زادآوری دم طاووس نر، پرهای پرنقش و نگاری پیدا می‌کند. طاووس نر برای جلب جفت، دم خود را مانند بادبزن می‌گستراند تا بهتر در معرض دید جانور ماده قرار گیرد. طاووس ماده دم طاووس‌های نر را بررسی می‌کند و نری را به عنوان جفت انتخاب می‌کند که رنگ درخشان و لکه‌های چشم‌مانند بیشتری روی پرهای دم خود داشته باشد. نظام جفت‌گیری چندهمسری دارد. ویژگی‌های ظاهری مانند دم زینتی طاووس نر یا شاخ گوزن نر از صفات ثانویهٔ جنسی جانوران نر هستند که هنگام جفت‌یابی و رقابت با نرهای دیگر به کار می‌روند.
طوطی	خاک رس می‌خورند تا مواد سمی حاصل از غذاهای گیاهی را در لولهٔ گوارش آن‌ها خنثی کند.

۴۷۳۵: (۱) موارد (الف) و (ج) عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند. مطابق با متن کتاب درسی، بین گوارش نشخوارکنندگان (مثل گاو و گوسفند) با گرم شدن کرهٔ زمین ارتباط وجود دارد. نشخوارکنندگان دارای معدهٔ چهارقسمتی‌اند.

بررسی موارد (الف) **درست.** بخشی از معدهٔ نشخوارکنندگان که به مری راه دارد، سیرابی و بخشی از معدهٔ نشخوارکنندگان که سبب کاهش فشار اسمزی سیاهرگ‌های معده می‌گردد (با جذب آب)، هزارلا است. سیرابی و هزارلا، سطح داخلی کاملاً صافی ندارند. (ب) نادرست. بخشی از معدهٔ نشخوارکنندگان که از همه پایین‌تر قرار دارد و بخشی از معدهٔ نشخوارکنندگان که به رودهٔ باریک راه دارد شیردان است. شیردان نسبت به سایر قسمت‌های معده (نه شیردان نسبت به خودش!)، عقب‌تر قرار دارد و به دم جانور نزدیک‌تر است. (ج) **درست.** بخشی از معدهٔ نشخوارکنندگان که مواد موجود در آن در همهٔ جهات حرکت می‌کند، سیرابی و بخشی از معدهٔ نشخوارکنندگان که حالت مثلثی‌طور دارد، نگاری است. غذا از سیرابی سه بار (دو بار غذای نیمه‌جویده و یک‌بار غذای کامل جویده) و از نگاری دو بار (یک بار غذای نیمه‌جویده و یک بار غذای کامل جویده) عبور می‌کند. (د) نادرست. بخشی از معدهٔ نشخوارکنندگان که اتاقک لایه‌لایه دارد، هزارلا و بخشی از معدهٔ نشخوارکنندگان که معدهٔ واقعی جانور است، شیردان است. جهت حرکت مواد غذایی در هزارلا، در جهت نیروی جاذبه و در شیردان، تقریباً در خلاف جهت نیروی جاذبه است؛ بنابراین هزارلا نسبت به شیردان، برای پیش بردن محتویات خود، انرژی کمتری مصرف می‌کند.

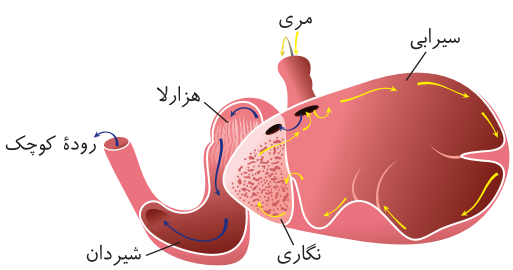
نکات عمومی پستانداران

- لولهٔ گوارشی دارند.
- در انسان و بسیاری از پستانداران، گویچه‌های قرمز، هسته و بیشتر اندامک‌های خود را از دست می‌دهند.
- جدایی کامل بطن‌ها در پرندگان و پستانداران و برخی خزندگان مثل کروکودیل‌ها رخ می‌دهد. این حالت حفظ فشار در سامانهٔ گردشی مضاعف را آسان می‌کند.
- طناب عصبی پشتی است و بخش جلویی آن برجسته شده و تشکیل مغز جانور را می‌دهد. طناب عصبی درون سوراخ مهره‌ها و مغز درون جمجمه‌ای غضروفی، یا استخوانی جای گرفته است.
- اندازهٔ نسبی مغز آن‌ها و پرندگان بیشترین مقدار است (نسبت به وزن بدن).
- اغلب اسکلت درونی از نوع استخوانی دارند که غضروف نیز دارد.
- همگی دفاع غیراختصاصی و دفاع اختصاصی دارند.
- سازوکارهایی مشابه دفاع اختصاصی آن‌ها در بی‌مهرگان یافت شده است.
- لقاح داخلی دارند و شامل انواع کیسه‌دار و جفت دار و تخم‌گذار هستند.
- در پستانداران به دلیل ارتباط خونی بین مادر و جنین و در ماهی‌ها و دوزیستان به علت دورهٔ جنینی کوتاه میزان این اندوخته کم است.

۴۷۳۶ (۳) همهٔ عبارت‌های داده شده دربارهٔ دستگاه گوارش نشخوارکنندگان به‌جز عبارت (د) درست هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** سیرابی بخشی از معدهٔ گاو است و به مری و نگاری راه دارد. چین‌خوردگی‌های سیرابی در نیمهٔ پایینی آن و عمدتاً در کف هستند. (ب) **درست.** هم نگاری و هم شیردان، غذا را به سمت بالا عبور می‌دهند اما نگاری در این مسیر مواد را به بخش پیشین خود یعنی سیرابی وارد می‌کند، در حالی‌که شیردان با انتقال صعودی مواد گوارشی، آن‌ها را به اندام بعدی یعنی رودهٔ باریک می‌فرستد. (ج) **درست.** در شکل کتاب مشهود است که ابتدای شیردان (معدهٔ واقعی) نسبت به انتهای آن، قطورتر است. در شیردان آنزیم‌های مختلفی مثل آمیلاز وجود دارند و در سیرابی (کیسهٔ بزرگ معده) آنزیم‌های سلولاز فعال هستند که هم نشاسته و هم سلولز که تحت تأثیر این دو آنزیم قرار می‌گیرند، کربوهیدرات هستند؛ بنابراین آنزیم‌های مذکور هم کربوهیدراز می‌باشند. (د) نادرست. هزارلا سیری نزولی دارد و انتهای آن از ابتدای آن پایین‌تر است. وظیفهٔ هزارلا نیز جذب آب می‌باشد ولی دقت کنید که هزارلا، فقط **یک** اتاقک لایه لایه است.

۲۴۲ شکل‌نامهٔ دستگاه گوارش نشخوارکنندگان



«معدهٔ چهارقسمتی»

ترتیب حرکت محتویات در نشخوارکنندگان
دهان – مری (۱) – سیرابی (نیمه‌جویده شده) – نگاری (نیمه‌جویده شده) – مری (۲) – دهان – مری (۳) – سیرابی (جویده شدهٔ کامل) – نگاری (جویده شدهٔ کامل) – هزارلا – شیردان – رودهٔ باریک – رودهٔ بزرگ

- غذا ۳ بار از مری عبور می‌کند.
- میکروب‌های تجزیه‌کنندهٔ سلولز در سیرابی حضور دارند. قطورترین قسمت سیرابی در بخش مخالف نگاری قرار دارد.
- در هزارلا و شیردان فقط غذای کاملاً جویده شده دیده می‌شود اما در سیرابی، نگاری، مری و دهان غذای نیمه‌جویده شده و جویدهٔ شدهٔ کامل دیده می‌شود.
- وقتی غذا برای بار دوم از سیرابی عبور می‌کند، حالت مایع پیدا می‌کند؛ در نتیجه غلظت مواد غذایی کم می‌شود.
- در هزارلا تا حدودی جذب آب صورت می‌گیرد، در نتیجه غلظت و فشار اسمزی غذا افزایش می‌یابد. جریان مواد در هزارلا در جهت نیروی جاذبه است.
- شیردان آخرین بخش دریافت کنندهٔ غذا در معده است.
- سیرابی نخستین بخش معده است که غذای نیمه جویده شده را دریافت سیرابی می‌کند. قسمت پایینی آن چین‌خوردگی دارد.
- نگاری آخرین بخش معده است که غذای نیمه جویده شده را دریافت می‌کند. مخروط‌مانند است که رأس آن به سمت هزارلا و بخش پهن آن به سمت سیرابی است.
- در معدهٔ نشخوارکنندگان ابتدا گوارش میکروبی و سپس گوارش آنزیمی صورت می‌گیرد اما در لولهٔ گوارش آن‌ها به ترتیب گوارش آنزیمی در دهان و سپس گوارش میکروبی و آنزیمی صورت می‌گیرد.
- امکان مشاهدهٔ میکروب‌های تجزیه کنندهٔ سلولز به همراه مواد غذایی نیمه‌جویده شده در دهان نیز وجود دارد.
- محل‌هایی که آنزیم گوارشی ترشح نمی‌کنند اما گوارش دارند (گوارش شیمیایی با آنزیم اندام دیگر صورت می‌گیرد): سیرابی، پیش‌معدهٔ ملخ، رودهٔ بزرگ انسان، سنگدان پرندهٔ دانه‌خوار
- جهت حرکت غذا از شیردان به رودهٔ باریک و از نگاری به سیرابی (بار اول) خلاف جهت جاذبهٔ زمین است.
- میزان چین‌خوردگی دیواره در هزارلا بیشتر از سایر نقاط است.
- شیردان محل تولید آنزیم‌های گوارشی است که ابتدای آن قطر بیشتری دارد.

۴۷۳۷ (۳) در نای گوسفند مانند انسان غضروف‌های نعل‌اسبی C‌شکل وجود دارد ولی در نایژهٔ آن ابتدا به صورت کامل O‌مانند و سپس قطعه‌قطعه می‌شود. سایر عبارات در قسمت توضیحات زیر مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

۲۴۳ شکل‌نامهٔ تشریح شش گوسفند



- شش به علت دارا بودن کیسه‌های حبابکی فراوان، حالت اسفنج‌گونه دارد.
- شش راست، دارای ۳ لوب و شش چپ دارای ۲ لوب است و شش راست از شش چپ بزرگ‌تر است.
- در نای گوسفند، قبل از دو نایژهٔ اصلی، یک انشعاب سوم هم به شش راست می‌رود.
- غضروف‌های نایژه ابتدا به صورت حلقهٔ کامل و بعد به صورت قطعه‌قطعه است.

تشریح قلب گوسفند: تمام نکات آن مثل قلب انسان است.


«سطح شکمی قلب»


«سطح پشتی قلب»

- سطح پشتی حالت برآمده (محدب) دارد و بیشتر دارای سرخرگ است.
- سطح شکمی حالت صاف (تخت) و بیشتر شامل سیاهرگ است.
- سرخرگ‌ها برخلاف سیاهرگ‌ها حتی در نبود خون نیز دهانهٔ باز دارند.

نکات ترکیبی

- ترکیب با فصل ۷ زیست دوازدهم: امروزه مرغ، ماهی، گاو و گوسفند، انواع میوه‌ها و حتی گندم، برنج و ذرتی که می‌خوریم، اصلاح شده‌اند و محصولات بهتر و بیشتر تولید می‌کنند.
- ترکیب با فصل ۸ زیست دوازدهم: نقش‌پذیری (بره‌هایی که مادر خود را از دست داده اند و انسان آن‌ها را پرورش داده است، دنبال او راه می‌افتند و تمایلی برای ارتباط با گوسفندهای دیگر نشان نمی‌دهند).

۴۷۳۸: (۳) در فعالیت تشریح مغز گوسفند، با ایجاد برش طولی در رابط سه گوش، در زیر آن **تالاموس‌ها** (۲ عدد) دیده می‌شوند که محل پردازش اولیهٔ اغلب اطلاعات حسی بوده و توسط رابطی به هم وصل هستند که با کمترین فشار از هم جدا می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اشاره به برجستگی‌های چهارگانه دارد که بخشی از مغز میانی بوده و در عقب اپی‌فیز دیده می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** این شبکه‌های مویرگی در بطن‌های ۱ و ۲ مغزی و دو طرف رابط‌های پینه‌ای و سه گوش دیده می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** منظور رابط پینه‌ای است. دقت کنید رابط سه گوش در زیر رابط پینه‌ای قرار دارد؛ نه برعکس!

تشریح مغز (گوسفند یا گوساله)

۱) بررسی بخش‌های خارجی مغز

برای بررسی بخش‌های بیرونی مغز باید آن را از سطح پشتی و شکمی آن بررسی کنیم.



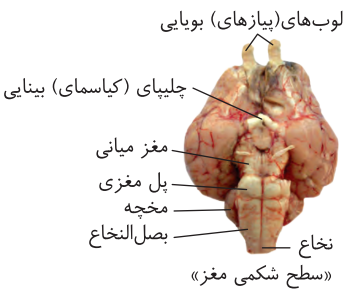
الف) مشاهدهٔ سطح پشتی مغز

اگر از روی مغز بقایای پرده‌های مننژ را جدا کنیم، می‌توانیم راحت‌تر از سطح **پشتی** آن شیارهای اصلی بین دو نیمکرهٔ آن را مشاهده کنیم. در این سطح می‌توانیم نیمکره‌های مخ و مخچه به همراه کرمینهٔ مخچه را ببینیم و بخش کمی لوب‌های بویایی در قسمت جلویی مغز و کمی نیز نخاع در قسمت عقبی مغز قابل مشاهده است.

ب) مشاهدهٔ سطح شکمی مغز

اگر مغز را برگردانیم و مننژ باقی‌مانده را به آرامی جدا کنیم، می‌توانیم در سطح شکمی از جلو به عقب مغز به ترتیب، لوب‌های بویایی، کیاسمای بینایی، مغز میانی، پل مغزی، بصل‌النخاع و بخش‌های اطراف مخچه و در ادامه، نخاع را مشاهده کنیم.

- اجزای ساقهٔ مغز را می‌توانیم در نمای شکمی مغز مشاهده کنیم.

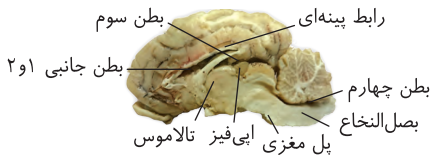


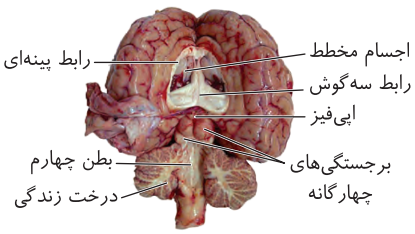
۲) مشاهده بخش‌های درونی مغز

اگر در حالی که سطح **پشتی** مغز روبه‌روی ما قرار دارد، به آرامی دو نیمکرهٔ مخ را کمی از هم جدا کنیم و مننژهای باقی‌مانده را جدا کنیم، یک نوار سفید به نام رابط پینه‌ای که رابط دو نیمکره است را مشاهده می‌کنیم. با جدا کردن رابط پینه‌ای از بخش جلویی، می‌توانیم رابط سه‌گوش ارتباط دهنده دو نیمکره را در زیر رابط پینه‌ای ببینیم.

نکات مهم

- فضای بطن‌های ۱ و ۲ مغزی در دو طرف دو رابط نیمکره‌ها یعنی در طرفین رابط پینه‌ای و رابط سه‌گوش قرار دارد که داخل این فضا **اجسام مخطط** قرار گرفته‌اند. شبکهٔ مویرگی ترشح‌کنندهٔ مایع مغزی - نخاعی نیز به درون بطن‌های ۱ و ۲، مایع مغزی - نخاعی مننژ را ترشح می‌کند.
- اگر با اسکالپ به صورت برش طولی در رابط سه‌گوش برش ایجاد کنیم، در زیر آن تالاموس‌ها را می‌بینیم که **دو** تالاموس با **یک رابط** به هم متصل هستند و با فشار **کمی** از هم جدا می‌شوند.
- بطن سوم مغزی در عقب تالاموس‌ها و غدهٔ اپی‌فیز در لبه **پایین** بطن ۳ قرار دارد. در عقب تالاموس، به ترتیب اپی‌فیز، برجستگی‌های چهارگانه از مغز میانی و سپس پل مغزی و بصل‌النخاع قرار گرفته‌اند (از جلو به عقب: تالاموس، اپی‌فیز، تا، پ، پل مغزی، بصل‌النخاع).
- اگر کرمینه که رابط بین دو نیمکرهٔ مخچه است را در امتداد شیار دو نیمکره برش دهیم، درخت زندگی که بخش **سفید** درون مخچه است را به همراه بطن چهارم مغزی مشاهده می‌کنیم.
- بطن‌های مغزی حاوی مایع مغزی - نخاعی هستند که از طریق بصل‌النخاع از مغز به نخاع می‌رسد.





۴۷۳۹: (۴) گزارهٔ معیار با یک نکتهٔ خیلی کلیدی رد می‌شود و آن هم این که انتخاب طبیعی، **ایجادکنندهٔ** تفاوت‌ها نیست بلکه تفاوت‌های ایجاد شده (برای نمونه در اثر جهش) را **انتخاب** می‌کند. پس این عبارت که دربارهٔ خفاش‌هاست که گروه همکاری تشکیل می‌دهند، به‌طور کلی نادرست است. نکتهٔ دیگر اینکه در این جمله نباید دم‌عصایی‌ها را در نظر گرفت زیرا «**گروه همکاری**» فقط برای **خفاش‌ها** ذکر شده است.

بررسی موارد (الف) جمله را باید تکه‌تکه بررسی کرد. بخش باریک‌تر قرنیه در سمت **گوش** قرار دارد؛ پس بخش باریک‌تر قرنیهٔ چشم سمت راست، طرف راست آن است. عصب بینایی خروجی از هر چشم به سمت مخالف می‌رود، پس عصب این چشم به سمت چپ خواهد رفت (نه راست). (ب) برای تشریح چشم گاو، باید صلبیه را سوراخ کرد (نه قرنیه را). محل این سوراخ در یک سانتی‌متری قرنیه است (جای قرنیه و صلبیه عوض شده است). (ج) در فعالیت کتاب درسی، حلقهٔ محل استقرار عدسی، عنبیه بیان شده است. عنبیه برخلاف تارهای آویزی و ماهیچه‌های مژگانی، ارتباطی به تطابق ندارد و تنها مسئول پایش میزان نور ورودی به چشم است. (د) بخش شفاف برآمدهٔ چشم، قرنیه است که برای دسترسی به عنبیه باید ابتدا آن را برداریم (نه اینکه ابتدا عنبیه را جدا کنیم و بعد به قرنیه برسیم). تمام عبارت‌ها مانند جملهٔ داده شده نادرست بودند. خوب است به متن فعالیت تسلط داشته باشید و معادل هر بخش از چشم را در متن بشناسید.

۴۷۴۰: (۴) در **پستانداران** از جمله انسان انسولین به صورت یک مولکول **پیش‌هورمون** ساخته می‌شود. به قید **همه** در صورت سؤال دقت کنید! جدایی کامل بطن‌ها در **پرندگان**، **پستانداران** و **برخی خزندگان** مثل **کروکودیل‌ها** رخ می‌دهد. این حالت، **حفظ فشار** در سامانهٔ گردشی **مضاعف** را آسان می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** **قورباغه** به کمک ماهیچه‌های **دهان** و **حلق** با حرکتی شبیه به «قورت دادن»، هوا را با فشار به شش‌ها می‌راند؛ به این سازوکار **پمپ فشار مثبت** می‌گویند. **گزینهٔ (۲):** در **مهره‌داران** طناب عصبی **پشتی** است و بخش جلویی آن برجسته شده و **مغز** را تشکیل می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** این مویرگ‌ها در بطن‌های یک و دو قرار دارند.

نکات ترکیبی با فصل دوازدهم

موش	سایر پستانداران
در آزمایش گریفیت استفاده شد. ژن B برای محافظت از فرزندان دارند. در آزمایش اسکینر برای شرطی شدن فعال استفاده شد.	از سگ در آزمایش پاوولوف برای شرطی شدن کلاسیک استفاده شد. از شامپانزه برای یادگیری حل مسأله استفاده شد. رفتار دگرخواهی با گروه همکاری در خفاش پرندهٔ آن‌ها بررسی شد. خفاش در آن‌ها گل‌هایی سفید که در شب باز می‌شوند را گرده‌افشانی می‌کنند.

- امروزه مرغ، ماهی، گاو و گوسفند، انواع میوه‌ها و حتی گندم، برنج و ذرتی که می‌خوریم، اصلاح شده‌اند و محصولات بهتر و بیشتر تولید می‌کنند.
- یکی از روش‌های تهیهٔ انسولین جداسازی و خالص کردن آن از لوزالمعدهٔ جانورانی مثل گاو است.
- تولید پروتئین‌های انسانی یا داروهای خاص در بدن آن‌ها، به عنوان مثال گاوهای تراژنی می‌توانند شیر غنی از نوعی پروتئین انسانی تولید کنند که برای انسان نسبت به شیر طبیعی گاو مناسب‌تر است.

۴۷۴۱ (۲) ملخ، غذا را از چینه‌دان، ابتدا وارد بخش دندانه‌ای کوچک به نام پیش‌معدهٔ خود می‌کند که این جانور، بی‌مهره است و طناب عصبی پشتی ندارد (در بین مهره‌داران، سنگدان و چینه‌دان در پرندگان دانه‌خوار وجود دارند که بین آن‌ها، معده قرار گرفته است).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پیش‌معده در **ملخ** وجود دارد که لوله‌های مالپیگی دفعی نیز در اطراف رودهٔ این جانور وجود دارند. **گزینهٔ (۳):** در مورد گنجشک است که قدرت بازجذب آب در کلیهٔ پرندگان بالاست. **گزینهٔ (۴):** نشخوارکنندگان، چینه‌دان و نفریدی ندارند!

۴۷۴۲ (۱) سؤال در مورد پلاتی‌پوس است که نوعی پستاندار می‌باشد و رحم ندارد، چون تخم‌گذار است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** کاملاً در مورد شباهت آن با پرنده صحیح است. **گزینهٔ (۲):** پلاتی‌پوس رحم ندارند. **گزینهٔ (۳):** جانوری که تخم‌گذار است اندوختهٔ غذایی تخمک زیادی دارد. **گزینهٔ (۴):** لقاح داخلی دارد.

نکته

پستاندار تخم‌گذاری مثل پلاتی‌پوس، تخم را در بدن خود نگه می‌دارد و چند روز مانده به تولد نوزاد، تخم‌گذاری می‌کند و روی آن‌ها می‌خوابد تا مراحل نهایی رشد و نمو طی شود.

۴۷۴۳ (۱) دربارهٔ سیستم‌های گوارشی جانوران کتاب درسی، فقط مورد (د) درست است.

بررسی موارد (الف) نادرست. جانور فاقد دستگاه گوارش، **کرم کدو** است که جذب، دفع و تنفس را از سطح بدن انجام می‌دهد، اما با توجه به اینکه **پریاخته‌ای** است، به دستگاه گردش مواد نیاز دارد. (ب) نادرست. کرم کدو دهان ندارد، زیرا دستگاه گوارش ندارد. هر جانوری با حفرهٔ گوارشی، نیاز دارد که دهان داشته باشد. ساده‌ترین دهان که هم محل ورود و هم محل خروج مواد است، در هیدر دیده می‌شود. (ج) نادرست. ابتدا توجه کنید که پارامسی جانور نیست (در صورت سؤال فقط جانوران کتاب درسی بررسی شده‌اند). از طرفی در انتهای حفرهٔ **دهانی**، واکوئول غذایی تشکیل می‌شود (پارامسی حفرهٔ گوارشی ندارد). (د) **درست**. آنزیم درون‌یاخته‌ای برای تجزیهٔ گلیکوژن در هر جانوری وجود دارد چون گلیکوژن شکل ذخیره‌ای قند در بدن جانوران می‌باشد، پس برای آزادسازی آن آنزیم تجزیه‌کنندهٔ گلیکوژن نیاز است، پس وقتی تمام جانوران منظور ما باشند، گروهی از آن‌ها که امکان جریان یک‌طرفهٔ غذا در بدنشان وجود دارد حتماً این ویژگی را دارند.

۴۷۴۴ (۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند. **همهٔ** جانوران آنزیم تجزیه‌کنندهٔ **گلیکوژن** را دارند، اما کدام جانوران فقط به صورت درون‌یاخته‌ای این آنزیم را دارند؟ آن‌هایی که نیازی به تجزیهٔ برون‌یاخته‌ای گلیکوژن ندارند یعنی جانوران **گیاه‌خوار**، مثل ملخ، پرندگان دانه‌خوار و نشخوارکنندگان که فقط گلیکوژن ذخیره‌ای را تجزیه می‌کنند.

بررسی موارد (الف) **نادرست**. در گیاه‌خواران سلولز به کمک آنزیم‌های باکتریایی تجزیه می‌شود و خود آن‌ها قادر به تولید سلولاز نیستند. این جانوران قطعاً آنزیم آمیلاز برای تجزیهٔ نشاسته را دارند چرا که در بخش زیادی از غذای دریافتی آن‌ها وجود دارد. (ب) **نادرست**. روده در ملخ برخلاف سایرین، توانایی جذب مواد آلی را ندارد ولی راست‌رودهٔ آن‌ها در انتهای لولهٔ گوارش آب و یون‌ها را بازجذب می‌کند. عقبی‌ترین اندام این جانور **راست‌روده** است. (ج) **نادرست**. بخش حجیم انتهای مری در برخی جانوران، **چینه‌دان** نام دارد که در ملخ و پرندگان دانه‌خوار یافت می‌شود. سنگدان نیز به بخش عقبی معده گفته می‌شود که بخشی ماهیچه‌ای برای آسیاب کردن غذاست، اما در ملخ سنگدان وجود ندارد. (د) درست. در جانوران دارای سنگدان، پس از معده نیز گوارش مکانیکی وجود دارد. ترشحات کبد پرندگان به ابتدای رودهٔ باریک آن‌ها می‌ریزند.

۴۷۴۵ (۳) موارد (الف)، (ب) و (د) دربارهٔ مقایسهٔ **لولهٔ گوارش** جانوران و انسان نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) **نادرست**. اگر به عبارت «لولهٔ گوارش» توجه کنید، متوجه می‌شوید **کبد** که زیر معده و سنگدان پرندگان قرار دارد، اصلاً مدنظر این تست نیست چون جزء لولهٔ گوارش نیست. (ب) **نادرست**. جذب غذا در یک حشرهٔ دارای پیش‌معده همچون ملخ، در **معده** انجام می‌شود اما عمدهٔ گوارش لیپیدها در انسان در روده رخ می‌دهد. (ج) درست. **مری** در نشخوارکنندگان سه بار با یک وعدهٔ غذا تماس پیدا می‌کند که بیشتر از سایر بخش‌هاست. مری در انسان هم ماهیچهٔ اسکلتی دارد و هم ماهیچهٔ صاف و غدد ترشحی. پس هم تحت تأثیر اعصاب پیکری است و هم اعصاب خودمختار. حرکات لایهٔ ماهیچهٔ صاف دیوارهٔ لولهٔ گوارش هم که پس از حلق به کمک شبکهٔ یاخته‌های عصبی انجام می‌شود. در نتیجه هر سه در فعالیت مری نقش دارند. (د) **نادرست**. لوله‌های مالپیگی به **رودهٔ** ملخ راه دارند اما در انسان **راست‌روده** است که دارای دو بندارهٔ داخلی و خارجی در پایان خود است.

۴۷۴۶ (۱) عبارت مورد نظر نادرست است. کلیه ویژهٔ مهره‌داران است و مهره‌داران دارای شش به‌طور پیوسته هوای تازه را در مجاور بخش **مبادله‌ای** قرار می‌دهد (نه هادی). باید به دنبال موارد **درست** بگردیم که فقط مورد (الف) صحیح است.

بررسی موارد (الف) **درست**. با توجه به شکلِ کیسه‌های هوادار پرندگان، کیسه‌ای به صورت منفرد در پشت نای و محل انشعاب آن وجود دارد دو سمت آن نازک‌تر است. (ب) نادرست. حلزون فاقد این سازوکار تهویه‌ای ویژهٔ مهره‌داران است. (ج) نادرست. منظور دوزیست بالغ با تنفس پوستی می‌باشد که با **انقباض** دهان و حلق، هوا وارد شش‌ها می‌شود. (د) نادرست. در ستارهٔ دریایی برجستگی‌های آبششی از زیر در کانالی به هم راه دارند.

۴۷۴۷ (۲) موارد (ب) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. پادتن، پروتئین دفاعی Y‌شکل در دفاع اختصاصی ویژهٔ مهره‌داران است. منظور این عبارت بی‌مهرگان است همان‌طور که می‌دانید آبشش در سخت‌پوستان در دفع مادهٔ زائد نیتروژن‌دار هم نقش دارد. (ب) **درست**. در ماهی، کمان آبشش به سمت داخل و رشته‌های تقریباً هم‌اندازه به سمت خارج می‌باشند. (ج) نادرست. آب از طرفین تیغه‌های آبششی رد می‌شود (نه درون آن). (د) **درست**. آب از دهان از طرفین رشته‌های آبششی می‌رود که این رشته‌ها به سمت کمان ضخیم‌ترند.

۴۷۴۸ ۲ موارد (الف) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) **درست**. همواره سطح تنفس چه در سطح بدن و چه درون بدن باید مرطوب باشد تا گاز تنفسی در آن حل شود. (ب) نادرست. همهٔ جانوران سامانهٔ گردش مواد دارند ولی برخی مثل هیدر، سامانهٔ تنفسی ندارد. (ج) نادرست. در مورد دوزیست بالغ که هم پوست سطحی و هم شش درونی برای تنفس دارد نادرست است. (د) **درست**. منافذ تنفسی نایدیس‌ها در بخش میانی تا عقب بدن به صورت دو ردیف قرار دارد.

۴۷۴۹ ۲ سیستم نایدیسی و شش درونی می‌باشند. با توجه به شکل نایدیس‌ها، در نزدیکی منفذ نایدیس انشعابات قطور و باریک وجود دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: در مورد آبشش پوستی ستارهٔ دریایی صحیح است که کمان و رشته ندارد (فصل ۳ دهم). **گزینهٔ (۳)**: در مورد آبشش در سخت‌پوستان با توانایی دفع مادهٔ زائد نیتروژن‌دار صحیح است (فصل ۵ دهم). **گزینهٔ (۴)**: درمهره‌داران شش‌دار، ساده‌ترین حالت در دوزیست بالغ است که توانایی بازجذب آب در مثانه دارد.

۴۷۵۰ ۱ دفع اوریک‌اسید در حشرات و انسان را خوانده‌ایم ولی تعداد زیاد قرنیه و عدسی در هر چشم ویژهٔ چشم مرکب حشرات است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲)**: خزندگان و پرندگان تنفس پوستی ندارند و قلب ۴ حفره‌ای و کلیه با توانمندی بالا در بازجذب آب دارند. **گزینهٔ (۳)**: در مورد آبشش در سخت‌پوستان صحیح است که هموگلوبین با توانایی انتقال O_2 و CO_2 دارد چون سخت‌پوستان فاقد تنفس نایدیسی هستند و هموگلوبین تیره یا روشن دارند. **گزینهٔ (۴)**: قسمت اول در مورد دفع اوریک‌اسید از رودهٔ حشرات است که تنفس نایدیسی دارند نه ششی!

۴۷۵۱ ۳ غدد نمکی در برخی جانوران خشکی‌زی یا دریازی موجود است که ادرار غلیظ دفع می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: در دوزیست بالغ، کلیه به همراه دو دهلیز مشاهده می‌شود که دوزیست بالغ پمپ تنفسی فشار مثبت دارد. **گزینهٔ (۲)**: مثانهٔ دوزیست منظور است که همیشه بازجذب آب دارد ولی در محیط خشک این ویژگی بیشتر می‌شود. **گزینهٔ (۴)**: نفریدی و هر لولهٔ ادراری، یک انتهای باز دارند.

۴۷۵۲ ۱ داشتن رحم را در پستانداران (غیر از پلاتی‌پوس) و کرم پهن می‌توان از کتاب‌های درسی برداشت کرد. در مورد **برخی** از آن‌ها فقط مورد (ب) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. پرفورین در خط دوم دفاعی توسط لنفوسیت‌های کشندهٔ طبیعی ترشح می‌شود. (ب) **درست**. این عبارت فقط در مورد کرم پهن که استخوان ندارند نادرست است. (ج) نادرست. کرم پهن خودبارور است و مانند پستانداران تخمک خود را خارج نمی‌کند. (د) نادرست. این دو مورد در ۷ ویژگی **همهٔ** جانداران وجود دارند که در فصل اول دهم خواندید.

۴۷۵۳ ۲ موارد (ب) و (ج) نادرست هستند. پرندگان و پلاتی‌پوس پستاندار برخلاف خزندگان تخم‌گذارانی هستند که روی تخم خود می‌خوابند.

بررسی موارد (الف) درست. در تخم‌گذاران رابطهٔ خونی بین مادر و جنین وجود ندارد. (ب) **نادرست**. گویچه‌سازی وظیفهٔ مغز استخوان است (نه یاختهٔ استخوانی!). (ج) **نادرست**. این عبارت در مورد **نسبت** اندازهٔ مغز به وزن بدن صحیح است. (د) درست. تخم‌گذاران رحم ندارند (رحم اندام گلابی‌شکل).

۴۷۵۴ ۲ موارد (الف) و (ج) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) **درست**. حشرات لقاح داخلی دارند و تخم‌گذارند. (ب) نادرست. در مورد اسبک‌ماهی صحیح ولی در مورد کرم پهن خودبارور نادرست است. (ج) **درست**. در مورد گویچهٔ سفید پستانداران که هسته دارد صحیح است. (د) نادرست. قسمت اول در مورد برخی مارها و قسمت دوم در مورد فقط مار زنگی صحیح است.

۴۷۵۵ ۳ منظور سؤال بکرزایی و یا خودباروری کرم پهن می‌باشد. موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) **نادرست**. در مورد زنبور می‌باشد که از مادهٔ $2n$، نر n به‌دست می‌آید. زنبور نر فقط میتوز می‌کند. پس هر نوع گامت جدید آن‌ها قطعاً حاصل جهش بوده است چون میوز و نوترکیبی ندارد. (ب) **نادرست**. در مورد **مار** که مهره‌دار با دفاع اختصاصی است این توانایی وجود دارد. (ج) درست. منظور بکرزایی حاصل از مار است که گردش خون مضاعف دارد. (د) **نادرست**. اگر مار نر حاصل بکرزایی باشد سیاهرگ متصل به قلب آن دریچه ندارد.

۴۷۵۶ ۳ عبارت مورد نظر در مورد دهان در ورود آب به آبشش ماهی‌ها و ورود هوا به شش دوزیست بالغ می‌باشد. این مهره‌داران قلب چهارحفره‌ای ندارند. حالا ببینیم کدام موارد **نادرست** هستند، چون گفته «همواره» انسان را در نظر نمی‌گیریم.

بررسی موارد (الف) نادرست. برخی از قسمت‌های پوست ستارهٔ دریایی با آبشش اتصال ندارند. (ب) نادرست. مجرای غدد نمکی به صورت باریک‌تر از غده از بالای چشم رد می‌شوند. (ج) درست. در مورد دو کیسهٔ عقبی‌تر هوادار که در کتاب آبی کشیده شده‌اند صحیح است که در هر طرف به یک کیسهٔ عقبی زرد دیگر متصل است. (د) نادرست. در مورد کبد که به معده راه ندارد نادرست است.

۴۷۵۷ ۳ در این تست‌های طولانی که پیچیدگی بیشتری هم دارند، لازم است پس از بررسی هر گزینه به عبارت اصلی تست برگردید تا پیش‌فرض‌هایی که از گزینهٔ قبلی دارید، در گزینه‌های بعدی وارد نشوند. توجهتان به مثبت یا منفی بودن سؤال هم باشد!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: نادرست. در دو دسته از جانوران می‌توانیم تولید زاده بدون نیاز به جنس مخالف را ببینیم: هرمافرودیت‌ها (البته فقط کرم‌های پهن که خودلقاحی دارند) و بکرزاها. با توجه به اینکه گفته شده زاده **هم‌جنس** خود والد باشد، زنبور از لیست خط می‌خورد چرا که زنبور ماده، زنبور نر را طی بکرزایی تولید می‌کند. از بین این دو جانور (کرم پهن و زنبور عسل)، کرم پهن می‌تواند اسپرم هم تولید کند که یک یاختهٔ جنسی تاژک‌دار است. **گزینهٔ (۲)**: نادرست. در اسبک‌ماهی، تخمک از جنس ماده به بدن جنس نر می‌رود و بدون خروج اسپرم از بدن نر، لقاح داخلی صورت می‌گیرد. در کرم‌های پهن خودبارور هم یاخته‌های جنسی درون بدن هستند و برای رسیدن به یکدیگر، از بدن خارج نمی‌شوند. در اسبک‌ماهی همچون سایر ماهی‌ها، خط جانبی وجود دارد که دارای یاخته‌هایی با مژک‌هایی نابرابر است. **گزینهٔ (۳)**: **درست**. زنبور ملکه بدون نیاز به جنس نر، زاده‌ای ایجاد می‌کند که نصف خودش کروموزوم دارد (در مار عدد فام‌تنی برابر است). یافتن غذا در جامعهٔ زنبورهای عسل برعهدهٔ زنبورهای **کارگر** است و ملکه در این عمل نقشی ندارد. **گزینهٔ (۴)**: پرندگان و خزندگان کلیه‌هایی توانمند در بازجذب آب دارند اما فقط خزندگان علاوه‌بر این ویژگی، فاقد کیسه‌های هوادار هستند. برخی خزندگان می‌توانند امواج فروسرخ را به کمک گیرنده‌هایی که در زیر چشمانشان دارند تشخیص دهند، در حالی‌که این امواج برای ما نامرئی محسوب می‌شوند.

۴۷۵۸ ۲ در مورد تنفس مهره‌داران، موارد (الف) و (د) درست هستند.

بررسی موارد (الف) **درست**. در بین مهره‌داران، ماهی‌ها و نوزاد دوزیست‌ها برای تنفس از آبشش استفاده می‌کنند (مبادا سخت‌پوستان را در نظر بگیرید؛ مواظب باشید که سؤال، ویژهٔ مهره‌داران است). دفع مواد زائد نیتروژن‌دار فقط در **کلیه** انجام می‌شود و آبشش فقط در برخی ماهی‌ها در دفع یون‌ها نقش دارد که مواد زائد نیتروژن‌دار به شکل یونی نیستند. (ب) نادرست. در دوزیستان تنفس پوستی وجود دارد. مثانهٔ بازجذب‌کنندهٔ آب در همهٔ دوزیستان وجود دارد (نه فقط برخی از آن‌ها). در دام کرم خاکی نیفتید. کرم خاکی مهره‌دار نیست. (ج) نادرست. در شش، کیسه‌های حبابکی اسفنجی وجود دارند. وجود شش و سیستم تهویه‌ای در همهٔ مهره‌داران شش‌دار، موجب ایجاد سازوکاری برای برقراری جریان پیوستهٔ هوا در بدن می‌شود. (د) **درست**. کمان و رشته‌های متعدد مخصوص آبشش است که از بین تمام گونه‌های آبشش‌دار، فقط اسبک‌ماهی هم اسپرم (یاخته‌هایی با وسیله حرکتی) تولید می‌کند و هم نوزادان را به دنیا می‌آورد.

۴۷۵۹ (۱) در مورد (د) رساندن خون روشن پس از عبور از قلب در گردش خون مضاعف دیده می‌شود. یعنی در تمام مهره‌داران به‌جز ماهی‌ها و نوزاد دوزیست‌ها این وضعیت دیده می‌شود. بر این اساس، تنها مورد (ب) درست است.

بررسی موارد (الف) نادرست. خزندگان، پستانداران و پرندگان مهره‌دارانی هستند که خون روشن را با عبور از حفرات قلب به مویرگ‌ها می‌رسانند. در تولیدمثلی که دو والد شرکت داشته باشند، نصف ژن‌های هر فرزند از هریک از دو والد گرفته می‌شوند اما باید توجه داشته باشید که برخی مارها توانایی بکرزایی دارند و فرزند حاصل تنها از یک والد ژن‌های خود را دریافت کرده است.

توجه دوزیستان خون مخلوط شده را به سمت اندام‌ها می‌فرستند (نه خون روشن).

(ب) **درست**. از بین ماهی‌ها و نوزادان دوزیست، تنها ماهی‌های آب شور از آبشش خود در کنار دستگاه ادراری برای دفع نمک اضافی کمک می‌گیرند. (ج) نادرست. خط جانبی (کانال زیر پوست با گیرندهٔ مکانیکی) در نوزاد دوزیست دیده نمی‌شود و ویژهٔ ماهی‌هاست. (د) نادرست. هنگامی که سرخرگی با خون تیره به سمت پوست می‌رود، یعنی تنفس پوستی برقرار است که در هیچ‌یک از خزندگان، پرندگان و پستانداران این ویژگی دیده نمی‌شود.

۴۷۶۰ (۱) همین ابتدای کار، به هوش باشید که هم موارد نادرست خواسته شده و هم متن تست منفی است.

بررسی موارد (الف) درست. در ستارهٔ دریایی، پوست در تنفس نقش دارد اما تنفس آن از نوع آبششی است. اسکلت بیرونی در حشرات (مثل مورانک) و سخت‌پوستان دیده می‌شود و در ستارهٔ دریایی اسکلت بیرونی وجود ندارد. (ب) **نادرست**. دو یاختهٔ گیرندهٔ استوانه‌ای در نزدیکی عدسی در هر واحد بینایی در چشم مرکب مشاهده می‌شود. در جیرجیرک پردهٔ صماخ بر روی پاهای جلویی قرار دارد که حس شنیدن را پدید می‌آورد. در شکل مربوط به گیرندهٔ امواج صوتی در جیرجیرک هم می‌توانیم اطراف پردهٔ صماخ، زوائد مومانند را ببینیم (البته این زوائد برخلاف چیزی که در مگس می‌بینیم، نقش گیرنده‌ای ندارند). (ج) **نادرست**. در قلب ماهی‌ها و نوزاد دوزیستان و همچنین در قلب بندپایان و کرم خاکی، خون برای ورود و خروج از قلب از دریچه‌هایی می‌گذرد (در انسان، خون بدون گذر از دریچه‌ای به قلب وارد می‌شود). مگس هم نوعی حشره است که به کمک گیرنده‌های موجود در موهای حسی پاهای جلویی خود، مولکول‌های مختلف شیمیایی را تشخیص می‌دهد. (د) **نادرست**. در ماهی‌ها می‌بینیم که تنظیم اسمزی به کمک آبشش‌ها صورت می‌گیرد، اما در آن‌ها آبشش در دفع مواد زائد نیتروژن‌دار مثل آمونیاک نقشی ندارد و این ویژگی فقط در سخت‌پوستان دیده می‌شود. در این جانوران به دلیل وجود اسکلت خارجی، اندازهٔ بدن از حدی بیشتر نمی‌شود تا توانایی حرکت آن‌ها محدودتر نشود.

نکته
احتمالاً نیاز به گفتن نیست اما شما در ابتدا می‌توانستید با مشخص کردن صحت مورد (الف)، گزینه‌های (۲) و (۴) را کنار بگذارید. تفاوت دو گزینهٔ (۱) و (۳) هم که در مورد (د) است و کافی بود پس از رد آن دو گزینه، به سراغ مورد (د) بروید و پس از اینکه اشتباه بودن آن ثابت شد، بدون بررسی دو مورد (ب) و (ج)، گزینهٔ (۱) را انتخاب کنید. البته توصیهٔ من این است که اگر از نظر زمانی در تنگنا نبودید، آن دو مورد را هم بخوانید چون ممکن است شما را از اشتباهاتی که در بررسی موارد قبلی داشتید آگاه کنند.

۴۷۶۱ (۴) در ماهی و دوزیست، به دلیل کوتاه بودن دورهٔ جنینی و در پستاندار به دلیل برقراری رابطهٔ خونی بین مادر و جنین، اندوختهٔ غذایی تخمک کم است. ماهی‌ها و دوزیستان در حالت بلوغ دستگاه تولیدمثل تخصص‌یافته‌ای ندارند، چون چنین دستگاهی برای جانورانی‌ست که لقاح **داخلی** انجام می‌دهند، در حالی که دوزیستان و بیشتر ماهی‌ها لقاح خارجی دارند مثلاً اسبک ماهی لقاح داخلی و ساختار تولیدمثلی تخصص‌یافته دارد (نادرستی گزینهٔ (۴)).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: در پستانداران که منظور قسمت اول عبارت است، کیسه‌های هوادار مجاور شش دیده نمی‌شوند (ویژهٔ پرندگان است). **گزینهٔ (۲)**: چه نوزاد دوزیست و چه ماهی‌ها (چه در نوزادی و چه در بلوغ)، فقط یک دهلیز و در نتیجه، تنها یک دریچهٔ دهلیزی - بطنی دارند. **گزینهٔ (۳)**: سمت راست قلب پستانداران به سیاهرگ کرونری، بزرگ‌سیاهرگ زبرین و زیرین متصل است (مجموعاً سه سیاهرگ) و سمت چپ قلب به چهار سیاهرگ ششی متصل است.

۴۷۶۲ (۳) مواد غذایی مورد نیاز جنین تا چند روز پس از لقاح و تشکیل تخم از اندوختهٔ غذایی **تخمک** تأمین می‌شود. این اندوخته مخلوطی از مواد مغذی متفاوت است. اندازهٔ تخمک در جانوران مختلف بستگی به میزان اندوخته دارد. بنابراین، تأمین اندوختهٔ غذایی تخمک، بر عهدهٔ جنس ماده است. در اسبک ماهی نیز تخمک جنس ماده تأمین کنندهٔ نیازهای غذایی جنین‌های در حال رشد در بدن جنس نر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: در بکرزایی لقاح انجام نمی‌شود. زنبور ملکه، بدون انجام لقاح تخم‌گذاری می‌کند و جانوران نر را تولید می‌کند. با توجه به اینکه زاده‌های حاصل تنها نصف محتوای ژنتیک زنبور ماده را دریافت می‌کنند، بنابراین می‌توان گفت زادهٔ ایجاد شده نمی‌تواند کاملاً شبیه والد ماده باشد. **گزینهٔ (۲)**: پستاندار تخم‌گذاری مثل پلاتی‌پوس، تخم را در بدن خود نگه می‌دارد و چند روز مانده به تولد نوزاد، **تخم‌گذاری** می‌کند و روی آن‌ها می‌خوابد تا مراحل نهایی رشدونمو طی شود. **گزینهٔ (۴)**: در جانورانی که لقاح خارجی دارند، تخمک دیواره‌ای (نه دیواره‌هایی) چسبناک و ژله‌ای دارد که پس از لقاح تخم‌ها را به هم می‌چسباند. این لایهٔ ژله‌ای ابتدا از جنین در برابر عوامل نامساعد محیطی محافظت می‌کند و سپس به عنوان غذای اولیهٔ مورد استفادهٔ جنین قرار می‌گیرد.

۴۷۶۳ (۲) موارد (ب) و (د) عبارت را به درستی کامل می‌کنند.

بررسی موارد (الف) نادرست. برخی از حشرات مانند زنبور عسل بکرزایی دارند. (ب) **درست**. گویچه‌های قرمز بدون هسته در بسیاری از پستانداران یافت می‌شوند که شروع رشد و نمو جنین در بدن مادر آغاز می‌شود. (ج) نادرست. حشرات از جانوران خشکی‌زی بوده و همگی لقاح داخلی دارند و تخم‌گذار هستند. در جانورانی که لقاح خارجی دارند تخمک دیواره‌ای چسبناک و ژله‌ای دارد. (د) **درست**. منظور ماهی‌ها و نوزاد دوزیستان می‌باشد که در همهٔ آن‌ها مواد غذایی مورد نیاز جنین تا چند روز بعد از لقاح از اندوختهٔ غذایی تخمک تأمین می‌شود.

۴۷۶۴ (۲) بکرزایی نوعی تولیدمثل جنسی است که فرد ماده گاهی به تنهایی تولیدمثل می‌کند و در **زنبورعسل و بعضی مارها** دیده می‌شود، باید دقت شود مار حاصل از بکرزایی دولاد و زنبور نر حاصل از بکرزایی، تک‌لاد می‌باشد. مارها همانند سایر مهره‌دارانی که بین دو بطن آن‌ها دیوارهٔ ناقص وجود دارد (برخی خزندگان دیگر) خون هر دهلیز می‌تواند از دیوارهٔ ناقص بین دو بطن عبور کند و به هر دو بطن برسد (درستی مورد (ج)). مارها از فرومون‌ها برای ارتباط با افراد هم‌گونهٔ خود و در جهت یافتن جفت استفاده می‌کنند (درستی مورد (الف)). زنبورهای کارگر که ماده هستند، در زندگی دگرخواهی شانس زندگی خود را به دلیل موفقیت جمعیت خود از دست می‌دهند پس مورد (ب) نادرست است و اوریک اسید را به کمک لوله‌های مالپیگی با انتهای باز به روده دفع می‌کنند (نادرستی مورد (د)).

۴۷۶۵: ۲ موارد (ج) و (د) عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد (الف) نادرست. گروهی از مهره‌داران مانند کوسه‌ماهی اسکلت غضروفی دارند. (ب) نادرست. اغلب ماهی‌ها البته به‌جز اسبک‌ماهی در کتاب، لقاح خارجی دارند و در لقاح داخلی نیاز به اندام‌های تخصص‌یافته است. (ج) **درست**. یاخته‌های سطح پوست بدن انسان مرده هستند و هم‌ایستایی ندارند. (د) **درست**. همهٔ مهره‌داران ایمنی غیراختصاصی و اختصاصی دارند.

۴۷۶۶: ۴ تمام موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) پلاناریا دارای بیشترین طناب عصبی (دو عدد) است. این جاندار همچنین در حفرهٔ گوارشی خود دارای انشعاباتی است که در سراسر بدن گسترش یافته‌اند. (ب) حشرات دارای طناب عصبی شکمی هستند. این جانوران در رگ‌های خروجی از قلب خود دارای دریچه‌هایی می‌باشند. (ج) مهره‌داران استخوانی به کمک استخوان (سخت‌ترین نوع بافت پیوندی) از طناب عصبی خود حفاظت می‌کنند. جنس ماده در اسبک ماهی‌ها، می‌تواند گامت‌های خود را آزاد کند. همچنین دوزیستان نیز می‌توانند برای لقاح خارجی این کار را انجام دهند. (د) هیدر فاقد تقسیم‌بندی مرکزی محیطی است. تمام یاخته‌های آن که در گوارش نقش دارند، روی غشای پایه قرار گرفته‌اند.

۴۷۶۷: ۳ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** معدهٔ چهارقسمتی در پستانداران نشخوارکننده دیده می‌شود و **پستانداران** و **پرندگان**، دارای اندازهٔ نسبی بیشتر مغز نسبت به وزن بدن در بین مهره‌داران هستند. (پس نیای آن‌ها به هم نزدیک است.) **گزینهٔ (۲):** **ماهی‌ها**، دارای گیرندهٔ مژک‌دار در خط جانبی‌اند و **دوزیستان**، سازوکار تنفسی پمپ فشار مثبت دارند و هر دو مهره‌دارند. **گزینهٔ (۳):** پاسخ این گزینه است چون **حشرات**، طناب عصبی شکمی گره‌دار دارند و برخی **خزندگان** و **پرندگان** دریایی و بیابانی که غذای شور یا آب دریا مصرف می‌کنند، دارای غدد نمکی در اطراف چشم یا زبان می‌باشند. پس نیای مشترک بی‌مهره و مهره‌دار خیلی از زمان حال دورتر است. **گزینهٔ (۴):** **زنبورها**، چشم مرکب و گیرندهٔ فرابنفش دارند و **جیرجیرک**، در پاهای جلویی خود پردهٔ صماخ دارد. هر دو حشره بی‌مهره با نیای مشترک نزدیک هستند (مشخص است که نیای مشترک بی‌مهرگان و مهره‌داران در گزینهٔ (۳)، نسبت به سایر گزینه‌ها از زمان حال دورتر است).

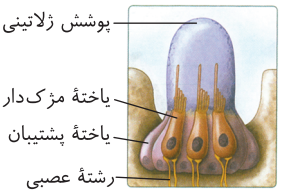
۴۷۶۸: ۳ به کلمهٔ «جانور» در متن سؤال دقت کنید. توبره‌واش، گیاهی گوشت‌خوار است که با خوردن حشرات، کمبود نیتروژن خاک را جبران می‌کند. همان‌طور که می‌دانید در حشرات، لوله‌های مالپیگی، یک انتهای بسته در تماس با همولنف دارند که نمک، آب و اوریک‌اسید را گرفته و از انتهای باز خود وارد روده می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** زنبور گرده‌افشانی گیاه آکاسیا را انجام می‌دهد که با باز شدن گل‌ها و پس از **دور شدن مورچه‌ها** به سمت این گیاه می‌آید. **گزینهٔ (۲):** **حشرهٔ** کرمی‌شکل به برگ تنباکو آسیب می‌رساند که تنفس نایدیسی دارد. (این جانور کرم نیست بلکه یک حشره می‌باشد و از ساختارهای حشرات بهره‌مند است.) **گزینهٔ (۴):** گونرا با سیانوباکتری همزیستی می‌کند که **جانور** نمی‌باشد.

۴۷۶۹: ۳ حشرات لوله‌های مالپیگی متصل به روده دارند که بخشی از سیستم دفعی بدن محسوب می‌شود. مادهٔ زائد نیتروژن‌دار اصلی حشرات، اوریک‌اسید است که توسط همین لوله‌های مالپیگی دفع می‌شود. حشرات چشم مرکب متشکل از واحدهای بینایی دارند. در هر واحد بینایی قرنیه برخلاف گیرنده‌های نور در تماس با عدسی است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در جانوران دارای لقاح خارجی و داخلی، تخمک دارای دیوارهٔ ژله‌ای و چسبناک است. ماهی‌ها و دوزیستان جانوران مهره‌دار دارای لقاح خارجی هستند. در ماهی‌ها برخلاف انسان در ابتدای ورود خون به دهلیز (بین سینوس سیاهرگی و دهلیز)، دریچه‌ای مشاهده می‌شود. **گزینهٔ (۲):** حشرات و سخت‌پوستان اسکلت خارجی دارند که اندازهٔ بدن را محدود می‌کند. فقط حشرات تنفس نایدیسی دارند که در آن انشعابات انتهایی نایدیس در کنار تمام یاخته‌های بدن قرار می‌گیرند و بنابراین امکان تبادلات گازی طی فرایند انتشار فراهم است. **گزینهٔ (۴):** کیسهٔ گوارشی هیدر از دو لایه یاخته تشکیل شده است. هیدر سازمان‌یابی یاخته‌های ماهیچه‌ای به صورت بافت ماهیچه ندارد و فقط یاخته‌های ماهیچه‌ای مجزا دارد.

۴۷۷۰: ۴ ماهیچه‌های غضروفی تنها گروه از مهره‌دارانی هستند که اسکلت **تمام** غضروفی دارند. با توجه به شکل مقابل، در ساختار خط جانبی ماهی‌ها، تنها مژک‌های یاخته‌های گیرنده در داخل پوشش ژلاتینی قرار گرفته‌است.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در سیستم گردش مواد ماهی‌ها، در بین سینوس سیاهرگ و دهلیز، دهلیز و بطن و بطن و مخروط سرخرگی یک دریچهٔ وجود دارد. بنابراین در ابتدا و انتهای هر دریچهٔ قلبی (دهلیز و بطن) یک دریچه دیده می‌شود. **گزینهٔ (۲):** هر کمان آبششی در ماهی‌ها، حاوی یک سرخرگ با خون تیره (سرخرگ شکمی) و یک سرخرگ با خون روشن (سرخرگ پشتی) است. **گزینهٔ (۳):** لوب بینایی، حجیم‌ترین بخش مغز ماهی است و در پردازش اطلاعات ارسال شده از چشم‌ها نقش دارد.

۴۷۷۱: ۱ طبق شکل کتاب درسی، در هر واحد بینایی چشم مرکب حشرات، رأس عدسی مخروطی‌شکل، به سمت بخشی قرار می‌گیرد که در مجاورت آن یاخته‌های گیرندهٔ نوری قرار دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در ارتباط با یاخته‌های سازندهٔ **پردهٔ صماخ** صحیح نیست. **گزینهٔ (۳):** تغییر مسیر بخشی از آکسون‌های عصب بینایی در **کیاسمای بینایی** روی می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** طبق شکل کتاب درسی، در انسان هر رشتهٔ عصبی از طریق انشعابات خود با **چندین** یاختهٔ گیرندهٔ چشایی زبان می‌تواند ارتباط برقرار کند و یک یاختهٔ گیرنده هم می‌تواند به دو انشعاب انتهای دندریتی متصل باشد.

۴۷۷۲: ۴ منظور صورت سؤال، مهره‌داران دارای لقاح خارجی و مهره‌داران دارای لقاح داخلی است. در ماهی‌ها، خون پس از تبادل مویرگی با تمام یاخته‌های بدن از طریق **سیاهرگ شکمی** به قلب باز می‌گردد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** به عنوان مثال در ماهیان آب شور، برخی یون‌ها از طریق **آبشش** دفع می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** **ماهیان غضروفی** استخوان ندارند! **گزینهٔ (۳):** این گزینه به دلیل قید **بعضی از** نادرست است زیرا همهٔ مهره‌داران **لولهٔ گوارش** دارند و فعالیت آنزیم‌های گوارشی آن‌ها در لولهٔ گوارش روی می‌دهد.

۴۷۷۳: ۱ فقط مورد (ج) درمورد جانوران درست نیست.

بررسی موارد (الف) درست. برخی پرندگان و خزندگان که در محیط‌های پر از نمک زندگی می‌کنند، غدد نمکی در سر خود دارند. در فصل هفت کتاب دوازدهم خواندید که در حالت عادی، تولید انسولین غیرفعال (دارای زنجیرهٔ C) فقط در پستانداران دیده می‌شود. (ب) درست. جانوران یک دهلیزی، ماهی‌ها و نوزادان دوزیست هستند. یاخته‌های خونی نمی‌توانند بیشتر از یک هسته داشته باشند. یاختهٔ خونی قرمز بدون هسته هم فقط در گروهی از پستانداران دیده می‌شود، بنابراین در سایر مهره‌داران، یاخته‌های خونی همگی تک‌هسته‌ای‌اند. (ج) **نادرست**. یاخته‌های قلبی نیاز به اکسیژن و مواد غذایی خود را از خون روشن برطرف می‌کنند و خون تیره‌ای که وارد حفرات قلب می‌شود، نقش خاصی در غذارسانی به یاخته‌هایشان ندارد. بخش دوم این عبارت دربارهٔ ماهی‌های غضروفی است که اسکلت غضروفی دارند و مغز هم درون کاسه‌ای غضروفی است. (د) درست. توانایی پرواز در بیشتر پرندگان دیده می‌شود اما در کنار پرندگان، مهره‌داران دیگری هستند که می‌توانند پرواز کنند (خفاش‌ها). معدهٔ لوله‌ای بین دو قسمت حجیم (سنگدان و چینه‌دان)، فقط در پرنده‌های دانه‌خوار دیده می‌شود و در سایر پرندگان (مثل عقاب) و خفاش‌ها که مهره‌دارانی با قابلیت پرواز هستند، وجود ندارد.

۴۷۷۴ :(۱) **پرندگان** به دلیل نیاز انرژی بیشتر برای پرواز، کارایی تنفسی بهتری از پستانداران دارند. از میان بی‌مهرگان، دفع از طریق آبشش در **سخت‌پوستان** دیده می‌شود. دربارهٔ شباهت یا تفاوت این دو گروه از جانوران، تنها مورد (ج) درست است.

بررسی موارد (الف) نادرست. در فصل پایانی کتاب دوازدهم، با پرندگانی مانند طوطی آشنا شدید که برای رفع سمی بودن غذاهای خورده شده، خاک می‌خوردند. در اینجا رفتار غذایابی فاقد محتوای انرژی زیادی است. (ب) نادرست. لنفوسیت کشندهٔ طبیعی در دفاع غیراختصاصی فعال است و می‌دانیم که هردوی این جانداران خط دوم دفاع، یعنی دفاع غیراختصاصی را دارند. (ج) **درست.** تکلیف پرنده که مشخص است. دستگاه گردش خون بسته و شش‌های پرندگان، ارتباط تنگاتنگی با یکدیگر دارند. ما در مورد حشرات می‌دانیم که دستگاه گردش مواد در انتقال گازهای تنفسی نقشی ندارد، چون نایدیس‌ها انتقال هوا را در فاصلهٔ نزدیکی به یاخته‌ها انجام می‌دهند اما درخصوص سخت‌پوستان چطور؟ طبیعتاً هنگامی که تنفس آن‌ها آبششی باشد، اکسیژن نمی‌تواند بدون واسطه به مجاورت یاخته‌ها برسد؛ بنابراین وجود ارتباط بین همولنف و آبشش‌ها برای انتقال گازهای تنفسی ضروری است. (د) نادرست. سیستم دفعی مواد زائد سخت‌پوستان از راه آبشش کار می‌کند. آبشش بخشی از دستگاه تنفسی است (نه گوارشی). البته در حشرات لوله‌های مالپیگی را می‌شناسید که در دفع مواد زائد نیتروژن‌دار از راه دستگاه گوارش نقش دارند اما مورد بحث این پرسش نیستند.

۴۷۷۵ :(۱) جانداری که هسته‌دار باشد اما فضای بین‌یاخته‌ای نداشته باشد، یک **یوکاریوت تک‌یاخته**‌ای است که در کتاب درسی نمونه‌های زیر را داریم: **پارامسی (آغازی دهم)**، انگل عامل مالاریا (فصل چهار دوازدهم)، مخمر (فصل پنج دوازدهم)، **اوگلنا** (فصل شش دوازدهم) و آمیب. از بین این جانداران، تنها اوگلنا توانایی تولید *NADPH* (طی فتوسنتز) دارد. این جاندار در مواقعی که نور نباشد، سبزدیسه‌های خود را از دست می‌دهد (کاهش دنای حلقوی) و با تغذیه از مواد آلی، ترکیبات مورد نیاز خود را به‌دست می‌آورد (درستی گزینهٔ (۱)).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** پارامسی دارای حفرهٔ دهانی مژک‌دار است که برای تنظیم اسمزی خود علاوه‌بر انتشار، از واکوئول منقبض شونده نیز با صرف انرژی بهره می‌برد. **گزینهٔ (۳):** استفاده از انرژی مواد معدنی، شیمیوسنتز نام دارد که در یوکاریوت‌ها نمی‌بینیم. **گزینهٔ (۴):** پارامسی هم واکوئول دفعی برای دفع مواد زائد گوارشی دارد و هم از واکوئول منقبض شونده برای دفع سایر مواد زائد خود استفاده می‌کند. در پارامسی، مونومرهای غذایی در واکوئول گوارشی ایجاد می‌شوند، در حالی که واکوئول آندوسیتوز شده واکوئول غذایی است.

۴۷۷۶ :(۲) **بررسی موارد** (الف) **درست.** براساس شکلی که در فصل یک یازدهم داریم، پاهای جلویی جیرجیرک که دارای گیرنده‌های صوتی هستند، کوتاه‌ترین پاهای جانور می‌باشند. محل قرارگیری این گیرنده‌ها براساس شکل کتاب، در یکی از دو بند بزرگ پای آن است. (ب) **درست.** دوزیست‌ها و ماهی‌ها یک بطن دارند. در ماهی، دهان (قسمت ابتدایی دستگاه گوارش) در وارد کردن هوا به آبشش نقش دارد و دوزیست بالغ هم توسط پمپ فشار مثبتی که از سوی دهان ایجاد می‌شود، می‌تواند تنفس ششی داشته باشد. (ج) نادرست. لاک‌پشت‌ها رکود تابستانی دارند (فصل هشت دوازدهم). این جانوران مانند دیگر خزندگان، لقاح داخلی دارند و تخم دارای یاختهٔ لقاح یافته را بعداً به بیرون از بدن خود منتقل می‌کنند، در حالی‌که نقش لایهٔ ژله‌ای تخمک‌ها در حفاظت تخم‌ها در بیرون بدن، مربوط به لقاح خارجی است. (د) **درست.** نظام جفت‌گیری در پرندگان به گونه‌ای است که معمولاً هردو جنس (نر و ماده) در انتخاب هم نقش دارند. در پرندگان، کیسه‌های هوادار دیده می‌شوند که براساس شکل فصل سه دهم، بزرگ‌ترین کیسه‌های هوادار، چهار کیسهٔ عقبی هستند.

نکته

شاید در این تست بررسی همهٔ موارد کار راحت‌تری باشد اما راه سریع‌تری هم وجود دارد. با توجه به اینکه مورد (ب) در همگی مشترک است، نباید سراغ آن برویم. مورد (ج) گزینهٔ بهتری است. با نادرست شدن مورد (ج)، به سراغ مورد (د) می‌رویم و چون مورد (د) درست است، به گزینهٔ (۲) می‌رسیم. اما اگر مورد (د) غلط می‌بود باید به بررسی اول هم می‌پرداختیم که گزینهٔ (۱) را برگزینیم یا (۳).

۴۷۷۷ :(۱) تمام موارد درست هستند.

بررسی موارد (الف) یک کیسهٔ هوادار منفرد در محل دو شاخه شدن نای پرندگان قرار دارد که به چهار کیسهٔ هوای عقبی متصل نیست. (ب) دو کیسهٔ هوادار در دو طرف نای دیده می‌شوند که باریک و کشیده هستند و سطح خارجی آن‌ها چین‌خورده است. (ج) از بین نرماده‌ها (هرمافرودیت‌ها)، کرم خاکی اسپرم‌های خود را از بدن خارج می‌کند چون باید وارد فرد دیگری کند. در بررسی دستگاه گردش مواد این جانوران می‌بینیم که رگ‌های متصل به قلب، در ابتدای خود دریچه دارند. (د) کرم پهن و اسبک‌ماهی نر بدون ورود اسپرم به بدنشان، توانایی ایجاد زاده دارند. در هردوی این‌ها برای تولید گامت، تقسیم میوز انجام می‌شود و در این تقسیم هم امکان چلیپایی شدن وجود دارد.

۴۷۷۸ :(۳) در جمعیت **زنبور** عسل، جانوران نر طی بکرزایی و جانوران ماده طی لقاح جنسی ایجاد می‌شوند. در زنبورهای عسل کارگر (ماده $2n$) جانور یابندهٔ منبع غذایی برای ارائهٔ اطلاعات راجع به محل تقریبی منبع غذایی به زنبورهای دیگر، حرکات ویژه‌ای انجام می‌دهد و همچنین صدای وزوز متفاوتی تولید می‌کند. بنابراین حداقل گیرنده‌های **مکانیکی** مؤثر در شنوایی و گیرنده‌های **نوری** زنبورهای کارگر برای دریافت این اطلاعات تحریک می‌شوند (فصل ۸ دوازدهم).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** رفتار دگرخواهی صرفاً در زنبورهای عسل **کارگر** که نازا هستند بروز می‌کند و زنبورهای ملکه رفتار دگرخواهی ندارند. **گزینهٔ (۲):** زنبورها اطلاعات مربوط به حضور شکارچی را از طریق گیرنده‌های دریافت‌کنندهٔ **فرمون‌ها** به دست می‌آورند، چون زنبورها از فرمون‌ها برای هشدار حضور شکارچی استفاده می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** زنبورهای عسل در گرده‌افشانی گل قاصد مؤثر هستند. ولی توجه کنید آزادسازی فرومون مخصوص جانوران است و گیاهان فرومون آزاد نمی‌کنند.

۴۷۷۹ :(۱) از میان جانورانی که در فصل ۸ دوازدهم به عنوان دارندگان رفتار دگرخواهی بررسی شدند، فقط **زنبور** بی‌مهره بود. روش آن‌ها نیز به این صورت است که افرادی نابارور هم به علت داشتن روابط خویشاوندی با ملکه، برای وی کار می‌کنند و از وی محافظت می‌کنند. زنبورها از حشرات هستند و اگر به شکل دستگاه عصبی آن‌ها نگاه کنید، متوجه می‌شوید که طناب عصبی آن‌ها از دو رشته تشکیل شده است (کتاب هم با دو پیکان آن‌ها را نشان داده است). این دو رشته در گره‌هایی در طول خود، به هم اتصال دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** سامانهٔ دفعی حشرات، لوله‌های مالپیگی است که ابتدا به روده می‌ریزند و منفذ مستقیمی به بیرون بدن ندارند. **گزینهٔ (۳):** تنها در انشعاب پایانی نایدیس‌ها مایع تسهیل‌کنندهٔ تبادل وجود دارد (نه تمام انشعاب‌ها). **گزینهٔ (۴):** در هر بند بدن حشرات یک گره عصبی وجود دارد ولی تعداد بندهای بدن یک حشره، بیشتر از اندام‌های حرکتی آن است و تنها از بندهای محدودی (سه بند)، اعصاب به سمت اندام‌های حرکتی می‌روند.

۴۷۸۰ :(۲) منظور عبارت صورت سؤال، **کبوتر خانگی** (پرنده) و **لاک‌پشت دریایی** (خزنده) است که هر دو لقاح داخلی با اندام‌های تولیدمثلی تخصص‌یافته دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** کیسه‌های هوادار ویژهٔ پرندگان است. **گزینهٔ (۳):** اندازهٔ نسبی مغز پرندگان و پستانداران از سایر مهره‌داران بیشتر است. **گزینهٔ (۴): مثانهٔ** دوزیستان، توانایی زیادی در بازجذب آب دارد.

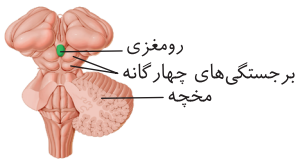
۴۷۸۱ :(۲) موارد (ج) و (د) نادرست می‌باشند. سؤال در مورد تشریح و مشاهدهٔ مغز گوسفند از نمای شکمی می‌باشد.

بررسی موارد (الف) درست. اجسام مخطط درون نیمکرهٔ مخ دیده می‌شوند. (ب) درست. کیاسمای بینایی بالای پل مغزی قابل مشاهده است. (ج) **نادرست.** برجستگی‌های چهارگانه زیر بطن‌های ۱، ۲ و ۳ می‌باشند. (د) **نادرست.** بطن ۴ در بین درخت زندگی مخچه است (نه بطن‌های ۱ و ۲) ضمناً این بطن‌های جانبی در پایین‌تر از مخچه قرار ندارند.

۴۷۸۲ **(۲)** فقط موارد (ب) و (ج) نادرست هستند. شکل، گردش خون مضاعف را در قلب چهارحفره‌ای **پستانداران**، پرندگان و برخی خزندگان با جدایی کامل دو بطن نشان می‌دهد.

بررسی موارد (الف) درست. کیسه‌های هوادار در پرندگان وجود دارند. (ب) **نادرست**. جدایی کامل بطن‌ها در پرندگان، پستانداران و برخی خزندگان مثل کروکودیل‌ها رخ می‌دهد. این حالت، حفظ فشار در سامانهٔ گردشی مضاعف را آسان می‌کند. فشار خون بالا برای رساندن سریع مواد غذایی و خون غنی از اکسیژن به بافت‌ها در جانورانی با نیاز زیاد به انرژی مهم است. پس این عبارت در مورد همهٔ آن‌ها صادق است (نه برخی). (ج) **نادرست**. در پستانداران از جمله انسان، انسولین به‌صورت یک مولکول پیش‌هورمون ساخته می‌شود. (د) درست. پردهٔ دیافراگم منظور است که در پستانداران وجود دارد.

۴۷۸۳ **(۲)** در شکل صورت سؤال، بخش (۱) پیاز بویایی، بخش (۲) مخ، بخش (۳) لوب بینایی و بخش (۴) مخچه است.



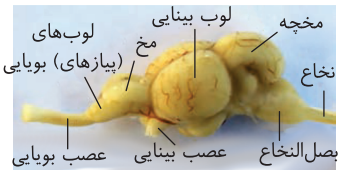
غدهٔ اپی‌فیز نوعی غدهٔ درون‌ریز موجود در مغز است که به ترشح هورمون ملاتونین می‌پردازد. با توجه به شکل مقابل، این غدهٔ در سطح بالاتری نسبت به مخچه قرار می‌گیرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: هیپوتالاموس در بدن انسان در کنترل دمای بدن، فشار خون، ضربان قلب و ... نقش دارد. با توجه به شکل ۱۶ صفحهٔ ۱۱ کتاب درسی یازدهم، این غده بالاتر از بصل‌النخاع قرار دارد. **گزینهٔ (۳)**: با توجه به شکل ۱۲ صفحهٔ ۳۱ کتاب یازدهم، پیاز بویایی در زیر لوب پیشانی (بزرگ‌ترین لوب مخ) قرار دارد. اما دقت کنید که جزئی از سامانهٔ لیمبیک به حساب نمی‌آید. به دلیل اینکه در شکل ۱۷ صفحهٔ ۱۲ با رنگ متفاوتی نسبت به اجزای سامانهٔ لیمبیک مشخص شده است.

نکتهٔ مهم

مخ در انسان، دارای هفت شیار عمیق می‌باشد. سه شیار عمیق در هر نیمکره، لوب‌ها را از هم جدا می‌کنند و یک شیار عمیق هم بین دو نیمکره قرار گرفته است (نادرستی گزینهٔ (۴)).

۲۴۴ شکل‌نامهٔ دستگاه عصبی مرکزی ماهی



اجزای دستگاه عصبی مرکزی از جلو به عقب: عصب بویایی - لوب بویایی - مخ - عصب بینایی - لوب بینایی - مخچه - بصل‌النخاع - نخاع.

۴۹۹ **مغز ماهی**

در مغز ماهی	
بزرگ‌ترین بخش: لوب‌های بینایی بین مخ و مخچه است (لوب بینایی برخلاف انسان قسمتی از مخ نیست).	کوچک‌ترین و جلویی‌ترین بخش: لوب‌های بویایی از عقب به مخ متصل است و از جلو از عصب بویایی پیام می‌گیرد.
عقبی‌ترین و پایینی‌ترین بخش: بصل‌النخاع (از بالا به مخچه و از عقب به نخاع و از جلو به لوب بینایی متصل است).	بالاترین بخش: مخچه
عصب بینایی از زیر مخ و لوب بینایی وارد لوب بینایی می‌شود.	مخچه عقب‌تر از لوب بینایی و مخ قرار دارد.
لوب‌های بویایی در بین مخ و عصب بویایی قرار دارند.	بخشی از مغز ماهی که بین عصب بویایی و مخ قرار دارد: لوب‌های بویایی
بخشی از مغز ماهی که بین مخچه و مخ قرار دارد: لوب‌های بینایی	بخشی از مغز ماهی که در مجاورت پایینی مخچه قرار دارد: بصل‌النخاع

- اندازه از بیشتر به کمتر: لوب بینایی - مخچه - بصل النخاع - مخ - لوب بویایی
- جلویی‌ترین بخش مغز انسان لوب پیشانی ولی در ماهی، لوب بویایی می‌باشد.
- در مغز ماهی برخلاف مغز انسان، مخچه در سطحی بالاتر از مخ قرار گرفته است.

۴۷۸۴ **(۱)** اسکلت غضروفی در انواعی از ماهی‌ها (مانند کوسه‌ماهی‌ها) دیده می‌شود. این جانداران علاوه‌بر کلیه، دارای غدد راست‌روده‌ای می‌باشند که محلول سدیم کلرید غلیظ (با فشار اسمزی بالا) به روده ترشح می‌کنند (رد گزینهٔ (۳)). با توجه به شکل ۲۴ صفحهٔ ۶۶ کتاب دهم، در ساختار قلب ماهی‌ها در بین دهلیز و سینوس سیاهرگی و در بین بطن و مخروط سرخرگی یک دریچه قرار گرفته است که جریان خون را یک‌طرفه می‌کند (رد گزینهٔ (۲)) آبشش در ماهی‌ها به نواحی خاص محدود می‌شود و به دلیل جهت معکوس جریان خون در مویرگ‌ها و عبور آب از تیغه‌های آبششی بسیار کارآمد است (رد گزینهٔ (۴)). دقت کنید که بزرگ‌ترین بخش مغز ماهی‌ها، لوب بینایی‌است که از جلو با مخ و از پشت با مخچه در تماس است و با لوب‌های بویایی تماسی ندارد.

۴۷۸۵ **(۴)** **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱)**: دربارهٔ حشرات که مویرگ ندارند، نادرست است. **گزینهٔ (۲)**: دربارهٔ جانوران دارای لوب بویایی و از جمله ماهی نادرست است. **گزینهٔ (۳)**: دربارهٔ جیرجیرک نادرست است. **گزینهٔ (۴)**: کاملاً در مورد حشرات و قلب آن‌ها صحیح است.

۴۷۸۶ **(۱)** به نوشته‌های کنار عکس‌ها توجه کنید! در برخی از پرندگان، پرده‌های میانی انگشتان در دوران جنینی در اثر مرگ برنامه‌ریزی شده حذف می‌شود.

بررسی گزینه‌ها مطابق کنکور دی‌ماه ۱۴۰۱ از قید «برخی» به جای «بیشتر» در تست‌های کنکور می‌توان استفاده کرد و هر دو به یک معنی در نظر گرفته می‌شوند؛ **گزینهٔ (۲)**: قید «برخی» صحیح است. **گزینهٔ (۳)**: قید «اغلب» صحیح است. **گزینهٔ (۴)**: در همهٔ پرندگان این مورد صحیح است.

۴۷۸۷ **(۱)** بکرزایی نوعی تولیدمثل جنسی است و برای مثال، در زنبورعسل و بعضی مارها دیده می‌شود. در این روش، فرد ماده گاهی اوقات به تنهایی تولیدمثل می‌کند. در این حالت، یا تخمک بدون لقاح شروع به تقسیم می‌کند و موجود تک‌لاد را به وجود می‌آورد یا از روی فام‌تن‌های تخمک یک نسخه ساخته می‌شود تا فام‌تن‌های تخمک دو برابر شوند و سپس شروع به تقسیم می‌کند و موجود دولاد را به وجود می‌آورد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲)**: در زاده‌های حاصل از بکرزایی مار، ژنوتیپ مشابه والد است اما در زاده‌های حاصل از بکرزایی زنبورعسل، مشابه والد نیست. **گزینهٔ (۳)**: زاده‌های حاصل از بکرزایی زنبورعسل ملکه (ماده)، همگی نر هستند و فنوتیپی متفاوت با والد خود دارند. **گزینهٔ (۴)**: در بکرزایی برخی مارها، از روی فام‌تن‌های تخمک یک نسخه ساخته می‌شود تا فام‌تن‌های تخمک دو برابر شوند و سپس تخمک شروع به تقسیم می‌کند و موجود دولاد را به‌وجود می‌آورد. پس ابتدا تا مرحلهٔ S می‌روند و پس از ترکیب شدن ژن‌ها، دو برابر شدن تخمک انجام شده و وارد مرحلهٔ بعد می‌شوند.

۴۷۸۸ (۱) در دستگاه عصبی مرکزی ماهی‌ها، مخ بین لوب‌های بویایی و بینایی قرار دارد. ماهیان غضروفی آب شور، علاوه‌بر کلیه‌ها که ادرار غلیظ دفع می‌کنند، از آبشش نیز نمک و یون اضافی را خارج می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** ماهیان غضروفی (مثل کوسه‌ها و سفره ماهی‌ها)، فاقد استخوان هستند. **گزینهٔ (۳):** در همهٔ ماهی‌ها، جهت حرکت خون در مویرگ‌ها و عبور آب در طرفین تیغه‌های آبششی، برخلاف یکدیگر است. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که گیرنده‌های موجود در خط جانبی ماهی‌ها، در تماس با مایع نیستند (در تماس با مادهٔ ژلاتینی هستند).

۴۷۸۹ (۳) با توجه به شکل‌های کتاب، گیرنده‌های مکانیکی در خط جانبی ماهی همانند گیرنده‌های بویایی انسان، دارای زوائد غیرهم‌اندازه هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیرنده‌های نوری در چشم مرکب حشرات همانند گیرنده‌های نوری در چشم انسان، به عدسی متصل نیستند. **گزینهٔ (۲):** در مگس، گیرنده‌های شیمیایی در موهای حسی روی پاهای آن قرار دارند. مگس‌ها به کمک این گیرنده‌ها انواع مولکول‌ها را تشخیص می‌دهند. در دهان و برجستگی‌های زبان انسان، جوانه‌های چشایی و درون این جوانه‌ها گیرنده‌های چشایی قرار گرفته‌اند. ذره‌های غذا در بزاق حل می‌شوند و یاخته‌های گیرندهٔ چشایی را تحریک می‌کنند؛ دقت کنید که درک مزه در قشر مخ صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** در جلو و زیر (نه درون!) هر چشم مار زنگی سوراخی است که گیرنده‌های پرتوهای فروسرخ در آن قرار دارند. به کمک این گیرنده‌ها، مار پرتوهای فروسرخ تابیده از بدن شکار را دریافت می‌کند و محل آن را در تاریکی تشخیص می‌دهد.

۴۷۹۰ (۲) مواردی که در مورد گیرندهٔ خط جانبی ماهی درست‌اند:

الف) تحریک در اثر خم شدن مژک
ب) تبدیل اثر محرک مکانیکی به پیام عصبی
د) شباهت با گیرنده‌های حس ویژهٔ تعادلی انسان

← گیرنده‌های خط جانبی ماهی، یاختهٔ عصبی نیست و آکسون ندارد.

موارد (ج) و (د) برای گیرندهٔ موهای روی پای مگس درست است.

ج و د تشکیل عصب حسی به کمک رشتهٔ آکسون خود و مورد (د) تشابه با گیرندهٔ حس ویژهٔ بویایی می‌باشد ولی مژک ندارد (نادرستی مورد (الف)) و به محرک شیمیایی پاسخ می‌دهد (نادرستی مورد (ب)).

۴۷۹۱ (۱) خط جانبی در ماهی‌ها به مجاری **نیم‌دایره** در انسان شباهت دارد. درون مجاری نیم‌دایره از مایعی پر شده است و مژک‌های یاخته‌های گیرنده نیز در ماده‌ای ژلاتینی قرار دارند. با چرخش سر، مایع درون مجرا به حرکت در می‌آید و مادهٔ ژلاتینی را به یک طرف خم می‌کند. مژک‌های یاخته‌های گیرنده، خم و این گیرنده‌ها تحریک می‌شوند. آسهٔ یاخته‌های عصبی حسی که شاخهٔ دهلیزی (تعادلی) عصب گوش را تشکیل می‌دهند، پیام را به مغز و به‌ویژه **مخچه** (در پشت ساقهٔ مغز) می‌برند و آن را از موقعیت سر آگاه می‌کنند. برای حفظ تعادل بدن، مغز از گیرنده‌های دیگر مانند گیرنده‌های وضعیت نیز پیام دریافت می‌کند. مخچه در حرکات بدن به کمک ماهیچهٔ اسکلتی مؤثر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** گیرنده‌های نوری در مجاورت با لایه‌ای رنگدانه‌دار و پر از مویرگ‌های خونی قرار دارند. **گزینهٔ (۳):** گیرندهٔ شنوایی، تحت تأثیر ارتعاش (نه مستقیماً أمواج صوتی!) تحریک شده و پیام عصبی تولید می‌کند. **گزینهٔ (۴):** گیرندهٔ حس تعادلی یاختهٔ عصبی نمی‌باشد و رشتهٔ عصبی متعلق به آن نیست بلکه به آن متصل است.

۴۷۹۲ (۳) مغز حشرات از چند گره به‌هم‌جوش‌خورده تشکیل شده است. یک طناب عصبی شکمی که در طول بدن جانور کشیده شده است، در هر بند از بدن، یک گرهٔ عصبی دارد. هر گره فعالیت ماهیچه‌های آن بند را تنظیم می‌کند. با توجه به شکل کتاب، در حشرات، طولانی‌ترین عصب دستگاه عصبی محیطی (مربوط به پاهای عقبی جانور) به یک گره عصبی در نیمهٔ **جلویی** بدن متصل است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ساده‌ترین ساختار عصبی، شبکهٔ عصبی در هیدر است. شبکهٔ عصبی مجموعه‌ای از یاخته‌های عصبی پراکنده در دیوارهٔ بدن هیدر است که با هم ارتباط دارند. تحریک هر نقطه از بدن جانور در همهٔ سطح آن منتشر می‌شود. شبکهٔ عصبی یاخته‌های ماهیچه‌ای بدن را تحریک می‌کند. دقت کنید که یاختهٔ پس‌سیناپسی، لزوماً نورون نیست و می‌تواند یاختهٔ ماهیچه‌ای و یا پوششی نیز باشد. **گزینهٔ (۲):** در پلاناریا دو گره عصبی در سر جانور، مغز را تشکیل داده‌اند. هر گره مجموعه‌ای از جسم‌یاخته‌های عصبی است. دو طناب عصبی متصل به مغز که در طول بدن جانور کشیده شده‌اند، با رشته‌هایی به هم متصل‌اند و ساختار نردبان‌مانندی را ایجاد می‌کنند. این مجموعه بخش مرکزی دستگاه عصبی جانور است. رشته‌های جانبی متصل به آن نیز، بخش محیطی دستگاه عصبی را تشکیل می‌دهند. **گزینهٔ (۴):** در مهره‌داران، طناب عصبی، پشتی است و بخش جلویی آن برجسته شده و مغز را تشکیل می‌دهد. دقت کنید که ویژگی مطرح شده در این گزینه در مورد پادتن‌ها درست است و مثلاً برای اینترفرون نوع ۱ درست نیست.

۴۷۹۳ (۴) همهٔ موارد درست هستند.

بررسی موارد الف) با توجه به شکل کتاب درسی، یاختهٔ سازندهٔ منفذ در کل عرض دیوارهٔ جاندار است و از یاختهٔ یقه‌دار در اسفنج که فقط در سطح درونی قرار دارد، بزرگ‌تر می‌باشد. ب) با توجه به شکل کتاب درسی، مخروط سرخرگی و سینوس سیاهرگی از دهلیز بزرگ‌تر می‌باشند. ج) جهت حرکت خون در مویرگ‌های آبششی برخلاف جهت حرکت خون از دهلیز به بطن در ماهی می‌باشد؛ چون خون در مویرگ‌های آبششی به سمت بالا ولی از دهلیز به بطن، به سمت پایین حرکت می‌کند. د) با توجه به شکل کتاب درسی، رشتهٔ ورودی به دهلیز چپ انسان در مجاورت منفذ سیاهرگ‌های ششی به چند انشعاب تقسیم می‌شود.

۴۷۹۴ (۴) با توجه به شکل کتاب، در هر واحد بینایی چشم مرکب حشرات، گیرنده‌هایی تک‌هسته‌ای وجود دارند که طول آن‌ها از ضخامت عدسی بیشتر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** خط جانبی در ماهی‌ها، به سطح **پشتی** جانور نسبت به سطح **شکمی**، نزدیک‌تر است. **گزینهٔ (۲):** روی هریک از پاهای جلویی جیرجیرک در محل بین بند اول و دوم (نه محل اتصال پا به بدن!) یک محفظهٔ هوا وجود دارد که پردهٔ صماخ روی آن کشیده شده است. **گزینهٔ (۳):** در موی حسی پاهای مگس، پیام عصبی از طریق دندیت به جسم‌یاخته‌ای گیرنده وارد و از طریق آکسون از نقطهٔ دیگری از جسم‌یاخته‌ای آن خارج می‌شود که از این نظر مثل گیرندهٔ بویایی و گیرنده‌های بینایی در شبکیهٔ چشم انسان است.

۴۷۹۵ (۳) در جانوران هرمافرودیت (نرماده)، یک فرد هر دو نوع دستگاه تولیدمثلی نر و ماده را دارد و هر فرد بالغ، گامت‌های نر و ماده را در اندام‌های متفاوتی تولید می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در اسبک ماهی لقاح خارج از بدن جنس ماده و در داخل بدن جنس نر انجام می‌شود که لقاح **داخلی** دارند. در آبزیان مثل ماهی‌ها، دوزیستان و بی‌مهرگان آبزی لقاح خارجی دیده می‌شود. در این روش، والدین گامت‌های خود را در آب می‌ریزند و لقاح در آب صورت می‌گیرد. برای افزایش احتمال برخورد گامت‌ها، والدین تعداد زیادی گامت را هم‌زمان وارد آب می‌کنند. برای هم‌زمان شدن ورود یاخته‌های جنسی به آب، عوامل متعددی دخالت دارند از جمله دمای محیط، طول روز، آزاد کردن مواد شیمیایی توسط نر یا ماده یا بروز بعضی رفتارها مثل رقص عروسی در ماهی‌ها. **گزینهٔ (۲):** گیرنده های فروسرخ در سوراخ‌های زیر چشم برخی مارها مثل مارزنگی وجود دارد؛ برخی مارها (نه لزوماً مارزنگی!) به تنهایی با بکرزایی تولیدمثل می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** در انسان نیز نوزادان پس از رشد و نمو در بدن والد خود، متولد می‌شوند. این گزینه در مورد انسان نادرست است.

۴۷۹۶ (۴) موارد (ب) و (ج) درست‌اند. در نوعی **جیرجیرک**، جانور نر هزینهٔ بیشتری در تولیدمثل می‌پردازد و بنابراین جفت را انتخاب می‌کند. جیرجیرک نر زامه‌های خود را درون کیسه‌ای به همراه مقداری مواد مغذی به جانور ماده منتقل می‌کند. جانور ماده هنگام تشکیل تخم و برای رشد و نمو جنین به مواد مغذی درون کیسه نیاز دارد. این کیسه بخش قابل توجهی از وزن بدن جانور نر را تشکیل می‌دهد. جانور نر، جیرجیرک ماده‌ای را انتخاب می‌کند که بزرگ‌تر باشد، زیرا بزرگ‌تر بودن جیرجیرک ماده نشانهٔ آن است که تخمک‌های بیشتری دارد و می‌تواند زاده‌های بیشتری تولید کند. در این جانوران جیرجیرک‌های ماده برای انتخاب شدن رقابت می‌کنند.

بررسی موارد (الف) نادرست. جیرجیرک نر زامه‌های خود را درون کیسه‌ای به همراه مقداری مواد مغذی به جانور ماده منتقل می‌کند. (ب) **درست**. در حشرات، پاهای عقبی از سایر پاها طویل‌تر هستند. (ج) **درست**. با توجه به شکل کتاب درسی در فصل ۸ دوازدهم، در نزدیکی اندام‌های تخصص یافته برای تولیدمثل در انتهای بدن جانور ماده، یک زائدهٔ بلند مشاهده می‌شود. (د) نادرست. جانور ماده برای دریافت اطلاعات مربوط به گونهٔ جنس نر، از گیرنده‌های مکانیکی پاهای جلویی خود استفاده می‌کند.

۴۷۹۷ (۱) فقط مورد (د) درست است.

بررسی موارد (الف) نادرست. در همهٔ حشرات رشته‌های عصبی پاها در ارتباط با طناب عصبی شکمی هستند؛ دقت کنید که گیرندهٔ نوری در فقط **برخی** حشرات مانند **زنبور**، پرتوهای فرابنفش را دریافت می‌کنند. (ب) نادرست. ماهیان غضروفی با جمجمهٔ غضروفی از بخش جلویی و برجستهٔ طناب عصبی خود حفاظت می‌کنند؛ این جانوران **همانند** هیدر، در پیکر خود جسم‌های یاخته‌ای فراوانی دارند. (ج) نادرست. در مورد مگس می‌دانید که گیرنده همانند چشایی شیمیایی در روی پاهای خود دارند. (د) **درست**. روی هریک از پاهای جلویی جیرجیرک یک محفظهٔ هوا وجود دارد که پردهٔ صماخ روی آن کشیده شده است. لرزش پرده در اثر امواج صوتی، گیرنده‌های مکانیکی را که در پشت پردهٔ صماخ قرار دارند، تحریک و جانور صدا را دریافت می‌کند. این جانوران برخلاف انسان، در طناب عصبی شکمی خود، پیام‌های گیرنده‌های شنوایی را هدایت می‌کنند. در انسان پیام‌های شنوایی بدون عبور از طناب عصبی (نخاع)، مستقیماً وارد مغز می‌شود.

۴۷۹۸ (۱) فقط مورد (ب) نادرست است. منظور از مهره‌داران بالغی که در آن‌ها عامل سطح فعال با کاهش کشش سطحی، باز شدن کیسه‌های حبابکی **شش‌ها** را آسان می‌کند، دوزیستان بالغ، خزندگان، پرندگان و پستانداران می‌باشند (مهره‌داران دارای شش).

بررسی موارد (الف) آبزیان مثل ماهی‌ها، **دوزیستان** و بی‌مهرگان آبزی لقاح خارجی دارند. در این روش، والدین گامت‌های خود را در آب می‌ریزند و لقاح در آب صورت می‌گیرد. **برای افزایش احتمال برخورد گامت‌ها، والدین تعداد زیادی گامت را هم‌زمان وارد آب می‌کنند.** برای هم‌زمان شدن ورود یاخته‌های جنسی به آب، عوامل متعددی دخالت دارند از جمله دمای محیط، طول روز، آزاد کردن مواد شیمیایی توسط نر یا ماده یا بروز بعضی رفتارها مثل رقص عروسی در ماهی‌ها. (ب) در همهٔ مهره‌داران شش‌دار، مغز درون جمجمهٔ استخوانی قرار دارد. (ج) برخی مارها می‌توانند پرتوهای فروسرخ را تشخیص دهند. در جلو و زیر هر چشم مارزنگی سوراخی است که گیرنده‌های پرتوهای فروسرخ در آن قرار دارند. به کمک این گیرنده‌ها، مار پرتوهای فروسرخ تابیده از بدن شکار را دریافت می‌کند و محل آن را در تاریکی تشخیص می‌دهد. (د) سامانهٔ گردشی مضاعف، از دوزیستان به بعد شکل گرفته است. دوزیستان، قلب سه‌حفره‌ای با دو دهلیز و یک بطن دارند که بطن خون را یک‌بار به شش‌ها و پوست و سپس به بقیهٔ بدن تلمبه می‌کند.

۴۷۹۹ (۲) پرندگان به علت پرواز، نسبت به سایر مهره‌داران انرژی بیشتری مصرف می‌کنند و بنابراین به اکسیژن بیشتری نیاز دارند. کلیه در خزندگان و پرندگان توانمندی زیادی در بازجذب آب دارد. برخی خزندگان و پرندگان دریایی و بیابانی که آب دریا یا غذای نمک‌دار مصرف می‌کنند، می‌توانند نمک اضافه را از طریق غدد نمکی نزدیک چشم یا زبان، به صورت قطره‌های غلیظ دفع کنند (درستی گزینهٔ (۲) و نادرستی گزینهٔ (۳)).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: در برخی از پرندگان، پرده‌های میانی انگشتان در دوران جنینی در اثر مرگ برنامه‌ریزی‌شده (نه بافت‌مردگی!) حذف می‌شود. **گزینهٔ (۴)**: این عبارت در مورد پستانداران و نوعی پرنده مثل طاووس با سیستم چندهمسری صحیح است.

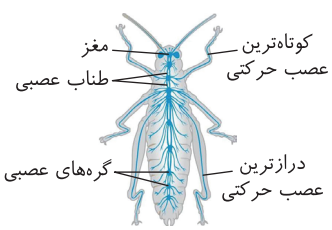
۴۸۰۰ (۱) فقط مورد (ج) درست است. منظور از سامانهٔ دفعی متصل به روده، لوله‌های مالپیگی است که در حشرات دیده می‌شود.

بررسی موارد (الف) نادرست. زنبور عسل نر با میتوز یاختهٔ جنسی (اسپرم) ایجاد می‌کند. ترادها در مرحلهٔ متافاز میوز ۱ در استوای یاخته قرار می‌گیرند. (ب) نادرست. تخمک زنبور ملکه، **بدون لقاح** شروع به تقسیم می‌کند و زنبور نر هاپلوئید را به وجود می‌آورد. در کرم‌های پهن مثل کرم کبد، هر فرد تخمک‌های خود را بارور می‌کند. (ج) **درست**. انشعابات **انتهایی** سیستم تنفسی نایدیسی، **نازک‌تر** هستند. (د) نادرست. دست دادن، روبوسی، **نیش حشرات**، آب و غذا، ویروس *HIV* را منتقل **نمی‌کند**. ویروس *HIV* به لنفوسیت‌های *T* کمک‌کننده در انسان حمله می‌کند.

۴۸۰۱ (۲) موارد (الف) و (د) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند. **جانورشناسی** به نام **ایلیا مچنیکوف** حین مطالعهٔ **لارو ستارهٔ دریایی**، به مشاهدهٔ شگفت‌انگیزی دست یافت. وی برای نخستین‌بار، درون بدن این جانور، یاخته‌هایی را دید که شبیه آمیب بودند، حرکت می‌کردند و مواد اطراف خود را می‌خوردند. وی این یاخته‌ها را **بیگانه‌خوار** (نه درشت‌خوار!) نامید. مچنیکوف بقیهٔ عمر خود را به مطالعهٔ نحوهٔ دفاع بدن در برابر میکروب‌ها پرداخت و سرانجام موفق شد **جایزهٔ نوبل** را به دست آورد. پس سؤال در مورد «بیگانه‌خوارها» و «لارو ستارهٔ دریایی» است.

بررسی موارد (الف) **نادرست**. همهٔ یاخته‌های زنده در غیاب اکسیژن (گاز تنفسی متشکل از یک نوع اتم)، گلیکولیز انجام می‌دهند. در مرحلهٔ سوم گلیکولیز، *NADH* (نه NADPH!) تولید می‌شود. (ب) درست. در ستارهٔ دریایی، آبشش‌ها، برجستگی‌های کوچک و پراکندهٔ پوستی هستند که جانور از طریق این برجستگی‌ها، با محیط اطراف (که آب است!) به تبادل گازهای تنفسی می‌پردازد. (ج) درست. همهٔ یاخته‌های زنده، دارای مولکول‌های زیستی (مولکول‌هایی که در دنیای غیرزنده دیده نمی‌شوند) هستند. (د) **نادرست**. هم درشت‌خوارها و هم لارو ستارهٔ دریایی، در محیطی مایع قرار دارند؛ به ترتیب در مایع بین‌یاخته‌ای و دریا!

۴۸۰۲ (۱) فقط مورد (د) صحیح است. گرده‌افشانی بسیاری از گیاهان کشاورزی و درختان میوه به کمک **حشرات** انجام می‌شود (فعالیت صفحهٔ آخر فصل ۸ زیست یازدهم).

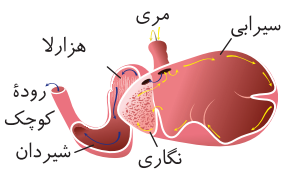


بررسی موارد (الف) نادرست. گره‌های عصبی موجود در طناب عصبی **شکمی** (نه پشتی!) حشرات، در فواصل متفاوتی از هم قرار دارند. یادتان باشد که بی‌مهرگان، قلب پشتی و طناب عصبی شکمی و مهره‌داران، قلب شکمی و طناب عصبی پشتی (نخاع) دارند. (ب) نادرست. با توجه به شکل مقابل، مشاهده می‌کنید که هم تعداد و هم اندازهٔ رشته‌های خارج شده از هر گره عصبی موجود در طناب عصبی شکمی، لزوماً یکسان و برابر نیست. (ج) نادرست. با توجه به شکل مقابل، عقبی‌ترین پاهای جانور، توسط عقبی‌ترین گره موجود در طناب عصبی عصب‌دهی نمی‌شوند. (د) **درست**. خط کتاب درسی است.

۴۸۰۳ (۱) فقط مورد (ج) عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند. در میان مهره‌داران، ماهی‌ها هم هنگام نوزادی و هم بعد از بلوغ، آبشش دارند اما نوزادان دوزیست، آبشش و دوزیستان بالغ، آبشش و تنفس پوستی دارند. از بین جانوران بی‌مهرهٔ مطرح شده در کتاب درسی، به آبشش ستارهٔ دریایی و سخت‌پوستان مستقیم اشاره شده است. ستارهٔ دریایی و سخت‌پوستان، هم هنگام نوزادی و هم بعد از بلوغ، آبشش دارند.

بررسی موارد (الف) نادرست. اسکلت درونی، ویژهٔ مهره‌داران است. همانطور که ذکر شد، ستارهٔ دریایی و سخت‌پوستان نیز آبشش دارند و فاقد اسکلت درونی‌اند. (ب) نادرست. آسان شدن حفظ فشار در سامانهٔ گردشی مضاعف، ویژهٔ مهره‌دارانی است که دارای قلب چهار حفره‌ای‌اند و در آن‌ها جدایی کامل بطن‌ها صورت گرفته است. دوزیستان با وجود اینکه سامانهٔ گردشی مضاعف دارند، اما قلب سه حفره‌ای دارند. (ج) **درست.** همهٔ جانوران، اساس حرکت مشابهی دارند. (د) نادرست. کرموزوم‌های همتا در آنافاز میوز ۱ از هم جدا می‌شوند. تقسیم میوز در جانوران، فقط برای تولیدمثل و ایجاد یاختهٔ جنسی (گامت) صورت می‌گیرد. از بین جانوران ذکر شده، **همگی** در حالت بلوغ توانایی تولید یاختهٔ جنسی دارند. اگر می‌خواهید بگویید که ممکن است بعضی‌ها کلاً نازا باشند، به «**به‌طور معمول**» ابتدای عبارت توجه کنید. (ه) نادرست. در **آبزیان** مثل **ماهی‌ها، دوزیستان و بی‌مهرگان آبزی** (مثل سخت‌پوستان و ستارهٔ دریایی)، لقاح خارجی دیده می‌شود. در این روش، والدین گامت‌های خود را در آب می‌ریزند و لقاح در آب صورت می‌گیرد. برای افزایش احتمال برخورد گامت‌ها، والدین تعداد زیادی گامت را هم‌زمان وارد آب می‌کنند ولی مثلاً در اسبک‌ماهی لقاح داخلی است و رد می‌شود.

۴۸۰۴ (۱) **بررسی موارد** (الف) بخشی که غذای دارای فشار اسمزی بالا را از بخش قبلی دریافت می‌کند، شیردان است. (ب) بخشی که نسبت به سایرین، بیشترین تعداد عبور مواد از خود را دارد، سیرابی است. (ج) بخشی که دارای مقدار کمی میکروب سلولازساز است، نگاری است. (د) بخشی که در آن گوارش شیمیایی انجام نمی‌شود، هزارلا است. (با کمی اغماض! چون ممکنه مقدار بسیار کمی میکروب سلولازساز همراه با غذا وارد این بخش بشه و مقدار بسیار کمی آنزیم سلولاز ترشح کنه و برخی سلولزهای باقی‌مونده رو هیدرولیز کنه) با توجه به شکل مقابل، **سیرابی** (مورد ب) و **شیردان** (مورد الف) **نسبت به سایرین، فاصلهٔ بیشتری از هم دارند.**

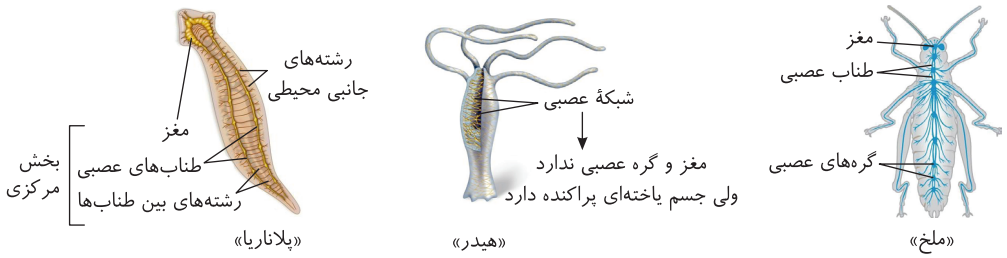


۴۸۰۵ (۳) کرم کدو و هیدر مد نظر سؤال هست؛ *هواستان باشد که پارامسی را در نظر نگیرید چون پارامسی جانور نیست! بلکه از آغازیان و تک‌یاخته‌ای است.* هیدر قبل از جذب مواد غذایی، ابتدا روی آن گوارش برون‌یاخته‌ای و سپس گوارش درون‌یاخته‌ای انجام می‌دهد؛ اما **کرم کدو، فاقد دهان، مخرج، دستگاه گوارش، آنزیم‌های گوارشی غذایی، گوارش برون‌یاخته‌ای، گوارش درون‌یاخته‌ای و نیز واکوئول‌های غذایی، گوارشی دفعی و ضربان‌دار است.**

نکته
- هیدر با وجود اینکه لولهٔ گوارش و بخشی مجزا به نام مخرج ندارد، اما دهان مشترک با مخرج دارد؛ پس **نمی‌توان** گفت به‌طور قطع جانداری که لولهٔ گوارش ندارد، دهان نیز ندارد.
- هیدر سر، گره عصبی و تقسیم‌بندی اعصاب محیطی و مرکزی ندارد.
- لولهٔ گوارش در اثر تشکیل مخرج (نه دهان!) شکل می‌گیرد؛ پس **می‌توان گفت جانداری که لولهٔ گوارش دارد، قطعاً مخرج** (و دهان) **نیز دارد و جانداری که مخرج دارد، لولهٔ گوارش نیز دارد.**

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** جانداران **نمی‌توانند** به‌طور مستقیم از انرژی موجود در مواد غذایی استفاده کنند؛ بلکه این انرژی ذخیره شده در مواد غذایی (گلوکز)، ابتدا باید به شکل مولکول‌هایی مثل *ATP* در بیاید که برای یاخته‌ها قابل مصرف باشد. **گزینهٔ (۲):** جانداران پریاخته‌ای، هم با افزایش برگشت‌ناپذیر ابعاد یاخته و هم با افزایش تعداد یاخته رشد می‌کنند اما جانداران تک‌یاخته‌ای (مثل پارامسی)، فقط با افزایش برگشت‌ناپذیر ابعاد یاخته رشد می‌کنند و با افزایش تعداد یاخته، تولیدمثل (نه رشد!) می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** در هیدر، آب و اکسیژن بدون صرف انرژی وارد یاخته می‌شوند؛ کرم کدو، همهٔ مواد مغذی قابل جذب (مونومر) را به‌طور مستقیم و با انتشار و بدون صرف انرژی زیستی از محیط دریافت می‌کند و بدون گوارش، آن‌ها را مصرف می‌کند.

۴۸۰۶ (۴) همهٔ موارد صحیح هستند. *به شکل‌های زیر با چشم بصیرت بنگرید!*



بررسی موارد (الف) هر دو رشتهٔ طناب عصبی در پلاناریا و ملخ در شکل مشخص‌اند. (ب) رشته‌های طناب عصبی در ملخ برخلاف پلاناریا، در نقاطی توسط گره‌های عصبی به یکدیگر متصل‌اند. (ج) مغز پلاناریا از دو گره مجزا اما مغز ملخ از چند گره به هم جوش‌خورده تشکیل شده است. با توجه به شکل، هر رشتهٔ طناب عصبی در سر پلاناریا برخلاف سر ملخ، به یک گره عصبی متصل است. (د) با توجه به شکل، این مورد نیز درست است.

نکته
- ملخ یک طناب عصبی و پلاناریا دو طناب عصبی (نردبان مانند) دارد.
- رشته‌های طناب عصبی در ملخ نسبت به پلاناریا، در فاصلهٔ نزدیک‌تری نسبت به هم قرار دارند.
- هر گره، مجموعه‌ای از جسم‌یاخته‌ای نورون‌هاست.

۴۸۰۷ (۲) موارد (ب) و (ج) نادرست‌اند. در گردش **ساده** مثل **ماهی** و **نوزاد دوزیستان**، خون، ضمن یک‌بار گردش در بدن، یک‌بار از قلب دوحفره‌ایِ آن‌ها عبور می‌کند. مزیت این سیستم، **انتقال یکبارهٔ خون اکسیژن‌دار به تمام مویرگ‌های اندام‌ها**ست.

بررسی موارد (الف) درست. این مورد در ارتباط با خط جانبی صحیح است؛ توجه کنید که **خط جانبی، فقط در ماهی‌ها وجود دارد** و در دوزیستان (چه بالغ چه نابالغ) وجود ندارد. (ب) **نادرست.** در همهٔ مهره‌داران، بخش جلویی طناب عصبی **پشتی** برجسته شده و مغز را تشکیل می‌دهد. (ج) **نادرست.** **در تنفس پوستی شبکهٔ مویرگی زیرپوستی با مویرگ‌های فراوان وجود دارد** و گازها با محیط اطراف از طریق پوست مبادله می‌شوند. تنفس پوستی در **کرم خاکی** و **دوزیستان بالغ** وجود دارد؛ پس هیچ‌کدام از ماهی‌ها و نوزاد دوزیستان، شبکهٔ مویرگی زیرپوستی با مویرگ‌های فراوان ندارند. (د) درست. درست است که کتاب گفته سطح پوست در جانورانی که تنفس پوستی دارند، مرطوب نگه داشته می‌شود اما می‌دانید که **ماهی** و **نوزاد دوزیستان**، آبشش دارند و درون آب زندگی می‌کنند. *خب عزیز دل من! بگو عایا! ممکنه کسی که داخل آب زندگی میکنه، پوستش خشک باشه؟!*

۴۸۰۸ (۳) موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست‌اند. سامانهٔ گردشی مضاعف از **دوزیستان** به بعد شکل گرفته است.

بررسی موارد (الف) **نادرست**. با توجه به خط کتاب، **همهٔ جانداران** ویژگی‌هایی دارند که برای سازش و ماندگاری در محیط، به آن‌ها کمک می‌کنند. (ب) درست. در دوزیستان **بالغ**، مثانه محل ذخیرهٔ **آب** و **یون‌ها**(مواد معدنی)ست. **به هنگام خشک شدن محیط**، دفع ادرار کم و **مثانه** برای ذخیرهٔ بیشتر آب **بزرگ‌تر** می‌شود (متسع می‌گردد) و سپس بازجذب آب از مثانه به خون افزایش پیدا می‌کند. (ج) **نادرست**. آسان شدن حفظ فشار در سامانهٔ گردشی مضاعف، ویژهٔ مهره‌دارانی است که دارای قلب چهار حفره‌ای‌اند و در آن‌ها جدایی کامل بطن‌ها صورت گرفته است. جدایی کامل بطن‌ها در همهٔ پستانداران و پرندگان و بعضی از خزندگان صورت گرفته است. (د) **نادرست**. در آبزیان مثل ماهی‌ها، دوزیستان و بی‌مهرگان آبزی، لقاح خارجی دیده می‌شود. در این روش، **والدین** (یعنی دوزیست بالغ!) گامت‌های خود را در آب می‌ریزند و لقاح در آب صورت می‌گیرد. برای افزایش احتمال برخورد گامت‌ها، **والدین** (یعنی دوزیست بالغ!) تعداد زیادی گامت را هم‌زمان وارد آب می‌کنند.

نکته
- دوزیست بالغ برخلاف دوزیست نوزاد، می‌تواند در محیط خشک زندگی کند؛ دوزیست نوزاد تنفس آبششی دارد و بنابراین باید در آب زندگی کند.
- همهٔ خزندگان قلب چهارحفره‌ای دارند.

۴۸۰۹ (۴) همهٔ موارد، عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند. پرندگان علاوه‌بر شش‌ها، دارای ساختارهایی به نام **کیسه‌های هوادار** هستند که کارایی تنفس آن‌ها را نسبت به پستانداران افزایش می‌دهد. ۹ کیسهٔ هوادار در بدن پرنده وجود دارد که پنج کیسهٔ هوادار با اندازهٔ کوچک‌تر در جلو و چهار کیسهٔ هوادار با اندازهٔ بزرگ‌تر در عقب بدن جانور قرار دارند. باریک‌ترین کیسه‌ها در اطراف ابتدای نای جانور می‌باشند.

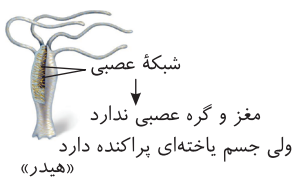
بررسی موارد (الف) همهٔ کیسه‌های هوادار جلویی، در اطراف نای و یا انشعابات آن قرار دارند. (ب) از بین ۹ کیسهٔ هوادار، فقط یکی از کیسه‌های هوادار جلویی به صورت منفرد وجود دارد؛ این کیسهٔ هوادار در محل دوشاخه شدن نای قرار گرفته است، سایر کیسه‌های هوادار جلویی به صورت جفت می‌باشند. (ج) همهٔ کیسه‌های هوادار عقبی نسبت به همهٔ کیسه‌های هوادار جلویی، اندازهٔ بزرگ‌تری دارند. (د) از بین چهار کیسهٔ هوادار عقبی، دو کیسهٔ هوادار جلوتر (شماره‌های ۴ و ۵ در شکل) در مجاورت با شش‌های جانور قرار دارند.

نکته
- همهٔ کیسه‌های هوادار عقبی به صورت جفت وجود دارند.
- همهٔ کیسه‌های هوادار جلویی که به صورت جفت وجود دارند، در مجاورت بخشی از کیسهٔ هوادار منفرد می‌باشند؛ این کیسهٔ هوادار هم در سمت چپ و هم در سمت راست بدن جانور دیده می‌شود.

۴۸۱۰ (۳) موارد (الف)، (ب) و (د) عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد (الف) **درست**. ساده‌ترین سامانهٔ گردشی مضاعف در دوزیستان بالغ دیده می‌شود؛ این جانوران به کمک ماهیچه‌های دهان و حلق (جزء لولهٔ گوارش)، با حرکتی شبیه «قورت دادن» هوا را با فشار به شش‌ها می‌رانند؛ به این ساز و کار پمپ فشار مثبت می‌گویند. (ب) **درست**. شکل مقابل، ساده‌ترین سامانهٔ گردشی بسته را در کرم خاکی نشان می‌دهد. (ج) نادرست. در شکل کتاب درسی فصل دو زیست دهم، هیدر با شش بازو و در شکل کتاب درسی فصل یک زیست یازدهم، هیدر با چهار بازو نشان داده شده است. (د) **درست**. در **هر** جانور دارای شش و آبشش، وجود **دستگاه گردش مواد** (نه لزوماً دستگاه گردش خون!) برای انتقال گازهای تنفسی ضرورت دارد.







نکات مرتبط با تست
- در کرم خاکی، هم در محل اتصال سرخرگ خروجی از قلب و هم در محل اتصال سیاهرگ ورودی به قلب، دریچه وجود دارد که به ترتیب به سمت داخل رگ و داخل قلب باز می‌شوند.
- **همهٔ** بازوهای هیدر، در یک سمت بدن و در مجاورت دهان قرار دارند اما لزوماً همگی به یک سمت حرکت نمی‌کنند.
- هیدر پیکر تقریباً بلند دارد اما قطر پیکر آن در تمام قسمت‌ها یکسان **نیست**.
- در بازوهای هیدر، شبکهٔ عصبی وجود دارد اما حفرهٔ گوارشی وجود ندارد.
- ستارهٔ دریایی **فاقد** دستگاه گردش خون، خون، رگ، مویرگ، شبکهٔ مویرگی و تنفس پوستی است.

۴۸۱۱ (۳) جلوترین بخش مغز ماهی، لوب بویایی است. لوب‌های (پیازهای) بویایی ماهی **نسبت به کل مغز جانور**، از لوب‌های بویایی انسان بزرگ‌تر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: دورترین عصب نسبت به نخاع در مغز ماهی، عصب بویایی است که با لوب بویایی ارتباط دارد؛ در صورتی که بزرگ‌ترین بخش مغز ماهی، لوب بینایی است که عصب بینایی با آن ارتباط دارد. **گزینهٔ (۲)**: بالاترین قسمت مغز ماهی، مخچه است؛ در صورتی که بصل‌النخاع نسبت به سایر قسمت‌های مغز، به نخاع نزدیک‌تر است. **گزینهٔ (۴)**: بخشی از مغز ماهی که بین دو نوع لوب مختلف قرار دارد، مخ می‌باشد. مخ در ماهی برخلاف انسان، فاقد چین‌خوردگی‌ها و یا دارای چین‌خوردگی‌های اندکی است.

نکته
- عقبی‌ترین بخش مغز ماهی، بصل‌النخاع است.
- نزدیک‌ترین بخش مغز ماهی به قلب، سینوس سیاهرگی و مخروط سرخرگی، بصل‌النخاع است.
- اندازهٔ لوب‌های بویایی در انسان نسبت به لوب‌های بویایی در ماهی‌ها بزرگ‌تر است.
- در مغز ماهی، عصب بینایی نسبت به عصب بویایی به نخاع نزدیک‌تر است.
- در مغز ماهی، مخ از لوب بویایی بزرگ‌تر و از لوب بینایی و مخچه کوچک‌تر است.

۴۸۱۲ (۲) موارد (ب) و (د) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند. **بکرزایی** نوعی تولیدمثل **جنسی** است و برای مثال، در **زنبورعسل ملکه** (حشره) **و بعضی مارهای ماده** (خزنده) دیده می‌شود. در این روش، فرد **ماده** گاهی اوقات به تنهایی تولیدمثل می‌کند. در هرمافرودیت کرم کبد، فرد، «همواره» و نه گاهی اوقات به تنهایی تولیدمثل می‌کند.

بررسی موارد (الف) درست. هم زنبورعسل ملکه و هم بعضی مارهای ماده که توانایی بکرزایی دارند، ابتدا با تقسیم میوز، تخمک را به وجود می‌آورند. کروموزوم‌های همتا در آنافاز میوز ۱ از هم جدا می‌شوند. (ب) **نادرست**. در **همهٔ** خزندگان و پرندگان، کلیه توانمندی زیادی در بازجذب آب دارد. (ج) درست. **اساس** تولیدمثل جنسی در **همهٔ** جانوران مشابه است. (د) **نادرست**. زنبورهای **کارگر**، اطلاعات خود دربارهٔ منبع غذایی را به زنبورهای دیگر ارائه می‌کنند.

نکته
زنبورهای نر و نیز زنبورهای مادهٔ کارگر، توانایی میوز و نیز بکرزایی **ندارند**.

۴۸۱۳ (۳) موارد (الف)، (ب) و (د)، عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند. همهٔ جانورانی که در قلب خود **یک دهلیز** دارند = ماهی‌ها و نوزاد دوزیستان / همهٔ جانورانی که در قلب خود **دو دهلیز** دارند = دوزیستان بالغ، خزندگان، پرندگان و پستانداران / همهٔ جانورانی که در قلب خود **یک بطن** دارند = ماهی‌ها و دوزیستان / همهٔ جانورانی که در قلب خود **دو بطن** دارند = خزندگان، پرندگان و پستانداران.

بررسی موارد (الف) **درست**. **همهٔ** جانوران برای تبادل گازهای تنفسی با مایع بین‌یاخته‌ای، از انتشار استفاده می‌کنند. (ب) **درست**. از قلب **همهٔ** مهره‌داران، خون دارای کربن‌دی‌اکسید فراوان (تیره) عبور می‌کند.

نکته
- از قلب ماهی‌ها و نوزاد دوزیستان، فقط خون تیره عبور می‌کند.
- از قلب دوزیستان بالغ، خزندگان و پرندگان، هم خون روشن و هم خون تیره عبور می‌کند.
- در همهٔ مهره‌داران، یاخته‌های قلبی توسط خون روشن تغذیه می‌شوند.

(ج) نادرست. از میان جانوران ذکر شده در این مورد، دوزیستان بالغ، شش‌دارند. در مهره‌داران شش‌دار، سازوکارهایی وجود دارد که باعث می‌شود جریان پیوسته‌ای از هوای تازه در مجاورت بخش مبادله‌ای برقرار شود. این سازوکارها به **سازوکارهای تهویه‌ای** شهرت دارند. (د) **درست**. سخت‌ترین نوع بافت پیوندی، استخوان است. همهٔ جانوران ذکر شده در این مورد، از سخت‌ترین نوع بافت پیوندی (استخوان) برای محافظت از اندام‌های حیاتی خود استفاده می‌کنند.

نکته
از میان تمام مهره‌داران، تنها برخی از ماهی‌ها فاقد استخوان هستند.

۴۸۱۴ (۳) **برخی** خزندگان و پرندگان دریایی و بیابانی که آب دریا یا غذای نمک‌دار مصرف می‌کنند، می‌توانند نمک اضافه را از طریق غدد نمکی نزدیک چشم یا زبان، به‌صورت قطره‌های غلیظ دفع کنند. طبق عبارت «همهٔ اعضای این گروه از جانوران» موجود در صورت سؤال، متوجه می‌شوید که باید به دنبال ویژگی مشترک همهٔ خزندگان و پرندگان باشید. محیط جانداران **همواره** در تغییر است؛ اما جاندار می‌تواند وضع درونی پیکر خود را در محدودهٔ ثابتی نگه دارد.

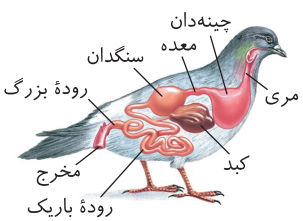
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: در تولیدمثل جنسی از نوع لقاح **داخلی**، اسپرم وارد دستگاه تولیدمثلی فرد ماده می‌شود و لقاح در بدن ماده انجام می‌شود. خزندگان لقاح داخلی و دوزیستان لقاح خارجی دارند. **گزینهٔ (۲)**: در بین مهره‌داران، اندازهٔ نسبی مغز پستانداران و پرندگان نسبت به وزن بدن از بقیه بیشتر و در ماهی‌ها از بقیه کمتر است. **گزینهٔ (۴)**: در **انسان** و **بسیاری از پستانداران**، گویچه‌های قرمز، هسته و بیشتر اندامک‌های خود را از دست می‌دهند.

۴۸۱۵ (۲) دوزیستی که به‌طور قطع، هفت ویژگی حیات را با هم ندارد، نابالغ است. یکی از هفت ویژگی حیات، تولیدمثل است که در افراد نابالغ دیده نمی‌شود. هم سیستم تنفسی و هم سیستم گردش خون در نوزاد دوزیستان، مشابه ماهی‌هاست. سرخرگ پشتی نسبت به هر کدام از سرخرگ و سیاهرگ شکمی، طول بیشتری دارد.

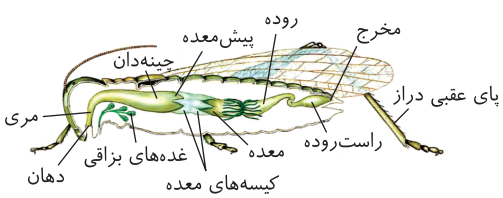
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: سرخرگ شکمی، خون را فقط در یک جهت بدن (از عقب به جلو) پیش می‌برد؛ اما سرخرگ پشتی، خون را در دو جهت پیش می‌برد؛ سرخرگ پشتی هم خون را از جلو به عقب (برای خون‌رسانی به اغلب اندام‌های بدن) و هم از جلو به جلوتر! (برای خون‌رسانی مغز) پیش‌برد. **گزینهٔ (۴)**: خون تیره نسبت به خون روشن، مقدار بیکربنات بیشتری دارد. سرخرگ پشتی دارای خون روشن و سرخرگ و سیاهرگ شکمی دارای خون تیره هستند. **گزینهٔ (۴)**: درست است که سرخرگ و سیاهرگ شکمی هر دو دارای خون تیره هستند، اما چون خون موجود در سرخرگ شکمی نسبت به خون موجود در سیاهرگ شکمی، فاصلهٔ بیشتری را طی کرده و از بخش‌های بیشتری عبور کرده، مقدار کمی کربن‌دی‌اکسید بیشتری دارد.

۴۸۱۶ (۱) با توجه به شکل‌های زیر، موارد (ب) و (ج) درست نوشته شده‌اند.

۴۸۱۷ (۴) بخشی از لولهٔ گوارش ملخ که آنزیم‌های گوارشی را از دو بخش دریافت می‌کند، پیش‌معده است، بخشی از لولهٔ گوارش انسان که محتویات خود را از مری دریافت می‌کند، معده است و هر دو اندام ذکر شده، هم در گوارش مکانیکی و هم در گوارش شیمیایی نقش دارند.



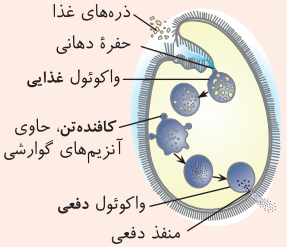
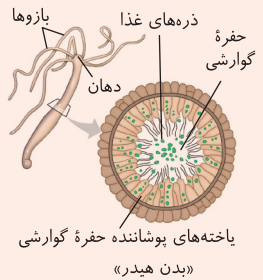
شکل B «دستگاه گوارش پرندهٔ دانه‌خوار»



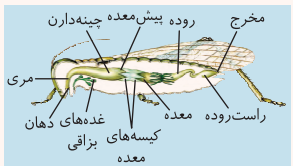
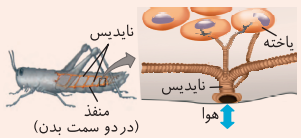
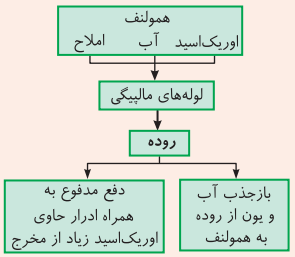
شکل A «دستگاه گوارش ملخ»

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: بخشی از لولهٔ گوارش پرندهٔ دانه‌خوار که محتویات خود را از دو اندام گوارشی می‌گیرد، رودهٔ باریک است و بخشی از لولهٔ گوارش ملخ که محتویات خود را وارد رودهٔ باریک می‌کند، معده است. محل جذب (ورود مواد به محیط داخلی بدن) مواد غذایی در پرندهٔ دانه‌خوار، رودهٔ باریک و در ملخ، معده است. **گزینهٔ (۲)**: بخشی از لولهٔ گوارش گوسفند که طویل است و سه بار مواد غذایی از آن عبور می‌کند، مری و بخشی از لولهٔ گوارش انسان که اولین محل شبکهٔ یاخته‌های عصبی است، مری است. مری در انسان و سایر جانوران مطرح شده در کتاب درسی، توانایی ترشح آنزیم‌های گوارشی ندارد. **گزینهٔ (۴)**: بخشی از لولهٔ گوارش پرندهٔ دانه‌خوار که نسبت به سایرین، به پاهای جانور نزدیک است، رودهٔ باریک است و بخشی از لولهٔ گوارش گاو که نسبت به سایرین، بیشترین چین‌خوردگی را دارد، هزارلا (معده) می‌باشد. جذب مواد غذایی در پرندهٔ دانه‌خوار، توسط رودهٔ باریک انجام می‌شود؛ دقت کنید در پستانداران نشخوارکننده (مثل گاو و گوسفند) نیز جذب مواد غذایی در رودهٔ باریک انجام می‌شود و مقداری آب هم در هزارلای (معدهٔ) جانور جذب می‌شود؛ حواستان باشد که آب برای جذب شدن، نیاز به گوارش یافتن ندارد.

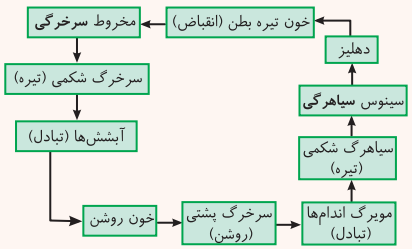
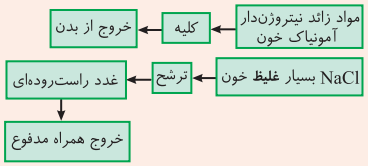
مقایسهٔ دستگاه‌ها و قسمت‌های مختلف بدن جانداران

جاندار	شکل	نکات گوارشی	نکات تنفسی	نکات گردش مواد	نکات دفع مواد زائد و اسمز	تنظیم عصبی	حرکت	تولیدمثل
کرم کدو (کرم پهن)	 دوجنسی با خاصیت خودلقاحی می‌باشد.	فاقد **دهان** و دستگاه گوارش است. مواد مغذی را از **سطح بدن** (پوست) جذب می‌کند.	گازها مستقیماً بین یاخته‌ها و محیط از **سطح پوست** مبادله می‌شوند.	خون و سیستم گردش مواد اختصاصی **ندارد** و مواد را با **انتشار** منتقل می‌کند.	مواد زائد را نیز از سطح **پوست** خارج می‌کند.	کتاب بررسی نکرده است.	با انقباض ماهیچه‌های بدن حرکت می‌کند.	دوجنسی خودبارور است. تخمدان بین بیضه‌ها و رحم دارد.
پارامسی (مژک‌دار) جانور نمی‌باشد.		گوارش **درون**یاخته‌ای دارد. مژک‌ها غذا را به حفرهٔ دهانی می‌آورند و واکوئول **غذایی** ایجاد می‌کنند. واکوئول غذایی **متحرک** در سیتوپلاسم با لیزوزوم‌ها (کافنده‌تن‌ها) ترکیب می‌شود. = واکوئول گوارشی (هضم **شیمیایی** انجام می‌دهد.) مواد گوارش یافته از واکوئول گوارشی جذب شده و باقی‌ماندهٔ آن واکوئول دفعی برای دفع از **منفذ** دفعی یاخته می‌باشد.	چون تک‌یاخته‌ای است، مستقیماً با محیط، تبادل گاز تنفسی می‌کند ولی ساختار تنفسی اختصاصی **ندارد**.	گردش مواد را همانند گوارش در **درون** یاخته انجام می‌دهد.	آب اضافی به همراه مواد دفعی (مثل آمونیاک) توسط واکوئول‌های **انقباضی** (ضربان‌دار) از بدن دفع می‌شوند.	–	با حرکات **مژک‌ها** در آب جابه‌جا می‌شود.	–
هیدر		○ کیسهٔ **منشعبی** به نام حفرهٔ گوارشی دارند. ○ فقط **یک** سوراخ برای ورود و خروج مواد دارند. ○ جایگاه گردش مواد و گوارش برون‌یاخته‌ای در همین **کیسه و انشعابات** آن می‌باشد. ○ **برخی** یاخته‌های **داخلی** با ترشح آنزیم، گوارش **برون**یاخته‌ای را در کیسه **آغاز** می‌کنند. ○ گوارش درون‌یاخته‌ای در واکوئول‌های غذایی و پس از **فاگوسیتوز** غذا ادامه می‌یابد. ○ هیدر در لایهٔ داخلی **تاژک** دارد و بازوهایی در اطراف **دهان** در سطح خارجی دارد.	گازها مستقیماً بین یاخته‌ها و محیط و به صورت انتشار مبادله می‌شوند و ساختار تنفسی ویژه‌ای ندارند.	حفرهٔ گوارشی آن‌ها که **پر** از مایع می‌باشد، گردش مواد را نیز انجام می‌دهد. **هیدر**، یک کیسهٔ منشعب همراه بازوهای دهانی و **تاژک** در سطح داخلی دارد.	به صورت انتشار ساده مواد زائد نیتروژن‌دار و آب اضافی را به محیط وارد می‌کنند.	**ساده‌ترین** ساختار عصبی را دارند که به صورت **شبکهٔ** عصبی از مجموعه‌ای نورون به صورت **پراکنده** می‌باشد. در این گروه مغز، گره عصبی، طناب عصبی و تقسیم‌بندی اعصاب محیطی و مرکزی وجود **ندارد**. بین نورون‌ها ارتباط وجود دارد و تحریک هر نقطه از بدن جانور سبب تحریک **همهٔ** بدن می‌شود. این شبکه در یاخته‌های **ماهیچه‌ای** بدن جانور وجود دارد.	لسکلت **آب‌ایستایی** دارد که در عروس دریایی باعث **خروج** آب از بدن و حرکت جانور به سمت **مخالف** می‌شود.	–
کرم خاکی	در فصل ۷ زیست یازدهم عنوان کرده است که جانوری دوجنسی دارای بیضه و تخمدان می‌باشد که خاصیت دگرلقاحی دارد (نه خودلقاحی).	–	○ تنفس **پوستی** دارد. ○ پوستی پر از شبکهٔ **مویرگی** زیرپوستی دارد و گازها را با هوای بین ذرات خاک تبادل می‌کند. ○ ساکن محیط مرطوب است.	**ساده‌ترین** گردش خون **بسته** را در این بی‌مهره می‌بینیم. سرخرگ دریچه‌دار، مویرگ (برای تبادل) و سیاهرگ دریچه‌دار در محل تماس با قلب دارد.	–	مغز و طناب عصبی **شکمی** دارد.	به کمک انقباض ماهیچه‌ها و تارهای زیر بدن	نر و ماده دگربارور است. اسپرم وارد و خارج می‌کند.
ستارهٔ دریایی (بی‌مهره)	–	–	آبشش‌هایی به صورت **برجستگی‌های کوچک** و **پراکنده** پوستی در **همه** جای بدن دارند.	–	–	–	–	–

مقایسهٔ دستگاه‌ها و قسمت‌های مختلف بدن جانداران

جاندار	نکات گوارشی	نکات تنفسی	نکات گردش مواد	نکات دفع و تنظیم اسمزی	تنظیم عصبی	حرکت	تولیدمثل
بندپایان مخصوصاً حشرات (ملخ)	○ ملخ حشرهٔ **گیاه‌خوار** است که آنزیم تجزیهٔ نشاسته را به صورت **برون**یاخته‌ای ترشح می‌کند. ○ شروع گوارش مکانیکی: آروارهٔ **دهانی** ○ چینه‌دان ← بخش حجیم انتهای **مری**، ذخیره و نرم کردن غذا، بالای غدد بزاقی می‌باشد. ○ پیش‌معده ← بخش کوچک دانه‌دار بعد از **چینه‌دان**، ادامه و پایان هضم **مکانیکی** دارد. آنزیم‌های مترشحه از معده و کیسه‌های معده، در پیش‌معده فعالیت می‌کنند. آنزیم گوارشی ترشح نمی‌کنند. ○ کیسه‌های معده ← در پایان گوارش شیمیایی مؤثر است. ○ معده ← محل **جذب** غذا، ترشح آنزیم ○ روده ← انتقال مواد به راست‌روده ○ راست‌روده ← جذب آب و **یون‌ها** ○ تعدادی غدد بزاقی از یک مجرا مواد خود را وارد آروارهٔ دهان می‌کنند. 	○ تنفس **نایدیسی** با لوله‌هایی باز در ابتدای خود دارند. ○ لوله‌های منشعب و مرتبط دارند. ○ می‌توانند منافذ سطحی ابتدای خود را ببندند تا آب بدن هدر نرود. ○ انشعابات انتهایی نایدیس‌ها، مجاور یاخته‌ها و **بسته** می‌باشند ولی مایعی برای تبادلات گازی دارند. ○ در حشرات که بی‌مهرگان **خشکی‌زی** هستند، تنفس نایدیسی دیده می‌شود. ○ دستگاه گردش مواد آن‌ها، نقشی در انتقال **گاز تنفسی** ندارد. گازها بین نایدیس و یاخته‌ها با **انتشار** مبادله می‌شوند. 	○ بندپایان و از جمله آن‌ها حشرات، سامانهٔ گردش مواد **باز** دارند. ○ قلب لوله‌ای **پشتی** آن‌ها مایعی به نام **همولنف** که شامل آب میان‌بافتی، خون و لنف می‌باشد را در بدن **پمپ** می‌کند. ○ مویرگ ندارند و همولنف از انتهای باز برخی رگ‌ها به فضای بین‌یاخته‌ای یا همان حفرات در مجاورت یاخته‌ها می‌رسد. ○ تبادل مواد غذایی بین یاخته‌ها و همولنف صورت می‌گیرد ولی O_2 و CO_2 آن‌ها در حشرات توسط تنفس **نایدیسی** منتقل می‌شود. ○ قلب، همولنف را از منافذ دریچه‌داری بدون وجود سیاهرگ به درون خود برمی‌گرداند. ○ هر رگ متصل به قلب برای خروج خون بوده و سرخرگی دریچه‌دار است. 	◀ سخت‌پوستان: مواد زائد نیتروژن‌دار ← انتشار ساده ← آبشش‌ها ← خروج ◀ لوله‌های مالپیگی حشرات: 	مغز از جوش خوردن **چند** گره دارند. **یک** طناب عصبی شکمی دارند که در هر بند از بدن **یک** گره عصبی برای فعالیت‌های **ماهیچه‌ها** دارد. ○ مگس گیرندهٔ **شیمیایی** در موهای حسی روی پاها دارد. ○ جیرجیرک‌ها گیرندهٔ **مکانیکی** صدا در پا و پرده **صماخ** دارند. ○ حشرات چشم **مرکب** دارند. ○ زنبور فرومون حسی برای هشدار از حضور **شکارچی** دارد.	حشرات و سخت‌پوستان اسکلت **بیرونی** برای حرکت و محافظت دارند که سبب محدودیت حرکت جانور می‌شود. این گروه **پاهای** حرکتی دارند.	لقاح داخلی دارند.
اسفنج‌ها	ساده‌ترین جانورانند که در بدن خود به ذخیرهٔ گلیکوژن می‌پردازند و در غشای یاختهٔ خود کلسترول دارند.	انتشار ساده با محیط	سامانهٔ گردش **آب** به کمک سوراخ‌های **متعدد** ورودی و سوراخ یا سوراخ‌های **بزرگ‌تر** خروجی مواد دارند. یاختهٔ یقه‌دار **تاژک‌دار** در سطح داخلی بدن برای حرکت آب دارند.		-	-	-
پلاناریا (کرم پهن آزادزی)	همانند هیدر **حفرهٔ** گوارشی دارد.	ساختار ویژهٔ تنفسی **ندارد** و یاخته‌ها مستقیماً با محیط تبادل گاز تنفسی می‌کنند.	انشعابات کیسهٔ گوارشی آن‌ها در **تمام** نواحی بدن برای گردش مواد نفوذ کرده و انتشار سریع و آسانی را بین یاخته‌ها انجام می‌دهند. (حرکات بدن به جابه‌جایی مواد کمک می‌کنند.)	-	ساده‌ترین ساختار عصبی دارای مغز، طناب عصبی و طبقه‌بندی **مرکزی و محیطی** اعصاب دارد. دو گره عصبی در سر به عنوان **مغز** از جسم‌های یاخته‌ای دارد. دو طناب عصبی جانبی و رشته‌های مرتبط **نردبانی** به عنوان اعصاب **مرکزی** دارد. رشته‌های کوچک‌تری به عنوان اعصاب **محیطی** دارد.	به کمک انقباض ماهیچه‌ها	دوجنسی خودبارور است.

مقایسهٔ دستگاه‌ها و قسمت‌های مختلف بدن جانداران

مهره‌داران	نکات گوارشی	نکات تنفسی	نکات گردش مواد (خون)	نکات دفع و تنظیم اسمزی	تنظیم عصبی	حرکت	تولیدمثل
ماهی‌ها	○ لولهٔ گوارش از دهان تا مخرج با گوارش **برون**یاخته‌ای دارند.	○ **همهٔ** ماهی‌ها و نوزاد دوزیستان **آبشش** بسیار کارآمد دارند. ○ در آبشش‌ها جهت حرکت خون و آب در اطراف **تیغه‌های** درون **رشته‌های** آبششی برخلاف یکدیگر می‌باشد. ○ خون تبادل شده در آبشش‌ها به **سراسر** بدن می‌رود. ○ آب از راه دهان آن‌ها به آبشش‌ها می‌رسد. ○ تبادل مواد در مویرگ‌های دو طرف تیغه‌های آبششی صورت می‌گیرد.	قلب آن‌ها یک دهلیز کوچک در بالا و یک بطن بزرگ‌تر در پایین دارد که هر دو در سطح شکمی هستند. ماهی‌ها قلب **دوحفره‌ای** با گردش خون **بسته ساده** دارند که خون تیره قلب به آبشش‌ها رفته و پس از تبادل به یکباره به سایر اندام‌های بدن می‌رسد.  ○ بین دهلیز و سینوس سیاهرگی یک دریچه دارند. ○ بین دهلیز و بطن یک دریچهٔ قلبی دارند. ○ بین بطن و مخروط سرخرگی، یک دریچه دارند.	همهٔ مهره‌داران **کلیه** دارند. ماهی‌های غضروفی: (کوسه‌ماهی و سفره‌ماهی) ساکن آب شور  ○ ادرار **غلیظ** دفع می‌کنند. ماهیان ساکن آب شیرین: ○ آب زیادی نمی‌نوشند و دهان فقط برای تبادل گاز، آب می‌گیرد و **باز و بسته** می‌شود. ○ ادرار را با آب زیاد **و بسیار رقیق** دفع می‌کنند. ماهیان دریایی: ○ غلظت آب محیط آن‌ها زیاد است. ○ آب زیادی می‌نوشند. ○ یون‌ها ← برخی ← توسط یاخته‌های آبششی دفع می‌شوند. / برخی ← به صورت **ادرار غلیظ** از کلیه‌ها دفع می‌شوند.	مغز و طناب عصبی **پشتی** دارند. جمجمه غضروفی یا استخوانی حاوی **مغز** دارند. ○ گیرندهٔ **مکانیکی** با مژک‌های غیرهم‌اندازه حساس به ارتعاش در خط **جانبی** دارند. ○ لوب‌ها یا پیازهای بویایی بزرگی به نسبت **مغز** سایر جانوران دارند. ○ مخ از جلو با لوب **بویایی** و از عقب با لوب **بینایی** در تماس می‌باشد.	ماهی‌های غضروفی مثل کوسه‌ماهی با اسکلت **داخلی** غضروفی و بقیه با اسکلت داخلی **استخوانی** غضروفی و به کمک باله‌ها حرکت می‌کنند.	اغلب لقاح خارجی دارند - برخی لقاح داخلی دارند. در اسبک‌ماهی تخمک وارد بدن نر می‌شود.
دوزیستان	لولهٔ گوارش کامل دارند.	○ تبادلات گازی دوزیستان بالغ، **پوستی** و ششی می‌باشد. ○ شبکهٔ مویرگی وسیع در **زیر** پوست دارند. ○ دوزیستان پمپ تهویه هوای فشار **مثبت** دارند و هوا را با انقباض ماهیچه‌های دهان، حلق و بینی **بسته**، به سوی شش‌ها می‌رانند.	دوزیستان ← نوزاد آن‌ها گردش خون **ساده** با قلب **دو**حفره‌ای همانند ماهی‌ها دارد. بالغ ← گردش خون مضاعف و قلب **سه**حفره‌ای با دو دهلیز و یک بطن دارد. دو تلمبه قلبی وجود دارند که تلمبه با فشار کمتر برای تبادلات **گازی** در پوست و شش‌ها و تلمبه با فشار بیشتر برای گردش **عمومی** در کل بدن می‌باشد.	○ **مثانه** آن‌ها هم قدرت بازجذب آب بیشتر در هنگام خشکی دارد ← ادرار **رقیق** دارند.	مغز و طناب عصبی **پشتی** دارند.	اندام‌های حرکتی و اسکلت استخوانی درونی دارند.	لقاح خارجی دارند.

مقایسهٔ دستگاه‌ها و قسمت‌های مختلف بدن جانداران

مهره‌داران	نکات گوارشی	نکات تنفسی	نکات گردش مواد (خون)	نکات دفع و تنظیم اسمزی	تنظیم عصبی	حرکت	تولیدمثل
خزندگان	لولهٔ گوارش کامل دارند.	○ بیشتر خزندگان پمپ فشار **منفی** سازوکار تهویه‌ای شش دارند (همانند پرندگان و پستانداران).	خزندگان قلب **چهار**حفره‌ای با گردش خون مضاعف دارند که در برخی مثل **کروکودیل‌ها** دیوارهٔ بین دو بطن کامل است ولی در سایر خزندگان دیوارهٔ **ناقصی** بین دو بطن وجود دارد.	○ خزندگان و پرندگان ساختار کلیه **مشابه** دارند و توانایی بازجذب آب **بالایی** دارند. ○ برخی خزندگان و پرندگان دریایی و بیابانی که آب غلیظ دریا یا غذای پرنمک می‌خورند ← نمک اضافی را از غدد نمکی نزدیک **چشم یا زبان** به صورت قطره‌های **غلیظ** دفع می‌کنند.	مغز و طناب عصبی پشتی دارند. گیرندهٔ امواج **فروسرخ** در سوراخ جلو و **زیر** هر چشم مار زنگی وجود دارد. ○ مارها قادر به تشخیص فرومون‌های هوا بوده و با کمک آن به جفت‌یابی می‌پردازند.	برخی اندام‌های حرکتی دست و پا دارند و برخی با انقباض ماهیچه‌ها و حرکت خزیدن طی مسیر می‌کنند ولی همگی اسکلت **داخلی** استخوانی دارند.	لقاح داخلی تخم‌گذار
پرندگان	○ نوع **دانه‌خوار** آن‌ها چینه‌دان و سنگدان دارند که **معدهٔ** لوله‌ای‌شکل بین چینه‌دان و سنگدان آن‌هاست. ○ رودهٔ باریک و بزرگ جدا دارند. ○ کبد آن‌ها همانند سنگدان آن‌ها به رودهٔ باریک راه دارد. ○ کبد زیر معده و سنگدان آن‌هاست.	○ مکش با فشار **منفی** شش‌ها دارند. ○ کیسه‌های **هوادار** علاوه‌بر شش‌ها دارند. ○ کارایی تنفسی **بیشتری** از پستانداران دارند. ○ کیسه‌های هوادار آن‌ها در حفرات بدن، دوطرف گردن و استخوان‌های بازو می‌باشد.	پرندگان و پستانداران قلب **چهار**حفره‌ای با گردش خون مضاعف دارند که مانند کروکودیل‌ها می‌توانند فشار خون را در سامانهٔ گردش خون مضاعف، حفظ و **آسان** کنند.	کلیه‌هایی با کارایی **بالا** دارند.	مغز و طناب عصبی پشتی دارند. اندازهٔ نسبی مغز آن‌ها به همراه **پستانداران** نسبت به **وزن** بدن از بقیه بیشتر است.	با یک جفت بال و به کمک پاها حرکات پروازی یا راه رفتن یا شنا در روی آب دارند.	لقاح داخلی تخم‌گذار
پستانداران	○ نشخوارکننده‌ها **معدهٔ چهارقسمتی** دارند. ○ بخش مورد نیاز قبل و بعد از نشخوار در معده: سیرابی ← هضم میکروبی **زیاد**؛ نگاری ← در هر **دو بلع** غذا می‌گیرند؛ **کمی** هضم میکروبی ○ بخش‌های فقط مؤثر در بعد از نشخوارمعده: هزارلا ← آبگیری در بلع **دوم**؛ شیردان ← **آنزیم‌های** گوارشی؛ معده اصلی	شش با مکش فشار **منفی** دارند.	گردش خون مضاعف و کامل دارند.	کلیه‌هایی با کارایی بالا دارند.	مغز و طناب عصبی پشتی دارند. اندازهٔ نسبی مغز آن‌ها همانند پرندگان نسبت به وزن بدن از بقیه جانوران بیشتر است.	اندام‌های حرکتی و اسکلت درونی استخوانی دارند.	لقاح داخلی تخم‌گذار زنده‌زا جفت‌داران

پاسخ آزمون سراسری سال ۱۴۰۲ (نوبت دوم)

۴۸۱۸ (۳) منظور از اندام‌های لوله‌ای‌شکلی که در مجاورت دهان هستند، **نای و مری** می‌باشند. هردو در انتقال موادی نقش دارند که در تأمین انرژیِ مورد نیاز یاخته‌های بدن مؤثر هستند. مری مواد غذایی مانند گلوکز و سایر مواد همچون چربی‌ها و پروتئین‌ها را منتقل می‌کند؛ توجه کنید هر یک از دسته‌های مواد کربوهیدرات، چربی و پروتئین می‌توانند در بدن طی فرایندهایی انرژی‌زایی کنند. همچنین نای نیز به انتقال اکسیژن می‌پردازد. اکسیژن نیز در فرایند تنفس یاخته‌ای هوازی مصرف شده و در تولید ATP نقش دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** صفاق در رابطه با اندام‌هایی است که درون **حفرهٔ شکمی** قرار دارند. نای و بخش بزرگی از مری در حفرهٔ شکمی نیستند و توسط صفاق احاطه نمی‌شوند. **گزینهٔ (۲):** در مری برخلاف نای، بافت پوششی دارای مژک نمی‌باشد. نای بافت پوششی استوانه‌ای مژک‌دار و مری بافت پوششی سنگ‌فرشی چندلایهٔ غیرمژک‌دار دارد. **گزینهٔ (۴):** در دیوارهٔ لولهٔ گوارش برخلاف نای، بافت غضروفی قابل مشاهده نیست.

۴۸۱۹ (۱) یکی از سؤالات چالشی با مدل طراحی جدید این کنکور می‌باشد که نمونهٔ آن تقریباً در کتاب‌های الگو وجود داشت. بریم سراغ بررسی آن، چون تنها در یکی از افراد امکان کراسینگ‌اور آن هم فقط بین ژن‌های B و C یا الل کوچک آن‌ها فراهم است و در فرد دیگر گامت نوترکیب تشکیل نمی‌شود. با نگاهی به گزینه‌ها در می‌یابیم در همهٔ گزینه‌ها این موضوع رعایت شده و در همگی یک گامت طبیعی بخشی از ژنوتیپ فرزند را تشکیل می‌دهد (حتی در گزینهٔ (۱) و در خط زیرین abc). از طرف دیگر توجه کنید کراسینگ‌اور در فرد اول تنها میان آلل‌های C و c ، B و b می‌تواند انجام شود. یعنی بین A و a خبری از کراسینگ‌اور نیست. پس امکان ندارد که a بتواند با الل‌های BC و یا A با الل‌های c و b در یک گامت دیده شوند.

توجه کلاً دو نوع گامت ABC و abc از نوع قدیمی هستند که هم با کراسینگ‌اور و هم بدون آن ایجاد می‌شوند، در این سؤال اگر گامتی ABc و یا abC به وجود آمد در صورت کراسینگ‌اور بوده است ولی چون الل A و a کراسینگ‌اور نمی‌دهند نباید گامت‌های Abc ، aBC ، ABc و abC داشته باشیم.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** امکان تشکیل ژنوتیپ aBC فقط در صورتی مطرح است که کراسینگ‌اور بین a و A با الل‌های دیگر رخ دهد. **گزینهٔ (۲):** در صورتی که بین الل c و b کراسینگ‌اور رخ دهد ژنوتیپ گامت نوترکیب، abC و ABc خواهد بود. **گزینهٔ (۳):** در صورتی که در فرد اول کراسینگ‌اور رخ ندهد گامت طبیعی در تشکیل ژنوتیپ فرزند مؤثر خواهد بود. توجه کنید در صورت سؤال احتمال وقوع کراسینگ‌اور را در نظر گرفته و قاطعیتی در وقوع آن وجود ندارد. **گزینهٔ (۴):** در صورتی که بین الل b و C کراسینگ‌اور رخ دهد ژنوتیپ گامت نوترکیب، abC و ABc خواهد بود.

۴۸۲۰ (۱) فقط مورد (الف) به درستی بیان شده است.

بررسی موارد (الف) **درست.** هنگامی که اتصال $tRNA$ و توالی آمینواسیدی قطع می‌شود یا در مرحلهٔ طویل شدن برای انتقال پلی‌پپتید به بخش A هستیم یا در مرحلهٔ پایان برای خروج از رناتن! که در هر دو حالت جایگاه E رناتن به‌طور حتم خالی است. (ب) نادرست. در ابتدای مرحلهٔ طویل شدن رنای ناقل حامل یک آمینواسید در جایگاه A قرار می‌گیرد. در این زمان رنای ناقلی که در جایگاه P قرار دارد تنها به یک آمینواسید متیونین اولی متصل است (نه به توالی آمینواسیدی). (ج) نادرست. در مرحلهٔ پایان و طویل شدن، رنای ناقل متصل به توالی آمینواسیدی در جایگاه P قرار می‌گیرد. در مرحلهٔ پایان با ورود عوامل آزادکننده به جایگاه A رناتن دیگر رشتهٔ پلی‌پپتید طویل‌تر نمی‌شود. (د) نادرست. در مورد اولین رنای ناقلی که وارد جایگاه A رناتن می‌شود صحیح نیست. در این هنگام فقط در جایگاه P رناتن رنای ناقل قرار گرفته است و جایگاه E همچنان خالی است.

۴۸۲۱ (۲) طبق شکل عدسی استفاده شده و پرتوهای بازشده پس ازعدسی، می‌فهمیم که در شکل عدسی **واگرا** می‌باشد بنابراین فرد دچار **نزدیک‌بینی** است. در افراد نزدیک‌بین بدون چشم مسلح، تصویر اجسام دور طی استراحت ماهیچهٔ مژگانی در جلوی شبکیه تشکیل می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در افراد نزدیک‌بین بدون چشم مسلح، تصویر اجسام دور طی استراحت ماهیچهٔ مژگانی در **جلوی** شبکیه تشکیل می‌شود. **گزینهٔ (۳):** در افراد نزدیک‌بین تصویر اجسام نزدیک، روی شبکیه تشکیل می‌شود (نه پشت آن). **گزینهٔ (۴):** به منظور دیدن اجسام نزدیک بایستی تحدب عدسی بیشتر شود که این امر هنگامی میسر می‌شود که ماهیچه‌های مژگانی به انقباض درآیند و عدسی قطورتر می‌شود.

۴۸۲۲ (۱) در صورت سؤال باید به قید **بعضی** خیلی دقت کنید. لنفوسیت‌ها برخلاف سایر گویچه‌های سفید توانایی تقسیم هسته دارند بنابراین در چرخهٔ یاخته‌ای قطعاً اینترفاز را رد خواهند کرد و مرحلهٔ S را طی می‌کنند. در این مرحله از اینترفاز، دنای هسته‌ای دچار همانندسازی می‌شود و وضعیت قرارگیری نوکلئوزوم‌ها در طی تقسیم دنا تغییر می‌کند چون قبل از شروع همانندسازی باید پیچ و تاب دنا باز شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** این گزینه بیانگر انجام فرایندهای آندوسیتوز و اگزوسیتوز عادی در یاخته‌ها یا فرایند دیاپدز است که با مصرف انرژی می‌باشد. **گزینهٔ (۳):** همه WBCها می‌توانند به روش انتشار تسهیل شده، موادی را از فضای بین فسفولیپیدهای غشای خود عبور دهند. **گزینهٔ (۴):** در ارتباط با همهٔ گویچه‌های سفید درست است. همهٔ گویچه‌های سفید در راکیزه خود یک یا چند مولکول دنای حلقوی دارند.

۴۸۲۳ (۴) صورت سؤال در رابطه با رونویسی رنای رناتنی صحبت می‌کند که در آن خبری از ترجمهٔ رمزه‌ها و تشکیل پلی‌پپتیدها نیست.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به شکل ۳ فصل ۲ زیست دوازدهم، ممکن است راه‌انداز دو ژنی که رنابسپارازهای آن در خلاف جهت یکدیگر حرکت می‌کنند، در نزدیکی هم باشند. و یا اینکه دو ژن با جهت رونویسی متفاوت بین آن‌ها اصلاً راه‌اندازی نباشد. **گزینهٔ (۲):** رنای رناتنی نوعی بسپار (پلیمر) است که در تنظیم بیان ژن نقش دارد. **گزینهٔ (۳):** هر ژنی که حاوی رمزهای رنا است، یک رشتهٔ الگو و یک رشتهٔ رمزگذار دارد. طبیعتاً رشتهٔ رمزگذار هر ژن متفاوت از رشتهٔ رمزگذار ژن دیگر است.

۴۸۲۴ (۲) همهٔ موارد در رابطه با صورت سؤال صحیح هستند. توجه کنید صورت سؤال از واژهٔ **برخی** جانداران استفاده کرده (نه جانوران) پس علاوه‌بر جانوران، گیاهان و هر یوکاریوت با تولیدمثل جنسی نیز مد نظر سؤال می‌توانند باشند.

بررسی موارد (الف) کرم‌های پهن مثل کرم کدو نرماده (هرمافرودیت) خودبارور هستند و هر دو دستگاه جنسی نر و ماده را در خود دارند. بنابراین می‌توانند یاخته‌های جنسی خود را مستقل از جانور دیگر بارور کنند. (ب) تولید زاده‌هایی بارور با عدد کروموزومی متفاوت را در جمعیت زنبورهای عسل می‌توان مشاهده کرد. زنبورعسل ماده طی بکرزایی زنبور نر را ایجاد می‌کند که هاپلوئید است؛ همچنین طی لقاح زنبور نر و ملکه، زنبور ماده یا ملکه ایجاد می‌شود. (ج) گیاهان دارای یاختهٔ تخم اصلی و تخم ضمیمه می‌باشند، و ساختارهای متفاوتی از جمله رویان و آندوسپرم از آن‌ها حاصل می‌شود. (د) در رابطه با جانورانی که رکود تابستانی و خواب زمستانی را تجربه می‌کنند صحیح است.

۴۸۲۵ (۳) در رابطه با این سبک از سؤالات بایستی به واژه «**همهٔ حالات**» در صورت سؤال توجه ویژه داشته باشیم. منظور از همهٔ حالات یعنی ژنوتیپ والد دیگر می‌تواند همهٔ حالات را داشته باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: در صورتی که ژنوتیپ پدر Hb^AHb^A باشد تولد پسری بیمار Hb^SHb^S از این پدر محتمل نیست. **گزینهٔ (۲)**: در صورتی که ژنوتیپ پدر $HbAHbA$ باشد، تولد پسری بیمار از بابت بیماری کم‌خونی داسی‌شکل محتمل نمی‌باشد. ولی توجه کنید در رابطه با بیماری هموفیلی قطعاً از مادر بیمار خالص، پسری بیمار حاصل می‌شود. **گزینهٔ (۴)**: با در نظر گرفتن همهٔ حالات ژنوتیپ پدری، از مادر ناخالص $Hb^AHb^SX^HX^h$ فرزند دختر مثل مادر سالم و ناخالص می‌تواند حاصل شود. **گزینهٔ (۴)**: در صورتی که ژنوتیپ پدر Hb^SHb^S و X^hY باشد تولد دختری سالم و خالص از مادری سالم و خالص محتمل نمی‌باشد چون پدر همواره Hb^S و X^h را به دخترش می‌دهد.

۴۸۲۶ (۱) سؤال در مورد مارها می‌باشد، ساختار استخوان مارها شباهت زیادی به ساختار استخوان انسان دارد و این در مورد هر مهره‌دار استخوانی صدق می‌کند.

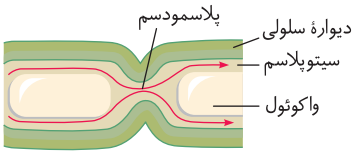
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲)**: این مورد تنها در ارتباط با مارهای زنگی با گیرندهٔ دمایی درست می‌باشد و در مورد همهٔ مارها الزاماً درست نیست. **گزینهٔ (۴)**: تنها در رابطه با مارهای ماده‌ای که توانایی بکرزایی دارند درست است که شامل برخی مارها می‌شود. **گزینهٔ (۴)**: اندام‌های حرکتی جلویی مارها شباهت زیادی به اندام حرکتی سایر مهره‌داران دارد، اما دقت داشته باشید که تفاوت‌هایی هم میان آن‌ها وجود دارد و استفاده از قید **کاملاً** درست نیست.

توجه به‌طور کلی به هر قید صفر و صددرصدی مثل قیدهای کاملاً، قطعاً، همواره، هیچ‌گاه، به دید منفی بودن و اشتباه بودن عبارت بنگرید.

۴۸۲۷ (۴) در این تست قید «به‌طور معمول» دارد که باید گیاه را $2n$ در نظر بگیرید! تخمدان بخش حجیم برچهٔ گل می‌باشد. در برچه، کلاله با اتصال به دانهٔ گردهٔ رسیده و پذیرش آن در ایجاد لولهٔ گرده نقش دارد. بنابراین **شروع** رشد یاختهٔ رویشی از کلاله فراهم می‌شود. تخدان به خامه متصل است (نه به کلاله).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: تخمک‌ها، پوشش دولایه دارند که درون تخمدان قرار گرفته‌اند. **گزینهٔ (۲)**: تخمدان به خامه متصل است. خامه ساختاری دراز و باریک بوده که معمولاً دو مجموعهٔ کروموزومی دارد. **گزینهٔ (۴)**: کیسهٔ رویانی که دارای یاخته‌های هاپلوئید است، درون تخمک قرار دارد و طبیعتاً توسط تخمدان احاطه می‌شود.

۴۸۲۸ (۱) همهٔ موارد درست هستند (البته با احترام به نظر طراح!).



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: طبق متن کتاب درسی پلاسمودسم‌ها در محل‌های لان به فراوانی وجود دارند. **گزینهٔ (۲)**: پلاسمودسم‌ها کانال‌های سیتوپلاسمی بین یاخته‌های گیاهی هستند، طبیعتاً در این ساختارها امکان حضور تیغهٔ میانی وجود ندارد. به شکل توجه کنید (این شکل خارج از کتاب درسی است و صرفاً جهت تفهیم عبارت آورده شده است). ولی به نظر من این عبارت مشکل ادبیاتی دارد چون با توجه به مورد (الف) وقتی کلمهٔ **محل** آورده می‌شود می‌توان لان را در نظر گرفت که در آن‌جا فقط دیوارهٔ پسین وجود ندارد ولی تیغهٔ میانی و دیوارهٔ نخستین دیده می‌شوند. **گزینهٔ (۳)**: طبق متن کتاب درسی فصل ۷ دهم، منافذ پلاسمودسم آنقدر بزرگ هستند که ویروس‌ها، پروتئین‌ها و مولکول‌های رنا نیز می‌توانند از آن‌ها عبور کنند. **گزینهٔ (۴)**: در روش سیمپلاستی عبور مواد از کانال‌های پلاسمودسمی بین یاخته‌های گیاهی مشاهده می‌شود.

۴۸۲۹ (۲) **هیپوتالاموس** در نزدیکی سامانهٔ لیمبیک می‌باشد و در پاسخ به ترشحات میکروبی دمای بدن را بالا می‌برد. هورمون‌های ضدادراری و اکسی‌توسین در هیپوتالاموس تولید شده و در هیپوفیز پسین ذخیره می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: هورمون‌های آزادکننده و مهارکنندهٔ آزاد شده از هیپوتالاموس فعالیت ترشحی هورمون‌های محرک هیپوفیز پیشین را تنظیم می‌کنند. این گزینه برعکس ذکر شده است. **گزینهٔ (۳)**: این گزینه از وظایف هیپوکامپ و سامانهٔ لیمبیک محسوب می‌شود. **گزینهٔ (۴)**: دقت داشته باشید که هورمون‌های ساخته شده در هیپوفیز فاقد گیرنده در یاخته‌های استخوانی است. هورمون رشد ترشح‌شده از هیپوفیز پیشین روی یاخته‌های استخوانی گیرنده دارد.

۴۸۳۰ (۴) عواملی نظیر جهش، انتخاب طبیعی، رانش دگره‌ای، شارش ژنی و آمیزش غیرتصادفی سبب خروج جمعیت‌های کوچک از حالت تعادل می‌شوند. جهش، انتخاب طبیعی، رانش دگره‌ای و نوترکیبی از عوامل مؤثر در گونه‌زایی دگرمیهنی می‌باشند. (شارش در آن گونه‌زایی متوقف می‌شود.) در انتخاب طبیعی، نوترکیبی و رانش دگره‌ای، دگرهٔ جدید تولید نمی‌شود، ولی نوترکیبی می‌تواند با طرز قرارگیری تترادها و کراسینگ‌اور بر تنوع ژنتیکی گامت‌ها و افراد جمعیت بیافزاید.

توجه ایرادی که به این سؤال وارد می‌شود این است که تست کنکور، نوترکیبی را عامل برهم زنندهٔ تعادل جمعیت به حساب آورده که اشتباه است. نوترکیبی از عوامل تداوم دهندهٔ گوناگونی جمعیت است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: رانش دگره‌ای و انتخاب طبیعی سبب کاهش تنوع در جمعیت می‌شود. **گزینهٔ (۲)**: فقط برخی آمیزش‌های غیرتصادفی همانند برتری ناخالص‌ها سبب افزایش ژنوتیپ ناخالص می‌شود ولی برخی سبب کاهش آن‌ها می‌شوند. **گزینهٔ (۴)**: مربوط به شارش ژنی است. بسیار توجه کنید، شارش ژنی درگونه‌زایی دگرمیهنی متوقف می‌شود.

۴۸۳۱ (۱) افزایش نسبت ADP به ATP در یاخته سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های چرخهٔ کربس می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲)**: در شرایط کمبود اکسیژن در یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی انسان، امکان تخمیر **لاکتیکی** فراهم است. در تخمیر لاکتیکی طی **کاهش** پیروات، ابتدا لاکتات تولید می‌شود. لاکتات تولید شده در ماهیچه به تدریج تجزیه می‌شود. **گزینهٔ (۴)**: تولید آب طی سنتز آبدهی ATP می‌باشد. تولید ATP در قندکافت و چرخهٔ کربس می‌باشد. اولین مرحلهٔ تنفس یاخته‌ای همان قندکافت است. همچنین تخمیر لاکتیکی نیز شامل قندکافت می‌باشد. بنابراین در هر دو این موارد تولید آب طی تولید ATP خواهیم داشت. **گزینهٔ (۴)**: در طی چرخهٔ کربس، ترکیب ۵ کربنه طی تجزیه به ترکیب ۴ کربنه، اکسایش می‌یابد.

۴۸۳۲ (۳) با توجه به شکل ۶ فصل ۳ دهم، نایژهٔ اصلی **چپ** نسبت به راست، طول بیشتر و قطر کمتری دارد. همهٔ موارد به‌جز مورد (ج) درست هستند.

بررسی موارد (الف) **درست**. در دیوارهٔ نایژهٔ اصلی قطعات غضروفی مسیر عبور هوا را باز نگه می‌دارند. (البته با توجه به فعالیت کتاب و اینکه قطعات غضروفی را برای نایژه‌های فرعی و حلقه‌ها را به‌صورت O مانند برای نایژهٔ اصلی در نظر گرفته است این عبارت مشکوک می‌باشد.) (ب) **درست**. شش چپ دارای دو لوب است. نایژهٔ اصلی چپ درون آن منشعب می‌شود. (ج) نادرست. ترتیب انشعابات بدین گونه است: نایژهٔ اصلی - نایژهٔ فرعی - نایژک‌های اولیه - نایژک‌های انتهایی - نایژک‌های تنفسی. در بین این موارد فقط نایژک‌های تنفسی متعلق به بخش مبادله‌ای می‌باشند و بقیه متعلق به بخش هادی دستگاه تنفسی هستند. (د) **درست**. این مورد به دم عمیق اشاره می‌کند. دم عمیق با انقباض ماهیچه‌های ناحیهٔ گردن همراه است.

۴۸۳۳ (۴) روند تمایز اسپرماتید به اسپرم بدین ترتیب می‌باشد: (۱) جدا شدن یاخته‌ها و تاژک‌دار شدن آن‌ها (۲) از دست دادن مقدار زیادی سیتوپلاسم (۳) فشرده شدن هستهٔ اسپرم و قرارگیری هسته در سر آن (۴) ایجاد حالت کشیده در یاخته.

۴۸۳۴ **۱** با توجه به شکل فصل ۷ دوازدهم، زنجیر C بایستی از ساختار پیش انسولین حذف شود و بین دو زنجیرهٔ A و B دو پیوند غیر پپتیدی وجود دارد (نادرستی گزینه‌های (۳) و (۴)). بدین منظور بین انتهای آمین زنجیرهٔ A و انتهای کربوکسیل زنجیرهٔ C پیوند پپتیدی تشکیل می‌شود چون برای تولید انسولین ابتدا در سرآمینی، رشتهٔ B تولید می‌شود و رشتهٔ B از بخش کربوکسیل خود به ابتدای آمینی زنجیرهٔ C متصل است و انتهای کربوکسیل زنجیرهٔ C به ابتدای آمین زنجیرهٔ A وصل است که از نوع پپتیدی می‌باشند.

۴۸۳۵ **۳** در هردو ساختار مارپیچی و صفحه‌ای، پیوندهای هیدروژنی بین آمینواسیدهای مجاور هم در یک زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی برقرار نمی‌شود؛ بلکه برخی از آمینواسیدها که از هم فاصله دارند نیز در اثر تاخوردگی با هم پیوند می‌زنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به شکل کتاب درسی، در هنگام تشکیل ساختار مارپیچی، گروه‌های R آمینواسیدها طی واکنش آب‌گریز، به سمت خارج ساختار پروتئین قرار می‌گیرند. **گزینهٔ (۲):** در ساختار صفحه‌ای، طبق شکل فصل ۲ دوازدهم، کربن مرکزی آمینواسیدها تقریباً در محل تاخوردگی صفحه‌ها قرار دارد. **گزینهٔ (۴):** در هر دو ساختار، پیوندهای هیدروژنی ساختار دوم، بین اکسیژن متصل به کربن (در عامل کربوکسیل) و اتم هیدروژن گروه آمینی مربوط به آمینواسید دیگر تشکیل می‌شود.

۴۸۳۶ **۲** موارد (ج) و (د) درست هستند.

بررسی موارد **الف** نادرست. ترتیب مراحل انجام تنظیم **مثبت** در این مورد به نادرستی ذکر شده است. ترتیب مراحل در تنظیم مثبت رونویسی بدین گونه است: ۱ پیوستن قند مالتوز به پروتئین فعال‌کننده و اتصال آن‌ها به جایگاه توالی دنایی این پروتئین قبل از راه‌انداز! ۲ پیوستن پروتئین رنابسپاراز به پروتئین فعال‌کننده (پس رنابسپاراز در این حالت به طور غیرمستقیم راه‌انداز را شناسایی می‌کند.) ۳ پیوستن رنابسپاراز به توالی راه‌انداز نوکلئوتیدی دنا و سپس به جایگاه آغاز رونویسی! **ب** نادرست. پروتئین‌های فعال‌کننده و مهارکننده به همراه رنابسپاراز پروتئین‌های مؤثر در تنظیم بیان ژن هستند که فقط دو تای اول جایگاهی برای اتصال به قند دارند. **ج** **درست.** در تنظیم بیان ژن یوکاریوت‌ها، با اتصال پروتئین عوامل رونویسی به افزاینده علاوه‌بر اتصال این پروتئین‌ها به راه‌انداز سرعت و مقدار رونویسی افزایش می‌یابد. (در شکل کتاب سه پروتئین عامل رونویسی دیده می‌شوند.) **د** **درست.** تمایل پیوستن عوامل رونویسی از یوکاریوتی به راه‌انداز تحت تأثیر عواملی تغییر می‌کند و از طرفی توالی افزاینده هم کار را تسریع می‌کند.

۴۸۳۷ **۳** در برش طولی کلیه سه بخش اصلی کلیه یعنی بخش قشری، مرکزی و لگنچه قابل مشاهده می‌باشند. در لگنچه ادرار دیگر تشکیل شده است و هیچ یک از فرایندهای تشکیل ادرار یعنی تراوش، بازجذب و ترشح انجام نمی‌شود. در بخش قشری همهٔ این فرایندها صورت می‌گیرد و در بخش مرکزی فرایند بازجذب و ترشح را خواهیم داشت.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک بازجذب زیادی انجام می‌شود. بازجذب اغلب فعال است و برای انجام آن نیاز به مولکول ATP است بنابراین تنفس یاخته‌ای شدید در این یاخته‌ها قابل انتظار می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** طبق شکل نفرون در فصل ۵ زیست دهم، سرخرگ وابران از اطراف بخش قطور لولهٔ هنله عبور می‌کند و آن را احاطه می‌کند. **گزینهٔ (۴):** انشعاباتی از سرخرگ کلیه در هر سه بخش اصلی کلیه از جمله بخش قشری مانند سرخرگ آوران قابل مشاهده است.

۴۸۳۸ **۱** هورمون‌های LH و FSH از هیپوفیز پیشین ترشح می‌شوند. سؤال گزینه‌ای را می‌خواهد که فقط در مورد یکی از آن‌ها درست باشد. در گزینهٔ (۱) هر دو ویژگی را می‌توان به LH نسبت داد. هورمون LH موجب افزایش فعالیت ترشحی جسم زرد می‌شود این هورمون همانند FSH در انتهای دورهٔ جنسی روند افزایشی دارد ولی نزدیک به انتها یعنی کمی قبل از آن‌ها در حال نزول و کاهش است.

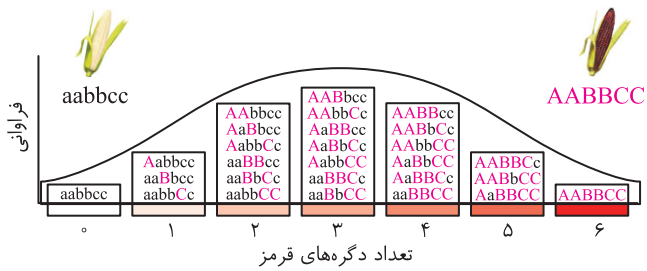
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** هورمون FSH روی یاخته‌های فولیکولی گیرنده دارد. این هورمون با همکاری هورمون استروژن سبب رشد و نمو دیوارهٔ داخلی رحم می‌شود. پس نمی‌تواند بی‌تأثیر باشد. **گزینهٔ (۳):** هورمون LH موجب آزاد شدن اولین (نه دومین) جسم‌قطبی می‌شود. آزاد شدن دومین جسم‌قطبی وابسته به وقوع لقاح می‌باشد. همچنین این هورمون فعالیت ترشحی جسم زرد را افزایش می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** قسمت اول این گزینه مربوط به FSH است و قسمت دوم مربوط به LH می‌باشد.

۴۸۳۹ **۴** وقتی رویان AB است پس آندوسپرم AAB یا ABB بوده است که در هر چهار گزینه صادق می‌باشد ولی یاختهٔ سازندهٔ خورش باید دیپلوئید والد ماده و یاختهٔ سازندهٔ گردهٔ نارس باید دیپلوئید والد نر باشد. در آندوسپرم، از هر سه الل، دو الل مشابه مربوط به یاختهٔ دوهسته‌ای والد ماده و الل دیگر مربوط به اسپرم والد نر است. در گزینهٔ (۴) اشتباه این است که اگر آندوسپرم AAB باشد، الل B مربوط به اسپرم بوده ولی اگر یاختهٔ سازندهٔ گردهٔ نارس AA باشد، اصلاً این والد نر نمی‌توانسته است اسپرم B بسازد، ولی سایر موارد و گزینه‌ها صحیح هستند. مثلاً در گزینهٔ (۱)، در آندوسپرم ABB، اسپرم A از یاختهٔ AA و خورش B از یاختهٔ AB ایجاد می‌شود و بقیهٔ گزینه‌ها هم به همین ترتیب هستند.

۴۸۴۰ **۲** همهٔ موارد به‌جز مورد (ج) صحیح هستند.

بررسی موارد **الف** **درست.** در تارهای تند و کند ماهیچهٔ توأم انسان می‌توان رنگ‌دانه‌های قرمز رنگ میوگلوبین را مشاهده کرد. اما مقدارشان فرق دارد. **ب** **درست.** در نزدیکی تارچه‌های درون تارهای ماهیچه‌ای، مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم، اندامک‌های مختلفی نظیر شبکهٔ آندوپلاسمی قابل مشاهده‌اند. **ج** نادرست. هر دستهٔ تار شامل تعدادی تار ماهیچه‌ای است. هستهٔ تارهای ماهیچه‌ای که در وسط دسته تار قرار دارند در مجاورت غلاف اطراف دستهٔ تار ماهیچه‌ای قرار نمی‌گیرند. **د** **درست.** در اطراف دسته تارهای ماهیچه‌ای بافت پیوندی **متراکم** با مادهٔ زمینه‌ای اندک وجود دارد که در دو طرف ماهیچه با اتصال به هم زردپی را می‌سازند.

۴۸۴۱ **۳** با بررسی نمودار مربوط به پراکندگی ژنوتیپ ذرت‌ها بر اساس رنگ آن‌ها و وجود ۷ فنوتیپ می‌توان پی برد تنها گزینهٔ (۳) می‌تواند عبارت را به‌طور صحیح تکمیل کند. چون ذرت‌هایی که فقط دو جایگاه ناخالص دارند یعنی یک جایگاه خالص دارند که حداکثر در حالت AaBbCC دارای چهار الل بارز است و حداقل AaBbcc دارای دو الل بارز می‌باشد که در فنوتیپ دو طرف وسط نمودار (۲) و (۴) قرار می‌گیرند. قسمت دوم گزینهٔ (۳) در مورد میانهٔ نمودار با سه الل بارز می‌باشد چون مثلاً AAbbCc می‌باشد.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دو جایگاه ژنی خالص می‌تواند در فنوتیپ‌های (۱)، (۳) و (۵) باشد که فاصلهٔ آن‌ها با سایر قسمت‌ها متفاوت است. **گزینهٔ (۲):** یک جایگاه ژنی ناخالص، در فنوتیپ‌های (۱)، (۳) و (۵) می‌باشد و دلیل رد آن مانند گزینهٔ (۱) است. **گزینهٔ (۴):** سه جایگاه ژنی خالص در قسمت‌های صفر، (۲)، (۴) و (۶) وجود ددرد که فاصلهٔ متفاوت با قسمت‌های مختلف دارند.

۴۸۴۲ **۴** طبق شکل ۱۶ فصل ۶ دهم، در دیواره یاخته‌های اسکلرئید کوتاه منشعب هستند و در آن‌ها فرورفتگی‌های مجرامانندی مشاهده می‌شوند که لان‌هایی به شکل منشعب و غیرمنشعب هستند. این ویژگی در یاخته‌های فیبر دیده نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هر دو نوع یاخته پروتوپلاست خود را از دست داده‌اند در نتیجه فضای خالی در وسط هر دو نوع یاخته مشاهده می‌شود. **گزینهٔ (۲):** لیگنین با اشکال و تزئینات خاص در دیوارهٔ یاخته‌های آوند چوبی مشاهده می‌شود (نه یاخته‌های بافت اسکلرانشیم)، البته هر دو نوع یاختهٔ این بافت دارای لیگنین در دیوارهٔ خود می‌باشند. **گزینهٔ (۳):** یاخته‌های کلانشیم انعطاف‌پذیری و استحکام را به اندام‌های گیاهی می‌بخشند.

۴۸۴۳ (۱) ماهیچهٔ ذوزنقه‌ای به ترقوه متصل است ولی اتصال به جناغ سینه ندارد. همچنین این ماهیچه در مجاورت ماهیچهٔ دلتایی قرار می‌گیرد. *کلاً ذوزنقه پشت گردنه و چه ربطی به جناغ داره؟!*

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** سر استخوان بازو، گرد بوده و در گودی استخوان کتف مفصل گوی - کاسه را با آن می‌سازد. **گزینهٔ (۳):** ماهیچهٔ دوسر بازو به استخوان کتف و زندزبرین متصل است. توجه کنید این ماهیچه به استخوان بازو اتصال ندارد. **گزینهٔ (۴):** استخوان ترقوه در مجاورت خارجی به استخوان کتف متصل می‌شود و در مجاورت داخلی به استخوان جناغ سینه متصل می‌شود.

۴۸۴۴ (۴) صورت سؤال در ارتباط با ویژگی مشترک مولکول‌های $FADH_2$ و H_2O می‌باشد چون FAD و O_2 قابلیت دریافت دو الکترون و پروتون دارند ولی NAD^+ فقط دو الکترون و یک پروتون می‌گیرد. فقط مورد (د) ویژگی مشترک این دو مولکول می‌باشد.

بررسی موارد (الف) تبدیل مولکول‌های درشت به کوچک (مثل تبدیل نشاسته به گلوکز) با مصرف آب صورت می‌گیرد ولی مصرف $FADH_2$ در زنجیرهٔ انتقال الکترون است. (ب) در طی قندکافت $FADH_2$ تولید نمی‌شود. (ج) در زنجیرهٔ انتقال الکترون تولید $FADH_2$ را نداریم بلکه مصرف آن صورت می‌گیرد. (د) $FADH_2$ و H_2O مولکول‌های اکسیژن‌دار هستند.

۴۸۴۵ (۲) تومورها در اثر به هم خوردن تعادل بین تقسیم یاخته‌ها و مرگ آن‌ها به وجود می‌آیند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در رابطه با تومورها و تنظیم تقسیم یاخته‌ها دو دسته پروتئین داریم. پروتئین‌هایی با عملکرد شبیه ترمز سبب کاهش سرعت تقسیم یاخته می‌شوند. پروتئین‌هایی با عملکرد شبیه گاز که سبب افزایش سرعت تقسیم یاخته می‌شوند. پس فقط برخی از آن‌ها سریع‌تر فعالیت می‌کنند. **گزینهٔ (۳):** دو نوع تومور خوش‌خیم و بدخیم داریم. **گزینهٔ (۴):** تنها در حالتی که در تومور بدخیم انتشار یاختهٔ سرطانی در بدن رخ دهد این مورد را خواهیم داشت.

۴۸۴۶ (۳) یاخته‌های بیگانه‌خوار بدن شامل نوتروفیل (یاختهٔ خونی)، درشت‌خوار، ماستوسیت، دارینه‌ای و سرتولی در مردان می‌باشند. در طی ورود عوامل بیماری‌زا به بافت‌ها، نوتروفیل‌ها طی دیاپدز به مقابله با آن‌ها می‌پردازند ولی درشت‌خوارها که صرفاً در بافت‌ها قابل مشاهده‌اند، قابلیت دیاپدز ندارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** طبق متن کتاب درسی، هماتوکریت نسبت حجم گویچه‌های **قرمز** به کل حجم خون می‌باشد، در نتیجه در اندازه‌گیری هماتوکریت خبری از بیگانه‌خوارها نمی‌باشد! **گزینهٔ (۲):** همهٔ بیگانه‌خوارها یاخته‌هایی زنده‌اند، بنابراین در ساختارهای خود دارای آنزیم می‌باشند. آنزیم‌ها عملکرد اختصاصی دارند. (سؤال در مورد بعضی از آن‌هاست) **گزینهٔ (۴):** در طی بیگانه‌خواری به منظور تشکیل ریزکیسه درون سیتوپلاسم بخشی از فسفولیپیدهای غشای یاختهٔ بیگانه‌خوار جابه‌جا می‌شوند. و به داخل یاخته می‌روند که باز هم در همهٔ آن‌ها صادق است.

۴۸۴۷ (۲)

نکتهٔ مهم

طبق متن و شکل کتاب درسی ترتیب مراحل چرخهٔ قلبی بدین صورت است: (۱) استراحت عمومی (۲) انقباض دهلیزها (۳) انقباض بطن‌ها. بدین ترتیب در مرحلهٔ استراحت عمومی جریان الکتریکی در دیوارهٔ بطن‌ها منتشر نمی‌شود و بطن‌ها در حال استراحت‌اند. این موضوع برای شروع انقباض بطن‌ها در مرحلهٔ سوم رخ می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** کوتاه‌ترین چرخهٔ ضربان قلب مربوط به سیستول دهلیزی است. برای انقباض دهلیزها بایستی پیام از گره سینوسی به گره دهلیزی - بطنی در پشت دریچهٔ سه‌لختی منتقل شود. **گزینهٔ (۳):** در مرحلهٔ سوم یعنی سیستول بطنی، پیام الکتریکی از طریق دسته تارهای بین بطنی به نوک قلب و سپس به سایر بخش‌ها ارسال می‌شود. **گزینهٔ (۴):** به منظور مرحلهٔ دوم یعنی شروع سیستول دهلیزی لازم است پیام الکتریکی در گره پیشاهنگ تولید شود.

۴۸۴۸ (۴) تولید دارو، ژن درمانی، تولید واکسن و تشخیص بیماری‌ها از دستاوردهای زیست‌فناوری در حوزهٔ پزشکی به حساب می‌آیند. تنها مورد (الف) درست است.

بررسی موارد (الف) **درست.** پایه و اساس زیست‌فناوری در ارتباط با بررسی ژن یا ژن‌های خاص می‌باشد و در تمامی حوزه‌های مرتبط با آن قطعاً صورت می‌گیرد. (ب) نادرست. خالص کردن زنجیره‌های پلی‌پپتیدی در تولید دارو می‌تواند قابل استفاده باشد ولی به‌طور حتم در سایر حوزه‌ها نمی‌توان گفت کاربرد دارد. (ج) نادرست. برای مثال در تشخیص بیماری‌ها اقدام به انتقال قطعات ژنی از یک یاخته به یاختهٔ دیگر نمی‌کنیم. (د) نادرست. برای مثال در تشخیص بیماری‌ها اقدام به تکثیر نسخه‌های متعدد از دناهای نوترکیب نمی‌کنیم.

۴۸۴۹ (۴) در شکل صورت سؤال، بخش (۱) نشان‌دهندهٔ سرخرگ رحمی با خون روشن (که مواد خود را وارد حوضچهٔ خونی اطراف کورین می‌کند) و بخش (۲) سیاهرگ رحمی با خون تیره (که مواد زائد جنین را از حوضچهٔ خونی دریافت می‌کند) می‌باشد. سرخرگ رحمی خون پراکسیژن مادری را از طریق سیاهرگ بندناف که قطورترین رگ بندناف است، در اختیار جنین قرار می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** محتویات سیاهرگ رحمی مادر، به بزرگ سیاهرگ زیرین منتهی می‌شود (نه زبرین). **گزینهٔ (۲):** سرخرگ رحمی برخلاف سیاهرگ رحمی پر از اکسیژن و موادغذایی است. **گزینهٔ (۴):** رگ‌های رحمی به کوریون تعلق ندارند و بخشی از آناتومی مادر به حساب می‌آیند.

۴۸۵۰ (۲) هورمون **سیتوکینین** در گیاهان سبب رشد جوانهٔ جانبی می‌شود و در نتیجه اثر بازدارنگی رشد را از روی این جوانه‌ها برمی‌دارد. یکی از فعالیت‌های سیتوکینین این است که از پیر شدن اندام‌های هوایی گیاه جلوگیری کند، در نتیجه باعث می‌شود که برای مثال برگ دیرتر رنگ سبز را تغییر دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** برگ بعضی درختان با کاهش دما در فصل پاییز می‌ریزد و جوانه‌ها با برگ‌های پولک‌مانندی حفظ می‌شوند. سیتوکینین در این فرایند نقش ندارد بلکه این اتفاق توسط آبسزیک‌اسید صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۳):** حفظ آب گیاه در شرایط نامساعد محیطی از وظایف آبسزیک‌اسید است. **گزینهٔ (۴):** مشخص شده است که برگ در پاسخ به افزایش اتیلن خود نسبت به اکسین آنزیم تجزیه‌کنندهٔ دیواره را تولید می‌کند پس سیتوکینین در این فرایند نقش ندارد.

۴۸۵۱ (۱) دقت کنید که سؤال در مورد جهش‌های ساختاری و در کروموزوم تک‌کروماتیدی است. جهش جابه‌جایی، مضاعف‌شدگی، واژگونی و حذف ممکن است در نتیجهٔ وقوع دو شکست در طول فام‌تن رخ دهند. جهش واژگونی و جابه‌جایی در یک کروموزوم، فام‌تنی ایجاد می‌شوند که طول آن با کروموزوم اولیه برابر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** ممکن است در مواردی از جهش مضاعف‌شدگی، حذف، واژگونی و جابه‌جایی، یک شکست در طول کروموزوم ایجاد شود. توجه کنید کروموزوم چه تک‌کروماتیدی باشد چه دوکروماتیدی، یک سانترومر دارد. **گزینهٔ (۳):** جهش واژگونی و جابه‌جایی در یک کروموزوم ممکن است بر مقدار مادهٔ ژنتیکی کروموزوم بی‌تأثیر باشند. در صورتی که سانترومر کروموزوم، در محدودهٔ انجام این جهش‌ها باشد، محل سانترومر در کروموزوم تغییر خواهد یافت. **گزینهٔ (۴):** جهش حذف و جابه‌جایی بین دو کروموزوم و جهش مضاعف‌شدگی ممکن است برمقدار مادهٔ ژنتیکی کروموزوم تأثیر داشته باشند. توجه کنید هر کروموزوم تنها یک سانترومر دارد.

۴۸۵۲ (۳) در زمان جنینی محل تولید یاخته‌های خونی و پلاکت، مغز استخوان، **کبد و طحال** است. پس از بلوغ تنها مغز استخوان به تولید یاخته‌های خونی ادامه می‌دهد، بنابراین منظور سؤال **کبد و طحال** است. موارد (الف)، (ب) و (د) درست هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** کبد و طحال هردو در حفرهٔ شکمی و زیر دیافراگم قرار دارند. (ب) **درست.** یکی از عبارت‌های ابهام‌دار کنکور امسال بود که طراح محترم به راحتی می‌توانست با آوردن قید «بلافاصله» از چنین عبارت دو پهلویی ممانعت کند . . . . حالا بگذریم بریم سراغ بررسی عبارت: بلافاصله خون خارج شده از طحال وارد سیاهرگ باب کبدی می‌شود (نه فوق‌کبدی)؛ همچنین خون خارج شده از کبد نیز وارد سیاهرگ فوق کبدی می‌شود، ولی سازمان سنجش اینگونه عبارت را تحلیل کرده که خون خارج شدهٔ از طحال پس از ریختن به سیاهرگ باب کبدی و تشکیل سیستم مویرگی در کبد به سیاهرگ فوق کبدی منتهی می‌شود و عبارت را درست در نظر گرفته است!! (ج) نادرست. حواستان باشد طحال اندام لنفی است ولی کلیه اندام لنفی نیست. از طرف دیگر بازگشت لنف به خون از طریق سیاهرگ‌های تحت ترقوه‌ای صورت می‌گیرد. (د) **درست.** در کبد و طحال تخریب گویچه‌های قرمز به وسیلهٔ درشت‌خوارها صورت می‌گیرد. درشت‌خوارها یاخته‌های تغییر شکل یافتهٔ مونوسیت‌ها هستند. مونوسیت‌ها را می‌توان یاخته‌های بافت پیوندی خون در نظر گرفت!

۴۸۵۳ (۴) ماهیان، دوزیستان و پستانداران ماده یاخته‌های جنسی با اندوختهٔ غذایی اندک تولید می‌کنند. تنفس این جانوران به ترتیب به کمک آبشش، شش و پوست، شش تنفس می‌کنند. تمامی ساختارهای ذکر شده از روش‌های اصلی تنفس به شمار می‌روند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هم بازجذب هم ترشح بیشتر مواقع به صورت فعال است. **گزینهٔ (۲):** در دوزیستان علاوه‌بر کلیه مثانه نیز توانایی بازجذب آب را دارد و در تنظیم فشار اسمزی مایعات بدن نقش دارد. همچنین در ماهیان آب‌شور، برخی یون‌ها توسط یاخته‌های آبشش دفع می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** توجه کنید در صورت سؤال به ماده بودن جانور اشاره شده است. لقاح اسبک‌ماهی در بدن جانور نر رخ می‌دهد.

۴۸۵۴ (۳) عدد اکسایش اتم کربن در قند صفر است و در کربن‌دی‌اکسید، $+4$ می‌باشد. بنابراین طی چرخهٔ کالوین عدد اکسایش کربن کاهش می‌یابد. گیاه برای ساختن قند به انرژی و منبعی برای تأمین الکترون نیاز دارد که از واکنش‌های وابسته به نور تأمین می‌شوند. در واقع محصولات واکنش‌های نوری که *NADPH* و *ATP* هستند با از دست دادن بخشی از انرژی خود موجب کاهش عدد اکسایش اتم کربن در چرخهٔ کالوین می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** به طور مثال ریبولوزفسفات تولید شده به منظور تبدیل شدن به ریبولوزبیس‌فسفات در واکنش اکسایشی شرکت نمی‌کند. **گزینهٔ (۲):** ابتدا قندهای سه‌کربنه به ریبولوزفسفات تبدیل می‌شوند و سپس با مصرف *ATP* ریبولوزبیس‌فسفات تولید می‌شود. در مرحلهٔ اول این فرایند *ATP* مصرف نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** در چرخهٔ کالوین و طی تبدیل اسید به قند سه‌کربنی، مصرف *ATP* قبل از مصرف *NADPH* صورت می‌گیرد.

۴۸۵۵ (۱) آنزیم **پپسین** با اثر بر پپسینوژن تولید پپسین را بیشتر می‌کند. پپسین آنزیم گوارشی است و فقط درون لولهٔ گوارش فعالیت می‌کند و وارد مویرگ‌های خونی نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** یاخته‌های درون‌ریز معده با تولید گاسترین، می‌توانند تولید پپسینوژن و درنتیجه پپسین را تحریک کنند. **گزینهٔ (۳):** پپسین گوارش پروتئین‌ها را در معده آغاز می‌کند. تجزیهٔ پروتئین‌ها واکنش آبکافت یا هیدرولیز می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** به‌طور کلی پروتئین‌ها از جمله پپسین نقش مهمی در فرایندهای یاخته‌ای دارند.

۴۸۵۶ (۴) طبق شکل اندام‌های لنفی در فصل ۴ دهم، گره‌های لنفی در ناحیهٔ زانوها تجمع یافته‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** محتویات رگ‌های لنفی پاها ابتدا به مجرای لنفی چپ وارد می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** بخشی از محتویات رگ‌های لنفی گردن به مجرای لنفی راست و بخشی به چپ می‌ریزد. **گزینهٔ (۳):** محتویات لنفی بازوی چپ به مجرای لنفی چپ می‌ریزد.

۴۸۵۷ (۳) مورچه‌ها در محافظت از درخت آکاسیا نقش دارند. این مورچه‌ها با حمله به حشرات دیگر، پستانداران کوچک و گیاهان دارزی از آکاسیا محافظت می‌کنند. مورچه‌ها زندگی گروهی دارند و به علت داشتن نگهبان یا همان مورچه‌ها با اندازهٔ کوچک‌تر در گروه، احتمال شکار شدنشان کمتر می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مورچه‌ها به حشرات دیگر، پستانداران کوچک و گیاهان دارزی حمله می‌کنند نه اینکه ترکیب شیمیایی تولید کنند. **گزینهٔ (۲):** مورچه‌ها در زمان گرده‌افشانی، به واسطهٔ ترکیب شیمیایی تولید شده توسط درخت آکاسیا، از آن دور می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** گرده‌افشانی آکاسیا وابسته به زنبورهای عسل است نه مورچه‌ها!

۴۸۵۸ (۲) شبکهٔ یاخته‌های عصبی در لولهٔ گوارش از مری تا مخرج تشکیل می‌شود. بنابراین این شبکه‌ها در دهان وجود ندارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** طبق شکل غدد معده در فصل ۲ دهم، یاخته‌های حاشیه‌ای و اصلی هستهٔ غیرمرکزی دارند. همچنین طبق شکل غدد بزاقی که در کتاب درسی جدید حذف شده است، یاخته‌های غدد بزاقی نیز هستهٔ غیرمرکزی دارند. **گزینهٔ (۳):** در غدد معده برخلاف غدد بزاقی، آنزیم آمیلاز ترشح نمی‌شود. آنزیم آمیلاز در تجزیهٔ نشاسته که پلی‌ساکارید گیاهی است، نقش دارد. **گزینهٔ (۴):** غدد معده و غدد بزاقی، غدد برون‌ریزی هستند که ترشحات آن‌ها توسط مجرا به سطح داخلی لولهٔ گوارش وارد می‌شود.

۴۸۵۹ (۱) بخش حلزونی گوش پیام‌های شنوایی را به برجستگی‌های چهارگانه مغز میانی ارسال می‌کند. مغز میانی بالای پل‌مغزی قرار دارد. پل‌مغزی در تنظیم ترشح بزاق مؤثر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** غدهٔ ترشح‌کنندهٔ ملاتونین اپی‌فیز است که در بالای برجستگی‌های چهارگانه قرار دارد. **گزینهٔ (۳):** مرکز اصلی تنفس در بصل‌النخاع است. **گزینهٔ (۴):** مربوط به تالاموس است.

۴۸۶۰ (۳) صورت سؤال در رابطه با شرطی‌شدن فعال می‌باشد. چشم‌پوشی از محرک تکراری در رابطه با خوگیری است (نه شرطی‌شدن فعال).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نام دیگر شرطی‌شدن فعال، یادگیری با آزمون و خطاست. شرطی‌شدن فعال همراه با آزمون و خطا است. **گزینهٔ (۲):** رفتار شرطی‌شدن فعال پرنده در رابطه با بلعیدن پروانهٔ مونارک می‌تواند در ادامه به غذایابی بهینهٔ جانور کمک کند. غذایابی بهینه موازنهٔ بین محتوای انرژیِ غذا و هزینهٔ به دست آوردن آن است. **گزینهٔ (۴):** یادگیری برای بقای جانور لازم است چون محیط زندگی جانور دائماً در حال تغییر است. پس یادگیری بر بقا و تولیدمثل نقش مؤثری دارد.

۴۸۶۱ (۲) گیاه آزولا، گیاه کوچک و فراوان تالاب‌های شمال کشور است و با **سیانوباکتری‌ها** هم‌زیستی دارد. موارد (ب) و (د) درست هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. اسپیروژیر نوعی آغازی است و دارای سبزدیسه است. سیانوباکتری‌ها فاقد **سبزدیسه** هستند. (ب) **درست.** هم جلبک قرمز هم سیانوباکتری‌ها توانایی فتوسنتز دارند بنابراین می‌توانند انرژی نورانی را به انرژی شیمیایی تبدیل کنند. (ج) نادرست. اوگلنا آغازی می‌باشد بنابراین برخلاف باکتری‌هایی مثل سیانوباکتری، دارای هسته و هیستون است. (د) **درست.** سیانوباکتری برخلاف اشرشیاکلای توانایی تثبیت نیتروژن را دارند. بنابراین نیتروژن جوّ را به شکل قابل جذب توسط گیاهان تبدیل می‌کنند.

۴۸۶۲ (۲) همهٔ باکتری‌ها و بعضی از قارچ‌ها تک‌یاخته‌ای هستند. در تمامی این جانداران، آنزیم‌های ویژه‌ای وجود دارند که براساس توالی آنتی‌کدون، آمینواسیدی را به رنای ناقل وصل می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در همهٔ رناهای ناقل به‌جز ناحیهٔ آنتی‌کدون، توالی‌های مشابهی یافت می‌شود. **گزینهٔ (۳):** رمزه‌های پایان عبارتند از: *UAA* , *UAG* , *UGA*. توجه کنید در تولید یک پلی‌پپتید، وجود یک رمزهٔ آغاز و یکی از این رمزه‌های پایان کفایت می‌کند. **گزینهٔ (۴):** باکتری‌ها هسته ندارند.