تنظیم عصبی

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 🙂

۱۲۷۹ (۲) در یاخته‌های عصبی، جریان الکتریکی ایجاد می‌شود و فعالیت آن‌ها به‌صورت نوار مغزی ثبت می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: متخصصان برای بررسـی فعالیت **مغز** (نه کل دسـتگاه عصبی مرکزی!) از نوار مغزی استفاده می‌کنند. **گزینهٔ (۳)**: نوار مغزی، جریان الکتریکی ثبت شدهٔ **یاخته‌های عصبی** (نورون‌های) مغز است. دقت کنید که یاخته‌های **پشتیبان** نیز جزء **بافت عصبی** هسـتند اما مسـتقیماً نقشـی در ثبت نوار مغز ندارند. آشـنایی بیشـتر با یاخته‌های عصبی **همانند** آشـنایی با کل دستگاه عصبی سـبب درک بهتر نوار مغزی می‌شود. **گزینهٔ (۴)**: با توجه به شـکل، الکترودها را بر روی پوشـش قرار گرفته بر روی سر متصل می‌کنند (نوار مغزی برخلاف نوار قلبی منظم و متناوب نمی‌باشد).

۱۲۸۰ (۱) عبارت صورت سؤال **نادرست** است، زیرا پیام عصبی در نورون‌ها از جسم‌یاخته‌ای به آکسون **هدایت** می‌شود (نه انتقال)، *پس حالا چون گفته مفهوم متفاوت داشته باشه! پس باید دنبال عبارات درست بگردیم! که هیچ‌کدام درست نیستند! در این سؤال هرفمون اینه که فرق هدایت و انتقال پیام عصبی رو تو تست‌ها خیلی دقت کنید! تا بعداً تو تست‌های سفت‌تر دقت بیشتری داشته باشید!*

بررسـی مـوارد (الف) آکسـون، رشـته‌ای اسـت که پیام عصبی را از جسـم‌یاخته‌ای تا پایانهٔ خود **هدایت** می‌کند. (انتقال مربوط به مسـیر پیام بین دو یاخته است!) (ب) دندریت، رشته‌ای است که پیام‌ها را دریافت و به جسم‌یاخته‌ای **هدایت** می‌کند. (دقت کنید که هر نورون، فقط یک جسم‌یاخته‌ای و آکسون دارد.) (ج) پیام عصبی از محل پایانهٔ آکسون به یاختهٔ دیگر **منتقل** می‌شود. (د) جسم‌یاخته‌ای محل قرار گرفتن هسته و انجام سوخت‌وساز یاخته است و **می‌تواند پیام عصبی را نیز از طریق سیناپس از انتهای آکسون یاختهٔ قبلی دریافت کند.**

۷۱ شکل‌نامهٔ اجزای نورون

یاخته‌های عصبی (نورون) از سه قسمت دندریت(ها)، جسم‌یاخته‌ای و آکسون ایجاد شده‌اند.

هر آکسـون تعدادی انشـعاب دارد که در انتهای هر انشـعاب پایانه(های) آکسـونی دیده می‌شود. به همین علت تعداد پایانه‌های آکسـونی از آکسـون بیشتر می‌باشد و انشعابات نازک‌تر می‌باشند ولی پایانه برجسته و حاوی ناقل عصبی فراوان است.

دندریت در محل اتصال به جسـم‌یاخته‌ای، دارای بیشـترین ضخامت می‌باشـد. هر دندریت نیز معمولاً انشعاباتی با اندازه‌های متفاوت دارد.

اگه بخوام به زبون ساده‌تر توضیح بدم باید بگم که جسم‌یاخته‌ای محل اصلی انجام سوخت‌وساز یاختهٔ عصبیه و مهم‌تر اینکه میتونه پیام رو هم از یاختهٔ قبلی مسـتقیماً طی سـیناپس دریافت کنه. یعنی مثل آکسون و دندریت در سیناپس شرکت بکنه. البته جسم‌یاخته‌ای، ناقل عصبی رو هم می‌سازه.

جسم‌یاخته‌ای مقدار زیادی از سیتوپلاسم رو به خودش اختصاص می‌ده و اغلب اندامک‌ها هم اونجان. بعضی بخش‌های یاخته مثل هسته (که در زیست دهم دربارش خوندیم شکل و کار و اندازهٔ یاخته رو مشخص و فعالیت‌هاش رو کنترل می‌کنه) *فقط در جسم‌یاخته‌ای دیده می‌شن ولی بعضیا مثل میتوکندری* (دو غشا داشته و کارش تأمین انرژی یاخته هست) *میتونن در آکسون هم دیده بشن.* (مخصوصاً انتهای آکسون که خوراک محل استقرار میتوکندری‌هاست! چون انرژی واسه برون‌رانی ناقلین عصبی می‌خواد.)

می‌رسیم به تفاوت هدایت و انتقال که خوراک کنکوره؛ هدایت در طول یک نورون یعنی مثلاً اگر پیام از اول دندریت دریافت بشه، تا رسیدن به آکسون همین نورون مذکور! بهش میگن هدایت پیام! ولی وقتی از یک یاخته میخواد به یک یاختهٔ دیگه پیام رو بفرسته، به این جابه‌جایی بین دو یاخته میگن انتقال. در سطح کتاب درسی جاهائی که در پی انتقال پیام توانایی دریافت پیام عصبی دارند: ماهیچه‌ها، غدد و البته یاخته‌های عصبی هستن! آکسون در یاختهٔ عصبی (که یکی هست و نمیشه توی یدونه یاختهٔ عصبی گفت آکسون‌ها)، *پیام رو از جسم‌یاختهٔ عصبی دریافت و به یاختهٔ عصبی یا حالا یه یاختهٔ دیگه منتقل می‌کنه. مثلاً می‌گیم دندریت پیام رو به جسم‌یاخته‌ای وارد یا هدایت می‌کنه ولی آکسون پیام رو به یاختهٔ دیگه‌ای منتقل می‌کنه!*

در مورد میلین و یاختهٔ پشتیبان هم جلوتر صحبت می‌کنیم! عجله نکن!

۱۲۸۱ **(۳)** همهٔ یاخته‌های زنده هومئوستازی دارند و می‌توانند به نحوی، در پریاخته‌ای‌ها در حفظ هم‌ایستایی یون‌ها در محیط اطراف خود نقش داشته باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تحریک‌پذیری، هدایت و انتقال پیام عصبی سه تا از ویژگی‌های **نورون‌ها**ست (نه یاخته‌های پشتیبان!) **گزینهٔ (۲):** تعداد یاخته‌های پشتیبان چندین برابر نورون‌هاست. **گزینهٔ (۴):** نورون‌ها **همانند** یاخته‌های پشتیبان، **انواع** گوناگونی دارند. *(لطفاً تا یافتهٔ پشتیبان دیری فقط فکر نکن که میلین‌سازه!)*

۱۷۵ مقایسهٔ ویژگی‌های یاختهٔ بافت عصبی

موارد مقایسه	تحریک‌پذیری، هدایت و انتقال	زوائد سیتوپلاسمی	تعداد	وجود در میلین	اندازه	محل هسته	تقسیم شدن	تنوع
نورون (یاختهٔ عصبی)	بله	بله	کمتر	خیر	بیشتر	وسط جسم‌یاخته‌ای	به ندرت	دارند
نوروگلیا (یاختهٔ پشتیبان)	خیر	خیر	بیشتر	بله	کمتر	مجاورت غشا (در نوع میلین‌ساز)	به وفور	دارند

نکات مرتبط

- یاخته‌های پشتیبان از جمله انواع سازندهٔ غلاف میلین، همگی تک‌هسته‌ای هستند. دقت کنید که گره‌رانویه، محلی در حد فاصل دو یاختهٔ پشتیبانِ سازندهٔ میلین روی نورون است.
- با پیچ‌خوردن یاختهٔ پشتیبان به دور رشتهٔ عصبی، هستهٔ آن در سمت خارجی غلاف میلین قرار می‌گیرد.
- پایانه‌های آکسون، جسم‌یاخته‌ای و بخش ابتدایی دندریت‌ها قطعاً فاقد غلاف میلین هستند و عایق نمی‌باشند.
- **مهم:** دقت کنید که در مناطقی از نورون که میلین وجود ندارد، سایر یاخته‌های پشتیبان برای فعالیت‌های دیگر در اطراف آن نورون وجود دارند.
- هدایت پیام عصبی در رشته‌های میلین‌دار از رشته‌های بدون میلین **هم‌قطر**، سریع‌تر است. اگر در تست کلمهٔ هم‌قطر نبود، مقایسهٔ سرعت هدایت غلط است.

۱۲۸۲ **(۲)** غلاف میلین پیوسته نیست و در بخش‌هایی از رشتهٔ عصبی که گره‌رانویه نام دارند قطع می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** غلاف میلین، رشته‌های آکسون و دندریت **بسیاری از** یاخته‌های عصبی را می‌پوشاند و آن‌ها را عایق‌بندی می‌کند. **گزینهٔ (۳):** غلاف میلین می‌تواند رشته‌های آکسون و دندریت را برخلاف جسم‌یاخته‌ای بپوشاند. (ولی دقت کنید که هر نورون فقط یک آکسون دارد.) **گزینهٔ (۴):** یاخته‌های پشتیبان انواع مختلفی دارند و همگی قادر به تولید غلاف میلین نیستند.

۱۲۸۳ **(۲)** موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** ایجاد داربست‌هایی برای استقرار **نورون‌ها** از وظایف یاخته‌های پشتیبان است. (مثلاً برای سایر پشتیبان‌ها داربست تشکیل نمی‌دهند!)
(ب) **نادرست.** یاخته‌های پشتیبان میلین را **ترشح نمی‌کنند** بلکه غلاف میلین حاصل پیچیدن خود یاختهٔ پشتیبان به دور رشتهٔ عصبی است. (ج) درست. دفاع از یاخته‌های عصبی و حفظ مقدار طبیعی یون‌ها در مایع اطراف آن‌ها از وظایف یاخته‌های پشتیبان است. (د) **نادرست.** نقش در هم‌ایستایی مایع اطراف نورون‌ها، **مثلاً** (نه فقط!) با حفظ مقدار طبیعی یون‌های آن از وظایف یاخته‌های پشتیبان است. (یعنی یکی از کارها تنظیم یون‌هاست!)

۱۲۸۴ **(۴)** میلین عایق است و از عبور یون‌ها از غشای یاختهٔ **عصبی** جلوگیری می‌کند، از این‌رو پمپ‌های سدیم - پتاسیم نورون‌ها، در محل غلاف میلین فعالیتی ندارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید یاختهٔ پشتیبان فقط برای میلین‌سازی نیست! انواع مختلفی دارند که با نقش‌های متعدد در اطراف قسمت‌های مختلف یاختهٔ عصبی هستند. *(چند بار تا حالا به شکل مختلف در این چند قسمت بیان شده است!)* **گزینهٔ (۲):** مطابق با شکل کتاب، یاختهٔ پشتیبانِ سازندهٔ این غلاف، با **چند** دور (نه یک دور!) پیچیدن دور رشتهٔ عصبی این غلاف را تشکیل می‌دهد. **گزینهٔ (۳):** آسه در قسمت گره‌رانویه فاقد غلاف میلین دور خود می‌باشد.

۱۲۸۵ **(۳)** بافت عصبی دو نوع یاخته دارد. یاخته‌های پشتیبان که به تعداد **بیشتری** یافت می‌شوند و یاخته‌های عصبی که تعدادشان **کمتر** است در **یاخته‌های عصبی** که منظور سؤال هستند، هنگام ایجاد پتانسیل عمل، میزان غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در مایع اطراف تغییر می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** این گزینه تنها در ارتباط با برخی یاخته‌های **پشتیبان** صحیح است. (نه یاخته‌های عصبی) **گزینهٔ (۲):** دقت کنید که پیام عصبی در طول آسهٔ یاختهٔ عصبی **هدایت** (نه انتقال!) می‌شود ولی انتقال پیام عصبی بین دو یاخته صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** این گزینه تنها در ارتباط با برخی یاخته‌های **پشتیبان** صحیح است.

۱۲۸۶ **(۱)** تنها مورد (ج) صحیح می‌باشد. دقت کنید علاوه‌بر یاخته‌های پشتیبان، یاخته‌هایی نظیر **هورمون‌سازها** نیز در حفظ هم‌ایستایی نورون‌ها مؤثر هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. دقت کنید یاخته‌های هورمون‌ساز جزء یاخته‌های بافت عصبی نیستند. (ب) نادرست. دقت کنید نوروگلیای میلین‌ساز به کمک بخش اندکی از غشای خود به تبادل مواد با محیط می‌پردازد (چون بخش مهمی از غشای آن میلین شده که به یون‌ها نفوذناپذیر می‌شود). (ج) **درست.** تمام یاخته‌های زندهٔ انسان، توانایی تولید و وارد کردن نوعی مادهٔ کربن‌دار (کربن‌دی‌اکسید) را به خون دارند. همچنین دقت داشته باشید که مواد آلی هم کربن‌دار هستند.

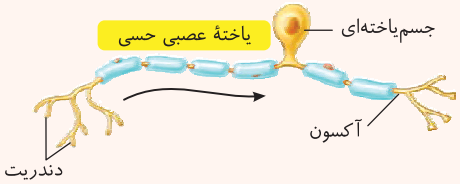
۱۲۸۷ **(۱)** نورون‌های رابط تنها در دستگاه عصبی **مرکزی** (در مغز و نخاع)، یافت می‌شوند. این یاخته‌ها نیز به کمک یاخته‌های پشتیبان فعالیت خود را در بافت عصبی کامل می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** نوروگلیاها بیشترین مقدار یاخته در بافت عصبی را دارند. اما همهٔ نوروگلیاها نقش بیگانه‌خواری ندارند. **گزینهٔ (۳):** یاخته‌های عصبی حسی و حرکتی بزرگ‌ترین اندازه را دارند. نمی‌توان گفت همهٔ آن‌ها پیام را به **مغز** می‌دهند. مثلاً نورون‌های حرکتی پیام را به اندام‌ها می‌دهند. **گزینهٔ (۴):** در فصل ۵ زیست یازدهم می‌خوانید که تمام یاخته‌های زنده با ترشح اینترفرون **نوع یک** می‌توانند نقش دفاعی در برابر ویروس‌ها داشته باشند. نورون می‌تواند پیام عصبی را هدایت کند.

۱۲۸۸ **(۱)** یاختهٔ عصبی حرکتی، ممکن است پیام را از دستگاه عصبی مرکزی به سوی اندام‌ها مانند ماهیچه‌ها ببرد و یاختهٔ عصبی حسی نیز پیام را از اندام‌ها به سوی دستگاه عصبی مرکزی ببرد.

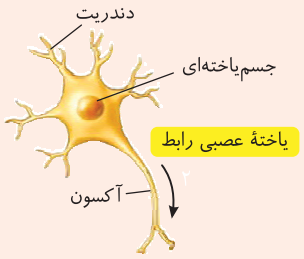
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** همهٔ انواع نورون‌ها ممکن است میلین‌دار یا فاقد میلین باشند اما دقت کنید که هرگز **ممکن نیست همهٔ قسمت‌های یک نورون میلین‌دار باشد** مثلاً جسم‌یاخته‌ای، ابتدای دندریت و پایانهٔ آکسون همواره فاقد میلین هستند. **گزینهٔ (۳):** نوروگلیا میلین را می‌سازد (نه نورون!) **گزینهٔ (۴):** فقط نورون حسی می‌تواند پیام عصبی را از اندام‌ها به سوی دستگاه عصبی مرکزی بیاورد.

یاختهٔ عصبی حسی



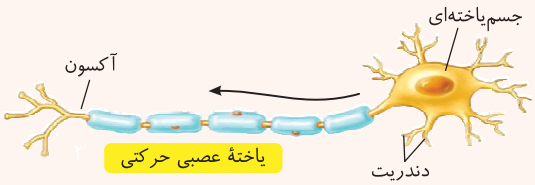
این یافته معمولاً اینطوریه که پیام رو از گیرنده(های) حسی می‌گیره و می‌بره با خودش توی دستگاه عصبی مرکزی. جسم‌یاخته‌ای اون در دستگاه عصبی محیطیه و معمولاً دندریت بلند و آکسون کوتاه داره! (البته مثال نقضش رو توی گفتار ۲ فصل ۲ می‌خونیم گیرندهٔ بویایی که اتفاقاً آکسون بلندتر و دندریت کوتاه‌تر داره). *آکسون و دندریتش هم معمولاً میلین‌داره چرا که کتاب درسی فرموده همهٔ یافته‌های مورد بحث ما توی این بخش می‌تونن دارای میلین و برون میلین باشند. یک دندریت و یک جسم‌یاخته‌ای و یک آکسون دارد. که انتهای آکسون و دندریتش می‌شه انشعاباتی رو دید. البته دقت کنید که فقط در برخی از آن‌ها که اغلب هم در نخاع دیده میشن آکسون و دندریت از یک جای جسم‌یاخته‌ای خارج می‌شود.* (کوچک‌ترین جسم‌یاخته‌ای و هسته در آن وجود داره. این نورون‌ها تو اعصاب حسی مغز و اعصاب مختلط مغز نخاع دیده می‌شن!)

یاختهٔ عصبی رابط



این یافته‌ها در دستگاه عصبی مرکزی یعنی مغز و نخاع یافت می‌شن. همونطور که از اسمشون می‌شه فهمید رابط بین یافتهٔ عصبی حسی و حرکتی هستن. یه دونه آکسون و یه‌دونه جسم‌یاخته‌ای و البته کلی دندریت دارن. وقتی تو مادهٔ خاکستری باشن هم آکسون و دندریتشون فاقد میلین هست که دلیلش رو هم در بالا گفتم و البته می‌توان این را نیز دریافت که چون معمولاً میلین ندارند پس سرعت هدایتشان پایین است. کلاً هم از نورون حسی و حرکتی، کوتاه‌ترن اما در خود یافته، آکسون بلندتر و دندریت کوتاه‌تره. اگر نگاه کنی نسبت به یاخته‌های حسی و حرکتی، آکسون و دندریت کوتاه‌تری دارن و اینکه دندریت‌ها و پایانهٔ آکسونی انشعاب‌دار داره که میاد و از یه طرف با نورون‌های حسی و از طرف دیگر با نورون‌های حرکتی سیناپس می‌دن! هستهٔ گرد مرکزی و جسم‌یافته‌ای ستاره‌ای شکل هم دارن!

یاختهٔ عصبی حرکتی



این یافته‌ها پیام عصبی را از دستگاه عصبی مرکزی به ماهیچه، غدد و ... می‌برن. جسم‌یافته‌ای اون‌ها در دستگاه عصبی مرکزی قرار داره و همانند نورون رابط کلی دندریت و یک جسم‌یافته‌ای و یک آکسون دارن. آکسون اون‌ها بسیار بلندتر از دندریت‌هاست اما، آکسون آن معمولاً برخلاف دندریت میلین‌داره. این نورون‌ها در اعصاب حرکتی و اعصاب نخاعی مختلط قرار دارن (هر دو رشته می‌توانند میلین داشته باشند یا نداشته باشند) *بازم میگم که فقط آکسون در انتقال پیام عصبی نقش دارد ولی در هدایت، هم جسم‌یافته‌ای، هم آکسون و هم دندریت.* (هستهٔ آن از بقیهٔ انواع نورون‌ها بزرگ‌تر است.)

۱۲۸۹ (۲) با توجه به شکل کتاب درسی و مقایسهٔ نورون‌ها در جدول سؤال قبلی، هستهٔ نورون حسی کوچک‌ترین هسته در بین همهٔ نورون‌هاست. از طرفی پایانهٔ آکسونی و محل اتصال آکسون و جسم‌یاخته‌ای، همواره فاقد غلاف میلین هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هستهٔ نورون حرکتی بزرگ‌ترین هسته در بین همهٔ نورون‌هاست. بازم باید دقت می‌کردی که در طول رشتهٔ عصبی، هدایت پیام عصبی دیده می‌شود (نه انتقال پیام). **گزینهٔ (۳):** جسم‌یاخته‌ای نورون حسی، معمولاً بین دو یاختهٔ پشتیبان میلین‌ساز قرار دارد چون در آکسون و دندریت برخی از نورون‌های حسی، میلین را می‌توان مشاهده کرد. در نورون حسی طول دندریت بلندتر از طول آکسون است. دندریت پیام عصبی را وارد جسم‌یاخته‌ای می‌کند. **گزینهٔ (۴):** هستهٔ نورون رابط دایره‌ای‌شکل است. جلوتر می‌خوانید که نورون رابط در نخاع، در ریشه‌ها قرار ندارد چون ریشه‌ها خارج از نخاع بوده و قسمتی از بخش **محیطی** دستگاه عصبی هستند ولی نورون‌های رابط مربوط به اعصاب مغز و نخاع (بخش مرکزی) می‌باشند.

۱۲۹۰ (۴) آکسون که پیام عصبی را از جسم‌یاخته‌ای خارج می‌کند، برخلاف دندریت که پیام را به سمت جسم‌یاخته‌ای می‌آورد، ریزکیسه‌های سیناپسی را به غشای انتهای خود چسبانده تا مادهٔ درون آن را به درون فضای سیناپسی برون‌رانی کند. (انشعابات فراوان (گزینهٔ (۱))، وجود میلین (گزینهٔ (۲)) و عدم وجود هسته (گزینهٔ (۳)) از ویژگی‌های مشترک آکسون و دندریت می‌توانند باشند. البته دقت کنید که نمی‌توان گفت هر آکسون یا دندریتی میلین ندارند.)

۱۲۹۱ (۴) نورون‌های **رابط و حرکتی** دارای دندریت‌های متعدد متصل به جسم‌یاخته‌ای هستند که نورون‌های **رابط** فقط در بخش **دستگاه عصبی مرکزی** وجود دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** منظور عبارت نورون **رابط** است که ارتباط بین دو نورون حسی و حرکتی را ایجاد می‌کند. **گزینهٔ (۲):** منظور نورون‌های **حرکتی** می‌باشند که برخلاف یاخته‌های پشتیبان، توانایی میلین‌سازی ندارند. **گزینهٔ (۳):** در عصب بینایی **آکسون‌های** نورون‌های خارج شده از نقطهٔ کور وجود دارند که دور همهٔ این تارهای عصبی را یک غلاف **پیوندی** احاطه کرده است. (کلاً در عصب حسی یا حرکتی فقط یک نوع یاختهٔ عصبی و چند نوع یاختهٔ پشتیبان وجود دارد.)

۱۲۹۲ (۴) در یک نورون حرکتی، جسم‌یاخته‌ای از سایر قسمت‌ها **قطر** بیشتری دارد. در این قسمت، پروتئین‌ها به کمک (۱) ریبوزوم‌های آزاد سیتوپلاسمی، (۲) ریبوزوم‌های راکیزه‌ای (۳) ریبوزوم‌های موجود بر روی شبکهٔ آندوپلاسمی زبر ساخته می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** آکسونِ یک نورون **حرکتی** از بقیهٔ قسمت‌های آن **طول** بیشتری دارد اما دقت کنید همواره یک نورون حرکتی، آکسونِ میلین‌دار ندارد، بلکه هر نوع نورونی می‌تواند میلین‌دار یا بدون میلین باشد. **گزینهٔ (۲):** دندریت یک نورون نمی‌تواند در خود ناقل عصبی جابه‌جا کند، اما دقت کنید در برخی سیناپس‌ها خود جسم‌یاخته‌ای پیام را از یاختهٔ پیش‌سیناپسی دریافت می‌کند. **گزینهٔ (۴):** در یک نورون حرکتی، دندریت و جسم‌یاخته‌ای، هیچ‌گاه میلین‌دار نمی‌شوند. از طرفی دندریت ناقل عصبی ایجاد نمی‌کند.

۱۲۹۳ (۲) پایانهٔ آسه مسئول برون‌رانی ناقل‌های عصبی درون ریزکیسه‌ها می‌باشد. دقت کنید فعالیت درست همهٔ قسمت‌های یاختهٔ عصبی مستلزم فعالیت درست یاخته‌های پشتیبان بافت عصبی می‌باشد و در قسمت‌های فاقد میلین حتی در اطراف جسم‌یاخته‌ای نیز یاخته‌های پشتیبان با نقشی غیر از میلین‌سازی وجود دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** جسم‌یاخته‌ای محل انجام سوخت‌وساز است هم‌چنین می‌تواند با یاختهٔ عصبی قبل از خود همایه تشکیل دهد. **گزینهٔ (۳): پایانهٔ آسه مسئول انتقال پیام عصبی می‌باشد. در صورت پیش‌همایه‌ای بودن یک یاختهٔ عصبی رابط، یاختهٔ پس‌همایه‌ای نیز همواره یک یاختهٔ عصبی می‌باشد. گزینهٔ (۴):** مطابق شکل نورون‌ها، همهٔ دندریت‌ها که پیام عصبی را به جسم‌یاخته‌ای نزدیک می‌کنند، در ابتدای خود دارای زوائدی رشته‌مانند می‌باشند.

۱۲۹۴ : ۲ یاخته‌های عصبی رابط به‌طور کامل در دستگاه عصبی **مرکزی** قرار گرفته‌اند. مطابق شکل نخاع، بخشی از آکسون یاخته‌های عصبی حسی به همراه دندریت و جسم‌یاخته‌ای یاخته‌های عصبی حرکتی نیز می‌تواند در دستگاه عصبی مرکزی و در ارتباط با یاخته‌های عصبی رابط قرار گیرد؛ بنابراین منظور صورت سؤال یاخته‌های عصبی **حسی و حرکتی** است و گزینه‌ای درست است که در رابطه با هر دو گروه این یاخته‌ها صدق کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ارتباط بین یاخته‌های عصبی مختلف حسی و حرکتی، ویژگی یاخته‌های **رابط** می‌باشد. **گزینهٔ (۳):** در یاخته‌های عصبی حرکتی، پیام عصبی می‌تواند توسط دندریت‌های بدون میلین به جسم‌یاخته‌ای وارد شود. **گزینهٔ (۴):** در برخی از یاخته‌های عصبی حسی (مانند یاخته‌های ریشهٔ پشتی نخاع) آکسون و دندریت در یک محل از جسم‌یاخته‌ای خارج می‌شوند.

نکتهٔ مهم

دقت کنید که تمام یاخته‌های عصبی، پیام عصبی را با کمک پایانهٔ آکسونی خود به یاختهٔ بعدی **منتقل** می‌کنند و در پایانهٔ آکسونی هیچ یاخته‌ای، امکان مشاهدهٔ میلین وجود ندارد.

۱۲۹۵ : ۲ موارد (الف) و (د) عبارت را به درستی کامل می‌کنند.

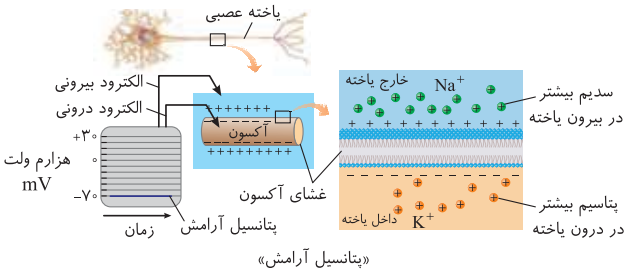
بررسی موارد **الف** طبق شکل ۱۹ فصل ۱ کتاب زیست‌شناسی ۱، یک نورون هم‌زمان می‌تواند چندین تار ماهیچهٔ اسکلتی را تحریک کند. **ب** و **ج** دقت کنید که جسم‌یاخته‌ای و پایانه‌های آکسونیِ همهٔ نورون‌ها فاقد میلین هستند در نتیجه هیچ نورونی نداریم که پیام عصبی را فقط به صورت جهشی هدایت کند یا کاملاً در مادهٔ سفید مغز قرار گیرد. چون حداقل در جسم‌یاخته‌ای هدایت غیرجهشی دارد. **د** طبق شکل ۳ کتاب، یک نورون به‌طور مثال رابط یا حسی می‌تواند هم‌زمان با جسم‌یاخته‌ای و دندریت نورون حرکتی یا رابط بعد از خود سیناپس دهد.

۱۲۹۶ : ۲ غشای یاخته شامل **دو لایهٔ** فسفولیپیدی است! همچنین دقت کنید که در حالت طبیعی نیز، مقدار یون‌ها در دو سوی غشای یاختهٔ عصبی یکسان **نیست** و سبب می‌شود بار الکتریکی دو سوی غشای یاختهٔ عصبی **متفاوت** باشد و در نتیجه بین دو سوی آن اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود داشته باشد. **مثلاً مقدار سدیم همواره در خارج یاخته و مقدار پتاسیم همواره در داخل یاخته زیاد است.**

۷۲ شکل‌نامهٔ اندازه‌گیری پتانسیل‌های غشایی (آرامش)

برای تعیین اختلاف پتانسیل الکتریکی نورون، یک الکترود به سمت درون غشای یاخته‌ای (سیتوپلاسم) و الکترود دیگر در بیرون غشای یاخته‌ای (فضای بین‌یاخته‌ای) قرار می‌گیرد.

در شکل می‌بینید که همیشه یون‌های سدیم بیرون یاخته بیشتر و یون‌های پتاسیم درون کمتر هستند و *شایان ذکر است که یون‌های سدیم و پتاسیم به ترتیب درون و بیرون نشان داده نشده‌اند تا تصویر شلوغ‌تر از این که هست نشود. راستی اینها هم الکترودها رو میشه دید.* پس طبق قانون انتشار، سدیم‌ها تمایل به ورود و پتاسیم تمایل به خروج دارد.



«پتانسیل آرامش»

این شکل پتانسیل آرامش را در حالت استراحت یاخته نشان می‌دهد که مجموع یون‌های سدیم و پتاسیم درون یاخته، ۷۰ تا از مجموع این دو یون در بیرون یاخته کمتر است و نمودار اختلاف پتانسیل ۷۰− را نشان می‌دهد.

همواره در طول پتانسیل‌های غشایی اعدادی که نشان داده می‌شوند، تفاوت اختلاف سدیم و پتاسیم **درون نورون نسبت به بیرون** می‌باشند. مثلاً وقتی این اختلاف وجود ندارد، با عدد صفر نشان داده می‌شود.

۱۲۹۷ : ۱ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند. تعداد انشعابات قوس آئورت به سمت بالا **۳ عدد**، تعداد انشعابات اولیهٔ سیاهرگ باب پس از ورود به کبد **۲ عدد** و تعداد سیاهرگ‌های متصل به دهلیز چپ انسان (سیاهرگ‌های ششی) نیز **۴ عدد** می‌باشد. *(یاد زیست دهم و فصل‌های ۲ و ۴ بفیرا)*

بررسی موارد **الف** نادرست. وقتی نورون **فعالیت عصبی** (نه هیچ فعالیتی!) ندارد (حالت آرامش)، در دو سوی آن اختلاف پتانسیل درون نسبت به بیرون یاخته حدود ۷۰− میلی‌ولت برقرار است. **ب** نادرست. زمانی که پتانسیل آرامش برقرار است و هر زمان دیگری، مقدار یون‌های **پتاسیم** درون یاخته برخلاف سدیم، از بیرون یاخته بیشتر است. **ج** نادرست. کانال‌های **نشتی** می‌توانند **یون‌های سدیم و پتاسیم** را در جهت شیب غلظت عبور دهند اما این کانال‌ها مواد را از منافذ **پروتئینی** عبور می‌دهند (نه از لابه‌لای فسفولیپیدها!) **د** **درست.** در حالت آرامش، نفوذپذیری غشای یاخته از طریق کانال‌های نشتی نسبت به یون‌های پتاسیم بیشتر از یون‌های سدیم است.

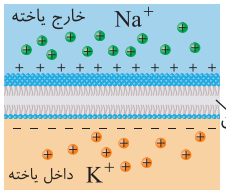
۱۲۹۸ : ۴ پمپ سدیم − پتاسیم، سه یون سدیم را از یاخته خارج و دو یون پتاسیم را به آن وارد می‌کند، در حالی که تعداد کانال‌های نشتی، که پتاسیم را از یاخته خارج می‌کنند بیشتر از کانال‌هایی است که سدیم را وارد یاخته می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** انتشار تسهیل شده در **جهت شیب غلظت** روی می‌دهد ولی انرژی جنبشی مواد در انتشار ساده و عبور از فسفولیپیدها نقش دارد. **گزینهٔ (۲):** پمپ سدیم − پتاسیم **به‌طور حتم** از انرژی *ATP* استفاده می‌کند اما سایر پمپ‌ها ممکن است از *ATP* یا شکل دیگری از انرژی زیستی استفاده کنند. (مثل پمپ‌های غشای درونی راکیزه) **گزینهٔ (۳):** یون سدیم از طریق نوعی کانال نشتی وارد یاخته می‌شود ولی پتاسیم‌ها از طریق کانال‌های نشتی، به مقدار **بیشتری** از یاخته خارج می‌شوند.

۷۷ همهٔ پروتئین‌های انتقالی در یک نگاه!

ویژگی / پروتئین	کارشون چیه؟	روش انتقالشون؟	درپتانسیل آرامش	در بالارو	در قلهٔ نمودار	در پایین‌رو	نیاز به انرژی زیستی	جهت انتقال مواد نسبت به یاختهٔ عصبی	دریچه
نشتی سدیمی	ورود سدیم	انتشار تسهیل شده	باز	باز	باز	باز	نه	به داخل	ندارد
نشتی پتاسیمی	خروج پتاسیم	انتشار تسهیل شده	باز	باز	باز	باز	نه	به خارج	ندارد
پمپ سدیم − پتاسیم	ورود پتاسیم و خروج سدیم	انتقال فعال	فعال	فعال	فعال	فعال	بله	سدیم به خارج و پتاسیم به داخل	ندارد ولی تغییر شکل می‌دهد.
دریچه‌دارسدیمی	ورود سدیم	انتشار تسهیل شده	بسته	باز	بسته	بسته	نه	به داخل	به سمت بیرون دارد
دریچه‌دارپتاسیمی	خروج پتاسیم	انتشار تسهیل شده	بسته	بسته	بسته	باز	نه	به خارج	به سمت سیتوپلاسم دارد.

۱۲۹۹ (۱) فقط مورد (ج) صحیح است. شکل بیانگر اختلاف پتانسیل **منفی** درون یاخته نسبت به بیرون می‌باشد (بیرون یاخته مثبت‌تر و داخل منفی‌تر است). دقت داشته باشید که این حالت می‌تواند بیانگر پتانسیل آرامش (۷۰−) و یا قسمتی از پتانسیل عمل ولی با اختلاف **منفی** درون یاخته باشد (بین صفر و ۷۰−). در هر دوی این حالات، قطعاً پمپ‌های سدیم − پتاسیم و کانال‌های نشتی **فعال** می‌باشند (نادرستی مورد (الف)). در هر صورت، پمپ‌ها انرژی مصرف می‌کنند ولی بیشترین فعالیت آن‌ها **بعد از** پایان پتانسیل عمل و برای به تعادل درآوردن مقدار یون‌های دو طرف غشا می‌باشد (نادرستی موارد (ب) و (د)).



نکته

در هر حالتی پتاسیم از کانال‌های نشتی به خارج یاخته یعنی به محیط درونی یا مایع میان‌بافتی می‌رود. (محیط درونی، مجموعه آب میان‌بافتی، خون و لنف می‌باشد.)

دو نکته از پمپ سدیم − پتاسیم

پمپ سدیم − پتاسیم سبب نگهداری شیب غلظت یون‌های سدیم (به سمت بیرون) و پتاسیم (به سمت درون) دو طرف یاخته در حد مناسب می‌شود. با توجه به اینکه کانال‌های نشتی همیشه باز می‌باشند، فعالیت دائمی این **پمپ‌ها** برای حفظ پتانسیل‌های غشا ضروری می‌باشد. این پمپ‌ها سبب می‌شوند که همواره مقدار سدیم در خارج یاخته و مقدار پتاسیم در درون یاخته بیشتر باشد.

تنظیم فعالیت پمپ‌ها و کانال‌های نشتی و دریچه‌دار و باز و بسته شدن آن‌ها سبب ایجاد پیام عصبی در یاختهٔ عصبی می‌شود. دقت کنید که در بین این سه عامل، فقط کانال‌های نشتی تغییر فعالیت نداشته و همواره باز هستند ولی پمپ‌ها و کانال‌های دریچه‌دار فعالیتشان، در شرایط مختلف یاخته، متفاوت است.

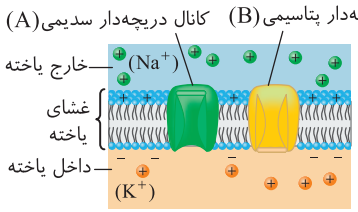
۱۳۰۰ (۳) فقط طی پتانسیل عمل، در محل تحریک یاختهٔ عصبی، اختلاف پتانسیل دو سمت غشا به‌طور **ناگهانی** تغییر می‌یابد. در نتیجه هر تغییر در اختلاف پتانسیل دو سمت غشا از نوع تحریکی و ناگهانی نمی‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید به‌طور کلی هنگام پتانسیل آرامش مقدار یون‌های مثبت در سمت داخلی یاخته کمتر می‌باشد. به همین دلیل این اختلاف را ۷۰− می‌دانند. **گزینهٔ (۲):** هم یون سدیم و هم یون پتاسیم در داخل و خارج یاخته یافت می‌شوند. تفاوت آن‌ها در میزان غلظت هرکدام در سمت داخل و خارج غشا می‌باشد. از فصل ۴ دهم به یاد دارید که این دو یون در فعالیت یاخته‌ها نقش کلیدی دارند. **گزینهٔ (۴):** مطابق با شکل کتاب درسی، عبور یون‌ها از کانال‌های نشتی با تغییر شکل این کانال‌ها همراه نمی‌باشد.

نکتهٔ مهم

در بررسی اختلاف پتانسیل الکتریکی یاخته‌ها به دو نکته باید توجه کنید. نکتهٔ اول، عددی که در سؤالات مطرح می‌شود، **اختلاف** پتانسیل الکتریکی **درون یاخته نسبت به بیرون یاخته** است و نکتهٔ دوم اینکه در این اختلاف **فقط یون‌های مثبت سدیم و پتاسیم** را بررسی می‌کنیم. مثلاً وقتی می‌گوییم اختلاف پتانسیل الکتریکی در حالت (۱) به اندازه ۷۰− میلی‌ولت و در حالت (۲) به مقدار ۳۰+ میلی‌ولت است، حالت اول یعنی جمع بارهای مثبت سدیم و پتاسیم **درون** یاخته، ۷۰ میلی‌ولت از جمع آن‌ها در بیرون یاخته **کمتر** است و در حالت دوم یعنی جمع این یون‌ها در **درون** یاخته ۳۰ میلی‌ولت از بیرون آن بیشتر می‌باشد یا هنگامی که از عدد صفر استفاده می‌کنیم، یعنی جمع یون‌های سدیم و پتاسیم درون و بیرون یاخته با هم برابر است ولی باز هم تکرار می‌کنم که همواره سدیم (چه در ۷۰− چه در صفر و چه در ۳۰+) در بیرون یاخته و پتاسیم در درون یاخته از سمت دیگر تراکم بیشتری دارد.

۱۳۰۱ (۳) موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست می‌باشند. شکل مقابل، بیانگر پتانسیل آرامش اولیه می‌باشد، که *A* و *B* به ترتیب کانال دریچه‌دار سدیمی با **دریچهٔ خارجی بسته** و کانال دریچه‌دار پتاسیمی با **دریچهٔ داخلی بسته** می‌باشند. در اثر تحریک یاختهٔ عصبی، ابتدا کانال دریچه‌دار سدیمی (*A*) باز می‌شود تا طی شروع پتانسیل عمل، نمودار به سمت بالا برود. (درستی مورد (ج))



نکته

دقت کنید که در متن سؤال عنوان کرده، یاخته مدتی است در این حالت بوده است یعنی این قسمت، پتانسیل آرامشی نیست که پس از پتانسیل عمل ایجاد شده باشد.

بررسی موارد (الف) پمپ سدیم − پتاسیم بعد از پایان پتانسیل عمل بیشترین فعالیت را دارد که غلظت یون‌ها را به آرامش برساند ولی در این لحظه که مورد نظر سؤال است، غشا در حالت آرامش اولیه بوده است. (ب) در این حالت **اختلاف** پتانسیل درون و بیرون یاختهٔ عصبی ۷۰− می‌باشد نه اینکه ولتاژ داخل ۷۰− باشد! (توجه داشته باشید که پتانسیل هر دو سمت غشا به علت وجود یون‌های مثبت فراوان، مثبت است. مثلاً در مرحلهٔ آرامش، ممکن است، داخل یاخته ۱۰ میلی‌ولت و خارج ۸۰ میلی‌ولت باشد که این، باعث ایجاد اختلاف پتانسیل (۷۰−) منفی شده است.) (د) در اثر تحریک یاختهٔ عصبی ابتدا *A* و پس از حداکثر پتانسیل عمل، *B* باز می‌شود.

۱۳۰۲ (۲) عبارت صورت سؤال **نادرست** است، زیرا علت مثبت‌تر بودن پتانسیل بیرون یاختهٔ عصبی نسبت به داخل آن، تفاوت مقدار نفوذپذیری غشا به یون‌های سدیم و پتاسیم و نیز فعالیت پمپ سدیم − پتاسیم است که سبب می‌شوند مجموع بارهای مثبت بیرون یاخته بیشتر از مجموع بارهای مثبت درون یاخته باشد. *با توجه به متن سؤال باید دنبال عبارات نادرست بگردیم!*

بررسی موارد (الف) نادرست. هنگام تحریک یاختهٔ عصبی، اختلاف پتانسیل فقط **محل تحریک** برای مدت زمان کوتاهی مثبت می‌شود. (نه سراسر یاخته!) (ب) نادرست. هنگام پتانسیل عمل، پس از مدت زمانی **کوتاه** مجدداً پتانسیل درون یاخته نسبت به بیرون منفی می‌شود. (ج) **درست.** پمپ سدیم − پتاسیم، در هر بار فعالیت، سه یون سدیم را از یاخته خارج و دو یون پتاسیم را وارد یاخته می‌کند در نتیجه در مجموع ۱+ بار مثبت به بیرون می‌افزاید. (د) نادرست. به تغییر **ناگهانی** اختلاف پتانسیل غشای یاختهٔ عصبی در محل تحریک، پتانسیل عمل می‌گویند.

پتانسیل عمل

در اثر تحریک یاختهٔ عصبی، به‌طور **ناگهانی** اختلاف پتانسیل دو سوی غشا تغییر می‌کند. دستگاه ولت‌متر، نشان می‌دهد که در ابتدا پتانسیل **درون یاخته** نسبت به بیرون آن **مثبت‌تر** می‌شود. به این پدیده که در سؤالات بعدی به‌طور مفصل آن را بررسی می‌کنیم، **پتانسیل عمل** می‌گویند. پس از **مدت کوتاهی** دوباره این اختلاف پتانسیل با تغییر وضعیت در کانال‌های **دریچه‌دار** سدیمی و پتاسیمی غشا به حالت آرامش برمی‌گردد که البته در این بین کلی اتفاقات پشت سر هم اتفاق می‌افتد.

نکته

دقت کنید که پتانسیل عمل در نمودار خود **دو** قسمت **بالارو** و **پایین‌رو** دارد که خواهید دید عملکرد هر قسمت در اثر تغییراتی است که در وضعیت کانال‌های **دریچه‌دار** سدیمی و پتاسیمی رخ می‌دهد. این کانال‌های دریچه‌دار با تغییر ولتاژ باز می‌شوند که به آن‌ها کانال‌های **اختصاصی** دریچه‌دار سدیمی یا پتاسیمی (یا کانال‌های ولتاژی) می‌گویند. **این کانال‌ها در حالت پتانسیل آرامش همواره بسته می‌باشند.**

۱۳۰۳ : ۳

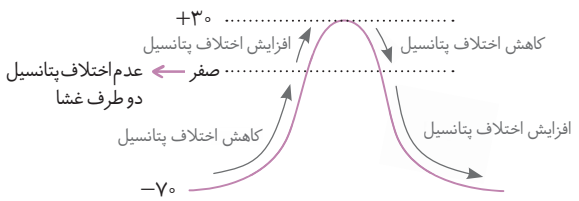
نکتهٔ مهم

به دلیل فعالیت همیشگی کانال‌های نشتی و پمپ سدیم - پتاسیم، در هر قسمتی از پتانسیل عمل و پتانسیل آرامش، می‌توان عبور یون‌های سدیم، هم در جهت شیب غلظت و هم در خلاف جهت شیب غلظت را مشاهده کرد.

یون‌های سدیم و پتاسیم همواره توسط کانال‌های نشتی در جهت شیب غلظت و توسط پمپ سدیم - پتاسیم خلاف جهت شیب غلظت به دو طرف غشای یاخته حرکت می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مطابق با شکل زیر، کانال‌های دریچه‌دار **سدیمی** دارای دریچه‌ای می‌باشند که به سمت **خارج** غشا باز می‌شود. هنگامی که اختلاف پتانسیل دو سمت غشا به صفر می‌رسد، دو حالت وجود دارد: (۱) در قسمت بالاروی نمودار پتانسیل عمل می‌باشیم. (۲) در قسمت پایین‌رو نمودار پتانسیل عمل می‌باشیم. تنها در حالت اول امکان باز بودن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی وجود دارد و در حالت دوم کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌باشند. **گزینهٔ (۲):** دقت کنید که چه در پتانسیل آرامش و چه در پتانسیل عمل، یون‌های سدیم و پتاسیم از طریق کانال‌های نشتی می‌توانند در جهت شیب غلظت خود در محل گره‌های رانویه عبور کنند. **گزینهٔ (۴):** در نوک قلهٔ نمودار پتانسیل عمل، مطابق با متن کتاب درسی، ابتدا کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باید بسته شوند و سپس کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز شوند.

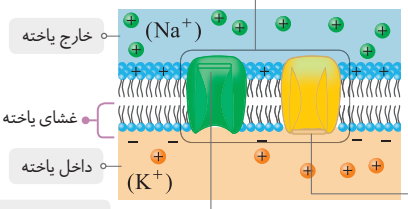
۷۳ شکل‌نامهٔ بررسی کانال‌های دریچه‌دار در پتانسیل عمل



- همواره ورود و خروج سدیم و پتاسیم در تمامی مراحل پتانسیل عمل دیده می‌شود (توسط کانال‌های نشتی و پمپ سدیم - پتاسیم)
- همواره غلظت سدیم در خارج یاخته و پتاسیم در داخل یاخته بیشتر است.
- در هیچ نقطه‌ای از غشای نورون یا نمودار پتانسیل عمل، کانال‌های **دریچه‌دار** سدیمی و پتاسیمی هم‌زمان باز نیستند.

کانال‌های دریچه‌دار
- انتشار تسهیل‌شده را در جهت شیب غلظت انجام می‌دهند.
- فاقد توانایی مصرف انرژی زیستی هستند.
- دارای تغییر شکل سه‌بعدی می‌باشد.
- پروتئین سراسری در تماس با سر آبدوست و دم آب‌گریز فسفولیپیدها هستند.

۱ پتانسیل آرامش (−۷۰):



بیشترین اختلاف پتانسیل دو طرف غشا!

کانال دریچه‌دار پتاسیمی دریچه‌ای بسته به سمت سیتوپلاسم دارد.

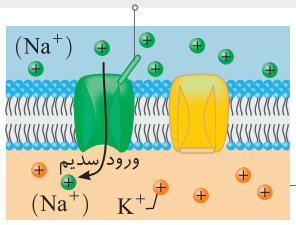
کانال دریچه‌دار سدیمی دریچه‌ای بسته به سمت فضای بین‌یاخته‌ای دارد.

نام مرحله	اختلاف پتانسیل	دریچه‌دار سدیمی	دریچه‌دار پتاسیمی
پتانسیل آرامش	حداکثر حالت −۷۰ است.	بسته هستند.	بسته هستند.

۲ شروع پتانسیل عمل (−۷۰ تا +۳۰):

دریچهٔ کانال سدیمی در سمت خارجی غشا (سمت کربوهیدرات غشا) و باز شدن به سمت خارج (بالا)

همچنان غلظت سدیم بیرون یاخته بیشتر است.



عامل آن ورود سدیم است.

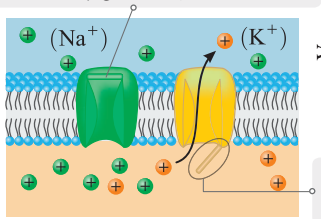
کانال دریچه‌دار پتاسیمی بسته **می‌ماند!**

نام مرحله	اختلاف پتانسیل	دریچه‌دار سدیمی	دریچه‌دار پتاسیمی
بالاروی پتانسیل عمل	از −۷۰ تا صفر کم شده و سپس از صفر تا +۳۰ زیاد می‌شود.	دریچه به سمت فضای بین یاخته‌ای باز می‌شود.	بسته می‌ماند.

۳ مرحلهٔ پایین‌رو پتانسیل عمل (+۳۰ تا −۷۰):

بسته شدن کانال دریچه‌دار سدیمی (پایین می‌رود).

در یک لحظه همهٔ کانال‌های دریچه‌دار بسته هستند.

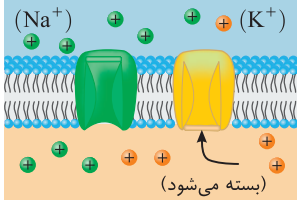


دریچهٔ کانال پتاسیم در سمت داخلی غشا و باز شدن به سمت داخل سیتوپلاسم (پایین می‌آید)

نام مرحله	اختلاف پتانسیل	دریچه‌دار سدیمی	دریچه‌دار پتاسیمی
پایین‌روی پتانسیل عمل	ابتدا از +۳۰ تا صفر کم می‌شود و سپس از صفر تا −۷۰ زیاد می‌شود.	دریچهٔ آن به سمت غشا بسته می‌شود.	دریچهٔ آن به سمت سیتوپلاسم باز می‌شود.

۴ برگشتن پتانسیل عمل به آرامش:

در این نقاط هر دو نوع کانال دریچه‌دار بسته‌اند.



بسته‌شدن کانال دریچه‌دار پتاسیمی، **عامل** ایجاد پتانسیل آرامش است.

فعالیت بیشتر پمپ سدیم - پتاسیم، تراکم یون‌ها را به حالت آرامش می‌رساند.
ولی همچنان غلظت پتاسیم درون یاخته بیشتر است.
در این حالت فقط کانال دریچه‌دار پتاسیمی تغییر وضعیت می‌دهد.

نام مرحله	اختلاف پتانسیل	دریچه‌دار سدیمی	دریچه‌دار پتاسیمی
بازگشت پتانسیل عمل به آرامش	به −۷۰ یعنی به حد آرامش می‌رسد.	بسته می‌مانند.	به سمت غشای یاخته بسته می‌شوند.

۱۳۰۴ (۲) به دنبال بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی (و خروج پتاسیم از یاخته)، پتانسیل الکتریکی درون یاخته نسبت به بیرون، از ۳۰+ به سمت ۷۰− یعنی به سمت منفی خواهد رفت.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در پی باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، به علت خروج پتاسیم از یاخته، تراکم یون‌های مثبت داخل سیتوپلاسم **کاهش** می‌یابد. **گزینهٔ (۴):**

نکته
پمپ سدیم - پتاسیم هرگز نمی‌تواند سبب برقراری پتاسیل آرامش بعد از پتاسیل عمل شود! بلکه فعالیت بیشتر آن صرفاً سبب بازگشت غلظت یون‌ها در دو سوی غشا به حالت آرامش می‌شود. **در حقیقت، علت ایجاد پتانسیل آرامش، همین بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی است.**

گزینهٔ (۴): همواره و در هر مرحله از پتانسیل عمل و آرامش، غلظت سدیم بیرون یاخته **بیشتر** از درون یاخته است.

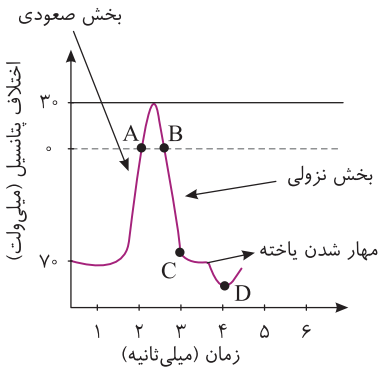
۱۳۰۵ (۳) هنگامی که اختلاف پتانسیل غشا ۵ میلی‌ولت باشد، در این صورت دو نقطهٔ ۵+ و ۵− در قسمت صعودی دو بار و قسمت نزولیِ نمودارِ پتانسیل عمل هم دو بار (در مجموع در چهار نقطه) را باید در نظر بگیریم. دقت کنید که کانال‌های نشتی، نوعی پروتئین سراسری همواره باز هستند که یون‌ها را در جهت شیب غلظت جابه‌جا می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ممکن است قسمت صعودی نمودار باشد و کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز باشند. **گزینهٔ (۲):** کانال‌ها مصرف انرژی زیستی ندارند.
گزینهٔ (۴): پمپ سدیم - پتاسیم، یون‌ها را در **خلاف** جهت شیب غلظت جابه‌جا می‌کند.

۱۳۰۶ (۴) موارد (الف) و (ب) صحیح می‌باشند.

بررسی موارد **الف) درست.** در پتانسیل آرامش، کانال‌های دریچه‌دار یونی بسته یا غیرفعال هستند، ولی پمپ سدیم - پتاسیم همواره در غشا فعال است.
ب) درست. با بسته **شدن** کانال‌های دریچه‌دار **پتاسیمی**، پتانسیل **عمل به آرامش** تبدیل می‌شود ولی با باز **شدن** کانال‌های دریچه‌دار **سدیمی**، پتانسیل **آرامش به عمل** تبدیل می‌شود. **ج)** نادرست. پمپ سدیم - پتاسیم با استفاده از انرژی حاصل از تجزیه یا هیدرولیز *ATP*، با **انتقال فعال** (نه انتشار) سبب خروج $3Na^+$ از یاخته و ورود $2K^+$ به آن می‌شود. **د)** نادرست. خیلی خیلی دقت کنید که علت ایجاد پتانسیل آرامش، بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار **پتاسیمی** است و فعالیت بیشتر پمپ‌های سدیم - پتاسیم، فقط غلظت یون‌ها را به حالت آرامش برمی‌گرداند.

۱۳۰۷ (۳) در حالت آرامش، تمامی کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی بسته می‌باشند؛ اما حداکثر اختلاف پتانسیل دو سوی غشا (نقطهٔ *D*) برای زمانی است که یاختهٔ عصبی با کمک ناقل‌های عصبی بازدارنده، مهار شده باشد. از طرفی در یک لحظه در قلهٔ نمودار (۳۰+) هم همهٔ کانال‌های دریچه‌دار بسته هستند ولی حداکثر اختلاف پتانسیل در آن نقطه وجود ندارد. (البته این موضوع دقیقاً در کتاب عنوان نشده است.)



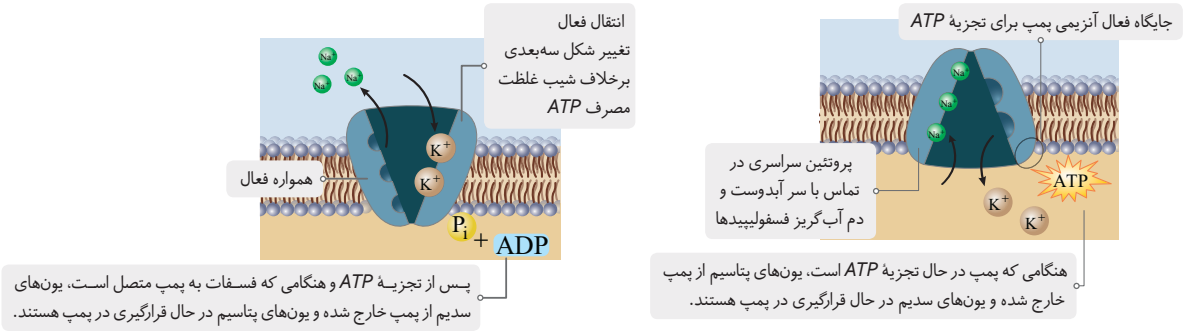
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در بخش صعودی پتانسیل عمل، در نتیجهٔ باز بودن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، غلظت یون‌های مثبت داخل غشا به حداکثر خود نزدیک‌تر می‌شود. در این بخش، پتاسیم‌های یاخته می‌توانند با کمک کانال‌های نشتی همیشه باز از یاخته خارج شوند. **گزینهٔ (۲):** در بخش صعودی و نزولی پتانسیل عمل (نقاط *A* و *B*) پتانسیل الکتریکی دو سوی غشا در نقطهٔ صفر یکسان می‌شود. در نقطهٔ *A* کانال دریچه‌دار سدیمی و در نقطهٔ *B* کانال دریچه‌دار پتاسیمی فعال می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** در انتهای پتانسیل عمل (نقطهٔ *C*) شیب غلظت یون‌ها در دو سوی غشا حداکثر اختلاف را همانند، حالت به آرامش رسیدن دارد. در این حالت پس از پایان پتانسیل عمل، فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم افزایش یافته (*ATP* بیشتری مصرف می‌کند) تا مقدار غلظت یون‌ها را به حالت آرامش برگرداند.

۱۳۰۸ (۳) دقت کنید در طی مسیر بالارو و پایین‌رو پتانسیل عمل، دو بار اختلاف پتانسیل دو سوی غشا صفر می‌شود و در حقیقت اختلاف پتانسیلی وجود ندارد. در این حالت باز **شدن** هیچ کانال دریچه‌داری را نمی‌بینیم! چون قبل از رسیدن به این عدم اختلاف پتانسیل، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی یا پتاسیمی باز بوده‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید پمپ سدیم - پتاسیم همواره فعال است و در پی صرف *ATP* به تبادل مواد می‌پردازد. **گزینهٔ (۲):** سدیم در نمک یافت می‌شود. نمک هم در عرق و اشک قابل مشاهده است. *یادتون نره همیشه سدیم هم به یافته وارد و هم از اون خارج می‌شه!* **گزینهٔ (۴):** در حالت آرامش پتانسیل درون غشا ۷۰− می‌باشد و همچنین دقت کنید که پتانسیل داخل یاخته از صفر نسبت به ۷۰−، مثبت‌تر می‌باشد.

۱۳۰۹ (۱) در هنگامی که اختلاف پتانسیل دو سوی غشای نورون صفر میلی‌ولت است، پتانسیل دو سوی غشا برابر است. در بخش صعودی و نزولی پتانسیل عمل این حالت دو بار برقرار می‌شود که در هر دو زمان نوعی کانال دریچه‌دار باز می‌باشد. در بخش صعودی پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و در بخش نزولی پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** ممکن است کانال دریچه‌دار وابسته به ولتاژ سدیمی پتاسیمی نباشد و وابسته به مواد شیمیایی مثل ناقلین عصبی باشد؛ در این حالت در سیناپس تحریکی به منظور باز شدن دریچهٔ کانال مربوطه، تحریک الکتریکی نقطهٔ مجاور کارساز نبوده است! **گزینهٔ (۳):** پمپ سدیم - پتاسیم در غشای نورون **همواره** فعال است و جابه‌جایی یون سدیم را در طی تغییر شکل میسر می‌سازد. **گزینهٔ (۴):** یون سدیم در بخش صعودی پتانسیل عمل توسط کانال دریچه‌دار وارد یاخته می‌شود؛ این یون به منظور جابه‌جایی توسط پمپ سدیم - پتاسیم، ابتدا وارد جایگاه خود در این پمپ می‌شود و سپس تجزیهٔ *ATP* توسط آنزیم موجود در ساختار این پمپ صورت گرفته و گروه فسفات به پروتئین ناقل متصل می‌شود.



بررسی عملکرد پمپ سدیم - پتاسیم طبق شکل (۶) فصل اول زیست یازدهم

۱) ابتدا سه یون سدیم از درون یاخته به پمپ سدیم-پتاسیم متصل می‌شوند.

۲) سپس مولکول *ATP* توسط این پمپ تجزیه می‌شود و *ADP* و گروه فسفات تشکیل می‌شود که طبق شکل، گروه فسفات به پروتئین ناقل متصل می‌شود (مقدار فسفات آزاد سیتوپلاسم زیاد می‌شود).

۳) با تغییر وضعیت پمپ، سپس یون‌های سدیم به بیرون از یاخته رانده می‌شوند (مقدار یون سدیم بیرون یاخته زیاد می‌شود).

۴) دو یون پتاسیم به پمپ سدیم-پتاسیم متصل می‌شوند.

۵) با تغییر وضعیت پمپ، گروه فسفات از پمپ جدا می‌شود و *ATP* تولید می‌شود (همراه با تولید آب و مصرف انرژی).

۶) یون‌های پتاسیم به داخل یاخته وارد می‌شوند (مقدار پتاسیم درون‌یاخته زیاد می‌شود.).

۱۳۱۰: ۱) فقط گزینه (۱) عبارت را به درستی تکمیل می‌کند. در محل‌هایی از رشتهٔ عصبی که غلاف میلین آن را احاطه می‌کند، طبق فعالیت کتاب کانال‌های **دریچه‌دار** سدیمی و پتاسیمی وجود ندارند ولی چون میلین عایق است، پس هیچ‌کدام از عوامل انتقال یون‌ها وجود ندارند.

نکته

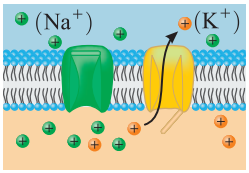
پروتئین‌های موجود در غشای نورون که می‌توانند با جابه‌جایی یون‌ها در تغییر پتانسیل الکتریکی نقش داشته باشند عبارتند از: کانال‌های نشتی سدیمی و پتاسیمی، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی ولتاژی، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی وابسته به مواد شیمیایی در محل سیناپس‌ها و پمپ سدیم - پتاسیم

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** هیچ‌یک از پروتئین‌های انتقال‌دهندهٔ سدیم - پتاسیم، نمی‌توانند دو نوع یون مثبت را در **یک جهت** جابه‌جا کنند. **گزینهٔ (۲):** هر پمپ سدیم - پتاسیم طی انتقال فعال یون‌های سدیم و پتاسیم را در عرض غشا جابه‌جا می‌کند. این پمپ توسط بخش آنزیمی خود *ATP* را در سمت **داخلی** غشا هیدرولیز می‌کند و حاصل آن مصرف شدن آب نیز می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** کانال‌های دریچه‌دار و فاقد دریچه در برخی قسمت‌های پتانسیلی غشا باز هستند ولی ممکن است مقدار بار مثبت درون یاخته در آن حالت کمتر از بیرون باشد. (مثلاً از ۰ تا ۷۰-)

۱۳۱۱: ۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح هستند.

بررسی موارد **الف) درست.** با توجه به نمودار پتانسیل عمل، در دو زمان، اختلاف پتانسیل غشا به صفر نزدیک می‌شود و در حقیقت در حال از بین رفتن است. یعنی هنگامی اختلاف پتانسیل از سمت ۷۰- به صفر نزدیک می‌شود و در زمانی که اختلاف پتانسیل از ۳۰+ به سمت صفر نزدیک می‌شود. در زمانی که اختلاف پتانسیل از ۷۰- به سمت صفر نزدیک می‌شود به دلیل باز بودن کانال‌های دریچه‌دار **سدیمی** نفوذپذیری غشا به این یون از یون پتاسیم بیشتر می‌شود و در ۳۰+ تا صفر، کانال دریچه‌دار **پتاسیمی** باز می‌باشد و غشا به پتاسیم نفوذپذیرتر است. **ب) درست.** در هر قسمت از نمودار فعالیت یاختهٔ عصبی، ورود سدیم و خروج پتاسیم بدون حذف انرژی می‌باشد. **ج) درست.** دو نقطه یعنی ابتدای پتانسیل عمل و در قلهٔ پتانسیل عمل تغییر در وضعیت کانال‌های دریچه‌دار سدیم (اولی باز و دومی بسته شدن) مشاهده می‌شود ولی فقط در پایان پتانسیل عمل افزایش فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم برای بازگرداندن شیب غلظت یون‌ها به حالت استراحت قابل مشاهده است و مقدار فسفات آزاد به حداکثر می‌رسد. **د)** نادرست. دقت کنید که کانال‌های نشتی همیشه باز هستند. نه اینکه باز یا بسته می‌شوند.

۱۳۱۲: ۴) شکل سؤال، نشان‌دهندهٔ مرحلهٔ **پایین‌رو** نمودار پتانسیل عمل از ۳۰+ تا ۷۰- می‌تواند باشد. دقت کنید که برگشت مقدار یون‌ها به حالت آرامش اولیه پس از اینکه کانال دریچه‌دار پتاسیمی بسته شود و حالت آرامش ایجاد شود صورت می‌گیرد.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** به عنوان مثال در پتانسیل صفر اختلاف پتانسیلی بین دو سوی غشای نورون وجود ندارد. **گزینهٔ (۲):** دقت کنید که قدر مطلق این اعداد نشان‌دهندهٔ اختلاف پتانسیل می‌باشند. در این محدودهٔ ۳۰+ تا ۷۰-، ابتدا از ۳۰+ تا صفر، اختلاف پتانسیل کم شده و سپس از صفر تا ۷۰- این اختلاف زیاد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** همواره به دلیل فعال بودن کانال‌های نشتی و پمپ سدیم - پتاسیم، خروج یون‌های سدیم و پتاسیم از یاختهٔ عصبی همانند ورود آن‌ها به یاختهٔ عصبی صورت می‌گیرد.

۱۳۱۳: ۲) در دو لحظه پتانسیل غشا در حین پتانسیل عمل صفر می‌شود: ۱) موقعی که نمودار از آرامش به سمت مثبت شدن حرکت می‌کند، ۲) زمانی که نمودار از قله به سمت منفی شدن حرکت می‌کند. در هر دو نقطه، پس از مدت زمان کوتاهی می‌توان در قله یا در ایجاد پتانسیل آرامش، بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی را به ترتیب مشاهده کرد. *(این نکته را چند بار به دلیل اهمیت تکرار کرده‌ایم!)*

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید در مسیر بالاروی نمودار، یون‌های پتاسیم تنها از طریق کانال‌های **نشتی** از یاخته خارج و به مایع بین‌یاخته‌ای وارد می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** دقت کنید یون‌های سدیم از طریق پمپ سدیم - پتاسیم **تنها** خارج می‌شوند! **گزینهٔ (۴):** دقت کنید در لحظه‌ای که اختلاف پتانسیل غشا صفر است، کانال‌های دریچه‌دار وضعیت ثابتی دارند (یا باز هستند و یا بسته) اما مقدار کمی پس از این لحظه برخی از آن‌ها شروع به بسته شدن می‌کنند. از طرفی کانال‌های نشتی همواره باز و بدون تغییر شکل هستند.

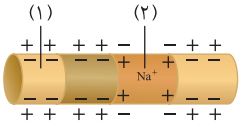
۱۳۱۴: ۲) موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد **الف) نادرست.** کانال‌های نشتی و دریچه‌دار سدیمی، یون‌های سدیم را در **جهت** شیب غلظت خود جابه‌جا می‌کنند. دقت کنید کانال‌های نشتی در تمام طول پتانسیل عمل و آرامش فعال هستند. **ب)** درست. پمپ‌های سدیم - پتاسیمی یون را در خلاف جهت شیب غلظت عبور می‌دهند که **همواره** سبب افزایش اختلاف غلظت این یون‌ها می‌شوند. چون کلاً انتقال فعال در جهت اختلاف بیشتر غلظت مادهٔ عبوری عمل می‌کند. **ج) نادرست.** پمپ‌های سدیم - پتاسیم، یون پتاسیم را در خلاف جهت شیب غلظت عبور می‌دهند. مطابق شکل کتاب درسی واضح است که **قبل** از خروج یون‌های سدیم از پمپ‌های یاخته، مولکول *ATP* تجزیه می‌شود. **د) نادرست.** کانال‌های نشتی و دریچه‌دار، یون‌های پتاسیم را در جهت شیب غلظت عبور می‌دهند و *ADP* می‌سازند، که دریچهٔ کانال‌های پتاسیمی، به سمت داخل یاخته است، نشتی‌ها هم که اصلاً دریچه ندارند.

۱۳۱۵: ۲) *این سؤال در دورهٔ خودش بروبیایی داشت بیچاره و ما به احترامش آوردیمش اینجا!*

خب متن سؤال دقیقاً داره آفر پتانسیل عمل رو معرفی می‌کنه که پتاسیم زیادی رفته بیرون و سدیم‌ها نیز در یافته مونن! حالا یافته می‌فواد به آرامش برسه! خب حالا ادامش رو رسمی توضیح می‌دم! در صورت سؤال به کلمهٔ **اثر سوء** دقت کنید. اولاً که گزینه‌های (۱) و (۴) مربوط به فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم است که همواره فعال می‌باشد پس خللی در کار ما ایجاد نمی‌کند. گزینهٔ (۳) مربوط به زمان استراحت است و اثر سوء نمی‌دهد. اما گزینهٔ (۲) مربوط به پتانسیل عمل است و نتیجه‌ای مخالف با ایجاد پتانسیل آرامش دارد. در حقیقت با باز شدن کانال پتاسیم، یون‌های پتاسیم بیشتری از یاختهٔ عصبی خارج شده و آن را از آرامش دورتر و دورتر می‌کند.

۱۳۱۶ **(۱)** در بخش (۱)، یاخته در حالت آرامش و در بخش (۲) که پتانسیل عمل با اختلاف منفی بیرون را نشان می‌دهد، کانال‌های دریچه‌دار سدیم باز هستند و یون‌های سدیم وارد یاخته می‌شوند. در هر دو بخش کانال‌های نشتی باز هستند و یون‌های پتاسیم توسط کانال‌های نشتی پتاسیمی، از یاخته طی شیب غلظت خود خارج می‌شوند که آب نیز با آن‌ها از کانال‌ها رد می‌شود.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** پمپ سدیم - پتاسیم همواره در حال فعالیت است و با هیدرولیز *ATP*، مقدار فسفات را درون یاخته زیاد می‌کند. **گزینهٔ (۳):** دریچهٔ کانال‌های دریچه‌دار سدیمی به سمت **بیرون** یاخته باز می‌شود. **گزینهٔ (۴):** دریچهٔ کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی به سمت **درون** یاخته باز می‌شود.

۱۳۱۷ **(۱)** شکل ۷ کتاب درسی در فصل ۱، مراحل پتانسیل عمل در یک یاختهٔ عصبی را نشان می‌دهد. با توجه به آن، دریچهٔ کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در سمت **خارج** غشا و دریچهٔ کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی در سمت **داخل** غشا قرار گرفته است. در ابتدای قسمت نزولی پتانسیل عمل (پتانسیل ۳۰+ تا صفر)، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی فعال می‌شوند و اختلاف پتانسیل بین دو سوی غشا از ۳۰+ تا صفر در حال کاهش است. در این زمان پتانسیل الکتریکی داخل یاخته از خارج یاخته بیشتر است، یعنی یون‌های مثبت بیشتری در داخل تجمع یافته‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در **انتهای** قسمت صعودی (پتانسیل ۰ تا ۳۰+) کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بازند و برخلاف قسمت ۷۰- تا صفر، اختلاف پتانسیل درون به بیرون یاخته در حال افزایش است. در این زمان یون‌های سدیم از طریق کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و کانال‌های نشتی به داخل یاخته وارد می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** در تمامی قسمت‌های پتانسیل عمل، یون پتاسیم با انتشار تسهیل شده و از طریق کانال‌های نشتی از یاخته خارج شده و با کمک پمپ سدیم - پتاسیم به یاخته وارد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در انتهای مرحلهٔ نزولی (پتانسیل ۰ تا ۷۰-) کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی فعال‌اند و اختلاف غلظت یون‌های دو سمت غشا در حال افزایش است. در مرحلهٔ نزولی پتانسیل عمل، پس از رسیدن به اختلاف ۷۰-، حداکثر فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم در بازگرداندن غلظت یون‌ها به حالت آرامش نقش دارد.

۱۳۱۸ **(۴)** در بخش دوم پتانسیل عمل، مدتی پس از بسته شدن کانال دریچه‌دار سدیمی، نمودار از ۳۰+ به سمت ۷۰- می‌آید یعنی پتانسیل درون نسبت به بیرون از صفر به **بعد منفی** می‌شود. (دقت کنید که این سؤال مربوط به کنکور است، پس وقتی قید "**در پی**" می‌آید، حتماً نباید منظور بلافاصله پس از آن باشد.)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** همواره در ابتدای پتانسیل عمل، محرک مناسب، سبب می‌شود که کانال‌های دریچه‌دار **سدیمی** باز شوند. **گزینهٔ (۲):** در هنگام ثبت بخش پایین‌رو پتانسیل عمل که کانال دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌باشد، با خروج پتاسیم، تراکم پتاسیم داخل یاخته بسیار کم می‌شود ولی بعد از پایان پتانسیل عمل، پمپ‌ها با ورود پتاسیم مقدار این یون‌ها را به حالت آرامش خواهند رساند. **گزینهٔ (۳):** در پتانسیل عمل از اختلاف صفر به سمت ۳۰+ (در بخش بالارو)، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته می‌مانند و سدیمی‌ها از قبل باز شده‌اند.

۱۳۱۹ **(۱)** در بخش نزولی نمودار، یون‌های سدیم توسط کانال‌های نشتی سدیمی و پمپ سدیم - پتاسیم همیشه فعال جابه‌جا می‌شوند. پمپ سدیم - پتاسیم همواره **فعال** است و طی فعالیت خود از *ATP* استفاده می‌کند. (دقت کنید که در بخش بالاروی پتانسیل عمل، سدیم‌ها توسط سه نوع پروتئین غشایی، کانال‌های نشتی، دریچه‌دار و پمپ سدیم - پتاسیم منتقل می‌شوند.)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در هر دو سمت نزولی و صعودی نمودار پتانسیل عمل، اختلاف پتانسیل به نقطهٔ صفر می‌رسد. در بخش نزولی، یون‌های پتاسیم توسط کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی و نشتی پتاسیمی از یاخته خارج می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** زمانی که اختلاف پتانسیل به حد آرامش (۷۰-) می‌رسد، همهٔ کانال‌های دریچه‌دار را می‌توان به‌طور هم‌زمان بسته دید. همان‌طور که گفتیم پمپ سدیم - پتاسیم همواره فعال است و یون‌های سدیم را در خلاف جهت شیب غلظت از یاخته خارج می‌کند. **گزینهٔ (۴):** زمانی که نمودار از ۷۰- میلی‌ولت به صفر و از ۳۰+ میلی‌ولت به صفر جابه‌جا می‌شود، اختلاف پتانسیل در حال کاهش است. دریچهٔ **کانال‌های** دریچه‌دار سدیمی به سمت بیرون یاخته باز می‌شود. (پمپ سدیم - پتاسیم دریچه ندارد و با تغییر وضعیت باز و بسته می‌شود.)

۱۳۲۰ **(۱)** فقط مورد (د) درست است. کانال‌های نشتی و پمپ سدیم - پتاسیم همواره در حال فعالیت هستند. ولی دقت کنید که سؤال در مورد **برخی از آن‌ها** پرسیده است.

بررسی موارد (الف) کانال‌های **دریچه‌دار** سدیمی و پتاسیمی همواره فعال نیستند. کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در بخش صعودی و پتاسیمی‌ها در بخش نزولی فعال هستند. باز هم دقت کنید که دریچه فقط در کانال‌های دریچه‌دار وجود دارد. (ب) **هر دو نوع آن‌ها** در همهٔ مراحل پتانسیل‌های غشایی فعال هستند ولی سؤال در مورد **گروهی** از آن‌ها خواسته است. (ج) پروتئین‌های مورد نظر، همگی از نوع سراسری در عرض غشا هستند. (د) پمپ سدیم - پتاسیم دو نوع یون را جابه‌جا می‌کند و با مصرف *ATP*، باعث افزایش فسفات‌های داخل یاخته می‌شود.

۱۳۲۱ **(۲)** در اختلاف پتانسیل **صفر و** ۷۰- میلی‌ولت به ترتیب **کمترین** و **بیشترین** مقدار اختلاف پتانسیل دیده می‌شود. پمپ سدیم - پتاسیم همواره در حال فعالیت است و با تجزیهٔ *ATP*، آب مصرف می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دریچهٔ کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی به سمت **درون** یاخته باز می‌شود. **کربوهیدرات‌های غشا** در سطح **خارجی** غشا قرار دارند. ولی در هنگام آرامش این کانال‌ها باز نیستند. **گزینهٔ (۳):** پمپ سدیم - پتاسیم در **خلاف** جهت شیب غلظت یون‌ها را جابه‌جا می‌کند، پس واژهٔ منتشر برای آن غلط است چون انتقال فعال دارد (نه انتشار). **گزینهٔ (۴):** *فیالت رامت باشه* که یون‌های سدیم و پتاسیم همواره توسط کانال‌های نشتی و پمپ سدیم - پتاسیم جابه‌جا می‌شوند.

۱۳۲۲ **(۱)** وقتی اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، از صفر به سمت ۳۰+ و از صفر به ۷۰- حرکت می‌کند، یعنی در حال افزایش است. دقت کنید که یون پتاسیم توسط پمپ و کانال‌ها در هر دو جهت شیب و خلاف شیب غلظت جابه‌جا می‌شود. و از طرفی در فصل ۷ زیست دهم آموختید که یون‌های **پتاسیم و کلر** (نه سدیم) در مکانیسم باز شدن روزنه‌های هوایی مؤثرند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** وقتی اختلاف پتانسیل دو سوی غشا ۳۰+ است، در یک لحظه همهٔ کانال‌های دریچه‌دار بسته هستند. (هر کانال یک دریچه دارد.) **گزینهٔ (۳):** در قسمت نزولی نمودار هم از ۳۰+ تا صفر، اختلاف پتانسیل کاهش می‌یابد ولی کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته هستند از طرفی هر کانال هم فقط یک دریچه دارد (نه دریچه‌ها!). **گزینهٔ (۴):** در کل نمودار، ۴ بار اختلاف پتانسیل عدد ۲۵ را نشان می‌دهد، دو بار ۲۵- و دو بار ۲۵+ در هر دو سمت نزولی و صعودی نمودار پتانسیل عمل ولی در سمت صعودی نمودار، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته هستند.

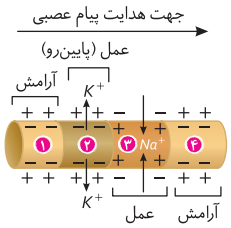
۱۳۲۳ **(۴)** در این سؤال دقت کنید که غشای بالایی یک یاختهٔ عصبی را در نظر می‌گیریم (نه غشای پایینی!). در این حالت دریچهٔ کانال سدیمی به سمت بالا باز و به سمت پایین بسته می‌شود و از طرفی دریچهٔ کانال پتاسیمی به سمت بالا بسته و به سمت پایین باز می‌شود. هرگاه دریچهٔ نوعی کانال از غشا دور شود، یعنی این کانال فعال شده و باز می‌شود. که در هر دو حالت یعنی باز شدن کانال سدیمی یا پتاسیمی، ابتدا اختلاف پتانسیل غشای نورون به صفر نزدیک شده و در حقیقت کاهش می‌یابد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** برای بسته شدن کانال دریچه‌دار پتاسیمی و باز شدن کانال دریچه‌دار سدیمی، دریچه‌ها به سمت بالا حرکت می‌کنند. در صورت بسته شدن کانال دریچه‌دار پتاسیمی، سدیم بیشتری وارد یاخته نمی‌شود! چون کانال‌هااختصاصی هستند. **گزینهٔ (۲):** در پی بسته شدن کانال دریچهٔ سدیمی و باز شدن کانال دریچهٔ پتاسیمی، دریچه به سمت پایین حرکت می‌کند. دقت کنید پتاسیم در این حالت بیشتر از یاخته خارج می‌شود. (نه وارد!) **گزینهٔ (۴):** در یک زمان مشخص، دریچهٔ دو کانال هیچ‌گاه خلاف هم حرکت نمی‌کنند تا هر دو باز شوند. در ضمن فعالیت شدید پمپ سدیم - پتاسیم بعد از بسته شدن کانال دریچه‌دار پتاسیمی می‌باشد.

۱۳۲۴: ۱) بسته شدن کانال دریچه‌دار در غشای نورون می‌تواند در قلهٔ پتانسیل عمل (بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی) یا پایان پتانسیل عمل (بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی) رخ دهد. فقط مورد (الف) به‌طور حتم در هیچ‌یک از این دو هنگام رخ نمی‌دهد.

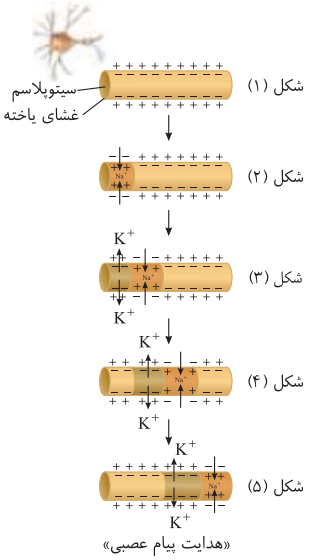
بررسی موارد **الف)** بلافاصله در پی پایان پتانسیل عمل، پتانسیل آرامش برقرار می‌شود ولی حالت آرامش در مورد یون‌ها برقرار نیست و با افزایش عملکرد پمپ سدیم - پتاسیم، غلظت یون‌ها نیز به حالت آرامش برمی‌گردد. *فرق «حالت آرامش» و «پتانسیل آرامش» را دریابیم!* منظور از پتانسیل آرامش، یعنی اختلاف پتانسیل دو سمت غشای نورون ۷۰- میلی‌ولت باشد. منظور از حالت آرامش، یعنی علاوه‌بر اینکه اختلاف پتانسیل دو سمت غشای نورون ۷۰- میلی‌ولت باشد؛ غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سمت غشای نورون نیز مطابق معمول باشد. **ب)** در قلهٔ ۳۰+ پتانسیل عمل، حداکثر بار مثبت درون نورون مشاهده می‌شود و اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سوی غشا ۳۰+ میلی‌ولت است. **ج)** در پایان پتانسیل عمل، به علت افزایش فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم، میزان *ATP* بیشتری در سمت داخلی غشا شکسته می‌شود و بدین ترتیب غلظت فسفات آزاد و *ADP* در این قسمت افزایش می‌یابد. **د)** در قلهٔ پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی که دریچه‌شان در سمت درونی غشای نورون قرار دارد، باز می‌شوند.

۱۳۲۵: ۳) منظور سؤال هنگام **هدایت** پیام عصبی یا پتانسیل عمل در یک نورون حسی است. وقتی که پیام عصبی به وسط نورون حسی می‌رسد، منطقه‌ای که کانال دریچه‌دار سدیمیِ باز دارد یعنی در حال شروع پتانسیل عمل است (منطقهٔ ۳) که منطقهٔ عقب آن (منطقهٔ ۲) در حال بازگشت پتانسیل عمل به سمت پتانسیل آرامش است و به همین علت کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی آن قسمت باز هستند.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به شکل، در عقب منطقه‌ای که کانال دریچه‌دار پتاسیمیِ باز دارد (منطقهٔ ۲)، پتانسیل آرامش (در منطقهٔ ۱) برقرار شده است. **گزینهٔ (۲):** غشا همیشه نسبت به پتاسیم و سدیم نفوذپذیر است و کانال‌های نشتیِ همیشه بازِ پتاسیمی یا سدیمی در هر نقطه و منطقه‌ای دیده می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** جلوی منطقه‌ای که کانال پتاسیمیِ دریچه‌دار باز (منطقهٔ ۲) است، در حال شروع پتانسیل عمل می‌باشد و کانال دریچه‌دار سدیمیِ باز دارد (منطقهٔ ۳).

۷۴ شکل‌نامهٔ هدایت نقطه به نقطهٔ پیام عصبی



۱) *با توجه به شکل (۱) می‌بینید که این یاخته عصبی، در حالت پتانسیل آرامش به سر می‌برد از تحریک خبری نیست و هر پی هست پتانسیل آرامشه! در تمام حالت‌های این شکل هواسمون هست که یون سریم درون کمتر از بیرون یافته و یافتهٔ پتاسیم درون یافته بیشتر از بیرون یافته هست و از طرفی پمپ سریم - پتاسیم و کانال‌های نشتی سریمی و پتاسیمی کلاً همیشه فعالن!*

۲) *با توجه به شکل (۲)، می‌بینیم که پتانسیل عمل (الف) به علت تحریک در ابتدای یافتهٔ عصبی ایجاد شده و کانال دریچه‌دار سریمی باز شده و باعث میشه در جهت پتانسیل عمل و بدون مصرف انرژی، یون‌های سریم رو به داخل یافته بفرسته و درون یافته برای لحظه‌ای کوتاه دارای پتانسیل مثبت نسبت به بیرون شده است.*

۳) *با توجه به شکل (۳)، وقتی در یک نورون بیرون منفی بوده و کانال دریچه‌دار سریمی باز است (ب)، می‌توان در نقطهٔ قبلی آن (الف) دریچهٔ باز کانال دریچه‌دار پتاسیمی را مشاهده کرد پس میشه در یک لحظه کانال دریچه‌دار سریمی و پتاسیمی رو در یک رشته عصبی باز دید* (البته در نقاط متفاوت).

۴) *با توجه به شکل (۴)، در قسمت سوم این عکس میشه دید که پتانسیل عمل در نقطهٔ جلوتر* (الف) *از نقطهٔ قبلی ایجاد شده و همون بخش بالارو نمودار پتانسیل عمل رو در بخش بعد میشه دید و البته هواسمون هست که در نقطهٔ قبلی* (ب) *که در قسمت سه در مرحله بالارو بود، الان دیگه کشیده پایین پتانسیلو و در مرحلهٔ پایین‌رو به سر می‌برد و این یعنی کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی‌اش در حال خروج یون‌های پتاسیم در جهت شیب غلظت یعنی بیرون یافته هستند.*

۵) *وقتی در یک نورون کانال دریچه‌دار پتاسیمی بسته است* (الف)*، می‌توان در نقطهٔ بعدی آن،* (ب) *دریچهٔ بستهٔ کانال دریچه‌دار سریمی را مشاهده کرد پس میشه در یک لحظه کانال دریچه‌دار سریمی و پتاسیمی رو در یک رشتهٔ عصبی بسته دید* (هم در نقاط متعدد هم در قلهٔ نمودار و پتانسیل آرامش).

۶) *در قسمت چهارم بسیار واضحه که پی میشه، چراکه در نقطهٔ اولی به پتانسیل آرامش رسیدیم* (ج) *و در نقطهٔ دوم هم که در مرحله پایین‌رو و خروج پتاسیم* (ب) *رو داریم و در نقطهٔ سوم که جدیدن به جمع‌مون اضافه شده، مرحله بالارو و باز شدن کانال دریچه‌دار سریمی* (الف) *رو به تماشا می‌نشینیم.*

۷) *در شکل (۵)، واضح است که پتانسیل عمل به انتهای رشتهٔ عصبی رسیده است و حالا باید به یافتهٔ بعد منتقل شود.*

۱۳۲۶: ۲) موارد (ب) و (ج) صحیح هستند.

بررسی موارد **الف)** نادرست. پیام عصبی، همان پتانسیل عمل است که پس از ایجاد در یک نقطه، **نقطه به نقطه و یا به صورت جهشی** پیش می‌رود تا به انتهای رشتهٔ عصبی برسد. **ب)** **درست.** در نورون حرکتی، **فقط آکسون**، رشتهٔ عصبی (رشتهٔ دراز) محسوب می‌شود اما در نورون حسی، ممکن است آکسون و دندریت، هر دو رشتهٔ عصبی (رشتهٔ دراز) باشند. **ج)** **درست.** در محل گره‌های رانویه برخلاف محل غلاف میلین، یون‌ها می‌توانند از غشای رشتهٔ عصبی عبور کنند زیرا میلین، رشتهٔ عصبی را عایق می‌کند. پس **در محل میلین برخلاف محل گره‌های رانویه، کانال‌های دریچه‌دار وجود ندارند.** **د)** نادرست. قطر رشتهٔ عصبی نیز در سرعت هدایت پیام عصبی مؤثر است.

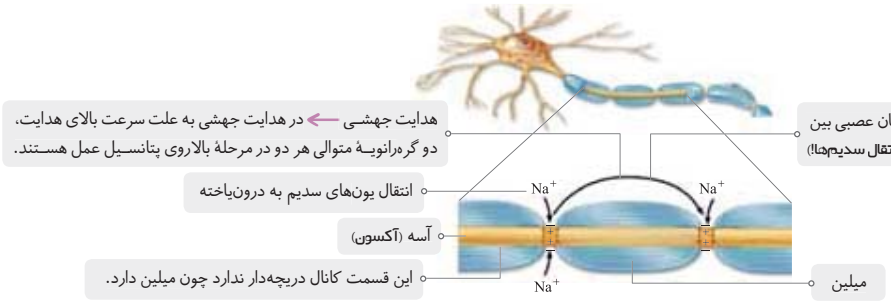
۱۳۲۷: ۱) فقط مورد (ب) صحیح است.

بررسی موارد **الف)** نادرست. اولین نقطهٔ شروع‌کننده و ایجادکنندهٔ پیام عصبی، می‌تواند از طریق محرک بوده باشد. (نه حتماً از نقطهٔ قبلی!) **ب)** **درست.** چون میلین وجود ندارد، هدایت پیام عصبی یاخته به صورت نقطه‌به‌نقطه و به مقدار ثابتی است. **ج)** نادرست. همواره از کانال‌های نشتی و پمپ سدیم - پتاسیم باز، عبور هر دو یون سدیم و پتاسیم امکان‌پذیر است. **د)** نادرست. به واژهٔ **«بسته شدن!»** (نه بسته بودن!) دقت کنید، چون در هیچ قسمتی از پتانسیل غشایی، هر دو کانال دریچه‌دار هم‌زمان با هم بسته **نمی‌شوند**. همواره یکی بسته بوده و دیگری در قلهٔ پتانسیل عمل یا در پتانسیل آرامش بسته می‌شود. *(پس نتیجه می‌گیریم که باید به نوع فواندن و ادبیات فعل‌ها هم دقت کنیم!)*

۱۳۲۸ (۱) در پتانسیل عمل، سدیم **به درون** سیتوپلاسم یاخته می‌آید و چون غلاف میلین روی غشا است پس هدایت جهشی مخصوص حرکت **پیام عصبی** بر روی نورون است نه حرکت یون‌های سدیم به درون یاخته!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** نمی‌توان گفت هر محلی از نورون که با محیط بیرون در ارتباط است، گره‌رانویه می‌باشد چون ممکن است این محل انتهای پایانهٔ آکسون یا غشای جسم‌یاخته‌ای باشد. در حقیقت گره‌رانویه فقط بین دو بخش میلین‌دار قرار دارد. **گزینهٔ (۳):** در محل‌های میلین‌دار، غشای یاختهٔ نوروگلیا برای تشکیل میلین قرار دارند که حتماً می‌دانید هر غشایی، حاوی پروتئین می‌باشد. در این محل‌ها، محققین معتقدند که کانال‌های دریچه‌دار وجود ندارند. **گزینهٔ (۴):** در رشته‌های بدون میلین که **قطر** آن‌ها با رشتهٔ میلین‌دار **یکسان** یا از آن کمتر می‌باشد این گزینه صدق می‌کند (در صورتی که رشتهٔ بدون میلین قطر بسیار بیشتری از رشتهٔ میلین‌دار داشته باشد، ممکن است سرعت هدایت پیام در آن بیشتر باشد).

۷۵ شکل‌نامهٔ هدایت جهش پیام عصبی



- در محل گره‌های رانویه، میلین وجود ندارد و رشتهٔ عصبی با محیط بیرون از یاخته ارتباط دارد. بنابراین، در این گره‌ها پتانسیل عمل ایجاد می‌شود و پیام عصبی در رشته عصبی از یک گره به گرهٔ دیگر، هدایت می‌شود. در این حالت به نظر می‌رسد پیام عصبی از یک گره به گرهٔ دیگر میجهد. به همین علت، این هدایت را هدایت **جهشی** می‌نامند.
- سرعت هدایت پیام عصبی در رشته‌های عصبی با دو عامل، **قطر و وجود میلین**، رابطهٔ مستقیم دارد؛ یعنی سرعت هدایت پیام عصبی در رشته‌های میلین‌دار و قطور بیشتر از رشته‌های بدون میلین و باریک است.
- در گره‌های رانویه تعداد زیادی کانال دریچه‌دار وجود دارد اما در فاصلهٔ بین گره‌ها این کانال‌ها وجود ندارند.
- در این شکل دقت کنید که اولاً در گره‌های رانویه سدیم‌ها وارد نورون می‌شوند و بین دو گره، جریان عصبی (پیام) هدایت می‌یابد و ثانیاً اینکه در محل گره‌ها فقط یاختهٔ پشتیبان **میلین‌ساز** وجود ندارد ولی نوع دیگر یاختهٔ پشتیبان وجود دارد.
- وجود غلاف میلین و گره‌رانویه برای نورون‌هایی که بخش‌های مربوط به حرکات سریع بدن را کنترل می‌کنند مثل انعکاس‌ها ضروری است.

۱۳۲۹ (۳) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) در رشته‌های میلین‌دار، پیام عصبی از یک گره به گره دیگر **هدایت** می‌شود و اصطلاحاً می‌جهد. *(قرارمون این بود که هدایت در یک نورون رو با انتقال که بین دو یافته است اشتباه نکنی!)* (ب) نورون‌های **حرکتی** ماهیچه‌های اسکلتی، میلین‌دار هستند زیرا در ماهیچهٔ اسکلتی سرعت ارسال پیام اهمیت زیادی دارد. ماهیچه‌ها می‌توانند به نورون حسی مربوط به گیرندهٔ حس پیکری وضعیت هم متصل باشند که در فصل بعد در مورد حس پیکری وضعیت می‌خوانید. (ج) کاهش میلین **همانند** افزایش آن، می‌تواند منجر به برهم‌خوردن هومئوستازی بدن شود. (د) در بیماری *MS*، یاخته‌های پشتیبان میلین‌ساز در دستگاه عصبی **مرکزی** از بین می‌روند. (ه) بی‌حسی، لرزش، اختلال بینایی و حرکت، به دنبال آسیب دیدن یاخته‌های پشتیبان **میلین‌ساز** در دستگاه عصبی مرکزی روی می‌دهد.

۱۳۳۰ (۲) در بیماری *MS*، میلین اطراف یاخته‌های عصبی در **مغز و نخاع** مورد حمله قرار می‌گیرد و در پی اختلال ایجاد شده در روند **هدایت** پیام عصبی، بینایی و حرکت در فرد مختل شده و فرد بی‌حسی و لرزش دارد. در این سؤال دقت کنید که **نورون حرکتی** مورد نظر بوده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در *MS* یاخته‌های نوروگلیا که میلین‌ساز هستند مورد حمله قرار می‌گیرند و آسیب‌های وارده، مسیرهای حرکتی یا حسی را دچار اختلال می‌کنند. دقت کنید که در بیماری *MS*، **فقط کاهش میزان میلین** رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۳):** در متن سؤال اشکال در نورون **حرکتی** مطرح شده است که میزان هدایت از دستگاه عصبی به سوی ماهیچه‌ها دچار اختلال می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در *MS*، یاخته‌های پشتیبان تولیدکنندهٔ میلین، در نورون‌های مغز و نخاع (اطراف تارهای عصبی دستگاه عصبی مرکزی) آسیب دیده‌اند **نه در اطراف ماهیچه‌ها!** (یا تار ماهیچه‌ای!)

مطالبی در مورد بیماری *MS* و غیره

- کاهش یا افزایش میلین می‌تواند باعث بیماری شود، *ولی اینش مهمه که* در بیماری اِم.اِس (MS)، یاخته‌های **پشتیبانی** که در دستگاه عصبی **مرکزی** میلین می‌سازند، از بین می‌روند و کاهش می‌یابند. پس همهٔ یاخته‌های دستگاه عصبی در بیماری اِم.اِس از بین نمی‌روند، بلکه فقط اونایی که در دستگاه عصبی **مرکزی** هستند و تازه نه همهٔ انواع یاخته‌های پشتیبان دستگاه عصبی مرکزی، بلکه فقط اونایی که **میلین‌سازند** نابود می‌شوند.
- اِم.اِس نوعی بیماری **خودایمنی** است که در آن، میلینِ اطراف یاخته‌های عصبی در **مغز و نخاع** مورد حملهٔ دستگاه ایمنی قرار می‌گیرد و در قسمت‌هایی از بین می‌رود. بدین ترتیب، در ارتباط دستگاه عصبی مرکزی با بقیهٔ بدن اختلال ایجاد می‌شود.
- در بیماری اِم.اِس، بینائی و حرکت فرد مختل شده و فرد دچار لرزش و بی‌حسی می‌شود.
- در بیماری اِم.اِس، مصرف *ATP* و تولید *ADP* و فسفات در یاخته‌های عصبی افزایش می‌یابد. چون مقدار میلین کم می‌شود و هدایت فقط نقطه‌به‌نقطه انجام می‌شود!
- در ساقهٔ مغز، مغزمیانی در بالای پل‌مغزی قرار دارد و یاخته‌های عصبی آن، در فعالیت‌های مختلف از جمله شنوایی، بینایی و حرکت نقش دارند.

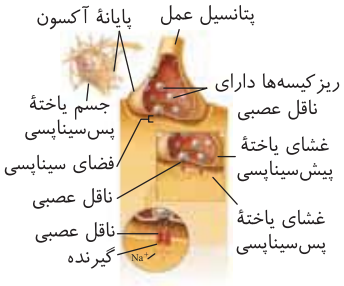
۱۳۳۱: (۳) ناقل عصبی، در محل جسم‌یاخته‌ای **ساخته** می‌شود و درون ریزکیسه‌هایی در طول آکسون هدایت می‌شود تا در پایانهٔ آکسون ذخیره گردد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های عصبی در محل سیناپس به یکدیگر **نچسبیده‌اند**. **گزینهٔ (۲):** ناقل عصبی را یاختهٔ **پیش‌سیناپسی** در فضای سیناپسی آزاد می‌کند و اضافی آن‌ها نیز به همان یاخته درون‌بری می‌شود. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که طی برون‌رانی، **ریزکیسه به فضای سیناپسی آزاد نمی‌شود!** بلکه ناقل عصبی برون‌رانی می‌شود. *این نکته در تست‌ها و کنکور بارها تکرار شده است.*

نکاتی از شکل سیناپس

ساخته شدن ناقل عصبی در جسم‌یاخته‌ای و ذخیره شدن در ریزکیسه ← حرکت کردن ریزکیسه به سمت پایانهٔ آکسون و منتظر آمدن پیام عصبی ماندن ← رسیدن پیام عصبی به پایانهٔ آکسونی ← برون‌رانی (اگزوسیتوز) ناقل‌های عصبی به فضای سیناپسی ← ورود ناقل به فضای سیناپسی و اتصال به گیرندهٔ یاختهٔ پس‌سیناپسی ← باز شدن دریچهٔ کانال گیرندهٔ یاختهٔ پس‌سیناپسی ← تغییر نفوذپذیری یاختهٔ پس‌سیناپسی به یون ← تحریک یاختهٔ پس‌سیناپسی یا مهار آن! وابسته به اینکه ناقل عصبی از چه نوعی (تحریکی یا مهاری) بود.

میشه دید که یافتهٔ پس‌سیناپسی، گیرندهٔ ناقل عصبی را هم در سطح دندریت خود دارد و هم جسم‌یافته‌ای‌اش. پس این شد که یک یاختهٔ عصبی می‌تواند پیام عصبی را به چند یاخته منتقل کند و حتی می‌تواند پیام عصبی را از چند یاخته دریافت کند.



حواستان باشد که ناقل عصبی می‌تواند از یاختهٔ پیش‌سیناپسی خارج شود و حتی در صورت عدم مصرف دوباره به آن وارد شود (با درون‌بری ناقل عصبی) ولی نمی‌تواند که به یاختهٔ پس‌سیناپسی وارد شود بلکه به **گیرندهٔ** موجود در سطح آن متصل می‌شود.

راستی پروتئین گیرندهٔ ناقل عصبی، پمپ سدیم - پتاسیم، کانال نشتی و دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی، همگی از نوع پروتئین **سراسری** بودند یعنی در تماس با سراسر غشای یاخته (دو لایهٔ فسفولیپیدی).

گیرندهٔ ناقل عصبی تحریکی، در حقیقت، کانالی دریچه‌دار **سدیمی** است که به مواد شیمیایی حساس است. (نه به اختلاف ولتاژ!)

همهٔ ریزکیسه‌های موجود در آکسون لزوماً توسط جسم‌یاخته‌ایِ همان یاخته ساخته نشده‌اند؛ به‌طور مثال وقتی ناقل عصبی **درون‌بری** می‌شود.

درون‌بری و برون‌رانی، نیاز به **ریزکیسه‌های** غشا دارند، پس در پروکاریوت‌ها دیده نمی‌شوند. راستی هر دو فرایند حتماً با صرف *ATP* رخ می‌دهند.

حواستان باشد که **ریزکیسه** از یاختهٔ پیش‌سیناپسی خارج نمی‌شود و فقط ناقل عصبی برون‌رانی می‌شود چراکه ریزکیسه، کیسه‌ای است که در جابه‌جایی مواد در درون یاخته نقش دارد و غشای آن با غشای یاختهٔ پیش‌سیناپسی یکی می‌شود.

در محل سیناپس، حتی می‌توان دید که دو ناقل عصبی به دو طرف یک گیرنده در سطح یاختهٔ پس‌سیناپسی متصل شود و در این محل یک فرورفتگی در یاختهٔ **پس‌سیناپسی** مشاهده می‌شود.

طی برون‌رانی ناقل عصبی، مقداری از محتویات یاختهٔ پیش‌سیناپسی (مثل آب) نیز وارد فضای سیناپسی می‌شود. شایان ذکر است که ناقل عصبی حتی از یون سدیم نیز بزرگتر است.

در فصل ۴ می‌خوانید که پیک کوتاه‌برد، بین یاخته‌هایی ارتباط برقرار می‌کند که در نزدیکی هم هستند و حداکثر چند یاخته با هم فاصله دارند. ناقل عصبی، یک پیک **کوتاه‌برد** است که از یاختهٔ پیش‌سیناپسی ترشح و بر یاختهٔ پس‌سیناپسی اثر می‌کند. (ناقل عصبی وارد خون نمی‌شود و از طریق فضای بین‌یاخته‌ای به یاختهٔ بعدی می‌رسد.)

در محل همایه، اگر ناقل عصبی آزادشده باشد قطعاً در یاختهٔ پس‌سیناپسی **تغییر پتانسیل الکتریکی** ایجاد می‌شود که بسته به نوع ناقل می‌تواند مهاری یا تحریکی باشد.

گیرنده‌های ناقل عصبی در سطح یاختهٔ عصبی پس‌سیناپسی وجود دارند و مهم این است که ناقل عصبی هیچ‌گاه به یاختهٔ پس‌سیناپسی وارد نمی‌شود.

در هنگام **انتقال** پیام عصبی، به دلیل انجام عمل برون‌رانی در پایانهٔ آسه، مصرف اکسیژن و آزادسازی کربن‌دی‌اکسید در این یاخته افزایش می‌یابد.

می‌توان دید که یاختهٔ پس‌سیناپسی، گیرندهٔ ناقل را در سطح دندریت و جسم‌یاخته‌ای خود دارد، چون هر دو قسمت گیرندهٔ پیام عصبی هستند.

طی برون‌رانی ناقل عصبی، بر مقدار سطح غشای یاختهٔ **پیش**‌سیناپسی افزوده می‌شود. چون غشای ریزکیسه‌ها با غشای یاخته یکی می‌شوند.

پس از پایان عمل سیناپس، اضافی ناقل‌های عصبی یا در فضای بین‌یاخته‌ای **تجزیه** می‌شوند یا با اگزوسیتوز به یاختهٔ **پیش**‌سیناپسی برمی‌گردند تا مقداری از غشای یاختهٔ **پیش**‌سیناپسی کم شود.

گیرندهٔ ناقل عصبی، علاوه‌بر نقش گیرندهٔ آن، کانال سدیمی هم می‌باشد.

۱۳۳۲: (۳) فقط عبارت گزینهٔ (۳) صحیح است چون ناقل عصبی چه مهاری باشد و چه تحریکی، پس از اتصال به گیرندهٔ خود، به‌طور حتم سبب **تغییر** نفوذپذیری غشا به یون‌ها و **تغییر اختلاف پتانسیل غشا** می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** **سیناپس بین عصب و ماهیچه هرگز نمی‌تواند از نوع مهاری و با ترشح ناقل عصبی باشد!** در حقیقت عصب همواره پیام خود را به ماهیچه برای **تحریک و انقباض** آن می‌دهد و ناقل عصبی **تحریکی** ترشح می‌کند. **گزینهٔ (۲):** در صورتی که ناقل عصبی از نوع **مهاری** باشد، قطعاً در یاختهٔ پس‌سیناپسی کانال دریچه‌دار سدیمی را باز نمی‌کند زیرا باز شدن کانال دریچه‌دار سدیمی سبب ایجاد پتانسیل عمل و تحریک یاختهٔ پس‌سیناپسی می‌شود. **گزینهٔ (۴):** برای جلوگیری از انتقال بیش از حد پیام عصبی و امکان انتقال پیام‌های جدید، **یاختهٔ پیش‌سیناپسی ناقل‌های اضافی را بازجذب می‌کند** و یا **آنزیم‌هایی، ناقل‌های اضافی را تجزیه می‌کنند** زیرا تغییر در مقدار طبیعی ناقل‌های عصبی از دلایل بیماری و اختلال در کار دستگاه عصبی است.

۱۳۳۳: (۲) در پتانسیل آرامش، نفوذپذیری غشای یاخته به یون‌های پتاسیم بیشتر از یون‌های سدیم است و ناقل عصبی برای انقباض (پتانسیل عمل) به یاختهٔ پس‌سیناپسی ماهیچه‌ای در حال آرامش برخورد می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ناقل‌های عصبی به فضای سیناپسی برون‌رانی می‌شوند و از بین فسفولیپیدهای غشا عبور نمی‌کنند. (عبور از بین فسفولیپیدها ویژهٔ انتشار ساده است.) **گزینهٔ (۳):** *صدبار گفتم توجه کنید*، ریزکیسه‌ها وارد فضای سیناپسی نمی‌شوند، بلکه ناقل درون آن‌ها اگزوسیتوز می‌شود. **گزینهٔ (۴):** ناقل‌های عصبی در جسم‌یاخته‌ای ساخته می‌شوند و در پایانهٔ آکسونی ذخیره می‌شوند.

۱۳۳۴: (۱) تنها مورد (ج) صحیح است. دقت کنید ما دو نوع پروتئین کانالی با تغییر وضعیت در غشای یک نورون داریم: (۱) وابسته به **ولتاژ** یا همان کانال دریچه‌دار سدیم - پتاسیمی (۲) وابسته به مادهٔ **شیمیایی** که به ناقل عصبی در سیناپس پاسخ می‌دهد.

بررسی موارد (الف) نادرست. کانال‌های متأثر از ناقل عصبی ابتدا باز می‌شوند، سپس پتانسیل عمل در یاختهٔ پس‌سیناپسی ایجاد می‌شود. (ب) نادرست. دقت کنید، ریبوزومی درون شبکهٔ آندوپلاسمی نداریم. این ریبوزوم‌ها روی شبکهٔ آندوپلاسمی زبر هستند. (ج) **درست.** با توجه به شکل کتاب درسی، کانال دریچه‌دار **سدیمی**، دریچه‌اش در سمت **بیرون** واقع شده است و همواره مقدار پتاسیم در درون و سدیم در بیرون یاخته بیشتر است. (د) نادرست. این مورد تنها در رابطه با کانال‌های وابسته به مادهٔ شیمیایی یعنی ناقل عصبی صحیح است.

۱۳۳۵ (۲) یون کلسیم در حالت استراحت با انتقال فعال وارد شبکهٔ آندوپلاسمی یاختهٔ ماهیچهٔ اسکلتی و برای انجام انقباض ماهیچه با انتشار به سیتوپلاسم و سارکومر وارد می‌شود. از طرفی برون‌رانی ناقلین عصبی درون ریزکیسه‌ها همانند انتقال فعال با مصرف انرژی همراه است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید هر همایه‌ای از نوع **تحریکی** نیست و ممکن است مهاری باشد. ولی ایجاد پتانسیل **عمل** در یاختهٔ پس‌همایه‌ای، در همایه‌های تحریکی رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۳):** غشای دو یاخته، در محل همایه با یکدیگر فاصله دارند و به یکدیگر متصل نشده‌اند. **گزینهٔ (۴):** در اینجا باید فرض کنید که سیناپس و انتقال پیام عصبی می‌تواند از انتهای آکسون به **جسم‌یاخته‌ای** بعدی هم برسد. در این صورت هدایت پیام عصبی در دندریت دیده نمی‌شود.

۱۳۳۶ (۴) *دقت کنید بعضی از نورون‌ها که حتماً نمی‌تونه جریان عصبی را از غشای خودش به صورت جهشی عبور بده، جسم‌یاخته‌ای اون نورونها چون جسم‌یاخته‌ای هیچ‌گاه میلین و گره‌رانویه ندارها یادتون نره که هر نورونی میلین نداره و نمی‌تونیم بگیم به‌طور حتم آکسون یا دندریت این یاخته‌ها نمی‌تونن جریان الکتریکی رو از خودشون عبور بدن. از طرفی همواره در جسم‌یاخته‌ای نورون ناقل تولید شده و پس از بسته‌بندی در دستگاه گلژی، به سمت آکسون هدایت می‌شه‌ا* (اینم دلم خواست خودمونی بگم!)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در رابطه با جسم‌یاخته‌ای نادرست است. چون جسم‌یاخته‌ای عایق‌بندی نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** دقت کنید نورون‌ها **به ندرت** تقسیم می‌شوند! پس در **هسته** معمولاً عملکرد آنزیم دنابسپاراز مشاهده نمی‌شود ولی در راکیزهٔ آن‌ها همیشه دنابسپاراز فعال است! **گزینهٔ (۳):** دقت کنید برخی نورون‌های حسی (مثل نخاعی‌ها)، یک زائدهٔ سیتوپلاسمی متصل به جسم‌یاخته‌ای خود دارند، یعنی آکسون و دندریت **از یک محل** به آن متصل هستند.

۱۳۳۷ (۴) در هر دو نوع همایهٔ تحریکی و مهاری، رسیدن ناقلین عصبی به گیرندهٔ خود موجب تغییر میزان یون‌ها و اختلاف پتانسیل دو سوی غشا در یاختهٔ پس‌همایه‌ای می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۲):** در هر دو نوع همایه، خارج شدن ناقلین عصبی از یاختهٔ **پیش**همایه‌ای رخ می‌دهد. برای خروج این ناقلین عصبی نیاز است تا ریزکیسه‌های حاوی ناقل عصبی به **روش برون‌رانی** (یکی شدن غشای ریزکیسه با غشای یاخته) فقط **محتویات خود را** وارد فضای همایه‌ای کنند. **گزینهٔ (۴):** در همهٔ انواع همایه‌ها برای جلوگیری از انتقال بیش از حد پیام نیاز است تا ناقلین عصبی از محل فضای همایه‌ای تخلیه شوند.

۱۷۹ مقایسهٔ سیناپس تحریکی و مهاری

ویژگی / نوع سیناپس	پیام عصبی در یاختهٔ پس‌سیناپسی	آزادسازی به فضای سیناپسی	کانال دریچه‌دار سدیمی	پتانسیل عمل	انتقال پیام رخ می‌دهد؟	اتصال ناقل به گیرنده	پتانسیل پس‌سیناپسی	تغییرپتانسیل پس‌سیناپسی
تحریکی	تولید می‌شود	ناقل تحریکی	باز می‌شود	ایجاد می‌کند	بله	رخ می‌دهد	مثبت‌تر	بله
مهاری	تولید نمی‌شود	ناقل مهاری	خیر	ایجاد نمی‌کند	بله	رخ می‌دهد	منفی‌تر (خارج از کتاب)	بله

۱۳۳۸ (۲) انرژی حاصل از تجزیهٔ ATPهای محصول میتوکندری یک یاختهٔ عصبی، صرف تولید درشت مولکول‌ها در یاختهٔ عصبی، برون‌رانی ناقل عصبی از انتهای آکسون و برقراری پتانسیل آرامش با فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم می‌شود ولی اتصال ناقل عصبی به یاختهٔ پس‌سیناپسی به ATP نیاز ندارد و بیرون از یاختهٔ عصبی است.

۱۳۳۹ (۲) موارد (ج) و (د) صحیح هستند. یاخته‌هایی که در برقراری سیناپس شرکت می‌کنند عبارتند از نورون‌ها، گیرنده‌های حسی، ماهیچه‌های بدن و یاخته‌های بافت پوششی غدد.

بررسی موارد (الف) نادرست. دقت کنید هر یاختهٔ ماهیچه‌ای اسکلتی دارای **چندین هسته** می‌باشند که به آن شکل و کار خاصی می‌دهند.
(ب) نادرست. در بافت پوششی غدد بین یاخته‌ها فضای بین‌یاخته‌ای بافت پوششی **اندکی** وجود دارد. (ج) **درست.** در راکیزهٔ یاخته‌های جانوری، دنای حلقوی یافت می‌شود و می‌توان در آن رونویسی و همانندسازی را مشاهده کرد. رونویسی به کمک رنابسپاراز و همانندسازی به کمک دنابسپاراز انجام می‌شود. (د) **درست.** تمام یاخته‌های زندهٔ بدن انسان، برای هورمون‌های تیروئیدی (یددارها) گیرنده دارند. دقت کنید این هورمون‌ها از بخش پروتئینی (آلی) و ید (معدنی) تشکیل شده‌اند.

۱۳۴۰ (۴) ناقل‌های عصبی تحریک‌کننده، باعث باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در یاختهٔ پس‌سیناپسی می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پس از انتقال پیام عصبی، برخی از مولکول‌های ناقل عصبی، می‌توانند دوباره به یاختهٔ پیش‌سیناپسی **درون‌بری** شده و برخی نیز توسط آنزیم‌ها در فضای همایه‌ای تجزیه شوند. **گزینهٔ (۲):** ناقلین در جسم‌یاخته‌ای یاختهٔ عصبی **تولید** می‌گردند و از پایانهٔ آکسونی به فضای همایه برون‌رانی می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** جایگاه گیرندهٔ ناقل‌های عصبی، هیچ‌گاه **درون** یاختهٔ پس‌سیناپسی نمی‌باشد، بلکه این ناقل عصبی، به گیرندهٔ اختصاصی در **سطح** غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی متصل می‌شود.

۱۳۴۱ (۲) برای انتقال پیام عصبی از یاختهٔ عصبی پیش‌سیناپسی، ماده‌ای به نام ناقل عصبی در فضای سیناپسی آزاد می‌شود. ناقل عصبی در یاخته‌های عصبی ساخته و درون ریزکیسه‌ها ذخیره می‌شود. وقتی پیام عصبی به پایانهٔ آکسون می‌رسد، ناقل عصبی درون این کیسه‌ها با برون‌رانی، در فضای سیناپسی آزاد می‌شود. در طی برون‌رانی، غشای ریزکیسه‌های محتوی ناقل عصبی با غشای پایانهٔ آکسون ادغام شده و منجر به افزایش سطح یاختهٔ پیش‌سیناپسی می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** این عبارت تنها در رابطه با برخی ناقل‌های عصبی مانند ناقل‌های عصبی **تحریکی** صحیح می‌باشد. **گزینهٔ (۳):** یاختهٔ پس‌سیناپسی ممکن است یک یاختهٔ غیرعصبی باشد (مانند یک یاختهٔ ماهیچه‌ای) که دندریت و جسم‌یاخته‌ای ندارد ولی دقت کنید که نوعی ناقل عصبی که روی ماهیچه اثر می‌کند فقط برای **به انقباض درآوردن** آن است. **گزینهٔ (۴):** ناقل‌های باقی‌مانده در فضای سیناپسی یا توسط آنزیم‌های موجود در فضای سیناپسی تجزیه می‌شوند یا اینکه جذب یاختهٔ پیش‌سیناپسی می‌شوند.

نکته
جذب ناقل‌های عصبی به یاختهٔ پیش‌سیناپسی با کمک **درون‌بری** صورت می‌گیرد؛ بنابراین در سیناپس هم درون‌بری (آزاد شدن ناقل‌ها) و هم برون‌رانی (جذب ناقل‌ها) مشاهده می‌شود.

۱۳۴۲ (۱) در **برخی** از یاخته‌های عصبی **حسی**، طول دندریت بلندتر از طول آکسون است. در این یاخته‌ها محل اتصال دندریت و آکسون به جسم‌یاخته‌ای یکسان است. این نورون‌ها T شکل و اغلب نخاعی هستند ولی برخی نورون‌های حسی که آکسون بلندتر از دندریت دارند، این رشته‌ها از دو جای مختلف به جسم‌یاخته‌ای متصل می‌شوند. (مانند گیرندهٔ بویایی)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در یاخته‌های عصبی حرکتی و رابط، طول آکسون آن بلندتر از طول دندریت است. پس این نکته در مورد نورون رابط موجود در مادهٔ خاکستری نخاع نادرست است. **گزینهٔ (۳):** در نورون رابط، انشعابات دندریت آن بیشتر از سایر نورون‌هاست. از طرفی ناقل عصبی فقط می‌تواند وارد یاختهٔ سازندهٔ آن شود، آن هم وقتی انتقال پیام پایان یافته است. **گزینهٔ (۴):** همهٔ نورون‌ها با یاخته‌های پشتیبان در ارتباط هستند اما همهٔ نورون‌ها قطعاً غلاف میلین ندارند. چون هر یاختهٔ پشتیبان، کار خاص خود را دارد.

۱۳۴۳: ۳ با توجه به شکل که ترتیب و نحوهٔ مراحل انتقال پیام عصبی را نشان می‌دهد، می‌توان به پاسخ صحیح گزینهٔ (۳) رسید که وقتی انتقال پیام صورت گرفته است که گیرندهٔ یاختهٔ پس‌سیناپسی دچار تغییر فعالیت شود. (موارد (ب) و (ج) فقط از نظر علمی صحیح هستند.)

بررسی موارد دقت کنید که ابتدا پیام عصبی یا پتانسیل عمل به انتهای آکسون می‌رسد و سپس ریزکیسهٔ حاوی ناقل عصبی با غشای پیش‌سیناپسی یکی می‌شود ولی مهم این است که بارها گفتیم، ریزکیسه برون‌رانی نمی‌شود بلکه فقط ناقلین عصبی با برون‌رانی وارد فضای سیناپسی می‌شوند (نادرستی مفهوم علمی (الف)). این عمل سبب تغییر پیام الکتریکی در یاختهٔ پس‌سیناپسی می‌شود یعنی کل ریزکیسه برون‌رانی نمی‌شود و غشای آن از یاخته خارج نمی‌شود سپس سدیم وارد یاختهٔ پس‌سیناپسی می‌شود ولی طبق شکل باید دو ناقل به گیرندهٔ کانالی یاختهٔ پس‌سیناپسی متصل شوند (نادرستی مفهوم علمی (د)).

۱۳۴۴: ۲ همهٔ موارد به‌جز مورد (ج) نادرست هستند. *بچه‌ها فوب رقت کنیرا* علاوه‌بر ناقل عصبی و آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ آن، در فضای سیناپسی یون‌های پتاسیم و سدیم نیز در جریان الکتریکی بر یاختهٔ پس‌سیناپسی مؤثر هستند!

بررسی موارد (الف) نادرست. در رابطه با یون‌های پتاسیم و سدیم نادرست است. (ب) نادرست. دقت کنید از بین عوامل مؤثر، تنها ناقل عصبی و آنزیم تجزیه‌کنندهٔ آن به کمک برون‌رانی (افزایش سطح غشا و مصرف ATP) از یاخته خارج می‌شوند. (ج) **درست.** هر عاملی که در سیناپس مقدار آن کم یا زیاد شود می‌تواند سبب اختلال شود. (د) نادرست. مثلاً یون سدیم می‌تواند وارد یاختهٔ پس‌سیناپسی شده و سبب تحریک و به راه افتادن پتانسیل عمل در یاخته شود.

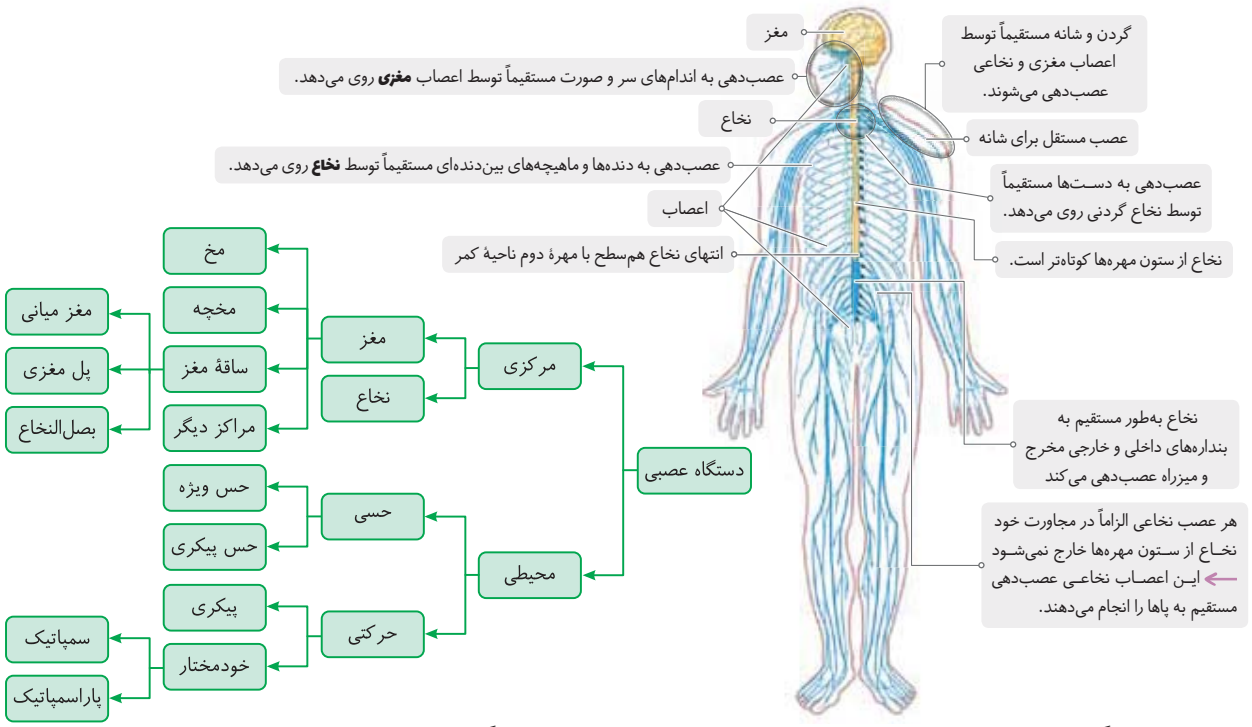
۱۳۴۵: ۴ مخچه دارای نقش در تنظیم فعالیت گیرنده‌های تعادلی گوش می‌باشد. در اِم.اِس، بینایی و حرکت مختل می‌شود. مخچه نیز در هماهنگی حرکات بدن نقش دارد و در این بیماری ممکن است دچار اختلال شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در بیماری اِم.اِس یاخته‌های **پشتیبان** سازندهٔ غلاف میلین در دستگاه عصبی **مرکزی** از بین می‌روند. یاخته‌های میلین‌دار (نه میلین‌ساز)، یاخته‌های عصبی هستند. **گزینهٔ (۲):** در این بیماری، **هدایت** پیام عصبی در رشتهٔ میلین‌دار با سرعت کمتری انجام می‌شود (نه انتقال ناقل‌های عصبی از یاختهٔ پیش‌سیناپس به پس‌سیناپسی). **گزینهٔ (۳):** در این بیماری نوعی از یاخته‌های پشتیبان در دستگاه عصبی **مرکزی** از بین می‌روند و سرعت هدایت پیام در بخش حسی دستگاه عصبی (جزئی از دستگاه عصبی محیطی) **تغییر نمی‌کند.**

۱۳۴۶: ۴ در دستگاه عصبی، مادهٔ سفید، حاوی رشته‌های عصبی **میلین‌دار** است که دارای هدایت جهشی هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مغز **به همراه** نخاع، **مرکز نظارت بر فعالیت‌های بدن** (مهم برای طرح سؤال!) محسوب می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** این دستگاه، علاوه‌بر دریافت اطلاعات از محیط اطلاعاتی از درون بدن را نیز دریافت می‌کند و به آن‌ها پاسخ می‌دهد. **گزینهٔ (۳):** مادهٔ خاکستری مغز همانند نخاع، شامل محل انجام سوخت‌وساز یاخته‌های عصبی (اجسام یاخته‌ای) و رشته‌های بدون میلین است.

۷۶ شکل‌نامهٔ بخش مرکزی و محیطی دستگاه عصبی



۱ در مغز، عمدتاً بخش‌های خاکستری به استخوان جمجمه نزدیک‌تر هستند، ولی در نخاع، عمدتاً بخش‌های سفید به استخوان‌های مهره نزدیک‌تر می‌باشند.
۲ ضخامت مادهٔ خاکستری در سطح شکمی نخاع بیشتر از بخش پشتی آن می‌باشد.
۳ بین داخلی‌ترین پردهٔ مننژ با نخاع و مغز هیچ مایع مغزی- نخاعی دیده نمی‌شود.
۴ بلندترین عصب پیکر انسان (مربوط به پا) از پایین‌ترین بخش نخاع خارج نمی‌شود.
۵ اعصاب مربوط به چشم و بیشتر بخش‌های صورت مستقیماً به مغز وارد می‌شوند.
۶ برخلاف مغز بخش خارجی نخاع دارای چین‌خوردگی نیست.
۷ ضخامت نخاع در بخش ابتدایی و انتهایی بیشتر از بخش میانی آن می‌باشد.
۸ اعصاب محیطی دست انسان به نخاع در ناحیهٔ گردنی متصل می‌شوند.
۹ اعصابی از ناحیهٔ سر نیز به نخاع وارد می‌شوند! تا فرمان ارادی صادر کنند.

۱۳۴۷ (۴) موارد (الف) و (ب) نادرست هستند. دستگاه عصبی **مرکزی** (مغز و نخاع) مرکز نظارت بر فعالیت‌های بدن است.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** در نخاع، مقدار مادهٔ خاکستری در سمت شکمی از پشتی بیشتر است. (ب) **نادرست.** مغز و نخاع، اطلاعات دریافتی از محیط و درون بدن را تفسیر می‌کنند و به آن‌ها پاسخ می‌دهند (این اطلاعات در محیط تفسیر نمی‌شوند). (ج) درست. مادهٔ سفید حاوی قسمت‌های میلین‌دار است که در آن جسم‌یاخته‌ای وجود ندارد در حالی‌که در بخش خاکستری، هر قسمتی از نورون مثل یک نورون رابط کامل می‌تواند وجود داشته باشد. (د) درست. مویرگ‌های دستگاه عصبی مرکزی از نوع **پیوسته** هستند *(یادت هست که این مویرگ‌ها غشای پایهٔ کامل ولی نازک‌تر از مویرگ منفذدار دارند).*

۱۸۰ دستگاه عصبی مرکزی

موارد مقایسه	بخش	مادهٔ تشکیل دهنده	اجزا
مغز	قشری	خاکستری	جسم‌یاخته‌ای نورون‌ها و رشته‌های عصبی بدون میلین
	مرکزی	سفید و اجزای خاکستری	اجتماع رشته‌های دارای میلین و بدون میلین
نخاع	قشری	سفید	اجتماع رشته‌های دارای میلین
	مرکزی	خاکستری	جسم‌یاخته‌ای نورون‌ها و رشته‌های عصبی بدون میلین

۱۳۴۸ (۴) همهٔ موارد نادرست می‌باشند.

بررسی موارد (الف) بافت اصلی تشکیل‌دهندهٔ **استخوان‌های جمجمه** و **ستون مهره** و همچنین **خون** بافت پیوندی می‌باشند. این بخش‌ها نیز در حفاظت از مغز و نخاع مؤثر هستند. (ب) فضای **بین** پرده‌های مننژ را مایع مغزی - نخاعی پر کرده است که مانند ضربه‌گیر عمل می‌کند. (نه درون پرده‌ها) (ج) یاخته‌های بافت پوششی مویرگ‌های مغز و نخاع به یکدیگر چسبیده‌اند و **بین** آن‌ها **منفذی** وجود ندارد ولی در غشای آن‌ها منافذی برای عبور گازها بین فسفولیپیدها به همراه منافذ پروتئینی دیگری باید وجود داشته باشد. (د) با وجود سد خونی - مغزی، بسیاری از مواد و میکروب‌ها در شرایط طبیعی توانایی ورود به مغز را ندارند اما، اکسیژن، گلوکز، آمینواسیدها و **برخی** داروها از این سد عبور می‌کنند. (این عبارت به دلیل قید **کمی** در مورد گازهای تنفسی نادرست است)

۱۳۴۹ (۱) دقت کنید که پرده‌های مننژ دور مغز و نخاع را فرا گرفته‌اند که نزدیک‌ترین پرده به یاخته‌های عصبی، پردهٔ داخلی آن می‌باشد. این پرده در مغز با مادهٔ خاکستری و در نخاع با مادهٔ سفید در ارتباط است، در نتیجه این پرده در نخاع با رشته‌های عصبی میلین‌دار در تماس مستقیم می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** خارجی‌ترین پرده در مغز به چین‌خوردگی‌های مغز نفوذ نکرده و تنها به شیار بین دو نیمکرهٔ مخ نفوذ پیدا کرده است. **گزینهٔ (۳):** مطابق شکل، در مجاورت سطح درونی پردهٔ داخلی مننژ، رگ‌های خونی می‌باشند که می‌توانند دارای گویچه‌های قرمز فاقد هسته در خود باشند. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که پردهٔ داخلی به سطح مغز چسبیده است و پردهٔ میانی توسط رشته‌هایی با پردهٔ داخلی در تماس مستقیم می‌باشد.

نکات کامل مننژ

- مننژ حاوی سه پرده از بافت پیوندی و محافظ مغز و نخاع است.
- پردهٔ خارجی مننژ دولایه است که لایهٔ بیرونی آن به سطح داخلی استخوان‌های جمجمه یا ستون مهره‌ها اتصال دارد.
- پردهٔ میانی مننژ در سطح درونی دارای رشته‌های ریزی می‌باشد و نکتهٔ جالب توجه این است که مننژ دارای ۳ پرده است و یک پردهٔ سه لایه نیست!
- چون پردهٔ داخلی بیشتر از پرده‌های دیگر به شیارها نفوذ کرده است، مساحت بیشتری نیز نسبت به بقیهٔ پرده‌ها دارد.
- جمجمه از چندین استخوان تشکیل شده است که در محل مفصل‌های ثابت، لبه‌های دندانه‌دار آن‌ها در هم فرو رفته و محکم شده‌اند.
- هر ۳ پردهٔ مننژ در فضای بین دو نیمکرهٔ مخ مشاهده می‌شوند ولی در شیارهای هر لوب مخ فقط لایهٔ داخلی آن وجود دارد.
- در فضای بین پرده‌ها، مایع مغزی - نخاعی داریم ولی بین لایهٔ خارجی و استخوان، این مایع وجود ندارد.
- پردهٔ مننژ میانی مغز مانند خارجی صاف بوده و در سطح درونی خود دارای رشته‌های ریزی می‌باشد.
- بین داخلی‌ترین پردهٔ مننژ، نخاع و مغز هیچ مایع مغزی - نخاعی دیده نمی‌شود.
- پردهٔ خارجی مننژ صاف و از همه قطورتر است و دولایه می‌باشد که لایهٔ بیرونی آن به سطح داخلی استخوان‌های جمجمه اتصال دارد.
- پرده‌های مننژ از جنس بافت **پیوندی** هستند و دارای فضای بین‌یاخته‌ای زیادی هستند.
- داخلی‌ترین پردهٔ مننژ به سطح خارجی مغز و نخاع چسبیده است.
- سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌های کوچک در تماس با پردهٔ داخلی مننژ مشاهده می‌شوند.
- پردهٔ درونی مننژ در مغز به بخش خاکستری و در نخاع به بخش سفید متصل است.
- بین دو پردهٔ بیرونی و میانی و بین میانی و درونی مننژ، مایع ضربه‌گیر مغزی - نخاعی وجود دارد.
- هر سه پردهٔ مننژ در شیار عمیق بین دو نیمکره وارد می‌شوند ولی در شیارها و چین‌های هر نیمکره فقط پردهٔ داخلی مننژ نفوذ می‌کند.

۱۳۵۰ (۳) لایهٔ میانی پرده‌های مننژ از هر دو طرف با مایع مغزی - نخاعی در تماس است، بنابراین سطح تماس بیشتری با مایع مغزی - نخاعی دارد. دقت کنید مایع مغزی - نخاعی از مویرگ‌های موجود در بطن‌های **۱ و ۲ مغزی** ترشح می‌شود!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پردهٔ **درونی** مننژ به دلیل فرو رفتن در چین‌های قشر مخ، سطح **بیشتری** نسبت به پرده‌های دیگر دارد. این بخش در مغز در مجاورت با مادهٔ خاکستری (دارای جسم‌یاخته‌ای و تارهای بدون میلین) می‌باشد. *از طرفی یادتون باشه که همیشه ناقل عصبی در جسم‌یاخته‌ای ناقل عصبی تولید می‌شه!* **گزینهٔ (۲):** پردهٔ خارجی مننژ، دولایه بوده و قطر بیشتری نسبت به پرده‌های دیگر دارد. این پرده دارای یاخته‌های بافت پیوندی رشته‌ای محکم است که یاخته‌های آن دوکی‌شکل بوده و فضای بین‌یاخته‌ای زیاد با مادهٔ زمینه‌ای کم و کلاژن‌های موازی زیاد دارد. **گزینهٔ (۴):** پردهٔ خارجی مننژ در زیر استخوان جمجمه قرار گرفته است. دقت کنید این پرده در بخشی از خود یک لایه می‌شود و قطرش کاهش پیدا می‌کند و در برخی قسمت‌ها بین دو لایهٔ آن فاصله می‌افتد و حفره‌دار پر از خون می‌شود.

۱۳۵۱ (۱) سطح درونی پردهٔ میانی مننژ حاوی رشته‌های پرزمانند می‌باشد. می‌دانید که در بین پرده‌های مننژ، مایع مغزی - نخاعی قرار گرفته است که خاصیت ضربه‌گیری دارد؛ بنابراین پردهٔ میانی با هر دو فضای حاوی مایع مغزی - نخاعی اطراف خود، در ارتباط است. در حالی‌که دو پردهٔ دیگر تنها با یک فضای حاوی این مایع در ارتباط هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** پردهٔ خارجی مننژ ضخامت بیشتری نسبت به سایر پرده‌ها دارد. دقت کنید که در اطراف نخاع، این پرده با استخوان‌های ستون مهره در ارتباط است. (نه استخوان جمجمه!) **گزینهٔ (۳):** پردهٔ درونی مننژ از سایر پرده‌ها نازک‌تر است و نزدیک‌ترین پرده به مویرگ‌های خون‌رسان به نخاع و سدخونی - مغزی (البته در اینجا سد خونی نخاعی!) می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** هر سه پردهٔ مننژ از جنس بافت پیوندی بوده که از انواع یاخته‌ها، رشته‌های پروتئینی مانند رشته‌های کلاژن و کشسان و مادهٔ زمینه‌ای تشکیل شده است.

۱۳۵۲: (۱) فقط مورد (د) درست است.

بررسی موارد (الف) استخوان‌های ستون مهره‌ها، اولین عامل محافظ نخاع هستند. ستون مهره‌ها و پردهٔ خارجی با مادهٔ سفید نخاع اصلاً در تماس نیستند. فقط داخلی‌ترین لایهٔ پردهٔ مننژ با مادهٔ سفید نخاع تماس دارد. (ب) با توجه به شکل‌نامه، فقط لایهٔ داخلی پردهٔ خارجی مننژ به فضای بین دو نیمکره نفوذ کرده است. (ج) هر سه پردهٔ مننژ از جنس بافت پیوندی هستند که یاخته‌های آن ژن فعال کلاژن‌ساز را دارند. (د) با توجه به شکل پرده‌های مننژ، مشخص است که قسمتی از پردهٔ میانی به فضای بین دو لایهٔ پردهٔ خارجی نفوذ کرده است. *(در شکل‌نامه هم توضیح داده بودم!)*

۱۳۵۳: (۲) موارد (الف) و (ج) صحیح هستند. سدخونی - مغزی (بافت پوششی)، استخوان جمجمه، پرده‌های مننژ (بافت پیوندی رشته‌ای) و گویچه‌های سفید خون *(البته این آخری به‌طور عمومی!)* از عوامل مهم حفاظت‌کننده از مغز هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** دقت کنید یاخته‌های موجود در خون، اولاً که رشتهٔ پروتئینی ترشحی ندارند و دوماً اگر هم در شرایطی ترشح کنند، آن را به خون (نه مایع میان‌بافتی) وارد می‌کنند ولی مثلاً در استخوان، رشته‌های کلاژن توسط بافت خود تولید و ترشح می‌شود. (ب) نادرست. تمام یاخته‌های بدن انسان، دارای نوعی اختلاف پتانسیل بین درون و بیرون خود می‌باشند که این اختلاف برای عملکرد صحیح یاخته‌ها ضروری است. (ج) **درست.** یاخته‌های خونی می‌توانند از بخشی به بخش دیگر بدن بروند ولی سایر موارد حرکت ندارند. (د) نادرست. تمام یاخته‌های انسان برخی از ویژگی‌های خود را از ژن‌های موجود در میتوکندری به دست می‌آورند. حتی گویچهٔ قرمز! چون در حالت نابالغ میتوکندری داشته است.

۱۳۵۴: (۱) *این بیچاره هم سؤال کنکور بود ولی چون به نسبت تست‌های این چند سال آسونه اومد اینجا واسه یادگیری و آموزش! فب!* خارجی‌ترین پردهٔ مننژ از بافت پیوندی صاف قطوری تشکیل شده است که در ساختار خود **فاقد** سد خونی - مغزی و مایع مغزی - نخاعی می‌باشد (برخلاف پردهٔ درونی مننژ).

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۲) و (۴):** در شکل مننژ، مشخص است که پرده‌های خارجی و میانی مننژ، چین‌خورده نبوده و با مویرگ‌های سازندهٔ سدخونی هم در ارتباط نیستند! (و میان آن‌ها مایع مغزی - نخاعی وجود دارد نه در ساختار خود آن‌ها). **گزینهٔ (۳):** *راستی ساختار هر سه پردهٔ مننژ هم که بافت پیوندیه!*

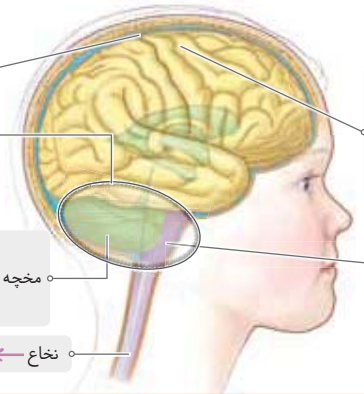
۱۳۵۵: (۱) همهٔ موارد درست هستند، چون O_2 ، CO_2 ، گلوکز، آمینواسید و برخی داروها از سدخونی - مغزی عبور می‌کنند.

بررسی موارد (الف) انتقال داروها به کمک آلبومین خون (فصل چهار زیست‌شناسی دهم) (ب) انتقال گلوکز و آمینواسید از روده و سیاهرگ باب به کبد (ج) انتقال O_2 و گلوکز از خون روشن سرخرگی به کبد (د) تجزیهٔ آمینواسیدها و تولید آمونیاک در هر یاختهٔ بدن.

۱۳۵۶: (۴) سؤال در مورد سه بخش **اصلی** مغز، یعنی مخ (حجیم‌ترین)، ساقهٔ مغز (باریک‌ترین) و مخچه می‌باشد. که مخچه در عقب ساقهٔ مغز بوده و از سطح فوقانی خود فقط به مخ متصل است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مورد ساقهٔ مغز، **گزینهٔ (۲):** در مورد مخ **گزینهٔ (۴):** در مورد مخ و مخچه صحیح هستند.

۷۷ شکل‌نامهٔ سه بخش اصلی مغز



- رگ‌های خونی و مننژ در تمام اطراف مخ و کل مغز دیده می‌شوند.
- نیمهٔ بالایی مخچه و ساقهٔ مغز توسط نیمکره‌های گیجگاهی و پس‌سری مخ پوشانده می‌شود.
- **مخ:** حجیم‌ترین بخش مغز است ← از پایین به ساقهٔ مغز و مخچه متصل است. / لوب پیشانی جلویی‌ترین و حجیم‌ترین و لوب پس‌سری عقبی‌ترین و کوچک‌ترین بخش مخ هستند.
- **ساقهٔ مغز:** باریک‌ترین قسمت مغز است. / از پشت با مخچه در تماس است. / مغزمیانی آن از بالا با لوب گیجگاهی مخ در ارتباط است. / بصل‌النخاع آن از پایین با نخاع در ارتباط است.
- **مخچه:** از بالا به لوب گیجگاهی و پس‌سری مخ و از جلو به ساقهٔ مغز متصل است. / همانند مخ بیرون آن خاکستری و درون آن سفید است.
- نخاع ← از بالا فقط با ساقهٔ مغز (بصل‌النخاع) اتصال دارد.

۱۳۵۷: (۳) همهٔ موارد نادرست هستند. دیوارهٔ لولهٔ گوارش نیز دارای ۴ لایهٔ اصلی است. (راستی هر چربی یا روغن، سه اسید چرب دارد و به هر بطن هم یک سرخرگ خروجی متصل است.)

بررسی موارد (الف) رابط‌های پینه‌ای و سه گوش دو مورد مثال از رابط‌های بین دو نیمکره هستند و رابط‌های دیگری نیز وجود دارند. برطبق متن کتاب درسی، این دو قسمت از رشته‌های عصبی رابط دو نیمکره هستند. (ب) نیمکره‌های مخ کارهای اختصاصی **نیز** دارند، اما نه این که فقط کارهای اختصاصی داشته باشند! (ج) قشر مخ از مادهٔ خاکستری است که بخش وسیعی را با ضخامت چند **میلی‌متر** تشکیل می‌دهد و دارای شیارهای متعدد است. (د) شیارهای **عمیق**، هر یک از نیمکره‌های مخ را به **چهار** لوب پس‌سری، آهیانه، گیجگاهی و پیشانی تقسیم می‌کنند.

۱۳۵۸: (۳) بخش‌های ارتباطی، بین بخش‌های حسی و حرکتی ارتباط برقرار می‌کنند و همانند سایر بخش‌های مخ، به فرایند یادگیری، تفکر و عملکرد هوشمندانه کمک می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** کاملاً برعکس است! *برو متن کتاب درسی یا درسنامه‌ها یا کادرهای آموزشی رو بخون!* **گزینهٔ (۲):** به دنبال پردازش **نهایی** اطلاعات ورودی به مغز در نتیجهٔ آن فعالیت‌ها، در نهایت (نه در ابتدا)، **یادگیری**، **تفکر** و **عملکرد هوشمندانه می‌تواند** روی دهد. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید! مخ دارای بخش‌**های** حرکتی است. (نه فقط یک بخش حرکتی!)

۱۳۵۹: (۳) موارد (الف)، (ج) و (د) در مورد مخ و نیمکره‌های آن صحیح می‌باشند.

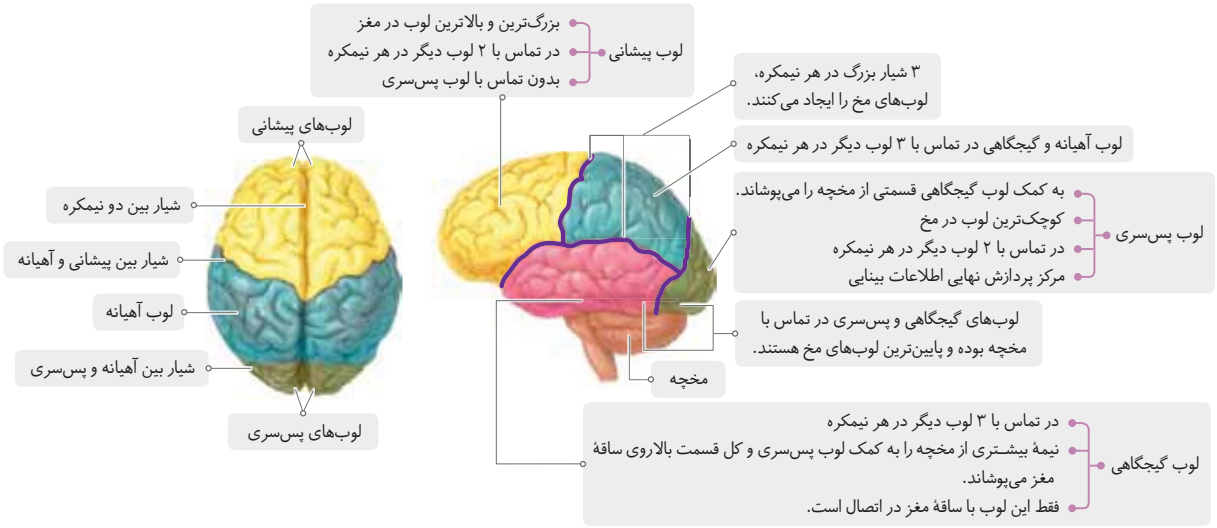
بررسی موارد (الف) **درست.** دو نیمکرهٔ مخ هم‌زمان از همه جای بدن اطلاعات را دریافت و پردازش می‌کنند. (ب) نادرست. قسمت اول در مورد نیمکرهٔ چپ است ولی شش بزرگ‌تر در سمت راست می‌باشد. (ج) **درست.** قسمت اول در مورد نیمکرهٔ راست است که سیاهرگ باب هم در آن سمت می‌باشد. (د) **درست.** مخ برخلاف ساقهٔ مغز، به نخاع متصل نیست .

۱۳۶۰: (۴) در زاویهٔ دید از بالای مغز، لوب‌های گیجگاهی قابل مشاهده نیستند. در این زاویه می‌توان شیار عمیقی که باعث شده است دو لوب پیشانی و آهیانهٔ هر نیمکرهٔ مخ از یکدیگر متمایز شوند را مشاهده کرد. *(تو شکل‌نامه همهٔ نکات رو واست جمع می‌کنم!)*

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در زاویهٔ نیمرخ، تنها یکی از **نیمکره‌های** مخ ولی با هر ۴ لوب آن قابل مشاهده است. در این زاویه شیار بین دو نیمکرهٔ مخ و لوب‌های نیمکرهٔ مقابل قابل مشاهده نیست. **گزینهٔ (۲):** در زاویهٔ دید از بالا می‌توان هر دو نیمکره را مشاهده کرد ولی نمی‌توان لوب‌های گیجگاهی را دید. **گزینهٔ (۳):** در زاویهٔ نیمرخ شیار بین دو نیمکره قابل مشاهده نیست ولی می‌توان دید که لوب پیشانی با لوب‌های آهیانه و گیجگاهی در تماس مستقیم هستند.

۷۸ شکل‌نامهٔ نماهای مختلف مخ انسان

الف) از نمای نیمرخ: در این نما، شیار بین دو نیمکره و کرمینه دیده نمی‌شوند.
ب) از نمای بالا:
در نمای بالا، **مخچه** و ساقهٔ مغز مشاهده نمی‌شوند زیرا توسط لوب‌های آهیانه، گیجگاهی و پس‌سری پوشانده می‌شوند.
در نمای بالا، لوب **گیجگاهی** دیده نمی‌شود، زیرا توسط لوب‌های آهیانه و پیشانی پوشیده می‌شود.



۱۳۶۱ (۲) با توجه به شکل به راحتی می‌بینید که لوب‌های آهیانه و گیجگاهی هرکدام به سه لوب دیگر مغزی متصل‌اند *که در شکل‌نامهٔ بالا هم توضیح دادم.*

۱۳۶۲ (۲) بزرگ‌ترین لوب مخ، لوب **پیشانی** است که در هر نیمکره، با **دو لوب** آهیانه و گیجگاهی در تماس است. لوبی که از سطح **بالایی** مغز مشخص نیست، لوب **گیجگاهی** است. لوب گیجگاهی در هر نیمکره با **سه لوب** پیشانی، آهیانه و پس‌سری در تماس است.

۱۳۶۳ (۳) لوب‌های گیجگاهی و پس‌سری با مخچه در تماس هستند. فقط لوب پس‌سری در پردازش پیام‌های بینایی نقش دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لوب آهیانه و گیجگاهی با هر سه لوب دیگر در تماس هستند. قشر مخ در تفکر، یادگیری و عملکرد هوشمندانه نقش دارد. قشر مخ جزئی از لوب‌های مخ است. **گزینهٔ (۲):** لوب پیشانی بزرگ‌ترین لوب است و لوب بویایی مغزی در آن قرار دارد. **گزینهٔ (۴):** لوب پس‌سری کوچک‌ترین لوب مخ بوده که با لوب آهیانه و گیجگاهی در تماس است. *فراوکیلی دیدن لواشک آب دهنتو راه نمی‌نداره؟؟؟ پس لوب پس‌سری و حس بینایی در تولید بزاق نقش دارند.*

۱۳۶۴ (۲) موارد (الف) و (ج) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) **مغزمیانی**، شنوایی، بینایی و حرکت را تنظیم می‌کند و در ساختار خود قسمتی به نام برجستگی‌های چهارگانه دارد. (ب) پل‌مغزی، ترشح اشک و بزاق را تنظیم می‌کند و از مراکز تنظیم تنفس است اما مرکز **اصلی** تنظیم تنفس، **بصل‌النخاع** است! (ج) بصل‌النخاع، پایین‌ترین بخش مغز است و در تنظیم ضربان قلب و فشار خون نقش دارد و مرکز انعکاس‌هایی مانند عطسه، سرفه، بلع و مرکز اصلی تنظیم تنفس است. (د) بصل‌النخاع، در **پایین** پل‌مغزی قرار دارد (پل‌مغزی، حجیم‌ترین و جلویی‌ترین بخش ساقهٔ مغز می‌باشد نه کل مغز!).

۱۸۱ جمع‌بندی مغز

موارد مقایسه / لوب‌های مخ	پس‌سری	گیجگاهی	آهیانه	پیشانی
تماس با مخچه	بله	بله	خیر	خیر
تماس با ساقهٔ مغز	خیر	بله	خیر	خیر
امکان مشاهده از بالا	بله	خیر	بله	بله
امکان مشاهده از نیم‌رخ	بله	بله	بله	بله
لوب‌های مرتبط	گیجگاهی و آهیانه	پیشانی، آهیانه و پس‌سری	پیشانی، پس‌سری و گیجگاهی	گیجگاهی و آهیانه

۱۸۲ بررسی اجزاء ساقهٔ مغز

اجزاء ساقهٔ مغز	نکات
مغزمیانی	بالای پل‌مغزی و زیر اپی‌فیز و هم‌سطح با هیپوتالاموس است. یاخته‌های **عصبی** آن در شنوایی، بینایی و حرکت، مؤثر هستند. دو برجستگی بالایی آن از پایینی‌ها **بزرگ‌تر** هستند. بطن سوم از پشت آن به سمت مخچه و بطن ۴ می‌رود.
پل‌مغزی	جلوترین قسمت ساقهٔ مغز و بزرگ‌ترین قسمت آن است. تنظیم مدت زمان دم (پایان دادن به دم) را با اثر بر بصل‌النخاع انجام می‌دهد. با تنظیم ترشح بزاق در بلع و حس چشایی و دفاع بدن مؤثر است. با تنظیم ترشح اشک در سد اول دفاعی از چشم مؤثر است.
بصل‌النخاع	پایین‌ترین بخش مغز بوده و به نخاع متصل است. همانند پل‌مغزی، در تنظیم گردش خون مؤثر است. همانند هیپوتالاموس در تنظیم فشار خون و ضربان قلب مؤثر است. مرکز انعکاس‌های عطسه، بلع و سرفه و مرکز اصلی تنفس است.

۱۳۶۵: ۴) مغز دارای ۳ بخش **اصلی** مخ، ساقهٔ مغز و مخچه است. بصل‌النخاع در تنظیم میزان برون‌ده قلبی نقش دارد ولی هیپوتالاموس با تولید هورمون ضدادراری و افزایش بازجذب آب، باعث کاهش غلظت خوناب می‌شود. برحسب کتاب درسی شما، ساقهٔ مغز تولیدکنندهٔ هورمون معرفی نشده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مغزمیانی زیر هیپوتالاموس است و بین دو بخش آن بطن سوم قرار دارد و دارای برجستگی‌های چهارگانه می‌باشد. مغزمیانی و لوب پس‌سری در بینایی نقش دارند. **گزینهٔ (۲):** پل‌مغزی محل صدور پیام عصبی خاتمهٔ دم است که در تنظیم ترشح اشک و بزاق نقش دارد. اشک و بزاق دارای آنزیم لیزوزیم هستند و در خط **اول** دفاع بدن نقش دارند. دقت کنید که برای خاتمهٔ عمل ماهیچه‌های دمی، فرمان عصبی از بصل‌النخاع صادر نمی‌شود، بلکه پل‌مغزی به بصل‌النخاع فرمان می‌دهد که *دیگر فرمان انقباضی به ماهیچه‌های دمی صادر نکن!* **گزینهٔ (۴):** پل‌مغزی در تنظیم ترشح اشک و بزاق نقش دارد. پل‌مغزی بالای بصل‌النخاع، مرکز انعکاس‌های بلع، سرفه، عطسه و تنفس می‌باشد.

۱۳۶۶: ۳) هر مرکز عصبی دارای بافت عصبی با دو نوع **یاختهٔ عصبی** (نورون) و **یاختهٔ غیرعصبی مانند پشتیبان‌ها** می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مورد مراکز **مختلف** مغزی در مغزمیانی، پل‌مغزی و بصل‌النخاع، نادرست است. **گزینهٔ (۲):** در مورد **هدایت** و **ایجاد** پیام عصبی نادرست است. **گزینهٔ (۴):** در مورد **همهٔ نقاط بدن** نادرست می‌باشد.

۱۳۶۷: ۳) تنها مورد (ب) نادرست است. بخش‌هایی از مغز که در منحنی تنفسی اسپیروگرام نقش مهم و اصلی دارند، عبارتند از: ۱) مخ ۲) پل‌مغزی ۳) بصل‌النخاع (مرکز اصلی تنفس)

بررسی موارد **الف)** درست. تنها پل‌مغزی و بصل‌النخاع جزء ساقهٔ مغز هستند که می‌توانند در انعکاس‌هایی مانند ترشح بزاق، عطسه و سرفه نقش ایفا کنند.
ب) **نادرست.** این مورد در رابطه با تمام این بخش‌ها صحیح است. دقت کنید ماهیچه‌های دارای سارکومر، اسکلتی و قلبی هستند. تمام این بخش‌ها در فعالیت قلب نقش داشته و همچنین در انقباضات یاخته‌های ماهیچه‌ای اسکلتی مانند ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای و دیافراگم نقش دارند. به کلمهٔ **هر نوع** در صورت سؤال دقت کنید!
ج) درست. انعکاس‌های دفاعی در ناحیهٔ مخ صورت نمی‌گیرند. بصل‌النخاع مرکز انعکاس‌های عطسه و سرفه دفاعی بوده و پل‌مغزی هم با انعکاس ترشح بزاق، عملکردی انعکاسی و دفاعی دارد.
د) درست. تحتانی‌ترین بخش دستگاه عصبی مرکزی، **نخاع** است. بصل‌النخاع در مجاورت با نخاع قرار داشته و با نقش در انعکاس بلع، می‌تواند ترشح شیرهٔ معده را افزایش دهد.

۱۳۶۸: ۲) *آیا شما همواره، آگاهانه بزاق تولید می‌کنی؟!* **بزاق**، ترکیبی شامل آب، یون‌ها، آنزیم‌ها و موسین است که تنظیم ترشح آن بر عهدهٔ **پل‌مغزی** است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ذره‌های غذا در بزاق حل شده و یاخته‌های گیرندهٔ چشایی را تحریک می‌کنند. **گزینهٔ (۳):** به عنوان مثال، **آمیلاز** بزاق گوارش کربوهیدرات‌ها را آغاز می‌کند. **گزینهٔ (۴):** **لیزوزیم**، آنزیمی در بزاق است که در از بین بردن **باکتری**‌های درون دهان نقش دارد.

۱۳۶۹: ۱) پل‌مغزی، **برآمده‌ترین** بخش ساقهٔ مغز است. فعالیت پل‌مغزی سبب خاتمهٔ عمل دم می‌شود؛ در نتیجه پل‌مغزی **هنگام پایان عمل دم** و پس از انقباض ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای خارجی و دیافراگم فعالیت خود را با ارسال پیام مهارکنندگی به بصل‌النخاع انجام می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** بصل‌النخاع **پایین‌ترین** بخش ساقهٔ مغز است و با فرمان به ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای خارجی و دیافراگم، سبب مسطح شدن دیافراگم و افزایش حجم قفسهٔ سینه و **افزایش** فشار وارده بر اندام‌های حفرهٔ شکم می‌شود. **گزینهٔ (۳):** **بصل‌النخاع** مرکز اصلی تنظیم تنفس است. پل‌مغزی سبب تنظیم مدت زمان عمل دم می‌شود. (دم سبب منفی بودن فشار قفسهٔ سینه می‌شود.) **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که انقباض ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای داخلی فقط در **بازدم عمیق** دیده می‌شود در حالی‌که پس از خاتمهٔ دم الزاماً بازدم عمیق روی نمی‌دهد.

۱۳۷۰: ۴) اندام‌های حسی مانند گوش داخلی نیز می‌توانند به مخچه پیام دهند تا به کمک مغز و نخاع، فعالیت ماهیچه‌ها و حرکات بدن را کنترل کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** کرمینه، رابط سفیدرنگ بین دو نیمکرهٔ مخچه نیست! و در کتاب مشخص است که کرمینهٔ مخچه، برخلاف درخت زندگی **خاکستری** رنگ است. **گزینهٔ (۲):** مخچه، تنظیم وضعیت بدن را نیز علاوه‌بر تعادل انجام می‌دهد. **گزینهٔ (۳):** این بخش، به‌طور **پیوسته** از بخش‌های دیگر مغز و نخاع پیام دریافت می‌کند تا فعالیت ماهیچه‌ها و حرکات بدن را کنترل کند.

نکته
گوش درونی گیرندهٔ وضعیتی ندارد ولی با ارسال پیام به مخچه در تعیین وضعیت بدن نقش دارد. *این دو را با هم اشتباه نکنید چون طراحان کنکور از آن استفاده می‌کنند.*

اجزاء اصلی مغز ۱۸۳

اجزای اصلی مغز		مکان	ویژگی
مخ	قشر مخ	بالاترین قسمت مغز	بخش خارجی نیمکره‌های مخ دارای سطح وسیعی با ضخامت چند میلی‌متر و شامل سه‌بخش حسی، حرکتی و ارتباطی
	نیمکرهٔ راست		در مهارت‌های هنری نقش دارد.
	نیمکرهٔ چپ		در ریاضیات و استدلال نقش دارد.
ساقهٔ مغز	مغزمیانی	بالاتر از پل‌مغزی	در شنوایی، بینایی و حرکت نقش دارد.
	پل‌مغزی	بالاتر از بصل‌النخاع	در تنظیم تنفس، ترشح بزاق و اشک نقش دارد.
	بصل‌النخاع	پایین‌تر از پل‌مغزی و مغزمیانی	فشار خون و ضربان قلب را تنظیم می‌کند و مرکز انعکاس‌هایی مثل سرفه، عطسه و بلع می‌باشد و مرکز اصلی تنظیم تنفس است.
مخچه		پشت ساقهٔ مغز	مرکز تنظیم وضعیت بدن و تعادل است و با دریافت اطلاعات به‌طور **پیوسته** از بخش‌های مختلف بدن، فعالیت ماهیچه‌ها و حرکات بدن را در حالت‌های گوناگون هماهنگ می‌کند. دو نیمکره و رابطی خاکستری به نام کرمینه و بخش داخلی سفیدرنگی به نام درخت زندگی دارد.

۱۳۷۱ (۴) نیمکره‌های مخ، به‌طور هم‌زمان از **همهٔ بدن**، اطلاعات دریافت و پردازش می‌کنند تا بخش‌های مختلف بدن به‌طور هماهنگ فعالیت کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نیمکره‌های مخ، در **انسان**، بیشترین حجم مغز را تشکیل می‌دهند (مثلاً در ماهی لوب بینایی بیشترین حجم مغز را دربرگرفته است و مخ از آن کوچک‌تر است). **گزینهٔ (۲):** تنظیم **دمای بدن** از وظایف **هیپوتالاموس** است! **گزینهٔ (۳):** رابط بین دو نیمکرهٔ مخچه، کرمینه است. (نه درخت زندگی)

۱۳۷۲ (۴) همهٔ موارد صحیح هستند. در این سؤال نباید فقط به بیماری *MS* فکر کنید، هر عامل مؤثر در این اختلالات بینایی و حرکتی اهمیت دارند.

بررسی موارد (الف) دقت کنید اعصاب جزء بخش محیطی دستگاه عصبی طبقه‌بندی می‌شود. در *MS* بخش مرکزی دستگاه عصبی دچار اختلال می‌شود، اما اختلال در اعصاب محیطی نیز می‌تواند منجر به اختلالات بینایی و حرکتی شود. (ب) فوقانی‌ترین بخش ساقهٔ مغز، مغزمیانی می‌باشد که در بینایی و حرکت نقش دارد و در صورت اختلال این بخش، بینایی و حرکت فرد مختل می‌شود. (ج) مخچه، پشتی‌ترین و در عین حال پایین‌ترین بخش اصلی مغز می‌باشد. دقت کنید مخچه نیز در بینایی و حرکت نقش دارد. (د) در *MS* که نوعی بیماری خودایمنی است یاخته‌های دستگاه ایمنی به یاخته‌های خودی حمله کرده و آن‌ها را از پای در می‌آورند.

۱۳۷۳ (۳) صورت سؤال در مورد **پل‌مغزی** است که در کنار **بصل‌النخاع** قرار دارد و مرکز انعکاس‌های عطسه و سرفه می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** شبکهٔ مویرگی ترشح‌کنندهٔ مایع مغزی - نخاعی مربوط به مویرگ‌های درون بطن ۱ و ۲ می‌باشد که در اطراف رابط‌های مخ قرار دارند. **گزینهٔ (۲):** پل‌مغزی یکی از اجزای ساقهٔ مغز است و بخشی از سامانهٔ **لیمبیک** محسوب نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** برجستگی‌های چهارگانه جزء **مغزمیانی** هستند (نه پل‌مغزی!).

۱۳۷۴ (۲) مخچه مرکز تنظیم **وضعیت** بدن می‌باشد که درخت زندگی بخش درونی سفید آن است و ضخامت متفاوتی دارد. طبق شکل ۱۶ کتاب، مخچه از جلو با مغزمیانی نیز ارتباط دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پل‌مغزی با ارسال پیام عصبی و اثر بر بصل‌النخاع به‌طور غیرمستقیم در خاتمهٔ دم و گنبدی کردن دیافراگم نقش دارد. ولی فقط بصل‌النخاع پایین‌ترین بخش مغز و مرکز انعکاس‌هایی مانند عطسه، سرفه و بلع است. **گزینهٔ (۳):** هیپوتالاموس با تنظیم دمای بدن و تب، در **دومین** خط دفاع بدن نقش دارد. (فصل ۵) هیپوتالاموس اکسی‌توسین تولید می‌کند و هیپوفیز پسین آن را ترشح می‌کند. (فصل ۴) **گزینهٔ (۴):** مخچه به بطن چهارم مغز از همه نزدیک‌تر می‌باشد ولی مخچه در عقب پل‌مغزی قرار دارد چون قسمت دوم عبارت در مورد پل‌مغزی است.

۱۳۷۵ (۳) سامانهٔ لیمبیک، در حافظه و احساساتی مانند ترس، لذت و خشم مؤثر است و با قشر مخ، تالاموس و هیپوتالاموس در ارتباط می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تالاموس، محل **پردازش اولیه و تقویت** اغلب اطلاعات حسی است و **بسیاری از** پیام‌های حسی در آن جمع می‌شوند تا به قشر مخ ارسال شوند. **گزینهٔ (۲):** هیپوتالاموس، مرکز تنظیم گرسنگی، تشنگی، خواب، دمای بدن، ضربان قلب و فشار خون است اما **تعداد تنفس را تنظیم نمی‌کند. گزینهٔ (۴):** هیپوتالاموس در زیر تالاموس قرار دارد و همانند بصل‌النخاع، در تنظیم **فشار خون** و **ضربان قلب** نقش دارد. از طرفی هیپوکامپ (اسبک مغز) هم در زیر تالاموس است که در حافظهٔ کوتاه‌مدت و تبدیل آن به حافظهٔ بلندمدت نقش دارد.

موارد مقایسه	محل	نکات
تالاموس	بالای هیپوتالاموس	محل پردازش اولیه و تقویت اغلب اطلاعات حسی است. تعداد آن دوتا می‌باشد. اغلب اطلاعات حسی در آن گرد هم می‌آیند تا پس از تقویت و پردازش اولیه، به بخش‌های مربوطه در قشر مخ جهت پردازش نهایی فرستاده شوند. هورمون تولید نمی‌کند. هر کدام از هر دو چشم پیام دریافت می‌کنند - در جلوی بطن سوم قرار دارد.
هیپوتالاموس	پایین تالاموس	تنظیم دمای بدن، تعداد ضربان قلب، فشار خون، تشنگی، گرسنگی، خواب - در تولید هورمون‌های آزادکننده، مهارکننده، اکسی‌توسین و ضدادراری و تنظیم آب بدن نقش دارد.
سامانهٔ لیمبیک	اطراف تالاموس و هیپوتالاموس	در احساساتی مثل ترس، خشم، لذت و حافظه نقش دارد و یکی از اجزای پایین آن اسبک مغز است که در تشکیل حافظهٔ کوتاه‌مدت و تبدیل آن به حافظهٔ بلندمدت و یادگیری نقش دارد. قطورترین قسمت آن در بالا قرار دارد و نازک‌ترین قسمت آن روی تالاموس است.
اسبک مغز (هیپوکامپ)	پایین‌ترین قسمت از سامانهٔ لیمبیک است.	دو عدد است که قسمت قطور آن جلوتر است و با رابطی به لوب بویایی متصل است. زیرتالاموس و هیپوتالاموس است. در تشکیل حافظه و یادگیری نقش دارد. در صورت آسیب یا برداشتن حافظه دچار اختلال می‌شود. حافظهٔ کوتاه‌مدت و تبدیل آن به حافظهٔ بلندمدت را بر عهده دارد.
لوب‌های بویایی	جلوی لیمبیک	در لوب پیشانی است. دو عدد است. محل اولین سیناپس نورون‌های بویایی است.

۱۳۷۶ (۱) موارد (الف)، (ب)، (ج) و (ه) برخلاف مورد (د) به نادرستی بیان شده‌اند.

بررسی موارد (الف) نادرست. هیپوکامپ در حافظه و یادگیری نقش دارد و قسمتی از سامانهٔ لیمبیک است ولی در زیر تالاموس قرار دارد. (ب) نادرست. در صورت آسیب به هیپوکامپ، **حتی** با تکرار زیاد نیز مطالب جدید به خاطر سپرده نمی‌شوند. (ج) نادرست. نام‌های جدید، فقط برای چند **دقیقه** در ذهن افرادی که هیپوکامپ آن‌ها آسیب دیده باقی می‌مانند. (د) **درست.** در صورت آسیب هیپوکامپ، مشکلی برای خاطرات قبل از آسیب‌دیدگی فرد ایجاد نمی‌شود. (ه) نادرست. هیپوکامپ، در تبدیل حافظهٔ کوتاه‌مدت به بلندمدت **همانند** ایجاد حافظهٔ کوتاه‌مدت نقش دارد.

۱۳۷۷ (۳) فقط گزینهٔ (۳) صحیح است. مغزمیانی در بالای پل‌مغزی قرار دارد و تالاموس‌ها بر روی هیپوتالاموس همگی در بالای ساقهٔ مغز قرار گرفته‌اند. همان‌طور که در شکل‌نامه نشان داده شده است، تالاموس‌ها نسبت به مغزمیانی فاصلهٔ کمتری تا لوب آهیانهٔ مخ دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مطابق با شکل، تالاموس‌ها در زیر رابط سه‌گوش قرار گرفته‌اند و دریافت و پردازش اولیهٔ **اغلب** پیام‌های حسی را انجام می‌دهند. **گزینهٔ (۲):** مخچه بخشی از مغز است که در برش عرضی آن می‌توان **درخت زندگی** را سفید مشاهده کرد. علاوه‌بر مخچه که در حفظ تعادل بدن نقش دارد، نیمکره‌های مخ و مغزمیانی، نیز بر حسب کتاب شما در حرکت دارای نقش می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** هیپوتالاموس در بخش زیرین تالاموس‌ها قرار دارد. هیپوتالاموس جزء ساختارهای مغز و حاوی یاخته‌های عصبی می‌باشد که این یاخته‌ها می‌توانند اختلاف پتانسیل دو طرف غشای خود را در طی ایجاد پتانسیل عمل به‌طور ناگهانی تغییر دهند.

۱۳۷۸ :(۲) هیپوتالاموس و تالاموس هر دو همانند قشر مخ با سامانهٔ کناره‌ای در ارتباط هستند ولی برخلاف مخ از بخش‌های اصلی مغز نمی‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مخچه در حالت‌های **گوناگون**، فعالیت بدن و حرکات را تنظیم می‌کند. **گزینهٔ (۳):** تالاموس، پس از پردازش اولیه و تقویت پیام حسی، پیام خود را به **قشر مخ** می‌دهد. (نه هیپوتالاموس) **گزینهٔ (۴):** گیرندهٔ وضعیتی را در فصل ۲ می‌خوانید که در ماهیچه‌های اسکلتی، زردپی‌ها و کپسول‌های مفصلی وجود دارند. مخچه مرکز تنظیم وضعیت بدن با دریافت پیام‌ها از گیرنده‌های وضعیتی به همراه گیرنده‌های تعادلی گوش درونی می‌باشد.

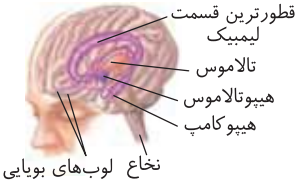
۱۳۷۹ :(۲) همهٔ موارد عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد (الف) مرکز اصلی تنظیم تنفس، **بصل‌النخاع** است که بخشی از ساقهٔ مغز قرار گرفته در جلوی مخچه می‌باشد، اما مرکز تنظیم دما، در **هیپوتالاموس** است که در بالای ساقهٔ مغز و بدون تماس با مخچه می‌باشد. (ب) تنظیم ترشح اشک در **پل‌مغزی** صورت می‌گیرد که بخشی از ساقهٔ مغز است اما تنظیم وضعیت بدن، با **مخچه** است. (ج) مرکز انعکاس سرفه، **بصل‌النخاع** بوده که برخلاف مرکز تنظیم فشار اسمزی یعنی **هیپوتالاموس**، در زیر پل‌مغزی قرار دارد (هیپوتالاموس، بالاتر و جلوتر از پل‌مغزی است). (د) مرکز تنظیم عملکرد هوشمندانه در مخ به عنوان یک بخش اصلی مغز و مرکز تعادل در بخش اصلی دیگری به نام مخچه قرار دارد *(یادتونه که مخ، مخچه و ساقهٔ مغز، سه بخش اصلی مغز می‌باشند)*.

۱۳۸۰ :(۱) تنها مورد (ج) درست است.

بررسی موارد (الف) سامانهٔ کناره‌ای با قشر مخ، تالاموس و هیپوتالاموس در ارتباط است، نه اینکه آن‌ها را به هم وصل کند. در حقیقت سامانهٔ کناره‌ای پیام هیپوتالاموس و تالاموس را به قشر مخ مخابره می‌کند. (ب) افراد مورد نظر، با اشکال در اسبک مغز، در به یادآوری حافظهٔ قدیمی مشکل چندانی ندارند. (نه اینکه هیچ مشکلی نداشته باشند.) (ج) لوب‌های بویایی با سامانهٔ کناره‌ای ارتباط دارند. یادتون باشه که فقط پیام‌های بویایی وارد تالاموس (محل پردازش اولیهٔ حواس دیگر) نمی‌شوند. (د) با توجه به شکل کتاب درسی، قطورترین قسمت لیمبیک، در بالای تالاموس قرار دارد ولی به آن متصل نیست در حالی‌که رشته‌های نازک لیمبیک به طرفین و بالای تالاموس متصل هستند. (شکل سؤال بعد)

۱۳۸۱ :(۳) طبق شکل کتاب درسی، هیپوکامپ در داخل لوب گیجگاهی قرار دارد.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هیپوکامپ در تشکیل دیوارهٔ بطن ۴ نقشی ندارد. **گزینهٔ (۲):** هیپوکامپ در مجاورت هیپوتالاموس قرار ندارد. *(البته والا تو این شکل متصل نیست ولی مجاور هست! دلیلش رو باید از طراح بپرسی!)* **گزینهٔ (۴):** هیپوکامپ بخشی از مغز میانی نیست.

۱۳۸۲ :(۱) تنها مورد (ب) صحیح است. سه بخش مهم مغز که در یادگیری نقش مؤثری دارند: (۱) مخ، (۲) مخچه (برای یادگیری حرکات) (۳) هیپوکامپ می‌باشند.

بررسی موارد (الف) نادرست. دقت کنید هیپوکامپ فاقد نیمکره می‌باشد! اما مخ و مخچه هر کدام دارای دو نیمکره بوده که توسط رابط(ها) به هم متصل هستند. (ب) **درست.** اختلال در ماهیچهٔ بین دندهٔ خارجی می‌تواند سبب اختلال در تنفس شده و در نتیجه اکسیژن کمتری به یاخته‌های عصبی مغز برسد. در این حالت تنفس‌یاخته‌ای کمتر شده و مصرف انرژی در این یاخته‌ها کاهش می‌یابد. (ج) نادرست. دقت کنید گرچه جمجمه از استخوان‌های پهن تشکیل شده، اما در بافت **اصلی** خود (یعنی بافت استخوانی)، یاختهٔ خون‌ساز ندارد بلکه این مغز استخوان است که در بافت اصلی خود یاختهٔ بنیادی خون‌ساز دارد. (د) نادرست. تمام این سه بخش دارای نورون‌هایی برای پردازش اطلاعات هستند. اما دقت کنید هیپوکامپ از بخش‌های اصلی مغز به حساب نمی‌آید و قسمتی از سامانهٔ کناره‌ای (لیمبیک) است.

۱۳۸۳ :(۲) بخشی از سامانهٔ کناره‌ای که در تشکیل حافظه و یادگیری نقش دارد، **هیپوکامپ** است. هیپوکامپ در تبدیل حافظهٔ کوتاه‌مدت به بلندمدت مؤثر می‌باشد. در مغز انسان **دو عدد هیپوکامپ** داریم که هریک در یک **لوب گیجگاهی** قرار دارد. لوب گیجگاهی تنها لوب مخ است که در تماس با رابط پینه‌ای نیست.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** سامانهٔ لیمبیک با هیپوتالاموس و تالاموس‌ها و قشر مخ در ارتباط است و در راه‌اندازی احساساتی همچون ترس، خشم و لذت نقش دارد؛ ولی دقت کنید که تالاموس‌ها و هیپوتالاموس مجاور هم قرار دارند و نیازی نیست که لیمبیک ارتباط بین آن‌ها را برقرار کند! در حقیقت لیمبیک، پیام تالاموس و هیپوتالاموس را به قشر مخ ارتباط می‌دهد. **گزینهٔ (۳):** هیپوتالاموس در تنظیم تشنگی و فعالیت گره پیشاهنگ (تنظیم فشار خون و ضربان قلب) نقش دارد. همچنین هیپوفیز غده‌ای به اندازهٔ نخود است که در گودی استخوانی از کف جمجمه قرار دارد. بین هیپوتالاموس و هیپوفیز پسین ارتباط عصبی برقرار بوده و بین هیپوتالاموس و هیپوفیز پیشین ارتباط هورمونی برقرار است. (فصل ۴) ولی بسیار دقت کنید که هیپوتالاموس جزئی از سامانهٔ لیمبیک نیست! **گزینهٔ (۴):** با توجه به شکل ۱۷ کتاب درسی، خود بخش قطور اسبک مغز پایین‌ترین قسمت سامانهٔ کناره‌ای (لیمبیک) است.

۱۳۸۴ :(۱) فقط مورد (ب) صحیح است

بررسی موارد (الف) نادرست. پیام‌های عصبی حسی مختلف اغلب در تالاموس گردهم می‌آیند. (ب) **درست.** به شکل توجه کنید. (ج) نادرست. به شکل توجه کنید. بخش نازک لیمبیک دور تالاموس است. (د) نادرست. کتاب در این وظایف فقط به یاخته‌های **عصبی** مغزمیانی اشاره کرده است. (نه پشتیبان‌ها!)

۱۳۸۵ :(۲) موارد (الف) و (ج) دربارهٔ سه قسمت عصبیِ قشر مخ، هیپوتالاموس و تالاموس‌ها که در ارتباط با لیمبیک هستند، صحیح می‌باشند (البته این سؤال ترکیبی با فصل‌های جلوتر است).

بررسی موارد (الف) **درست.** پیام هر دو چشم پس از کیاسما، ابتدا از **تالاموس** عبور کرده تا پردازش اولیه شود و در نهایت به **قشر مخ** در لوب پس‌سری هر نیمکره برای عمل پردازش نهایی و تشخیص تصویر می‌رسد. (فصل ۲) (ب) نادرست. هیپوتالاموس با ترشح آزادکننده و مهارکننده روی ترشح هورمون‌های محرک جنسی *FSH* و *LH* اثر دارد که این دو هورمون نیز روی تنظیم دوره‌های جنسی زنان مؤثر هستند. (فصل ۴ و ۷) (ج) **درست.** هر سه مرکز فوق در بالای پل‌مغزی که مرکز تنظیم ترشح اشک می‌باشد، قرار دارند. (د) نادرست. هیپوتالاموس در پردازش اطلاعات حس ویژه نقشی ندارد ولی در تنظیم دمای بدن از حواس پیکری مؤثر است.

۱۳۸۶ :(۳) **هیپوتالاموس**، بخشی از مغز انسان است که **گرسنگی** و **خواب** را تنظیم می‌کند. هیپوتالاموس در مجاورت **تالاموس‌ها** (محل تقویت **اغلب** اطلاعات حسی) قرار دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های عصبی **مغزمیانی**، در فعالیت‌های مختلف از جمله **شنوایی**، **بینایی** و **حرکت** نقش دارند. **گزینهٔ (۲):** هیپوتالاموس، بخشی از هیپوکامپ نیست. **گزینهٔ (۴):** **بصل‌النخاع**، مرکز انعکاس‌های عطسه و سرفه است.

هیپوتالاموس

مرکزی در زیر تالاموس‌ها است که علاوه‌بر تنظیم هم‌ایستایی بدن در تنظیم دمای بدن، تعداد ضربان قلب، فشار خون، خواب، گرسنگی و تشنگی نیز نقش دارد، هم‌چنین با تولید هورمون‌هایی و به کمک غدهٔ هیپوفیز مسئول تنظیم کار **اغلب** غدد درون‌ریز مهم بدن نیز می‌باشد. **این غده به همراه تالاموس در بالای ساقهٔ مغز قرار داشته و هر دو توسط سامانهٔ لیمبیک به قشر مخ متصل می‌شوند.**

هیپوتالاموس هورمون‌های آزاد و مهارکننده برای تنظیم تولید هورمون‌های هیپوفیز **پیشین** ترشح می‌کند و هورمون‌های ضدادراری و اکسی‌توسین را برای ذخیره شدن در هیپوفیز پسین می‌سازد. در جدول زیر با انواع هورمون‌های این مرکز مغزی آشنا می‌شوید.

۱۸۵ هورمون‌های هیپوتالاموس

موارد مقایسه	محل تولید	بافت هدف	نقش هورمون
آزادکننده‌ها	هیپوتالاموس	هیپوفیز پیشین	محرک ترشح ۶ هورمون مختلف از هیپوفیز پیشین می‌باشد.
مهارکننده‌ها	هیپوتالاموس	هیپوفیز پیشین	ترشح ۶ هورمون از هیپوفیز پیشین را کم یا متوقف می‌کند.
ضدادراری	جسم‌یاخته‌ای یاخته‌های غدهٔ هیپوتالاموس	از طریق دسته‌های آکسونی ابتدا به غدهٔ هیپوفیز پسین می‌رود و در پایانهٔ آکسون‌ها ذخیره می‌شود تا از آنجا از طریق خون به کلیه‌ها برسد.	از هیپوفیز پسین وارد خون شده و سبب افزایش بازجذب آب از کلیه‌ها می‌شود.
اکسی‌توسین	جسم‌یاخته‌ای یاخته‌های غدهٔ هیپوتالاموس	از طریق دسته‌های آکسونی ابتدا به غدهٔ هیپوفیز پسین می‌رود و ذخیره می‌شود تا در موقع زایمان یا شیر دادن روی رحم یا غدد شیری اثر کند.	از هیپوفیز پسین وارد خون شده و سبب افزایش انقباضات رحم در زایمان و غدد شیری برای خروج شیر می‌شود.

۱۳۸۷ (۳) دقت کنید در صورت سؤال به بخش‌های **اصلی** مغز اشاره کرده است. بخش‌های اصلی مغز شامل مخ، مخچه و ساقهٔ مغز است. بخش اصلی مغز که در تنظیم گیرنده‌های وضعیتی مثلاً کپسول مفصلی نقش دارد، مخچه است. از طرفی در عقب بصل‌النخاع که می‌تواند ضمن بلع فعالیت تنفسی را متوقف کند، **مخچه** قرار دارد که با دریافت **پیوستهٔ** پیام از مغز، نخاع و گوش‌ها، فعالیت ماهیچه‌های بدن را نیز هماهنگ می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پل‌مغزی که مسئول تنظیم مدت زمان دم در تنفس و ترشح بزاق و اشک می‌باشد جزء ساقهٔ مغز بوده و بالای آن مغز میانی است ولی جمع‌آوری و پردازش اغلب پیام‌های حسی ورودی به مغز برعهدهٔ **تالاموس‌ها** است. تالاموس‌ها از بخش‌های اصلی مغز نیستند. **گزینهٔ (۲):** هماهنگ‌کنندهٔ حرکات بدن، مخچه است. جلوی مخچه، پل‌مغزی و بصل‌النخاع قرار دارد. ولی بصل‌النخاع در تنظیم زنش قلب (فعالیت یاخته‌های بافت گرهی) و پل‌مغزی در تنظیم ترشح اشک نقش دارد. **گزینهٔ (۴):** بخش تقویت‌کنندهٔ پیام‌های حسی، تالاموس‌ها هستند. از طرفی هیپوتالاموس پایین‌تر از تالاموس‌ها قرار داشته و در تنظیم تشنگی نقش دارد اما جزء بخش‌های اصلی مغز نیست.

۱۳۸۸ (۴) متن سؤال اشاره به بصل‌النخاع و هیپوتالاموس دارد که در تنظیم تعداد ضربان قلب مؤثر می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. هیپوتالاموس هر دو کار فوق را انجام می‌دهد. **گزینهٔ (۲):** نادرست. هیپوتالاموس مرکز خواب و گرسنگی نیز می‌باشد. **گزینهٔ (۳):** نادرست. تالاموس که مرکز تقویت پیام بینایی است اصلاً در متن سؤال قرار نمی‌گیرد. **گزینهٔ (۴): درست.** قسمت اول در مورد بصل‌النخاع (انعکاس سرفه و عطسه) ولی قسمت دوم در مورد هیپوتالاموس است.

۱۳۸۹ (۱) فقط مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. اعتیاد، وابستگی به مصرف یک ماده یا انجام یک رفتار است که مصرف و ترک آن، مشکلات **جسمی** و **روانی** برای فرد ایجاد می‌کند.
(ب) نادرست. وابستگی به بازی‌های رایانه‌ای **همانند** وابستگی به الکل یا هروئین، از لحاظ زیست‌شناسی اعتیاد محسوب **می‌شود**. (ج) **درست.** اعتیاد علاوه‌بر سلامت روانی و جسمی یک فرد، سلامت خانواده او و دیگر افراد جامعه را نیز تهدید می‌کند. (د) نادرست. نخستین تصمیم برای مصرف مادهٔ اعتیادآور در **اغلب** افراد **اختیاری** است اما استفادهٔ مکرر از این مواد در مغز تغییر ایجاد می‌کند. (به **نخاع** کاری ندارند!)

۱۳۹۰ (۴) به دنبال ادامهٔ مصرف مادهٔ اعتیادآور، ناقل‌هایی سرخوش‌کننده مانند دوپامین، **کمتر** آزاد می‌شوند و به فرد احساس کسالت، بی‌حوصلگی و افسردگی دست می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** به دنبال مصرف **مکرر** مادهٔ اعتیادآور، تغییراتی در **مغز** (نه نخاع) ایجاد می‌شود که فرد دیگر نمی‌تواند با میل شدید به مصرف ماده مقابله کند. **گزینهٔ (۲):** تغییرات ایجاد شده در **مغز** در اثر مصرف مادهٔ اعتیادآور **ممکن است** دائمی باشند. **گزینهٔ (۳):** به دنبال اثر مادهٔ اعتیادآور بر سامانهٔ لیمبیک، **یکی از** ناقل‌هایی که آزاد می‌شود دوپامین است.

۱۳۹۱ (۲) موارد (ب)، (ج)، (د) و (ه) به نادرستی بیان شده‌اند.

بررسی موارد (الف) درست. فرد معتاد برای دستیابی به حس سرخوشی نخستین، مجبور است مادهٔ اعتیادآور **بیشتری** مصرف کند. (ب) **نادرست.** مواد اعتیادآور بر بخش‌هایی از **قشر مخ** نیز تأثیر می‌گذارند و سبب کاهش توانایی تصمیم‌گیری، قضاوت و خودکنترلی می‌شوند. (ج) **نادرست.** اثرات مادهٔ اعتیادآور بر مغز **نوجوانان** شدیدتر است زیرا مغز آن‌ها در حال رشد است. (د) **نادرست.** مصرف مادهٔ اعتیادآور **ممکن است** تغییرات برگشت‌ناپذیری در **مغز** ایجاد کند در نتیجه اعتیاد بیماری برگشت‌**پذیر** است. (ه) **نادرست.** می‌توان با بررسی میزان مصرف **گلوکز**، اثر مادهٔ اعتیادآور کوکائین بر مغز را نشان داد.

۱۳۹۲ (۴) الکل، عامل کاهش‌دهندهٔ فعالیت‌های بدنی، ایجاد ناهماهنگی در حرکات بدن (اشکال در مخچه) و اختلال در گفتار است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** حتی مصرف **کمترین** مقدار الکل، بدن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. **گزینهٔ (۲):** الکل در دستگاه گوارش به **سرعت** جذب می‌شود. **گزینهٔ (۳):** الکل، علاوه‌بر دوپامین، بر فعالیت **انواعی** از ناقل‌های عصبی **تحریکی و مهاری** تأثیر می‌گذارد.

۱۳۹۳: ۱) طبق متن کتاب درسی، موارد (ج) و (د) از عوارض مصرف **بلندمدت** الکل و موارد (الف)، (ب) و (ه) از عوارض مصرف **کوتاه‌مدت** الکل هستند.

نکات مرتبط با اعتیاد و الکل

- مصرف تنباکو با سرطان دهان، حنجره و شش ارتباط مستقیم دارد.
- ورآمدن خمیر نان به علت انجام تخمیر **الکلی** در نوعی قارچ است. تخمیر الکلی در یاخته‌های ماهیچه‌ای بدن انسان انجام نمی‌شود.
- کمترین آسیب در اعتیاد به کوکائین در مغز، مربوط به لوب **پس‌سری** و بیشترین آسیب در اعتیاد در مغز، مربوط به لوب **پیشانی** می‌باشد.
- مصرف گلوکز در بخش‌های **میانی** مغز کمتر از بقیهٔ مناطق آن می‌باشد.
- سیگار کشیدن، الکل، رژیم غذایی نامناسب و استفاده بیش از اندازه از غذاهای آماده، تنش و اضطراب، از علت‌های برگشت **اسید معده‌اند**.
- در افرادی که دخانیات مصرف می‌کنند، به علت از بین رفتن یاخته‌های **مژک‌دار** مخاط تنفسی، **سرفه** راه مؤثر**تری** برای بیرون راندن مواد خارجی است و به همین علت این گونه افراد به سرفه‌های مکرر مبتلا هستند.
- عوامل مختلفی می‌تواند روی فشار خون تأثیر بگذارند، از جمله: چاقی، تغذیهٔ نامناسب به ویژه مصرف چربی و نمک زیاد، دخانیات، استرس، عوامل هورمونی و سابقهٔ خانوادگی
- پرتوها و مواد شیمیایی سرطان‌زا، موادغذایی دودی شده مثل گوشت و ماهی دودی، بعضی ویروس‌ها، قرص‌های ضدبارداری، نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات از عوامل مهم سرطان‌زایی‌اند. (مقدار تولید اینترفرون نوع ۲، پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی را در بدن زیاد می‌کنند.)
- دخانیات، الکل، مجاورت با پرتوهای مضر و آلودگی‌ها نیز می‌توانند در روند جدا شدن فام‌تن‌ها در هر دو جنس، اختلال ایجاد کنند.
- عوامل بیماری‌زا و موادی مانند نیکوتین، کوکائین و الکل نیز می‌توانند از جفت عبور کنند و روی رشد و نمو جنین تأثیر سوء بگذارند.
- از مواد **شیمیایی** جهش‌زا می‌توان به **بنزوپیرن** اشاره کرد که در دود سیگار وجود دارد و جهشی ایجاد می‌کند که به سرطان منجر می‌شود.
- الکل و انواعی از نقص‌های ژنی در عملکرد راکیزه، در خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد مشکل ایجاد می‌کنند. مطالعات نشان می‌دهد که الکل سرعت تشکیل رادیکال‌های آزاد از **اکسیژن** را در راکیزهٔ کبد افزایش می‌دهد و مانع از عملکرد راکیزه در جهت کاهش آن‌ها می‌شود. رادیکال‌های آزاد با حمله به راکیزه، سبب تخریب راکیزه و در نتیجه مرگ یاخته‌های کبدی و بافت‌مردگی کبد می‌شوند. به همین علت اختلال در کار کبد و ازکار افتادن آن از شایع‌ترین عوارض نوشیدن مشروبات الکلی است.
- گاز کربن‌مونواکسید با اتصال به هموگلوبین، مانع اتصال اکسیژن به آن می‌شود و چون به آسانی از هموگلوبین جدا نمی‌شود، ظرفیت حمل اکسیژن در خون را کاهش می‌دهد. این عملکرد مونواکسیدکربن، در واقع در انجام تنفس یاخته‌ای اختلال ایجاد می‌کند. مونواکسیدکربن به شکل دیگری نیز بر تنفس یاخته‌ای اثر می‌گذارد؛ این گاز سبب توقف واکنش مربوط به انتقال الکترون‌ها به اکسیژن می‌شود. دود خارج شده از خودروها و سیگار، از منابع دیگر تولید مونواکسیدکربن‌اند.
- کمبود ویتامین D و کلسیم غذا، نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات با جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان‌ها، باعث بروز پوکی استخوان در مردان و زنان می‌شوند. اختلال در ترشح بعضی هورمون‌ها و مصرف نوشابه‌های گازدار نیز در کاهش تراکم استخوان نقش دارند.

۱۳۹۴: ۴) اعتیاد به **هر** مادهٔ اعتیادآوری، ممکن است سبب ایجاد تغییرات برگشت**ناپذیری** در مغز شود که در مورد فرد مصرف‌کنندهٔ کوکائین به خصوص در نواحی **پیشین** مغز این آسیب‌ها بهبود کمتری را نشان می‌دهند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** برای فرد معتاد، **ترک** اعتیاد (همانند انجام آن!) سبب ایجاد مشکلات جسمی و روانی می‌شود. **گزینهٔ (۲):** در معتادین، مصرف **مکرر** مادهٔ اعتیادآور سبب مصرف و داشتن میل شدیدتر به آن ماده می‌شود (نه عدم مصرف!). **گزینهٔ (۴):** با مصرف مکرر و بیشتر مواد اعتیادآور، مقدار **تولید** دوپامین از سامانهٔ **لیمبیک** کاهش می‌یابد (نه اثر آن بر روی این سامانه!).

۱۳۹۵: ۴) مصرف الکل روی همهٔ موارد ذکر شده تأثیر می‌گذارد.

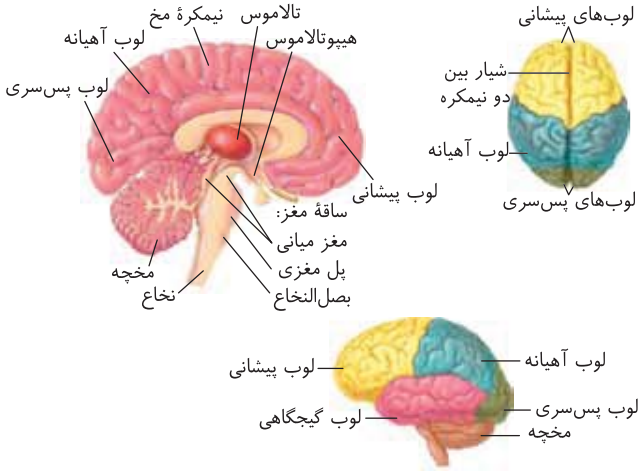
بررسی موارد **الف)** مصرف الکل باعث آرام‌سازی ماهیچه‌ها و به هم خوردن تعادل می‌شود. مخچه مسئول تنظیم تعادل بدن و دارای مادهٔ خاکستری و سفید در ساختار خود می‌باشد. **ب)** در مغز، هیپوتالاموس مسئول ایجاد حس تشنگی و گرسنگی و همچنین تنظیم کنندهٔ خواب است. مصرف الکل موجب خواب‌آلودگی فرد می‌شود. **ج)** در کبد، یاخته‌هایی وجود دارند که توانایی تولید و ترشح هورمون اریتروپویتین را دارند. مصرف الکل روی این اندام تأثیر دارد و در **بلندمدت** باعث ایجاد مشکلات کبدی می‌شود. **د)** سامانهٔ کناره‌ای مغز در شکل‌گیری حافظه نقش دارد که با پیازهای بویایی در ارتباط مستقیم است. مصرف الکل باعث اختلال در حافظه می‌شود.

۱۳۹۶: ۴) در دیسه‌های یاختهٔ نگهبان روزنه (روپوستی و با توانایی تغییر طول)، مواد آنتی‌اکسیدان مثل کاروتنوئیدها را داریم که اعتیادآور نیستند!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در شیرابهٔ برخی درختان نهان‌دانه (که درختان دولپه و دارای کامبیوم هستن)، ترکیبات **آلکالوئیدی** وجود دارند که می‌توانند اعتیادآور باشند. **گزینهٔ (۲):** الکل ماده‌ای محلول در چربی و از سوخت‌های **زیستی** بوده که به سرعت جذب می‌شود، بدیهی است که الکل می‌تواند اعتیادآور باشد. **گزینهٔ (۴):** برخی مواد آلکالوئیدی مثل نیکوتین، ترکیباتی دارند که برای دفاع شیمیایی گیاهان در مقابل گیاه‌خواران استفاده می‌شوند. نیکوتین در اعتیاد نقش دارد.

۱۳۹۷: ۱) تنها مورد (الف) عبارت را به **نادرستی** تکمیل می‌نماید. به جای نوشتن متن، جدول زیر و شکل‌ها کمک بهتری برای درک سؤال می‌نمایند.

	قسمت اول	قسمت دوم	قسمت سوم	تحلیل عبارات
عبارت (الف)	لوب پیشانی	مخچه	بصل‌النخاع	مخچه پشت بصل‌النخاع است.
عبارت (ب)	لوب پس‌سری	تالاموس‌ها	مخچه	هر دو بالای مخچه هستند.
عبارت (ج)	لوب گیجگاهی	هیپوتالاموس	پل‌مغزی	هر دو بالای پل‌مغزی هستند.
عبارت (د)	لوب آهیانه	هیپوکامپ	لوب پس‌سری	هر دو جلوی لوب پس‌سری هستند.



۷۹ شکل‌نامهٔ بررسی مصرف کوکائین و ترک آن در مغز

- کمترین آسیب مغز در اعتیاد با آن، مربوط به لوب **پس‌سری** و بیشترین آسیب در اعتیاد در مغز، مربوط به لوب **پیشانی** می‌باشد.
- مصرف گلوکز در بخش‌های میانی مغز کمتر از بقیهٔ مناطق آن می‌باشد.
- در ۱۰ روز پس از آخرین مصرف، هیچ بخش قرمزرنگی برای مصرف زیاد گلوکز دیده نمی‌شود.
- رنگ آبی تیره و روشن، مصرف پایین گلوکز و رنگ زرد و قرمز، مصرف بالای گلوکز را نشان می‌دهد.
- کمترین مصرف گلوکز در هر شرایطی در بخش‌های **میانی** مغز قابل مشاهده می‌باشد.
- ده روز پس از آخرین مصرف کوکائین، اصلاً هیچ قسمت بخش پیشین مخ حاوی بخش نرمال برای مصرف گلوکز نشده است (فاقد بخش زرد می‌باشد).
- ۱۰۰ روز پس از ترک کوکائین، بخش پیشین مغز بهبود کمتری را نشان می‌دهد.

۱۳۹۸ (۱) فقط مورد (د) صحیح است.

بررسی موارد **الف** نادرست. بقایای پرده‌های مننژ، روی سطح پشتی و شکمی مغز **همانند** فضای بین دو نیمکره قابل مشاهده هستند. **ب** نادرست. اگر از شیار بین دو نیمکره، آن‌ها را از هم فاصله دهیم، نوار سفیدرنگ **رابط پینه‌ای** را می‌بینیم. **ج** نادرست. اگر در رابط پینه‌ای برش **کم‌عمق** ایجاد کنیم، در زیر آن می‌توانیم رابط سه‌گوش را ببینیم. **د** **درست.** در دو طرف رابط‌های پینه‌ای و سه گوش، **بطن‌های ۱ و ۲** مغزی، حاوی اجسام مخطط و شبکه‌های مویرگی ترشح کنندهٔ مایع مغزی - نخاعی دیده می‌شوند.

نکاتی از متن کتاب در تشریح مغز گوسفند

با انگشتان شست، به آرامی دو نیمکره را از محل شیار بین آن‌ها از ناحیهٔ پشتی از یکدیگر فاصله دهید و بقایای پرده‌های مننژ را از **بین** دو نیمکره خارج کنید تا نوار **سفید** رنگ رابط پینه‌ای را ببینید. در حالی که نیمکره‌های مخ از هم فاصله دارند، با نوک چاقوی جراحی، در **جلوی** رابط پینه‌ای، برش **کم**عمقی ایجاد کنید و به آرامی فاصلهٔ نیمکره‌ها را بیشتر کنید تا رابط سه‌گوش را در **زیر** رابط پینه‌ای مشاهده کنید. **دو طرف** این رابط‌ها، فضای بطن‌های **۱ و ۲** مغز و داخل آن‌ها، **اجسام مخطط** قرار دارند. شبکه‌های مویرگی که مایع مغزی - نخاعی را ترشح می‌کنند نیز درون این بطن‌ها (۱ و ۲) دیده می‌شوند. در مرحلهٔ بعد به کمک چاقوی جراحی در رابط سه‌گوش، برش **طولی** ایجاد کنید تا در **زیر** آن، تالاموس‌ها را ببینید. دو تالاموس که با یک رابط به هم متصل‌اند با **کمترین** فشار از هم جدا می‌شوند. در **عقب** تالاموس‌ها، بطن سوم و در لبهٔ **پایین** این بطن، اپی‌فیز را ببینید. در **عقب** اپی‌فیز برجستگی‌های چهارگانه قرار دارند. در مرحلهٔ بعدی کرمینهٔ مخچه را در امتداد شیار بین دو نیمکره برش دهید تا درخت زندگی و بطن چهارم مغز را ببینید.

۱۳۹۹ (۳) در تشریح مغز گوسفند، اپی‌فیز، در لبهٔ پایین بطن ۳ دیده می‌شود.

ردیف اول: **تالاموس‌ها**، به دنبال ایجاد برشی طولی در رابط سه‌گوش دیده می‌شوند و با رابطی به هم متصل‌اند که با کمترین فشار از هم جدا می‌شوند. ردیف دوم: در عقب تالاموس‌ها **بطن سوم** قرار دارد. برجستگی‌های چهارگانه در **عقب اپی‌فیز** قرار دارند. ردیف چهارم: به دنبال برش کرمینه، درخت زندگی و **بطن ۴** مغز، دیده می‌شوند.

۱۸۶ تشریح مغز گوسفند

	سطح شکمی	سطح پشتی (قبل از برش)	سطح پشتی (بعد از برش)	از پهلو (بعد از برش طولی)
موارد قابل مشاهده	لوب‌های بویایی - کیاسمای بینایی - مغزمیانی - پل‌مغزی - بصل‌النخاع - مخچه	نیمکره‌های مخ - شیار بین دو نیمکره - لوب‌های بویایی - مخچه - کرمینه	بطن چهارم - بطن سوم - برجستگی‌های چهارگانه - اپی‌فیز - اجسام مخطط - تالاموس - رابط پینه‌ای - رابط سه‌گوش - بطن‌های ۱و۲ - درخت زندگی - لوب‌های بویایی	لوب‌های بویایی - مخ - رابط سه‌گوش - رابط پینه‌ای - تالاموس - بطن سوم - پل‌مغزی - بصل‌النخاع - اپی‌فیز - برجستگی‌های چهارگانه - بطن چهارم - بطن‌های ۱و۲ - درخت زندگی

۱۴۰۰ (۳) بخش اصلی مغز شامل مخ، مخچه و ساقهٔ مغز می‌باشد. در مغز گوسفند، ساختاری از بخش اصلی، که در نمای **شکمی** به‌طور تقریبی دیده می‌شود، ساقهٔ مغز می‌باشد که برخلاف مخ و مخچه فاقد دو نیمکره و رابط می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ساختاری از مغز گوسفند که بخش‌های اصلی آن در نمای **پشتی** دیده نمی‌شوند، **ساقهٔ مغز** می‌باشد (این بخش از سطح شکمی قابل مشاهده است). این بخش به‌طور قطع در فعالیت **شنوایی** نقش دارد؛ زیرا مغزمیانی که بخشی از ساقهٔ مغز می‌باشد، در حرکت، بینایی و شنوایی مؤثر است. **گزینهٔ (۲):** اپی‌فیز بخشی از مغز گوسفند است که در لبهٔ پایینی بطن سوم دیده می‌شود. این بخش (یعنی اپی‌فیز) هورمون ملاتونین ترشح می‌کند ولی مسئول ترشح هورمون رشد و *FSH* نیست. **گزینهٔ (۴):** بخشی از مغز گوسفند که در عقب اپی‌فیز قرار دارد، همان برجستگی‌های چهارگانه در مغزمیانی هستند. مغزمیانی نقشی در پردازش اولیه و تقویت اطلاعات حسی ندارد. این ویژگی برای **تالاموس‌ها** بود.

۱۴۰۱ (۲) همان‌طور که در شکل مقابل در سطح شکمی مشاهده می‌کنید، با اینکه ساقهٔ مغز قسمت زیادی از مخچه را پوشانده اما هنوز قسمتی از مخچه از دو طرف سطح شکمی قابل مشاهده می‌باشد.

«سطح شکمی مغز»

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** شیار بین دو نیمکرهٔ مخ در سطح شکمی قابل مشاهده نمی‌باشد. که هر سه پردهٔ مننژ می‌توانند در این شیار نفوذ کنند. **گزینهٔ (۳):** هیپوتالاموس در صورت برش مغز قابل مشاهده می‌باشد و در صورت مشاهدهٔ مغز از سطح شکمی نمی‌توانیم آن را ببینیم. **گزینهٔ (۴):** رابط‌های پینه‌ای و سه‌گوش شامل رشته‌های عصبی میلین‌دار سفید می‌باشند که رابط سه‌گوش تنها در صورت برش مغز از بخش پشتی قابل مشاهده است. در این برش، رابط پینه‌ای به بخش پشتی و رابط سه‌گوش به بخش شکمی نزدیک‌تر است و هر دو ضخامت متفاوتی در بخش‌های مختلف خود دارند.

۱۴۰۲ (۳) بـا توجـه به شـکل مقابـل می‌توانید بـه درسـتی گزینـهٔ (۳) و نادرسـتی سـایر گزینه‌ها پـی ببرید. *(متأسفانه راهی جز حفظ کردن بخش‌های مختلف در تشریح مغز گوسفند نداریدا)* در مورد گزینه‌های (۲) و (۴) دقت کنید که در نمای شکمی و پشتی مغز و بدون برش دیده می‌شوند.

۱۴۰۳ (۲) رابـط سـه‌گوش (پایینی) زیر رابط پینـه‌ای (بالایی) قرار دارد کـه از نمای **شکمی** و بـدون برش قابل مشاهده نیست.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اجسـام مخطط درون بطن‌های ۱ و ۲ قرار دارند و با برش از سـطح **پشتی** مغز قابل مشـاهده هسـتند. **گزینهٔ (۳):** برجستگی‌های چهارگانه بخشی از مغزمیانی در ساقهٔ مغز هستند که این قسمت از نمای **پشتی** قابل مشاهده نیست. **گزینهٔ (۴):** لوب‌های بویایی از هر دو نمای پشتی و شکمی قابل رؤیت هستند.

۱۴۰۴ (۳) بطن سـوم مغزی در جلوی غـدهٔ اپی‌فیز قرار گرفته اسـت و مایع مغـزی - نخاعـی سـاخته شـده در بطن‌هـای جانبـی (۱ و ۲) را از طریـق رابطی (مجرایی) دریافت می‌نماید.

بطن‌های مغزی ۱۸۷

بطن	نکات
۱و۲	دو طرف رابط سه‌گوش و پینه‌ای می‌باشند. اجسام مخطط داخل آن‌هاست. شبکه‌های مویرگی ترشح کنندهٔ مایع مغزی - نخاعی در آن‌هاست.
۳	در عقب تالاموس است. در لبهٔ پایین آن اپی‌فیز است.
۴	بعد از برش کرمینه در امتداد شیار بین دو نیمکره در نزدیک مخچه مشاهده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بطن چهارم در پشـت برجستگی‌های چهارگانه قـرار گرفتـه اسـت؛ در حالی‌کـه بطن‌هـای جانبـی ۱و ۲ بـا رابط سـه‌گوش در ارتباط‌انـد. **گزینهٔ (۲):** بطـن چهارم در بین مخچه و بصل‌النخاع دیده می‌شـود و در پشـت تالاموس‌ها قرار گرفته اسـت. **گزینهٔ (۴):** بطن‌های جانبی (۱ و ۲) در پاییـن رابط پینه‌ای قـرار گرفته‌اند؛ در صورتی که با بـرش کرمینهٔ مخچه، بطن چهارم و درخت زندگی مشاهده می‌شوند.

۱۴۰۵ (۳) جلویی‌ترین بخش سـاقهٔ مغز، **پل‌مغزی** اسـت که به علت نقش داشـتن در ترشـح اشـک و بزاق، همانند بصل‌النخاع به علت راه‌اندازی انعکاس‌هایی همانند عطسه و سرفه و همچنین هیپوتالاموس به علت راه‌اندازی پاسخ تب در پاسخ ایمنی بدن مؤثر می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مغزمیانی از دو بخش تشکیل شده که یکی در سطح شکمی مغز است و بخش دیگر که برجستگی‌های چهارگانه نام دارد، در سطح پشتی مغز و در مجاورت بطن سوم می‌باشد. مغزمیانی در فعالیت شنوایی، حرکت و بینایی مؤثر است. **گزینهٔ (۲):** بطن‌های جانبی ۱ و ۲ در دو طرف رابط‌های سه‌گوش و پینه‌ای واقع شـده‌اند و اجسـام مخطط درون آن‌ها قرار دارند. برای رؤیت بطن چهارم بایسـتی برش‌های بیشـتری در مقایسه با بطن ۱ و ۲ ایجاد کرد. بطن چهارم بین ساقهٔ مغز و مخچه واقع اسـت. **گزینهٔ (۴):** با توجه به شـکل بالا، غدهٔ اپی‌فیز در مجاورت بخش پهن رابط سـه‌گوش بوده و واجد یاخته‌های عصبی با توانایی تولید پیک‌های شیمیایی دوربرد (ملاتونین) است. غدهٔ اپی‌فیز در بالای مخچه و پشت ساقهٔ مغز واقع است.

۱۴۰۶ (۱) اجسام مخطط (الف) درون بطن ۱ و ۲ مغزی قرار دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** اپی‌فیز (ب) در مغز گوسـفند در **لبهٔ پایین بطن سوم** و عقب تالاموس‌ها می‌باشـند. **گزینهٔ (۳):** جلوی برجسـتگی‌های چهارگانه (ج)، اپی‌فیز اسـت که تولیدکنندهٔ ملاتونین می‌باشـد. **گزینهٔ (۴):** درخت زندگی و بطن ۴ (د) پس از برداشـتن کرمینه دیده می‌شـوند.

۱۴۰۷ (۲) موارد (ب) و (د) صحیح می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها در تشریح مغز گوسفند، در سطح **شکمی** اپی‌فیز در زیر اجسام مخطط و کیاسمای بینایی بالای مغزمیانی دیده می‌شود (درستی (ب) و (د)) ولی درخت زندگی (بخش سفید مخچه) در اطراف بطن **چهارم** درون نیمکرهٔ **مخچه** قرار دارد (نه مخ!) (نادرستی (الف) و (ج)).

۱۴۰۸ (۲) **نخاع**، مسیر عبور پیام‌های حسی از اندام‌های بدن به مغز و ارسال پیام‌های حرکتی از مغز به اندام‌هاست. نخاع همانند بصل‌النخاع، مرکز **برخی از** انعکاس‌های بدن است (برای نمونه، انعکاس تطابق نوری عنبیه یا سرفه و عطسه، نخاعی نیست).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نخاع درون سـتون مهره‌ها از بصل‌النخاع تا **دومین** مهرهٔ **کمر** (نه لگن) کشـیده شـده است. **گزینهٔ (۴):** هر عصب نخاعی دو ریشه دارد که ریشهٔ پشتی آن **حسی** و دارای هسته و جسم‌یاخته‌ای نورون‌های حسی است و پیام‌های حسی را وارد نخاع می‌کند و ریشهٔ شکمی آن **حرکتی** است و فقط از آکسون نورون‌های حرکتی تشکیل شده است. **گزینهٔ (۴):** این عبارت بیانگر کار اعصاب **محیطی** است (نه درون نخاع!).

نکات نخاع

- انخاع درون سـتون مهره‌ها از بصل‌النخاع تا **دومین** مهرهٔ **کمر** کشـیده شـده، اسـت **مغز** را به دسـتگاه عصبی **محیطی** متصل می‌کند. نخاع مسـیر عبور پیام‌های حسی از اندام‌های بدن به مغز و ارسال پیام‌ها از مغز به اندام‌هاست. علاوه‌بر آن، نخاع مرکز **برخی** انعکاس‌های بدن است. هر عصب نخاعی دو ریشه دارد. ریشهٔ پشتی عصب نخاعی، حسی و ریشهٔ شکمی آن حرکتی است. ریشهٔ پشتی، اطلاعات حسی را به نخاع وارد و ریشهٔ شکمی پیام‌های حرکتی را از نخاع خارج می‌کند.
- در نخاع برخلاف مغز، مادهٔ سفید در اطراف مادهٔ خاکستری قرار دارد و آن را احاطه کرده است.
- هر عصب نخاعی، یک ریشهٔ پشتی و یک ریشهٔ شکمی دارد که خارج از نخاع در بخش محیطی دستگاه عصبی می‌باشند.
- در ریشه‌های پشتی نخاع، نورون‌های حرکتی دستگاه عصبی پیکری و خودمختار وجود ندارند چون این ریشه فقط نورون‌های **حسی** دارد.
- در سطح شکمی نخاع، یک شیار عمیق ولی در سطح پشتی آن سه شیار کم‌عمق دیده می‌شود.
- هر عصب نخاعی شامل دندریت‌های نورون حسی و آکسون‌های نورون حرکتی می‌باشد.
- قسـمتی از آکسـون نورون‌های حسـی و حرکتی درون نخاع قرار دارند ولی جسـم‌های یاخته‌ای نورون‌های حسـی (به صورت یک گره حسی) و دندریت هیچ‌گاه درون نخاع قرار ندارند.
- هم در ریشهٔ پشتی و هم در ریشهٔ شکمی، هستهٔ یاختهٔ پشتیبان (نوروگلیا) دیده می‌شود؛ ولی فقط در ریشهٔ پشتی، جسم‌یاخته‌ای دیده می‌شود.
- کانال مرکزی نخاع که رابط مغز با اعصاب محیطی است در وسط بخش **خاکستری** قرار دارد.
- شاخه‌های خاکستری ناحیهٔ پشتی نسبت به شاخه‌های خاکستری ناحیهٔ شکمی، نازک‌تر هستند.

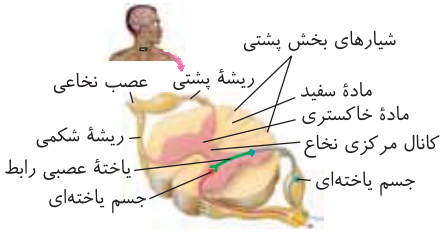
۱۴۰۹ (۴) مطابق با شکل کتاب درسی، نخاع در قسمتی که به بصل‌النخاع در ساقهٔ مغز متصل شده است، دارای ضخامت کمتری نسبت به بصل‌النخاع می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به وجود جسم‌های یاخته‌ای در ریشهٔ پشتی، در آن قسمت قطر ریشه زیادتر می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** طبق شکل نخاع، کانال مرکزی، منطقه‌ای وسط بخش **خاکستری** نخاع بوده و دارای مایع مغزی - نخاعی و اعصاب مغزی حاوی رشته‌های عصبی دراز است و یاختهٔ عصبی ندارد. **گزینهٔ (۴):** عصب فاقد جسم‌یاخته‌ای نورون‌ها است. در عصب نخاعی رشته‌های عصبی از جمله دندریت حسی و آکسون حرکتی وجود دارد.

۱۴۱۰ (۴) در ریشهٔ پشتی نخاع، جسم‌یاخته‌ای یاختهٔ عصبی حسی قابل مشاهده می‌باشد. جسم‌یاخته‌ای محلی است که ریزکیسه‌ها از موادی نظیر ناقلین عصبی پر می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** آزاد شدن ناقلین عصبی با مصرف انرژی در محل همایه‌ها رخ می‌دهد. در ریشهٔ عصبی شکمی هیچ همایه‌ای قابل مشاهده نیست. **گزینهٔ (۲):** ریشهٔ پشتی نخاع، دارای یاختهٔ عصبی حسی می‌باشد، ولی در صورت وجود داشتن یاختهٔ عصبی رابط بعد از یاختهٔ عصبی حسی نمی‌توان آن را در ریشهٔ پشتی مشاهده کرد. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که ریشه‌های عصبی همانند عصب، مجموعه‌ای از رشته‌های عصبی (نه تنها یک رشته!) می‌باشند که توسط غلافی از جنس بافت **پیوندی** احاطه شده‌اند.

۱۴۱۱ (۴) با توجه به شکل مشخص است که در سمت شکمی نخاع، ضخامت مادهٔ خاکستری از سمت پشتی بیشتر است.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در سطح شکمی نخاع، یک شیار و در سطح پشتی آن سه شیار وجود دارد. **گزینهٔ (۲):** در مورد هستهٔ یاخته‌های پشتیبان با قدرت میتوز صحیح است. **گزینهٔ (۴):** ریشهٔ پشتی نخاع، بخش حسی و تارهای حسی دارد ولی، اعصاب پیکری و خودمختار حرکتی هستند.

۱۴۱۲ (۲) جسم‌یاخته‌ای نورون حسی در ریشهٔ پشتی نخاع قرار دارد. در ریشهٔ پشتی نخاع، قسمتی از آسه و کل دارینهٔ این نورون حسی نیز وجود دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** محل انجام سوخت‌وساز یاختهٔ عصبی در **جسم‌یاخته‌ای** است البته در پایانهٔ آکسونی نیز راکیزه و سوخت‌وساز وجود دارد. در ریشهٔ شکمی، آکسون نورون حرکتی دیده می‌شود ولی نکته اینجاست که در طول ریشهٔ شکمی نخاع که حرکتی است، هدایت پیام عصبی از نخاع به سمت بیرون (اندام‌ها) را داریم (نه برعکس!). **گزینهٔ (۳):** مادهٔ خاکستری نخاع، محل سیناپس نورون حسی و رابط است. دندریت نورون حرکتی کاملاً در مادهٔ خاکستری قرار دارد. **گزینهٔ (۴):** در مادهٔ خاکستری نخاع، جسم‌یاخته‌ای نورون **رابط و حرکتی** دیده می‌شود. بخشی از ابتدای آکسون نورون حرکتی در مادهٔ خاکستری نخاع قرار دارد.

۱۴۱۳ (۳) فقط گزینهٔ (۳) نادرست است. دقت کنید **اعصاب** دستگاه عصبی جزء بخش **محیطی** آن می‌باشد. اما در بیماری *MS* تنها بخش **مرکزی** دستگاه عصبی دچار تخریب در یاخته‌های میلین‌دار خود می‌شود و واژهٔ اعصاب برای بخش مرکزی نادرست است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به شکل کتاب درسی، در قسمت‌هایی از درونی‌ترین بخش مغز همانند درونی‌ترین بخش نخاع، مادهٔ خاکستری مجزایی بدون میلین یافت می‌شود که یاخته‌هایش فقط هدایت پیام عصبی را به صورت نقطه‌به‌نقطه دارند. **گزینهٔ (۲):** دقت کنید رابط پینه‌ای و سه‌گوش جزء بخش سفید مغزی هستند. در بخش سفید، اجتماع رشته‌های میلین‌دار را می‌بینیم و نمی‌توانیم جسم‌یاخته‌ای را مشاهده کنیم. بنابراین تنها یاخته‌های پشتیبان به شکل کامل مشاهده می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** **تنباکو** گیاهی با توانایی فراخوانی زنبور وحشی است (فصل ۹) آلکالوئیدی به نام **نیکوتین** دارد که نوعی مادهٔ مخدر دارای توانایی عبور از سدخونی - مغزی است.

۱۴۱۴ (۱) فقط مورد (ه) درست است. میلین پوششی یاخته‌ای است و در محل دارای آن به دلیل عدم وجود کانال‌های عبور یون‌ها، تغییر پتانسیل الکتریکی و ایجاد پتانسیل عمل صورت نمی‌گیرد.

بررسی موارد (الف) تار یا هر رشتهٔ عصبی، در مورد دندریت یا آکسون **دراز** در **یک** یاختهٔ عصبی معنا دارد. (ب) عصب، مجموعه‌ای از زائده‌های بلند **چند یاختهٔ** عصبی است. (ج) رابط پینه‌ای، دو نیمکرهٔ **مخ** را به هم وصل می‌کند و کرمینه رابط خاکستری بین دو نیمکرهٔ **مخچه** است. (د) نخاع، رابط مغز با اعصاب **محیطی** است.

۱۴۱۵ (۳) تنها مورد (ج) عبارت داده شده را به درستی کامل می‌کند. **طویل‌ترین** بخش دستگاه عصبی مرکزی **نخاع** بوده که به کمک استخوان‌های مهره‌ای تا مهرهٔ **دوم** کمر حفاظت می‌شود.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** دقت کنید استخوان‌های مهره **بیش از یک زائدهٔ** متصل به خود دارند و در مهره‌های بدن به‌جز از مهرهٔ ۲ کمر تا لگن، نخاع یافت می‌شود. (ب) **نادرست.** تمام اعصابِ منشأ گرفته از نخاع، اعصاب دارای پیام حسی و حرکتی (مختلط) بوده و با نواحی متعددی از بدن در ارتباط‌اند. (ج) درست. دقت کنید همهٔ مهره‌ها با دنده‌ها مفصل تشکیل نمی‌دهند. مهره‌های انتهایی ستون مهره‌ها، در تشکیل مفصل با دنده‌ها، فاقد نقش هستند. کلاً ۱۲ جفت دنده و ۳۱ مهره وجود دارد. (د) **نادرست. نخاع** دارای یاخته‌هایی است که در تنظیم فعالیت **قلب** نقش دارند. همچنین نخاع، مرکز برخی از انعکاس‌های بدن نظیر انعکاس عقب کشیدن دست است. پس در انقباض، هر دو نوع ماهیچهٔ قبلی و اسکلتی با یاخته بیش از یک هسته مؤثر است ولی مثلاً می‌دانیم که نخاع، در انعکاس بلع نقش ندارد و بصل‌النخاع آن را با تأثیر بر ماهیچهٔ اسکلتی حلق انجام می‌دهد.

۱۴۱۶ (۲) نورون‌های حسی، پیام عصبی را به نورون‌های رابط منتقل می‌کنند. دقت کنید که برخی اعصاب بدن مانند عصب بینایی یا شاخهٔ دهلیزی عصب گوش، از اجتماع **آکسون‌های** نورون‌های حسی تشکیل شده‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** آکسون نورون رابط و بخشی از آکسون نورون‌های حسی و حرکتی در نخاع قابل مشاهده هستند. دقت کنید که **همهٔ** نورون‌ها، در جسم‌یاخته‌ای و پایانه‌های آکسونی خود فاقد میلین‌اند و هدایت **غیرجهشی** دارند. **گزینهٔ (۳):** به عنوان مثال، گیرنده‌های بویایی سقف حفرهٔ بینی، نورون‌های حسی تمایزیافته‌ای هستند که پیام عصبی را به مغز می‌آورند اما رشته‌های عصبی آن‌ها به **دو قطب روبه‌روی هم** در جسم‌یاخته‌ای متصل‌اند. **گزینهٔ (۴):** به عنوان مثال، نورون حرکتی ماهیچهٔ سه‌سر بازو (که جسم‌یاخته‌ای آن در مادهٔ خاکستری نخاع قرار دارد)، به دنبال اتصال ناقل عصبی **مهاری** در فرایند انعکاس عقب کشیدن دست، کانال‌های سدیمی خود را باز نمی‌کند.

۱۴۱۷ (۳) منظور متن سؤال **نخاع** است که اعصاب پیکری انعکاس دست‌ها را به سوی ماهیچه‌ها ارسال می‌کند. از طرفی نخاع در نزدیکی بصل‌النخاع قرار دارد. این مرکز به تنظیم ضربان قلب و فشار خون می‌پردازد. (گزینهٔ (۱) در مورد پل‌مغزی، گزینهٔ (۲) در مورد تالاموس و گزینهٔ (۴) در مورد مخچه می‌باشد.)

۱۴۱۸ (۳) موارد (الف) و (ب) صحیح هستند. **دستگاه عصبی محیطی**، مغز و نخاع را به بخش‌های دیگر مرتبط می‌کند.

بررسی موارد (الف) این دستگاه دارای ۱۲ **جفت عصب مغزی و ۳۱ جفت عصب نخاعی** (مجموعاً ۸۶ عصب) است که مغز و نخاع را به بخش‌های دیگر بدن از جمله ماهیچه‌ها و اندام‌های حسی مرتبط می‌کنند. (ب) هر عصب در دستگاه عصبی محیطی، مجموعه‌ای از رشته‌های عصبی و بدون جسم‌یاخته‌ای است که درون بافتی پیوندی حاوی مادهٔ زمینه‌ای قرار گرفته‌اند. (ج) این دستگاه، شامل دو قسمت حسی و حرکتی است که فقط قسمت **حرکتی** آن، شامل دو بخش پیکری و خودمختار است.

۱۴۱۹ : ۲ دستگاه عصبی **پیکری**، به ماهیچه‌های اسکلتی پیام می‌دهد و می‌تواند در پاسخ سریع و غیرارادی ماهیچه‌ها به محرک‌ها (انعکاس) با نخاع همکاری کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دستگاه عصبی پیکری در انقباض **ارادی همانند غیرارادی** ماهیچه‌های اسکلتی نقش کلیدی دارد. **گزینهٔ (۳):** در انعکاس عقب کشیدن دست در برخورد با جسم داغ، **نخاع از طریق بخش پیکری** مؤثر است ولی مغز در این انعکاس نقشی ندارد اما توجه کنید که مغز جزء دستگاه عصبی محیطی نیست. **گزینهٔ (۴):** بخش پیکری اعصاب حرکتی **هم با نخاع و هم با مغز** مرتبط است.

۱۴۲۰ : ۴ بخش **پیکری** دستگاه عصبی محیطی در پاسخ انعکاسی عقب کشیدن دست نقش اصلی را دارد. هیچ‌یک از موارد در رابطه با بخش پیکری دستگاه عصبی درست نیستند.

بررسی موارد **الف)** بخش پیکری دستگاه عصبی محیطی به ماهیچه‌های اسکلتی و بخش خودمختار دستگاه عصبی محیطی به ماهیچه‌های صاف، قلب و غده‌ها عصب‌دهی دارند. اعصاب پیکری در انتقال پیام عصبی به ماهیچه‌های اسکلتی اطراف کرهٔ چشم نقش دارند. دقت کنید که کاسهٔ چشم با کرهٔ چشم فرق دارد!

نکته

در فصل بعد می‌خوانید که:

۱ ماهیچه‌های درون کرهٔ چشم: ماهیچه‌های حلقوی و شعاعی عنبیه - ماهیچه‌های مژگانی (همگی از نوع ماهیچهٔ صاف)

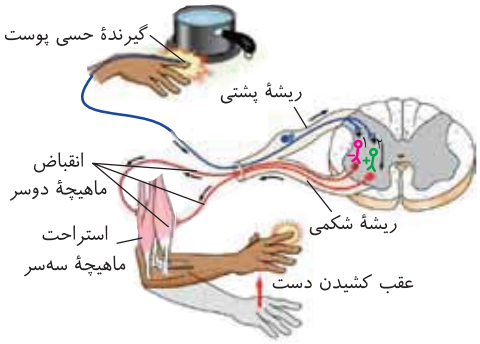
۲ ماهیچه‌های درون کاسهٔ چشم: ماهیچه‌های درون کرهٔ چشم به علاوهٔ ماهیچه‌های اسکلتی اطراف کرهٔ چشم (متصل به صلبیه و مؤثر در حرکت ارادی کرهٔ چشم)

ب) علاوه‌بر اینکه بخش خودمختار دستگاه عصبی محیطی همواره فعال است، ممکن است بعضی اعصاب پیکری نیز همواره فعال باشند! برای مثال اعصاب پیکری که به ماهیچه‌های مؤثر در تنفس عادی عصب‌دهی دارند، همواره فعال‌اند. (می‌دانیم تمام ماهیچه‌های تنفسی از نوع اسکلتی‌اند و شامل دیافراگم، ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای داخلی و خارجی، ماهیچه‌های گردنی، ماهیچه‌های شکمی می‌باشند.) **ج)** در سیناپس مهاری، یاختهٔ پیش‌سیناپسی ناقل عصبی مهاری ترشح می‌کند و با اثر این ناقل‌های مهاری در غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی، عملکرد آن مهار می‌شود. به عبارتی پتانسیل غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی با اثر ناقل عصبی مهاری، منفی‌تر می‌شود یا مانع ایجاد پتانسیل عمل در آن‌ها می‌شود. پس هم در سیناپس مهاری و هم سیناپس تحریکی پتانسیل الکتریکی یاختهٔ پس‌سیناپسی تغییر می‌کند. (توجه کنید سیناپس مهاری فقط **بین دو نورون** می‌تواند برقرار شود و در این حالت یاختهٔ پس‌سیناپسی نمی‌تواند یاختهٔ ماهیچه‌ای یا یاختهٔ غده باشد.) **د)** جایگاه پردازش نهایی اطلاعات ورودی به مغز، قشر مخ است. قشر مخ در عملکرد ارادی نقش دارد و نمی‌تواند در بروز پاسخ انعکاسی بلع مؤثر باشد. بصل‌النخاع در انعکاس‌هایی همچون عطسه، سرفه، بلع و استفراغ نقش دارد.

۱۴۲۱ : ۳ بخش عصبی پیکری مربوط به اعصاب **حرکتی** محیطی است که شامل آکسون‌های درازی هستند و پیام عصبی را از جسم‌یاخته‌ای تا انتهای خود هدایت می‌کنند. (دقت کنید اینجا منظور طراح از **برخی** در ابتدای سؤال برخی از تارهای پیکری نبوده است بلکه برخی از تارهای حرکتی بوده که همگی به عنوان پیکری معرفی شده‌اند! یعنی اگر گفته می‌شد «آن تارهای حرکتی‌ای که به بخش پیکری تعلق دارند ...» هم، همین معنی را داشت.)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در **همهٔ** تارهای عصبی با بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، یاختهٔ عصبی به پتانسیل آرامش می‌رسد (پمپ سدیم - پتاسیم با فعالیت شدید خود، تراکم یون‌ها را به حالت آرامش اولیه برمی‌گرداند). **گزینهٔ (۲):** در مورد **اعصاب حسی** صحیح است. (نه بخش پیکری که حرکتی هستند و پیام را از مرکز عصبی به اندام عمل‌کننده می‌برند.) **گزینهٔ (۴):** در بافت عصبی، یاختهٔ **غیرعصبی** پشتیبان کار عایق‌بندی را انجام می‌دهد (نه یاختهٔ عصبی!).

۱۴۲۲ : ۲ در این مسیر همایهٔ بین یاختهٔ عصبی رابط با یاختهٔ عصبی حرکتی که در ادامه به سمت ماهیچهٔ **سه**سر می‌رود، از نوع **مهاری** می‌باشد و در نتیجه فعالیت این یاختهٔ عصبی حرکتی مهار شده است و هیچ ناقل عصبی در محل همایهٔ خود با ماهیچهٔ سه‌سر آزاد نمی‌کند.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بـا دقـت به شـکل مقابل می‌بینیـد که در انعکاس عقب کشـیدن دسـت، یاختهٔ عصبی حسـی به‌طور مستقیم با یاختهٔ عصبی حرکتی تشکیل همایه نمی‌دهد چون بین آن‌هـا نورون‌هـای رابط وجود دارند. **گزینهٔ (۳):** هر دو همایه‌ای که یاختهٔ عصبی حسـی با یاخته‌های عصبـی رابط برقرار می‌کنند، از نوع تحریکی می‌باشـند. **گزینهٔ (۴):** یاختهٔ عصبی حسـی با دو یاختهٔ عصبـی بعـد از خود همایه تشـکیل داده اسـت ولی هر انشـعاب پایانـهٔ آن با یک نـورون رابط، **یک** سیناپس تحریکی برقرار می‌کند.

۱۸۸ سیناپس‌های مسیر انعکاسی دست

سیناپس	مکان	نوع ناقل	نوع سیناپس	یاختهٔ پیش‌سیناپسی	یاختهٔ پس‌سیناپسی
۱	نخاع (مادهٔ خاکستری)	تحریکی	فعال تحریکی	نورون حسی	نورون رابط
۲	نخاع (مادهٔ خاکستری)	تحریکی	فعال تحریکی	نورون حسی	نورون رابط
۳	نخاع (مادهٔ خاکستری)	تحریکی	فعال تحریکی	نورون رابط	نورون حرکتی ماهیچهٔ دوسر
۴	نخاع (مادهٔ خاکستری)	مهاری	فعال مهاری	نورون رابط	نورون حرکتی ماهیچهٔ سه‌سر
۵	ماهیچهٔ دوسر بازو	تحریکی	فعال تحریکی	نورون حرکتی	ماهیچهٔ دوسر بازو
۶	ماهیچهٔ سه‌سر بازو	ترشح ناقل ندارد	غیرفعال	نورون حرکتی	ماهیچهٔ سه‌سر بازو

نکته

در این انعکاس ۵ یاختهٔ عصبی در ۳ نوع مختلف، دو یاختهٔ عصبی رابط، دو یاختهٔ عصبی حرکتی، یک یاختهٔ عصبی حسی نقش دارند. البته از این ۵ یاختهٔ عصبی موجود، چهار یاختهٔ عصبی تحریک می‌شوند. دقت کنید که درون نخاع، چهار همایهٔ بین نورونی وجود دارند که در همگی آن‌ها ناقل ترشح می‌شود (چه تحریکی و چه مهاری).

۱۴۲۳ (۳) عبارت‌های (ب)، (ج) و (د) در مورد این انعکاس درست هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. پیام گیرندهٔ درد، طبیعتاً به کمک یک نورون **حسی** منتقل می‌شود (نه نورونی که به بخش حرکتی دستگاه عصبی اختصاص دارد).
(ب) **درست.** یاخته‌های حرکتی که از نخاع آغاز می‌شوند، به یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی رسیده و با این یاخته‌های چندهسته‌ای، تشکیل سیناپس می‌دهند.
(ج) **درست.** چه یاختهٔ عصبی‌ای که با تارهای ماهیچهٔ سه‌سر (در پشت بازو) همایه برقرار کرده و مهار می‌شود و چه نورون مربوط به تارهای ماهیچهٔ دوسر، دچار تغییر پتانسیل الکتریکی می‌شوند. خروج از حالت پتانسیل عمل به حالت پتانسیل آرامش نیز تغییر پتانسیل الکتریکی محسوب می‌شود. (د) **درست.** جسم‌یاخته‌ای نورون‌های رابط و حرکتی در مادهٔ خاکستری نخاع قرار دارد که از بین این‌ها، نورون‌های رابط با یاخته‌های عصبی حسی سیناپس دارند.

۱۴۲۴ (۳) **همهٔ** نورون‌های **حرکتی** مسیر، بخشی از دستگاه عصبی **پیکری** هستند زیرا به ماهیچه‌های **اسکلتی** فرمان می‌دهند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید که در انعکاس عقب کشیدن دست، ماهیچهٔ سه‌سر بازو در حالت **استراحت** قرار می‌گیرد در نتیجه یون‌های کلسیم آن از شبکهٔ آندوپلاسمی آزاد نمی‌شوند. **گزینهٔ (۲):** یاخته‌های عصبی **برخلاف** یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی، تخمیر لاکتیکی را انجام **نمی‌دهند**. **گزینهٔ (۴):** نورون حرکتی مربوط به ماهیچهٔ دوسر بازو **همانند** نورون حرکتی مربوط به ماهیچهٔ سه‌سر آن، تحت تأثیر نورون‌های **رابط** قرار دارند.

۱۴۲۵ (۴) در مسیر انعکاس عقب کشیدن دست، انتهای آکسون نورون حسی و دو نورون رابط درون مادهٔ خاکستری نخاع در ارتباط با دو یاختهٔ عصبی هستند که هرسه ناقلین عصبی خود را در بخش خاکستری نخاع آزاد می‌کنند. (هر نورون حرکتی این مسیر فقط با یک نورون رابط در نخاع سیناپس دارد.)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در رابطه با انعکاس عقب کشیدن دست در مادهٔ خاکستری نخاع ۴ سیناپس برقرار می‌شود که ۳تا از آن‌ها از نوع تحریکی و یکی از نوع مهاری می‌باشد؛ بدیهی است که در سیناپس مهاری، یاختهٔ پس‌سیناپسی (در اینجا نورون حرکتی مرتبط با ماهیچهٔ سه‌سر بازو) مهار شده و پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد. **گزینهٔ (۲):** توجه توجه، همیشه یاختهٔ پس‌سیناپسی یاختهٔ عصبی نیست! مثلاً در انعکاس عقب کشیدن دست، ناقلین عصبی ساخته شده در جسم‌یاخته‌ای نورون حرکتی در سیناپس بین نورون حرکتی و ماهیچهٔ دوسر آزاد می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** *هالتون فوبه؟! سر اکتین؟! اکتین مگه سر داره؟! به منظور انقباض ماهیچه، سرهای میوزین به اکتین متصل میشه.* (البته این نکته مربوط به فصل ۳ زیست یازدهم است که شما کنکوری‌ها خوانده‌اید!!)

۱۴۲۶ (۴) هر عصب نخاعی دو ریشه دارد. ریشهٔ پشتیِ عصب نخاعی حسی و ریشهٔ شکمیِ آن حرکتی است. ریشهٔ پشتی، اطلاعات حسی را به نخاع وارد و ریشهٔ شکمی پیام‌های حرکتی را از نخاع خارج می‌کند. یاختهٔ عصبی موجود در ریشهٔ پشتی نخاع با یاخته‌های عصبی رابط و یاخته‌های عصبی موجود در ریشهٔ شکمی نخاع با یاخته‌های ماهیچه‌ای ارتباط دارند. در مادهٔ خاکستری، یاخته‌های عصبی رابط و در خارج نخاع، یاخته‌های ماهیچه‌ای فاقد غلاف میلین هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** آکسون رشته‌ای است که پیام عصبی را از جسم‌یاختهٔ عصبی تا انتهای خود که پایانهٔ آکسونی نام دارد، **هدایت** می‌کند. با توجه به شکل کتاب، در این انعکاس بیشترین بخش آکسون یاخته‌های حسی همانند بیشترین بخش آکسون یاخته‌های حرکتی، خارج از (نه درون) نخاع قرار دارد. **گزینهٔ (۲):** جسم‌یاخته‌ای محل قرار گرفتن هسته و انجام سوخت‌وساز یاخته‌های عصبی است. جسم‌یاخته‌های عصبی موجود در ریشهٔ شکمی عصب نخاعی درون مادهٔ خاکستری آن و جسم‌یاخته‌های عصبی موجود در ریشهٔ پشتی این اعصاب خارج از نخاع قرار دارند، پس جسم‌یاخته‌های عصبی موجود در ریشهٔ شکمی عصب نخاعی برخلاف (نه همانند) یاختهٔ عصبی موجود در ریشهٔ پشتی عصب نخاعی درون مادهٔ خاکستری نخاع قرار گرفته است. **گزینهٔ (۴):** بخشی کوچک از آکسونِ یاخته‌های عصبی حرکتی (یاخته‌های عصبی موجود در ریشهٔ شکمی عصب نخاعی) می‌تواند درون مادهٔ سفید نخاع وجود داشته باشد. با توجه به شکل کتاب درسی، آکسون یاخته‌های عصبی حسی (ریشهٔ پشتی نخاع) به‌طور مستقیم به مادهٔ خاکستری نخاع وارد می‌گردند و امکان مشاهدهٔ بخشی از رشته‌های این یاخته‌ها در مادهٔ سفید نخاع وجود ندارد.

۱۴۲۷ (۴) همهٔ موارد نادرست هستند. دقت کنید طبق توضیحات صفحهٔ ۶ کتاب زیست‌شناسی (۲)، رشتهٔ عصبی، آسه یا دارینهٔ **بلند** است. پس رشته‌های عصبی مربوط به مسیر این انعکاس، شامل دندریت **بلند** نورون حسی و آکسون **بلند** نورون‌های حرکتی است.

بررسی موارد (الف) دقت کنید در این مسیر هر نورون حرکتی با یک نورون رابط سیناپس دارد و پیام را از نخاع خارج می‌کند. در ضمن دقت کنید هیچ یک از رشته‌های آکسونی عصبی فوق، با نورون رابط ارتباط مستقیم ندارند بلکه آکسون نورون‌های حسی که رشتهٔ عصبی است و **دندریت** کوتاه نورون‌های حرکتی با نورون‌های رابط ارتباط مستقیم دارند. حتماً به یاد دارید که تعریف رشتهٔ عصبی، دندریت یا آکسون دراز است (نه کوتاه!) (ب) دقت کنید نورون‌ها، تخمیر ندارند و لاکتات برای تحریک گیرندهٔ درد تولید نمی‌کنند. (ج) دقت کنید طبق تعریف، رشتهٔ عصبی شامل جسم‌یاخته‌ای نمی‌شود. (د) باز هم لطفاً دقت کنید ناقل‌های عصبی مترشحه از نورون‌های رابط به دندریت نورون‌های حرکتی متصل می‌شوند نه آکسون آن‌ها! می‌دانیم آکسون این یاخته‌ها رشتهٔ عصبی محسوب می‌شود.

۱۴۲۸ (۱) انعکاس‌های بدن انسان، همگی **سریع** بوده و به تارهای عصبی **میلین‌دار** نیاز دارند. این انعکاس‌ها، اغلب تحت کنترل نخاع و با تحریک اعصاب پیکری بوده و فقط بخشی از آن‌ها تحت کنترل مغز می‌باشند. انعکاس‌ها رفتاری غریزی (بدون یادگیری) هستند و برخی نیز مانند انعکاس تخلیهٔ ادرار یا عقب بردن دست در برخورد با جسم داغ، بدون ارتباط با مغز، (مرکز اصلی پردازش اطلاعات حسی) صورت می‌گیرند.

۱۴۲۹ (۴) دقت کنید که در فرایند انعکاس عقب کشیدن دست در برخورد با جسم داغ، گیرندهٔ درد **بخشی از دندریت نورون حسی** است!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** جسم‌یاخته‌ای نورون‌های رابط و حرکتی، در مادهٔ خاکستری نخاع قرار دارد. نورون‌های رابط با نورون‌های حسی سیناپس برقرار می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** بخشی از نورون‌های حسی و بخشی از نورون‌های حرکتی، در عصب نخاعی قابل مشاهده‌اند. نورون‌های حرکتی با یاخته‌های **استوانه‌ای‌شکل چندهسته‌ای ماهیچهٔ اسکلتی** سیناپس برقرار می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** نورون حرکتی مربوط به ماهیچهٔ دوسر و نورون حرکتی مربوط به ماهیچهٔ سه‌سر با این ماهیچه‌ها سیناپس برقرار می‌کنند. دقت کنید که حتی نورون حرکتی ماهیچهٔ سه‌سر با اینکه مهار می‌شود، اما پتانسیل الکتریکی آن همانند نورون حرکتی ماهیچهٔ دوسر **تغییر** می‌کند. در واقع، **ناقل عصبی چه مهاری باشد و چه تحریکی، پتانسیل الکتریکی یاختهٔ هدف را تغییر می‌دهد.**

۱۴۳۰ (۳) دستگاه عصبی خودمختار، همیشه فعال است و کار ماهیچه‌های صاف، قلبی و غدد را به صورت ناآگاهانه تنظیم می‌کند و شامل دو بخش سمپاتیک و پاراسمپاتیک است. بخش سمپاتیک، تعداد تنفس را افزایش می‌دهد و با گشاد کردن سرخرگ‌ها، جریان خون را به سمت قلب و ماهیچه‌های اسکلتی زیاد می‌کند. ولی دقت کنید که اعصاب سمپاتیک سبب انقباض ماهیچهٔ اسکلتی نمی‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** سمپاتیک و پاراسمپاتیک **معمولاً** برخلاف یکدیگر کار می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** **سمپاتیک** جریان خون را به سمت ماهیچه‌های اسکلتی زیاد می‌کند. **گزینهٔ (۴):** در هنگام هیجان، سمپاتیک بر پاراسمپاتیک **غلبه دارد** نه این که پاراسمپاتیک غیرفعال شود!

• بخش حرکتی خودمختار دستگاه عصبی محیطی

ایـن بخـش که ۱۰۰٪ فعالیت‌های آن **غیر ارادی** اسـت و **همواره در بدن فعال** می‌باشـد مسـئول **تنظیم ناآگاهانهٔ** (غیرارادی) فعالیت‌های ماهیچه‌هـای **صاف، ماهیچهٔ قلبی و غدد** می‌باشند که شامل دو بخش سمپاتیک (اعصاب آسیمیک) و پاراسمپاتیک (پادآسیمیک) می‌باشد.

نکته

- اعصاب سـمپاتیک و پاراسـمپاتیک برای **تنظیم فعالیت‌های حیاتی بدن** (گردش خون و تنفس) و تنظیم فعالیت‌های گوارشـی در شرایط مختلف **معمولاً برخلاف یکدیگر کار** می‌کنند.
- اعصاب خودمختار در لولهٔ گوارش با دستگاه عصبی روده‌ای ارتباط دارند و بر عملکرد غدد و لایه‌های ماهیچه‌ای آن‌ها تأثیر می‌گذارند.

نکات اعمال اعصاب سمپاتیکی

- بدن را به حالت **آماده‌باش** درمی‌آورند و در هنگام هیجان بر اعصاب پاراسمپاتیک غلبه دارند (مثل هنگام مسابقهٔ ورزشی یا پاسخ دادن به سؤالات در آزمون).
- سبب افزایش فشار خون، ضربان قلب و تعداد تنفس می‌شود.
- در نور کم با انقباض ماهیچه‌های شعاعی عنبیه سبب گشاد شدن مردمک می‌شوند (فصل ۲).
- این اعصاب با گشاد کردن ماهیچه‌های **صاف** سرخرگ‌های غذا دهنده به قلب و ماهیچهٔ اسکلتی سبب خون‌رسانی بهتر به آن‌ها می‌شوند.
- سمپاتیک فعالیت دستگاه گوارش را **کاهش** می‌دهد و خون‌رسانی آن‌ها را کم می‌کند. این اعصاب ترشح بزاق و سایر شیره‌های گوارشی را نیز کاهش می‌دهد تا در موقع فعالیت‌های بدنی و هیجانی، خون بیشتر به ماهیچه‌ها و قلب برسد.
- اعصاب سمپاتیک در بین یاخته‌های بطنی قلب و گره پیشاهنگ اثر می‌کنند و فعالیت قلب را افزایش می‌دهند که مرکز آن‌ها به همراه پاراسمپاتیک در بصل‌النخاع و پل‌مغزی و در نزدیکی مرکز تنفسی می‌باشد.
- این اعصاب قند خون (گلوکز) را به کمک هورمون اپی‌نفرین مرکز فوق‌کلیه بالا می‌برند تا متابولیسم یاخته‌ها را افزایش دهند (فصل ۴).

نکات اعمال پاراسمپاتیکی

- این اعصاب فقط در دستگاه گوارش نقش فعال‌کننده و تحریکی دارند که با اثر بر شبکهٔ عصبی روده‌ای سبب افزایش ترشحات و حرکات دستگاه گوارش می‌شوند.
- پاراسمپاتیک باعث برقراری آرامش در بدن می‌شود و خون‌رسانی به ماهیچه‌های اسکلتی و قلب را کاهش می‌دهد.
- پاراسمپاتیک سبب کاهش فشار خون و حجم ضربه‌ای قلب می‌شود و با اثر بر گره‌های قلبی تعداد ضربان قلب را کاهش می‌دهد.
- این اعصاب با اثر بر ماهیچهٔ **حلقوی** عنبیه و انقباض آن‌ها، سبب تنگ شدن مردمک در نور **زیاد** می‌شوند (فصل ۲).
- پاراسمپاتیک گلوکز آزاد شده از کبد را کاهش می‌دهد و همچنین می‌تواند سبب تحریک انقباض مثانه شود.
- حرکات تنفسی را کاهش می‌دهد. مرکز هماهنگی فعالیت‌های تنفسی تحت کنترل اعصاب خودمختار در نزدیکی مرکز تنظیم فعالیت‌های گردش خون قرار دارد.

نکات ترکیبی مهم

- اعصاب پیکری و خودمختار، هر دو در فعالیت و حرکات لولهٔ گوارش مؤثرند.
- اعصاب پیکری بر ماهیچه‌های مخطط دهان، حلق، ابتدای مری و بندارهٔ مخرج اثر می‌گذارند.
- اعصاب خودمختار در تنظیم کار ماهیچه‌های صاف و غدد در سراسر لولهٔ گوارش از دهان تا روده (اغلب به کمک شبکه‌های عصبی روده‌ای) مؤثرند.
- انقباض ماهیچه‌های صاف از اواسط مری تا راست‌روده بر عهدهٔ اعصاب خودمختار و شبکهٔ عصبی روده‌ای می‌باشد.
- اعصاب پیکری سـبب انقباض ماهیچه‌های اسـکلتی می‌شـوند ولی تنظیم خون‌رسـانی به این ماهیچه‌ها، توسـط اعصاب خودمختار و با اثر بر ماهیچه‌های صاف دیوارهٔ سرخرگ‌ها صورت می‌گیرد.

۱۴۳۱ : ۴) متن سؤال به معرفی دستگاه عصبی **خودمختار** می‌پردازد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اعصـاب خودمختـار در لایه‌هـای مختلف دیوارهٔ لولهٔ گوارش وجود دارند. چون رگ خونی با ماهیچهٔ صاف در بافت پیوندی سسـت همهٔ آن‌ها وجود دارد. **گزینهٔ (۲):** این ویژگی برای شـبکهٔ عصبی روده‌ای اسـت. (نه خودمختار!) **گزینهٔ (۳):** انعکاس ماهیچه‌های اسـکلتی بر عهدهٔ دسـتگاه عصبی پیکری است (نه خودمختار). **گزینهٔ (۴):** دستگاه خودمختار جزء بخش حرکتی دستگاه عصبی است و فقط پیام‌های حرکتی را از دستگاه عصبی مرکزی به اندام‌های **عمل‌کننده** می‌برد.

نکته

- همان‌طور که در ساختار لولهٔ گوارش دیدیم، در دیوارهٔ این لوله (از مری تا مخرج) شبکه‌های یاخته‌های عصبی، وجود دارند. این شبکه‌ها تحرک و ترشح را در لولهٔ گوارش، تنظیم می‌کنند. شبکه‌های عصبی روده‌ای می‌توانند **مستقل** از دستگاه عصبی خودمختار، فعّالیت کنند. اما دستگاه عصبی **خودمختار** با آن‌ها ارتباط دارد و بر عملکرد آن‌ها تأثیر می‌گذارد.
- افزایش و کاهش فعالیت قلب متناسب با شرایط، به وسیلهٔ اعصاب دستگاه عصبی خودمختار انجام می‌شود. مرکز هماهنگی این اعصاب در بصل‌النخاع و پل‌مغزی و در نزدیکی مرکز تنظیم تنفس قرار دارد و همکاری این مراکز، نیاز بدن به مواد مغذی و اکسیژن را در شرایط خاص به خوبی تأمین می‌کند.

۱۴۳۲ : ۳) دستگاه عصبی محیطی به دو بخش حسی و حرکتی تقسیم می‌شود. بخش حرکتی هم خود شامل بخش پیکری و خودمختار می‌باشد. بخش پیکری در بروز انعکاس‌های مربوط به ماهیچه‌های اسکلتی (مانند انعکاس عقب کشیدن دست) و بخش خودمختار در سایر انعکاس‌های بدن (مانند انعکاس ترشح بزاق) نقش ایفا می‌کند. اما فعالیت **ارادی** ماهیچه‌ها تنها مربوط به ماهیچه‌های **اسکلتی** و بخش پیکری دستگاه عصبی می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بخش سـمپاتیک دسـتگاه عصبی خودمختار، بدن را در حالت آماده‌باش نگه می‌دارد. دقت کنید که بخش‌های سمپاتیک و پاراسمپاتیک معمولاً برخلاف هم عمل می‌نمایند؛ اما در شرایطی می‌توانند با هم همکاری داشته باشند. **گزینه‌های (۲) و (۴):** وظایفی که هر دو بخش سمپاتیک و پاراسمپاتیک دستگاه عصبـی خودمختـار در آن نقـش ایفا می‌کنند: ۱) کنتـرل فعالیت ماهیچه‌های صاف، ۲) تنظیم فعالیت غدد مختلف مانند غـدد بزاقی، ۳) تغییر وضعیت مردمک در پاسخ به تغییر میزان نور ۴) تنظیم میزان برون‌ده قلبی.

۱۴۳۳ (۳) بخشی حرکتی که به‌طور حتم فقط **غیرارادی** و ناآگاهانه فعالیت می‌کند، بخش **خودمختار** بوده و در صورت فعال شدن بخش سمپاتیک آن، به دلیل افزایش فشارخون، احتمال اِدم بافتی افزایش می‌یابد. در این حالت با افزایش فشارخون، مصرف انرژی در بدن زیاد شده و آنزیم کربنیک‌انیدراز گویچه‌های قرمز فعالیت آنزیمی بیشتری در انتقال کربن‌دی‌اکسید دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بخش پاراسمپاتیک با کاهش فعالیت قلب، فاصلهٔ دو موج متوالی در الکتروکاردیوگرام را افزایش می‌دهد (افزایش فاصله به معنای کاهش سرعت هدایت است). این بخش سبب افزایش فعالیت‌های گوارشی می‌شود. (نه کاهش!) **گزینهٔ (۲):** بخش سمپاتیک سبب گشاد شدن مردمک می‌شود. این بخش سبب افزایش فشار خون و در نتیجه افزایش تراوش مویرگی می‌شود. **گزینهٔ (۴):** بخش مرکزی فوق کلیه سبب برقراری فعالیت سمپاتیک در بدن می‌شود، بخش پاراسمپاتیک مخالف آن است چون فعالیت‌های بدن را کاهش می‌دهد، سبب **کاهش** آزادسازی گلوکز در کبد می‌شود.

۱۴۳۴ (۴) اگر فعالیت سمپاتیک متوقف شود، شرایطی به وجود می‌آید که انگار اعصاب پاراسمپاتیک فعال شده است، پس ضربان قلب کاهش می‌یابد و فعالیت‌های گوارشی تشدید می‌شوند (کلاً سمپاتیک فعالیت تنفسی، قلب و گردش مواد را زیاد کرده و فعالیت گوارشی را کم می‌کند).

۱۴۳۵ (۱) فقط مورد (الف) عبارت را به‌طور مناسب کامل می‌کند.

بررسی موارد الف و ب **همهٔ** حرکات **ارادی** ماهیچه‌های اسکلتی بدن، تحت کنترل اعصاب پیکری می‌باشند. اعصاب پیکری در تنظیم ترشح غدد **فاقد** نقش هستند.
ج و د فقط حرکات **غیرارادی** مربوط به ماهیچه‌های **اسکلتی** تحت کنترل اعصاب پیکری هستند.

مروری بر فعالیت‌های دستگاه عصبی خودمختار ۱۸۹

موارد مقایسه	سمپاتیک	پاراسمپاتیک
قطر مردمک	زیاد	کم
خون‌رسانی به ماهیچهٔ اسکلتی و قلبی	زیاد	کم
تعداد ضربان قلب	زیاد	کم
زمان دورهٔ قلبی	کم	زیاد
قطر نایژک	زیاد	کم
تعداد تنفس	زیاد	کم
فعالیت دستگاه گوارش	کم	زیاد
قدرت انقباض قلب	زیاد	کم

۱۴۳۶ (۳) هیدر ساده‌ترین **یاختهٔ** ماهیچه‌ای را دارد. دستگاه گردش مواد هیدر همانند پلاناریا از نوع **حفرهٔ گوارشی** است (پلاناریا مغزی شامل دو گره عصبی مجزا دارد).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** شبکهٔ عصبی در بازوهای هیدر نیز وجود دارد. در نتیجه با تحریک بازوهای آن پیام در همهٔ سطح بدن منتشر می‌شود. **گزینهٔ (۲):** در انسان، یاخته‌های دیوارهٔ بیرونی کپسول بومن از نوع سنگ‌فرشی تک‌لایه ولی یاخته‌های لایهٔ خارجی بدن هیدر مکعبی‌شکل هستند. **گزینهٔ (۴):** در لایهٔ داخلی حفرهٔ گوارشی هیدر، **تاژک** دیده می‌شود (نه مژک!).

نکات ساختار عصبی هیدر

- ساده‌ترین ساختار عصبی جانوری است که شبکهٔ عصبی می‌باشد.
- مغز، اعصاب مرکزی و محیطی، گره عصبی و طناب عصبی ندارد.
- نورون‌های پراکنده در کل بدن از جمله حفرهٔ گوارشی و بازوهای اطراف دهان دارد.
- تحریک هر نقطهٔ بدن آن سبب انتشار آن در کل سطح بدن می‌شود.
- شبکهٔ عصبی، یاخته‌های ماهیچه‌ای آن را تحریک می‌کند و حرکت جانور کم است.
- به اطراف دهان آن چند بازو متصل است ولی شاخک ندارد.

۱۴۳۷ (۱) فقط مورد (د) در مورد **پلاناریا** صحیح است.

بررسی موارد الف نادرست. با توجه به شکل‌نامه، رشته‌های عصبی مرکزی وسط بدن جانور که بین دو طناب قرار دارند از همه درازترند. ب نادرست. مغز این جانور، دو گره عصبی و هر گره تعداد زیادی جسم‌یاخته‌ای دارد. ج نادرست. رشته‌های محیطی به مغز و دو طناب عصبی متصل‌اند. د **درست.** طبق متن کتاب، بخش نردبان‌مانند، فقط شامل دو طناب عصبی و رشته‌های مرتبط به آن در بخش مرکزی است.

نکاتی از پلاناریا

- کرم پهنی آزادزی دارای حفرهٔ گوارشی و سیستم گوارشی مشابه حفرهٔ گوارشی هیدر می‌باشد (دهان مشترک با مخرج در سطح شکمی در وسط بدن دارد).
- سیستم تنفسی مجزایی ندارند و یاخته‌ها به‌طور مستقیم با محیط تبادل گاز تنفسی می‌کنند.
- سیستم گردش مواد آن به صورت حفرهٔ گوارشی مشابه هیدر می‌باشد ولی انشعابات حفرهٔ گوارشی این جانور **در تمام نواحی بدن** وجود دارند و فاصلهٔ انتشار مواد تا یاختهٔ آن‌ها بسیار کوتاه شده است.
- همانند سایر کرم‌های پهن، حرکت کندی دارد و هر کرم بیضه، تخمدان و رحم داشته و قدرت تولیدمثل جنسی با خودباروری دارد.
- ساده‌ترین دستگاه عصبی با تقسیم‌بندی مرکزی و محیطی، داشتن مغز، گره عصبی، طناب‌های عصبی در پلاناریا به وجود آمد.
- مغز، دو طناب عصبی و رشته‌های بین دو طناب، به عنوان بخش مرکزی عصبی هستند.
- در مغز پلاناریا، دو گره عصبی مجزا حاوی تعداد بسیار زیادی جسم‌یاخته‌ای می‌باشد.
- ضخامت هر طناب عصبی در پلاناریا نزدیک مغز بیشتر از بخش انتهایی بدن می‌باشد و طول رشته‌های جانبی از رشته‌های بین دو طناب کوتاه‌تر است.
- هر طناب عصبی پلاناریا به یک گره عصبی مرتبط است. در انتها دو طناب عصبی به هم متصل نیستند.
- در بخش میانی پیکر پلاناریا، بیشترین فاصله بین طناب‌های عصبی مشاهده می‌شود.

۱۴۳۸ : ۲ مغز پلاناریا از دو گره عصبی تشکیل شده است، از هرکدام از این گره‌ها یک طناب عصبی تا انتهای بدن پلاناریا کشیده شده است ولی مغز حشرات شامل **چندین** گره عصبی به هم جوش‌خورده می‌باشد و از این چندین گره عصبی تنها یک رشتهٔ عصبی تا انتهای بدن کشیده شده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید که در پلاناریا دو طناب عصبی جانبی و در حشرات تنها یک طناب عصبی شکمی قابل مشاهده می‌باشد پس برای حشرات و هر جانوری به‌جز پلاناریا نمی‌توان گفت «طناب**های** عصبی». **گزینهٔ (۳):** گره عصبی شامل مجموعه‌ای از جسم‌یاخته‌های عصبی می‌باشد. تنها در بدن حشرات می‌توان گره‌های عصبی را در طناب عصبی **شکمی** مشاهده کرد. **گزینهٔ (۴):** ساده‌ترین ساختار عصبی، شبکهٔ عصبی در هیدر می‌باشد که تقسیم‌بندی مرکزی و محیطی ندارد.

۱۴۳۹ : ۲ مغز پلاناریا از دو گره که فقط از بالا با هم اتصال دارند و مغز ملخ از چندگره **به هم جوش‌خورده** تشکیل شده است. طبق شکل ۱۲ فصل ۵ زیست دهم، اندازهٔ یاخته‌های راست‌رودهٔ ملخ از یاخته‌های پوششی دیوارهٔ روده بزرگ‌تر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** رشته‌های عصبی بین دو طناب عصبی، جزء بخش مرکزی هستند (نه محیطی). **گزینهٔ (۳):** گره‌ها از اجسام یاخته‌ای تشکیل شده‌اند و فاقد دارینه و آسه هستند همچنین برخلاف فرض گزینه، دو گره عصبی این جاندار، به هم جوش نخورده است. **گزینهٔ (۴):** در شاخک‌های ملخ نیز رشتهٔ عصبی دیده می‌شود.

۱۴۴۰ : ۴ صورت سؤال به دستگاه عصبی حشرات (ملخ) اشاره دارد. پاهای **جلویی** ملخ **کوتاه‌ترین** پاهای آن بوده و فعالیت آن‌ها به‌وسیلهٔ گرهی کنترل می‌شود که در مجاورت گره کنترل‌کنندهٔ فعالیت پاهای میانی جانور قرار دارد. پاهای میانی ملخ از پاهای جلویی بلندتر هستند. دقت کنید که این گزینه راجع به پاهای بلندتر نسبت به پاهای جلویی صحبت می‌کند، نه بلندترین پاهای جانور که عقبی‌ها هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** طبق شکل‌نامه، عصب‌دهی **شاخک‌ها** به‌وسیلهٔ اعصاب متصل به خود **مغز** انجام می‌شود. **گزینهٔ (۲):** دورترین گره نسبت به مغز، فعالیت ماهیچه‌های بند انتهایی بدن جانور را تنظیم می‌کند. فعالیت پاهای عقبی ملخ به‌وسیلهٔ این گره تنظیم نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** هر گره عصبی، مجموعه‌ای از جسم‌یاخته‌های عصبی است، در دستگاه عصبی ملخ، گره‌های عصبی مجزا در طول طناب عصبی شکمی قرار دارند اما دقت کنید که مغز حشرات نیز از چند گره به‌هم جوش‌خورده تشکیل شده پس گره‌های عصبی لزوماً در طول طناب عصبی شکمی قرار ندارند.

نکاتی از دستگاه عصبی ملخ (حشرات)

- 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 گره عصبی دارد. هر گره فعالیت ماهیچه‌های آن بند را تنظیم می‌کند. (گره‌ها در مغز جوش‌خورده به هم و در طناب عصبی مجزا از هم می‌باشند.)
- هر گرهی که به پاها عصب می‌دهد به اندام‌های داخلی نیز عصب می‌دهد، اما برعکس آن برقرار نیست!
- هر پیام عصبی در حشرات لزوماً ابتدا به طناب عصبی شکمی نمی‌آید مثل پیام بینایی یا پیام مربوط به شاخک‌ها.
- بلندترین رشتهٔ عصبی در ملخ به پاهای **عقبی** وی می‌روند و با گره عصبی موجود در بخش **میانی** بدن مرتبط است.
- در ملخ جلویی‌ترین رشتهٔ عصبی مرتبط با کوتاه‌ترین پا نمی‌باشد. طناب عصبی شکمی ملخ، دورشته‌ای است.
- طناب عصبی آن از دو رشتهٔ شکمی ایجاد شده است که در گره‌ها به هم برخورد کرده‌اند.
- هر جفت پا در ملخ توسط یک گره مخصوص کنترل می‌شوند.
- اعصاب مرتبط با پاهای ملخ، به گره‌های نیمهٔ بالایی ابتدایی بدن ملخ وارد می‌شوند.
- چشم مرکب که در حشرات دیده می‌شود، از تعداد زیادی واحد بینایی تشکیل شده است. هر واحد بینایی، یک قرنیه، یک عدسی و تعدادی گیرندهٔ نوری دارد. هر یک از این واحدها تصویر کوچکی از بخشی از میدان بینایی را ایجاد می‌کنند. دستگاه عصبی جانور، این اطلاعات را یکپارچه و تصویری موزاییکی ایجاد می‌کند. این پیام‌ها با مغز ارتباط دارند.

۱۴۴۱ : ۴ همهٔ موارد با توجه به شکل دستگاه عصبی پلاناریا و ملخ صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) در شکل کتاب مشخص است. (ب) در مورد رشتهٔ عصبی مرتبط با پای دراز عقبی جانور صحیح است. (ج) در مورد شاخک‌ها که به مغز متصل‌اند صحیح است. (د) در شکل پلاناریا در شکل‌نامه مشخص کرده‌ایم!

۱۴۴۲ : ۲ در پلاناریا حفرهٔ گوارشی دارای انشعابات متعدد می‌باشد و در گردش مواد هم نقش دارد. در دستگاه عصبی این جاندار، مغز از دو گره تشکیل شده، دو طناب عصبی متصل به مغز، ساختار نردبان‌مانندی را ایجاد کرده‌اند که دستگاه عصبی مرکزی به حساب می‌آید. رشته‌های محیطی متصل به این ساختار هم بخش محیطی دستگاه عصبی را می‌سازند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** حشرات دارای لوله‌های مالپیگی می‌باشند که به **روده** متصل هستند، در این جانداران مغز و یک طناب عصبی شکمی (نه طناب‌ها!) دیده می‌شود. **گزینهٔ (۳):** جمجمهٔ غضروفی تنها متعلق به ماهیان غضروفی است که دارای قلب دوحفره‌ای می‌باشند. قلب سه‌حفره‌ای در دوزیستان دیده می‌شود که جمجمهٔ استخوانی دارند. **گزینهٔ (۴):** در هیدر، یاخته‌های بدن مستقیم در تبادل گازها با محیط نقش دارند؛ اما دقت کنید که این جاندار شبکهٔ عصبی بدون طناب و مغز دارد. یعنی، شبکه‌ای از یاخته‌های عصبی در تحریک یاخته‌های ماهیچه‌ای دارد.

۱۴۴۳ : ۴ پاهای عقبی ملخ درازترین پاهای جانور هستند. طبق شکل ۲۱ فصل اول زیست یازدهم، رشته‌های عصبی که وارد پاهای عقبی می‌شوند، از گره عصبی بند سینه‌ای نشأت می‌گیرند. این گره به ابتدای طناب عصبی نزدیک‌تر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مهره‌داران طناب عصبی **پشتی** دارند که بخش جلویی این طناب برجسته شده و مغز را تشکیل می‌دهد. توجه کنید بعضی از مهره‌داران مثل کوسه و سفره‌ماهی اسکلت غضروفی دارند که استخوان در اسکلت آن‌ها به کار نمی‌رود. **گزینهٔ (۲):** **طناب عصبی شکمی ملخ**، واجد گره‌های متعدد در طول است. ولی طبق شکل ۲۱ فصل اول زیست یازدهم، این طناب عصبی متشکل از **دو رشتهٔ عصبی** است! که این دو رشته در محل‌هایی به نام گره‌ها در طناب عصبی به‌هم برخورد کرده‌اند. **گزینهٔ (۴):** در پلاناریا، مغز دو طناب عصبی موازی و رشته‌های بین این دو طناب، بخش مرکزی دستگاه عصبی را تشکیل داده و رشته‌های جانبی متصل به طناب‌های عصبی موازی **و رشته‌های متصل به مغز**، بخش محیطی دستگاه عصبی را تشکیل می‌دهند.

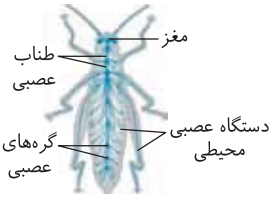
۱۴۴۴ : ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) دقت کنید که هیدر **ساده‌ترین ساختار عصبی** را دارد ولی نورون‌های آن **پراکنده** هستند (نه متمرکز!) (ب) رشته‌های متصل کنندهٔ دو طناب عصبی در پلاناریا، جزء دستگاه عصبی **مرکزی** محسوب می‌شوند. (ج) طناب عصبی **شکمی** حشرات، در هر بند بدن دارای یک گره عصبی است. (د) در مهره‌داران که همانند انسان، دارای تقسیم‌بندی مرکزی و محیطی در دستگاه عصبی هستند، بخش جلوییِ طناب عصبی **پشتی** برجسته شده و مغز را تشکیل می‌دهد که اندازهٔ نسبی آن در **پرندگان و پستانداران** بیشتر از سایرین است.

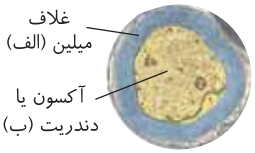
۱۴۴۵ (۱) فقط مورد (ج) صحیح است چون در حشرات، طناب عصبی شکمی و لوله‌های تنفسی نایدیسی وجود دارند. طول رشته(های) عصبی پاهای عقبی از جلویی بیشتر است.

بررسی موارد (الف) توجه داشته باشید این گزینه در ارتباط با هیدر است، اما در هیدر مغز، طناب عصبی و گره عصبی وجود ندارد. (ب) منظور کرم پهن پلاناریا است. ولی دو گره عصبی مجزا در سر دارد (نه به هم جوش‌خورده). (د) منظور مهره‌داران است ولی در ماهی غضروفی استخوان وجود ندارد.

۱۴۴۶ (۲) همان‌طور که می‌دانید مغز حشرات از چند گرهٔ به هم جوش‌خورده تشکیل شده است. با توجه به شکل که دستگاه عصبی حشرات را نشان می‌دهد، فاصلهٔ میان گره‌های موجود در طناب عصبی شکمی پیکر جانور نسبت به یکدیگر متفاوت است.



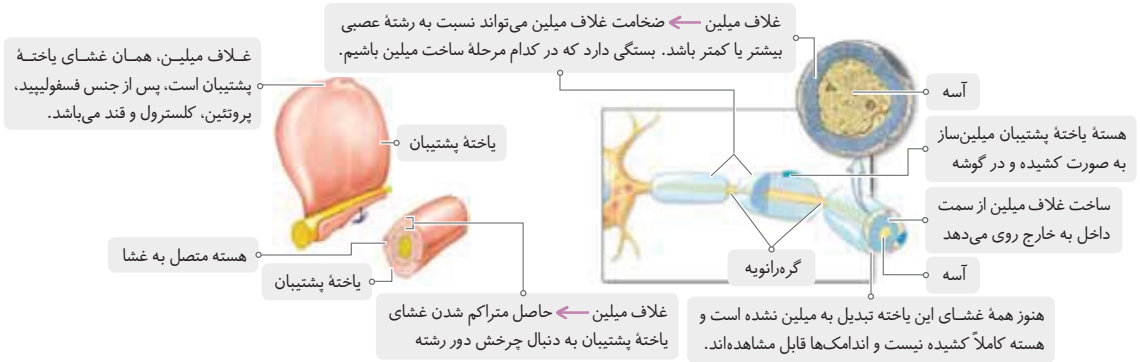
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مطابق شکل، عصب‌دهی شاخک‌های حشرات، توسط گره‌های به هم جوش‌خورده (مغز) صورت می‌گیرد. ولی قسمت اول در مورد پلاناریا است که شاخک ندارد. **گزینهٔ (۳):** قسمت اول در مورد مهره‌داران است ولی ماهی‌ها و دوزیستان فقط یک بطن دارند. **گزینهٔ (۴):** قسمت اول و دوم در مورد هیدر است ولی هیدر مغز ندارد.



۱۴۴۷ (۳) (الف) بیانگر غلاف میلین عایق یا همان یاختهٔ پشتیبان است که حاوی هسته، فسفولیپید و پروتئین می‌باشد. (ب) نیز معرف آکسون یا دندریت میلین‌دار می‌باشد که هسته ندارند. در این سؤال دقت کنید که بخش **سفید** یا داخلی مغز مدنظر بوده است که حاوی بخش میلین‌دار می‌باشد (گفتار ۲). پس قطعاً منظور سؤال رشتهٔ عصبی و بدون هسته می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۲):** در بخش سفید اعصاب مرکزی، میلین روی آکسون یا دندریت هر یاختهٔ عصبی قرار دارد که می‌توانند رشته‌های عصبی کوتاه یا دراز باشند. **گزینهٔ (۴):** همان‌طور که می‌دانید، یاخته‌های پشتیبان مختلف، نقش‌های متنوع از جمله محافظت، دفاع و حفظ هم‌ایستایی برای یاختهٔ عصبی را برعهده دارند.

۸۰ شکل‌نامهٔ یاخته‌های پشتیبان در بافت عصبی



- یاخته‌های **غیرعصبی** (پشتیبان) موجود در بافت عصبی، وظایف مختلفی دارند از قبیل ایجاد داربست برای استقرار یاختهٔ عصبی، دفاع از یاخته‌های عصبی (نورون‌ها)، حفظ هم‌ایستایی مایع **اطراف** یاخته‌های عصبی، ساختن غلاف میلین به دور بعضی یاخته‌های عصبی. *در پایان باید بهتون بگم که فکر نکنید هر یافتهٔ پشتیبان در همهٔ این وظایف نقش دارد چرا که این یافته‌ها انواع گوناگونی دارند. مثلاً بعضیا میرن برای دفاع و بعضیا میرن برای ایجاد داربست و بعضیا برای هومئوستازی مایع اطراف یافته‌های عصبی* (هومئوستازی مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسمی خودشون رو هم که همه دارن) *و بعضیا هم میپیچن دور آکسون و دندریت و میشن غلاف میلین!*
- یاخته‌های پشتیبان، **چند** دور (نه یک دور)، اطراف رشتهٔ عصبی (آکسون یا دندریت و به هیچ وجه نمیشه که جسم‌یاخته‌ای باشه) می‌پیچند و غلاف میلین را تشکیل می‌دهند، *یعنی مثل لواشک دور رشتهٔ عصبی رو می‌گیرند و سیتوپلاسمشون مثل نواری میاد و دور رشتهٔ عصبی رو می‌گیره!* همان‌طور که می‌بینید هسته در این یاخته‌ها همانند یاختهٔ ماهیچهٔ اسکلتی و یاختهٔ چربی در بخش متصل به غشا قرار گرفته. *راستی یه نکتهٔ خوب!* از اونجایی که در غلاف میلین **غشا** داریم، پس **کلسترول** و فسفولیپید و کربوهیدرات در غلاف میلین دیده می‌شوند.
- در بین دو قسمت دارای میلین، غشای نورون با مایع بین‌یاخته‌ای در تماس است که گره‌رانویه گفته می‌شود!
- در مقطع عرضی، قطر رشتهٔ عصبی از قطر میلین می‌تواند بیشتر باشد.
- دقت کنید که هر یاختهٔ عصبی در اطراف خود، انواعی یاختهٔ پشتیبان دارد که همه باید برای آن بافت عصبی نیز هم‌ایستایی انجام بدهند. **پس فکر نکنید که یاخته‌های عصبی فاقد میلین، یاختهٔ پشتیبان در کنار خود ندارند.**

۱۴۴۸ (۱) *خب راستی از شکل تو این فصل چطور سؤال طرح می‌کنن!؟ اینطوری مدل آسونشه!*

در شکل مورد نظر، (الف) یاختهٔ پشتیبان و (ب) معرف رشتهٔ یاختهٔ عصبی است. در بافت عصبی، **هر دو، انواع گوناگون دارند** (رد گزینهٔ (۳)) ولی تعداد یاختهٔ پشتیبان از یاختهٔ عصبی بیشتر با اندازه کوچک‌تر می‌باشد. در بافت عصبی، یاخته‌های پشتیبان، برخی ایجادکنندهٔ میلین هستند و برخی داربستِ استقرار یاخته‌های عصبی را می‌سازند (رد گزینه‌های (۲) و (۴)). از طرفی هر دو نوع یاختهٔ بافت عصبی، تک‌هسته‌ای بوده و انواع گوناگون دارند.

۱۴۴۹ (۱) فقط مورد (ب) به درستی بیان شده است. یاختهٔ (۱): نورون حسی، یاختهٔ (۲): نورون رابط و یاختهٔ (۳): نورون حرکتی است. حواستان باشد که در صورت سؤال **به‌طور** قطع آمده است و در مورد همهٔ انواع نورون‌های مشابه آن صحبت کرده است نه فقط این‌ها که می‌بینید.

بررسی موارد (الف) و (ج) نادرست. مثلاً در نورون حسی بویایی، این‌گونه نیست؛ چون در نورون حسی بویایی، دندریت کوتاه و آکسون بلند است و در آن آکسون و دندریت برخلاف نورون‌های حسی نخاعی، از دو نقطهٔ مقابل هم خارج می‌شوند. (ب) **درست.** در اطراف همهٔ نورون‌ها، یاختهٔ پشتیبان (نه لزوماً یاختهٔ پشتیبان میلین‌ساز!) وجود دارد. (د) نادرست. **هر سه نوع یاختهٔ عصبی می‌توانند میلین‌دار یا بدون میلین باشند.**

۱۹۰ مقایسهٔ انواع یاخته‌های عصبی

موارد مقایسه	اجزا	طول رشته (نسبی در همان یاخته)	شکل هستهٔ نورون‌های مذکور	تعداد هر کدومشون	توانایی انتقال دادن پیام	وظیفه
یاختهٔ عصبی حسی	دندریت	معمولاً بلندتر	-	۱	ندارد	وارد کردن اطلاعات حسی به دستگاه عصبی مرکزی
	جسم‌یاخته‌ای	رشته نیست	گرد مرکزی	۱	ندارد	
	آکسون	معمولاً کوتاه‌تر	-	۱	دارد	
یاختهٔ عصبی رابط	دندریت	کوتاه	-	زیاد	ندارد	برقراری ارتباط بین نورون‌های حسی و حرکتی در دستگاه عصبی مرکزی
	جسم‌یاخته‌ای	رشته نیست	گرد مرکزی	۱	ندارد	
	آکسون	بلندتر	-	۱	دارد	
یاختهٔ عصبی حرکتی	دندریت	کوتاه	-	زیاد	ندارد	خارج کردن اطلاعات حرکتی از دستگاه عصبی مرکزی
	جسم‌یاخته‌ای	رشته نیست	بیضی یا گرد مرکزی	۱	ندارد	
	آکسون	بلند	-	۱	دارد	

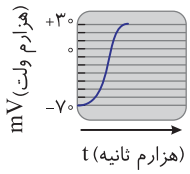
۱۴۵۰ **۳** موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست‌اند. شکل، چگونگی کار پمپ سدیم - پتاسیم را نشان می‌دهد.

بررسی موارد **الف** **نادرست.** با توجه به شکل صفحهٔ ۴ کتاب زیست یازدهم و مقایسهٔ اندازهٔ پروتئین‌ها نسبت به فسفولیپیدها، متوجه می‌شویم پمپ سدیم - پتاسیم، اندازهٔ بزرگ‌تری نسبت به کانال نشتی پتاسیمی دارد. **ب** **نادرست.** در هر بار فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم، ۵ یون جابه‌جا می‌شوند (۳ یون سدیم از یاخته خارج و ۲ یون پتاسیم وارد یاخته می‌شوند)؛ پس در هر بار فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم **به‌طور خالص**، یک یون مثبت از یاخته خارج می‌شود؛ یعنی یک یون مثبت از داخل یاخته کم می‌شود و به یون‌های خارج یاخته اضافه می‌شود؛ در نتیجه اختلاف پتانسیل بین دو سمت غشای یاخته، به اندازهٔ دو یون تغییر می‌کند. **ج** **نادرست.** هنگام اتصال یون‌های پتاسیم به پروتئین، ATP مصرف شده اما هنگام اتصال یون‌های سدیم به پروتئین، هنوز ATP مصرف نشده است. **د** درست. پمپ سدیم - پتاسیم، در همهٔ یاخته‌های زنده وجود دارد. این پمپ هم نقش انتقالی برای سدیم و پتاسیم دارد و هم نقش آنزیمی (کاتالیزوری) داشته و با پایین آوردن انرژی فعال‌سازی واکنش، ضمن تجزیهٔ ATP (رایج‌ترین منبع انرژی) به تولید انرژی می‌پردازد.

۱۹۱ مروری بر کانال‌های نشتی و پمپ سدیم - پتاسیم

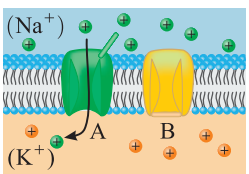
کانال نشتی پتاسیمی	*این کانال برای انتشار تسهیل‌شدهٔ یون پتاسیم هست و میار یون پتاسیم رو در جهت شیب غلظت از درون یاخته، به بیرون آن می‌فرستد و با این کار مقدار بار مثبت درون رو کم و بیرون یاخته یا همون مایع بین‌یاخته‌ای فودمون که یادمونه جزء محیط داخلی (لنف و خون و مایع بین‌یاخته‌ای) بود رو زیاد می‌کند. این کانال‌ها بیچاره دریچه هم ندارن و همیشه باز و فعالن!*
کانال نشتی سدیمی	*کانال نشتی سدیمی هم مختص یون سدیمه و میار یون سدیم رو از بیرون یاخته که بیشتره به درون یاخته که یون سدیم کمتره منتقل می‌کنه. این پروتئین‌های کانالی هم دریچه ندارن و تغییر شکل هم نمی‌دن و کلاً همیشه فعال هستن. از پروتئین‌های سراسری غشا هستن و این یعنی اینکه در عرض غشا کشیده شده و با دو لایهٔ فسفولیپید (گلیسرول و فسفات و اسیدهای چرب) در تماس هستن.* **توجه:** کتاب درسی طوری بیان کرده که انگار یک پروتئین نشتی هر دو یون را عبور می‌دهد ولی در شکل خلاف آن را اعلام کرده است.
پمپ سدیم - پتاسیم	*این پروتئین هم مثل پروتئین‌های کانالی از واحدهای آمینواسیدی تشکیل شده ولی برخلاف شیب غلظت، با مصرف ATP، سه یون سدیم رو به سمت خارج و دو یون پتاسیم رو به سمت داخل یاخته وارد می‌کنه. هنگامی که در این فرایند ATP در سمت درون یاخته به این پمپ متصله، سدیم‌ها در حال وارد شدن به جایگاه‌های اختصاصی‌شون برای یک انتقال به بیرون هستن. یون‌های پتاسیم که از اون انتقال فعال قبلیه اومدن هم دارن وارد یاخته میشن. زمانی که ADP و فسفات در داخل این پمپ دیده می‌شوند نیز سدیم‌ها در حال رفتن به مایع بین‌یاخته‌ای و پتاسیم‌ها هم در حال اتصال به جایگاه‌های اختصاصی‌شون هستن تا برخلاف شیب غلظت بیان داخل یاخته.* *دقت کنید که این پروتئین، تجزیهٔ ATP را با فعالیت آنزیمی و مصرف آب، انجام می‌دهد. این کار رو هم در سطح داخل غشای یاخته انجام می‌ده!* *راستی این پمپ هم مثل کانال‌های نشتی دریچه ندارن و همیشه فعالن!*

۱۴۵۱ **۳** شکل نشان داده شده مربوط به مرحلهٔ اولی یا **بالاروی** پتانسیل عمل است ولی سؤال **بعد از** این مرحله را خواسته است که ابتدا کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته شده و سپس با باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، مرحلهٔ پایین‌رو پتانسیل عمل آغاز می‌شود. همان‌طور که گفته شد در مرحلهٔ پایین‌رو پتانسیل عمل، ابتدا اختلاف پتانسیل دو طرف غشا کاهش (از ۳۰+ تا ۰) و سپس افزایش (از ۰ تا ۷۰-) می‌یابد.



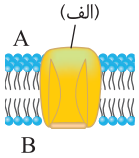
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پس از رسیدن نمودار پتانسیل عمل به قله، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند. غلظت یون پتاسیم همیشه در داخل یاختهٔ عصبی بیشتر است. **گزینهٔ (۲):** با باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، اختلاف غلظت این یون در دو طرف غشا کاهش می‌یابد ولی جهت شیب غلظت این یون به سمت خارج یاخته باقی می‌ماند. **گزینهٔ (۴):** پمپ سدیم - پتاسیم در همهٔ مراحل دارای فعالیت می‌باشد و پس از پتانسیل عمل فعالیت آن افزایش می‌یابد. (شروع نمی‌شود!)

۱۴۵۲ **۴** همهٔ موارد نادرست می‌باشند. شکل بیانگر مرحلهٔ شروع پتانسیل عمل و شاخهٔ بالارو نمودار می‌باشد. A و B به ترتیب **کانال‌های** دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی هستند.



بررسی موارد **الف** در این نقطه، برخلاف حالت آرامش، تراکم یون‌های پتاسیم و سدیم با حالت آرامش متفاوت است. **ب** در حالت موردنظر نمودار به سمت بالا و صعودی می‌رود. **ج** همواره تراکم سدیم در بیرون و پتاسیم در داخل یاخته زیاد است. **د** کانال B مربوط به دریچه‌دار پتاسیمی است که باز شدن آن در قسمت پایین‌روی پتانسیل عمل رخ می‌دهد.

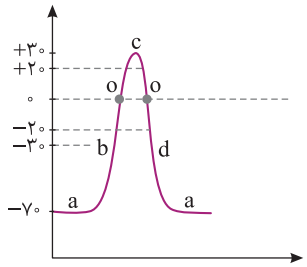
۱۴۵۳ (۲) در شکل مورد نظر با توجه به محل دریچهٔ کانال، اگر مربوط به سدیم فرض شود که دریچه به سمت خارج یاخته است، پس B خارج یاخته و A درون یاخته است ولی اگر کانال دریچه‌دار پتاسیمی فرض شود دقیقاً A و B برعکس می‌شوند. گزینهٔ (۲) صحیح است، چون در صورت کانال دریچه‌دار پتاسیمی بودن، تراکم زیاد پتاسیم و محل واکنش‌های قندکافت (فصل ۵ دوازدهم) درون سیتوپلاسم (B) است.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با فرض دریچه‌دار سدیمی، A سیتوپلاسم است ولی کربوهیدرات غشا در سطح خارجی یاخته است. **گزینهٔ (۳):** در این صورت (B) خارج یاخته است (نه درون). **گزینهٔ (۴):** در این صورت A درون یاخته است ولی ساخت پروتئین درون یاخته است.

تعبیرهای طراحی تست

بگید هرکدوم کجا هست؟ (بعضیا رو باید بگید تو کدوم محدوده از نمودار هستند.)



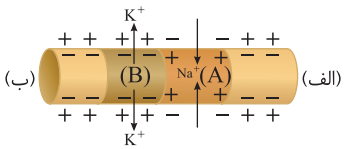
- الف) در چه زمان‌هایی اختلاف پتانسیل بین درون و بیرون غشا ۳۰ هست؟
- ب) در چه زمان‌هایی اختلاف پتانسیل بین درون و بیرون غشا ۲۰ هست؟
- پ) در چه زمان‌هایی اختلاف پتانسیل بین درون و بیرون غشا صفر هست؟
- ت) در چه زمان‌هایی پتانسیل درون غشا نسبت به بیرون آن $+۳۰$ هست؟
- ث) در چه زمان‌هایی پتانسیل درون غشا نسبت به بیرون آن -۷۰ هست؟
- ج) در چه زمان‌هایی کانال‌های نشتی و پمپ سدیم - پتاسیم فعال هستند؟
- چ) در چه زمان‌هایی کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بازند؟
- ح) در چه زمان‌هایی هر دو کانال دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی بسته‌اند؟
- خ) در چه زمان‌هایی اختلاف پتانسیل دو سوی غشا در حال کاهش است؟
- د) در چه زمان‌هایی اختلاف پتانسیل دو سوی غشا در حال افزایش است؟
- ذ) در چه زمان‌هایی پتانسیل درون غشا نسبت به بیرون بیشتر است؟

پاسخ: الف) در سه نقطه قلهٔ c و در b و d ب) در ۴ نقطه بالا و پایین o پ) در oها ت) قلهٔ c ث) در aها (یعنی پتانسیل آرامش، که البته اون قسمت هم که پمپ سدیم - پتاسیم فعال‌تر بود هم شامل می‌شود.) ج) کلاً همه‌شون چ) b،o و قسمت بالارو نزدیک c (قسمت بالارو نمودار، البته که در قلهٔ نمودار حساب نمی‌شه) ح) aها و قلهٔ c خ) b و قسمت پایین‌رو c تا o د) بالارو o تا c و پایین‌رو o تا a ذ) قسمت بالای o تا c (دو طرف نمودار)

۱۴۵۴ (۱) شکل سؤال، مربوط به کانال نشتی پتاسیمی در غشای نورون می‌باشد. با توجه به جهت فلش، متوجه می‌شویم یون‌های پتاسیم با انتشار تسهیل شده، به سمت بخش (۱) حرکت می‌کنند. پس بخش (۱)، فضای بین‌یاخته‌ای و بخش (۲)، سیتوپلاسم است. کربوهیدرات‌ها، در لایهٔ خارجی غشا (مجاور بخش (۱)) قرار دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** همواره و در هر حالتی، تجمع سدیم در سمت خارج یاخته بیشتر است. **گزینهٔ (۳):** مادهٔ عبوری از پروتئین موجود در شکل، یون پتاسیم است؛ اما مادهٔ عبوری از گیرندهٔ ناقل عصبی، یون سدیم است. **گزینهٔ (۴):** **کانال** پروتئینی نشان داده شده در شکل از نوع نشتی است و با انتشار تسهیل شده یون‌های پتاسیم را جابه‌جا می‌کند.

۱۴۵۵ (۱) تنها مورد (ب) صحیح می‌باشد.



بررسی موارد الف) جهت حرکت پیام عصبی از بخش (ب) به سمت (الف) می‌باشد زیرا در قسمتی از رشته که نزدیک‌تر به بخش (الف) می‌باشد (بخش A)، یون‌های سدیم در حال ورود به یاخته و منفی شدن بیرون یاخته می‌باشند پس ورود این یون سدیم مربوط به بخش ابتدایی ایجاد پتانسیل عمل است. قسمتی از رشته که نزدیک‌تر به بخش (ب) می‌باشد (B)، در حال خارج‌سازی یون‌های پتاسیم می‌باشد، که این امر مربوط به قسمت پایانی پتانسیل عمل است. پس نتیجه می‌گیریم پتانسیل عمل از سمت (ب) شروع شده و در حال هدایت به سمت (الف) می‌باشد. ب) با توجه به جهت حرکت پیام عصبی و اینکه شکل نشان داده شده مربوط به یک آسه می‌باشد، بخش قرار گرفته در قسمت (ب) جسم‌یاخته‌ای می‌باشد که محل وجود شبکهٔ آندوپلاسمی و ساخت پروتئین‌های مورد نیاز یاخته مثل پروتئین‌های غشایی می‌باشد. ج) با توجه به توضیحات دو مورد قبل در سمت (الف) پایانهٔ آکسون قرار دارد. پایانهٔ آکسون محل تجمع راکیزه‌ها و ترشح ناقلین عصبی و جسم‌یاخته‌ای محل ساخت ریزکیسه‌های حاوی ناقلین عصبی می‌باشد. د) دقت کنید با توجه به اینکه شکل نشان داده شده مربوط به یک یاختهٔ عصبی رابط در بخش خاکستری بدون میلین است، در نتیجه هیچ‌یک از رشته‌های دارینه و آسهٔ این یاخته غلاف میلین و گره‌رانویه ندارند.

۱۴۵۶ (۱) تنها مورد (د) در مقایسهٔ این دو یاخته صحیح می‌باشد.

بررسی موارد الف) نادرست. یاختهٔ A میلین‌دار است، بنابراین هدایت **جهشی** در آن دیده می‌شود و سرعت هدایت در آن بالاتر است. هر چه سرعت بیشتر باشد، زمان هدایت پیام کمتر است. ب) نادرست. در فضای بین گره‌های رانویه در یاختهٔ A، کانال دریچه‌دار دیده نمی‌شود؛ در حالی که در همهٔ بخش‌های آکسون یاختهٔ B، این کانال‌ها دیده می‌شوند. ج) نادرست. در هدایت نقطه به نقطهٔ پیام، در همهٔ بخش‌های آکسون پتانسیل عمل رخ می‌دهد. بنابراین فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم و مصرف انرژی بیشتر است. د) **درست.** در بیماری MS یاخته‌های پشتیبان سازندهٔ میلین در دستگاه عصبی **مرکزی** از بین می‌روند؛ بنابراین یاختهٔ A آسیب می‌بیند و هدایت پیام در آن با مشکل مواجه می‌شود.

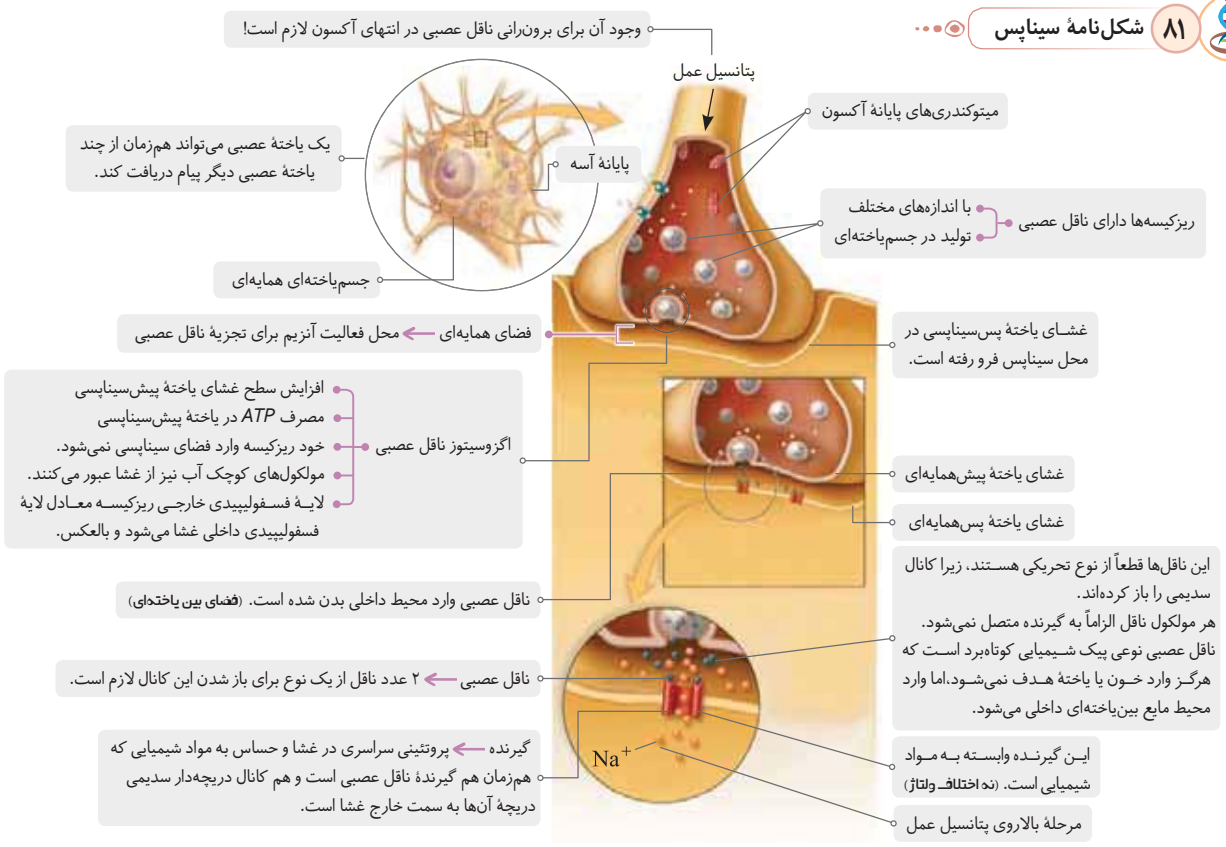
مروری بر انواع هدایت عصبی

ویژگی / هدایت	نوع (ماهیت)	سرعت	انرژی مصرفی	زمان هدایت پیام	در بیماری ام.اس	مکان	غلاف میلین	امکان مشاهده در کدام نوع یاخته عصبی	کانال‌های دریچه‌دار
نقطه به نقطه	الکتریکی	کمتر	بیشتر	بیشتر	بیشتر می‌شود	رشتهٔ بدون میلین	نقش ندارد	همه نوع	بیشتر نیاز دارند
جهشی	الکتریکی	بیشتر	کمتر	کمتر	کمتر می‌شود	رشتهٔ میلین‌دار	نقش دارد	همه نوع	کمتر نیاز دارند

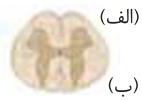
۱۴۵۷ (۳) از آنجا که در این همایه، یاخته‌ای که با گیرندهٔ خود در همایه حضور دارد، یاختهٔ **پس**سیناپسی است، ناقلین عصبی که در شکل نشان داده شده‌اند نیز نمی‌توانند از غشای یاختهٔ پس‌همایه‌ای عبور کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید که ناقلین عصبی ممکن است از نوع **بازدارنده** باشند. در این صورت تحریک و ایجاد پتانسیل عمل در یاختهٔ عصبی اتفاق نمی‌افتد؛ در نتیجه ممکن است کانال‌های دریچه‌دار سدیمی آن باز نشوند. **گزینهٔ (۲):** همان‌طور که در توضیحات گزینهٔ قبل گفته شد، در صورت تحریکی نبودن این ناقل، پتانسیل عمل و کاهش اختلاف پتانسیل در یاختهٔ بعدی رخ نمی‌دهد. **گزینهٔ (۴):** برای خالی کردن فضای همایه از ناقلین عصبی دو روش وجود دارد: (۱) تجزیه شدن ناقل با آنزیم‌ها. (۲) دوباره جذب شدن با فرایند درون‌بری به یاختهٔ پیش‌همایه‌ای.

۸۱ شکل‌نامهٔ سیناپس

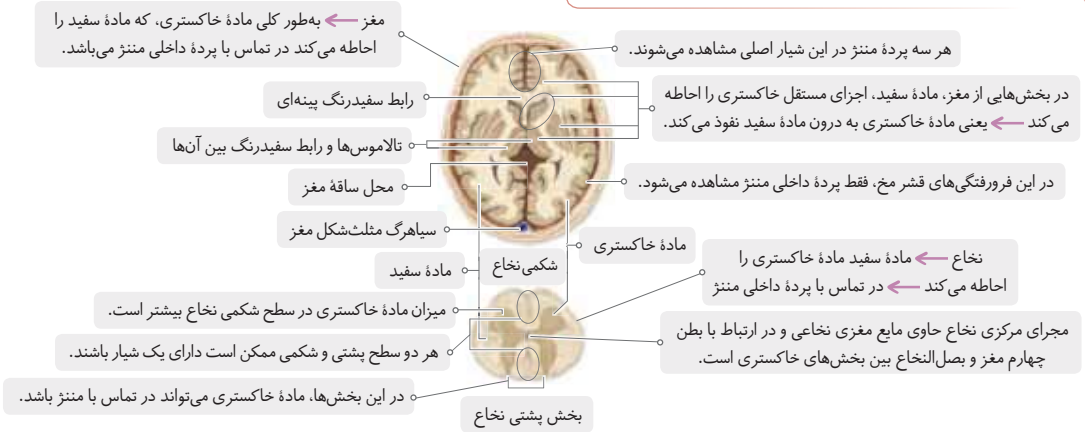


۱۴۵۸ (۳) بخش (الف)، ناحیهٔ شکمی نخاع و بخش (ب)، ناحیهٔ پشتی آن را نشان می‌دهد. (برای تشخیص راحت‌تر، کافیست به خاطر داشته باشید یک بریدگی عمیق در ناحیهٔ شکمی نخاع وجود دارد.) ریشهٔ متصل‌شده به نخاع از طرف بخش (الف)، ریشهٔ شکمی عصب نخاعی بوده که **حرکتی** است؛ همچنین ریشهٔ متصل از طرف بخش (ب)، ریشهٔ پشتی و **حسی** عصب نخاعی است. در ریشهٔ پشتی هر سه قسمت دندریت، جسم‌یاخته‌ای و قسمتی از آکسون نورون حسی وجود دارند.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در ریشهٔ شکمی نخاع، آکسون نورون حرکتی وجود دارد که سفید بوده و دارای غلاف میلین است! غلاف میلین از پیچیدن یاختهٔ پشتیبان به دور رشتهٔ عصبی به وجود می‌آید. بنابراین در ریشهٔ شکمی، هسته‌های یاخته‌های پشتیبان وجود دارند. **گزینهٔ (۲):** در ریشهٔ پشتی و در انتهای آکسون‌های موجود در آن سیناپس با نورون‌های رابط زده می‌شود. **گزینهٔ (۴):** توجه داشته باشید در ریشهٔ پشتی، اجتماع جسم‌یاخته‌ای نورون‌های حسی، باعث به وجود آمدن یک **برآمدگی** گره‌مانند در طول آن می‌شود. ریشهٔ شکمی چنین خصوصیتی ندارد.

۸۲ شکل‌نامهٔ بخش سفید و خاکستری دستگاه عصبی و مرکزی



۱۴۵۹ **۱** فقط مورد (ب) عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند. بخش (۱) جمجمه، بخش (۲) لایهٔ خارجی منتژ، بخش (۳) لایهٔ میانی منتژ، بخش (۴) لایهٔ داخلی منتژ و بخش (۵) مغز می‌باشد. جنس پرده‌های منتژ، از بافت پیوندی است.

بررسی موارد (الف) نادرست. استخوان‌ها، محل ذخیرهٔ مواد معدنی، مانند فسفات و کلسیم‌اند. (ب) **درست.** هر سه لایهٔ منتژ در تماس با مایع مغزی - نخاعی قرار دارند. (ج) نادرست. استخوان جمجمه و پرده‌های منتژ، از دستگاه عصبی محیطی محافظت نمی‌کنند. (د) نادرست. علاوه‌بر استخوان جمجمه و پرده‌های منتژ، سد خونی - مغزی هم در حفاظت از مغز (بخش ۵) نقش دارد.

۸۳ شکل‌نامهٔ منتژ (البته شکل کمی کامل‌تر از کتاب است.)

۱۴۶۰ **۱** بخش (۱): مخ، بخش (۲): ساقهٔ مغز، بخش (۳): مخچه و بخش (۴): نخاع می‌باشد. بخش ترشح کنندهٔ هورمون اکسی‌توسین، هیپوفیز پسین می‌باشد. بصل‌النخاع (جزء ساقهٔ مغز) و هیپوتالاموس (بخش تولیدکنندهٔ هورمون اکسی‌توسین)، باعث تنظیم ضربان قلب و فشار خون می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** باتوجه به شکل مقابل که مغز ماهی را نشان می‌دهد، در مغز ماهی، مخچه و مخ به هم اتصال ندارند. **گزینهٔ (۳):** نخاع هم در فعالیت‌های ارادی (مثل تکان دادن انگشتان پا! *قب پیام مغزی برای رسیدن به پا، از نخاع می‌گذره*) و هم در فعالیت‌های غیرارادی (مثل انعکاس عقب کشیدن دست در برخورد با جسم داغ) نقش مؤثری دارد. **گزینهٔ (۴):** در انسان بیشتر حجم مغز را مخ تشکیل می‌دهد. دو نیمکرهٔ مخ با رشته‌های عصبی به هم متصل‌اند. رابط‌های سفید رنگ به نام رابط پینه‌ای و سه‌گوش از این رشته‌های عصبی‌اند. مخچه در پشت ساقهٔ مغز قرار دارد و شامل دو نیمکره است و بخشی به نام کرمینه در وسط آن‌هاست. هر دو قسمت در بیرون خاکستری و در داخل سفید هستند.

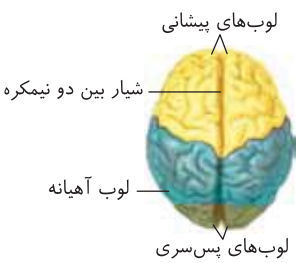
۸۴ شکل‌نامهٔ بررسی شکل مغز

- مغز سه بخش اصلی دارد که به ترتیب اندازه، مخ، مخچه و ساقهٔ مغز از بزرگ به کوچک می‌باشند.
- مخ از پایین به سطح بالایی ساقهٔ مغز (مغز میانی) و مخچه متصل است.
- مخچه از جلو با ساقهٔ مغز و از بالا با دو لوب پس‌سری و مخصوصاً گیجگاهی در اتصال است.
- ساقهٔ مغز باریک‌ترین قسمت مغز است که از بالا به لوب‌های گیجگاهی و از عقب به مخچه و از پایین با نخاع در اتصال است.
- جلوئی‌ترین و عقبی‌ترین قسمت مغز مربوط به لوب پیشانی و پس‌سری مخ است.
- دستگاه لیمبک در لوب گیجگاهی قرار دارد.

«سه بخش **اصلی** مغز»

۱۴۶۱ **۲** موارد (ج) و (د) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند. بخش (۱): لوب پیشانی، بخش (۲): لوب آهیانه، بخش (۳): لوب پس‌سری و بخش (۴): لوب گیجگاهی می‌باشد.

بررسی موارد (الف) درست. هیپوکامپ (اسبک‌مغز) در لوب گیجگاهی قرار دارد. (ب) درست. با توجه به شکل مقابل که نشان‌دهندهٔ لوب‌های مخ از بالاست، صحیح است. (ج) **نادرست.** پردازش نهایی اطلاعات بینایی در لوب پس‌سری (بخش (۴)) و پردازش نهایی اطلاعات شنوایی در لوب گیجگاهی (بخش (۳)) انجام می‌شود. (د) **نادرست.** با توجه به شکل صفحهٔ ۱۴ کتاب زیست یازدهم، ۱۰۰ روز پس از آخرین مصرف کوکائین، بخش پیشین مغز (لوب پیشانی = بخش (۱)) کمترین بهبودی را پیدا می‌کند.



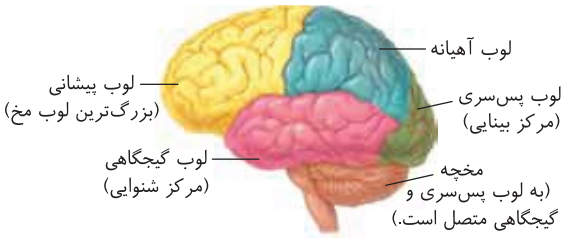
۸۵ شکل‌نامهٔ نمای مخ از نیمرخ

تنها لوبی که با ساقهٔ مغز ارتباط مستقیم دارد، لوب گیجگاهی می‌باشد.

در مشاهدهٔ لوب‌های مخ از بالا به لوب گیجگاهی برخلاف سایر لوب‌های مخ دیده نمی‌شود.

لوب پیشانی بزرگ‌تر از لوب آهیانه و لوب آهیانه بزرگ‌تر از لوب گیجگاهی و لوب گیجگاهی بزرگ‌تر از لوب پس‌سری می‌باشد (پیشانی بزرگ‌ترین و پس‌سری کوچک‌ترین است).

لوب پس‌سری به مقدار کمتر و لوب گیجگاهی به مقدار بیشتر از پایین در تماس با مخچه می‌باشند.



«لوب‌های مخ از نیمرخ» ← در این نما، چهار لوب هر نیمکرهٔ مخ به همراه مخچه دیده می‌شود.

لوب پیشانی و لوب پس‌سری با هم تماسی ندارند.

در حالت عادی، مغز میانی، توسط لوب‌های گیجگاهی نیمکره‌های مخ پوشانده می‌شوند.

در هر نیمکره، هر لوب مخ به تعداد لوبی که با آن‌ها در تماس است، با شیار تماس دارد. (مثلاً لوب گیجگاهی توسط ۳ شیار با ۳ لوب دیگر در تماس می‌باشد!)

تعداد شیارهای عمیق در هر نیمکرهٔ مخ، ۳ عدد می‌باشد ولی تعداد شیارهای عمیق در کل مخ ۷ عدد است. (۶ شیار در دو نیمکره و یک شیار بین دو نیمکره!)

قشر مخ چین‌خورده است و شیارهای متعددی دارد ولی شیارهای عمیق (نه هر شیاری!) هر یک از نیمکره‌های مخ را به چهار لوب پس‌سری، گیجگاهی، آهیانه و پیشانی تقسیم می‌کنند.

لوب‌های پیشانی و پس‌سری هرکدام در هر نیمکره با دو لوب دیگر مخ و لوب‌های گیجگاهی و آهیانه هرکدام در هر نیمکره با سه لوب دیگر مخ در تماس‌اند. دقت کنید که لوب پیشانی با لوب بویایی نیز در تماس است اما لوب بویایی جزء لوب‌های مخ نیست.

جلوترین و بزرگ‌ترین بخش ساقهٔ مغز، پل‌مغزی است که به صورت یک برآمدگی دیده می‌شود.

۱۴۶۲: ۲ موارد (الف) و (ج) صحیح‌اند. بخش (۱): لوب پیشانی، بخش (۲): لوب گیجگاهی و بخش (۳): لوب پس‌سری را نشان می‌دهد.

بررسی موارد **الف) درست.** لوب‌های بویایی که محل اولین سیناپس حس بویایی هستند، در لوب پیشانی قرار دارند. **ب)** نادرست. لوب پس‌سری برخلاف لوب گیجگاهی به مخچه (مرکز تعادل بدن) اتصال دارد. **ج) درست.** همهٔ بخش‌های مغز، از یاخته‌های عصبی و غیرعصبی تشکیل شده‌اند. **د)** نادرست. لوب‌های پس‌سری و آهیانه برخلاف لوب گیجگاهی، به ساقهٔ مغز (کوچک‌ترین بخش اصلی مغز) اتصال ندارند.

۸۶ شکل‌نامهٔ نمای مخ از بالا

شیار بین دو نیمکره، بین لوب‌های پیشانی، آهیانه و پس‌سری در دو نیمکرهٔ چپ و راست قرار دارد و از نمای بالا دیده می‌شود ولی بین لوب‌های گیجگاهی قرار ندارد و در نمای جانبی هم دیده نمی‌شود.

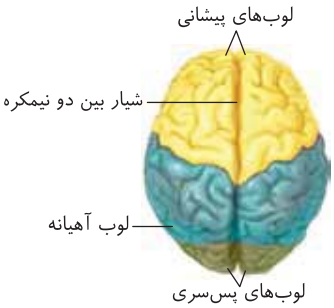
شیار بین دو نیمکره، طولانی‌ترین شیار مغز است.

همهٔ لوب‌های هر قسمت نیمکرهٔ مخ با لوب همتای خود در نیمکرهٔ دیگر مخ در تماس هستند.

جلویی‌ترین و عقبی‌ترین قسمت مغز، مربوط به مخ می‌باشد.

در این نما، ساقهٔ مغز، مخچه و لوب گیجگاهی دیده نمی‌شود.

در هر نیمکره دو شیار اصلی دیده می‌شود
- بین لوب پیشانی و آهیانه
- بین لوب آهیانه وپس‌سری



«لوب‌های مخ از بالا»

۱۴۶۳: ۴ بخش مشخص شده در شکل، **پل‌مغزی** است که در تنظیم فعالیت‌های مختلف از جمله تنفس، ترشح بزاق و اشک نقش دارد. پس کاهش فعالیت پل‌مغزی همانند اشکال در بصل‌النخاع سبب اختلال تنفسی می‌شود. *(در شکل‌نامه کامل بررسی کرده‌ایم!)*

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** کاهش ترشح بزاق باعث کاهش میزان لیزوزیم موجود در دهان می‌شود. این آنزیم در از بین بردن باکتری‌های درون دهان نقش دارد ولی منطقهٔ بالاتر از آن مغز میانی است و در این فعالیت نقش ندارد. **گزینهٔ (۲):** آمیلاز بزاق همانند آمیلاز لوزالمعده، گوارش نشاسته (پلی‌ساکارید ذخیره در سیب‌زمینی) را آغاز کرده و بخشی از آن را به دی‌ساکارید (مالتوز) تبدیل می‌کند. پس کاهش بزاق باعث کاهش میزان تولید قند سادهٔ مالتوز درون دهان می‌شود. **گزینهٔ (۳):** مرکز تنفس در پل‌مغزی با اثر بر مرکز تنفس در بصل‌النخاع، دم را خاتمه می‌دهد. در پی اختلال پل‌مغزی، مدت زمان دم تغییر می‌کند ولی بصل‌النخاع که از آن پایین‌تر است نیز در تنظیم دم با ارسال پیام به ماهیچه‌های دمی نقش دارد.

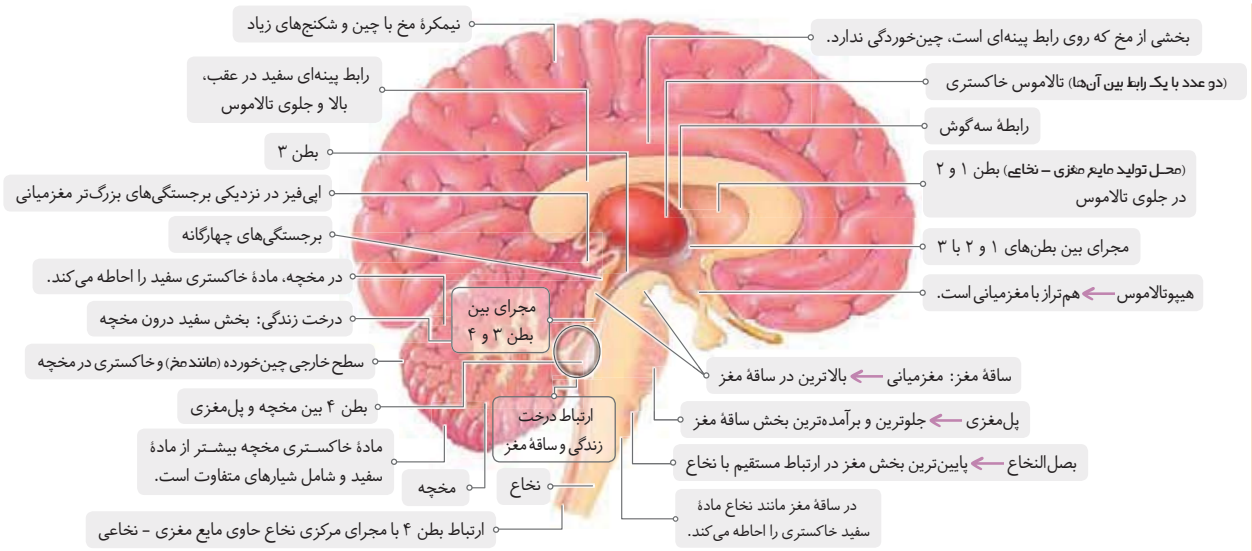
۸۷ شکل‌نامهٔ قسمت‌های مختلف مغز (نیمکرهٔ چپ)

به‌طور کلی شاخه‌های ابتدایی درخت زندگی مخچه بلندتر از شاخه‌های پایانی درونی آن هستند.

مخچه از طریق درخت زندگی با سایر بخش‌های مغز ارتباط دارد.

تراکم مادهٔ خاکستری بصل‌النخاع و پل‌مغزی در بخش‌های جلویی آن‌هاست.

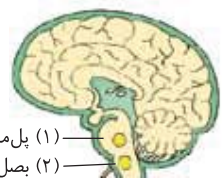
در مخچه برخلاف مخ، ضخامت بخش خاکستری از سفید بیشتر است.



بررسی ساقهٔ مغز و مخچه از برش درونی:

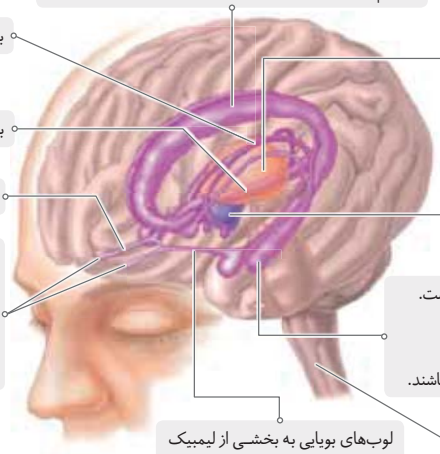
۱) مادهٔ خاکستری در مخچه برخلاف مخ نسبت به مادهٔ سفید، ضخیم‌تر می‌باشد.
۲) هیپوتالاموس با اندازهٔ کوچک‌تر، زیر و جلوی تالاموس و هم‌عرض مغز میانی قرار دارد. نخاع نیز از طریق بصل‌النخاع و مجرایی با بطن ۴ مغزی مرتبط می‌باشد.
۳) تالاموس بالای ساقهٔ مغز و زیر جسم پینه‌ای می‌باشد و جسم سفید به حساب نمی‌آید.
۴) مغز میانی براساس شکل کتاب درسی، دارای دو قسمت است که مجرای ارتباطی بطن ۳ و ۴ از بین آن‌ها عبور می‌کند.
۵) عقبی‌ترین و جلویی‌ترین بخش مغز، مخ می‌باشد. پل‌مغزی نسبت به بصل‌النخاع به هیپوفیز نزدیک‌تر است.
۶) پل‌مغزی بالاتر از بصل‌النخاع است و نیز بزرگ‌تر و قطورتر می‌باشد اما نکتهٔ جالب توجه این است که اندازهٔ مرکز تنفسی موجود در بصل‌النخاع با مرکز تنفس پل‌مغزی تقریباً برابر می‌باشد (فصل ۳ دهم).
۷) مخ در انسان بزرگ‌ترین بخش مغز می‌باشد اما در ماهی بزرگ‌ترین بخش مغز، لوب بینایی است.
۸) مخچه از بالا با لوب‌های پس‌سری و گیجگاهی در تماس است و از جلو در مجاورت با بطن چهارم مغزی می‌باشد.
۹) بخشی از مادهٔ سفید مغز میانی با مادهٔ سفید مخچه (درخت زندگی) در ارتباط است.
۱۰) درخت زندگی بخش سفید درون مخچه است که به سمت ساقهٔ مغز حجیم‌تر است. راستی کرمینه بین دو نیمکرهٔ مخچه، رنگ خاکستری دارد.

۱۴۶۴: ۴) بصل‌النخاع (شمارهٔ (۲)) مرکز انعکاس سرفه در خط اول دفاع بدن است و از طرفی مرکز بلع و تنفس نیز می‌باشد ولی تنظیم ترشح بزاق با پل‌مغزی است.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مغزمیانی و مخچه هر دو در حرکت نقش دارند و از گیرنده‌های وضعیت پیام می‌گیرند. طبق شکل، پیام گیرندهٔ وضعیت کپسول مفصلی زانو برای رسیدن به مخچه و مغزمیانی باید از بصل‌النخاع و پل‌مغزی عبور کند. **گزینهٔ (۲):** آخر گفتار ۲ در فصل ۴ دهم آموختید که هم پل‌مغزی (شمارهٔ (۱)) و هم بصل‌النخاع (شمارهٔ (۲)) در تنظیم فعالیت **گردش مواد** مؤثرند. **گزینهٔ (۳):** پل‌مغزی در ترشح اشک و محافظت از چشم مؤثر است. همچنین پل‌مغزی سبب پایان یافتن عمل دم می‌شود. در نتیجه می‌تواند سبب آغاز گنبدی‌شکل شدن دیافراگم شود و آن را به استراحت در آورد.

۸۸ شکل‌نامهٔ بخش‌های غیراصلی مغز انسان



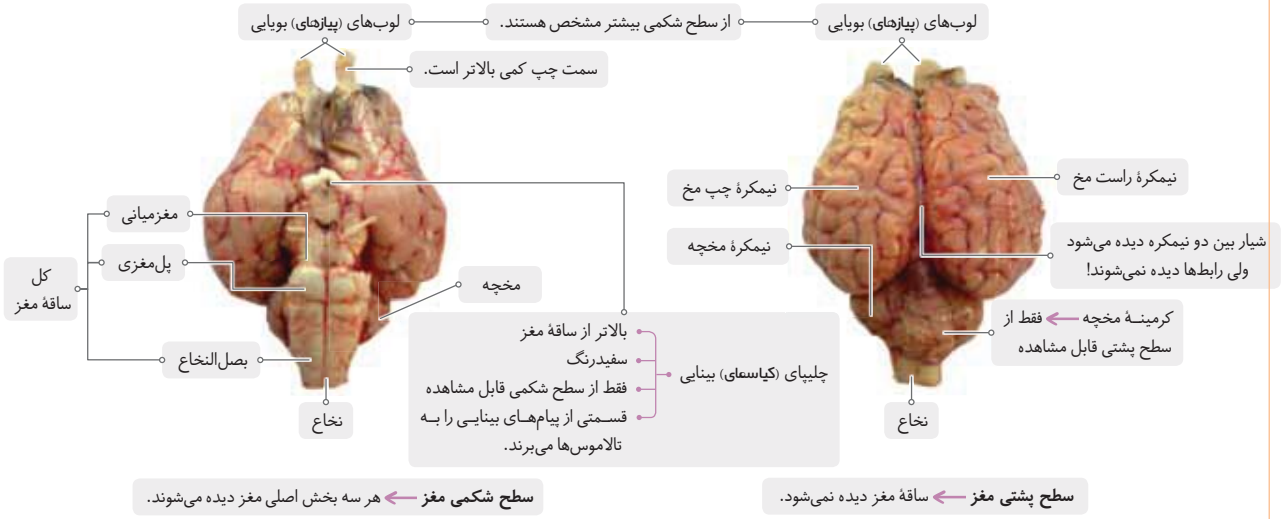
۱۴۶۵: ۱) ساختارهای نشان داده شده از (۱) تا (۴) به ترتیب: تالاموس، هیپوتالاموس، اسبک مغز و پیازهای بویایی می‌باشند. هیپوتالاموس می‌تواند با تولید اکسی‌توسین در انقباض یاخته‌های ماهیچه‌ای صاف دیوارهٔ رحم و نزدیک‌تر شدن فاصلهٔ بین عوامل انقباضی موجود در این یاخته‌ها، نقش داشته باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** اکثر پیام‌های حسی دریافتی مغز ابتدا به تالاموس‌ها می‌روند تا پردازش اولیه روی آن‌ها صورت بگیرد. (نه همهٔ آن‌ها!) **گزینهٔ (۳):** دقت کنید که اسبک مغز جزئی از سامانهٔ کناره‌ای مغز (لیمبیک) است که با قشر مخ (بخش اصلی)، هیپوتالاموس و تالاموس‌ها (بخش غیراصلی) در ارتباط است و در ایجاد حافظهٔ کوتاه‌مدت نقش دارد. **گزینهٔ (۴):** با توجه به شکل‌نامه، لوب بویایی سمت راست از سمت چپ کمی بلندتر یا درازتر است.

۱۴۶۶: ۱) بخش شمارهٔ (۱) بطن سوم را نشان می‌دهد که بین مغزمیانی و درخت زندگی به سمت بطن چهارم قرار دارد و مغزمیانی در حرکت نقش دارد. گیرنده‌های حس وضعیت در زردپی‌ها نیز به حرکت کمک می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** بصل‌النخاع (بخش شمارهٔ (۴)) همراه با پل‌مغزی مرکز هماهنگی اعصاب خودمختار می‌باشند (فصل ۴ زیست دهم). **گزینهٔ (۳):** پل‌مغزی (بخش شمارهٔ (۳)) پیام عصبی خاتمهٔ دم را به بصل‌النخاع می‌فرستد. **گزینهٔ (۴):** اپی‌فیز (بخش شمارهٔ (۲)) بالاتر از هیپوتالاموس قرار دارد. در ضمن مویرگ‌های دستگاه عصبی از نوع پیوسته هستند که ورود و خروج مواد را به شدت کنترل می‌کنند.

۸۹ شکل‌نامهٔ تشریح مغز گوسفند



- قسمتی از لوب‌های بویایی، مخچه، مخ و نخاع به‌طور مشترک در هر دو سطح پشتی و شکمی دیده می‌شوند.
- از سطح پشتی مغز، ساقهٔ مغز و کیاسما (چلیپا) دیده نمی‌شوند.
- در سطح شکمی مغز، شیاری دیده می‌شود که بخش‌های مختلف ساقه را به صورت متقارن به دو بخش مساوی تقسیم می‌کند ولی شیار عمیق بین دو نیمکره و کرمینه دیده نمی‌شود.
- بطن‌های ۱و۲ مغز، درون نیمکره‌های مخ و در دو طرف رابط‌های پینه‌ای و سه‌گوش قرار دارند. بطن ۳ مغز، در عقب تالاموس‌ها و بالای اپی‌فیز قرار می‌گیرد. بطن ۴ مغز نیز در جلوی مخچه و پشت بصل‌النخاع قرار دارد.
- در سطح شکمی مغز نسبت به سطح پشتی آن، لوب‌های بویایی **بهتر** دیده می‌شوند که این لوب‌ها اندازهٔ **نابرابری** دارند.
- رابط پینه‌ای به سطح **پشتی** مغز و رابط سه‌گوش به سطح شکمی مغز نزدیک‌تر می‌باشند.
- برجستگی‌های چهارگانه از سطح پشتی مغز، بدون برش دیده نمی‌شوند.
- رابط پینه‌ای برخلاف رابط سه‌گوش، بدون ایجاد برش در بین دو نیمکره فقط با فاصله دادن دو نیمکره قابل مشاهده است.
- بطن‌های ۱و۲ در دو طرف رابط پینه‌ای و رابط سه‌گوش قرار دارند. بطن ۳ در عقب تالاموس‌ها قرار دارد و بطن ۴ در بین مخچه و ساقه مغز قرار دارند.
- بطن چهارم مغز از نمای کناری، زیر مخچه قرار می‌گیرد که از راه بصل‌النخاع به نخاع ارتباط دارد.
- قاعدهٔ رابط سه‌گوش به برجستگی‌های بزرگ‌تر چهارگانه، نزدیک‌تر است.
- لوب‌های بویایی، کوچک‌ترین لوب‌های مغزی هستند.
- در سطح شکمی، چلیپای بینایی بالای ساقهٔ مغز در وسط دو نیمکرهٔ مخ دیده می‌شود.

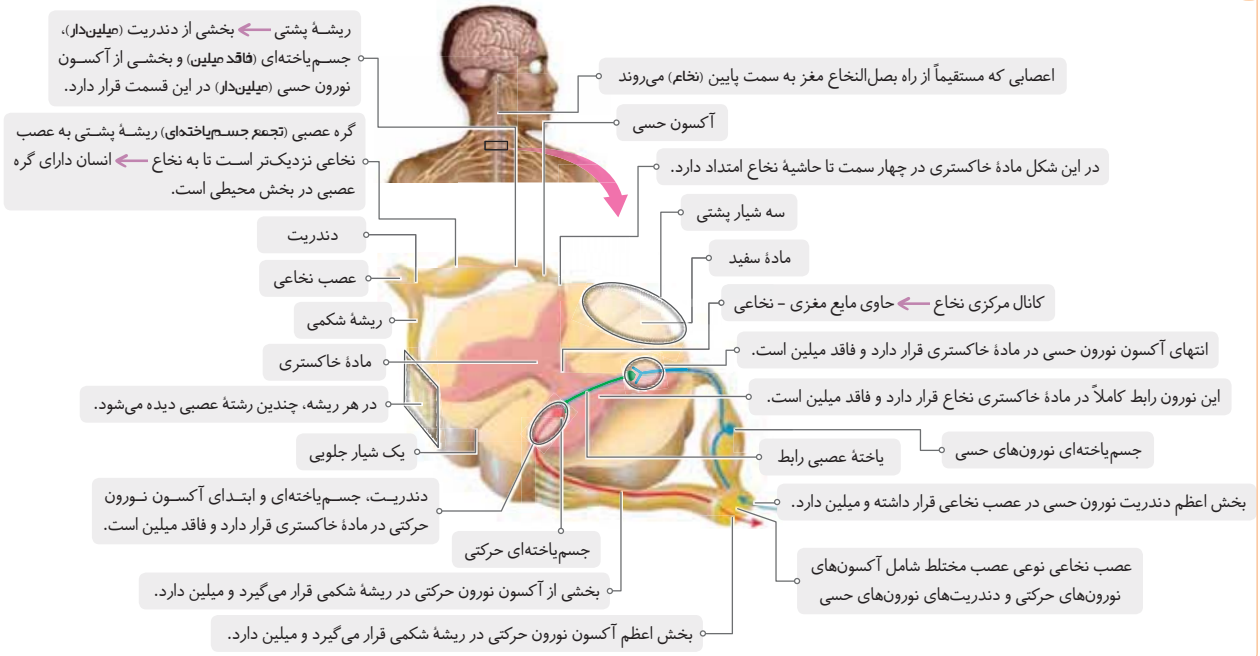
۱۴۶۷: ۴) همهٔ موارد صحیح‌اند. بخش (۱): ریشهٔ شکمی (حرکتی)، بخش (۲): ریشهٔ پشتی (حسی)، بخش (۳): نورون رابط و بخش (۴): عصب نخاعی (مختلط) می‌باشد.

بررسی موارد (الف) در هر عصب نخاعی، دندریت‌های نورون حسی و آکسون‌های نورون حرکتی وجود دارند.

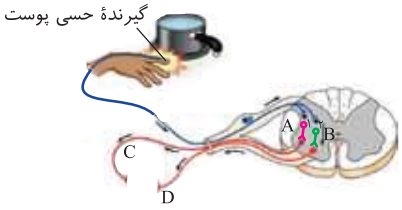
نکته
رشتهٔ عصبی، آکسون و یا دندریت بلند است.

(ب) یاختهٔ عصبی رابط، فقط در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد و در دستگاه عصبی محیطی قرار ندارد. (ج) فقط بخشی از آکسون نورون حسی در مادهٔ خاکستری نخاع قرار دارد و دندیت و جسم‌یاخته‌ای آن در نخاع قرار ندارند. (د) هم یاخته‌های موجود درون ریشهٔ شکمی نخاع و هم یاخته‌های دستگاه عصبی پیکری و خودمختار، از یاخته‌های عصبی حرکتی هستند.

۹۰ شکل‌نامهٔ نخاع



۱۴۶۸ **۴** در فرایند انعکاس عقب کشیدن دست، ماهیچهٔ دوسر منقبض و یاختهٔ عصبی حرکتی که به آن عصب می‌دهد، تحریک می‌شود. همچنین ماهیچهٔ سه‌سر در حالت استراحت باقی می‌ماند و یاختهٔ عصبی حرکتی که به آن عصب می‌دهد، مهار می‌شود. در صورتی که B ناقل عصبی بازدارنده آزاد کند، یاختهٔ عصبی D با ماهیچهٔ سه‌سر در ارتباط است و مهار خواهد شد؛ بنابراین خودِ این یاخته، ناقل عصبی ترشح نخواهد کرد.



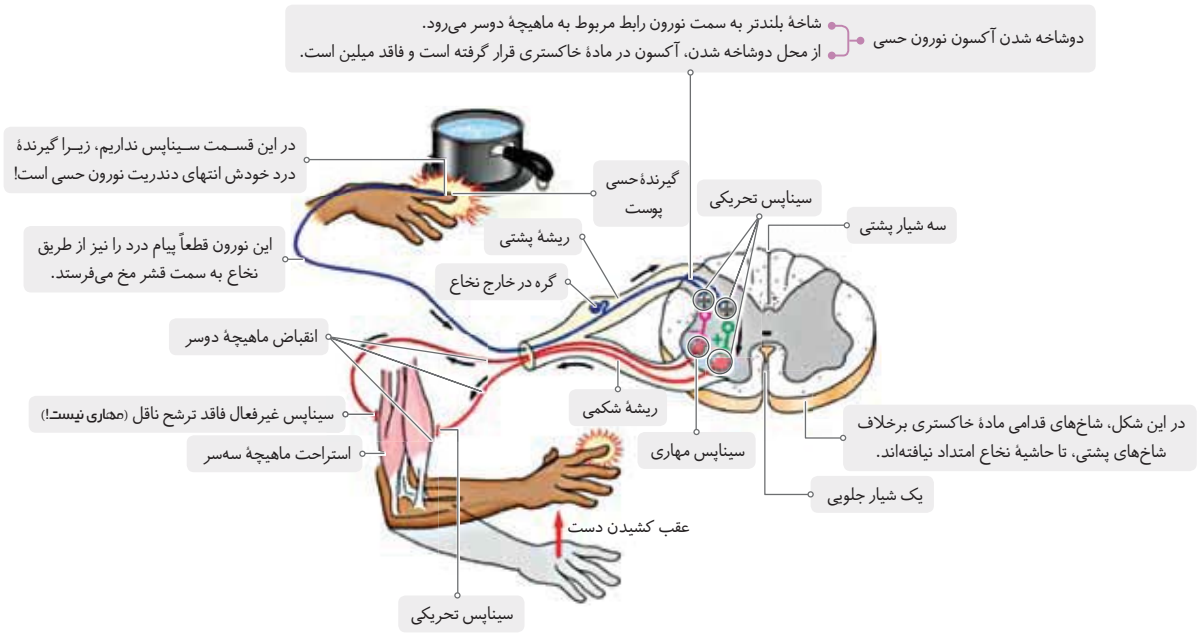
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اگر D منجر به انقباض ماهیچه شود، یعنی به ماهیچهٔ دوسر پیام می‌دهد؛ اما هر دو یاختهٔ رابط A و B در این فرایند تحریک خواهند شد و سپس نورون A سبب مهار نورون C می‌شود.

نکته

در فرایند انعکاس عقب کشیدن دست، هر دو یاختهٔ عصبی رابطی که در مادهٔ خاکستری نخاع قرار دارند، خود تحریک خواهند شد.

گزینهٔ (۲): اگر یاختهٔ B با یاختهٔ عصبی حرکتی ماهیچهٔ سه‌سر ارتباط داشته باشد، آن را مهار خواهد کرد. **گزینهٔ (۳):** اگر یاختهٔ C به ماهیچهٔ دوسر عصب بدهد، خود در این فرایند تحریک می‌شود؛ بنابراین یاختهٔ A ناقل تحریکی آزاد خواهد کرد.

۹۱ شکل‌نامهٔ انعکاس عقب کشیدن دست



۱۴۶۹: ۳ فقط مورد (ب) و (د) نادرست هستند. شکل صورت سؤال، هیدر را نشان می‌دهد. حفرهٔ گوارشی در هیدر پر از مایعات است و علاوه‌بر گوارش، وظیفهٔ گردش مواد را نیز بر عهده دارد.

نکته

در کرم‌های پهن آزادزی مثل پلاناریا، انشعابات حفرهٔ گوارشی به تمام نواحی بدن نفوذ می‌کنند به‌طوری که فاصلهٔ انتشار مواد تا یاخته‌ها بسیار کوتاه است. در این جانوران حرکات بدن به جابه‌جایی مواد کمک می‌کند (نادرستی مورد (ب)).

بررسی موارد (الف) درست. در تک‌یاخته‌ای‌ها و جانورانی مانند هیدر که همهٔ یاخته‌های بدن می‌توانند با محیط تبادلات گازی داشته باشند، ساختار ویژه‌ای برای تنفس وجود ندارد. (ج) درست. 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. (د) **نادرست.** هیدر یاخته‌های ماهیچه‌ای دارد (نه بافت ماهیچه‌ای متمرکز).

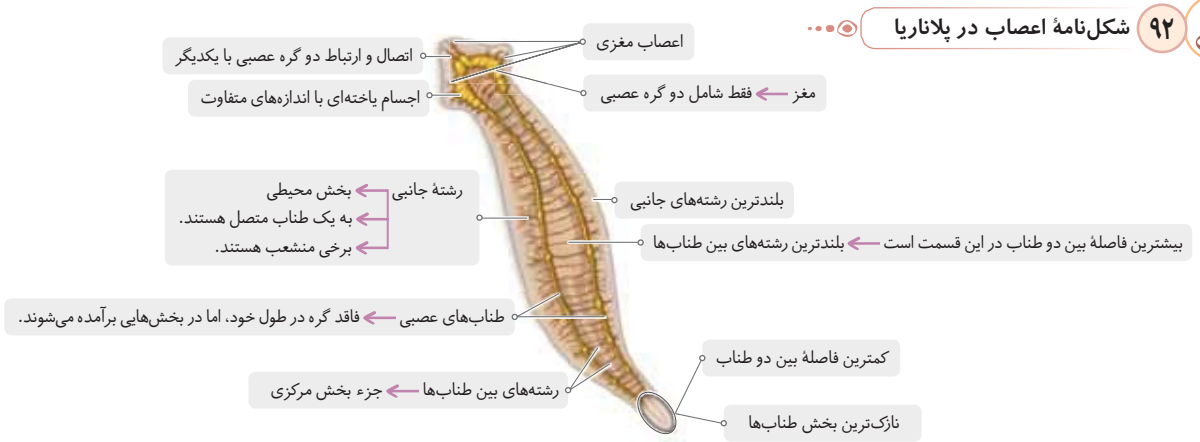
۱۴۷۰: ۲ شکل صورت سؤال، پلاناریا را نشان می‌دهد. بخش (۱): مغز، بخش (۲): طناب‌های عصبی، بخش (۳): رشته‌های بین طناب‌ها (جزء دستگاه عصبی مرکزی) و بخش (۴): رشته‌های جانبی (جزء دستگاه عصبی محیطی) می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در پلاناریا، دو گره عصبی در سر جانور، مغز را تشکیل داده‌اند. **گزینهٔ (۳):** با توجه به اینکه پلاناریا، کرم پهن است و دوجنسی خودبارور می‌باشد، پس دو نوع غدهٔ جنسی بیضه و تخمدان دارد. **گزینهٔ (۴):** با توجه به شکل‌نامه، بعضی از رشته‌های عصبی، به مغز متصل هستند.

نکته

- مغز پلاناریا از تعداد زیادی (نه دو!) جسم‌یاخته‌ای تشکیل شده است.
- مغز حشرات از چند گره به هم جوش‌خورده تشکیل شده است.
- برای طناب‌های عصبی پلاناریا، نمی‌توان لفظ پشتی و شکمی را به کار برد.
- با توجه به مطالب کتاب درسی، منظور از جانور دارای بیشترین تعداد طناب عصبی، پلاناریا می‌باشد.
- **ضخامت طناب‌های عصبی پلاناریا در انتهای بدن، کمتر از سایر قسمت‌هاست.**

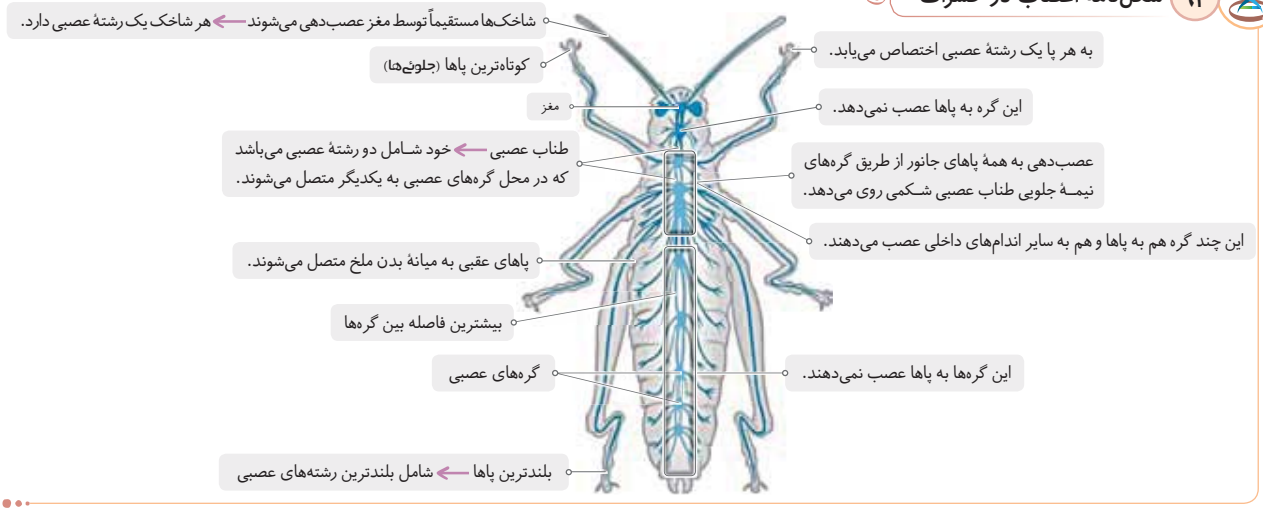
۹۲ شکل‌نامهٔ اعصاب در پلاناریا



۱۴۷۱: ۴ همهٔ موارد نادرست‌اند. شکل موجود در صورت سؤال، مربوط به ملخ (حشرات) است.

بررسی موارد (الف) از شته (نه ملخ!) برای تعیین سرعت و ترکیب شیرهٔ پرورده استفاده می‌شود. (ب) پیام‌های عصبی ایجاد شده در شاخک‌ها، مستقیماً وارد مغز جانور می‌شوند. (ج) دربارهٔ زنبور (نه ملخ!) صحیح هستند. (د) این مورد هم دربارهٔ پای مگس صحیح است (نه ملخ).

۹۳ شکل‌نامهٔ اعصاب در حشرات



۱۴۷۲ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** ناقل عصبی بعد از آزاد شدن و فعالیت، یا در فضای سیناپسی تجزیه می‌شود و یا دوباره به یاختهٔ پیش‌سیناپسی برمی‌گردد! **گزینهٔ (۲):** برعکس گفته شده، اول پتانسیل عمل به انتهای پیش‌سیناپسی می‌رسد بعد وزیکول ادغام می‌شود و ناقل آزاد می‌شود! **گزینهٔ (۳):** متن و شکل کتاب. *ضب بالافره ناقل آزاد شده باید یه کاری تو یاختهٔ بعدی انجام بده!* **گزینهٔ (۴):** *نه دیگه، اگر سیناپس و ناقل تحریکی باشه این کار رو می‌کنه و سدیم وارد یاختهٔ بعدی می‌کنه و اگر مهاری باشه که هیچی!*

۱۴۷۳ (۳) *ضب باید به کلمات خوب دقت کنید.* هر بند بدن حشرات، یک گره دارد! (نه گره‌ها)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هیدر شبکهٔ پراکندهٔ نورونی در کل بدن و بازوها دارد و *هر کاری در هر جا می‌کنه!* **گزینهٔ (۲):** کاملاً درست است! چون قورباغه مهره‌دار استخوانی است. **گزینهٔ (۴):** *اینم که دیگه نوشش نکنه پلاناریا است* که فقط رشته‌های ریزی که به یک طناب وصل هستند، بخش محیطی می‌باشند.

۱۹۳ **مقایسهٔ دستگاه عصبی جانداران**

شبکهٔ عصبی هیدر		ساده‌ترین ساختار عصبی + مجموعه‌ای از نورون‌های پراکنده در دیوارهٔ بدن + تحریک نقطه‌ای از بدن، در همهٔ سطح آن منتشر می‌شود.
ساختار نردبان‌مانند پلاناریا	دستگاه عصبی مرکزی	مغز، متشکل از دو گره عصبی درون سر + ساختار نردبان‌مانند (دو طناب عصبی و رشته‌های بین آن‌ها)؛ متشکل از رشته‌های عصبی
	دستگاه عصبی محیطی	رشته‌های جانبی (کوچک‌تر) متصل به طناب‌های عصبی و حتی مغز
دستگاه عصبی حشرات	دستگاه عصبی مرکزی	مغز؛ متشکل از چند گره عصبی به‌هم‌جوش‌خورده + یک طناب عصبی شکمی؛ در هر بند از بدن دارای یک گره عصبی مجزا می‌باشد.
	دستگاه عصبی محیطی	رشته‌هایی که از گره‌های طناب عصبی و مغز خارج می‌شوند.
دستگاه عصبی مهره‌داران	دستگاه عصبی مرکزی	مغز؛ برجسته‌ترین بخش جلویی طناب عصبی پشتی + طناب عصبی پشتی؛ درون سوراخ مهره‌ها قرار دارد.
	دستگاه عصبی محیطی	اعصاب محیطی از مغز و نخاع جدا می‌شوند.

۱۴۷۴ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** تولید این ریزکیسه‌ها در جسم‌یاخته‌ای است ولی در هسته نیست! **گزینهٔ (۲):** ریزکیسه آزاد نمی‌شود! بلکه محتوای آن بیرون می‌رود. **گزینهٔ (۳):** ناقل عصبی وارد یاختهٔ پس‌سیناپسی نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** متن کتاب است که اگر ناقل‌ها همینطور در فضای سیناپس بمانند، پیام بیش از حد منتقل می‌شود!

۱۴۷۵ (۱) بین ساقهٔ مغز و مخ، مراکز مغزی مثل تالاموس‌ها، هیپوتالاموس و دستگاه (سامانه) لیمبیک قرار دارند. گزینهٔ (۱) بیانگر تالاموس است که پیام تقویت شده را به **بخش‌هایی** در قشر مخ منتقل می‌کند. (نه مستقیماً به نخاع!!)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در مورد هیپوتالاموس است که با تولید هورمون‌هایی مثل اکسی‌توسین، ضدادراری و تنظیم دمای بدن به حفظ پایداری محیط داخلی بدن یا هومئوستازی کمک می‌کند. **گزینهٔ (۳):** مربوط به **هیپوکامپ** دستگاه لیمبیک است که علاوه‌بر حافظهٔ کوتاه‌مدت، در یادگیری هم نقش دارد. **گزینهٔ (۴):** قسمت اول در مورد پل‌مغزی است که بخشی از ساقهٔ مغز بوده و در قسمت مورد نظر سؤال قرار نمی‌گیرد.

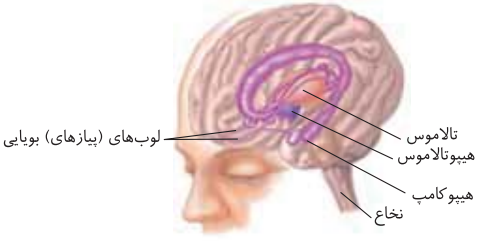
توجه **برخی اوقات مثل گزینهٔ (۴) این تست، به عباراتی برمی‌خورید که کاملاً صحیح هستند ولی باید در نظر بگیرید که این عبارت در حیطهٔ سؤال قرار می‌گیرد یا نه؟!**

۱۴۷۶ (۴) همهٔ موارد نادرست می‌باشند.

بررسی موارد (الف) لوب بویایی، جزء سامانهٔ لیمبیک نیست. (ب) تالاموس، جزء سامانهٔ لیمبیک نیست. (ج) این عبارت در مورد اسبک مغز صحیح است. (د) سامانهٔ کناره‌ای (لیمبیک) در لوب گیجگاهی است. (نه لوب پیشانی که بزرگ‌ترینه!)

۹۴ شکل‌نامهٔ لیمبیک

- این سامانه در لوب **گیجگاهی** مخ قرار دارد و لوب‌های بویایی که جزئی از آن نیست به جلوی آن اتصال دارند.
- می‌توان رابطی را بین لوب‌های بویایی مشاهده کرد.
- قطورترین بخش سامانهٔ کناره‌ای، بخش بالایی آن می‌باشد که با تالاموس اتصالی ندارد.
- تالاموس‌ها، هیپوتالاموس و پیازهای بویایی جزء سامانهٔ لیمبیک نیستند.
- هیپوکامپ‌های این سامانه تقریباً در زیر تالاموس‌ها و هیپوتالاموس قرار گرفته‌اند و توسط رابط نازکی از جلو با پیازهای بویایی ارتباط دارند.
- تالاموس و هیپوتالاموس، هر دو در ارتباط با بخش‌هایی نازک از دستگاه لیمبیک‌اند.
- بخش‌هایی از دستگاه لیمبیک، با جلو، بالا، عقب و پایین تالاموس در ارتباط‌اند.
- لوب‌های بویایی درون لوب‌های پیشانی مخ هستند و کوچک‌ترین لوب مغزی به حساب می‌آیند.
- از بالا به پایین: قسمت قطور لیمبیک ← قسمت نازک لیمبیک ← تالاموس ← هیپوتالاموس ← هیپوکامپ ← ساقهٔ مغز



«سامانهٔ لیمبیک (بخش‌های بنفش‌رنگ)»

۱۴۷۷ (۳) هر سه نوع نورون حسی، حرکتی و رابط می‌توانند در قسمتی از آکسون یا دندریت خود میلین داشته باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** همواره در گره‌های رانویه بین میلین‌ها کانال‌های مختلف و پمپ‌های فعال وجود دارند. **گزینهٔ (۲):** *باز هم هدایت رو با انتقال در یک نورون فکر کنم اشتباه کردی!* **گزینهٔ (۳):** اگر نورون مورد نظر حرکتی باشد، کاملاً نکتهٔ درستی است! **گزینهٔ (۴):** این عبارت در مورد نورون‌های حسی که آکسون و دندریت میلین‌دار دارند درست است *ولی باید دقت می‌کردی که هر نورون یه دونه جسم‌یاخته‌ای داره!*

۱۴۷۸ (۴) موارد (ب)، (د) و (ه) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. جسم‌یاخته‌ای همانند دندریت توانایی دریافت پیام عصبی را از یاختهٔ پیش‌سیناپسی دارد. (ب) **درست.** *بله دیگه اصلاً یکی از هفت ویژگی حیاته.* (ج) نادرست. دندریت توانایی انتقال پیام را ندارد. (د) **درست.** یاخته‌های پشتیبان چند برابر یاخته‌های عصبی هستند. (ه) **درست.** هم آکسون و هم دندریت فقط پیام عصبی را در یک جهت خود هدایت می‌کنند.

۱۴۷۹: ۴ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** فقط آکسون یاختهٔ عصبی حسی نخاعی وارد دستگاه عصبی مرکزی در نخاع می‌شود. **گزینهٔ (۲):** *فرض کن یه یافته توسط جسم‌یافته‌ای فورش پیام دریافت می‌کنه، چرا نتونه یک یافتهٔ عصبی حسی دارای دندریت طویل و میلین‌دار باشه؟!* **گزینهٔ (۳):** یاخته‌ای که چند پایانهٔ آکسونی دارد، ممکن است کلاً میلین نداشته باشد، *متن کتابه که انواع نورون‌ها می‌تونن بدون میلین یا با میلین باشن!* **گزینهٔ (۴):** کلاً یاخته‌های عصبی به یاخته‌های پشتیبان وابسته هستند هرچند فاقد میلین باشند. چون انواعی یاختهٔ پشتیبان برای کارهای مختلف یک نورون، ضروری هستند.

۱۴۸۰: ۴ موارد (الف) و (ب) نادرست هستند.

بررسی موارد **الف** نادرست. پمپ سدیم - پتاسیم، با مصرف انرژی، سه یون سدیم خارج و دو یون پتاسیم را وارد می‌کند. ولی برای این کار دو بار تغییر ساختار و وضعیت می‌دهد. **ب** نادرست. هر کانال نشتی فقط یون مختص خود را عبور می‌دهد. در کتاب هم برای کانال پتاسیمی نشان داده است. **ج** **درست.** *در مورد پمپ سدیم - پتاسیم حرف می‌زنه که میاد در خلاف جهت شیب، سدیم‌ها را وارد مایع بین‌یاخته‌ای می‌کنه! این پمپ هم سدیم و هم پتاسیم عبور می‌ده!* **د** **درست.** در مورد کانال نشتی و دریچه‌دار پتاسیمی در جهت شیب غلظت صحبت می‌کند که با بیرون کردن پتاسیم‌ها، مقدار بار مثبت درون یاخته را کم می‌کنند! **ه** **درست.** منظور یون پتاسیم است که البته هر دو یون پتاسیم و سدیم همواره در حال عبور از غشای یاختهٔ عصبی هستند. در فصل ۶ دهم یاد گرفتید که دو یون کلر و پتاسیم در باز کردن روزنهٔ هوایی نقش دارند!

۱۴۸۱: ۴ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** هر لوب پس‌سری با یک تالاموس در ارتباط می‌باشد و محل پردازش نهایی پیام‌های بینایی است که در آن تالاموس تقویت شده‌اند. **گزینهٔ (۲):** لوب پیشانی بزرگ‌ترین لوب مخ است که برخلاف لوب‌های گیجگاهی و پس‌سری با مخچه مرز مشترک ندارد. **گزینهٔ (۳):** اولین سیناپس مسیر بویایی در لوب (پیاز) بویایی است که لوب مخ به حساب نمی‌آید. این پیازها در لوب پیشانی مخ جای گرفته است که لوب پیشانی فقط به دو لوب آهیانه و گیجگاهی متصل است. **گزینهٔ (۴):** منظور لوب گیجگاهی است که از بالا به دو لوب پیشانی و آهیانه متصل است و لیمبیک را در خود جای داده است.

۱۴۸۲: ۳ ابتدای سؤال در مورد مخچه می‌باشد که از بالا با لوب‌های پس‌سری و گیجگاهی و از پشت با ساقهٔ مغز در اتصال است. اما در انتها سؤال در مورد دو لوب پس سری و گیجگاهی مخ پرسیده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لوب پس‌سری می‌تواند از چشم پیام دریافت کند. **گزینهٔ (۲):** *ویژگی لوب‌های مخ رو داره میگه.* **گزینهٔ (۳):** **نادرست.** این عبارت در مورد مخچه درست است! نه دو لوب مخ! **گزینهٔ (۴):** در مورد انتقال پیام شنوایی به لوب گیجگاهی مخ درست است.

۱۴۸۳: ۱ همهٔ موارد صحیح هستند.

بررسی موارد **الف** همواره در قسمت اختلاف ۷۰- تا صفر دریچهٔ کانالی سدیمی و از ۳۰+ تا صفر دریچهٔ کانال پتاسیمی باز می‌باشد که در هر دو حالت دریچهٔ باز از غشا فاصله می‌گیرد. **ب** منظور بلافاصله بعد از پتانسیل عمل است که ۷۰ اختلاف بین دو سوی غشا وجود دارد و از همه بیشتر است. **ج** در کل پتانسیل‌های غشا، پمپ سدیم - پتاسیم فعال است و مانعی برای خروج سدیم یا ورود پتاسیم وجود ندارد. **د** در زمان ۲۰+ یا ۲۰- که پتانسیل عمل است یک نوع کانال دریچه‌دار، پمپ سدیم - پتاسیم تغییر شکل داده است و در حال فعالیت است. **ه** منظور قسمت پایین‌رو پتانسیل عمل است که *راست میگه و به خاطر همینه که پتانسیل درون داره نسبت به بیرون کم میشه.*

نکات مهم در بررسی پمپ‌ها و کانال‌ها

- دریچهٔ کانال دریچه‌دار سدیمی نسبت به دریچهٔ کانال دریچه‌دار پتاسیمی بیشتر تغییر می‌کند و به سمت مایع بین‌یاخته‌ای باز می‌شود.
- دریچهٔ کانال سدیمی به سمت بیرون یاخته (از ۷۰- تا ۳۰+) و دریچه کانال پتاسیمی به سمت داخل یاخته (سیتوپلاسم از ۳۰+ تا ۷۰-) باز می‌شود.
- در دو قسمت نمودار، اختلاف پتانسیل در حال کاهش است: از ۷۰- به صفر و از ۳۰+ به صفر.
- دقت کنید که در قلهٔ نمودار، با این که اختلاف پتانسیل ۳۰+ است، اما همچنان غلظت سدیم بیرون یاخته بیشتر از درون یاخته است.
- در حالت آرامش و همچنین در قلهٔ نمودار پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی بسته‌اند.
- در هیچ بخشی از نمودار پتانسیل عمل، هر دو کانال دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی در یک نقطه **هم زمان باز نیستند** اما دقت کنید که در طول یک رشتهٔ عصبی، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی می‌توانند در نقاط مختلف هم‌زمان باز باشند.
- بازشدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، سبب می‌شود تا پتانسیل غشا به حالت آرامش بازگردد (نه فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم).
- در پایان پتانسیل عمل، پتانسیل غشا به دلیل بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی به پتانسیل آرامش رسیده است، اما با یکسان کردن غلظت یون‌ها با حالت آرامش توسط افزایش فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم صورت می‌گیرد.

۱۴۸۴: ۴ **بررسی موارد** **الف** **درست.** دندریت حسی نخاعی از آکسون حسی درازتر است ولی هر دو میلین دارند. **ب** نادرست. نورون رابط و حرکتی دارای یک آکسون و چند دندریت است ولی نورون‌های حسی نخاعی یک دندریت متصل به جسم‌یاخته‌ای دارند. **ج** **درست.** هر دو یاختهٔ عصبی رابط، ناقلین عصبی تحریکی یا مهاری ترشح می‌کنند ولی یک یاختهٔ حرکتی که مهار می‌شود، دیگر از انتهای خود، ناقلی آزاد نمی‌کند. **د** نادرست. در این مسیر نورون‌های حسی و حرکتی میلین دارند. **ه** **درست.** در مورد نورون حرکتی تحریکی برای ماهیچهٔ دوسر بازو که آکسون آن رشته‌ای عصبی و دراز با توانایی ترشح ناقل عصبی است، صحیح می‌باشد.

۱۴۸۵: ۳ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** مخ، تالاموس و هیپوتالاموس را به هم مرتبط نمی‌کند ولی در حافظه مؤثر است. **گزینهٔ (۲):** مخ مثل هیپوکامپ می‌تواند در یادگیری نقش داشته باشد. **گزینهٔ (۳):** هیپوتالاموس منظور قسمت اول برای تنظیم آب است که به هیپوفیز پسین ذخیره‌کنندهٔ هورمون‌هایش متصل است ولی بصل‌النخاع (قسمت دوم: تنظیم تنفس) به هیپوفیز اتصالی ندارد. **گزینهٔ (۴):** بصل‌النخاع (قسمت اول) و پل‌مغزی (قسمت دوم) می‌توانند در تنظیم فعالیت‌های تنفسی و عمل دیافراگم نقش داشته باشند.

۱۴۸۶: ۲ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** شاید ناقل عصبی به گیرنده متصل نشود و با آنزیم‌های تجزیه‌کننده نابود شود یا با درون‌بری به یاختهٔ قبلی برگردد! *کلاً قید هر ریزی به ریز منفی پوش نگاه کن!* **گزینهٔ (۲):** از ۳ نورونی که در مادهٔ خاکستری تحریک می‌شوند، ۲ نورون *(یه رونه رابط و یه رونه حرکتی!)* در مسیر عصب‌دهی به ماهیچهٔ جلو بازو قرار دارند. **گزینهٔ (۳):** ماهیچهٔ متصل به زند زیرین، سه‌سر بازو است که در این مسیر مهار می‌شود و *اصلاً ناقل براش آزار نمی‌شه!* **گزینهٔ (۴):** هیچ نورونی در این انعکاس فقط در دستگاه عصبی محیطی دیده نمی‌شود. بلکه آکسون حرکتی، دندریت، جسم‌یاخته‌ای و قسمتی از آکسون نورون حسی در خارج نخاع در بخش محیطی هستند!

۱۴۸۷: ۱ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** پاراسمپاتیک فشار خون و احتمال خیز یا ادم را کم می‌کند! **گزینهٔ (۲):** پاراسمپاتیک با انقباض ماهیچهٔ حلقوی عنبیه، سوراخ مردمک را تنگ می‌کند تا در نور زیاد باعث دید بهتر شود. **گزینهٔ (۳):** *این کار کم کردن تنفس، توسط پاراسمپاتیکه و تعداد تنفس هم با این شرایط باید کم بشه.* **گزینهٔ (۴):** دیوارهٔ مویرگ‌ها ماهیچه ندارد. *این کار رو روی سرفرگ کوچک انجام می‌ده!*

۱۴۸۸ (۳) قسمت اول در مورد حشرات با طناب عصبی با چند گره مجزا می‌باشد که به هر گره آن تعدادی رشتهٔ عصبی متصل است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** قسمت اول در مورد هیدر است ولی هیدر فاقد چهار روش تنفسی، پوستی، نایدیسی، ششی یا آبششی می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** قسمت اول در مورد پلاناریا است که مانند سایر کرم‌های پهن، نر مادهٔ خود بارور است (فصل ۷) و تخمدان آن بین رحم و تعدادی بیضه قرار دارد. **گزینهٔ (۴):** قسمت اول در مورد پرندگان و پستانداران است ولی قسمت دوم در مورد غدد نمکی چشمی یا زبانی پرندگان دریازی رد می‌شود. (فصل ۵ دهم)

۱۴۸۹ (۲) فقط مورد (د) نادرست است، چون الکل سبب سرطان شده و اینترفرون نوع (۲) را بالا می‌برد.

بررسی موارد (الف) در مغز گوسفند، اجسام مخطط و مویرگ‌های ترشح‌کنندهٔ مایع مغزی - نخاعی همگی در دو بطن جانبی ۱ و ۲ قرار دارند. (ب) با توجه به شکل مغز گوسفند کاملاً صحیح است. (ج) مواد اعتیادآور هم روی سامانهٔ کناره‌ای (بخش غیراصلی) و ترشح موادی مثل دوپامین و هم روی قشر مخ (بخش اصلی) مؤثر است و فعالیت و ترشحات آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

۱۴۹۰ (۳) موارد (ب)، (ج) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. در قسمت بالاروی پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز هستند که از ۷۰- تا صفر (۷۰ تا) این اختلاف کم می‌شود و از صفر تا ۳۰+ (یعنی ۳۰ تا) این اختلاف زیاد می‌شود! پس در بیشتر مواقع اختلاف در حال کم شدن است! (ب) **درست.** زمانی که از قلهٔ ۳۰+، کانال دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شود، اختلاف پتانسیل دو سمت غشا از ۳۰+ به صفر در حال کم شدن است. (ج) **درست.** منظور قسمت پایین‌روی نمودار است که از ۳۰- تا صفر کم می‌شود ولی از صفر تا ۷۰- زیاد می‌شود که مدت بیشتری در حال زیاد شدن اختلاف است! (د) **درست.** دقت کنید که به محض باز شدن دریچه‌های سدیمی، نمودار از ۷۰- به سمت کم شدن اختلاف یعنی به سمت صفر می‌رود.

۱۴۹۱ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** *برای ناقل مهاری هم همین‌طوریه.* **گزینهٔ (۲):** تا دریچهٔ کانال‌ها باز نشوند، پتانسیل در حال آرامش است و تغییر نمی‌کند! **گزینهٔ (۳):** ناقل عصبی از قبل توسط جسم‌یاخته‌ای ساخته شده و در انتهای آکسون ذخیره می‌شود! **گزینهٔ (۴):** ناقل عصبی می‌تواند به یاختهٔ پیش‌سیناپسی درون‌بری هم بشود.

۱۴۹۲ (۱) در هنگامی که اختلاف پتانسیل دو سوی غشای نورون **صفر** است، پتانسیل دو سوی غشا برابر می‌باشد. در نقطه‌ای از بخش صعودی و نزولی پتانسیل عمل این حالت برقرار می‌شود که در هر دو زمان نوعی کانال دریچه‌دار باز می‌باشد. در بخش صعودی پتانسیل عمل، کانال دریچه‌دار سدیمی و در بخش نزولی پتانسیل عمل، کانال دریچه‌دار پتاسیمی باز است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** ممکن است کانال دریچه‌دار وابسته به ولتاژ نباشد و وابسته به مواد شیمیایی مثل ناقلین عصبی باشد؛ در این حالت به منظور باز شدن دریچهٔ کانال مربوطه تحریک الکتریکی نقطهٔ مجاور کارساز نیست! **گزینهٔ (۳):** پمپ سدیم - پتاسیم در غشای نورون همواره فعال است و جابه‌جایی یون سدیم را در طی تغییر شکل میسر می‌سازد. **گزینهٔ (۴):** یون سدیم در بخش صعودی پتانسیل عمل توسط کانال دریچه‌دار وارد یاخته می‌شود؛ این یون به منظور جابه‌جایی توسط پمپ سدیم - پتاسیم، ابتدا وارد جایگاه خود در این پمپ می‌شود و سپس تجزیهٔ *ATP* توسط آنزیم موجود در ساختار این پمپ صورت گرفته و گروه فسفات به پمپ ناقل متصل می‌شود.

۱۴۹۳ (۱) بصل‌النخاع، مرکز بلع، عطسه و سرفه است در نتیجه حرکات اپی‌گلوت را تنظیم می‌کند. **پل‌مغزی**، نسبت به مغزمیانی به بصل‌النخاع نزدیک‌تر است و مرکز مورد نظر سؤال است. تنفس، مرکزی دارد که در پل‌مغز، واقع است و با اثر بر مرکز تنفس در بصل‌النخاع، دم را خاتمه می‌دهد. در حقیقت مرکز تنفس در پل‌مغز می‌تواند مدت زمان دم را تنظیم کند و به آن پایان دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** تنظیم دمای بدن، گرسنگی، تشنگی و خواب تحت کنترل **هیپوتالاموس** است. **گزینهٔ (۴):** **یاخته‌های عصبی مغزمیانی**، در فعالیت‌های مختلف از جمله شنوایی، بینایی و حرکت نقش دارند. **گزینهٔ (۴):** **مخچه** به‌طور پیوسته از بخش‌های دیگر مغز، نخاع و اندام‌های حسی مانند گوش‌ها و همچنین از گیرنده‌های وضعیت ماهیچه‌های اسکلتی، زردپی‌ها و کپسول مفصلی پیام دریافت کرده و بررسی می‌کند تا بتواند فعالیت ماهیچه‌ها و حرکات بدن را در حالت‌های گوناگون به کمک مغز و نخاع هماهنگ کند.

۱۴۹۴ (۴) منظور نورون‌های حسی و حرکتی این مسیر هستند که بخشی از آکسون آن در مادهٔ خاکستری نخاع قرار دارد. به قید **به‌طور حتم** در صورت سؤال دقت کنید! همهٔ بخش‌های نورون‌ها، **سیتوپلاسم** و **گلیکولیز** را دارند در نتیجه می‌توانند طی گلیکولیز با تولید پیرووات، *ATP* تولید کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید که یاختهٔ پشتیبان اطراف هر قسمت نورون وجود دارد ولی نوع میلین‌ساز آن در قسمت خاکستری وجود ندارد. **گزینهٔ (۲):** در بیماری *MS* فقط به قسمت مرکزی دستگاه عصبی حمله می‌شود، پس به بخشی که خارج از آن است، تأثیر ندارد. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید! پتانسیل عمل در طول بخش‌های یک نورون **هدایت** می‌شود. (نه منتقل!)

۱۴۹۵ (۱) فقط مورد (د) صحیح است.

بررسی موارد در انعکاس عقب کشیدن دست، یاخته‌های عصبی رابط، از یک طرف با یاختهٔ عصبی حسی و از طرف دیگر با یاختهٔ عصبی حرکتی سیناپس می‌دهند (نادرستی مورد (ب)). دندریت و آکسون یاخته‌های رابط کوتاه و بدون میلین است (نادرستی مورد (الف)). در این مسیر دو یاختهٔ عصبی رابط به ترتیب با تحریک و مهار کردن یاخته‌های عصبی حرکتی ماهیچهٔ دوسر و سه‌سر بازو، جابه‌جایی یون‌ها در آن‌ها را تغییر می‌دهند (درستی مورد (د)). ولی یادتان باشد که میلین مخصوص بخش سفید دستگاه عصبی است ولی در این مسیر، یاخته‌های رابط در مادهٔ خاکستری نخاع هستند و با اینکه یاختهٔ پشتیبان دارند ولی نوع میلین‌سازها را ندارند (نادرستی مورد (ج)).

۱۴۹۶ (۴) دربارهٔ گزینهٔ (۳) دقت کنید که نورون‌ها تخمیر لاکتیکی ندارند. در انعکاس **عقب کشیدن دست در برخورد با جسم داغ** دو نوع تارهای حرکتی با ماهیچه‌های **دوسر** جلوی بازو و **سه‌سر** عقب بازو سیناپس برقرار می‌کنند. تار عصبی که با ماهیچهٔ **دوسر** بازو ارتباط دارد توسط نورون **رابط تحریک** شده و سبب حالت **پتانسیل عمل** در ماهیچهٔ **دوسر** بازو می‌شود ولی تار عصبی دیگر که به ماهیچهٔ **سه‌سر** بازو می‌رود توسط نورون رابط **مهار شده** و در آن با **تغییر پتانسیل الکتریکی** تحریکی ایجاد نمی‌شود. (پس در هر دو، تغییر پتانسیل الکتریکی غشا دیده می‌شود.)

۱۴۹۷ (۲) ساده‌ترین ساختار عصبی در هیدر وجود دارد که این جانور فاقد خون، همولنف و دستگاه گردش مواد با مایع اختصاصی می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** همهٔ موجودات زنده هومئوستازی دارند. **گزینهٔ (۳):** در مورد اسپرم متحرک در حشرات که جانوران دارای ساده‌ترین دستگاه تخصصی گردش مواد می‌باشند، رد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در مورد کرم خاکی با گردش خون بسته و تنفس پوستی نادرست است.

۱۴۹۸ (۱) تنها مورد (ج) نادرست است.

بررسی موارد (الف) ناقل‌های عصبی با برون‌رانی از انتهای پایانهٔ آکسونی یاخته خارج می‌شوند؛ ضمن برون‌رانی *ATP* هیدرولیز می‌شود. (ب) با توجه به کتاب درسی، کانال‌های دریچه‌دار، کانال‌های نشتی و پمپ سدیم - پتاسیم در انتقال یون‌های سدیم و پتاسیم نقش دارند و همگی پروتئینی می‌باشند. (ج) میزان عبور مولکول‌های آب با اختلاف غلظت نسبت مستقیم دارد. پس در مرحلهٔ صعودی پتانسیل عمل، ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد. (د) یاخته‌های پشتیبان قرار گرفته در اطراف یاخته‌های عصبی در کنترل هم‌ایستایی و ورود و خروج یون‌ها به یاختهٔ عصبی نقش دارند.

حـــواس

۱۴۹۹ : ۴) همهٔ موارد نادرست هستند. *این سؤال‌های اول هر فصل خوبه واسه اینکه زود بیدار بشی که متن کتاب چقدر مهمه!*

بررسی موارد (الف) دستگاه عصبی، از وضعیت نشستن فرد **همانند** میزان اکسیژن خون فرد آگاه است. (ب) **برخی** جانوران می‌توانند اطلاعاتی را دریافت کنند که ما بدون استفاده از ابزار مناسب نمی‌توانیم آن‌ها را درک کنیم. (ج) گیرندهٔ حس، **یاخته یا بخشی از آن** است که اثر محرک را دریافت و به پیام عصبی تبدیل می‌کند. (د) بسیار واضح است که صدا همانند اکسیژن، نوعی محرک برای گیرنده‌ای خاص در بدن محسوب می‌شود که به ترتیب برخی از گیرنده‌های مکانیکی و شیمیایی بدن (نه همهٔ آن‌ها) را تحریک می‌کنند. (ه) در تقسیم‌بندی گیرنده‌ها بر اساس نوع محرک، **گیرندهٔ درد نوعی گیرندهٔ مکانیکی نیست** بلکه در دسته‌ای جدا قرار می‌گیرد! (و) گیرنده‌ها برحسب نوع یاخته یا قسمتی از آن به دو نوع عصبی (پیکری‌ها و بویایی) و غیرعصبی (مثل چشایی، شنوایی، تعادلی و ...) تقسیم‌بندی می‌شوند ولی برحسب نوع محرک به ۵ نوع تقسیم می‌شوند.

مقدمه

در این فصل می‌خواهیم ارتباط بین **اثر محرک بر گیرنده‌های حسی و پاسخ اعصاب به آن‌ها** را بررسی کنیم که چگونه بدن اطلاعات محرک‌ها را دریافت و پس از پردازش به آن‌ها پاسخ می‌دهد.

نکته

وقتی شخص یک فعالیتی را انجام می‌دهد، هم‌زمان حواس متعددی در حال فعالیت هستند. مثلاً همین الان چشم‌های شما پیام‌های بینایی خواندن متن کتاب الگو را به **مغز** شما ارسال می‌کنند، با ورق زدن صفحه، پوست شما اطلاعات حسی را به نخاع و مغز (اعصاب مرکزی) می‌رساند و دستگاه عصبی از وضعیت نشستن یا خوابیدن شما در هنگام خواندن و میزان اکسیژن خون شما مطلع می‌باشد.

تعریف گیرندهٔ حسی

گیرندهٔ حسی، **یاخته یا بخشی** از یاخته (مثل دندریت یک نورون) می‌باشد که محرک **خاص** خود را شناسایی کرده و آن **محرک** را دریافت کرده و تشخیص می‌دهد. گیرنده همچنین این ویژگی را دارد که اثر محرک را به **پتانسیل عمل** یا پیام عصبی تبدیل می‌کند. دقت کنید که گیرنده هیچ‌گاه سبب درک و پردازش یک حس نمی‌شود. اگر گیرنده، یک یاختهٔ عصبی یا بخشی از آن باشد (مثل گیرندهٔ حواس پیکری و بویایی) در این صورت پیام عصبی در طول گیرنده **هدایت** می‌شود تا به مراکز عصبی برسد ولی اگر مثل **شنوایی** و **چشایی** گیرنده، نوعی **یاختهٔ غیرعصبی** باشد، این یاخته‌ها باید پیام عصبی را به یاختهٔ عصبی نزدیک خود منتقل کنند تا برای درک و پردازش به **مراکز عصبی** برسد.

نکته

- صدا، فشار (تماس یا فشار خون)، اکسیژن، گرما، نور، مزه و بوی مواد شیمیایی از محرک‌های مختلف می‌باشند که هرکدام **گیرندهٔ ویژه‌ای** دارند.
- گیرنده‌های حسی انسان **گوناگون** هستند ولی برحسب **نوع محرک**، گیرنده‌های کل حواس در پنج دستهٔ کلی **مکانیکی** (فشار، تماس، وضعیتی کششی، تعادلی و شنوایی)، **شیمیایی** (بویایی و چشایی و برخی گیرنده‌های رگ خونی)، **دمایی** (سرما و گرما)، **نوری** (بینایی) و **درد** (آسیب بافتی یا تحریک زیاد سایر محرک‌ها) تقسیم‌بندی می‌شوند.

۱۵۰۰ : ۳) تنها گیرنده‌های **نوری** در ساختار خود مادهٔ حساس به نور دارند. این گیرنده‌ها جزء گیرنده‌های **حس ویژه** طبقه‌بندی می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید علاوه‌بر گیرندهٔ وضعیتی، گیرنده‌های تعادلی گوش درونی نیز در وضعیت بدن نقش دارند که جزء حواس ویژه هستند. **گزینهٔ (۲):** گیرنده‌های مختلفی از جمله بینایی و ... نیز در جلوگیری از بروز آسیب بافتی نقش داشته که جزء حواس **ویژه** طبقه‌بندی می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** در صورت **تغییر** دمای بدن، گیرنده‌های دمایی پوست می‌توانند فعال شوند که در گروه حواس پیکری طبقه‌بندی می‌شوند.

۱۵۰۱ : ۴) در این سؤال به کلمهٔ **جانداران** دقت کنید و به راحتی گزینه‌های (۱) تا (۳) را برای گیاه، قارچ، باکتری و آغازی از بین ببرید. در تمام **جانداران** پاسخ به محرک‌های مختلف داخلی و یا خارجی را می‌توان مشاهده کرد که با توجه به فصل اول زیست دهم، یکی از هفت ویژگی حیات است. برای دریافت پیام در تمامی جانداران نیاز است تا این مولکول شیمیایی به گیرندهٔ اختصاصی خود متصل شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** *هر محرک شیمیایی که سبب پیام عصبی نمی‌شود! همچنین مگه گیاه، قارچ، باکتری و... پیام عصبی دارن؟* **گزینه‌های (۲) و (۳):** *آفه گیاه، جانور و قارچ، یافتهٔ پس‌سیناپسی و پیش‌سیناپسی دارن؟ واضحه که سافتار عصبی رو فقط در جانوران داریم!*

۱۵۰۲ : ۲) موارد (الف) و (ج) صحیح هستند.

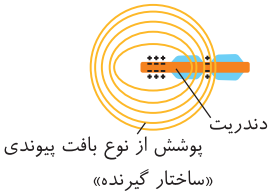
بررسی موارد (الف) **درست.** در آئورت (بزرگ‌ترین و مستحکم‌ترین رگ بدن)، گیرندهٔ حساس به کمبود اکسیژن (شیمیایی) وجود دارد. از طرفی ماهیچهٔ اسکلتی بخش ابتدایی لولهٔ گوارش می‌تواند تعبیری از زبان باشد که در آن گیرندهٔ چشایی (شیمیایی) قرار دارد. (ب) نادرست. نازک‌ترین لایهٔ چشم، شبکیه است که گیرنده‌های نوری در آن قرار دارند؛ اما گیرندهٔ درد در لایهٔ اپیدرم (رویی) پوست قرار گرفته است. (ج) **درست.** هیپوتالاموس دارای توانایی تنظیم ضربان قلب و همچنین تنظیم دمای بدن پس از تحریک گیرندهٔ دمایی می‌باشد. در لایهٔ درم (زیرین) پوست که قطورترین لایهٔ آن است، گیرندهٔ دمایی قرار دارد. (د) نادرست. دقت کنید ما در ماهیچهٔ **صاف** مثانه، گیرندهٔ وضعیتی نداریم! ولی در کپسول مفصلی و زردپی به همراه ماهیچهٔ اسکلتی، گیرنده‌های حس پیکری از نوع وضعیت یافت می‌شوند.

۱۵۰۳ (۴) عبارت صورت سؤال صحیح است. عواملی مثل تغییر شکل در اثر فشار، مواد شیمیایی و تغییر دما، نفوذپذیری غشای گیرنده به یون‌ها و پتانسیل الکتریکی آن را تغییر می‌دهند. فقط مورد (د) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. گیرندهٔ فشار، فقط **انتهای** دندریت **یک** نورون حسی است و پوشش چندلایه‌ای جزئی از گیرنده نمی‌باشد. از طرفی تغییر شکل در اثر فشار، کانال‌های یونی غشای آن گیرنده را باز می‌کند. (ب) نادرست. پوشش پیوندی سست اطراف گیرندهٔ فشار، **چندلایه** است و خاصیت انعطاف‌پذیری دارد. (ج) نادرست. طبق متن کتاب درسی، تغییر شکل در اثر فشار، در پوشش پیوندی اطراف گیرنده **همانند** رشتهٔ دندریت نورون حسی قابل مشاهده است. (د) **درست.** به دنبال تغییر شکل در اثر فشار، در نهایت پیام عصبی ایجاد و به دستگاه عصبی مرکزی ارسال می‌شود.

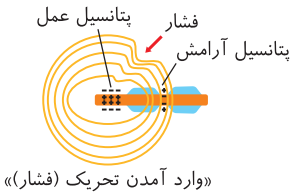
مثالی از عمل گیرندهٔ فشار در پوست

۱) گیرندهٔ فشار در پوست، انتهای **یک دندریت حسی** (بخشی از یاختهٔ عصبی) می‌باشد که اطراف آن پوششی **چندلایه‌ای از بافت پیوندی انعطاف‌پذیر** (پیوندی سست) وجود دارد. در حالت عادی یا وقتی محرکی مناسب روی آن اثر نکند، این گیرندهٔ عصبی در گره‌های رانویهٔ خود دارای پتانسیل آرامش می‌باشد و کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی آن بسته‌اند. در نتیجه پیام عصبی و پتانسیل عمل در آن وجود ندارد.



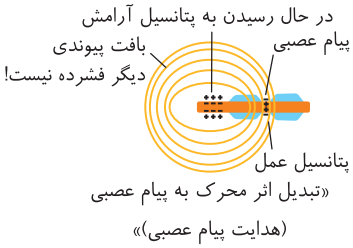
نکته
هیچ‌گاه در قسمت **میلین‌دار** یاختهٔ عصبی تغییر پتانسیل الکتریکی رخ نمی‌دهد.

۲) وقتی در اثر فشار محیطی، پوشش‌**های** اطراف گیرنده به اندازهٔ مورد نیاز فشرده شوند، این فشردگی سبب **تغییر شکل** در لایه‌های پیوندی و همچنین طبق متن کتاب درسی تغییر پتانسیل الکتریکی در دندریت درون آن شده و سبب باز کردن کانال‌های دریچه‌دار **سدیمی** و سپس پتاسیمی در انتهای دندریت می‌شود. در نتیجه در انتهای دندریت قرار گرفته در پوشش، پتانسیل عمل یا همان پیام عصبی ایجاد می‌شود. (شکل را ببینید!)



نکته
در شکل روبه‌رو مشاهده می‌کنید که در انتهای دندریت پتانسیل عمل ایجاد شده است.

۳) پس از اینکه در نوک دندریتِ درونِ پوشش چندلایه‌ای، فشار، تحریک یا پتانسیل عمل ایجاد شد، این پیام عصبی در یاختهٔ عصبی میلین‌دار به صورت **جهشی** از یک گره‌رانویه به گره بعدی می‌رود و البته در قسمت‌هایی از این یاختهٔ عصبی که فاقد میلین است، **نقطه به نقطه** جلو می‌رود، به این ترتیب اثر محرک به صورت پیام عصبی هدایت می‌شود و در انتهای آکسون به کمک سیناپس‌ها در نهایت به دستگاه عصبی مرکزی منتقل و پردازش یا درک می‌شود. مغز پس از درک پیام عصبی، اگر لازم بود به آن **پاسخ حرکتی** مناسب می‌دهد. در این حالت با توجه به شکل بدون تغییر شکل در پوشش و دندریت، پیام عصبی قبلی در حال هدایت در نورون است.



نکته
- در انعکاس‌های **نخاعی**، پیام یاخته‌های عصبی، برای پردازش به مغز منتقل نمی‌شوند.
- در اطراف گیرندهٔ حس‌های پیکری پوست (به‌جز درد) بافت پیوندی وجود دارد که از یاخته‌ها و مادهٔ بین‌یاخته‌ای حاوی رشته‌ها و مادهٔ زمینه‌ای ایجاد شده است. دقت کنید که بافت پیوندی برخلاف پوششی، اولاً روی غشای پایه نمی‌باشد و ثانیاً یاخته‌های به هم فشرده ندارد.
- بیشتر میلین‌های یاختهٔ دارای گیرندهٔ فشار، در خارج پوشش پیوندی می‌باشند.

۱۵۰۴ (۴) شکل سؤال مربوط به گیرندهٔ تماسی (فشار) می‌باشد که مطابق با شکل قبل که شکل دیگری از همین گیرنده است، دندریتی که گیرندهٔ فشار را می‌سازد، دارای غلاف میلین در اطراف بخشی از خود بوده و این امر موجب می‌شود که پیام عصبی در طول دندریت به صورت جهشی نیز هدایت شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیرنده‌های تماسی فشار، علاوه‌بر پوست در بافت‌های دیگری از بدن نیز قابل مشاهده می‌باشند. مثلاً در دیوارهٔ سرخرگ‌ها نیز وجود دارند. کتاب هم از لفظ «مثلاً پوست» برای گیرنده‌های تماسی استفاده کرده است. **گزینهٔ (۲):** دور گیرندهٔ تماسی را غلافی از بافت **پیوندی** (نه پوششی) احاطه کرده است و همان‌طور که در شکل نیز مشخص است، این بافت پیوندی از **چندین** لایه یاخته تشکیل شده است. **گزینهٔ (۳):** شکل سؤال **قسمتی از** یک یاختهٔ عصبی و دندریت آن را نشان می‌دهد که به گیرندهٔ تماسی تمایز یافته است.

۱۵۰۵ (۲) با فشرده شدن پوشش پیوندی اطراف گیرنده‌های فشار، نفوذپذیری غشای آن **تغییر** می‌کند. با توجه به شکل ۲ فصل ۲ کتاب یازدهم گیرنده‌های فشار **عمق‌ترین** گیرنده‌های پوست هستند و نسبت به گیرنده‌های **دمایی** فاصلهٔ بیشتری از سطح بدن دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیرنده‌های درد بالای غشای پایه نیز هستند. غشای پایهٔ پوست، حالت چین‌خورده دارد. **گزینهٔ (۳):** چون گیرندهٔ فشار در پوست، عمق‌تر است، پس شدت محرک مؤثر بر گیرنده‌های فشار بیشتر از شدت محرک مؤثر بر گیرنده‌های لمس باید باشد. **گزینهٔ (۴):** در گیرندهٔ فشار، خود دندریت هم به دنبال تغییرشکل پوشش چندلایه‌ای اطراف، تغییر شکل پیدا می‌کند.

۱۵۰۶ (۳) به دنبال پدیدهٔ سازش، اطلاعات **کمتری** به مغز ارسال می‌شود در نتیجه مغز می‌تواند اطلاعات **مهم‌تری** را پردازش کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هنگامی که این گیرنده‌ها مدتی در معرض محرک ثابتی قرار گیرند، **پیام کمتری تولید می‌کنند یا دیگر پیامی تولید نمی‌کنند.** **گزینهٔ (۲):** این پدیده، سازش گیرنده‌ها نام دارد و در گیرنده‌های **فشار** پوست (دارای پوشش پیوندی چندلایه) سبب می‌شود وجود لباس را روی بدن احساس نکنیم. **گزینهٔ (۴):** گیرنده‌های **درد** سازش پیدا نمی‌کنند.

چند نکته در بررسی تست‌ها

- برخی گیرنده‌ها مثل گیرندهٔ **درد** با محرک خود سازش پیدا نمی‌کنند و همواره در حالت **هوشیاری** یا **خواب** می‌توانیم محرک درد را تشخیص دهیم. عدم سازش گیرنده‌های درد برای اطلاع از شرایط محیطی لازم می‌باشد.
- **اغلب** گیرنده‌های حسی وقتی مدتی در معرض **محرک ثابتی** قرار می‌گیرند، این محرک برای آن‌ها **عادی** می‌شود و **این گیرنده‌ها پیام عصبی کمتری ایجاد می‌کنند یا اصلاً دیگر پیامی ایجاد نمی‌کنند**. به این پدیده **سازش گیرنده‌ها** می‌گویند که یک فرایند غریزی است و از نوع یادگیری نمی‌باشد.
- با توجه به سازش گیرنده‌های حسی نتیجه می‌گیریم که در برخی مواقع، گیرنده با اینکه محرک ویژه خود را در محیط دارد ولی با آن تحریک نمی‌شود. در حقیقت، **در سازش، نوع پاسخ تغییر نمی‌کند بلکه شدت پاسخ به محرک عوض می‌شود.**
- سازش گیرنده‌ها سبب می‌شود تا اطلاعات **کمتری** از محرک‌های **تکراری بی‌اثر** (مثل وجود لباس روی بدن) به **مغز** برسد و مغز بتواند بیشتر انرژی خود را برای پردازش اطلاعات مهم‌تری مصرف کند. پس در کل، پس از سازش، تعداد پیام کمتری برای پردازش به مغز می‌رود.

۱۵۰۷ : ۲ گیرنده‌های حواس ویژه، مانند گیرنده‌های بینایی چشم، در اندام‌های ویژه‌ای مثل چشم قرار دارند و در سراسر بدن پراکنده نیستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیرندهٔ **درد** و وضعیت نوعی گیرندهٔ حس پیکری می‌باشند؛ اما پوشش پیوندی ندارند. **گزینهٔ (۳):** گیرنده‌های حواس پیکری، در بخش‌های گوناگون بدن از جمله **پوست، ماهیچه‌های اسکلتی، زردپی‌ها و کپسول مفصلی** دیده می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** گیرندهٔ حواس **پیکری**، شامل حس‌های تماس، دما، وضعیت و درد هستند که در **بخش‌های گوناگون بدن** حضور دارند.

- گیرنده‌های مهم در بدن انسان برحسب **نوع محرک**
  - **مکانیکی**
    - تماس
      - فشار
        - فشار در پوست
        - گیرنده‌های فشار موجود در دیواره **سرخرگ‌های** گردش عمومی خون
      - ارتعاش ← گیرنده شنوایی گوش و برخی گیرنده‌های تماسی در پوست
      - لمس ← تماس با پوست
    - وضعیتی ← کشش در ماهیچهٔ اسکلتی یا درون زردپی و کپسول مفصلی
  - **شیمیایی**
    - چشایی روی زبان و دهان (حس ویژه)
    - گیرندهٔ حساس به کاهش اکسیژن در آئورت و سرخرگ گردنی (ویژه)
    - گیرندهٔ حساس به افزایش کربن‌دی‌اکسید و یون هیدروژن در جدار رگ‌ها و برخی مراکز عصبی
  - **دمایی**
    - در پوست برای سرما و گرما
    - برخی سیاهرگ‌های بزرگ
  - **نوری** ← گیرنده‌های استوانه‌ای و مخروطی در چشم
  - **درد** ← گیرندهٔ درد در پوست و اندام‌های داخلی مثل دیوارهٔ سرخرگ‌ها

۱۵۰۸ : ۴ گیرنده‌های حواس پیکری در بخش‌های گوناگون بدن پراکنده هستند. این گیرنده‌ها در واقع دندریت یاخته‌های عصبی هستند. همان‌طور که می‌دانید یاخته‌های عصبی **به ندرت** تقسیم می‌شوند و معمولاً در مرحلهٔ G_0 چرخهٔ یاخته‌ای قرار دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیرنده‌های حسی، می‌توانند کل یاختهٔ عصبی (بویایی)، پوششی (چشایی)، تمایزیافته (بینایی) یا بخشی از یک یاختهٔ عصبی (پیکری‌ها) باشند. **گزینهٔ (۲):** در فرایند سازش، شدت محرک یکسان است (نه نوع محرک!). **گزینهٔ (۳):** با توجه به شکل گیرندهٔ فشار، پس از تغییر شکل پوشش چندلایه‌ای، پتانسیل عمل در انتهای دندریت، ایجاد می‌شود ولی وقتی این پوشش‌ها به حالت عادی و بدون تغییر شکل می‌رسند، باز هم در گره‌رانویهٔ بعدی درون پوشش‌ها می‌توان پتانسیل عمل را مشاهده کرد. *(میگی نه برو شکل (۱) (پ) این فصل رو ببینا!)*

۱۵۰۹ : ۲ *یادش بخیر چه روزایی داشتیم تو فصل ۴ رهم*، این سؤال مربوط به **سرخرگ‌های بزرگ بدن** مانند آئورت می‌باشد که گیرندهٔ مخصوص و حساس به کاهش اکسیژن دارند. به‌طور کلی سرخرگ‌ها در برش عرضی، اغلب به صورت **گرد** دیده می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** سرخرگ‌ها اغلب در بخش‌های **عمقی** بدن ولی سیاهرگ‌ها اغلب در بخش‌های **سطحی** بدن قرار دارند. **گزینهٔ (۳):** تقسیم‌بندی سرخرگ‌ها برحسب نسبت مقدار رشته‌ها و لایهٔ میانی ماهیچه‌ای به رشتهٔ خارجی کشسان می‌باشد که در سرخرگ‌های بزرگ، نسبت لایهٔ کشسان به ماهیچه‌ای از سرخرگ‌های کوچک بیشتر می‌باشد (تقسیم‌بندی مویرگ‌ها برحسب فاصلهٔ بین یاخته‌های آن‌هاست). **گزینهٔ (۴):** دریچه‌هایی درون دیوارهٔ رگ‌ها ویژهٔ **سیاهرگ**‌های زیر قلب و سیاهرگ‌های دست‌ها و پاها می‌باشد (نه سرخرگ‌ها). *رلم سوفت واستون، بازم هرول رو دوره کنیدا*

مقایسهٔ رگ‌های خونی ۱۹۴

موارد مقایسه	لایهٔ خارجی	لایهٔ میانی	لایهٔ داخلی
سرخرگ‌ها	بافت پیوندی زیادی دارند.	ماهیچهٔ صاف **زیاد** همراه بافت پیوندی، دارای لایه‌های کشسان (الاستیک) زیاد با مقاومت **زیاد** در مقابل فشار خون قلب می‌باشد.	**سنگ‌فرشی** ساده که غشای پایه روی خود دارد.
مویرگ‌ها	ندارد	ندارد	**سنگ‌فرشی** ساده که غشای پایه روی خود دارد.
سیاهرگ‌ها	بافت پیوندی به مقدار کمتر از سرخرگ و با استحکام کمتر دارند.	**نسبت به سرخرگ، ماهیچهٔ صاف کمتری دارد ولی** همراه با بافت پیوندی دارای رشته‌های کشسان (الاستیک) می‌باشد. مقاومت **کم** در مقابل جریان خون دارند.	**سنگ‌فرشی** ساده که غشای پایه روی خود دارد.

۱۵۱۰ (۲) موارد (الف) و (ب) نادرست هستند. یک مولکول فسفولیپید دارای دو اسید چرب است.

بررسی موارد (الف) گیرنده‌های تماسی، **مثلاً** (نه فقط!) در پوست وجود دارند. (ب) گیرنده‌های تماسی، گیرنده‌هایی مکانیکی هستند که با **تماس**، **فشار** و یا **ارتعاش** تحریک می‌شوند. (ج) در لب‌ها و نوک انگشتان، به علت بیشتر بودن گیرنده‌های **تماسی**، حساسیت پوست بیشتر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۳):** یاختهٔ نگهبان روزنه فاقد سانتریول است. **گزینهٔ (۴):** گلیکوژن، فاقد پیوند پپتیدی است.

نکات گیرندهٔ تماس

- حس تماس دارای گیرنده‌های **مکانیکی** می‌باشد که با تغییر وضعیت، **پتانسیل عمل الکتریکی** یا پیام عصبی ایجاد می‌کند.
- گیرنده‌های تماسی در **پوست** با **تماس** (لمس)، **فشار و یا ارتعاش** تحریک می‌شوند.
- **تعداد** گیرنده‌های تماسی در پوست بخش‌های مختلف بدن، **متفاوت** می‌باشد. بخش‌هایی مانند **لب‌ها و نوک انگشتان** که گیرندهٔ تماسی بیشتری دارند، **حساس‌ترند**.
- همهٔ گیرنده‌های پوستی مربوط به حس **تماس** دارای **پوششی از بافت پیوندی** در اطراف دندریت خود می‌باشند و در لایهٔ درونی پوست (درم) قرار گرفته‌اند.
- **گیرندهٔ فشار** نوعی گیرندهٔ **تماسی** است که در بخش‌های عمقی‌تر لایهٔ درونی پوست قرار دارد و دور دندریت آن **پوشش پیوندی چندلایه‌ای** وجود دارد.
- اپیدرم یا لایهٔ سطحی پوست که حاوی بافت پوششی است به‌طور معمول فاقد گیرندهٔ حواس پیکری از نوع تماسی می‌باشد.

۱۵۱۱ (۳) گیرنده‌های دمایی می‌توانند پیام‌هایی را به هیپوتالاموس که مرکز تنظیم ضربان قلب و همچنین مرکز کنترل دمای بدن می‌باشد، انتقال دهند. دریافت اطلاعات از گیرنده‌های دمایی برای تنظیم دمای بدن نیاز است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در لب‌ها به دلیل بیشتر بودن تعداد گیرنده‌های تماسی، حساسیت این ناحیه بیشتر می‌باشد (نه حساس‌تر بودن گیرنده‌ها). **گزینهٔ (۲):** گیرندهٔ درد، نیز نوعی گیرنده است که **محرک‌های** مکانیکی می‌توانند روی آن تأثیر داشته باشند و توانایی سازش ندارد. البته گیرندهٔ درد نوعی گیرندهٔ مکانیکی به حساب نمی‌آید ولی محرک آن می‌تواند نوعی محرک مکانیکی مثل چَک محکم خوردن باشد. **گزینهٔ (۴):** در حواس پیکری نمی‌توان گیرنده‌های **نوری** را یافت، زیرا این گیرنده‌ها تنها در چشم وجود دارند و جزء حواس ویژهٔ بدن می‌باشند.

۱۵۱۲ (۲) این تست ترکیبی با فصل ۵ یازدهم می‌باشد. مطابق با شکل کتاب درسی، گیرنده‌های درد در پوست از انتهای **منشعب** دارینهٔ یاخته‌های عصبی حسی تشکیل شده‌اند و در اپیدرم پوست که محل فعالیت بسیاری از یاخته‌های بیگانه‌خوار دارینه‌ای و ماستوسیت‌ها می‌باشد، قرار گرفته‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** علاوه‌بر گیرنده‌های تماسی و گیرنده‌های درد، گیرنده‌هایی نظیر گیرنده‌های دما نیز در پوست یافت می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** مطابق با شکل‌نامه، غدد عرق در لایهٔ درم پوست واقع شده‌اند و مجرای آن با عبور از اپیدرم به سطح پوست باز می‌شود. اپیدرم پوست دارای یاخته‌های مرده در سطح خود می‌باشد که این یاخته‌ها با ریزش خود باعث کنده‌شدن باکتری‌های قرار گرفته در سطح پوست نیز می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** مطابق با شکل‌نامه، لایه‌ای از **چربی** در **زیر** لایهٔ درم پوست قرار گرفته است. درم از بافت پیوندی متراکم تشکیل شده است که در فضای بین‌یاخته‌ای آن رشته‌های کلاژن موازی فراوانی یافت می‌شوند.

۱۵۱۳ (۳) تنها مورد (د) نادرست است. **پوست وسیع‌ترین اندام بدن است.**

بررسی موارد (الف) درست. پوست دو لایهٔ اپیدرم پوششی و درم پیوندی متراکم دارد. اپیدرم از زیر به بافت پیوندی درم متصل است و درم از زیر به بافت پیوندی چربی متصل است. (ب) درست. زیر درم یا همان درونی‌ترین لایهٔ پوست، رگ‌های خونی و لایهٔ چربی آن وجود دارد که چربی قرار گرفته در زیر پوست علاوه‌بر نقش ضربه‌گیری، در هنگام سوءتغذیه می‌تواند تجزیه شود. (ج) درست. لایهٔ اپیدرم همراه با موهای پوست تا بخش مرکزی درم نیز به آن نفوذ می‌کند. (د) **نادرست.** با توجه به شکل‌نامه، اپیدرم رگ خونی ندارد.

۱۹۵ انواع گیرندهٔ عصبی

نوع	مثال
یاختهٔ عصبی تمایزیافته	گیرنده‌های بویایی در انسان - گیرندهٔ شیمیایی در پاهای مگس
دندریت یاختهٔ عصبی	گیرندهٔ حواس پیکری (تماس - دما - وضعیت - درد)
یاختهٔ غیرعصبی	گیرندهٔ شنوایی و تعادلی در گوش انسان - گیرندهٔ چشایی زبان

۱۵۱۴ (۲) گیرنده‌های دمایی در **پوست** (اندام دارای گیرنده‌های تماسی) به تغییر دمای **سطح** بدن حساس‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیرنده‌های دمایی در **برخی** سیاهرگ‌های بزرگ بدن دیده می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** گیرنده‌های دمایی در بخش‌هایی از درون بدن **مانند** (نه فقط!) **برخی** سیاهرگ‌های **بزرگ** جای دارند. **گزینهٔ (۴):** گیرندهٔ درد در دیوارهٔ **سرخرگ‌ها** نیز دیده می‌شود.

نکات گیرندهٔ دمایی

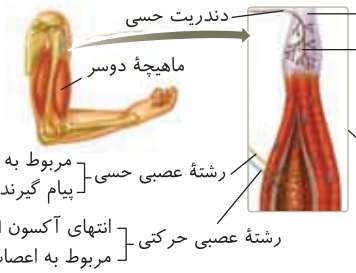
- این گیرنده‌ها توسط تغییرات دمایی **سرما و گرما** که در سطح بدن (پوست) یا **خون** (دمای درون بدن) رخ می‌دهد تحریک می‌شوند.
- این گیرنده‌ها **دندریت‌های** یاخته‌های عصبی حسی هستند که در پوست و برخی سیاهرگ‌های **بزرگ** قرار دارند.
- انتهای دندریت‌های گیرنده‌های دمایی پوست، در پوششی **از بافت پیوندی** قرار دارند.
- گیرنده‌های دمایی درون بدن (در برخی سیاهرگ بزرگ) به تغییرات دمای درون بدن حساسند ولی گیرنده‌های دمایی پوست به تغییرات دمای سطح بدن و محیط حساس می‌باشند.
- غدهٔ هیپوتالاموس، بخشی در **بالای ساقهٔ مغز** و نزدیک سامانهٔ لیمبیک می‌باشد که **دمای بدن** را تنظیم می‌کند. هیپوتالاموس از گیرنده‌های دمایی مربوط به حواس پیکری پیام می‌گیرد و به تنظیم دمای بدن می‌پردازد.

۱۵۱۵ (۳) **برخی** از سیاهرگ‌های **بزرگ** دارای گیرنده‌های **دمایی** هستند. سرخرگ‌ها و مویرگ‌ها فاقد گیرندهٔ دمایی و دریچه‌های لانهٔ کبوتری هستند. این دو نوع رگ دریچهٔ لانه کبوتری ندارند. همچنین دقت داشته باشید که بیشترین حجم خون درون سیاهرگ‌ها جریان دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** سرخرگ‌ها بیشتر در قسمت‌های عمقی بدن قرار دارند و معمولاً حاوی خون روشن هستند. ولی مویرگ‌ها در همهٔ بخش‌ها وجود دارند. **گزینهٔ (۲):** انقباض دیافراگم در بازگشت خون سیاهرگ‌های **بالاتر** از پردهٔ دیافراگم نقشی مهم ندارد. **گزینهٔ (۴):** بزرگ‌سیاهرگ زیرین و زبرین خون تیره را وارد دهلیز راست می‌کنند ولی سیاهرگ‌های دیگری مثل ششی هم بزرگ هستند و خون روشن را وارد دهلیز چپ می‌کنند. *(آخ که چقدر فصل ۴ دهم ..... فورت با خالی رو پر کن!)*

۱۵۱۶ **(۲)** فقط مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد **الف** **مغز** بـه کمک حس وضعیت، از وضعیت قسـمت‌های مختلف بدن نسـبت بـه هم هنگام حرکت **همانند** سـکون اطلاع می‌یابد. **ب** حس وضعیت، از جمله حواس **پیکری** اسـت! **ج** گیرنده‌های وضعیت، به **کشیده شدن** حسـاس‌اند، مثلاً هنگام حرکت دسـت، با کشیده شدن ماهیچه، گیرنده‌های وضعیت ماهیچه، زردپی و کپسول مفصلی تحریک می‌شوند.



توجه: با اینکه قسمت پایین این شکل در کتاب درسی نیامده است ولی حتماً به تفاوت رشته‌های مربوط به حس پیکری با اعصاب پیکری دقت کنید.

۱۵۱۷ **(۳)** با قرارگیری گیرندهٔ حس وضعیت در زردپی و کپسـول پوشـانندهٔ مفاصل، نتیجه می‌گیریم که این گیرنده‌ها در تماس مسـتقیم با بافت پیوندی **متراکم** حاوی مادهٔ زمینه‌ای اندک قرار می‌گیرند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** این گیرنده‌ها در ماهیچه‌های زردپی و **کپسول‌های** پوشـانندهٔ مفصل در دسـتگاه حرکتی بدن یافت می‌شوند که با توجه به شکل در انتهای خود انشعابات متعدد دارند. **گزینهٔ (۲):** با توجه به شکل، دور گیرنده‌های حس وضعیت را غلافی احاطه نکرده است و این گیرنده‌ها از انتهای آزاد دارینه تشکیل شده‌اند. **گزینهٔ (۴):** این گیرنده‌ها می‌توانند در هنگام **سکون یا حرکت**، وضعیت قرارگیری اندام‌های مختلف را به **مغز** اطلاع دهند. *(نفاع این‌ها کاره‌ای نیست!)*

۱۵۱۸ **(۱)** فقط مورد (ب) به درستی اشاره شده است. گیرنده‌های حس وضعیت در زردپی‌ها، کپسول پوشانندهٔ مفاصل و ماهیچه‌های اسکلتی قرار دارند.

بررسی موارد **الف** و **د** نادرسـت. گیرنده‌هـای حـس وضعیـت **فقط** در ماهیچهٔ **اسکلتی** قرار ندارنـد. از طرفی طول بخش تیرهٔ سـارکومر ماهیچه‌ها در هنگام انقباض ثابت بوده و دچار تغییر نمی‌شود (فصل ۳). در مورد (د) دقت کنید که ویژگی کپسول مفصلی و زردپی ذکر نشده است چون این بخش‌ها یاخته‌های تک‌هسته‌ای دارند. **ب** **درست.** مخچه در پشـت پل‌مغزی اسـت که در تنظیم تعادل و حرکت بدن نقش دارد. **ج** نادرسـت. پیام‌های عصبی خارج شـده از انواعی که در ماهیچهٔ اسکلتی سر و صورت وجود دارند، به صورت مستقیم وارد مغز می‌شوند.

۱۵۱۹ **(۴)** خـوب به این تسـت دقت کنید. در دسـتگاه عصبـی **دو واژهٔ پیکری** داریم. یکی **حواس** پیکری که در این فصل خواندیـد و یکی **بخش** پیکری در بخش حرکتی دسـتگاه عصبی که در فصل قبل آموختید! ماهیچه‌های **اسکلتی** با عمل بخش حرکتی پیکری به **انقباض** درمی‌آیند و سـپس با تغییر طول و کشـش آن‌ها، رشـته‌های حسی حواس پیکری از نوع حس وضعیتی در آن‌ها تحریک می‌شوند. (نه برعکس)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بخش پیکری حرکتی، در فعالیت ماهیچه‌های **اسکلتی** دارای نقش اسـت و ایجاد حرکات کرمی در حلق و ابتدای مری توسـط ماهیچه‌های اسکلتی رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۲):** دقت کنید بخش پیکری در بخش حسی دستگاه عصبی محیطی نیز وجود دارد، که منظور این عبارت گیرندهٔ وضعیتی بوده است. **گزینهٔ (۳):** هر انقباض ماهیچهٔ اسکلتی در اثر تحریک عصبی بخش حرکتی پیکری می‌باشد.

چند نکتهٔ مهم در بررسی تست‌ها

- اعصاب حرکتی پیکری با ماهیچه اسـکلتی سـیناپس برقرار می‌کنند تا آن‌ها را منقبض کنند. در پی انقباض ماهیچه و کوتاه شـدن طول آن در پی تغییر کشـش، گیرندهٔ وضعیتی تحریک می‌شود تا مغز از وضعیت ماهیچه مطلع شود ولی پس از تحریک گیرندهٔ وضعیتی در حقیقت حس پیکری فعال شده است.

رشته عصبی حرکتی پیکری ← اثر بر ماهیچه دوسر بازو ← بالا رفتن ساعد ← تغییر طول ماهیچه ← تحریک گیرنده وضعیت درون ماهیچه ← ایجاد پیام عصبی ← رشته عصبی حسی ← تشخیص در مغز

- دقت کنید که **حس پیکری** را با **اعصاب پیکری** اشتباه نکنید. **اعصاب پیکری** نوعی اعصاب محیطی از نوع **حرکتی** می‌باشند که به **ماهیچهٔ اسکلتی** پیام می‌دهند ولی **حواس پیکری** گیرنده‌های مختلف حسی می‌باشند که دارای **دندریت حسی** هستند.
- گیرنده‌های وضعیتی همانند بخش تعادل گوش، پیام خود را به مخچه مخابره می‌کنند تا مغز از وضعیت بدن و تعادل آن مطلع شود.

۱۵۲۰ **(۳)** گیرنده‌های درد به آسـیب بافتی پاسـخ می‌دهند. این گیرنده، **محرک اختصاصی ندارد** و هر محرکی که آسـیب بافتی ایجاد کند مثل فشـار زیاد، سرما و گرمای شدید، می‌تواند آن را تحریک کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیرندهٔ درد، در پوست و بخش‌های دیگر بدن مانند دیوارهٔ **سرخرگ‌ها** قرار دارد و سازش پیدا نمی‌کند. **گزینهٔ (۲):** **برخی** مواد شیمیایی مثل لاکتیک‌اسـید، گیرندهٔ درد را تحریک می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** گیرندهٔ درد سـازش پیدا نمی‌کند! در نتیجه **مادامی که محرک آسیب‌رسان وجود دارد**، به تولید و ارسال پیام عصبی ادامه می‌دهد.

چند نکتهٔ مهم در بررسی تست‌ها

- دیوارهٔ سرخرگ‌ها، دارای گیرندهٔ درد و دیوارهٔ برخی سیاهرگ‌های بزرگ، دارای گیرندهٔ دمایی می‌باشند که هر دو از نوع حس **پیکری** هستند.
- سـرخرگ‌های **کوچک** علاوه‌بر گیرندهٔ درد، دارای گیرندهٔ **شیمیایی** حسـاس به مقادیر بالای CO_2 نیز می‌باشـند. مقدار بالای CO_2 می‌تواند به صورت **موضعی** با اثر بر ماهیچهٔ این رگ‌ها، سبب گشاد شدن سرخرگ و باز کردن بندارهٔ مویرگی در ابتدای برخی مویرگ‌ها شود تا خون‌رسانی به بافت مجاور افزایش یابد.
- دیـوارهٔ سـرخرگ‌های بـزرگ گردش عمومی (مثل آئورت) گیرندهٔ درد و گیرندهٔ شـیمیایی حسـاس به کمبـود O_2 دارند. گیرنده‌های اکسـیژنی در هنگام کمبود O_2 به بصل‌النخاع پیام می‌دهند تا آهنگ تنفسی را زیاد کنند.

۱۵۲۱ (۴) موارد (ب) و (ج) صحیح‌اند.

بررسی موارد (الف) یک سازوکار **حفاظتی** است و **هرگاه** که **یاخته‌ها** در معرض تخریب قرار گیرند ایجاد می‌شود. (ب) درد موجب می‌شود فرد برای برطرف کردن عامل ایجاد درد، پاسخ مناسب نشان دهد. (ج) نشستن طولانی مدت، **ممکن است** سبب آسیب پوست ناحیهٔ نشیمن‌گاه شود. (د) به دنبال نشستن طولانی مدت، برای جلوگیری از تخریب پوست ناحیهٔ تحت فشار، فرد به صورت **ناخودآگاه** تغییر وضعیت می‌دهد.

نکات گیرندهٔ درد

- این گیرنده‌ها به صورت **دندریت آزاد** می‌باشند و دور آن‌ها غلاف یا پوشش پیوندی **وجود ندارد**.
- گیرنده‌های درد در هر دو لایهٔ پوست و در بخش‌های گوناگون بدن مثل **دیوارهٔ سرخرگ‌ها** وجود دارند.
- محرک گیرنده‌های درد **آسیب‌های بافتی** می‌باشند. این **آسیب‌ها** یا در اثر عوامل مکانیکی مثل بریدگی یا ورود جسم تیز به بدن صورت می‌گیرند و یا با **تحریک زیاد سایر گیرنده‌ها** مثل سرما، گرما و فشار **شدید** که باعث آسیب بافتی شود، تحریک می‌شوند.
- برخی مواد شیمیایی مثل **لاکتیک‌اسید** حاصل از تنفس یاخته‌ای بی‌هوازی که در ورزش و فعالیت شدید در یاختهٔ **ماهیچه‌ای اسکلتی** تجمع می‌یابد نیز سبب تحریک گیرندهٔ درد در ماهیچه‌ها می‌شوند.
- **گیرنده‌های درد سازش پیدا نمی‌کنند**. این عمل کمک می‌کند تا هنگامی که محرک آسیب‌رسان وجود دارد، فرد از آن مطلع شود و پاسخ مناسب به آن دهد.
- **درد** برای بدن یک **سازوکار حفاظتی** است. هرگاه **یاخته‌های** بافتی آسیب دیده و تخریب شوند، درد ایجاد شده، سبب ایجاد عکس‌العمل فرد برای از بین بردن عامل درد می‌شود. مثلاً نشستن طولانی‌مدت می‌تواند سبب آسیب بافت پوست در محل نشیمن‌گاه شود ولی ایجاد درد ناشی از آن سبب تغییر وضعیت **ناخودآگاه** و **غیر ارادی** فرد می‌شود **تا پوست در نقاط تحت فشار تخریب نشود**.

۱۵۲۲ (۳) دقت کنید گیرنده‌های درد در صورت اینکه یاخته‌های بافت در معرض خطر قرار بگیرند، می‌توانند باعث شوند تا وضعیت بدن برای رفع خطر تغییر یابد، اما از در معرض خطر قرار گرفتن یاخته‌ها جلوگیری نمی‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: گیرنده‌های حواس پیکری در انتهای آزاد، **دارینه** (نه آسه!) یاختهٔ عصبی هستند که در لایهٔ اپیدرم پوست و در سطح بالاتری نسبت به گیرنده‌های فشار قرار گرفته‌اند. **گزینهٔ (۲)**: پیام عصبی تولید شده توسط گیرنده‌های درد می‌تواند به دستگاه عصبی رفته و در آنجا پس از پردازش موجب ارسال پیامی از طرف دستگاه عصبی مرکزی به اندام‌های مختلف شود تا وضعیت خود را تغییر دهند. **گزینهٔ (۴)**: در صورت برخورد با جسمی داغ، گیرنده‌های دمایی موجود در پوست نیز می‌توانند تحریک شوند.

۱۵۲۳ (۳) گیرنده‌های درد در لایهٔ اپیدرم پوست (شامل یاخته‌های پوششی سنگ‌فرشی) قرار گرفته‌اند. این گیرنده‌ها برخلاف گیرنده‌های فشار (تماسی) در صورت تماس لباس با بدن تحریک نمی‌شوند. *(لباس بپوشیم که دردمون نمی‌گیره!)*

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: گیرنده‌های درد در اطراف خود فاقد پوشش پیوندی می‌باشند. در انقباضات طولانی‌مدت و شدید ماهیچه‌های اسکلتی در پی فرایند بی‌هوازی، **لاکتیک‌اسید** تولید می‌شود که مقدار زیاد آن می‌تواند موجب تحریک گیرنده‌های درد شود. **گزینهٔ (۲)**: گیرنده‌های درد و گیرنده‌های دمایی با محرک دمایی شدید تحریک می‌شوند. گیرندهٔ دمایی در بین این دو نوع گیرنده توانایی سازش دارد. ساختار تولیدکنندهٔ هورمون اکسی‌توسین، هیپوتالاموس می‌باشد که این ساختار مسئول کنترل دمای بدن و همچنین ایجاد تب در بدن حین مواجهه با میکروب‌ها می‌باشد. با اختلال در عملکرد هیپوتالاموس، گیرنده‌های دمایی بدن تحریک می‌شوند. **گزینهٔ (۴)**: گیرنده‌های حس وضعیت، فرد را از چگونگی قرارگیری اندام‌ها نسبت به یکدیگر مطلع می‌کنند. در صورت برخورد دست با جسمی داغ، طی واکنش عقب کشیدن دست ماهیچهٔ دوسر بازو منقبض شده و دست به سمت عقب کشیده می‌شود، در نتیجه گیرنده‌های حس وضعیت تولید پیام عصبی می‌کنند.

مقایسهٔ انواع گیرنده‌ها ۱۹۶

ویژگی / نوع گیرنده	تماسی	دمایی	حس وضعیت	درد
محل	پوست و بافت‌های دیگر	پوست و برخی سیاهرگ‌های بزرگ و...	کپسول پوشانندهٔ مفاصل و ماهیچهٔ اسکلتی و زردپی	پوست و دیوارهٔ سرخرگ‌ها و...
محرک	تماس، فشار و ارتعاش	تغییر دما	تغییر کشش ماهیچه	آسیب بافتی
سازش‌پذیری	دارد	دارد	دارد	ندارد
پوشش پیوندی	دارد	دارد	ندارد	ندارد
محتوای ارسالی محرک	تماس، فشار و ارتعاش	تغییر دما	وضعیت قرارگیری قسمت‌های مختلف بدن نسبت به هم	آسیب بافتی
توضیح	در نوک انگشتان و لب بیشتر است.	فرستادن پیام به هیپوتالاموس	فرستادن پیام به مخچه	باعث ایجاد سازوکار حفاظتی می‌شود.

۱۵۲۴ (۳) دو نوع گیرنده می‌توانند با محرک دمایی در دست تحریک شوند: گیرندهٔ دمایی (با انواع دما) و گیرندهٔ درد (با آسیب در پی دمای شدید). تحریک این دو نوع گیرنده در دست در واکنش عقب کشیدن دست هنگام برخورد با جسم داغ دیده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: یاختهٔ عصبی حرکتی دارای آسه‌ای با غلاف میلین در دور خود می‌باشد که باعث هدایت جهشی در طول آسهٔ این یاختهٔ عصبی می‌شود. **گزینهٔ (۲)**: یاختهٔ عصبی حسی در ریشهٔ پشتی یافت می‌شود که این یاخته نمی‌تواند با ماهیچهٔ اسکلتی تشکیل همایه دهد. **گزینهٔ (۴)**: دارینهٔ یاختهٔ عصبی، پیام عصبی را به سمت جسم‌یاخته‌ای هدایت می‌کند. در ریشهٔ شکمی عصب نخاعی تنها آسهٔ یاختهٔ عصبی حرکتی قابل مشاهده است (نه دارینهٔ آن!). از طرفی دقت کنید که لفظ رشتهٔ عصبی به دندریت و آکسون **بلند** اطلاق می‌شود **ولی دندریت نورون حرکتی کوتاه است و رشتهٔ عصبی به حساب نمی‌آید**.

۱۵۲۵ : (۲) گیرندهٔ فشار در کنار یاخته‌های بافت چربی قرار دارد و عمقی‌ترین گیرنده در پوست است. طبق شکل (۱) همین فصل، پوشش چندلایهٔ پیوندی غلاف میلین را نیز در برگرفته است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیرندهٔ درد در کنار یاخته‌های بافت **سنگ‌فرشی** قرار دارد. گیرندهٔ درد بخشی از یاختهٔ عصبی است. **گزینهٔ (۳):** پیام عصبی از دندریت به جسم‌یاخته‌ای **هدایت** می‌شود (نه منتقل!) *(باز یکم از فصل ۱ دور شری یادت رفت و دوباره بی‌خیال شری!)*. **گزینهٔ (۴):** گیرندهٔ درد، توسط محرک مکانیکی و شیمیایی که سبب آسیب شوند، تحریک می‌شود و فرد برای جبران عامل آن معمولاً به‌طور ناخودآگاه واکنش مناسب نشان می‌دهد.

۱۵۲۶ : (۳) گیرنده‌های مکانیکی (اندازه‌گیری میزان فشار خون)، شیمیایی (اندازه گیری میزان اکسیژن خون) و درد می‌توانند در دیوارهٔ سرخرگ‌های بدن یافت شوند. **تمام انواع** این گیرنده‌ها علاوه‌بر دیوارهٔ سرخرگ‌ها در بخش‌های دیگر بدن نیز یافت می‌شوند. دقت کنید که صورت سؤال درخصوص **نوع** این محرک‌ها می‌باشد اما اگر بخواهیم دقیق‌تر بررسی کنیم، گیرنده‌های حساس به میزان اکسیژن خون، در مراکز مغزی مانند بصل‌النخاع، گیرنده‌های حساس به فشار خون، در قلب و سرخرگ‌های بزرگ و گیرنده‌های درد تقریباً در همهٔ بخش‌های بدن نیز یافت می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در حالت معمول، وقتی گیرنده‌ها مدتی در معرض محرک‌های **ثابتی** قرار می‌گیرند، پیام عصبی **کمتری** ایجاد می‌کنند یا اصلاً پیامی ارسال نمی‌کنند که به این پدیده سازش گیرنده‌ها می‌گویند؛ اما دقت کنید که گیرنده‌های درد سازش پیدا نمی‌کنند. در نتیجه این پدیده کمک می‌کند مادامی که محرک آسیب‌رسان وجود دارد، فرد از وجود محرک اطلاع داشته باشد و نسبت به تغییر وضعیت خود اقدام نماید. **گزینهٔ (۲):** گیرنده‌های درد در انتهای آزاد دندریت حسی قرار گرفته‌اند اما گیرنده‌های مکانیکی می‌توانند داخل یک پوشش از بافت پیوندی قرار گرفته باشند. **گزینهٔ (۴):** تنها گیرنده‌های شیمیایی با کمک محرک‌های شیمیایی، نفوذپذیری غشای خود به یون‌ها را تغییر داده و پیام عصبی ارسال می‌نمایند و این مورد در ارتباط با گیرنده‌های مکانیکی صحیح نیست.

۱۵۲۷ : (۲) حساسیت گیرنده‌های لمس که در لایهٔ درم پوست قرار دارند در لب‌ها و نوک انگشتان بیشتر از سایر قسمت‌هاست. هورمون تستوسترون باعث رشد مو می‌شود و محل رشد مو از لایهٔ درم پوست است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** به‌جز گیرندهٔ فشار، بقیهٔ گیرنده‌های حس پیکری فاقد پوشش چندلایه در اطراف خود هستند. گیرندهٔ درد توسط سرما یا گرمای شدید (البته در صورت آسیب بافتی) نیز تحریک می‌شود. **گزینهٔ (۳):** در انعکاس فوق، ابتدا گیرنده‌های حس دما و در صورت شدید بودن گرما و ایجاد آسیب، گیرندهٔ درد نیز تحریک می‌شود و در انتها با انقباض و کشش ماهیچه، **گیرندهٔ وضعیت** نیز تحریک می‌شود. در بین آن‌ها، تنها گیرندهٔ حس وضعیت در تماس با ماهیچهٔ اسکلتی، زردپی‌ها و کپسول پوشانندهٔ مفصل‌ها قرار دارد و به مخچه در پشت ساقهٔ مغز پیام می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** لاکتیک‌اسید از الکترون‌گیری پیرووات طی تخمیر در فعالیت‌های شدید بدنی ایجاد می‌شود که نوعی ترکیب شیمیایی است و باعث تحریک گیرنده‌های درد می‌شود. گیرنده‌های درد سازش ندارند. (فصل ۵ دوازدهم)

۱۵۲۸ : (۲) گیرندهٔ درد در سطحی‌ترین بخش پوست در لایهٔ اپیدرم قرار دارد. سطحی‌ترین یاخته‌های لایهٔ اپیدرم، مرده هستند و فاقد توانایی سوخت‌وساز و تولید انرژی می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لایهٔ زیرین پوست نیز دارای گیرندهٔ فشار در نزدیکی بافت چربی است. هستهٔ یاخته‌های بافت چربی در حاشیهٔ یاخته قرار دارد ولی یاختهٔ مریستمی گیاهان، هستهٔ مرکزی درشت دارد. **گزینهٔ (۳):** در لالهٔ گوش، گیرنده‌های درد و لمس در پوست قرار دارند. گیرنده‌های حس وضعیت در کپسول مفصلی، همانند گیرندهٔ درد، از نوع انتهای دندریت آزاد و انشعابات دارند. **گزینهٔ (۴):** گیرندهٔ وضعیت، در ماهیچه‌های اسکلتی، زردپی‌ها و کپسول پوشانندهٔ مفاصل باعث اطلاع پیدا کردن **مغز** از چگونگی قرارگیری قسمت‌های مختلف **بدن** (نه مغز) در هنگام سکون و حرکت می‌شود.

۱۵۲۹ : (۳) موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند. منظور گیرندهٔ درد می‌باشد که با مواد شیمیایی (لاکتیک‌اسید)، عوامل مکانیکی (ضربه) و دمای شدید تحریک می‌شود.

بررسی موارد (الف) در نشستن‌های **طولانی‌مدت** گیرندهٔ **درد** مانع از آسیب دیدن پوست در محل نشیمن‌گاه می‌شود. (ب) رسوب بلورهای **اوریک‌اسید** در مفاصل باعث التهاب و بیماری نقرس می‌شود که با درد همراه است. (فصل ۵ دهم) (ج) طی الکترون‌گیری پیرووات در سیتوپلاسم یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی در تخمیر لاکتیکی، لاکتیک‌اسید تولید می‌شود که **تجمع** آن (نه شروع تولید آن) باعث ایجاد درد می‌شود. (د) در هنگام زایمان، شروع انقباض ماهیچهٔ رحم با درد همراه است؛ اما نکته اینجاست که هورمون اکسی‌توسین از هیپوفیز پسین ترشح می‌شود (نه هیپوتالاموس).

۱۵۳۰ : (۴) همهٔ موارد صحیح هستند. گیرنده‌هایی که در اثر برخورد با جسم داغ تحریک می‌شوند، گیرنده‌های تماسی، گیرنده‌های دمایی و درد می‌باشند ولی باید دقت کنید برحسب متن تست، عباراتی صحیح هستند که فقط در مورد **برخی** از آن‌ها صدق می‌کنند. (نه همهٔ آن‌ها)

بررسی موارد (الف) گیرنده‌های تماسی در صورت تماس با اجسام مختلف به مغز پیام می‌فرستند. (ب) گیرنده‌های تماس و دما دارای پوششی از جنس غلاف پیوندی بوده که با تغییر بخشی از هریک از لایه‌های پوشش پیوندی خود، دچار تحریک می‌شوند. (ج) گیرنده‌های درد هیچ‌گاه سازش نمی‌یابند و می‌توانند سبب انقباض غیرارادی گروهی از ماهیچه‌های اسکلتی بدن انسان در طی انعکاس‌هایی نظیر عقب کشیدن دست شوند. (د) گیرنده‌های دمایی در هیپوتالاموس می‌توانند سبب تب که نوعی پاسخ در خط دوم ایمنی است، شوند.

۱۵۳۱ : (۱) هیچ‌کدام از موارد صحیح نیستند.

بررسی موارد (الف) **بیشتر** اطلاعات محیط پیرامون را از راه دیدن و به کمک حس بینایی **ویژه** (نه پیکری!) دریافت می‌کنیم. (ب) **کرهٔ چشم، در حفرهٔ استخوانی کاسهٔ چشم قرار دارد** و ماهیچه‌های متصل به کرهٔ چشم، آن را حرکت می‌دهند. (کاسهٔ چشم که حرکت نمی‌کند). (ج) پلک‌ها، مژه‌ها و اشک (با آنزیم لیزوزیم)، **همانند** بافت چربی روی کرهٔ چشم، از چشم‌ها محافظت می‌کنند.

۱۵۳۲ : (۲) لایهٔ بیرونی کرهٔ چشم، شامل پردهٔ محکم و سفیدرنگ (صلبیه) و پردهٔ شفاف جلوی چشم (قرنیه) است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** داخلی‌ترین لایهٔ کرهٔ چشم (شبکیه)، نور **بازتابیده** شده از اجسام را دریافت می‌کند و شامل گیرنده‌های نوری و نورون‌هاست. **گزینهٔ (۳):** لایهٔ میانی چشم، در ساختار خود بخشی به نام مشیمیه دارد که پر از مویرگ‌های خونی است و **رنگدانهٔ سیاه ملانین نیز دارد**. **گزینهٔ (۴):** **جسم‌مژگانی، حلقه‌ای بین عنبیه و مشیمیه است** که شامل ماهیچه‌های ضخیم مژگانی می‌باشد و سبب تطابق چشم می‌شود.

کرهٔ چشم	اجزا	نکات	وظیفه	رگ خونی	تغذیه از
لایهٔ بیرونی	صلبیه	پرده‌ای سفید و محکم	حفاظت از کرهٔ چشم	دارد	مویرگ خونی
	قرنیه	پرده‌ای شفاف	ورود نور به کرهٔ چشم و اولین همگرایی آن	ندارد	زلالیه
لایهٔ میانی	مشیمیه	لایه‌ای رنگدانه‌دار (ملانین) و پر از **مویرگ‌های** خونی	غذارسانی به همه‌جا به واسطهٔ رگ‌های خونی آن	دارد	مویرگ خونی
	عنبیه	بخش رنگین غیر شفاف پشت قرنیه و دارای سوراخ مردمک در وسط و دارای ماهیچه‌های صاف، حلقوی و شعاعی	تنظیم میزان نور ورودی به چشم از طریق تنگ و گشاد کردن مردمک	دارد	مویرگ خونی
	جسم‌مژگانی	به صورت حلقه‌ای ضخیم به دور عدسی است و دارای ماهیچهٔ صاف می‌باشد.	انجام تطابق از طریق افزایش و کاهش تحدب عدسی	دارد	مویرگ خونی
لایهٔ داخلی	شبکیه	بسیار نازک و دارای گیرنده‌های نوری و یاخته‌های عصبی	تولید پیام بینایی و محل خروج عصب بینایی (نقطهٔ کور)	دارد	مویرگ خونی
سایر اجزا	زلالیه	مایعی شفاف و حضور در جلوی عدسی	غذارسانی به قرنیه و عدسی و دفع مواد دفعی آن‌ها به درون خون و همگرایی نور	ندارد	ساختار یاخته‌ای ندارد
	عدسی	شفاف و انعطاف‌پذیر و محدب	همگرایی و متمرکز کردن نور روی شبکیه	ندارد	زلالیه - ساختار یاخته‌ای دارد.
	زجاجیه	ماده‌ای **ژله‌ای**، شفاف و حجیم و حضور در فضای پشت عدسی	حفظ شکل کروی کرهٔ چشم و همگرایی نور	ندارد	ساختار یاخته‌ای ندارد

۱۵۳۳ (۳) جسم‌مژگانی، به کمک تارهای آویزی، به عدسی متصل و حاوی ماهیچه‌های صاف حلقوی مژگانی است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** **جسم‌مژگانی، حلقه‌ای بین عنبیه و مشیمیه** و شامل ماهیچه‌های مژگانی است. **گزینهٔ (۲):** مردمک یک **سوراخ** است. (نه پرده!) **گزینهٔ (۴):** عدسی جزء لایه‌های کرهٔ چشم محسوب نمی‌شود!

۱۵۳۴ (۱) هیچ‌کدام از موارد صحیح نیستند.

بررسی موارد (الف) زلالیه، از **مویرگ‌ها** ترشح می‌شود. (ب) زلالیه در تغذیهٔ عنبیه و قرنیه و جمع‌آوری مواد دفعی آن نقشی ندارد. (ج) **زجاجیه**، ماده‌ای ژله‌ای در پشت عدسی چشم است که سبب حفظ شکل کروی آن می‌شود.

۱۵۳۵ (۳) موارد (ب)، (ج) و (د) صحیح می‌باشند. با توجه به شکل کرهٔ چشم، عدسی با تارهای آویزی به **جسم‌مژگانی** اتصال دارد. در حقیقت گمشدهٔ تست **جسم‌مژگانی** است.

بررسی موارد (الف) نادرست. دقت کنید جسم‌مژگانی با شبکیه (لایهٔ‌داخلی چشم) تماس ندارد! (ب) **درست.** ساختار رنگین چشم، **عنبیه** است که جسم‌مژگانی از جلو با آن در تماس است. (ج) **درست.** جسم‌مژگانی با زلالیه در تماس است. زلالیه مایعی است که عموماً از مویرگ‌های جسم‌مژگانی ترشح می‌شود و در تغذیهٔ عدسی و قرنیه نقش دارد. (د) **درست.** در جسم‌مژگانی یاخته‌های ماهیچه‌ای **صاف** یافت می‌شوند که غیرمنشعب و دوکی‌شکل دارای یک هستهٔ مرکزی می‌باشند.

نکته
یاخته‌های ماهیچه‌ای صاف همانند یاخته‌های بافت پیوندی متراکم، دوکی‌شکل تک‌هسته‌ای هستند.

۱۵۳۶ (۲) لایهٔ بیرونی کرهٔ چشم، در جلوی خود، قرنیه را تشکیل می‌دهد که ساختاری شفاف دارد. قرنیه در لایهٔ بیرونی کرهٔ چشم فاقد هرگونه رگ خونی است و مواد مورد نیاز خود را از مایع شفاف زلالیهٔ پشت خود دریافت می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مویرگ‌های مشیمیه که قسمتی از لایهٔ میانی کرهٔ چشم هستند، تغذیهٔ شبکیه را بر عهده دارند. دقت کنید مردمک فضای خالی است و فاقد هرگونه ساختار زنده‌ای می‌باشد. **گزینهٔ (۳):** در مشاهدهٔ شبکیه با دستگاهی ویژه می‌توانیم نقطهٔ کور را به صورت شفاف‌تر از لکهٔ زرد ببینیم. شبکیه علاوه‌بر گیرنده‌های نوری دارای **چندین** لایه یاخته‌های عصبی است. **گزینهٔ (۴):** از بین بخش‌ها لایهٔ میانی ماهیچه‌های مژگانی می‌توانند قطر عدسی را تغییر دهند. در این لایه تنها ماهیچه‌های صاف و حلقوی وجود دارند که پیام مربوط به انقباض را از بخش خودمختار دستگاه عصبی دریافت می‌کنند.

۱۵۳۷ (۳) اولین تا چهارمین محیط شفافی که نور با آن برخورد دارد به ترتیب: قرنیه، زلالیه، عدسی و زجاجیه می‌باشند. ماهیچه‌های صاف شعاعی و حلقوی موجود در عنبیه می‌توانند قطر سوراخ مردمک را تغییر دهند. مطابق با شکل کتاب درسی، زجاجیه نمی‌تواند در تماس مستقیم با عنبیه که در جلوی عدسی قرار دارد، باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** زلالیه فاقد یاخته می‌باشد ولی از مویرگ خونی ترشح می‌شود. **گزینهٔ (۲):** با ایجاد ناهمواری و اختلال در سطح **قرنیه**، تصویری که روی شبکیهٔ چشم تشکیل می‌شود ناواضح می‌باشد (مانند آستیگماتیسم). **گزینهٔ (۴):** **زلالیه** مایعی با منشأ خونی می‌باشد که در دو طرف عنبیه جریان دارد ولی این گزینه به **عدسی** اشاره دارد.

۱۵۳۸ (۱) عنبیه (بخش رنگی کرهٔ چشم) در افراد گوناگون دارای رنگ‌های متفاوتی است و سبب رنگ چشم مختلف در افراد می‌شود. با تحریک اعصاب سمپاتیک در نور کم، سوراخ مردمک گشادشده و باعث ورود بیشتر پرتوهای نور و برخورد سطح بیشتری از عدسیِ پشت مردمک با نور می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** ماهیچه‌های حلقوی عنبیه با انقباض خود تحت تأثیر اعصاب پاراسمپاتیک روی هم جمع شده و باعث تنگ‌شدن سوراخ مردمک می‌شوند ولی اعصاب سمپاتیک با اثر بر ماهیچه‌های شعاعی و انقباض آن‌ها، سبب گشاد شدن مردمک می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** به تغییر وضعیت **عدسی** برای تشکیل تصویری واضح با متمرکز شدن پرتوهای نوری روی شبکیه، **تطابق** می‌گویند. عنبیه برخلاف عدسی به‌طور مستقیم در عمل تطابق نقش ندارد. **گزینهٔ (۴):** یاخته‌های عنبیه از رگ‌های خونی مواد مورد نیاز خود را دریافت می‌کنند. ولی زلالیه مایعی شفاف است که در اطراف عنبیه جریان دارد و عدسی و قرنیه را تغذیه می‌کند.

۱۵۳۹ (۳) لایهٔ **خارجی** کرهٔ چشم در جلو به بخشی شفاف (قرنیه) تبدیل می‌شود. طبق شکل کتاب، در نقطهٔ کور در **محل خروج عصب بینایی** از کرهٔ چشم، هیچ لایه‌ای از جمله لایهٔ خارجی کرهٔ چشم دیده نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱): صلبیه** بخشی از لایهٔ خارجی چشم است که از جنس بافت **پیوندی** (دارای رشته‌های پروتئینی **کلاژن** و **کشسان**) می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** طبق همان شکل، لایهٔ خارجی کرهٔ چشم، با **ماهیچهٔ مژگانی** (غیرارادی) در تماس است. **گزینهٔ (۴):** غلاف عصب بینایی نیز از جنس بافت **پیوندی** است که آکسون‌های حسی را احاطه کرده است.

۱۵۴۰ (۳) شبکیه نازک‌ترین لایهٔ کرهٔ چشم است که می‌توان در آن یاخته‌های عصبی، گیرنده‌های نوری و رگ‌های خونی (شامل یاخته‌های دیوارهٔ رگ و یاخته‌های خونی و ...) را مشاهده کرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** این گزینه تنها در ارتباط با گیرنده‌های نوری صحیح است. **گزینه‌های (۲) و (۴):** این گزینه تنها در ارتباط با یاخته‌های عصبی (غیر گیرنده‌ها) موجود در این لایه صحیح است و از طرفی در یاخته‌های عصبی نیز هنگام پتانسیل عمل اختلاف پتانسیل صفر نیز در دو نقطه وجود دارد. **گزینهٔ (۳):** همهٔ یاخته‌ها تنها در قسمت بیرونی غشای خود دارای کربوهیدرات متصل به پروتئین‌ها و یا فسفولیپیدها می‌باشند.

۱۵۴۱ (۴) در کرهٔ چشم ماهیچه‌های صاف عنبیه و جسم‌مژگانی علاوه‌بر ماهیچهٔ رگ‌های خونی وجود دارند. در نور کم، ماهیچه‌های شعاعی عنبیه تحت اثر اعصاب سمپاتیک، منقبض می‌شوند و با گشاد کردن سوراخ مردمک میزان نور ورودی به چشم را افزایش می‌دهند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هستهٔ یاخته‌های پادتن‌ساز در حاشیهٔ یاخته و هستهٔ یاخته‌های ماهیچهٔ صاف در مرکز قرار دارد. **گزینهٔ (۲): همهٔ** ماهیچه‌های صاف تحت تأثیر دستگاه عصبی خودمختار هستند. **گزینهٔ (۳):** ماهیچه‌های اسکلتی دارای یاخته‌هایی با ظاهر مخطط و استوانه‌ای‌شکل بدون انشعاب و چندهسته‌ای می‌باشند که درون کاسهٔ چشم ولی در خارج کرهٔ چشم قرار دارند. ماهیچهٔ اسکلتیِ حرکت‌دهنده، کرهٔ چشم را به کاسهٔ چشم متصل می‌کند.

۱۵۴۲ (۳) حساسیت یاخته‌های استوانه‌ای به نور، **بسیار زیاد** و در نور کم هم فعال هستند و سبب دید اجسام به صورت سیاه سفید شده ولی شناسایی جزئیات آن‌ها را انجام نمی‌دهند. از طرفی حساسیت یاخته‌های مخروطی چشم به نور، کم بوه و فقط در **نور کافی** فعال هستند.

نکته

حساسیت یاخته‌های مخروطی به نور، کم است چون فقط در نور کافی تحریک می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بخش رنگین **جلوی چشم، عنبیه** است که ماهیچهٔ صاف برای تنظیم قطر مردمک دارد. **گزینهٔ (۲):** مردمک، سوراخی در وسط عنبیه است و ماهیچه ندارد. **گزینهٔ (۴):** در فعالیت گیرنده‌های مخروطی، هرچه نور قوی‌تر (تا حد مناسب) باشد، بهتر و بیشتر تحریک می‌شوند (پس رابطهٔ آن‌ها مستقیم است).

۱۵۴۳ (۲) در وسط عنبیه سوراخ مردمک است و دو طرف عنبیه مایع زلالیه قرار دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در چشم، تنها عدسی توانایی انعطاف و **تغییر** همگرایی را دارد. **گزینهٔ (۳):** ماهیچهٔ مژگانی، ضخیم‌ترین بخش **لایهٔ میانی** چشم است که در همگرایی و تطابق نقش دارد ولی میزان نور ورودی با تنظیم قطر مردمک توسط ماهیچه‌های **عنبیه** رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** شبکیه به ماهیچه‌های اسکلتی حرکت‌دهنده به کرهٔ چشم متصل نیست و تنها صلبیه به آن‌ها متصل است.

۱۵۴۴ (۲) ماهیچه‌های درون کاسهٔ چشم شامل ماهیچه‌های اسکلتی متصل به کرهٔ چشم که آن را حرکت می‌دهند و ماهیچه‌های صاف درون کرهٔ چشم (شامل ماهیچه‌های مژگانی و ماهیچه‌های شعاعی و حلقوی عنبیه و ماهیچهٔ دیوارهٔ سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها) می‌باشند. ماهیچه‌های متصل به کرهٔ چشم همگی از جنس ماهیچه‌های **اسکلتی** بوده که دارای یاخته‌هایی بزرگ و چندهسته‌ای می‌باشند (رد گزینهٔ (۴)). این ماهیچه‌ها با لایهٔ خارجی کرهٔ چشم یعنی **صلبیه** در تماس‌اند و با مادهٔ ژله‌ای و شفاف سازندهٔ بخش اعظم کرهٔ چشم (زجاجیه) تماسی ندارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مایع شفافی که در جلوی عدسی قرار گرفته است زلالیه می‌باشد. این مایع توسط **مویرگ‌ها** ترشح می‌شود و اکسیژن و مواد مغذی را برای یاخته‌های قرنیه و عدسی فراهم می‌کند. بنابراین زلالیه در تغذیهٔ ماهیچه‌های مژگانی و عنبیه نقشی ندارد. **گزینهٔ (۳):** ماهیچه‌های شعاعی عنبیه با انقباض خود در گشاد شدن مردمک و ماهیچه‌های حلقوی در تنگ شدن مردمک نقش دارند. بنابراین ماهیچه‌های عنبیه تنها میزان نور عبوری از مردمک را تنظیم می‌کنند و به صورت غیرمستقیم در تجزیهٔ مادهٔ حساس به نور نقش دارند. (پرتوهای نوری از خود عنبیه رد نمی‌شوند چون غیرشفاف است بلکه از مردمک عبور می‌کنند.)

۱۵۴۵ (۲) موارد (ب) و (د) درست هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. لایهٔ میانی چشم شامل **مشیمیه**، عنبیه و جسم‌مژگانی می‌باشد و **بخش شفاف ندارد**. (فقط در لایه‌های چشم، قرنیه شفاف است.) (ب) **درست.** فعالیت ماهیچه‌های عنبیه در پاسخ به شدت نور تغییر می‌کند. (ج) نادرست. در مورد عمل زلالیه است که به **قرنیه و عدسی** غذا می‌رساند نه لایهٔ میانی چشم! *(لایهٔ میانی پر از مویرگ است و منت کسی را برای غذاگیری نمی‌کشد).* (د) **درست.** لایهٔ میانی چشم، از پشت با شبکیه که حاوی یاختهٔ عصبی و گیرندهٔ نوری است در تماس می‌باشد.

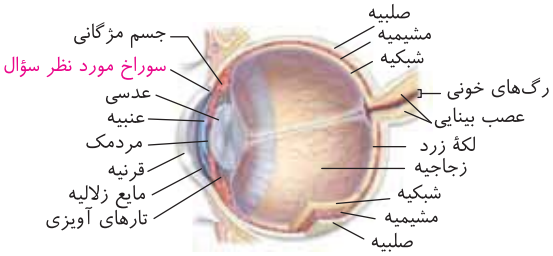
۱۵۴۶ (۲) موارد (ب) و (ج) صحیح هستند. چشم اندامی است که بیشترین اطلاعات را از محیط بیرون دریافت می‌کند و در نتیجه بیشترین پیام را برای تقویت و پردازش اولیه به **تالاموس‌ها** ارسال می‌کند.

بررسی موارد (الف) مناطق شفاف چشم به‌ترتیب، قرنیه، زلالیه، عدسی و زجاجیه است که فقط زلالیه مایعی است که به مویرگ‌ها برمی‌گردد. (ب) در چشم تنها ماهیچه‌های صاف مشاهده می‌شوند که توسط اعصاب خودمختار عصب‌دهی می‌شوند. این اعصاب همواره فعالیت غیرارادی دارند (ماهیچه‌های متصل به بیرون کرهٔ چشم اسکلتی هستند ولی قسمتی از کرهٔ چشم به حساب نمی‌آیند). (ج) پل‌مغزی با تنظیم ترشح اشک، در محافظت از چشم نقش دارد. دقت کنید پل‌مغزی بزرگ‌ترین و جلویی‌ترین بخش ساقهٔ مغز (پایین‌ترین قسمت اصلی مغز) می‌باشد. (د) بزرگ‌ترین عصب مرتبط با چشم، عصب بینایی است. دقت کنید در عصب بینایی یک سرخرگ با خون روشن و یک سیاهرگ با خون تیره یافت می‌شود. *(شاید بپرسید مگه چشم با عصب دیگه‌ای هم به‌جز عصب حسی خودش در ارتباطه؟! خب بله با اعصاب خودمختار برای ماهیچه‌های صاف خود!)*

۱۵۴۷ (۱) فقط مورد (ب) صحیح است. قطورترین بخش لایهٔ میانی چشم، جسم‌مژگانی می‌باشد.

بررسی موارد (الف) دقت کنید ماهیچه‌های شعاعی و حلقوی مربوط به عنبیه هستند. (نه جسم‌مژگانی) (ب) در صورت عدم ارسال پیام عصبی به جسم‌مژگانی و مهار عملکرد ماهیچه‌های آن، قطر عدسی کاهش یافته و فاصلهٔ آن از قرنیه افزایش می‌یابد. (ج) دقت کنید هیچ ناقل عصبی نقش مهارکنندهٔ انقباض یاختهٔ ماهیچه‌ای ندارد! در حقیقت پیام عصبی برای ماهیچه‌ها فقط برای به انقباض درآمدن آن‌هاست. (د) ناقل عصبی تحریک‌کننده، کانال‌های دریچه‌دار یونی را در یاختهٔ ماهیچه‌ای باز کرده و در این صورت انقباض ماهیچهٔ مژگانی را داریم که باعث قطور شدن عدسی شده و آن را به شبکیه (نازک‌ترین لایهٔ چشم) نزدیک‌تر می‌کنند.

۱۵۴۸ (۱) همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید، در دو طرف قرنیه دو سوراخ قرار گرفته است. (این سوراخ از لحاظ علمی و خارج از سطح کتاب، در جمع‌آوری مایع زلالیه نقش دارد.) تنها مورد (الف) در رابطه با قرنیه صحیح است.



بررسی موارد (الف) در سمت داخل قرنیه، مایع زلالیه قرار گرفته است و خارج آن هم با اشک پوشیده می‌شود. اشک و زلالیه هر دو ساختار شفاف دارند. (ب) مشیمیه بخش رنگدانه‌دار (ملانین سیاه!) کرهٔ چشم به حساب می‌آید و طبق شکل روبه‌رو با قرنیه تماسی ندارد. (ولی رنگ چشم در اثر رنگدانه‌های عنبیه می‌باشد.) (ج) قرنیه اولین محل شکست نور می‌باشد؛ اما دقت کنید که برخلاف عدسی نمی‌تواند همگرایی خود را تغییر دهد. (د) قرنیه و عدسی، اکسیژن و مواد مغذی مورد نیاز خود را از محتویات زلالیه دریافت می‌نمایند. خون‌رسانی شبکیه بر عهدهٔ انشعابات کوچک سرخرگی موجود در عصب بینایی می‌باشد.

۱۵۴۹ (۲) عنبیه چون یاخته و ماهیچهٔ صاف دارد پس ضمن تنفس یاخته‌ای، در تولید ATP به عنوان رایج‌ترین انرژی زیستی نقش دارد (این ویژگی هر یاختهٔ زنده‌ای می‌باشد) (درستی مورد (الف)). این قسمت با تنظیم قطر مردمک در تحریک گیرندهٔ نوری و همگرایی پرتوهای نور نقش دارد (کلاً عبارت "نقش دارد"، سبب درستی اغلب گزینه‌ها در کنکور می‌شود) (درستی مورد (ب)). دقت کنید که قطر عدسی توسط ماهیچه‌های صاف **جسم‌مژگانی** تنظیم می‌شود (نه عنبیه!) (نادرستی مورد (ج)). همان‌طور که می‌دانید، عنبیه در جلوی عدسی و پشت قرنیه می‌باشد (نادرستی مورد (د)).

۱۵۵۰ (۲) موارد (الف) و (ب) درست است.

بررسی موارد (الف) **درست.** انشعابات سرخرگی که از محل **عصب بینایی** وارد کرهٔ چشم انسان می‌شوند، در مجاورت **سطح داخلی شبکیه** قرار می‌گیرند و منشعب می‌شوند ولی به عدسی نمی‌رسند. (ب) **درست.** این انشعابات، با **زجاجیه** در تماس‌اند. به نظر می‌رسد نظر طراح کنکور این است که تفاوتی بین مادهٔ ژله‌ای یا مایع بودن زجاجیه قائل نشویم. (ج) نادرست. **عنبیه** بخش رنگین چشم در پشت قرنیه است که در وسط آن، سوراخ **مردمک** قرار دارد که سوراخ نیاز به تغذیه شدن ندارد! (د) نادرست. **قرنیه** پردهٔ شفاف جلوی چشم است که به وسیلهٔ **زلالیه** تغذیه می‌شود.

۱۵۵۱ (۲) جسم‌مژگانی، مشیمیه را به عنبیه مرتبط می‌کند و با انقباض و استراحت خود قطر عدسی (ساختار انعطاف‌پذیر) را تغییر می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** جسم‌مژگانی بخشی از لایهٔ میانی چشم است. **گزینهٔ (۳):** عنبیه با تنگ و گشاد کردن مردمک، میزان نور ورودی به چشم را تنظیم می‌کند. **گزینهٔ (۴):** مادهٔ ژله‌ای و شفاف، زجاجیه است که فضای پشت عدسی را پر کرده است!

۱۵۵۲ (۴) همهٔ موارد نادرست هستند. دقت کنید که برحسب متن کتاب، در شبکیه، گیرنده‌ها را یاختهٔ عصبی در نظر نگرفته است و آن‌ها را از یاخته‌های عصبی شبکیه جدا کرده است.

بررسی موارد (الف) نورون‌ها برخلاف گیرنده‌های بینایی، مادهٔ حساس به نور ندارند. (ب) **آکسون** نورون‌ها، عصب بینایی را تشکیل می‌دهند که پیام‌های عصبی بینایی را به مغز می‌برند. (ج) نقطهٔ کور، گیرندهٔ نوری ندارد اما نورون دارد! (همان نورون‌هایی که آکسون آن‌ها عصب بینایی را تشکیل می‌دهند)

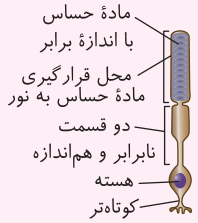
۱۵۵۳ (۳) لکهٔ زرد، در امتداد محور نوری کرهٔ چشم قرار دارد و گیرنده‌های **مخروطی** در آن فراوان‌**ترند** در نتیجه لکهٔ زرد در دقت و تیزبینی چشم اهمیت دارد. در این ناحیه شبکیه نازک و فرورفته شده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۲):** یاخته‌های استوانه‌ای در نور **کم** تحریک می‌شوند و دارای مقدار زیادی مادهٔ حساس به نورِ هم‌اندازه می‌باشند ولی یاخته‌های مخروطی در نور **زیاد** تحریک می‌شوند. یاخته‌های مخروطی دیدن رنگ و جزئیات اجسام را امکان‌پذیر می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** ویتامین A، برای **بازسازی مادهٔ حساس به نور** لازم است. مادهٔ حساس به نور در برخورد با نور **تجزیه** شده و سبب راه‌اندازی واکنش‌هایی می‌شود که سبب ایجاد پیام عصبی بینایی می‌شوند.

۱۵۵۴ (۱) با توجه به شکل، مشخص است که در یاختهٔ استوانه‌ای نسبت به یاختهٔ مخروطی مادهٔ حساس به نور بیشتری وجود دارد! (خارجی‌ترین مادهٔ حساس به نور در نوک مخروط از همه کوچک‌تر است.)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** دقت کنید در هیچ‌کدام از این یاخته‌ها، مادهٔ حساس به نور در مجاورت با هسته قرار ندارد! **گزینهٔ (۳):** در این گزینه برعکس به معنی برخلاف است. دقت داشته باشید مادهٔ حساس به نور **همواره** ساخته شده و تنها تجزیه شدن آن به میزان نور محیط وابسته است (نه ساخته شدن!) **گزینهٔ (۴):** هم در یاختهٔ مخروطی و هم در استوانه‌ای، مادهٔ حساس به نور در انتهای فوقانی یا خارجی‌تر یاخته در چشم قرار گرفته است.

مقایسهٔ گیرنده‌های مخروطی و استوانه‌ای

موارد مقایسه	گیرندهٔ مخروطی	گیرندهٔ استوانه‌ای
شکل		
تعداد در شبکیه به‌جز لکهٔ زرد	کم	زیاد
تعداد در لکهٔ زرد	زیادتر	کمتر
زمان تحریک	بیشتر در نور زیاد	بیشتر در نور کم
وظیفه	ایجاد دید رنگی و جزئیات اجسام	دید در نور کم
حساسیت به نور	کم	زیاد
میزان مادهٔ حساس به نور	کمتر با اندازه‌های نابرابر	زیادتر با اندازه‌های یکسان
مکان قرارگیری مادهٔ حساس به نور	بخش ابتدایی یاخته	بخش ابتدایی یاخته
حجم بخش خارجی دارای مادهٔ حساس	کمتر مخروطی	زیادتر استوانه‌ای
قسمت بین بخش خارجی و بخش هسته‌دار	یک بخش حجیم دارد.	دو بخش حجیم و نازک دارد.
طول رشتهٔ داخلی یاخته	درازتر و در انتها منشعب	کوتاه‌تر و در انتها منشعب

۱۵۵۵ : ۱) فقط مورد (ب) نادرست است. در گیرنده‌های استوانه‌ای، مقدار مادهٔ حساس زیاد و در گیرنده‌های مخروطی مقدار این ماده کم است. گیرنده‌های استوانه‌ای در نور کم و گیرنده‌های مخروطی در نور زیاد تحریک می‌شوند، پس مقدار این ماده در یاخته‌های گیرنده با میزان نور لازم برای تحریک گیرنده رابطهٔ **عکس** دارد.

بررسی موارد **الف)** با برخورد نور به مادهٔ حساس گیرندهٔ نوری و تجزیهٔ آن، ابتدا واکنش‌هایی به راه می‌افتد و سپس در آن یاخته پتانسیل عمل ایجاد می‌شود.

ج) اندازهٔ ماده‌های حساس در گیرندهٔ استوانه‌ای یکسان می‌باشد که بین آن‌ها و هسته دو بخش قطور و باریک تقریباً با اندازهٔ یکسان و حجم متفاوت وجود دارد.

د) خارجی‌ترین قسمت گیرنده‌های نوری به سمت مشیمیه و دارای مادهٔ حساس می‌باشند. این ماده در بخش مخروطی به سمت خارج (رأس مخروط) کوچک‌تر می‌شود. در مخروطی با توجه به شکل، بین هسته تا نورون بعدی یک قسمت رشته‌ای بلندتر از گیرندهٔ استوانه‌ای وجود دارد.

۱۵۵۶ : ۲) شماره‌های (۱) تا (۳) به ترتیب مربوط به ساختارهای رگ‌های خونی، نقطهٔ کور و لکهٔ زرد می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** قسمت اول عبارت صحیح است یعنی در هر چشم، نقطهٔ کور نسبت به لکهٔ زرد به بینی نزدیک‌تر از گوش است (ولی نقطهٔ کور فاقد هرگونه گیرندهٔ نوری می‌باشد). **گزینهٔ (۲):** لکهٔ زرد دارای تراکم بالایی از یاخته‌های مخروطی است که در نور زیاد تحریک می‌شوند و در اثر تحریک آن‌ها تعداد بیشتری پیام عصبی نسبت به سایر بخش‌ها در این ناحیه تولید می‌شود. **گزینهٔ (۳):** شمارهٔ (۱) رگ‌های خونی شبکیه را نشان می‌دهد که همانند رگ‌های خونی مشیمیه به تغذیهٔ یاخته‌های موجود در شبکیه می‌پردازند. **گزینهٔ (۴):** در لکهٔ زرد تعداد گیرنده‌های مخروطی زیاد است. گیرنده‌های نوری در سیتوپلاسم خود دارای مادهٔ حساس به نور می‌باشند. که با برخورد نور تجزیه می‌شود.

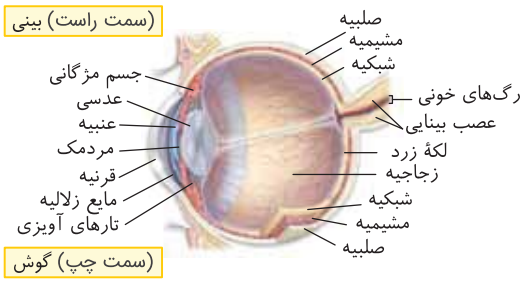
۱۵۵۷ : ۳) در فصل ۴ می‌خوانید که فوقانی‌ترین غدهٔ درون‌ریز بدن انسان **اپی‌فیز** است که هورمون ملاتونین ترشح می‌کند. ملاتونین در شب حداکثر و در روز حداقل مقدار ترشح خود را دارد. در شب یاخته‌های استوانه‌ای که مادهٔ حساس به نور بیشتری دارند و فاصلهٔ هسته تا انتهای منشعب آن‌ها کمتر است، بیشتر تحریک می‌شوند و در نتیجه پمپ سدیم - پتاسیم **فعال‌تری** دارند (نادرستی گزینهٔ (۱) و درستی گزینهٔ (۳)).

نکته

برای **ساخت** مادهٔ حساس به نور، به ویتامین *A* نیاز است پس در گیرندهٔ مخروطی مقدار مصرف این ویتامین از گیرندهٔ استوانه‌ای کمتر است چون مقدار مادهٔ حساس کمتری دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در روز یاخته‌های مخروطی که در لکهٔ زرد فراوان‌تر هستند، بیشتر تحریک می‌شوند. بنابراین باید گفته شود بیشتر یاخته‌ها (نه مقدار کمتری از یاخته‌ها!) **گزینهٔ (۴):** در روز یاخته‌های مخروطی که اندازهٔ مادهٔ حساس به نور در آن‌ها می‌تواند متغیر باشد، بیشتر تحریک شده و ناقل بیشتری آزاد می‌کنند.

۱۵۵۸ : ۴) شکل مقابل ساختار چشم انسان را نشان می‌دهد. می‌دانیم که عصب بینایی پس از خروج از چشم به سمت **مخالف** می‌رود. بنابراین شکل زیر چشم چپ انسان را نشان می‌دهد که عصب بینایی آن به سمت راست خم شده است. با توجه به شکل محل خروج عصب بینایی نسبت به لکهٔ زرد (بخشی از شبکیه که در امتداد محور نور قرار می‌گیرد) به بینی نزدیک‌تر است.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ماهیچه‌های مژگانی به تارهای آویزی متصل‌اند و با توجه به شکل این ماهیچه‌ها با صلبیه برخلاف قرنیه در تماس‌اند. **گزینهٔ (۲):** در داخل عصب بینایی یک سرخرگ و سیاهرگ دیده می‌شود. سرخرگ موجود در عصب بینایی در مجاور شبکیه منشعب می‌شود. **گزینهٔ (۳):** گیرنده‌های استوانه‌ای نسبت به گیرنده‌های مخروطی به نور حساس‌ترند (چون در نور کمتر، تحریک بیشتری می‌شوند). تراکم گیرنده‌های استوانه‌ای نسبت به گیرنده‌های مخروطی در شبکیه بیشتر است. (ولی در لکهٔ زرد، مخروطی بیشتر است.)

۱۵۵۹ : ۱) با توجه به شکل کتاب به راحتی متوجه می‌شوید که بخش خارجی گیرنده‌های بینایی که حاوی مادهٔ رنگی می‌باشد، در یاختهٔ مخروطی حجم کمتری از یاختهٔ استوانه‌ای دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** بین محل قرارگیری هسته و بخش حاوی رنگیزه فاصله وجود دارد. **گزینهٔ (۳):** در هر دو یاخته، بخش حاوی مادهٔ حساس به نور در یک انتهای یاخته قرار دارد. **گزینهٔ (۴):** نور سبب **تجزیهٔ** مادهٔ حساس شده تا پیام عصبی را راه‌اندازی کند (نه ساخته شدن آن).

۱۵۶۰ : ۴) شبکیه با رگ‌های خونی نقطهٔ کور در تماس مستقیم و لایهٔ داخلی کرهٔ چشم است ولی ضخامت آن در سراسر کره یکسان نیست. قطر شبکیه هرچه به نقطهٔ کور نزدیک‌تر می‌شویم، زیادتر می‌شود. زیرا رشته‌های عصبی شبکیه برای تشکیل عصب بینایی به هم می‌پیوندند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** صلبیه نیز علاوه‌بر مشیمیه و عنبیه با ماهیچه‌های مژگانی در تماس است. ولی رنگدانه‌دار نیست. **گزینهٔ (۲):** ماهیچه‌های مژگانی در تماس مستقیم با زجاجیه هستند اما فاقد گیرنده‌های نوری می‌باشند. (زجاجیه با شبکیه، بخش جلویی مشیمیه و جسم‌مژگانی در تماس است) **گزینهٔ (۴):** قرنیه نیز با زلالیه در تماس بوده ولی فاقد ماهیچه است. دقت کنید که زلالیه با قرنیه، عدسی، جسم‌مژگانی و عنبیه در تماس است.

۱۵۶۱ : ۳) هنگام دیدن اجسام دور، ماهیچه‌های مژگانی در حالت استراحت قرار می‌گیرد و با **کاهش** ضخامت آن، تارهای آویزی کشیده شده و سبب باریک‌تر شدن عدسی می‌شوند. از طرفی تحریک سمپاتیک در نور کم، باعث گشادی مردمک در اثر انقباض ماهیچه‌های شعاعی عنبیه می‌شود. دقت کنید که تارهای آویزی، در صورت انقباض ماهیچه‌های مژگانی شل شده و به عدسی فشار می‌آورند ولی این تارهای پیوندی، با استراحت ماهیچهٔ مژکی کشیده‌تر شده و طول آن‌ها زیاد می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱)، (۲) و (۴):** هنگام دیدن اجسام نزدیک، با انقباض ماهیچه‌های مژگانی، تارهای آویزی **شل** می‌شوند و عدسی ضخیم‌تر می‌شود. همچنین اعصاب سمپاتیک در نور **کم**، سبب گشاد شدن مردمک می‌شوند. در نور کم، گیرنده‌های **استوانه‌ای** که حساس‌ترین گیرنده‌های نوری شبکیه هستند، پیام عصبی تولید می‌کنند. اعصاب پاراسمپاتیک نیز در نور **شدید**، سبب تنگ شدن مردمک می‌شوند. در نور شدید، گیرنده‌های **مخروطی** که در جسم زرد فراوان‌اند، تحریک می‌شوند. گزینهٔ (۱) در مورد دیدن جسم نزدیک در نور کم (فعالیت سمپاتیک)، گزینهٔ (۲) بیانگر دیدن جسم نزدیک در نور زیاد (فعالیت پاراسمپاتیک)، گزینهٔ (۳) برای دیدن جسم دور در نور کم و گزینهٔ (۴) برای جسم دور در نور زیاد است.

۱۵۶۲ (۱) تنها مورد (ب) درست است. لایهٔ خارجی چشم انسان در بخش جلویی پرده‌ای شفاف بوده که قرنیه نامیده می‌شود.

بررسی موارد (الف) نادرست. لایهٔ خارجی کرهٔ چشم در بخش داخلی، صلبیه نامیده می‌شود. صلبیه علاوه‌بر اینکه در تماس با ماهیچه‌های اسکلتی ارادی اطراف کرهٔ چشم است، در تماس با ماهیچه‌های مژگانی نیز هست. (ب) **درست.** صلبیه از بافت پیوندی متراکم تشکیل شده و دارای رشته‌های پروتئینی مانند کلاژن و کشسان است. (ج) نادرست. از نقطهٔ کور عصب بینایی خارج می‌شود؛ در این محل صلبیه بخش عقبی کرهٔ چشم را پوشش نمی‌دهد و در امتداد عصب قرار می‌گیرد. (د) نادرست. فضای بین‌یاخته‌ای در بافت پوششی اندک است ولی صلبیه پرده‌ای سفید، محکم و از جنس بافت پیوندی است.

۱۵۶۳ (۴) پیام‌های بینایی قبل از پردازش در لوب پس‌سری، قطعاً به‌جز تالاموس از بخش‌های دیگری از مغز مانند برجستگی‌های **مغز میانی** نیز عبور می‌کنند.

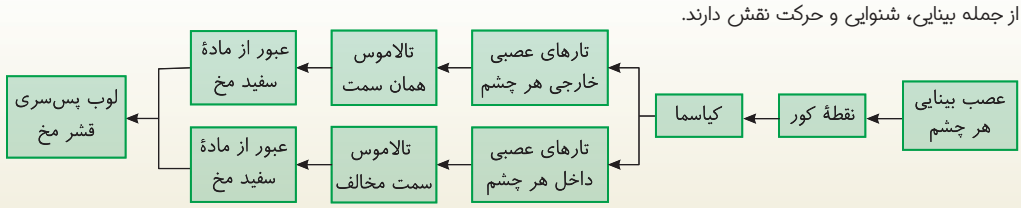
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ماهیت پیام‌های عصبی که از گیرنده‌های مختلف به مغز می‌روند، **یکسان** است، چون ماهیت الکتریکی دارند. **گزینهٔ (۲):** مثلاً پیام گیرندهٔ درد در دست فرد، **ابتدا به نخاع** وارد می‌شود. **گزینهٔ (۳):** چلیپای بینایی، محلی است که **بخشی از** آکسون‌های عصب بینایی یک چشم به نیمکرهٔ مقابل می‌روند. (هر بخشی از عصب بینایی که از نیمهٔ داخلی هر چشم خارج می‌شود پس از عبور از کیاسما، تغییر مسیر داده و به سمت تالاموس و نیمکرهٔ مخ مقابل در لوب پس‌سری می‌رود.)

مسیر عصب بینایی در انسان

«مسیر پیام‌های بینایی»

همان‌طور که گفتیم یاخته‌های استوانه‌ای و مخروطی که گیرنده‌های بینایی هستند، پس از تحریک شدن پیام عصبی تولید می‌کنند و آن را به لایه‌های عصبی مجاور خود در شبکیه منتقل می‌کنند. مجموعه آکسون‌های یاخته‌های عصبی شبکیه تشکیل عصب بینایی را می‌دهند. از نقطهٔ کور هر چشم، یک عصب بینایی خارج می‌شود. همهٔ تارهای عصبی موجود در عصب بینایی هر چشم پس از خروج از کرهٔ چشم ابتدا به منطقه‌ای در مغز به نام کیاسمای (چلیپا) بینایی می‌روند. در آنجا **بخشی** از آکسون‌ها که از بخش داخلی هر چشم خارج شده‌اند، به نیمکرهٔ مقابل وارد می‌شوند. سپس به مغز میانی رفته و بعد به **تالاموس** سمت مقابل می‌روند. در هر تالاموس پردازش اولیهٔ اطلاعات بینایی مربوط به هر دو چشم صورت می‌گیرد و پیام‌های حسی آن تقویت می‌شوند تا برای تشخیص نهایی به قشر مخ در لوب پس‌سری مخ بروند و تصویر تشکیل شده در شبکیه را تشخیص دهند.

توجه در شکل و متن کتاب درسی از ارسال پیام به مغز میانی حرفی نزده است ولی در فصل اول خواندید که یاخته‌های عصبی مغز میانی در فعالیت‌های مختلف از جمله بینایی، شنوایی و حرکت نقش دارند.



چند نکته از شکل کتاب درسی

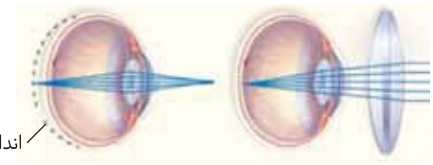
- هر عصب بینایی دارای آکسون‌های متعددی است که بخشی از آن (یاخته‌های عصبی بخش داخلی هر چشم) به نیمکرهٔ مقابل و بخشی از آن (یاخته‌های عصبی بخش خارجی هر چشم) در نیمکرهٔ هم‌جهت چشم پیام را خارج می‌کند. در حقیقت هر چشم، به هر دو تالاموس و هر دو لوب پس‌سری موجود در هر دو نیمکرهٔ مخ پیام ارسال می‌کند.
- هر لوب پس‌سری در هر نیمکرهٔ مخ از هر دو چشم پیام حسی دریافت می‌کند.
- پیام سمت چپ هر چشم به نیمکره و تالاموس سمت چپ می‌رود و پیام سمت راست هر چشم، به تالاموس و نیمکرهٔ سمت راست مخ پیام‌رسانی می‌کند.

۱۵۶۴ (۱) در نزدیک‌بینی یا کرهٔ چشم بیش از اندازه بزرگ است و یا همگرایی عدسی زیاد شده است که پرتوهای نور اجسام دور در جلوی شبکیه (در زجاجیه!) متمرکز می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در دوربینی یا کرهٔ چشم بیش از اندازه کوچک است و یا همگرایی عدسی کم شده است که پرتوهای نور اجسام نزدیک، در **پشت** شبکیه متمرکز می‌شوند (نه در زجاجیه!). **گزینهٔ (۳):** در برخی افراد، **تغییر در همگرایی عدسی** می‌تواند علت نزدیک‌بینی یا دوربینی باشد. **گزینهٔ (۴):** در دوربینی، تصویر اجسام دور، بدون اشکال **روی شبکیه** تشکیل می‌شود.

۱۵۶۵ (۴) در بیماری دوربینی به هر علتی که باشد، پرتوهای بازتابیده شده از اجسام دور به شکل متمرکز در شبکیهٔ چشم به هم می‌رسند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیرنده‌های مخروطی در لکهٔ زرد فراوان‌تر هستند. در نوعی دوربینی اندازهٔ کرهٔ چشم کاهش می‌یابد و فاصلهٔ بین عدسی تا لکهٔ زرد کاهش می‌یابد؛ اما ممکن است دوربینی به دلیل کاهش غیرطبیعی تحدب عدسی باشد و اندازهٔ کرهٔ چشم تغییر نکند. **گزینهٔ (۲):** در دوربینی پرتوهای نور بازتابیده شده از اجسام دور، روی شبکیه متمرکز می‌شوند و در نزدیک بینی، پرتوهای نور بازتاب از اجسام نزدیک روی شبکیه متمرکز می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** دوربینی برخلاف نزدیک‌بینی به کمک عینک‌های **همگرا** کنندهٔ پرتوهای نور اصلاح می‌شود.



۱۵۶۶ (۳) در آستیگماتیسم، برای تمرکز پرتوها روی یک نقطهٔ شبکیه، باید از عینکی استفاده کرد که عدم یکنواختی قرنیه **یا** عدسی را جبران کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در آستیگماتیسم، به دنبال کروی و صاف نبودن سطح عدسی **یا** قرنیه (اجباری در اختلال هر دو با هم نیست)، پرتوهای نور به‌طور **نامنظم** به هم رسیده و تصویر ناواضح تشکیل می‌دهند. چون با توجه به شکل کتاب درسی برخی پرتوها جلوی شبکیه و برخی پشت آن به هم برخورد می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** پیرچشمی با عینک‌های ویژه **اصلاح** می‌شود (نه اینکه انعطاف‌پذیری عدسی با عینک درمان می‌شود.) **گزینهٔ (۴):** در پیرچشمی، به دلیل افزایش سن، انعطاف‌پذیری **عدسی** کاهش می‌یابد.

ویژگی‌ها / بیماری	علت	علائم	عینک برای درمان
نزدیک‌بینی	بزرگ بودن بیش از اندازهٔ کرهٔ چشم یا همگرایی بیش از حد عدسی چشم	ناواضح دیدن اجسام دور	استفاده از عینک با عدسی مقعر
دوربینی	کوچک بودن اندازهٔ کرهٔ چشم یا همگرایی خیلی کم عدسی چشم	ناواضح دیدن اجسام نزدیک	استفاده از عینک با عدسی محدب
آستیگماتیسم	سطح عدسی یا قرنیه کاملاً صاف یا کروی نمی‌باشد.	ناواضح دیدن اجسام	استفاده از عینکی که عدم یکنواختی انحنای عدسی یا قرنیه را جبران کند.
پیرچشمی	کاهش انعطاف‌پذیری عدسی با افزایش سن	دشوارشدن تطابق	استفاده از عینک ویژه

۱۵۶۷ (۴) در پیرچشمی عدسی انعطاف‌پذیری مناسب خود را از دست داده و در نتیجه فعالیت ماهیچه‌های مژگانی متصل به تارهای آویزی که قطر عدسی را تغییر می‌دهند نمی‌تواند موجب تغییر مناسب ضخامت عدسی و عمل تطابق شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در بیماری دوربینی می‌توان گفت اندازهٔ کرهٔ چشم از حالت عادی کوچک‌تر است، ولی ممکن است این اختلال به دلیل کمتر شدن همگرائی و قطر عدسی هم باشد. **گزینهٔ (۲):** اولین و دومین محیط شفاف چشم، قرنیه و زلالیه می‌باشند. در افراد مبتلا به آستیگماتیسم، سطح قرنیه یا سطح **عدسی** (یا حتی سطح هر دوی این ساختارها) ناهموار می‌باشد. **گزینهٔ (۳):** برای اصلاح نزدیک‌بینی و دید بهتر اجسام دور، از عدسی **واگرا** استفاده می‌شود که پرتوهای نوری را از یکدیگر دور می‌کند تا در شبکیه به هم برسند.

۱۵۶۸ (۴) عدسی **یا** قرنیه ممکن است در آستیگماتیسم تغییر شکل یابند که عدسی نقش اصلی را در فرایند تطابق دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های قرنیه و عدسی، اکسیژن و مواد غذایی مورد نیاز خود را از **زلالیه** گرفته و کربن‌دی‌اکسید خود را نیز به آن وارد می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** هیچ‌کدام از دو بخش فوق، با جسم‌مژگانی تماس مستقیم ندارند. **گزینهٔ (۳):** اوره فقط در کبد تولید می‌شود.

۱۵۶۹ (۳) مواد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** نوری که از اجسام **بازتابیده** (نه تابیده!) می‌شود را باید درک کنیم. (ب) درست. در آستیگماتیسم کل اجسام دور و نزدیک را واضح نمی‌بینیم ولی در دوربینی، فقط اجسام نزدیک و در نزدیک‌بینی، فقط تصویر اجسام دور را واضح نمی‌بینیم. (ج) **نادرست.** منظور این عبارت، افراد نزدیک‌بین می‌باشند که اجسام دور را واضح نمی‌بینند. *(ولی کور که نیستند!)* (د) **نادرست.** در پیرچشمی فقط توانایی انعطاف‌پذیری برای **عدسی** کاهش یافته است چون قرنیه اصلاً در حالت عادی انعطاف‌پذیری ندارد.

۱۵۷۰ (۴) در نزدیک‌بینی و دوربینی، فرد می‌تواند کرهٔ چشمی متفاوت با حالت طبیعی داشته باشد. در هر دو این حالات، محل همگرایی پرتوهای اجسام نزدیک نسبت به پرتوهای دور در سطحی عقب‌تر در چشم قرار می‌گیرند. پس می‌توان نتیجه گرفت که محل تقاطع پرتوهای بازتابیده شده از اجسام نزدیک‌تر به مراکز مغزی در خارج چشم این افراد دوربین یا نزدیک‌بین نزدیک‌تر می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۲):** در این گزینه‌ها به افراد سالم هم دقت کنید! در افراد سالم هر دو پرتو دور و نزدیک روی شبکیه تشکیل می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** در افراد دارای آستیگماتیسم، ممکن است عدسی یا قرنیه آسیب ببیند. قرنیه بخشی از لایهٔ بیرونی چشم است اما ممکن است عدسی فرد آسیب دیده باشد.

۱۵۷۱ (۱) منظور از هر بخش از چشم انسان که در بیماری آستیگماتیسم می‌تواند آسیب ببیند، قرنیه و عدسی است (منظور از هر لایهٔ کرهٔ چشم انسان که در بیماری آستیگماتیسم می‌تواند آسیب ببیند: لایهٔ خارجی کرهٔ چشم است که قرنیه جزئی از آن می‌باشد. توجه کنیم عدسی جزئی از لایه‌های کرهٔ چشم محسوب نمی شود.)
طبق شکل چشم، صلبیه غلاف اطراف عصب بینایی را تا بخشی محافظت می‌کند که جزئی از لایهٔ خارجی کرهٔ چشم در قسمت عقب عدسی است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در چشم انسان، سومین ساختار همگرا کنندهٔ پرتوهای نور، **عدسی** است. بخش‌هایی که مستقیماً در تماس با عدسی هستند زلالیه، زجاجیه و تارهای آویزی می‌باشند. زلالیه و زجاجیه محیطی شفاف در مسیر عبور نور هستند ولی تارهای آویزی محیط شفاف محسوب نمی‌شوند. (به ترتیب ساختارهای همگراکنندهٔ واقع در مسیر عبور نور و رسیدن به شبکیه: (۱) قرنیه (۲) زلالیه (۳) عدسی (۴) زجاجیه هستند! *راستی! راستی! یک نکتهٔ خارج از کتاب جالب:* اشک که بر روی قرنیه واقع است بسیار اندک در همگرایی پرتوها مؤثر است ولی چون ضخامت آن بر روی قرنیه کم است آن را به حساب نمی‌آوریم.) **گزینهٔ (۳):** عدسی اصلی‌ترین ساختار مؤثر در پدیدهٔ تطابق می‌باشد. اختلال در عدسی می‌تواند در بیماری‌های دوربینی، نزدیک‌بینی، آستیگماتیسم، پیرچشمی و ... مشاهده شود. در بیماری آستیگماتیسم برخی پرتوهای نور روی شبکیه می‌افتند ولی همگی در آن‌جا متمرکز نمی‌شوند. **گزینهٔ (۴):** لایهٔ میانی کرهٔ چشم از عقب به جلو تشکیل شده از مشیمیه، جسم‌مژگانی و عنبیه است. طبق فعالیت صفحهٔ ۲۸ کتاب یازدهم ماهیچهٔ عنبیه نازک‌تر از جسم‌مژگانی می‌باشد. عنبیه با داشتن ماهیچه‌های حلقوی و شعاعی و تنظیم قطر مردمک در میزان تحریک گیرنده‌های بینایی از جمله استوانه‌ای مؤثر است. *(راستی مشیمیه ماهیچه‌ای نیست‌ها!)*

۱۵۷۲ (۱) فقط مورد (د) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. در تشریح چشم، سطحی از چشم که در آن، فاصلهٔ عصب بینایی تا روی قرنیه بیشتر است، سطح **بالایی** چشم است. (ب) نادرست. قرنیه به شکل **تخم‌مرغی** است که سطح پهن آن به طرف **بینی** و سطح باریک آن به طرف **گوش** قرار دارد. (ج) نادرست. عصب بینایی پس از خروج از هر چشم، به سمت مقابل (به سمت بینی) خم می‌شود تا به کیاسمای بینایی برسد. در کیاسما برخی تارهای عصبی آن به سمت تالاموس و نیمکرهٔ مغزی مخالف می‌روند. (د) **درست.** در بین ماهیچه‌ها و کرهٔ چشم، مقداری بافت **چربی** مشاهده می‌شود که در حفاظت از کرهٔ چشم مؤثر است.

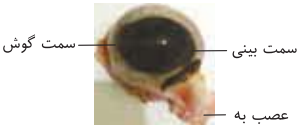
بررسی تشریح چشم گاو

در چشم گاو، قسمتی از قرنیه که به بینی نزدیک‌تر است، ضخیم‌تر می‌باشد.

چشم گاو در بسیاری از مشخصات همانند چشم انسان می‌باشد که نکات آن را در زیر مرور می‌کنیم:

۱) برای تشخیص **بالا و پایین چشم**، باید **فاصلهٔ عصب بینایی تا قرنیه** را در نظر بگیریم. سطحی که در آن **فاصلهٔ عصب تا روی قرنیه بیشتر** است بالای چشم و سطح دیگر **پایین** چشم است.

۲) برای تشخیص **چپ** یا **راست بودن** چشم باید چشم را طوری در دست بگیریم که سطح بالایی آن رو به بالا باشد و **قرنیه** که حالت تخم‌مرغی دارد باید بخش پهن‌تر آن همیشه به سمت بینی و بخش باریک‌تر آن به سمت گوش باشد.



عصب بینایی فاصلهٔ بیشتری تا قرنیه دارد.

۳) برای تشریح ابتدا باید با چاقو، صلبیه را با فاصله یک سانتی‌متری قرنیه سوراخ کرده و برش بدهیم. اگر این کار را به مقدار زیاد انجام دهیم به **زجاجیه** آسیب می‌رسد.

۴) شبکیه، لایهٔ بسیار نازک چشم است و معمولاً هنگام تشریح چشم، جمع می‌شود.

۵) به عصب بینایی هر چشم دقت کنید که پس از خروج از چشم به سمت **مخالف** خود خم می‌شوند تا در مغز در کیاسمای بینایی به هم برسند.

۶) بافت چربی بین ماهیچه‌های اسکلتی و کرهٔ چشم در خارج کرهٔ چشم قرار دارد که اگر آن را جدا کنیم، می‌توان ماهیچه‌های اسکلتی اطراف کرهٔ چشم را مشاهده کرد.

۷) عدسی چشم، محدب‌الطرفین می‌باشد که در دو سطح تفاوت تحدب دارد. در کنار عدسی، جسم‌مژگانی (شامل ماهیچه‌های صاف) و تارهای رشته‌ای آویزی می‌باشند که عدسی را احاطه کرده‌اند با خروج آرام عدسی، می‌توانید مایع زلالیه و مادهٔ زجاجیه را مشاهده کنید.

۸) زلالیه حاصل از تشریح در جلوی عدسی کاملاً شفاف نیست چون مقداری از دانه‌های سیاه ملانین از بخش‌های دیگر چشم رها شده و در آن قرار گرفته‌اند.

۹) جسم‌مژگانی به صورت ماهیچهٔ حلقه‌ای صاف دور عدسی است که عنبیه در سطح داخلی جسم‌مژگانی قرار دارد که از جسم‌مژگانی نازک‌تر و حاوی ماهیچه‌های صاف حلقوی (تنگ‌کنندهٔ مردمک در نور زیاد به کمک پاراسمپاتیک) و صاف شعاعی (گشادکنندهٔ مردمک در نور کم به کمک سمپاتیک) می‌باشد.

۱۰) مردمک وسط عنبیه است و تنها یک حفره است و یاخته ندارد که این حفره را زلالیه پر کرده است. جسم‌مژگانی و عنبیه با هم به لایه‌های چشم در جلو متصل‌اند و اگر آن‌ها را با آسانی جدا کنیم، قرنیه به صورت شفاف و برآمده در جلوی آن دیده می‌شود.

۱۵۷۳ : ۴) در تشریح چشم در مرحلهٔ آخر، جسم‌مژگانی و عنبیه به آسانی جدا می‌شوند و قرنیه شفاف و برآمده دیده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لایهٔ بسیار نازک چشم یعنی شبکیه، ممکن است در هنگام تشریح چشم، جمع شود. **گزینهٔ (۲):** زلالیهٔ چشم گاو **هنگام تشریح** معمولاً شفاف دیده نمی‌شود زیرا تعدادی دانه‌های سیاه ملانین از بخش‌های دیگر چشم در آن رها شده‌اند. **گزینهٔ (۳):** **جسم‌مژگانی**، به صورت حلقه‌ای دور محل استقرار **عدسی** قرار دارد و درون این حلقه، **عنبیه** نیز علاوه‌بر عدسی قرار گرفته است که عنبیه از جسم‌مژگانی نازک‌تر است.

۱۵۷۴ : ۳) مطابق با شکل مربوط به فعالیت تشریح چشم گاو، در صورت ایجاد برش در چشم، زجاجیه به صورت شفاف در وسط کرهٔ چشم قابل مشاهده است و این زلالیه است که به دلیل ورود ملانین‌های مشیمیه به آن، ممکن است کدر شده باشد.

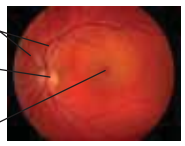
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اتفاقاً برعکس! اگر در هنگام تشریح، قیچی را زیاد **بین صلبیه و قرنیه** فرو ببریم به **زجاجیه** آسیب می‌رسد. **گزینهٔ (۲):** زجاجیه ماده‌ای ژله‌ای است که حجم بیشتر و رگ‌های بیشتری نسبت به مایع جلوی چشم یعنی زلالیه دارد. **گزینهٔ (۴):** زجاجیه چهارمین محیط شفافی است که نور طی مسیر رسیدن تا شبکیه از آن عبور می‌کند. هر محیط شفاف با ایجاد بستری برای عبور نور و همچنین شکست آن، در ایجاد درست تصویر روی شبکیه و تحریک درست یاخته‌های گیرندهٔ نوری در چشم نقش دارد.

۱۵۷۵ : ۱) طبق متن کتاب درسی در فعالیت ۴ فصل ۲ یازدهم، بخشی از چشم گاو که هنگام تشریح ممکن است به علت تجمع دانه‌های سیاه ملانین کاملاً شفاف دیده نشود، **زلالیه** است. زلالیه در چشم انسان مایعی شفاف می‌باشد که فضای جلوی عدسی چشم را پر کرده و از مویرگ‌ها ترشح می‌شود. بنابراین زلالیه نیز لاجرم در تماس با مویرگ خونی قرار دارد. زلالیه در تأمین مواد غذایی و اکسیژن قرنیه و عدسی و جمع‌آوری مواد دفعی آن‌ها و تحویلشان به خون نقش دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** جسم‌مژگانی به شکل حلقه‌ای دور محل استقرار عدسی واقع است. در بیماری آستیگماتیسم ممکن است سطح قرنیه یا عدسی کاملاً کروی و صاف نباشد ولی در این بیماری عملکرد جسم‌مژگانی دچار اختلال نمی‌شود. توجه کنیم بیماری پیرچشمی ممکن است در اثر اختلال در عملکرد جسم‌مژگانی بروز کند که نتوانسته است عدسی را انعطاف‌پذیر کند. **گزینهٔ (۳):** به ظاهر عبارت هیچ مشکلی ندارد! چون ممکن است در نگاه اول بخش اول گزینه را تعبیری برای **قرنیه** بدانیم؛ همچنین می‌دانید قرنیه در محل اتصال به پردهٔ پیوندی سفیدرنگ محکم صلبیه پیوسته نیست و منفذ دارد، ولی ایراد کار کجاست؟! دقت کنید قرنیهٔ چشم گاو با اینکه تخم‌مرغی شکل است ولی بخش باریک آن به سمت گوش و بخش پهن آن به سمت بینی است. **گزینهٔ (۴):** طبق متن کتاب درسی در فعالیت ۴ فصل ۲ یازدهم، بخشی از چشم گاو که هنگام تشریح ممکن است به علت نازک بودن جمع شود، لایهٔ بسیار نازک **شبکیه** است. هنگام مشاهدهٔ شبکیه از مردمک با دستگاه ویژه، لکهٔ زرد که در امتداد محور نوری کرهٔ چشم است، به صورت بخش تیره دیده می‌شود. طبق شکل ۴ فصل ۲ یازدهم، شبکیه در محل لکهٔ زرد ضخامت کمتری دارد.

نکته

در شکل، نقطهٔ کور در سمتی از لکهٔ زرد که در نزدیکی بینی است و با فاصلهٔ کم از آن قرار دارد یعنی در چشم چپ نقطهٔ کور سمت راست لکهٔ زرد و در چشم راست در سمت چپ لکهٔ زرد واقع شده هنگام مشاهدهٔ شبکیه از مردمک با دستگاه ویژه، نقطهٔ کور که محل عبور رگ‌های خونی و خروج عصب بینایی است، به صورت **بخش روشن** دیده می‌شود.



۱۵۷۶ : ۳ ماهیچه‌های عنبیه با تنظیم سوراخ مردمک، مقدار نوری که به شبکیه می‌رسد و به چشم وارد می‌شود را تنظیم می‌کند (بزرگ و کوچک کردن سوراخ مردمک) و تنها ساختاری از لایهٔ میانی که با مشیمیه در ارتباط مستقیم می‌باشد ماهیچه‌های مژگانی می‌باشند. ضخامت عنبیه از ماهیچه‌های مژگانی کمتر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** قسمت پهن‌تر قرنیه به بینی نزدیک‌تر است. بینی دارای گیرنده‌های عصبی بویایی می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** روشی که در گزینهٔ اول گفته شد یکی از روش‌های تشخیص چشم چپ و راست است. روش دیگر بررسی عصب بینایی است که بعد از خروج از چشم به جهت مخالف خم می‌شود. دقت کنید که فاصلهٔ قرنیه تا عدسی برای تشخیص بالا و پایین کرهٔ چشم به کار می‌رود. **گزینهٔ (۴):** زلالیه مواد دفعی عدسی را مستقیماً دریافت می‌کند. در تشریح چشم گاو زلالیه به دلیل وجود ملانین شفاف نیست.

۱۵۷۷ : ۱ هیچ‌کدام از موارد صحیح نیستند.

بررسی موارد (الف) گیرنده‌های مکانیکی درون گوش، در دو حس **شنیدن** و **تعادل** بدن نقش دارند. دقت کنید که بخش تعادلی گوش درونی به همراه گیرنده‌های وضعیتی، به مغز در تشخیص وضعیت بدن کمک می‌کند ولی گوش فاقد گیرندهٔ وضعیتی می‌باشد. (ب) لالهٔ گوش امواج صوتی را جمع‌آوری و بخش دارای **موهای** (نه مژک‌های) کرک‌مانند، آن‌ها را به بخش میانی منتقل می‌کند. (ج) غده‌های درون **مجرای گوش**، موادی ترشح می‌کنند که نقش حفاظتی دارند. (د) **بخش انتهایی مجرای** شنوایی از گوش خارجی به همراه کل بخش‌های میانی و درونی گوش، توسط استخوان گیجگاهی محافظت می‌شوند.

۲۰۰ گوش انسان

بخش‌های گوش انسان	ساختارهای تشکیل دهنده	وظیفه	نکات
گوش بیرونی	لالهٔ گوش	جمع‌آوری امواج صوتی	از جنس غضروف
	مجرای شنوایی	انتقال امواج صوتی به گوش میانی	○ دارای موهای کرک‌مانند و غدد برون‌ریز ○ انتهای مجرای شنوایی در استخوان گیجگاهی دارای پردهٔ صماخ است.
گوش میانی	استخوان چکشی استخوان سندانی استخوان رکابی	دریافت ارتعاشات از پردهٔ صماخ و انتقال آن‌ها به سمت دریچهٔ بیضی + یکسان کردن فشار هوا در دو طرف پردهٔ صماخ به کمک شیپور استاش	○ دارای بافت‌های استخوانی اسفنجی و متراکم ○ به صورت یک محفظهٔ استخوانی پرهوا می‌باشد.
گوش درونی	بخش حلزونی پایین‌تر	تولید پیام عصبی شنوایی و ارسال آن به مغز	دارای یاخته‌های مژک‌دار حسی و مادهٔ ژلاتینی و مایع پیرامونی
	بخش دهلیزی بالاتر	تولید پیام تعادلی به دنبال تغییر موقعیت سر و ارسال آن به مخچه	دارای سه مجرای عمود بر هم نیم‌دایره‌ای و یاخته‌های مژک‌دار حسی و مادهٔ ژلاتینی و مایع پیرامونی

۱۵۷۸ : ۳ شیپور استاش، مجرایی است که حلق را به گوش میانی مرتبط کرده و سبب یکسان شدن فشار هوا در دو طرف پردهٔ صماخ می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پردهٔ صماخ، در **انتهای مجرای گوش** (مربوط به گوش بیرونی) است و بین گوش بیرونی و میانی قرار دارد. **گزینه‌های (۲) و (۴):** گوش میانی، محفظهٔ استخوانی پر از **هواست** که درون آن، ۳ استخوان کوچک **چکشی، سندانی و رکابی** به ترتیب در پشت پردهٔ صماخ قرار گرفته و به هم مفصل شده‌اند.

• گوش میانی

گوش میانی محفظهٔ **استخوانی پر از هوا** می‌باشد که وظیفهٔ انتقال صدا از گوش بیرونی به گوش درونی را دارد. این بخش **کاملاً در استخوان گیجگاهی** قرار دارد و حاوی سه استخوان کوچک از اسکلت محوری (فصل ۳) می‌باشد. این بخش توسط مجرایی به نام شیپور استاش با حلق ارتباط دارد.

• استخوان‌های گوش میانی

هر گوش در بخش **میانی** خود حاوی **سه** استخوان **کوچک** چکشی، سندانی و رکابی می‌باشد. این استخوان‌ها به ترتیب در پشت پردهٔ صماخ تا دریچهٔ بیضی قرار گرفته‌اند به‌طوری که **دستهٔ** استخوان چکشی به پردهٔ صماخ متصل است و از بالا با استخوان سندانی مفصل برقرار می‌کند. استخوان سندانی از خارج و بالا با استخوان چکشی و از داخل با استخوان رکابی مفصل و استخوان رکابی از **کف** خود دو شاخه شده و به پردهٔ نازک دریچهٔ بیضی در مدخل گوش داخلی متصل می‌شود برخورد امواج صوتی به پردهٔ صماخ سبب لرزش استخوانچه‌های گوش میانی شده و این لرزش سرانجام از راه استخوان رکابی به بخش ابتدایی گوش درونی یعنی دریچهٔ بیضی می‌رسد.

نکته

- در گوش میانی و محفظه‌های آن مایع وجود ندارد ولی پر از هواست. البته در هنگام بیماری‌ها ممکن است چرک در آن جمع شود.
- با توجه به شکل گوش، ضخامت استخوان چکشی از همه بیشتر و رکابی از همه کمتر است.
- با توجه به شکل استخوان‌های چکشی و سندانی توسط رباط‌هایی به استخوان گیجگاهی متصل‌اند.

۱۵۷۹ : ۴ همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) **امواج صوتی** پس از عبور از مجرای گوش، به پردهٔ صماخ برخورد کرده و آن را به ارتعاش در می‌آورند. در این حالت هنوز پیامی تشکیل نشده زیرا گیرنده‌ای در گوش درونی تحریک نشده است. (ب) **دستهٔ** استخوان چکشی، روی پردهٔ صماخ قرار دارد و با ارتعاش آن، استخوان‌های سندانی و رکابی نیز مرتعش می‌شوند. (ج) **کف** استخوان رکابی، روی دریچهٔ بیضی قرار گرفته و لرزش آن، پردهٔ بیضی را می‌لرزاند. (د) لرزش پردهٔ بیضی، مایع درون بخش **حلزونی** گوش را به لرزه در می‌آورد.

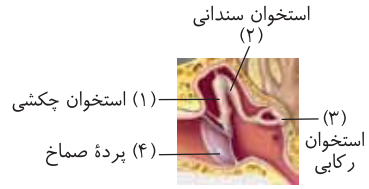
۱۵۸۰ : ۲ مطابق با شکل کتاب، قسمت پهن‌تر استخوان سندانی که با استخوان چکشی مفصل تشکیل داده به سقف گوش میانی نزدیک‌تر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** عصب تعادلی نسبت به عصب شنوایی در سطح بالاتری قرار گرفته است. **گزینهٔ (۳):** دستهٔ استخوان چکشی روی پردهٔ صماخ قرار گرفته است. **گزینهٔ (۴):** مطابق با متن کتاب و شکل نشان داده شده لالهٔ گوش و بخشی از مجرای شنوایی توسط استخوان گیجگاهی جمجمه محافظت نمی‌شوند.

۱۵۸۱ : ۱ با توجه به شکل‌نامهٔ قبلی، استخوان رکابی بالاتر از بخش حلزونی و پایین‌تر از مجاری نیم‌دایره قرار دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** با توجه به شکل‌نامه، بخش بالایی مجرای گوش بیشتر از بخش پایینی توسط استخوان محافظت می‌شود و ضخامت استخوان گیجگاهی در سطح بالایی مجرای شنوایی، بیشتر است. **گزینهٔ (۳):** دریچهٔ بیضی همانند شاخهٔ دهلیزی عصب گوش، بالاتر از پردهٔ صماخ قرار گرفته است. **گزینهٔ (۴):** بخش تعادلی بالاتر از بخش شنوایی گوش است و با چند انشعاب به مجاری نیم‌دایره متصل می‌باشد.

۱۵۸۲ (۳) تنها مورد (ب) درست است.



بررسی موارد (الف) پردهٔ صماخ بین گوش بیرونی و میانی قرار گرفته و گیرندهٔ شنوایی ندارد. (ب) طبق شکل از میان استخوان‌های درون گوش میانی، تنها سندانی دو مفصل با استخوان‌های دیگر گوش میانی تشکیل می‌دهد. (ج) میان استخوان رکابی و مایع بخش حلزونی گوش درونی، پردهٔ بیضی قرار دارد و ارتباط مستقیم مشاهده نمی‌شود. (د) هم استخوان چکشی و هم استخوان رکابی در تماس با نوعی پرده (به‌ترتیب صماخ و بیضی) مشاهده می‌شوند.

۱۵۸۳ (۴) بخش یکنواخت پردهٔ صماخ با توجه به شکل کتاب به سمت گوش بیرونی است که بخش کوچکی از مجرای گوش توسط استخوان گیجگاهی محافظت می‌شود. پردهٔ صماخ به سمت گوش میانی مانند دو ضلع یک مثلث شده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در قسمت پایینی شیپور استاش، از یک قسمت به بعد، دیگر بافت استخوانی دیده نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** گیرنده‌های حس وضعیت و تعادلی، پیام وضعیت بدن را به مخچه می‌فرستند. **گزینهٔ (۳):** فاصلهٔ استخوان چکشی تا عصب شنوایی مدنظر است که بیشتر از دو استخوان کوچک دیگر گوش میانی است.

۱۵۸۴ (۳) تنها مورد (د) نادرست است. منظور سؤال، **گوش** است که ۲ نوع حس (تعادلی و شنوایی) از ۵ حس ویژه را به خود اختصاص می‌دهد.

بررسی موارد (الف) مغز میانی که در زیر اپی‌فیز و بالاترین قسمت ساقهٔ مغز می‌باشد، در بینایی، شنوایی و حرکت نقش دارد. بخش حلزونی (شنوایی) گوش می‌تواند سبب تغییر پتانسیل یاخته‌های آن شود. (ب) پشتی‌ترین بخش اصلی مغز، مخچه است که اختلال در بخش دهلیزی گوش همانند اختلال در مخچه می‌تواند در حرکت بدن اختلال ایجاد کند. (ج) مغز استخوان برای اریتروپویتین گیرنده دارد. این هورمون توسط کبد و کلیه‌ها تولید می‌شود. (د) دقت کنید در گوش، مکانیسم‌ها و گیرنده‌هایی نیز وجود دارند که می‌توانند سبب جلوگیری از آسیب بافتی و در نتیجه جلوگیری از التهاب و ترشح هیستامین شوند.

۱۵۸۵ (۴) به دنبال باز شدن کانال‌های یونی غشای گیرنده‌ها، پیام عصبی ایجاد و بخش شنوایی عصب گوش پیام ایجاد شده را به مغز می‌برد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لرزش مایع مجرای حلزونی، سبب لرزش پوشش ژلاتینی می‌شود. البته در کتاب درسی در مورد لرزش پوشش ژله‌ای در بخش حلزونی صحبتی نکرده است! **گزینهٔ (۲):** به دنبال خم شدن مژک‌های گیرنده‌های شنوایی، کانال‌های یونی غشای گیرنده‌ها باز و این یاخته‌ها **تحریک** می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** مژک‌های گیرنده‌های شنوایی صرفاً با مادهٔ (پوشش) ژلاتینی در تماس‌اند و **کاملاً در آن فرونرفته‌اند.**

نکته

امواج صوتی ← لالهٔ گوش (جمع‌آوری) ← مجرای شنوایی (انتقال) ← پردهٔ صماخ (لرزش) ← چکشی (لرزش) ← سندانی (لرزش) ← رکابی (لرزش) ← دریچهٔ بیضی (لرزش) ← مایع درون حلزون (لرزش) ← پوشش ژلاتینی (لرزش) ← مژک‌های یاخته‌های مژک‌دار (خم شدن) ← تولید پیام عصبی (ایجاد پتانسیل عمل) ← انتقال پیام ← نورون حسی ← عصب شنوایی (اجتماع آکسون‌ها) ← تالاموس (پردازش اولیه و تقویت پیام) ← قشر مخ (در لوب گیجگاهی برای پردازش نهایی و درک آن)

۱۵۸۶ (۱) فقط مورد (ب) صحیح است. منظور سؤال پردهٔ **صماخ** است که باعث ارتعاش دستهٔ استخوان **چکشی** می‌شود که بر روی آن قرار دارد.

۲۰۱ انواع پرده در ساختار گوش

ویژگی‌ها / پردهٔ گوش	مکان	تماس با	عملکرد
پردهٔ صماخ	انتهای مجرای شنوایی، میان گوش بیرونی و میانی	دستهٔ استخوان چکشی	به ارتعاش درآمدن به دلیل برخورد امواج صوتی با آن
پردهٔ دریچهٔ بیضی	میان گوش میانی و بخش حلزونی گوش داخلی	کف استخوان رکابی	انتقال ارتعاشات به گوش درونی

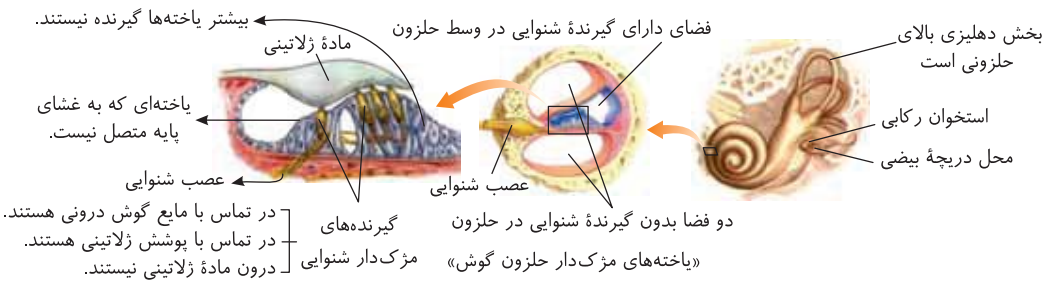
بررسی موارد (الف) پردهٔ انتهای مجرای شنوایی پردهٔ **صماخ** است که استخوان چکشی به پشت آن متصل است ولی اطراف این استخوان مایع نیست (در گوش میانی، هوا وجود دارد نه مایع !). (ج) در تماس با استخوان سندانی، پرده‌ای در گوش نداریم. استخوان سندانی از دو طرف با استخوان مفصل شده است. (د) پردهٔ زیر کف استخوان رکابی دریچهٔ بیضی است که باعث لرزش مایع بخش **حلزونی** می‌شود (نه دهلیزی).

۱۵۸۷ (۳) موارد (الف)، (ج) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** با توجه به شکل، درون بخش حلزونی، **سه مجرا** وجود دارد که همگی دارای مایع می‌باشند. مجرای میانی حاوی گیرنده‌های شنوایی مژک‌دار و یاخته‌های به هم فشردهٔ پشتیبان در یک یا چند لایه می‌باشد. (ب) نادرست. با توجه به شکل، عصب شنوایی در قسمت مجراهای درون بخش حلزونی قرار نگرفته است. (ج) **درست.** با توجه به شکل یاخته‌های غیرگیرنده، دارای اندازه و شکل متفاوت هستند. (د) **درست.** مادهٔ ژلاتینی، توسط پوشش خود به گیرنده‌های مژک‌دار شنوایی و قسمتی کوچک از سایر یاخته‌ها متصل است ولی یاخته‌های عصبی به گیرنده‌ها متصل‌اند.

نکته

بیشتر یاخته‌های بخش حلزونی از بافت پوششی با فضای بین‌یاخته‌ای کم به وجود آمده‌اند که در بین آن‌ها تعداد کمی از یاخته‌های گیرنده‌های شنوایی مژک‌دار قرار دارند. دقت کنید که مژک گیرنده‌ها در بخش حلزونی درون مادهٔ ژلاتینی نمی‌باشند بلکه با **پوشش** محفظه‌ای در اتصال است که درون آن مادهٔ ژلاتینی قرار دارد. مادهٔ ژلاتینی حلزون گوش درونی روی یاخته‌های معمولی پوششی و یاخته‌های گیرنده را پوشانده است ولی بیشتر یاخته‌های زیر آن فاقد مژک و فاقد خاصیت گیرندگی می‌باشند. دقت کنید که دندریت‌ها فقط به یاخته‌های مژک‌دار که گیرنده هستند متصل می‌باشند و از طرفی یاخته‌های فاقد مژک اندازه و شکل متفاوتی دارند.



۱۵۸۸: (۲) این شکل در مورد بخش **حلزونی** یا شنوایی گوش درونی می‌باشد که حاوی گیرنده‌های مژک‌دار شنوایی است. عصب (الف) خارج شده از آن به مغز میانی، تالاموس و قشر مخ می‌رود.

نکته

در گوش داخلی
- بخش حلزونی
  - در سطح پایین‌تری قرار دارد (نادرستی گزینهٔ (۱)).
  - مجاری عمود بر هم ندارد (نادرستی گزینهٔ (۴)).
  - گیرندهٔ آن با **پوشش** ژلاتینی در اتصال است.
- بخش دهلیزی
  - در سطح بالاتری از بخش حلزونی قرار دارد (نادرستی گزینهٔ (۳)).
  - سه مجرای عمود بر هم با مژک‌هایی درون مادهٔ ژلاتینی دارد.
  - برای تعادل به مخچه پیام می‌دهد.

۱۵۸۹: (۴) مجرای شنوایی گوش در گوش **بیرونی** قرار دارد و به مجراهایی که درون حلزون گوش و مجراهای نیم‌دایره‌ای وجود دارد، مجرای شنوایی گفته نمی‌شود و می‌دانید که در این مجرا مایعی وجود ندارد (نادرستی گزینهٔ (۴)). *ببینید عزیزان، کل این تست کنکور در یک نکتهٔ انحرافی خلاصه شده بود!*

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هم بخش تعادلی و هم بخش شنوایی، پیام‌های خود را به مغز می‌فرستند؛ پیام‌های شنوایی در مخ پردازش می‌شوند اما پیام‌های تعادلی به‌طور ویژه به مخچه می‌روند. اما به این معنی نیست که پیام تعادلی به مخ (بخش اصلی مغز) نمی‌رود. **گزینهٔ (۲):** فقط گیرنده‌های بخش شنوایی در پی لرزش دریچهٔ بیضی تحریک می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** برای ایجاد پیام الکتریکی، نیاز به وجود اختلاف پتانسیل در دو سوی غشا است. توجه کنید که این یاخته‌ها نورون نیستند اما می‌توانند پیام عصبی تولید کنند و به نورون پس از خود برسانند (خواهید خواند که تمام یاخته‌های زنده در دو سوی خود اختلاف پتانسیل الکتریکی دارند).

۱۵۹۰: (۴) در قسمت شنوایی گوش، به ترتیب، پردهٔ صماخ، استخوانچه‌های گوش میانی، دریچهٔ بیضی و مایع درون بخش حلزونی به ارتعاش یا لرزش در می‌آیند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. خم شدن مایع ژلاتینی مخصوص بخش **تعادلی** گوش است. **گزینهٔ (۲):** نادرست. استخوان چکشی و سایر استخوان‌های گوش میانی سبب تحریک دریچهٔ بیضی و عمل شنوایی می‌شوند. از طرفی استخوان **چکشی** دسته‌ای روی پردهٔ صماخ دارد که دو طرف آن هواست (نه مایع). **گزینهٔ (۴):** نادرست. پردهٔ صماخ، غده ندارد و کاملاً در استخوان گیجگاهی است. **گزینهٔ (۴):** **درست.** پردهٔ دریچهٔ بیضی منظور است که در تماس با استخوان گیجگاهی و رکابی است.

۱۵۹۱: (۳) فقط مورد (د) صحیح است. منظور سؤال بخش دهلیزی یا تعادلی گوش می‌باشد!

بررسی موارد (الف) یاخته‌های **مژک‌دار**حس تعادل در **قاعدهٔ** مجاری نیم‌دایره قرار گرفته‌اند و حرکت سر، عامل اولیهٔ تحریک این یاخته‌ها می‌باشد. (ب) مژک‌های گیرنده‌های بخش حلزونی گوش، **برخلاف** بخش دهلیزی، **کاملاً در مادهٔ ژلاتینی فرو نرفته و فقط با پوشش حاوی آن در تماس‌اند.** (ج) **آکسون** یاخته‌های حسی که شاخهٔ تعادلی عصب گوش را می‌سازند، پیام را به مغز برده و آن را از موقعیت سر آگاه می‌کنند. (د) مغز برای حفظ تعادل بدن، به‌جز گیرنده‌های تعادل و وضعیت، از گیرنده‌های دیگری نیز کمک می‌گیرد. کتاب درسی در خط آخرِ صفحهٔ دارای تیتر **حفظ تعادل** عنوان کرده است که گیرنده‌های وضعیت یکی از این مثال‌هاست!

۱۵۹۲: (۴) پیام حس تعادلی گوش، به بخش‌هایی از مغز مانند **تالاموس و مخچه** می‌رود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** *در بخش دهلیزی گوش، لرزش و این سوسول‌بازی‌ها برای مایع و مادهٔ ژلاتینی نداریم! بلکه فیلی هوی حرکت و خمش مایع و مادهٔ ژله‌ای را داریم!* **گزینهٔ (۲):** در بخش دهلیزی، گیرنده‌های **تعادلی** داریم (نه شنوایی!) **گزینهٔ (۴):** در قسمت دهلیزی گوش، به دنبال حرکت مایع، مادهٔ ژلاتینی خم می‌شود نه برعکس! *کلاً یادتون باشه: لرزش مخصوص بخش حلزونی و خمش مایع مخصوص بخش دهلیزیه البته به‌جز خمش مژک که در هر دو قسمت وجود داره!*

مسیر تحریک و اثر پیام‌های تعادلی گوش

حرکت سر ← حرکت مایع مجاری نیم‌دایره ← حرکت و خمش مادهٔ ژلاتینی ← خم شدن مژک‌های یاخته‌های گیرنده ← تولید پیام عصبی در گیرندهٔ تعادلی ← انتقال پیام عصبی ← تحریک نورون حسی ← عصب دهلیزی (تعادلی) ← مخچه ← مخ

۱۵۹۳: (۲) موارد (ب) و (د) صحیح می‌باشند. بخش دهلیزی گوش انسان، مخصوص کمک به **تعادل** بدن است.

جریان مایع درون مجرا

بررسی موارد (الف) نادرست. گیرنده‌های مژک‌دار بخش دهلیزی، دارای مژک‌هایی در تماس با **مادهٔ ژلاتینی** اطراف می‌باشند ولی با مایع اطراف آن‌ها در مجاری نیم‌دایره تماسی ندارند. (ب) **درست.** دقت کنید که بخش تعادلی گوش، مخچه و کلاً مغز را از موقعیت و وضعیت سر آگاه می‌کند ولی گیرندهٔ وضعیتی ندارد. (ج) نادرست. در بخش دهلیزی گوش، با حرکت مایع پیرامونی، **ابتدا** مادهٔ ژله‌ای و مژک‌ها خمش یافته و سپس پتانسیل عمل و باز شدن کانال رخ می‌دهد. (د) **درست.** بخش دهلیزی گوش، پیام خود را به **مخچه** در پشت ساقهٔ مغز می‌دهد که مخچه توسط پرده‌های پیوندی مننژ و استخوان (پیوندی) محافظت می‌شود.

بخش تعادلی گوش درونی

در گوش درونی، بخشی به نام **دهلیزی** وجود دارد که مخصوص **تعادل بدن** می‌باشد. این بخش در هر گوش از سه مجرای عمود بر هم در سه جهت فضا به نام مجاری نیم‌دایره تشکیل شده است. **درون مجاری نیم‌دایره تعدادی یاخته‌های مژک‌دار گیرندهٔ تعادلی به همراه مادهٔ ژلاتینی وجود دارد. حرکت سر** به عنوان **محرک**، سبب حرکت مایع درون مجرا و سپس خم کردن پوشش ژلاتینی **درون** مجاری نیم‌دایره به یک طرف می‌شود. این اعمال **سبب خم شدن مژک‌های یاخته‌های گیرنده تعادلی** می‌شود. خم شدن مژک‌ها سبب تحریک یاخته گیرنده و ایجاد پیام عصبی در آن می‌شود. این یاخته‌های غیرعصبی که گیرنده مکانیکی بخش تعادلی (دهلیزی) گوش درونی هستند، پیام عصبی را به یاخته عصبی حسی تعادلی گوش درونی منتقل می‌کنند. آکسون این یاخته‌های عصبی حسی، شاخه دهلیزی یا تعادلی عصب گوش درونی را تشکیل می‌دهند که پیام را به مغز و به ویژه قسمت **مخچه** برای حفظ تعادل می‌برند و فرد را از موقعیت سر آگاه می‌کنند. دقت کنید که مغز (مخچه) برای حفظ تعادل علاوه‌بر گوش درونی، از گیرنده‌های وضعیتی یا کشش ماهیچه‌ها، زردپی، مفاصل و... نیز اطلاعاتی دریافت می‌کند.

۱۵۹۴: (۱) با دقت در شکل کتاب (شکل‌نامهٔ قبل) متوجه می‌شوید که **بیشتر** یاخته‌های مجرای نیم‌دایره **بدون مژک** هستند و به نورون حسی متصل **نیستند** و **دارای زوائد نمی‌باشند** (نادرستی موارد (الف) و (ج)). مجاری نیم‌دایره اطلاعات را در نهایت به **مخچه** می‌دهند (نادرستی مورد (د)) ولی فواصل بین یاخته‌های مورد نظر **بسیار اندک** است زیرا متعلق به بافت پوششی استوانه‌ای تک‌لایه هستند (درستی مورد (ب)).

۱۵۹۵ (۲) برای لرزش مایع اطراف گیرنده‌های شنوایی باید امواج صوتی با انتقال مکانیکی از طریق استخوان‌های کوچک گوش میانی، موجب لرزش مایع موجود در حلزونی گوش شود تا گیرنده‌ها تحریک شوند. (ولی در گیرنده‌های تعادلی امواج صوتی نقشی ندارند.)

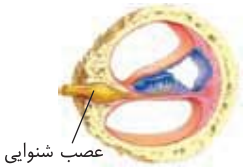
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به شکل کتاب در مقطع حلزون گوش ۳ فضا وجود دارد که فقط فضای میانی حاوی گیرنده‌های شنوایی می‌باشد. **گزینهٔ (۳):** با حرکت سر، مایع اطراف گیرنده‌های تعادلی در گوش درونی جابه‌جا می‌شود و همین امر باعث حرکت مادهٔ ژله‌ای و در ادامهٔ آن حرکت مژک‌ها و تحریک این گیرنده‌ها می‌شود. **گزینهٔ (۴):** از انتهای مجرای گوش بیرونی به سمت داخل، اجزای گوش توسط استخوان گیجگاهی جمجمه محافظت می‌شوند.

در بخش حلزونی: لرزش مایع حلزونی ← خمش مژک‌ها

در بخش دهلیزی: حرکت مایع مجرای نیم‌دایره ← خم کردن مادهٔ ژلاتینی به یک طرف ← خمش مژک‌ها

۱۵۹۶ (۳) با توجه به شکل در قسمت حلزون گوش داخلی انسان، سه مجرا دیده می‌شود که گیرنده‌های مژک‌دار شنوایی در کوچک‌ترین این حفره‌ها قرار می‌گیرند. *(چند بار تکرار کرد؟!)*

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به شکل سمت چپ، پردهٔ صماخ به صورت مورب قرار گرفته و طول قسمت پایینی مجرای شنوایی از طول قسمت بالایی آن بیشتر است. **گزینهٔ (۲):** استخوان چکشی دارای دو قسمت سر و دسته می‌باشد که دستهٔ آن به پردهٔ صماخ و سر آن به قسمت ضخیم‌تر استخوان سندانی متصل است. **گزینهٔ (۴):** این گزینه نیاز به بررسی دقیق شکل دارد. با توجه به شکل سمت چپ شاخهٔ تعادلی عصب گوش از شاخهٔ شنوایی آن بالاتر است. در شکل سمت راست هم مشخص است که عصب تعادلی از **۵ شاخه** تشکیل شده است و دو تا از پایه‌های سه مجرای مختلف با هم یکی می‌شوند.



۱۵۹۷ (۲) با توجه به شکل ۱۰ و ۱۱ کتاب درسی، یاخته‌های پوششی در مجاری نیم‌دایره برخلاف بخش حلزونی **دریک ردیف** قرار دارند؛ ولی در بخش حلزونی (شنوایی) چند ردیف یاخته نیز وجود دارند، پس نمی‌توان گفت همگی به غشای پایه متصل هستند.

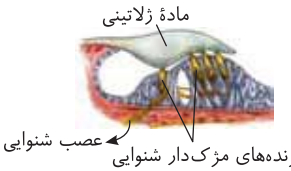
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در بخش دهلیزی گوش، با حرکت مادهٔ ژلاتینی، مژک‌ها خم می‌شوند (نه یاخته‌های مژک‌دار) و از طرفی خمش مادهٔ ژله‌ای فقط در بخش نیم‌دایرهٔ (دهلیزی) وجود دارد. **گزینهٔ (۳):** دقت کنید که اندازهٔ یاخته‌های پوششی در بخش حلزونی با یکدیگر یکسان نیست. **گزینهٔ (۴):** گیرندهٔ شنوایی و تعادلی، هیچ‌کدام از نوع وضعیتی نمی‌باشند ولی گیرندهٔ تعادلی وضعیت سر را به مغز مخابره می‌کند.

۱۵۹۸ (۴) در ساختار گوش داخلی انسان، حلزون گوش و مجاری نیم‌دایره‌ای قرار گرفته‌اند. در بین و اطراف گیرنده‌های تعادلی و شنوایی گوش انسان، یاخته‌های پشتیبانی قرار گرفته‌اند که از جنس بافت پوششی بوده و فراوان‌تر از خود گیرنده‌ها می‌باشند. این یاخته‌ها فاقد مژک‌اند و رشته‌های عصبی از آن‌ها خارج نمی‌شوند؛ بنابراین در دو سمت آن‌ها اجزای رشته‌مانند دیده نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیرنده‌های تعادلی و شنوایی مژک‌دار می‌باشند. مژک در گیرنده‌های شنوایی با پوشش ژلاتینی در تماس است و خود یاخته هم با مایع درون مجرای حلزون در تماس می‌باشد؛ اما در گیرنده‌های تعادلی یاخته به‌طور کامل توسط پوشش و مایع ژلاتینی احاطه شده است و با مایع درون مجرا ارتباطی ندارد. **گزینهٔ (۲):** گیرنده‌های تعادلی به مخچه پیام عصبی ارسال می‌نمایند. دقت کنید که این گیرنده‌ها یاخته‌های عصبی نیستند و فاقد دندریت می‌باشند. **گزینهٔ (۳):** گیرنده‌های تعادلی و شنوایی به همراه یاخته‌های پشتیبان مجاری نیم‌دایره و کمی از پشتیبان‌های بخش حلزونی با پوشش ژلاتینی در تماس‌اند. گیرنده‌ها در تولید بخشی از پیام‌های خروجی از گوش نقش دارند اما یاخته‌های پشتیبان پیامی ارسال نمی‌کنند.

۱۵۹۹ (۴) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) با توجه به شکل، یاخته‌های بافت پوششی فراوان‌ترین یاخته‌هایی هستند که در سطح درونی مجرای میانی بخش حلزونی مشاهده می‌شوند. این یاخته‌ها شکل‌های متفاوتی دارند. (ب) فراوان‌ترین یاخته‌های سطح درونی بخش دهلیزی گوش، یاخته‌های پوششی هستند که فقط بعضی از آن‌ها که لابه‌لای گیرنده‌ها هستند، در تماس با مادهٔ ژلاتینی هستند. (ج) کمترین یاخته‌های سطح درونی مجرای میانی بخش حلزونی، گیرنده‌های مکانیکی شنوایی هستند که با توجه به شکل در تماس با غشای پایه نیستند. (د) کمترین یاخته‌های سطح درونی بخش دهلیزی، گیرنده‌های مکانیکی تعادلی هستند که درون مجاری نیم‌دایره قرار دارند. این گیرنده‌ها با حرکت مایع (نه لرزش) تحریک می‌شوند. گیرنده‌های شنوایی با لرزش مایع مخصوص خود تحریک می‌شوند.



۱۶۰۰ (۲) با ارتعاش مایع مجرای نیم‌دایره و **حرکت** و خمش پوشش ژلاتینی، گیرنده‌های **تعادلی** تحریک شده و کانال‌های یونی غشا باز می‌شوند تا پتانسیل عمل آغاز شود ولی گیرنده‌های شنوایی حلزون‌ها با لرزش پوشش ژلاتینی تحریک می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید گیرنده‌ها محرک را دریافت و خود آن‌ها پیام عصبی ایجاد می‌کنند! **گزینهٔ (۳):** با توجه به شکل کتاب درسی، مژک‌های یاخته‌های تعادلی گوش، تنها با مادهٔ ژلاتینی در تماس بوده و با مایع درون مجرای حلزونی در تماس نیستند. **گزینهٔ (۴):** گیرنده‌های تعادلی جزء گیرنده‌های حواس **ویژه** هستند (نه پیکری!).

۱۶۰۱ (۲) گیرنده‌های حسی موجود در گوش درونی، شامل **گیرندهٔ شنوایی**، **گیرندهٔ تعادلی** و **گیرندهٔ درد** هستند که همگی به نحوی در ارسال پیام به سمت بخش اصلی مغز (مخ) نقش دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تحریک گیرنده‌های درد با تعادل، ارتباطی با لرزش دریچهٔ بیضی ندارد. **گزینهٔ (۳):** هیچ‌یک از گیرنده‌های موجود در گوش درونی، گیرندهٔ حس وضعیت نیستند! گیرنده‌های حس وضعیت طبق متن کتاب درسی در کپسول مفصلی، ماهیچه‌های اسکلتی و زردپی‌ها یافت می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** درون **مجرای شنوایی** در فرد سالم در حالت عادی مایع نداریم! فقط ترشحات غدد درون مجرا دیده می‌شوند که ارتباطی با تحریک گیرنده‌های گوش درونی ندارند.

۱۶۰۲ (۲): منظور گیرندهٔ بویایی است که نوعی یاختهٔ عصبی محسوب می‌شود. آسهٔ این گیرنده‌ها می‌توانند از میان غشای پایهٔ قرار گرفته در زیر یاخته‌های پوششی موجود در سقف حفرهٔ بینی منافذی ایجاد کنند و از طریق این منافذ از غشای پایه (لایه‌ای از مولکول‌های گلیکوپروتئینی و پروتئینی) عبور کنند تابه پیاز بویایی بروند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیرنده‌های بویایی تنها در سقف حفرهٔ بینی وجود دارند و در سراسر مجاری هادی و در قسمت‌های جانبی بینی یافت نمی‌شوند. **گزینهٔ (۳):** پیام‌های عصبی تولید شده توسط این گیرنده‌ها به سمت پیازهای بویایی می‌روند، این پیازهای بویایی در مغز قرار دارند. (نه سقف حفرهٔ بینی!) **گزینهٔ (۴):** زائده‌های مژک‌مانند این یاخته‌های عصبی بر روی دارینهٔ این یاخته‌ها قرار گرفته است. (نه جسم‌یاخته‌ای!)

نکته

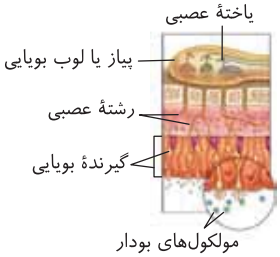
مولکول‌های بودار ← یاخته‌های گیرندهٔ بویایی و تحریک ← ایجاد پیام عصبی و پتانسیل عمل ← هدایت پیام عصبی در یاختهٔ گیرنده ← عبور آکسون یاختهٔ گیرنده از بین یاخته‌های پوششی استوانه‌ای تک‌لایه و غشای پایه و منافذ استخوان جمجمه ← رفتن به سمت پیازهای بویایی ← سیناپس با نورون‌های حسی در پیاز بویایی ← ارسال پیام از طریق لیمبیک به قشر مخ و درک بو

۱۶۰۳ (۳): یاخته‌های پوششی استوانه‌ای اطراف گیرنده‌های بویایی فراوان‌ترین یاخته‌ها هستند و نسبت به گیرنده‌ها حجم بیشتری دارند. دنای خطی و هستهٔ این یاخته‌ها در سطح پایین‌تری از هستهٔ گیرنده‌ها قرار گرفته است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ مخاط در لایهٔ مخاطی جانبی مجرای حفرهٔ بینی قرار دارند (نه در سقف آن!) **گزینهٔ (۲):** *گیرنده‌ها کی باشن که درک و پردازش هم بکنن!! این کارها مخصوص رئیس کل یعنی قشر مخ!!* **گزینهٔ (۴):** گیرنده‌های بویایی در بین گیرنده‌های حس ویژه، تنها گیرنده‌های دارای سیناپس با یاخته‌های دستگاه عصبی **مرکزی** هستند. ولی قطورترین یاخته‌های سقف بینی پشتیبان‌ها در اطراف گیرنده‌ها هستند.

۹۵ شکل‌نامهٔ بویایی

- هم پشت و هم جلوی لوب بویایی، با حجم متفاوت حفره‌ای دیده می‌شود.
- بخش عمدهٔ استخوان دنده همانند استخوان حفرهٔ بینی، بافت استخوانی اسفنجی می‌باشد چون از نوع پهن هستند. *(در شکل باید این‌ها را ببینیدا)*
- زائده‌های گیرندهٔ بویایی همانند مژک‌های گیرندهٔ خط جانبی ماهی، اندازهٔ نابرابری دارند.
- همهٔ یاخته‌های سقف حفرهٔ بینی، با مولکول‌های هوا در تماس مستقیم نمی‌باشند مثل یاخته‌های کوچک قاعده‌ای.
- یاخته‌های پوششی که در اطراف گیرنده‌های بویایی قرار دارند، زائده‌دار نمی‌باشند.
- تعدادی یاختهٔ کوچک بدون اتصال با مولکول‌های بودار در قسمت بالایی، سقف حفرهٔ بینی در بین سایر یاخته‌ها و در تماس با غشای پایه وجود دارند.
- هر نورون لوب بویایی می‌تواند پیام چندین گیرندهٔ بویایی را دریافت کنند. لوب بویایی بالاتر از استخوانی منفذدار قرار دارد که آکسون گیرندهٔ بویایی از آن می‌گذرد.
- جسم‌یاخته‌ای گیرنده‌های بویایی در یک سطح نیستند ولی هستهٔ همهٔ آن‌ها از هستهٔ یاختهٔ پشتیبان قطور کناری آن بالاتر است.
- در دیوارهٔ هر حفرهٔ بینی، سه برآمدگی بزرگ دیده می‌شود و از طرفی ساقهٔ هیپوفیز و پیاز بویایی، در یک سطح قرار دارند.
- در استخوان سقف حفرهٔ بینی در جمجمه، سوراخ‌هایی برای عبور آکسون یاخته‌های گیرندهٔ بویایی دیده می‌شود که از هر سوراخ، دو آکسون در حال عبورند.
- یاخته‌های گیرندهٔ بویایی همانند شنوایی و چشایی به هم متصل نیستند.



۱۶۰۴ (۳): در سقف حفرهٔ بینی بیشتر یاخته‌هایی که دیده می‌شوند مربوط به بافت پوششی می‌باشند که گیرنده‌های بویایی را در برگرفته‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۲):** این گزینه در ارتباط با یاخته‌های عصبی گیرندهٔ بویایی صحیح است. **گزینهٔ (۳):** مطابق با شکل روبه‌رو علاوه‌بر این یاخته‌های استوانه‌ای، یاخته‌های کوچک دیگری نیز می‌توانند در تماس مستقیم با غشای پایه قرار گرفته باشند. **گزینهٔ (۴):** با توجه به شکل علاوه‌بر یاخته‌های مورد نظر و گیرنده‌ها، تعدادی یاختهٔ کوچک هم در سطح بالاتر در تماس با برخی از آن‌ها وجود دارد.

۱۶۰۵ (۴): تمام موارد صحیح هستند. منظور از صورت سؤال نورون‌های بویایی است که در سقف بینی قرار دارند.

بررسی موارد (الف) نورون‌های بویایی نورون‌های حسی هستند اما با این وجود، آکسون بلندتر از دندریت دارند و این دو رشته از دو قسمت مختلف جسم‌یاخته‌ای خارج می‌شوند. (برخلاف نورون‌های حسی نخاعی) در نورون‌های حرکتی نیز آکسون بلندتر از دندریت است. (آکسون نورون‌های بویایی میلین‌دار می‌باشد.)

(ب) نورون‌های بویایی در مجاورت با یاخته‌های تولیدکنندهٔ مخاط قرار گرفته‌اند. این یاخته‌ها علاوه‌بر تولید لیزوزیم می‌توانند در صورت آلوده شدن با ویروس، اینترفرون نوع یک ترشح کرده که در خط دوم دفاعی این عملکرد مشاهده می‌شود. (ج) کوچک‌ترین لوب **مغزی**، لوب بویایی است. نورون‌های بویایی با یاخته‌های لوب بویایی سیناپس تشکیل می‌دهند. در نتیجه کانال‌های دریچه‌دار آن‌ها را باز می‌کنند. (د) در صورت مصرف کوکائین، دوپامین از سامانهٔ لیمبیک ترشح شده و احساس لذت به فرد دست می‌دهد. پس پیام‌های بویایی نیز به لیمبیک می‌روند و در صورت حس کردن بوی خوب، نیز دوپامین برای لذت بردن ترشح می‌شود.

۱۶۰۶ (۳): یاخته‌های **گیرندهٔ بویایی** سقف حفرهٔ بینی، با یاخته‌های عصبی **لوب بویایی** (کوچک‌ترین لوب مغز) سیناپس می‌دهند و می‌توانند با ترشح ناقل عصبی، پتانسیل الکتریکی آن‌ها را تغییر دهند.

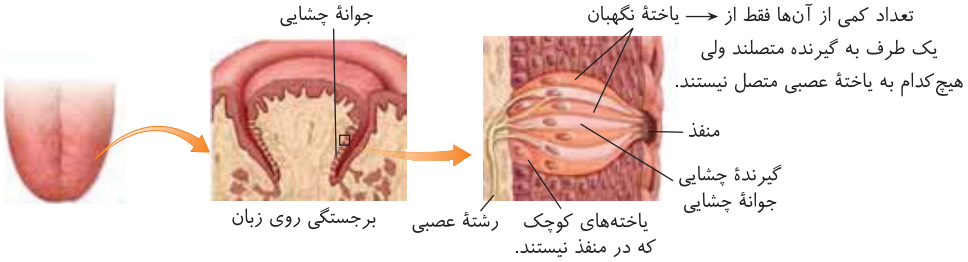
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در کنار گیرنده‌های **استوانه‌ای** و **مخروطی**، چند لایه یاختهٔ عصبی وجود دارد اما **فقط درونی‌ترین لایه پیام خود را توسط آکسون‌ها مستقیماً به کیاسمای بینایی می‌فرستند! گزینهٔ (۲):** طبق شکل کتاب، همهٔ یاخته‌های مژک‌دار بخش حلزونی گوش درونی الزاماً با فاصلهٔ یکسان از هم قرار **نگرفته‌اند**. **گزینهٔ (۴):** بافت پوششی (دارای فضای بین‌یاخته‌ای اندک) در مجاری نیم‌دایره، **تک‌لایه** است در نتیجه **همهٔ** یاخته‌های آن در تماس با غشای پایه‌اند.

۱۶۰۷ (۱) موارد (ب) و (د) صحیح و سایر موارد غلط هستند.

بررسی موارد (الف) جوانه‌های چشایی در برجستگی‌های **زبان و بخش‌هایی از دهان** قرار دارند و درون این جوانه‌ها گیرنده‌های چشایی قرار گرفته‌اند. (ب) ذره‌های غذا برای تحریک گیرنده‌های چشایی باید ابتدا در بزاق حل شوند. (ج) **تندی مزه نیست!** بلکه نوعی حس دردآور است. (د) حس بویایی در درک درست مزهٔ غذا مؤثر است و هنگام سرماخوردگی به همین دلیل، مزهٔ غذاها به درستی درک نمی‌شوند. (هـ) اومامی، کلمه‌ای ژاپنی به معنای لذیذ است و مزهٔ غالب غذاهایی است که **آمینواسید گلوتامات** را دارند. (نه پروتئین!)

نکات حس چشایی

گیرنده‌های چشایی همانند بویایی از نوع گیرنده‌های **شیمیایی** می‌باشند. ولی یاخته‌های **غیرعصبی** هستند که در **جوانه‌های چشایی دهان و برجستگی‌های زبان** قرار دارند. هر جوانهٔ چشایی تعدادی گیرندهٔ چشایی متصل به دندریت حسی و تعدادی یاختهٔ نگهبان دارد. ذرات غذا که دمای مناسبی داشته باشند و در بزاق حل شده باشند از راه **منافذ جوانهٔ چشایی** به یاخته‌های گیرندهٔ چشایی برخورد کرده و با تحریک آن یاخته‌های غیرعصبی، سبب **ایجاد پیام عصبی** می‌شوند. یاخته‌های گیرنده، پیام عصبی ایجاد کرده و آن را به یاخته‌های عصبی حسی منتقل می‌کنند تا از طریق عصب چشایی با عبور از تالاموس پردازش اولیه و تقویت شوند و سپس به قشر مخ برای تشخیص مزهٔ مورد نظر بروند.



«گیرنده‌های چشایی زبان»

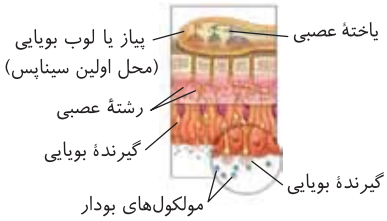
۱۶۰۸ (۴) گیرنده‌های شیمیایی موجود در اندام‌های حسی انسان که بر درک مزهٔ غذا تأثیر دارند (عبارتند از: گیرنده‌های بویایی و چشایی). به قید «**بعضی**» در صورت سؤال توجه کنید! گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳) ویژگی مشترک هردو نوع گیرنده می‌باشد و گزینهٔ (۴) تنها، ویژگی گیرنده‌های بویایی است. گیرنده‌های بویایی نورون‌های تغییر یافته‌اند که آکسون آن‌ها در محل پیاز بویایی با نورون‌های دیگر، سیناپس برقرار می‌کند. گیرنده‌های چشایی یاخته‌های غیرعصبی‌اند لذا آکسون و دندریت ندارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیرنده‌های بویایی در مجاورت یاخته‌های پوششی بدون مژک و گیرنده‌های چشایی در مجاورت یاخته‌های پشتیبان جوانهٔ چشایی که نوعی یاختهٔ پوششی (غیرعصبی) تغییر یافته‌اند، قرار دارند. **گزینهٔ (۲):** گیرنده‌های بویایی دارای زوائد مژک‌مانند هستند، این زوائد در تماس با مایع مخاطی قرار دارند. همچنین گیرنده‌های چشایی نیز زوائدی در محل منفذ جوانهٔ چشایی دارند که آن‌ها نیز در تماس با مایع بزاقی و مخاطی هستند. **گزینهٔ (۳):** همهٔ گیرنده‌های حسی و نورون‌ها، دارای کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی هستند. با باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، یاخته تحریک می‌شود.

۱۶۰۹ (۲) در حواس ویژهٔ انسان، گیرنده‌های بینایی یک یاختهٔ دراز تمایز یافته، گیرنده‌های تعادلی، شنوایی و چشایی یاخته‌های غیرعصبی و گیرنده‌های بویایی، یاخته‌هایی عصبی در بین یاخته‌های پوششی می‌باشند. بنابراین منظور صورت سؤال تنها گیرنده‌های **بویایی** است و موارد (الف) و (د) در رابطه با این گیرنده‌ها صحیح می‌باشند.

بررسی موارد (الف) گیرنده‌های بویایی تنها گیرندهٔ حواس ویژه می‌باشند که مستقیم با سیستم عصبی مرکزی در ارتباط می‌باشند. این گیرنده‌ها پس از تحریک شدن، به پیاز بویایی پیام عصبی را منتقل می‌کنند. (ب) بالاترین بخش ساقهٔ مغز، **مغز میانی** می‌باشد؛ گیرنده‌های بویایی به مغز میانی پیام ارسال نمی‌کنند. مسیر پیام بویایی: (۱) گیرنده‌های بویایی در سقف حفرهٔ بینی (۲) پیاز بویایی (۳) سامانهٔ لیمبیک (۴) قشر مخ (ج) بیشترین اطلاعات حسی ما از محیط پیرامون از طریق حس **بینایی** و گیرنده‌های مربوط به آن به دست می‌آید. (نه گیرنده‌های بویایی!) (د) گیرنده‌های بویایی توسط مولکول‌های بودار موجود در بینی تحریک می‌شوند. این مولکول‌های بودار از جنس محرک‌های شیمیایی بوده و با اتصال به مژک‌های موجود در دندریت گیرنده‌ها، منجر به باز شدن کانال‌های یونی آن‌ها می‌شوند.

۱۶۱۰ (۴) با توجه به شکل مقابل، آکسون یاختهٔ گیرندهٔ بویایی، قبل از عبور از استخوان جمجمه، از یک بافت پیوندی شفاف سست (صورتی‌رنگ) عبور می‌کند.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به شکل مشخص است که برخی آکسون‌های گیرنده‌ها علاوه‌بر یاختهٔ پشتیبان با تعدادی یاختهٔ کوچک هم در تماس هستند. **گزینهٔ (۲):** رشتهٔ عصبی خارج شده از جوانهٔ چشایی اجتماع دندریت‌های چند یاختهٔ گیرنده می‌باشد. **گزینهٔ (۳):** اگر دقیق در شکل گیرنده‌های چشایی به برجستگی روی زبان دقت کنید مشاهده می‌کنید که رشته‌های عصبی خارج شده از جوانه‌های کنار هم در بخش زرد زیر جوانه‌ها به هم می‌پیوندند.

۱۶۱۱ (۴) گیرنده‌های چشایی می‌توانند تحت تأثیر آمینواسید گلوتامیک‌اسید (واحدهای سازندهٔ مولکول‌های پروتئینی) تحریک شده و موجب درک مزهٔ اومامی شوند، در این صورت با توجه به شکل گیرنده‌های چشایی زبان، یک گیرنده می‌تواند به دو انشعاب رشتهٔ عصبی هم پیام بدهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به شکل گیرنده‌های چشایی زبان، می‌توان دو یاختهٔ گیرندهٔ چشایی مشاهده کرد که هر دو به انشعابات یک شاخه از رشتهٔ عصبی پیام می‌دهند. **گزینهٔ (۲):** این جوانه‌ها در بافت پوششی سنگ‌فرشی چندلایه قرار گرفته‌اند، در اطراف منفذ این جوانه‌های چشایی می‌توانیم یاخته‌های پوششی با هسته‌ای کشیده و بیضی‌شکل را مشاهده کنیم که فضای بین‌یاخته‌ای اندکی دارند. **گزینهٔ (۳):** دقت کنید که رشتهٔ عصبی چشایی از نوع حسی است و پیام را از گیرنده(ها) دریافت می‌کند. (نه برعکس).

۱۶۱۲ (۱) *(دیگه مدیریم از بس شکل‌ها رو مرامی کردیم!)* گیرنده‌های چشایی با رشته‌های عصبی در ارتباط هستند. بزاق در فعالیت گیرنده‌های چشایی نقش بسزایی دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در جوانهٔ چشایی، یاخته‌های پشتیبان تعداد بیشتری نسبت به بقیهٔ یاخته‌ها دارند. اندازهٔ این یاخته‌ها بزرگ‌تر از گیرنده‌های چشایی است. **گزینهٔ (۳):** گیرنده‌های چشایی در درک مزهٔ اومامی غذا مؤثر هستند. با توجه به شکل جوانهٔ چشایی برخی گیرنده‌های چشایی در دو طرف آن‌ها فقط یاختهٔ پشتیبان وجود دارد. **گزینهٔ (۴):** یاخته‌های پشتیبان و یاخته‌های کوچک می‌توانند با یاخته‌های پوششی سنگ‌فرشی زبان در تماس باشند. در منفذ فقط انتهای یاخته‌های گیرنده و نگهبان وجود دارد. *(پقدر نکته داشت این پاسخ!)*

۱۶۱۳ : ۳ زبان یک ماهیچهٔ اسکلتی است. پس گیرنده‌های درد، چشایی و حس وضعیت در زبان یک انسان سالم و بالغ یافت می‌شوند.

دقت کنید گیرنده‌های چشایی سبب تحریک ترشح بزاق (پل‌مغزی) و گیرندهٔ حس وضعیت سبب تحریک بخش حرکتی مغز میانی می‌شوند. هر دو این بخش‌ها در ساقهٔ مغز (*بفش اصلی رو هواستون باشه!*) یافت می‌شوند. پس ساقهٔ مغز (که حاوی پل‌مغزی و مغز میانی است)، در مجاورت نخاع قرار دارد. منظور این عبارت بصل‌النخاع نبوده است که در تماس مستقیم با نخاع است بلکه بخش اصلی مغز یعنی ساقهٔ مغز می‌باشد که به‌طور کلی ساقهٔ مغز را می‌توان گفت به نخاع متصل است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تنها گیرنده‌های چشایی در صورت برخورد به مولکول‌های دارای طعم، به مغز پیام مخابره می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** گیرندهٔ درد در ساختار خود فاقد کروموزوم خطی هسته بوده چون بخشی از **دندریت** یک نورون حسی است! و می‌تواند توسط انواعی از محرک‌ها تحریک شود. **گزینهٔ (۴):** تنها حس وضعیت می‌تواند سبب تحریک نورون‌های مخچه شود. مخچه به‌طور پیوسته از اندام‌های حسی پیام دریافت می‌کند.

۱۶۱۴ : ۲ فراوان‌ترین یاخته‌های سقف حفرهٔ بینی، یاخته‌های پوششی استوانه‌ای یک لایهٔ اطراف گیرنده‌ها هستند، در جوانه‌های چشایی هم یاخته‌های پوششی نگهبان از یاخته‌های گیرنده و یاخته‌های کوچک تعداد بیشتری دارند. در قاعدهٔ جوانه‌های چشایی و سقف حفرهٔ بینی تعدادی یاختهٔ مکعبی کوچک قرار گرفته‌اند که در تماس با یاخته‌های پوششی می‌باشند.

نکته

یاخته‌های سنگ‌فرشی به رنگ قهوه‌ای تیره که در اطراف جوانهٔ چشایی می‌بینند، از یاخته‌های جوانه به حساب نمی‌آیند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هستهٔ یاخته‌های **پوششی** سقف حفرهٔ بینی، پایین‌تر از هستهٔ گیرنده‌های بویایی قرار گرفته و با آن هم‌سطح نمی‌باشد. **گزینهٔ (۳):** کاملاً برعکس! یاخته‌های پوششی سقف حفرهٔ بینی با رشته‌های عصبی خروجی که بخشی از خود گیرنده است، در تماس‌اند؛ در حالی‌که در جوانهٔ چشایی این‌طور نیست. چون گیرنده اصلاً یاختهٔ عصبی نیست! **گزینهٔ (۴):** این گزینه در رابطه با گیرنده‌ها صحیح می‌باشد. (نه در رابطه با یاخته‌های پوششی اطراف!)

۱۶۱۵ : ۴ نکتهٔ اصلی سؤال در عبارت «**تنها گروهی**» می‌باشد؛ بنابراین باید دنبال گزینه‌ای باشیم که قسمت دوم آن تنها در خصوص برخی از (نه همه) گیرنده‌های با ویژگی قسمت اول صحیح باشد. گیرنده‌های تعادلی، شنوایی، بویایی و چشایی در لابه‌لای یاخته‌های پوششی قرار گرفته‌اند. از بین این ۴ نوع گیرندهٔ حواس ویژهٔ انسان تنها گروهی از آن‌ها یعنی گیرنده‌های تعادلی و شنوایی در ساختار گوش داخلی انسان قرار گرفته‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیرنده‌های تعادلی گوش داخلی با مادهٔ ژلاتینی و گیرنده‌های شنوایی آن با پوشش ژلاتینی در تماس‌اند هر دوی این گیرنده‌ها از نوع مکانیکی می‌باشند و اثر محرک‌های مکانیکی را دریافت می‌نمایند. **گزینهٔ (۲):** گیرنده‌های بینایی جهت **ساخت** مادهٔ حساس به نور، به ویتامین A نیاز دارند، همهٔ این گیرنده‌ها دارای هسته‌ای جهت ذخیرهٔ مادهٔ وراثتی می‌باشند. **گزینهٔ (۳):** گیرنده‌های بویایی و چشایی با کمک محرک‌های شیمیایی تحریک می‌شوند و هر دوی آن‌ها در درک درست مزهٔ غذا نقش دارند.

۱۶۱۶ : ۳ طبق شکل کتاب درسی، در اطراف اجسام یاخته‌ای گیرنده‌های بویایی در سقف حفرهٔ بینی، علاوه‌بر یاخته‌های استوانه‌ای، یاخته‌های کوچک دیگری نیز قابل مشاهده‌اند که استوانه‌ای نیستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** **همهٔ** یاخته‌های موجود در جوانهٔ چشایی اعم از یاخته‌های گیرندهٔ چشایی، یاخته‌های پشتیبان و یاخته‌های کوچک‌تر بینابین آن‌ها، در تماس با غشای پایه‌اند. **گزینهٔ (۲):** عنبیه **برخلاف** عدسی و قرنیه، به تبادل مواد با زلالیه نمی‌پردازد. **گزینهٔ (۴):** یاخته‌های پوششی استوانه‌ای سقف حفرهٔ بینی در اطراف گیرنده‌های بویایی، فاقد مژک‌اند.

۱۶۱۷ : ۴ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در دهان همانند بینی مخاط وجود دارد. مخاط لیزوزیم ترشح می‌کند که در از بین بردن باکتری‌ها نقش دارد. **گزینهٔ (۲):** دقت کنید که یاخته‌های بافت پوششی مجاور گیرنده‌های بویایی و چشایی هر دو فاقد مژک هستند. در واقع یاخته‌های بافت پوششی سقف حفرهٔ بینی برخلاف سایر قسمت‌های مخاط بینی، فاقد مژک هستند. **گزینهٔ (۳):** با توجه به شکل در بینی، هستهٔ گیرنده‌ها بالاتر از هستهٔ یاخته‌های پشتیبان می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** با توجه به شکل کتاب اگر ریز نگاه کنید، در هر دو حس علاوه‌بر گیرنده‌ها و یاخته‌های پشتیبان استوانه‌ای یا دوکی دراز اطراف آن‌ها، تعدادی یاختهٔ کوچک نیز وجود دارند که در بویایی بالاتر از هستهٔ گیرنده‌ها و در چشایی پایین‌تر از آن‌ها و در نزدیک دندریت‌ها قرار دارند. (*بارها این نکات را توضیح داده‌ام!*)

۱۶۱۸ : ۱ فقط مورد (د) صحیح است. سؤال پیرامون گیرنده‌های **حواس ویژه** است. گیرنده‌هایی که به چرخش سر یا محرک نوری پاسخ نمی‌دهند، شامل گیرنده‌های **شنوایی، بویایی و چشایی** می‌شوند که همگی آن‌ها در بین یاخته‌های بافت **پوششی** قرار گرفته‌اند.

بررسی موارد (الف) گیرنده‌های **بویایی و چشایی** به محرک شیمیایی پاسخ می‌دهند. آکسون گیرنده‌های بویایی، از استخوانی در جمجمه عبور می‌کند ولی این ویژگی در مورد گیرنده‌های چشایی صدق نمی‌کند. (ب) دقت کنید که ماهیت پیام عصبی ایجاد شده در همهٔ گیرنده‌ها **الکتریکی و یکسان** است ولی **نوع تفسیر** آن‌ها در مغز متفاوت است. (ج) *بی‌دقتی نکن!* گیرنده‌ای نداریم که حواس ویژه باشد و سبب یک سازوکار حفاظتی سازش‌ناپذیر شود. آن گیرنده‌ای که این ویژگی را داشت، گیرندهٔ درد بود که جزء حواس پیکری است.

۱۶۱۹ : ۱ هیچ‌کدام از موارد صحیح نیستند.

بررسی موارد (الف) گیرنده‌های حسی انسان قادر به دریافت **محرک‌های گوناگون** موجود در محیط هستند که در نوع پیکری فقط برحسب محرک سه نوع درد، دمایی و مکانیکی (وضعیتی و تماسی) را دریافت می‌کنند. (ب) محرک‌هایی مانند پرتو فرابنفش وجود دارند که انسان قادر است **با** استفاده از دستگاه‌هایی ویژه آن‌ها را دریافت کند. (ج) **برخی** یا تعداد کمی از جانوران، گیرنده‌های دریافت کنندهٔ پرتو فرابنفش را دارند.

۱۶۲۰ : ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند. خط جانبی، ساختاری دارای گیرنده‌های حسی در دو طرف بدن ماهی است.

بررسی موارد (الف) درست. خط جانبی، کانالی در **زیر** پوست ماهی است که از طریق سوراخ**هایی** به بیرون راه دارد. (ب) **نادرست.** درون این کانال، یاخته‌های **مژک‌داری** قرار دارند که به ارتعاش آب حساس‌اند. (ج) **نادرست.** زوائد گیرنده‌های این ساختار، **کاملاً در مادهٔ ژلاتینی فرورفته‌اند.** (د) **نادرست.** حرکت مادهٔ ژلاتینی سبب تحریک گیرنده‌های این ساختار شده و ماهی از وجود **اجسام و جانوران دیگر** (شکار یا شکارچی) در اطراف آگاه می‌شود.

گیرنده‌های مکانیکی خط جانبی ماهی

ماهی‌ها در **زیر پوست** دو سوی جانبی بدن خود ساختاری کانالی به نام خط جانبی دارند. این کانال‌ها توسط **سوراخ‌هایی** با محیط بیرون در ارتباط می‌باشند. در هر کانال ساختارهایی مجزا وجود دارند که هر ساختار شامل **یاخته‌های مژک‌دار و بدون مژکی می‌باشد که روی آن‌ها مادهٔ ژلاتینی** وجود دارد. وقتی آب موجود در کانال در اثر حرکت اجسام و جانوران (شکار یا شکارچی) یا بازتاب آبِ برخورد کرده به اجسام ساکن به ارتعاش درمی‌آید، ارتعاش آب از راه منافذ کانال‌ها که در بین پولک‌ها قرار دارند، سبب حرکت مادهٔ ژلاتینی شده و به دنبال آن، تحریک یاخته‌های مژک‌دار صورت می‌گیرد. این یاخته‌ها گیرنده‌های مکانیکی حاوی مژک‌هایی **با طول متفاوت** در مادهٔ ژلاتینی می‌باشند که از طرف دیگر خود به تعدادی (در شکل دو عدد است) رشتهٔ عصبی متصل‌اند. یاخته‌های مژک‌دار پیام عصبی ایجاد کرده و آن را توسط یاخته‌های عصبی متصل به خود از راه مستقیم یا طناب عصبی پشتی، به سر جانور برای پردازش منتقل می‌کنند.

۱۶۲۱ (۳) یاخته‌های گیرندهٔ مژک‌دار در قسمت زیرین خود با رشته**های** عصبی همایه برقرار کرده‌اند. از آنجا که دارینه رشتهٔ عصبی است که می‌تواند با یاختهٔ قبل از خود همایه برقرار کند، در نتیجه رشتهٔ عصبی مربوط به دارینهٔ یاختهٔ عصبی می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** علاوه‌بر یاخته‌های مژک‌دار، یاخته‌های پشتیبان نیز با مادهٔ ژلاتینی در تماس می‌باشند. **گزینهٔ (۲):** حرکت آب در محیط اطراف باعث حرکت آب در کانال خط جانبی می‌شود. حرکت آب در این کانال باعث حرکت مادهٔ ژلاتینی و در ادامهٔ آن تکان خوردن مژک‌ها می‌شود. با تحریک مکانیکی مژک‌های یاختهٔ گیرنده، پیام عصبی تولید می‌شود. **گزینهٔ (۴):** آب ورودی به آبشش‌ها پس از مبادلهٔ گازهای تنفسی از منفذ مخصوص خود خارج می‌شود و منافذ کانال خط جانبی ارتباط کانال خط جانبی با محیط را فراهم می‌کنند.

۱۶۲۲ (۴) در دو سوی بدن ماهی‌ها و در بالای بالهٔ شکمی، ساختاری به نام خط جانبی قرار دارد. این ساختار کانالی در زیر پوست جانور است و از راه سوراخ‌هایی با محیط بیرون ارتباط دارد. درون این کانال یاخته‌های گیرنده و پشتیبان قرار گرفته‌اند که هر دو گروه این یاخته‌ها با پوشش ژلاتینی اطراف گیرنده‌ها در تماس می‌باشند. همان‌طور که در شکل کتاب درسی مشاهده می‌کنید متوجه می‌شوید که این یاخته‌ها لزوماً روبه‌روی منافذ قرار نگرفته‌اند (رد گزینهٔ (۲)). همچنین داشتن مژک‌های غیرهم‌اندازه و ارتباط با یاخته‌های عصبی، تنها ویژگی یاخته‌های گیرنده می‌باشد (نه یاخته‌های پشتیبان!) (رد گزینه‌های (۱) و (۳)).

۱۶۲۳ (۳) طبق شکل ۱۰ فصل ۲ یازدهم قسمتی از غشای گیرنده‌های شنوایی می‌تواند در تماس با مایع درون مجرای میانی بخش حلزونی گوش درونی باشد.

(بخش حلزونی گوش از سه حفره تشکیل شده است که ترتیب اندازهٔ این حفره‌ها بدین صورت است: مجرای سوم (پایینی) > مجرای اول (بالایی) > مجرای دوم (میانی). از طرف دیگر توجه کنید که تمام رشته‌های عصبی مربوط به عصب شنوایی به مجرای میانی (کوچک‌ترین مجرای) بخش حلزونی وارد می‌شوند!)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به شکل بخش تعادلی گوش، گیرنده‌های تعادلی مژک‌دار موجود در بخش دهلیزی گوش، در **برآمدگی‌های** مجاری نیم‌دایره واقع شده‌اند ولی با توجه به شکل خط جانبی ماهی، گیرنده‌های مکانیکی موجود در خط جانبی ماهی در **فرورفتگی‌های** خط جانبی ماهی واقع‌اند. **گزینهٔ (۲):** هر گیرندهٔ مژک‌دار موجود در گوش درونی انسان عبارت است از: گیرنده‌های تعادلی بخش دهلیزی و گیرنده‌های شنوایی بخش حلزونی گوش. هر یک از این گیرنده‌ها به ترتیب در پی به حرکت درآمدن یا لرزش مایع درون مجرای خود تحریک می‌شوند. ولی توجه کنید که عامل اولیه و مؤثر در حرکت مایع درون مجاری نیم‌دایره **چرخش سر** می‌باشد ولی علت به لرزش درآمدن مایع درون بخش حلزونی گوش، دریافت لرزش امواج صوت توسط پردهٔ صماخ، سپس استخوان‌های گوش میانی و درنهایت دریچهٔ بیضی است. **گزینهٔ (۴):** طبق شکل ۱۲ فصل ۲ یازدهم، در سقف حفرهٔ بینی می‌توان حداقل سه نوع یاخته مشاهده نمود؛ گیرنده‌های زائده‌دار بویایی، یاخته‌های پوششی استوانه‌ای، یاخته‌های قاعده‌ای کوچک! توجه کنید طبق شکل، گیرنده‌های بویایی در محل ساختار دندریت‌مانند خود می‌توانند در تماس با یاخته‌های پوششی استوانه‌ای قرار گیرند. هستهٔ بیضی یاخته‌های پوششی استوانه‌ای در نزدیک مادهٔ مخاطی حفرهٔ بینی قرار گرفته است. (نه نزدیک غشای پایه!) (توجه کنید اغلب اوقات طبق شکل ۱۶ فصل اول دهم، هستهٔ بیضی یاخته‌های پوششی استوانه‌ای به صورت عمود بر غشای یاخته و نزدیک غشای پایه قرار می‌گیرد. مثلاً در یاخته‌های پوششی استوانه‌ای رودهٔ باریک این حالت برقرار است.)

۱۶۲۴ (۳) مطابق شکل زیر آسه و دارینه در گیرندهٔ شیمیایی از دو قسمت جداگانهٔ جسم‌یاخته‌ای خارج شده‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** جسم‌یاخته‌ای گیرنده‌های **شیمیایی** در پای مگس، ولی خارج از موهای حسی روی پا قرار گرفته است. **گزینهٔ (۲):** در قسمت انتهایی موی حسی **منفذی** وجود دارد که دارینهٔ یاخته‌های عصبی گیرنده از آن خارج شده‌اند. **گزینهٔ (۴):** آسهٔ این گیرنده‌های شیمیایی در ادامه عصب را تشکیل می‌دهند و پیام عصبی تولید شده در این گیرنده‌ها را از پای جانور خارج می‌کنند.

گیرنده‌های شیمیایی در پای مگس

روی پاهای مگس **موهای حسی** وجود دارد که حاوی دندریت تعدادی یاختهٔ عصبی به عنوان **گیرنده‌های شیمیایی** برای تشخیص مزه‌ها می‌باشند. جانور قبل از خوردن یک مادهٔ غذایی، ابتدا به کمک این گیرنده‌ها انواع مولکول‌ها را تشخیص داده و در مغز مزهٔ آن را درک می‌کند تا به خوردن آن بپردازد.

نکات مهم

- درون موی حسی پای مگس تعداد زیادی دندریت گیرندهٔ شیمیایی وجود دارد ولی جسم‌های یاخته‌ای و آکسون‌های آن‌ها در خارج موی حسی وجود دارند.
- هر پای مگس تعداد زیادی موی حسی و درون هر موی حسی تعدادی گیرندهٔ شیمیایی از جنس یاختهٔ عصبی وجود دارد. (بخش پایین‌تر موی حسی باریک‌تر است.)
- دقت داشته باشید که مگس، از حشرات با طناب عصبی **شکمی** می‌باشد که در هر بند بدن آن یک گره عصبی در طناب آن وجود دارد. در شکل مقابل اجتماع جسم‌یاخته‌ای گیرنده‌های شیمیایی یک گره عصبی به حساب نمی‌آید و آن را با گره عصبی موجود در طناب عصبی جانور اشتباه نگیرید.

۱۶۲۵ (۳) مغز حشرات از چند گره به هم جوش خورده تشکیل شده است. اندازهٔ طول آکسون رشته‌های عصبی شیمیایی آن با یکدیگر برابر نیست.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در حشرات طبق شکل دستگاه مالپیگی در فصل ۵ زیست دهم، اندازهٔ یاخته‌های پوششی راست‌روده بزرگ‌تر از یاخته‌های رودهٔ باریک است. در مگس، در هر موی حسی آن بیش از یک دندریت وجود دارد. **گزینهٔ (۲):** چشم حشرات از تعداد زیادی واحد بینایی تشکیل شده است و رشته‌های عصبی خارج شده از موها، شامل آکسون این گیرنده‌هاست. **گزینهٔ (۴):** در حشرات دستگاه گردش مواد نقشی در تبادل گازهای تنفسی آن ندارد و طبق شکل، هسته در این گیرنده‌های شیمیایی در مرکز جسم‌یاخته‌ای آن‌ها قرار دارد.

۱۶۲۶: (۲) گیرنده‌های صدا در جیرجیرک، در محفظهٔ هوا قرار دارند که پردهٔ صماخ روی آن کشیده شده است پس گیرنده‌ها در پشت این پرده درون بخش جلویی محفظهٔ هوا قرار دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیرنده‌های صدا در جیرجیرک، برخلاف گیرندهٔ شیمیایی مگس، فقط در **پاهای جلویی** (کوتاه‌ترین پاها) دیده می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** مگس در پاهای خود **موی حسی** دارد نه مژک! **گزینهٔ (۴):** گیرنده‌های مکانیکی پای جیرجیرک، گیرندهٔ **صوتی** هستند نه تعادلی!

• گیرنده‌های مکانیکی صدا در پا (جیرجیرک)

روی **پاهای جلویی** (کوتاه‌ترین پاها) جیرجیرک **یک محفظهٔ هوا** و روی آن یک پردهٔ صماخ وجود دارد که پشت **پردهٔ صماخ**، گیرنده‌های **مکانیکی** جانور روی آن کشیده شده است. امواج صوتی سبب لرزش این پرده می‌شوند. پس از لرزش پردهٔ صماخ، گیرنده‌های مکانیکی پشت پرده نیز تحریک شده و پیام را از راه طناب عصبی شکمی به مغز جانور می‌دهند. حتماً به یاد دارید که در حشرات مغز از چند گره به هم جوش‌خورده تشکیل شده است ولی طناب عصبی شکمی دارای تعدادی گره مجزا می‌باشد.

نکته

- پردهٔ صماخ بین دو بند اول و دوم پای جلویی که بلندترین بندها هستند، قرار گرفته است.
- پردهٔ صماخ جیرجیرک
  - **همانند** پردهٔ صماخ انسان
    - در پشت آن محفظهٔ هوا وجود دارد.
    - سبب تحریک گیرندهٔ مکانیکی می‌شود.
    - با صدا به لرزش درمی‌آید.
  - **برخلاف** پردهٔ صماخ انسان ← به یاختهٔ گیرندهٔ شنوایی متصل است.
- با توجه به شکل اطراف پردهٔ صماخ قسمت‌های مومانند دیده می‌شود.

نکتهٔ ترکیبی

در فصل ۸ زیست دوازدهم می‌خوانید که 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.

صدای جیرجیرک نر، اطلاعاتی مانند گونه و جنسیت را به اطلاع جیرجیرک ماده می‌رساند.

۱۶۲۷: (۳) فقط موارد (الف) و (ب) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) چشم‌مرکب، در حشرات دیده می‌شود و از تعداد زیادی واحد بینایی تشکیل شده است. حتماً به یاد دارید که حشرات تنفس نایدیسی دارند. (ب) هر واحد بینایی، یک قرنیه، یک عدسی و تعدادی گیرندهٔ نوری دارد. (ج) هر واحد بینایی، تصویر **کوچکی** را از بخشی از میدان بینایی ایجاد می‌کند ولی دقت کن که پردازش کار مغز است! (د) **دستگاه عصبی جانور**، پس از یکپارچه کردن اطلاعات واحدهای بینایی، تصویری موزائیکی ایجاد می‌کند. (هـ) برخی حشرات مانند زنبور، **همان گیرنده‌های نوری چشم مرکبشان**، پرتوهای فرابنفش را **نیز** دریافت می‌کنند.

• گیرنده‌های نوری در چشم مرکب حشرات

حشرات دارای چشم مرکب می‌باشند. در این چشم واحدهای بینایی زیادی وجود دارد که هر واحد بینایی **یک قرنیه**، **یک عدسی و تعدادی گیرندهٔ نوری** مجزا دارد. هر واحد بینایی **تصویر کوچکی** از جسم و میدان بینایی دیده شده را ایجاد می‌کند. چون تصویر یک جسم توسط واحدهای بینایی متعددی تشکیل شده است، **دستگاه عصبی جانور** که دارای مغزی با چند گره جوش‌خورده می‌باشد، این اطلاعات را یکپارچه کرده و تصویر موزاییکی برای جانور تشکیل می‌دهد.

نکات مهم

- در هر واحد بینایی حشرات، رشته‌های عصبی به یاخته‌های گیرندهٔ نوری متصل می‌باشند. در این واحدها قرنیه و عدسی به هم متصل‌اند و زلالیه و زجاجیه وجود ندارد.
- اطراف عدسی دو یاختهٔ هسته‌دار قرار گرفته که هسته در یک انتهای آن‌ها قرار دارد. این یاخته‌ها به قرنیه و عدسی متصل‌اند. بخش پهن عدسی به سمت قرنیه و رأس مخروطی آن به سمت دو یاختهٔ گیرنده می‌باشد.
- حجم قرنیه از عدسی بیشتر است. قرنیه به عدسی و دو نوع یاخته متصل است ولی به گیرنده‌های بینایی متصل نمی‌باشد.
- یاخته‌های گیرندهٔ نور دو یاختهٔ رشته‌ای‌شکل تک‌هسته‌ای هستند که بین آن‌ها تعدادی یاخته فاصله انداخته است. هستهٔ این دو یاخته در یک امتداد قرار ندارند.

«تصویر موزاییکی در مقایسه با تصویری که چشم انسان می‌بیند»

«چشم مرکب حشرات»

۱۶۲۸ (۱) بخش‌های (۱) تا (۴) به ترتیب شامل قرنیه، عدسی، یاخته‌های گیرندهٔ نور و رشته‌های عصبی می‌باشند که با بدن انسان مقایسه شده‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مادهٔ حساس به نور در گیرنده‌های نوری دارای نقش اساسی می‌باشد و بدن برای تولید آن به ویتامین *A* نیاز دارد. بدن این ویتامین را از غذایی که می‌خوریم دریافت می‌کند؛ در نتیجه عملکرد درست دستگاه گوارش در تجزیه و جذب مواد در تولید مادهٔ حساس به نور و عملکرد این یاخته‌ها نقش دارد. **گزینهٔ (۲):** قرنیه ساختاری شفاف و زنده می‌باشد. قرنیه دارای یاخته می‌باشد و اولین محیط شفافی است که نور از آن عبور می‌کند. **گزینهٔ (۳):** گیرنده‌های نوری مخروطی در نور زیاد تحریک می‌شوند و دارای تراکم بالایی در لکهٔ زرد می‌باشند ولی شمارهٔ (۴) در مورد رشته‌های عصبی متصل به گیرنده‌ها است. (نه خود گیرنده!) **گزینهٔ (۴):** دومین محیط شفافی که نور طی رسیدن به شبکیه از آن عبور می‌کند، **زلالیه** می‌باشد ولی شمارهٔ (۳) بیانگر گیرندهٔ بینایی است.

۱۶۲۹ (۴) هرکدام از واحدها به تنهایی نمی‌توانند از کل میدان دید نور را دریافت کنند و با توجه به شکل کتاب، هستهٔ یاخته‌های گیرنده در مجاور هم در یک سطح قرار ندارند ولی دقت کنید که تشکیل تصویر موزاییکی وظیفهٔ دستگاه عصبی مرکزی جانور است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** طبق شکل کتاب، عدسی و قرنیه در چشم مرکب به هم متصل هستند. **گزینهٔ (۲):** با توجه به شکل عدسی آن‌ها، مخروطی است که رأس آن در مجاور هستهٔ یاخته‌های کناری است و این رأس به گیرنده‌ها نزدیک‌تر از قرنیه است. **گزینهٔ (۳):** طبق شکل کتاب حجم یاخته‌های گیرندهٔ نوری از عدسی به سمت رشته‌های عصبی کم می‌شود.

۱۶۳۰ (۲) موارد (الف) و (د) درست هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** با توجه به شکل کتاب درسی، انشعابات رشته‌های عصبی می‌تواند به چندین گیرنده نیز وارد شود. (ب) نادرست. تغییر مسیر بخشی از آکسون‌های عصب بینایی قبل از تالاموس در کیاسما اتفاق می‌افتد. (ج) نادرست. پردهٔ صماخ تحت تأثیر امواج صوتی قرار می‌گیرد اما گیرندهٔ مکانیکی صدا محسوب نمی‌شود. این گیرنده‌ها به پشت پردهٔ صماخ متصل‌اند. (د) **درست.** با توجه به شکل کتاب درسی می‌توان گفت که رأس عدسی به سمت یاخته‌های گیرندهٔ نور و قاعدهٔ آن به سمت قرنیهٔ واحد بینایی است.

۱۶۳۱ (۲) در جلو و زیر هر چشم مار زنگی، سوراخی است که گیرنده‌های پرتو فروسرخ در آن قرار دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** **برخی** مارها گیرندهٔ فروسرخ دارند. **گزینهٔ (۳):** این گیرنده‌ها، نوعی گیرندهٔ **دمایی** هستند که پرتو فروسرخ را می‌توانند تشخیص دهند. **گزینهٔ (۴):** مار به کمک این گیرنده‌ها، پرتو فروسرخ **تابیده** (نه بازتابیده!) از بدن شکار را دریافت می‌کند و محل آن را در تاریکی تشخیص می‌دهد.

۱۶۳۲ (۲) موارد (ج) و (د) صحیح هستند.

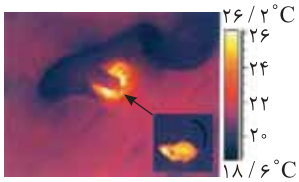
بررسی موارد (الف) نادرست. در جلو و زیر هر چشم یک سوراخ دارند. (ب) نادرست. پرتوهای تابیده شده. (نه بازتابیده!) (ج) **درست.** مار زنگی با توجه به درجه حرارت این پرتوها تحریک می‌شود. (د) **درست.** با توجه به شکل، مار زنگی می‌تواند با گیرنده‌های درون هر سوراخ زیر چشم خود، موش که نوعی پستاندار است را شکار کند.

نکات گیرندهٔ پرتوهای فرابنفش و فروسرخ

چشم مرکب در برخی حشرات، گیرنده‌هایی دارد که قادر است پرتوهای فرابنفش را نیز دریافت کند و توسط مغز جانور آن تصویر پردازش می‌شود مثلاً برخی حشرات مانند **زنبورها** قادرند با تشخیص پرتوهای فرابنفش، گرده‌افشانی گل‌ها را انجام دهند.

برخی مارها همانند **مار زنگی** در **جلوی سر و زیر هر چشم** خود سوراخی حاوی گیرنده‌های **پرتو فروسرخ** دارند. این گیرنده‌ها پرتوهای فروسرخ **تابیده شده** (نه بازتابیده) از بدن شکار خود را دریافت می‌کنند و محل شکار را برای صید کردن آن به خوبی تشخیص می‌دهند. این گیرنده‌ها نیز در مار زنگی گیرندهٔ **دمایی** می‌باشند که به بینایی جانور کمک می‌کنند.

«محل گیرندهٔ فروسرخ در مارزنگی»



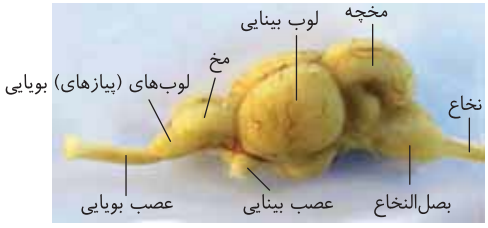
«تصویر مار در حال شکار که با دوربین حساس به پرتوهای فروسرخ گرفته شده است»

۱۶۳۳ (۱) فقط مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد (الف) لوب‌های بویایی ماهی **نسبت به کل مغز جانور** از لوب‌های بویایی انسان بزرگ‌ترند. *(اشتباه نکنید و به کلمهٔ "نسبت" رقت کنید! آفه مثلاً مغز ماهی قرمز کوچک ممکن است اندازهٔ کل لوب بویایی مغز انسان باشد.)* (ب) در انسان، لوب‌های بویایی در ارتباط مستقیم با هیپوکامپ نیستند و بین آن‌ها رابطی از سامانهٔ کناره‌ای وجود دارد. (ج) در ماهی، برخلاف انسان، لوب‌های بویایی مستقیماً در ارتباط با مخ هستند. در واقع در انسان لوب‌های بویایی از طریق سامانهٔ لیمبیک در ارتباط با مخ هستند. (د) عصب بویایی، جزء مغز محسوب نمی‌شود! و قسمتی از اعصاب محیطی می‌باشد.

چند نکته در بررسی تست‌ها از شکل مغز ماهی

در شکل مقابل مغز ماهی را مشاهده می‌کنید که لوب بویایی این جانور نسبت به کل مغز، بزرگ‌تر از لوب‌های (پیازهای) بویایی انسان می‌باشد. این لوب‌ها در جلوی سر برای دریافت پیام‌های عصبی از گیرنده‌های بویایی وجود دارند. با توجه به شکل، عصب بویایی از جلوترین بخش به مغز جانور وارد می‌شود.



بصل‌النخاع و مخچه در سطح عقبی لوب بینایی ماهی قرار دارند ولی مخ و لوب بویایی در جلوی لوب بینایی می‌باشند (در حقیقت مخ ماهی بین لوب بینایی و لوب‌های بویایی قرار گرفته است).

در سطح پشتی مخ ماهی، لوب بینایی بزرگ وجود دارد که این لوب بین مخچه و مخ قرار گرفته است. در زیر لوب بینایی، عصب بینایی به آن وارد می‌شود.

عصب بویایی از سطح جلوی مغز سبب تحریک لوب بویایی جلوی مغز می‌شود ولی عصب بینایی از بخش زیرین مغز وارد شده و به لوب بینایی یا همان در سطح پشتی مخ می‌رود ولی مانند انسان بخشی از مخ نمی‌باشد.

بالاترین بخش مغز ماهی، مخچه است، جلوترین، لوب‌های بویایی و حجیم‌ترین، لوب بینایی و عقبی‌ترین، بصل‌النخاع است.

۱۶۳۴: ۲ در مغز ماهی، بصل‌النخاع بین نخاع و مخچه قرار دارد. در انسان، علاوه‌بر بصل‌النخاع، هیپوتالاموس نیز در تنظیم فشار خون نقش دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لوب بویایی ماهی، بین عصب بویایی و مخ قرار دارد که نسبت به مخچه در سطح جلوتری قرار گرفته است. **گزینهٔ (۳):** لوب بینایی، بزرگ‌ترین ساختار مغز ماهی است که در انسان در لوب پس‌سری واقع است که با لوب پیشانی در تماس نیست. **گزینهٔ (۴):** پیام‌های بویایی منظور این گزینه است که در انسان به تالاموس فرستاده نمی‌شوند.

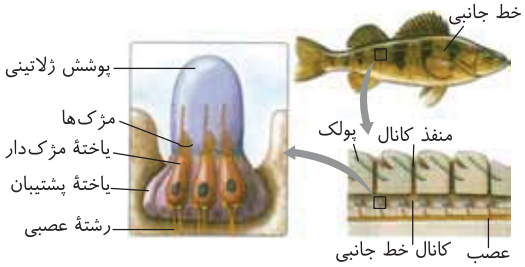
۱۶۳۵: ۲ نیمکره‌های مخ در انسان، بیشترین چین‌خوردگی و قابلیت برای انجام فعالیت‌های پیچیده و ماهرانه را دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لوب بویایی با کارهای بینایی ارتباطی ندارد. **گزینهٔ (۳):** لوب بینایی با تعادل و انجام کارهای ماهرانه ارتباطی ندارد. **گزینهٔ (۴):** بصل‌النخاع و هیپوتالاموس در فرایندهای تنفسی و ضربان قلب مؤثرند (نه مخچه!).

۱۶۳۶: ۲ آمینواسید گلوتامات باعث ایجاد مزهٔ اومامی (مزهٔ غالب در بعضی غذاها مثل عصارهٔ گوشت) می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** درست. در انتهای آمینی هر رشتهٔ پلی‌پپتید تازه تولید شده، آمینواسید متیونین وجود دارد. **گزینهٔ (۲): نادرست.** آمینواسیدها با تراوش (مرحلهٔ اول تشکیل ادرار) وارد نفرون شده و با بازجذب (مرحلهٔ دوم) دوباره به خون باز می‌گردند. **گزینهٔ (۳):** درست. در مورد تغییر این آمینواسید در ایجاد بیماری کم‌خونی داسی‌شکل صحیح است. (فصل ۴ دوازدهم) **گزینهٔ (۴):** درست. آمینواسیدها می‌توانند از سدخونی ـ مغزی عبور کنند.

۱۶۳۷: ۲ موارد (ج) و (د) صحیح هستند.



بررسی موارد **الف)** دقت کنید در گیرندهٔ خط جانبی ماهی، هیچ‌یک از این یاخته‌ها، هستهٔ نزدیک به مادهٔ ژلاتینی ندارند. **ب)** دقت کنید که هر گیرنده دارای مژک‌هایی است که همگی غیرهم اندازه هستند و به سمت دم بزرگ‌تر می‌شوند. **ج)** این عبارت، با توجه به شکل در مورد مژک بلندتر صحیح است. **د)** با توجه به شکل صحیح است.

۱۶۳۸: ۴ همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد **الف)** جیرجیرک مثل سایر حشرات چشم مرکب دارد. چشم مرکب از تعداد زیادی واحد بینایی تشکیل شده است که در هر واحد بینایی، هر عدسی به قرنیه متصل است ولی با گیرندهٔ بینایی کمی فاصله دارد. **ب)** روی هر یک 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، در واقع با لرزش پردهٔ صماخ در اثر امواج صوتی محیط، هوای موجود در محفظهٔ پشت پردهٔ صماخ نیز مرتعش می‌گردد. **ج)** در **مگس** (نه جیرجیرک)، دندریت‌های گیرنده‌های شیمیایی در موهای حسی روی پاهای آن قرار دارند. **د)** برخی مارها می‌توانند پرتوهای فروسرخ را تشخیص دهند. در جلو و زیر هر چشم مار زنگی (نه جیرجیرک) سوراخی است که گیرنده‌های پرتوهای فروسرخ در آن قرار دارند. به کمک این گیرنده‌ها، مار پرتوهای فروسرخ **تابیده** از بدن شکار را دریافت و محل آن را در تاریکی تشخیص می‌دهد.

۱۶۳۹: ۱ فقط مورد (ب) صحیح است. شکل (۱) وارد آمدن تحریک (فشار) و شکل (۲) ساختار گیرندهٔ فشار را نشان می‌دهد.

بررسی موارد **الف)** نادرست. فقط یک گره‌رانویه در هر دو شکل داخل پوشش پیوندی قرار دارد. **ب) درست.** پمپ سدیم همواره و در هر حالتی (چه در حال استراحت چه در حالت پتانسیل عمل) فعالیت می‌کند.

نکته
- دقت کنید که فضای خالی بعد از آخرین غلاف میلین، گره‌رانویه محسوب نمی‌شود.
- به فضای بین دو غلاف میلین، گره‌رانویه گفته می‌شود.

ج) نادرست. گیرندهٔ فشار در پوست، انتهای دارینهٔ یک نورون حسی است که درون پوششی چند لایه و انعطاف‌پذیر از نوع بافت پیوندی قرار دارد. فشرده‌شدن **این پوشش، رشتهٔ دارینه را تحت فشار قرار می‌دهد و در آن تغییر شکل ایجاد می‌کند.** در نتیجه کانال‌های یونی غشای گیرنده، باز و پتانسیل الکتریکی غشا تغییر می‌کند. به این ترتیب در دارینه، پیام عصبی ایجاد و به دستگاه عصبی مرکزی ارسال می‌شود. **د)** نادرست. در شکل (۲) هنوز پتانسیل عمل ایجاد نشده و کانال‌های دریچه‌دار سدیمی همچنان بسته‌اند؛ از طرفی در شکل (۱) هم فقط با وارد آمدن فشار و تحریک ایجاد شده است ولی هنوز تبدیل اثر محرک به پیام عصبی یا همان هدایت پیام عصبی ایجاد نشده است چون در گره‌رانویهٔ بعدی هنوز در هیچ‌کدام، پتانسیل عمل ایجاد نشده است.

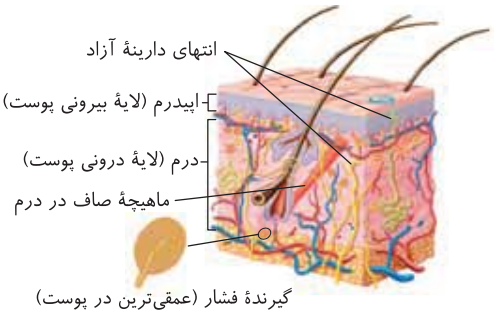
۱۶۴۰: ۲ دقت کنید برای فعال شدن گیرنده‌های فشاری، اولاً به تغییر شکل برخی یاخته‌های **همهٔ** لایه‌های پیوندی حفاظت‌کننده از گیرنده نیاز داریم. ثانیاً به از بین رفتن اختلاف پتانسیل بین دو سوی غشا در دو نقطه (اختلاف صفر) از پتانسیل عمل رخ می‌دهد. بنابراین همهٔ این کارها پس از تغییر شکل یاخته‌های پیوندی اتفاق می‌افتد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید گیرنده‌های فشاری، انتهای دندریت **آزاد** نیستند! بلکه درون پوشش چندلایه‌ای هستند. **گزینهٔ (۳):** در صورت حرکت کانال دریچه‌دار سدیمی به سمت سیتوپلاسم (به سمت پایین)، این کانال بسته می‌شود. اما دقت کنید کانال وابسته به اختلاف پتانسیل نورون‌ها تحت تأثیر ناقل عصبی قرار نمی‌گیرد! کانال وابسته به مادهٔ شیمیایی ناقل عصبی این ارتباط را برقرار می‌کند. **گزینهٔ (۴):** در انتهای پتانسیل عمل که پمپ سدیم ـ پتاسیم فعالیت خود را افزایش می‌دهد، ATP مصرفی نیز افزایش می‌یابد. دقت کنید این مورد **پس از بازشدن** کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی و حتی پس از بسته شدن آن‌ها در پایان پتانسل عمل انجام می‌شود.

۱۶۴۱: ۳ علامت سؤال، گیرندهٔ درد در اپیدرم پوست است که از بافت پوششی سنگ‌فرشی تشکیل شده است. بافت پوششی دارای فضای بین‌یاخته‌ای اندک و چندلایه یاختهٔ سنگ‌فرشی می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** قسمت نشان داده شده، مربوط به انتهای آزاد دارینهٔ تشکیل دهندهٔ گیرندهٔ درد در پوست می‌باشد. گیرندهٔ درد در واکنش به محرک ثابت سازش نمی‌یابد و میزان تولید پیام عصبی را کاهش نمی‌دهد. **گزینهٔ (۲):** گیرندهٔ درد با هیچ یاخته‌ای **قبل از** خود همایه تشکیل نمی‌دهد. **گزینهٔ (۴):** گیرندهٔ درد در بافت چربی زیر درم یافت نمی‌شود.

۹۶ شکل‌نامهٔ گیرنده‌ها در پوست



- در گیرندهٔ فشار، تغییر شکل علاوه‌بر پوشش پیوندی در دارینه هم صورت می‌گیرد و حتی با برداشت فشار هم، هدایت پیام عصبی انجام می‌گیرد.
- گیرندهٔ فشار، عمقی‌ترین گیرندهٔ موجود در قسمت دوم پوست محسوب می‌شود و نزدیک بافت چربی می‌باشد.
- گیرندهٔ فشار برخلاف گیرندهٔ درد، از غشای پایهٔ لایه اپیدرم عبور نمی‌کند. غشای پایهٔ اپیدرم، حالت **چین‌خورده** دارد.
- گیرندهٔ قاعدهٔ مو همانند گیرندهٔ درد، پوشش چندلایه از نوع بافت پیوندی ندارد.
- عصب حسی خارج شده از پوست از اجتماع **دندریت‌های** چند نوع گیرنده می‌باشد.
- اپیدرم اطراف قاعدهٔ مو را فراگرفته و به درم نفوذ می‌کند.
- هر چه به سطح پوست نزدیک‌تر شویم، قطر رگ‌ها و مجرای عرق، کمتر می‌شود. این رگ‌ها و اعصاب در چربی زیر درم هم وجود دارند.
- یاخته‌های پوششی اپیدرم به همراه مو به لایهٔ درم نفوذ می‌کنند.
- ماهیچهٔ صاف در لایهٔ درم در نزدیک انتهای فولیکول مو وجود دارد.
- پوست انسان براساس کتاب درسی، واجد گیرندهٔ شیمیایی نمی‌باشد.
- انشعابات رگ خونی در اپیدرم وجود ندارد ولی دندریت حسی درد در آن وجود دارد.
- قطر رگ‌های خونی در بافت چربی نسبت به درم و در درم نسبت با اپیدرم بیشتر می‌باشد.
- در پوست ضخامت درم از چربی زیر آن بیشتر است و اپیدرم از همه نازک‌تر است.

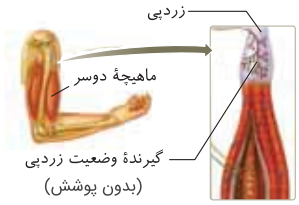
۱۶۴۲ **۲** موارد (ج) و (د) نادرست‌اند. بخش (۱) زردپی، بخش (۲) گیرندهٔ وضعیت **زردپی**، بخش (۳) دندریت نورون حسی و بخش (۴) بخشی از ماهیچهٔ اسکلتی دوسر جلو بازو می‌باشند.

بررسی موارد (الف) درست. کپسول مفصلی، رباط‌ها و زردپی‌ها، به کنار یکدیگر ماندن استخوان‌ها کمک می‌کنند. (ب) درست. مخچه در پشت ساقهٔ مغز قرار دارد و شامل دو نیمکره و بخشی به نام کرمینه در وسط آن‌هاست. مخچه مرکز تنظیم وضعیت بدن و تعادل آن است؛ بنابراین قسمتی از پیام‌های عصبی تولید شده در گیرنده‌های حس وضعیت، به مخچه ارسال می‌شود. (ج) **نادرست.** بخش (۳)، دندریت نورون حسی است که پیام عصبی مربوط به آن، از طریق ریشهٔ پشتی وارد نخاع می‌شود. (د) **نادرست.** ماهیچهٔ اسکلتی دوسر جلو بازو، توسط زردپی‌هایی (نوعی بافت پیوندی متراکم) به دو نوع استخوان‌های کتف و زند زبرین متصل است اما به استخوان بازو متصل نیست.

نکته

ماهیچهٔ اسکلتی سه‌سر پشت بازو، توسط زردپی‌هایی به استخوان‌های کتف، بازو و زند زبرین متصل است.

۹۷ شکل‌نامهٔ گیرندهٔ وضعیت



«گیرنده‌های حس وضعیت در ماهیچهٔ اسکلتی و زردپی»

- گیرندهٔ حس وضعیت برخلاف گیرندهٔ فشار، حالت منشعبی دارد ولی همانند گیرندهٔ درد در اطراف آن پوشش پیوندی وجود ندارد.
- ماهیچهٔ صاف و قلبی برخلاف ماهیچهٔ اسکلتی، فاقد گیرندهٔ حس وضعیت می‌باشند.
- در بین حواس پیکری (تماس + دما + وضعیت + درد)، فقط گیرندهٔ حس وضعیت درون پوست وجود ندارد.
- گیرندهٔ بویایی همانند گیرندهٔ حس وضعیت در بخش انتهایی خود دارای برآمدگی می‌باشد و توسط دندریت آزاد پیام محرک را دریافت می‌کند.
- تحریک اعصاب پیکری و به دنبال آن تغییر کشش ماهیچهٔ اسکلتی، باعث تحریک گیرندهٔ حس پیکری وضعیت می‌شود.
- در مفاصل استخوان جمجمه به علت نبود کپسول مفصلی، گیرندهٔ حس وضعیت مشاهده نمی‌شود.
- این گیرنده در ماهیچهٔ اسکلتی، زردپی و کپسول مفصلی وجود دارد. (ولی در پوست و رباط وجود ندارد.)
- این گیرنده در گوش درونی وجود ندارد ولی **وضعیت بدن** توسط گوش درونی به کمک گیرندهٔ تعادلی و گیرندهٔ وضعیتی بدن در مخچه تنظیم می‌شود.

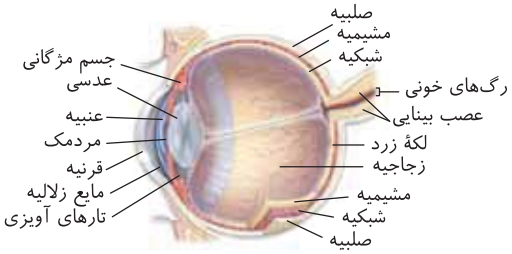
۱۶۴۳ **۳** موارد (۱) تا (۴) به ترتیب جسم‌مژگانی، عدسی، عنبیه و قرنیه می‌باشند. اشک دارای آنزیم لیزوزیم است که روی قرنیه قرار دارد. آنزیم لیزوزیم باعث تخریب **باکتری‌ها** می‌شود. (در آزمایش گریفیت از موش و باکتری استفاده شد ((فصل اول دوازدهم)).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** به هنگام مشاهدهٔ اجسام دور، یاخته‌های ماهیچهٔ مژگانی به حالت استراحت در می‌آیند (پس یاختهٔ ماهیچه‌ای آن دراز می‌شود) و با کشیده شدن تارهای آویزی، قطر عدسی کمتر می‌شود. **گزینهٔ (۲):** دقت کنید در تست‌ها که عدسی جزء لایه‌های چشم نیست. (تلهٔ تستی است.) **گزینهٔ (۴):** تنظیم تحدب عدسی با ماهیچه‌های مژکی (مژگانی) است (نه عنبیه).

ماهیچهٔ صاف عنبیه ۲۰۲

ماهیچهٔ صاف عنبیه	نور	مردمک	عصب
حلقوی	زیاد	تنگ	پاراسمپاتیک
شعاعی	کم	گشاد	سمپاتیک

۹۸ شکل‌نامهٔ چشم انسان



- قرنیه و عدسی برخلاف عنبیه، فاقد مویرگ خونی هستند.
- زلالیه با دو طرف عنبیه در تماس است ولی با آن به تبادل مواد نمی‌پردازد.
- تحدب سطح پشتی عدسی، بیشتر از سطح جلویی آن است.
- جسم‌مژگانی با عنبیه، صلبیه، مشیمیه، زجاجیه، زلالیه و تارهای آویزی در تماس است.
- با توجه به شکل، مشیمیه در بخشی از جلوی خود، با زجاجیه در تماس است.
- شبکیه در بخش جلویی سطح داخلی کرهٔ چشم دیده نمی‌شود و قبل از رسیدن به عدسی، پایان می‌یابد.
- صلبیه، در امتداد بافت پیوندی احاطه‌کنندهٔ عصب بینایی قرار دارد. در محل اتصال صلبیه به قرنیه، دو سوراخ وجود دارد.
- ماهیچه‌های **درون** کرهٔ چشم شامل ماهیچه‌های مژگانی، ماهیچه‌های حلقوی و شعاعی عنبیه و ماهیچه‌های دیوارهٔ رگ‌های خونی است که همگی از جنس ماهیچه‌های **صاف** و تحت کنترل اعصاب خودمختار هستند.
- ماهیچه‌های درون کاسهٔ چشم، شامل ماهیچه‌های درون کرهٔ چشم به اضافهٔ ماهیچه‌های اسکلتی حرکت دهندهٔ کرهٔ چشم هستند.
- زردپی ماهیچه‌های اسکلتیِ حرکت دهندهٔ کرهٔ چشم، به **صلبیه** متصل است. (پس هر زردپی ماهیچه را به استخوان متصل نمی‌کند!)
- رگ‌های خونی، از محل نقطهٔ کور در مجاورت شبکیه منشعب می‌شوند که عصب بینایی در اطراف رگ‌های خونی قرار دارد.
- حجم زجاجیه از زلالیه بیشتر است و حالت ژله‌ای دارد ولی هر دو شفاف هستند و در شکست نور و همگرایی پرتوها مؤثرند.
- لکهٔ زرد به صورت یک فرورفتگی در نازک‌ترین قسمت شبکیه دیده می‌شود که در امتداد محور نوری چشم قرار دارد.
- در بالا و پایین قرنیه، دو سوراخ در محل اتصال با صلبیه دیده می‌شود.
- در چشم چپ، لکهٔ زرد، سمت چپ نقطهٔ کور و در چشم راست، لکهٔ زرد سمت راست نقطهٔ کور قرار دارد. (در هر چشم نقطهٔ کور به بینی نزدیک‌تر است.)
- در کرهٔ چشم انسان، لکهٔ زرد و نقطهٔ کور تقریباً در یک ارتفاع قرار دارند.

۱۶۴۴ : ۳ بخش‌های مشخص شده به ترتیب از (۱) تا (۳) جسم‌مژگانی، عدسی و تارهای آویزی هستند. در هنگام مشاهدهٔ اجسام نزدیک، با انقباض ماهیچه‌های جسم‌مژگانی، عدسی قطورتر و تارهای آویزی شل‌تر می‌شوند.

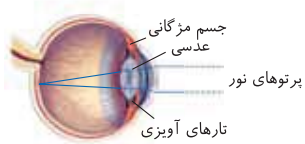
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در هنگام مشاهدهٔ اجسام دور، ماهیچه‌های جسم‌مژگانی به استراحت درمی‌آیند که برای استراحت آن به انرژی زیادی نیاز ندارند. (البته همواره کمی انرژی مورد نیاز است.) **گزینهٔ (۲):** با افزایش سن، انعطاف‌پذیری عدسی که جزء هیچ‌کدام از لایه‌های اصلی چشم نیست، کاهش می‌یابد. عدسی از طریق تارها به جسم‌مژگانی در لایهٔ میانی متصل می‌شود. **گزینهٔ (۴):** یکی از دلایل دوربینی، می‌تواند همگرایی **کم عدسی** و طویل‌تر شدن آن باشد. اشکال دیگر می‌تواند کم شدن طول محور نوری چشم باشد.

۹۹ شکل‌نامهٔ عدسی چشم و تطابق

در هر چشم یک عدسی **شفاف همگرا** با خاصیت **انعطاف‌پذیری** وجود دارد که توسط رشته‌هایی پیوندی به نام تارهای آویزی به ماهیچه‌های حلقوی جسم‌مژگانی متصل می‌باشد. عدسی چشم از پشت با زجاجیه و از جلو با زلالیه در ارتباط است و اتصال دارد. لازم به ذکر است که عدسی از دو انتهای خود (بالا و پایین) توسط تارهای آویزی به جسم‌مژگانی متصل است.

«تطابق برای دیدن اجسام نزدیک»

هنگام دیدن اجسام نزدیک، با ارسال پیام اعصاب خودمختار، ماهیچهٔ حلقوی مژگانی منقبض می‌شود و در نتیجه حجم آن افزایش می‌یابد و تارهای آویزی متصل به آن شل می‌شوند و عدسی ضخیم می‌شود تا تصویر اجسام نزدیک به درستی روی شبکیه قرار بگیرد.



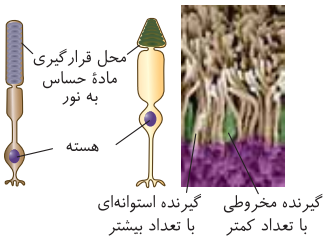
«تطابق برای دیدن اجسام دور»

هنگام دیدن اجسام دور، با عدم ارسال پیام اعصاب خودمختار، ماهیچهٔ حلقوی مژگانی به استراحت درمی‌آید و در نتیجه حجم آن کاهش می‌یابد و تارهای آویزی متصل به آن کشیده می‌شوند و عدسی باریک می‌شود تا تصویر این اجسام نیز روی شبکیه قرار بگیرد.

۱۶۴۵ : ۳ شکل‌های مورد نظر (الف) و (ب) به ترتیب مربوط به گیرنده‌های نوری مخروطی و استوانه‌ای است که هستهٔ دیپلوئید هر دو دارای همهٔ ژن‌های یک جاندار کامل می‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۱)). در هر دو نوع یاخته بخش A که قسمت **خارجی** یاخته‌هاست و به سمت مشیمیه محل قرارگیری مادهٔ حساس به نور است که در اثر نور تجزیه می‌شود و در هر قسمت ویتامین A برای **ساخت** مادهٔ حساس به نور لازم است (نادرستی گزینهٔ (۲) و درستی گزینهٔ (۳)).

نکته
در یاخته‌های مخروطی، نور **زیاد** باعث تحریک بیشتر بخش رنگدانه‌دار می‌شود پس ژن‌های سازندهٔ رنگ‌دانه‌ها در نور زیاد بیشتر بیان می‌شوند (دوازدهم) (نادرستی گزینهٔ (۴)).

۱۰۰ شکل‌نامهٔ گیرندهٔ مخروطی و استوانه‌ای

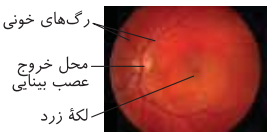


- تعـداد گیرندهٔ اسـتوانه‌ای از مخروطی خیلی بیشـتر اسـت. این گیرنده‌هـا در بخش خارجی نزدیک مشـیمیه، مادهٔ حساس به نور دارند.
- پایانهٔ داخلی گیرندهٔ مخروطی نسبت به گیرندهٔ استوانه‌ای، پهن‌تر می‌باشد.
- در گیرندهٔ استوانه‌ای برخلاف گیرندهٔ مخروطی، اندازهٔ ماده‌های حساس به نور یکسان می‌باشد.
- هستهٔ هر دو گیرندهٔ مخروطی و استوانه‌ای، در نیمهٔ پایینی گیرنده قرار دارد.
- در گیرندهٔ استوانه‌ای، هسته به بخش منشعب انتهای گیرنده نزدیک‌تر است.
- در گیرندهٔ مخروطی نوک، قسمت خارجی مخروطی آن، به سمت مشیمیه با مادهٔ حساس به نور کوچک‌تر و قسمت پهن آن به سمت دیگر با مادهٔ حساس به نور بزرگ‌تر است.
- قسمت خارج‌کنندهٔ پیام از بخش هسته‌دار در یاختهٔ مخروطی بلندتر از استوانه‌ای و قسمت رنگدانه‌دار استوانه‌ای بلندتر از مخروطی است.
- در هر دو نوع گیرنده، هستهٔ گرد در مرکز بخش برآمده‌مانند یاخته قرار دارد.
- میزان مادهٔ حساس به نور در گیرندهٔ استوانه‌ای بیشتر از مخروطی است. در نتیجه یاختهٔ استوانه‌ای گیرندهٔ قوی‌تر و حساس‌تری است.
- صفحات حاوی مادهٔ حساس به نور در گیرندهٔ استوانه‌ای برخلاف مخروطی، هم‌اندازه‌اند. این صفحات در یاختهٔ مخروطی به ترتیب اندازه قرار گرفته‌اند و کوچک‌ترین آن‌ها، در خارجی‌ترین قسمت رأس مخروط قرار دارد که به مشیمیه نزدیک‌ترند.
- قسمت برجستهٔ رنگدانه‌دار یاختهٔ مخروطی، قطورتر از قسمت برجستهٔ رنگدانه‌دار یاختهٔ استوانه‌ای است.
- در گیرندهٔ مخروطی بین بخش هسته‌دار و بخش رنگدانه‌دار، یک قسمت با حجم یکسان وجود دارد.
- در گیرندهٔ استوانه‌ای، بین بخش هسته‌دار و بخش رنگدانه‌دار، دو قسمت با حجم باریک و قطورتر وجود دارد.
- برای ساخت کامل مادهٔ حساس به نور در گیرندهٔ استوانه‌ای، چون مقدار بیشتری دارد، به ویتامین A بیشتری هم نیاز است.

۱۶۴۶ **(۱)** بخـش (ب) لکـهٔ زرد را نشـان می‌دهـد که در امتـداد محور نوری قـرار دارد و در آن هر دو نوع گیرنده‌های نوری چشـم وجود دارد ولـی تراکم گیرنده‌های مخروطی بیشتر از گیرنده‌های استوانه‌ای است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** بخش (الف) نقطهٔ کور یا محل خروج اعصاب بینایی را نشان می‌دهد. ضخیم‌ترین بخش **شبکیه** در اطراف این قسمت مشاهده می‌شود (نه لایهٔ رنگدانه‌دار مشیمیه!). **گزینهٔ (۳):** بخش (الف) محل خروج اعصاب بینایی است که درون آن‌ها فقط یک سرخرگ ورودی و یک سیاهرگ خروجی وجود دارد. **گزینهٔ (۴):** بخش (ب) لکهٔ زرد است که گیرندهٔ مخروطی آن فراوان‌تر است ولی با توجه به شکل گیرنده‌ها، مقدار مادهٔ حساس به نور در بخش خارجی استوانه‌ای از مخروطی بیشتر است.

۱۰۱ شکل‌نامهٔ مشاهدهٔ شبکیه با دستگاه ویژه از مردمک



- لکهٔ زرد از نقطهٔ کور در این دستگاه تیره‌تر می‌باشد و برخلاف آن، انشعابات رگ‌های خونی در آن دیده نمی‌شود.
- نقطهٔ کور هر چشم نسبت به لکهٔ زرد به بینی نزدیک‌تر است و ضخامت شکبیهٔ اطراف آن زیاد است.
- عصب بینایی مجموعهٔ آکسون آخرین و درونی‌ترین یاخته‌های عصبی شبکیه می‌باشد که این یاخته‌ها با گیرندهٔ بینایی در تماس نبوده‌اند. زیر عصب بینایی رگ خونی وجود دارد.
- در تست‌ها دقت کنید که این شکل برای مشاهدهٔ **شبکیه** از طریق **مردمک** است که ممکن است از این دو کلمه سؤال طرح شود.

۱۶۴۷ **(۴)** افزایش حجم زجاجیه در بیماران نزدیک‌بینی که کرهٔ چشم بزرگ‌تر دارند ممکن است مشاهده شود، اما شکل مورد نظر آستیگماتیسم را نشان می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** قسمت میانی ساقهٔ مغز، پل‌مغزی می‌باشد که مرکز تنظیم ترشح اشک است که در حفاظت از قرنیه نقش دارد. در اثر اختلال در فعالیت آن می‌توان آسیب قرنیه را مشاهده کرد. **گزینهٔ (۲):** پلک دریچه‌ای از جنس ماهیچهٔ **اسکلتی** است که از چشم در اثر ورود عوامل آسیب‌رسان حفاظت می‌کند. در صورت اختلال در آن قرنیه می‌تواند آسـیب‌پذیر شـود. **گزینهٔ (۳):** بخش اصلی که در همگرایی نور نقش دارد، عدسـی می‌باشـد. در صورت اختلال در عدسی نیز آستیگماتیسم می‌تواند رخ دهد.

۱۰۲ شکل‌نامهٔ آستیگماتیسم

در آستیگماتیسم تحدب عدسی یا قرنیه غیرعادی است و تصاویر اجسام در نقاط متعدد می‌توانند با قطع پرتوها در جلو یا پشـت شـبکیه قرار گیرند و تصویر (A) واضح دیده نمی‌شـود. در این حالت حتی پرتوها می‌توانند همدیگر را در زجاجیه هم قطع کنند.

۱۶۴۸ **(۱)** فقط مورد (ب) درست است. شکل مقابل نشان‌دهندهٔ اصلاح چشمی **نزدیک‌بین** توسط عینک **واگرا** می‌باشد.

بررسـی مـوارد (الف) عدسـی همگرا در اصلاح چشـم افراد دوربین استفاده می‌شـود. در این افراد ممکن است مشکل در همگرایی یا تحدب عدسی باشد نه اندازهٔ کرهٔ چشم (اگر دوربینی در اثر کاهش حجم کرهٔ چشم باشد در آن صورت حجم مورد نیاز برای نگهداری زجاجیه هم کم شده است و فشار زجاجیه کمی زیادتر می‌شود). (ب) عدسی واگرا در افراد نزدیک‌بین با واگرایی پرتوهای نور باعث تشکیل تصویر اجسام دور بر روی شبکیه می‌شود. (ج) عدسی همگرا در افراد دوربین استفاده می‌شود (نه نزدیک‌بین). (د) مثل مورد (الف)، *ممکنه مشکل در عدسیشون باشه!*

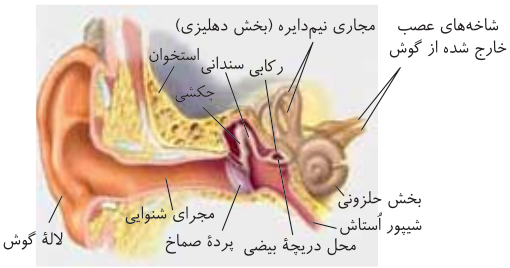
(۱) (۲)

ویژگی‌ها / بیماری	علل	تصویر اجسام نزدیک (محل متمرکز شدن پرتوهای نوری اجسام نزدیک)	تصویر اجسام دور (محل متمرکز شدن پرتوهای نوری بازتابیده شده از اجسام دور)	اصلاح
نزدیک‌بینی	○ کرهٔ چشم بزرگ‌تر شده است. ○ تحدب عدسی و همگرایی آن زیادتر شده است.	روی شبکیه	جلوی شبکیه	استفاده از عینک واگرا
دوربینی	○ کرهٔ چشم کوچک‌تر شده است. ○ تحدب عدسی و همگرایی آن کمتر شده است.	پشت شبکیه	روی شبکیه	استفاده از عینک همگرا

۱۶۴۹ : ۳ با توجه به شکل‌نامه، قسمت‌های (الف) تا (د) به ترتیب معرف مجرای شنوایی، پردهٔ صماخ، پردهٔ دریچهٔ بیضی و شاخهٔ تعادلی عصب خروجی از گوش می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. این موارد گفته شده در استخوان گیجگاهی قرار دارند. (نه لوب گیجگاهی مخ) **گزینهٔ (۲):** نادرست. بین (ب) تا (ج) گوش میانی به عنوان یک محفظهٔ استخوانی پرهوا (نه مایع) می‌باشد. **گزینهٔ (۳): درست.** بخش (د) فقط شاخهٔ عصبی حس ویژهٔ تعادلی می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** (الف) مجرای شنوایی است و برخلاف شیپور استاش با حلق در ارتباط نمی‌باشد.

۱۰۳ شکل‌نامهٔ ساختار گوش



- استخوان چکشی، رکابی و سندانی بالاتر از پردهٔ صماخ قرار دارند.
- استخوان چکشی از استخوان‌های رکابی و سندانی بزرگ‌تر است و استخوان رکابی از استخوان‌های چکشی و سندانی کوچک‌تر و پایین‌تر است.
- بخشی از شیپور استاش که به سمت گوش قرار دارد، دارای اطراف استخوانی می‌باشد.
- ضخامت این بخش استخوانی، در سمت درونی (به سمت حلزون گوش) از بیرونی بیشتر است.
- سقف محفظهٔ گوش میانی کوچک‌تر از کف مجرای آن است ولی کاملاً توسط استخوان محافظت می‌شود.
- استخوان رکابی پایین‌تر از عصب شنوایی قرار دارد. دریچهٔ بیضی نیز بالاتر از پردهٔ صماخ قرار دارد.
- قطر مجرای شنوایی در دو انتهای آن بیشتر از میانهٔ آن می‌باشد. بیشترین قطر آن در نزدیکی با لالهٔ گوش می‌باشد.
- مجرای گوش توسط انواعی از بافت پیوندی محافظت می‌شود؛ ابتدا توسط بافت چربی و سپس توسط استخوان گیجگاهی.
- بخش دهلیزی گوش، در مقایسه با بخش حلزونی به استخوان سندانی نزدیک‌تر است.
- هر انسان در گوش‌های خود ۴ مفصل متحرک بین استخوان‌های کوچک دارد؛ در هر گوش ۲تا.
- قطر استخوان گیجگاهی در گوش خارجی بیشتر از میانی می‌باشد.
- در گوش درونی، بخش حلزونی پایین‌تر از مجاری نیم‌دایره قرار دارد. استخوان چکشی نیز با ۲ رباط به جمجمه متصل است.
- استخوان گیجگاهی از انتهای مجرای شنوایی و بخش‌های میانی و درونی گوش حفاظت می‌کند.
- دستهٔ استخوان چکشی روی پردهٔ صماخ، و سر آن متصل به استخوان سندانی است.
- کف استخوان رکابی روی دریچهٔ بیضی و سر آن متصل به استخوان سندانی است.
- مفاصل بین استخوان‌های کوچک گوش میانی، جزء مفاصل متحرک جمجمه طبقه‌بندی می‌شوند.
- استخوان گیجگاهی از بخشی از شیپور استاش حفاظت می‌کند.
- استخوان چکشی، از طریق زوائدی به بافت پوشانندهٔ سطح داخلی گوش میانی متصل است.
- پردهٔ صماخ، در انتهای مجرای گوش است و جزء گوش خارجی است. این پرده نسبت به مجرای گوش عمود نیست.
- بافت پوشانندهٔ سطح داخلی گوش میانی، در محل دریچهٔ بیضی مشاهده نمی‌شود.
- پردهٔ صماخ و استخوان‌های کوچک و دریچهٔ بیضی، ارتعاش را منتقل می‌کنند. (نه پیام عصبی را!)
- استخوان سندانی از طریق بخش ضخیم خود با استخوان چکشی و از طریق بخش نازک با استخوان رکابی مفصل تشکیل می‌دهد.
- استخوان‌های گوش میانی بالاتر از شیپور استاش و بخش حلزونی گوش درونی واقع شده‌اند.

۱۶۵۰ : ۲ موارد (ب) و (د) نادرست‌اند. بخش (۱) عصب شنوایی و بخش (۲) استخوان گیجگاهی می‌باشد.

بررسی موارد **الف** درست. در هر سه فضای موجود در شکل، مایع وجود دارد.

نکته

مادهٔ ژلاتینی و یاخته‌های مژک‌دار، در فضای میانی موجود در شکل (کوچک‌ترین فضا) قرار دارند.

ب **نادرست.** بخش (۱)، عصب شنوایی متشکل از **آکسون**‌های حسی است. **ج** درست. انتهای مجرا و بخش‌های میانی و درونی گوش را استخوان گیجگاهی حفاظت می‌کند ولی هر دو قسمت حلزونی و دهلیزی گوش درونی به‌طور کامل توسط این استخوان محافظت می‌شود. **د** **نادرست.** با توجه به شکل‌نامه، در محفظهٔ میانی حلزون گوش، برخی یاخته‌های بافت پوششی به صورت یک لایه و برخی به صورت چندلایه قرار دارند.

نکته

- در بافت پوششی چندلایه، فقط یاخته‌های داخلی‌ترین سطح در تماس با غشای پایه قرار دارند.
- یاخته‌های بافت پوششی چندلایه در محفظهٔ میانی حلزون گوش، به صورت استوانه‌ای هستند.

۱۰۴ شکل‌نامهٔ بخش حلزونی گوش درونی

در حلزون شنوایی، مقطع عرضی دارای ۳ حفرهٔ مایع‌دار است که فقط قسمت میانی آن با کمترین قطر دارای یاخته‌های گیرنده و محافظ‌های آن می‌باشد.

در بخش حلزونی گوش، بافت پوششی در بعضی نقاط چندلایه و در بعضی نقاط تک‌لایه است. این یاخته‌ها اندازه و شکل متفاوتی دارند و فقط برخی به غشای پایه متصل‌اند (شکل چپ).

مژک‌های گیرندهٔ شنوایی برخلاف گیرندهٔ تعادلی با مایع پیرامونی در تماس مستقیم هستند.

قطورترین بخش مادهٔ ژلاتینی در وسط آن می‌باشد.

یاخته‌های گیرندهٔ تعادلی و شنوایی در گوش، در هر دو سمت خود دارای اجزای رشته‌مانند هستند. (مژک و رشتهٔ عصبی)

در بخش حلزونی گوش، زیر مادهٔ ژلاتینی، حفره‌ای بزرگ فاقد گیرندهٔ شنوایی دیده می‌شود (شکل چپ).

فاصلهٔ همهٔ گیرنده‌های مژک‌دار شنوایی با غشای پایه در حلزون گوش الزاماً یکسان نیست.

گیرنده‌های شنوایی، یاختهٔ عصبی نیستند و همگی مژک‌دار هستند و با فاصله از هم قرار دارند. این یاخته‌ها به غشای پایه اتصال ندارند.

مژک‌های گیرنده‌های شنوایی، هم‌اندازه هستند و با پوشش ژلاتینی در تماس‌اند ولی درون مادهٔ ژلاتینی فرونرفته‌اند.

مژک‌های گیرندهٔ شنوایی با مایع درون حلزون گوش نیز در تماس‌اند و با لرزش آن تحریک می‌شوند.

بخشی از پوشش ژلاتینی می‌تواند در تماس با بافت پوششی و بافت پیوندی زیرین باشد.

هستهٔ یاخته‌های گیرندهٔ شنوایی به صورت کشیده در وسط یاخته قرار گرفته است.

دریچهٔ بیضی، مستقیماً به بخش مارپیچی حلزون گوش مرتبط نیست!

بخش ابتدایی عصب شنوایی، برآمده است که با توجه به شکل وسط در حفرات بخش حلزونی نیست و از روی بخش استخوانی رد می‌شود.

هر چه به انتهای مجرای حلزون نزدیک‌تر بشویم، قطر آن کمتر می‌شود.

۱۶۵۱ (۴) همهٔ موارد نادرست‌اند. بخش (۱) یک قوس مجرای نیم‌دایره، بخش (۲) استخوان رکابی، بخش (۳) محل دریچهٔ بیضی و بخش (۴) رابط اتصال دهندهٔ بخش حلزونی و دهلیزی می‌باشد.

بررسی موارد (الف) در شکل‌نامه، محل قرار گرفتن گیرنده‌های تعادلی با فلش نشان داده شده است. (ب) با توجه به شکل گوش در کتاب درسی، استخوان رکابی نسبت به استخوان سندانی (و با کمی اغماض چکشی) در سطح پایین‌تری قرار دارد. (ج) **دریچهٔ بیضی**، پرده‌ای نازک است که در **پشت آن**، بخش **حلزونی** گوش قراردارد. (د) هم بخش حلزون گوش و هم بخش دهلیز گوش دارای مایع می‌باشند اما این دو مایع از یکدیگر جدا هستند و با هم مخلوط **نمی‌شوند**.

نکته

دریچهٔ بیضی در قسمت بالایی و جلوی بخش حلزونی گوش و در سطح پایین‌تری نسبت به بخش دهلیزی قرار دارد.

گیرنده‌های تعادلی، در قوس مجاری نیم‌دایره قرار **ندارند**؛ بلکه در محل اتصال پایک‌ها قرار دارند.

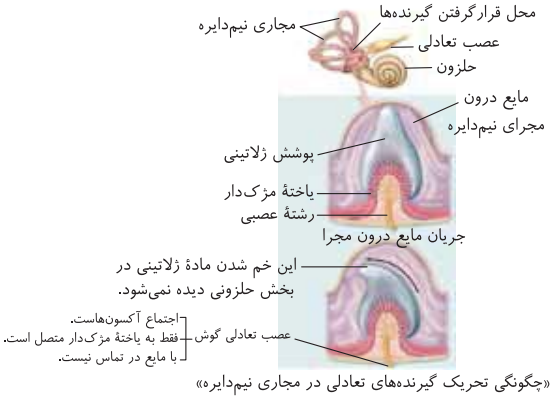
۱۶۵۲ (۳) شکل‌های (A) و (B)، چگونگی تحریک گیرنده‌های تعادلی را در مجاری نیم‌دایره در بخش دهلیزی گوش نشان می‌دهند. درون مجاری نیم‌دایره، از مایعی پر شده است و مژک‌های یاخته‌های گیرنده نیز در ماده‌ای ژلاتینی قرار دارند. با چرخش سر، مایع درون مجرا به حرکت در می‌آید و مادهٔ ژلاتینی را به یک طرف خم می‌کند. مژک‌های یاخته‌های گیرنده، خم و این گیرنده‌ها تحریک می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: متعاقب حرکت سر، شکل B در بخش **دهلیزی** گوش انجام می‌شود. **گزینهٔ (۲)**: بیشترین یاخته‌های موجود در بخش دهلیزی (تعادلی) گوش، یاخته‌های پوششی استوانه‌ای تک‌لایه هستند که در تماس با مایع درون مجاری نیم‌دایره (نه مادهٔ ژلاتینی!) قرار دارند. **گزینهٔ (۴)**: آکسون یاخته‌های عصبی حسی که شاخهٔ دهلیزی (تعادلی) عصب گوش را تشکیل می‌دهند، پیام عصبی را به مغز و **به‌ویژه** مخچه (نه فقط مخچه!) می‌برند و آن‌را از موقعیت سر آگاه می‌کنند.

نکته

عصب تعادلی گوش انسان، اجتماع آکسون‌ها و عصب زیر خط جانبی ماهی‌ها، اجتماع دندریت‌هاست.

۱۰۵ شکل‌نامهٔ بخش دهلیزی (تعادلی) گوش درونی



«چگونگی تحریک گیرنده‌های تعادلی در مجاری نیم‌دایره»

گیرنده‌های مژک‌دار مجاری نیم‌دایره در دو انتهای این مجاری نیم‌دایره‌ای در قسمت قاعدهٔ مجاری قرار دارند.

در هنگام حرکت مایع پیرامونی، مادهٔ ژلاتینی از دیوارهٔ مجرا جدا می‌شود. (شکل پایین)

عصب تعادلی گوش از ۵ پایک اتصالی به مجاری نیم‌دایره‌ای منشأ می‌گیرد.

گیرنده‌های تعادلی گوش، یاخته‌های مژک‌دار غیرعصبی‌اند که با رشته‌های عصبی در ارتباط‌اند (از دو طرف با زائده در تماس هستند که مژک و دندریت می‌باشند).

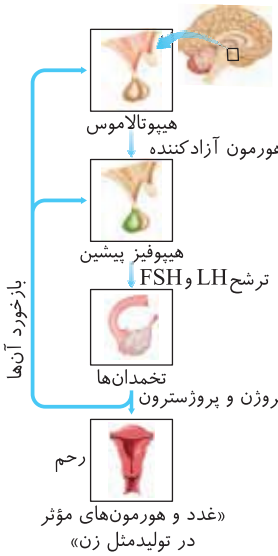
گیرنده‌های تعادلی، در محل‌های برآمده در قاعدهٔ مجاری نیم‌دایره واقع شده‌اند و همگی به غشای پایه متصل‌اند.

جهت حرکت مایع درون مجرای نیم‌دایره و جهت خم شدن مادهٔ ژلاتینی یکسان و برخلاف جهت حرکت سر می‌باشد. حرکت مایع سبب حرکت مادهٔ ژلاتینی و خمش مژک‌ها برای تعیین وضعیت بدن می‌شود.

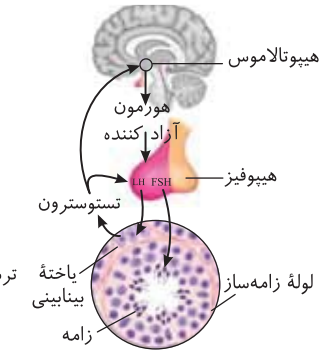
- ابتدای عصب تعادلی، برآمده است که آکسون‌ها از جسم‌های یاخته‌ای خارج می‌شوند.
- بخش دهلیزی گوش، به‌طور کلی بالاتر از بخش حلزونی قرار گرفته است.
- فقط در بخش دهلیزی گوش برخلاف بخش حلزونی آن، مادهٔ ژلاتینی خم می‌شود ولی در هر دو بخش مژک گیرنده‌ها خم می‌شوند (نه خود گیرنده‌ها!).
- بیشتر یاخته‌های بخش حلزونی و دهلیزی گوش، یاخته‌های پوششی هستند.
- در بخش نیم‌دایره برخلاف حلزونی، گیرنده‌ها در سراسر مجرا قرار نگرفته‌اند بلکه مطابق شکل در محل‌های حاوی مادهٔ ژلاتینی واقع هستند.
- در مجاری نیم‌دایره، حرکت جهت‌دار مایع در نهایت موجب تحریک گیرنده‌ها می‌شود اما در بخش حلزونی، لرزش مایع موجب خم شدن گیرنده‌ها و تحریک می‌شود.
- در بخش حلزونی، پوشش ژلاتینی با بخشی از سطح مژک‌ها تماس دارد ولی در مجاری نیم‌دایره، تمام بخش‌های مژک با مادهٔ ژلاتینی در تماس می‌باشد.
- یاخته‌های مژک‌دار تعادلی برخلاف یاخته‌های مژک‌دار حلزونی، توسط یک لایهٔ پوششی احاطه شده‌اند.

۱۶۵۳ : ۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح‌اند. بخش (۱) هیپوتالاموس، بخش (۲) هیپوفیز، بخش (۳) لوب پیشانی و بخش (۴) پیاز بویایی است.

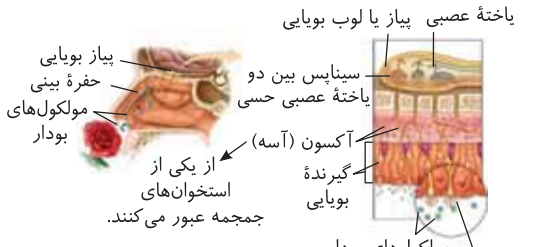
بررسی موارد **الف) درست.** یکی از نشانه‌های بیماری‌های میکروبی، تب است. فعالیت میکروب‌ها در دماهای بالا کاهش می‌یابد؛ هیپوتالاموس در پاسخ به بعضی ترشحات میکروب‌ها، دمای بدن را بالا می‌برد.



«غدد و هورمون‌های مؤثر در تولیدمثل زن»



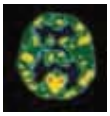
«تنظیم فعالیت دستگاه تولیدمثل در مرد»



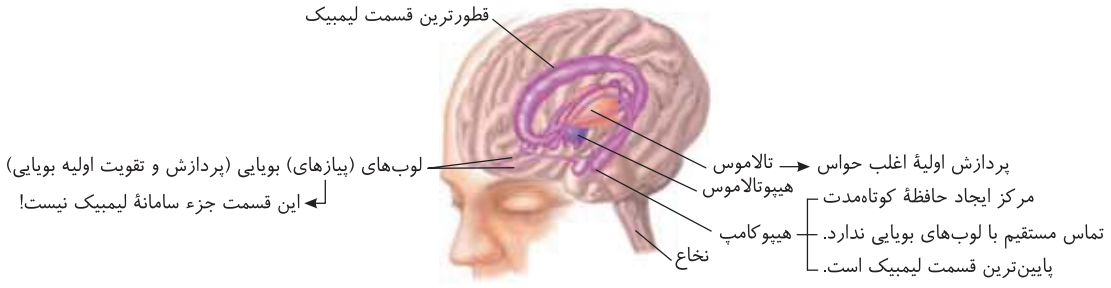
«گیرنده‌های بویایی»

ب) درست. با توجه به شکل‌های بالا، در هر انسان (هم زن هم مرد) سالم و بالغ، هیپوتالاموس و هیپوفیز برای هورمون‌های جنسی گیرنده دارند.

نکته
هیپوتالاموس و هیپوفیز در بدن مردان، فقط برای یک نوع هورمون جنسی (تستوسترون) و در بدن زنان، برای دو نوع هورمون جنسی (استروژن و پروژسترون) گیرنده دارند.



ج) درست. تصویر مقابل، مصرف گلوکز را در مغز فرد سالم و فرد مصرف کنندهٔ کوکائین نشان می‌دهند. رنگ‌های آبی تیره و روشن، مصرف کم گلوکز و رنگ زرد و قرمز مصرف زیاد آن را نشان می‌دهند. توجه کنید بهبود فعالیت مغز به زمان **طولانی** نیاز دارد؛ **بخش پیشین مغز بهبود کمتری را نشان می‌دهد.** **د)** باتوجه به شکل زیر، لوب‌های بویایی توسط قطورترین بخش سامانهٔ لیمبیک احاطه نشده‌اند.



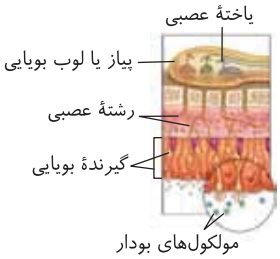
«سامانهٔ لیمبیک (بخش‌های بنفش‌رنگ)»

۱۶۵۴ : ۴ همهٔ موارد صحیح هستند. بخش (۱) پیاز یا لوب بویایی، بخش (۲) یاختهٔ عصبی حسی، بخش (۳) رشتهٔ عصبی (آکسون) گیرندهٔ بویایی و بخش (۴) یاختهٔ پوششی استوانه‌ای محافظ در سقف حفرهٔ بینی است.

بررسی موارد **الف)** دستگاه عصبی پیکری و خودمختار، فقط از نورون‌های حرکتی تشکیل شده است. **ب)** با توجه به شکل‌نامه، آکسون گیرندهٔ بویایی درون لوب بویایی (بخش تقویت کنندهٔ پیام‌های حسی بویایی)، سیناپس تشکیل می‌دهد. **ج)** در بدن هر انسان سالم و بالغ دو لوب بویایی وجود دارد. همچنین در بدن مردان و زنان نیز دو عدد غدهٔ جنسی به ترتیب به نام‌های بیضه و تخمدان وجود دارد. **د)** یاخته‌های پوشانندهٔ سطح معده و رودهٔ باریک، استوانه‌ای تک‌لایه هستند.

نکته
- در دهان، حلق و مری، یاخته‌های پوششی سنگ‌فرشی چندلایه وجود دارند
- پیام‌های بویایی توسط لوب‌های بویایی (نه تالاموس!) تقویت می‌شوند.

۱۰۶ شکل‌نامهٔ بویایی و نکات مهم آن

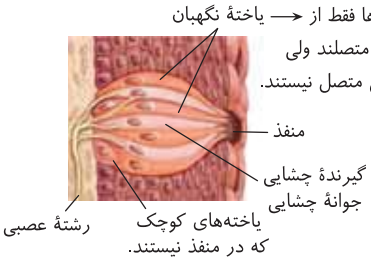


آکسون‌های گیرنده‌های بویایی، عصب بویایی را تشکیل می‌دهند.
آکسون گیرنده‌های بویایی در پیاز بویایی، با دندریت یاخته‌های عصبی پیاز بویایی سیناپس می‌دهند.
در پیاز بویایی، قطعاً بیش از یک نوع یاختهٔ عصبی یافت می‌شود. بخش جلویی پیاز بویایی از عقب آن قطورتر است.
دندریت گیرنده‌های بویایی زائده‌هایی دارد اما دقت کنید که این زائده‌ها ثابت‌اند و در غشای خود، گیرنده‌هایی پروتئینی برای مولکول‌های بودار دارند.
به‌طور معمول همهٔ یاخته‌های پوششی استوانه‌ای سقف حفرهٔ بینی، در تماس با غشای پایه‌اند.
گیرندهٔ بویایی نوعی نورون حسی تمایز یافته است که آکسون و دندریت آن از دو نقطهٔ مقابل هم از جسم‌یاخته‌ای منشأ می‌گیرند. آکسون گیرنده‌های بویایی بلندتر و نازک‌تر از دندریت آن‌هاست.
جسم‌یاخته‌ای نورون‌های گیرندهٔ بویایی نسبت به هستهٔ یاخته‌های پوششی بالاتر می‌باشد.
هستهٔ یاخته‌های پشتیبان به مولکول بودار نزدیک‌تر است و هستهٔ یاخته‌های کوچک قاعده‌ای به غشای پایه نزدیک‌تر است.
هر یاختهٔ گیرندهٔ بویایی فقط با یک نورون در لوب بویایی ارتباط دارد.
ضخامت استخوان سقف دهان در قسمت جلویی دهان بیشتر از قسمت پشتی دهان می‌باشد.
هستهٔ یاخته‌های پوششی سقف حفرهٔ بینی نسبت به هستهٔ یاخته‌های گیرندهٔ بویایی به فضای داخلی بینی نزدیک‌تر است.
طول آکسون نورون‌های بویایی که از لوب بویایی دورترند، بیشتر می‌باشد.
در میان گیرنده‌های حس ویژه، تنها گیرنده‌های بویایی به عنوان نورون معرفی شده‌اند و به‌طور مستقیم با یاخته‌های عصبی دستگاه عصبی مرکزی (لوب بویایی) سیناپس تشکیل می‌دهند.

۱۶۵۵ **۴** همهٔ موارد نادرست‌اند. شکل، نشان دهندهٔ برجستگی روی زبان است. بخش نشان داده شده با علامت سؤال، جوانهٔ چشایی است.

بررسی موارد **الف** با توجه به شکل، دو یاختهٔ مشخص شده، کمترین یاخته‌های جوانهٔ چشایی هستند که در مجاور منفذ قرار **ندارند**. **ب** با توجه به شکل، یاخته‌های تیره‌تر (یاخته‌های قهوه‌ای) که **برخی از آن‌ها** در تماس با یاخته‌های نگهبان قرار دارند، بیشترین یاخته‌های اطراف جوانهٔ چشایی هستند؛ همان‌طور که مشاهده می‌شود، این یاخته‌ها لزوماً شکل و اندازهٔ یکسانی **ندارند**. **ج** با توجه به شکلِ گیرنده‌های چشایی زبان، یک جوانهٔ چشایی می‌تواند با یک یا دو انشعاب رشتهٔ عصبی ارتباط برقرار کند. **د** در **دهان و برجستگی‌های زبان**، جوانه‌های چشایی و درون این جوانه‌ها، گیرنده‌های چشایی قرار دارند.

۱۰۷ شکل‌نامهٔ گیرندهٔ چشایی زبان و نکات مهم آن



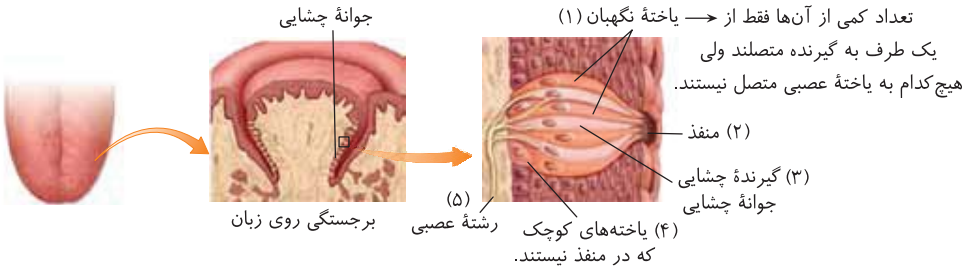
همهٔ یاخته‌های موجود در یک جوانهٔ چشایی به غشای پایه متصل هستند که سه نوع مختلف می‌باشند.
جوانه‌های چشایی در هر برجستگی روی زبان در دو قسمت جانبی متراکم‌تر و قسمت بالاتر برآمده با فاصلهٔ بیشتر قرار گرفته‌اند.
رشتهٔ عصبی در تماس با بافت سنگ‌فرشی چندلایه نیست و در مجاورت گیرنده‌های چشایی، دارای انشعاباتی می‌باشد.
گیرنده‌های چشایی **زبان** با منفذ چشایی در ارتباط هستند نه همهٔ گیرنده‌های چشایی! (به عبارتی دیگر گیرنده‌های چشایی **دهان** با منفذ چشایی زبان در ارتباط نیستند.)
در یک جوانهٔ چشایی، یاخته‌های پشتیبان نسبت به یاخته‌های گیرندهٔ چشایی، تیره‌تر و بیشتر می‌باشند ولی هر دو به منفذ چشایی متصل‌اند.
بعضی از یاخته‌های پشتیبان با دو گیرنده و برخی از یاخته‌های پشتیبان با یک گیرنده در تماس هستند.
همهٔ نورون‌هایی که پیام را به سوی مغز و نخاع می‌آورند، لزوماً دندریت بزرگ‌تر از آکسون ندارند مثل نورون حسی شنوایی، تعادل، بینایی و بویایی
براساس شکل کتاب درسی، برخی از گیرنده‌های چشایی زبان با دو رشتهٔ عصبی مرتبط هستند.
یاخته‌های مژک‌دار براساس کتاب درسی؛ گیرنده‌های شنوایی، گیرنده‌های تعادلی، یاخته‌های لولهٔ فالوپ و یاخته‌های مجاری تنفسی هستند.
در میان گیرنده‌های حس ویژه، تنها گیرنده‌های بویایی هستند که به‌طور مستقیم با یاخته‌های عصبی دستگاه عصبی مرکزی سیناپس تشکیل می‌دهند.
یاخته‌های قاعده‌ای (کوچک) هم در بخش بویایی و هم در بخش چشایی، کمترین یاخته‌ها را تشکیل می‌دهند که به غشای پایه متصل‌اند.
هر گیرندهٔ حسی بویایی و چشایی به دو یاختهٔ پشتیبان متصل‌اند ولی برعکس آن همیشه صادق نیست.

۱۶۵۶ **۲** موارد (الف) و (د) نادرست‌اند. شکل، نشان دهندهٔ گیرنده‌های چشایی زبان است.

بررسی موارد **الف** **نادرست.** اگر به شکل *(شکل وسطی)* خیره شوید! مشاهده می‌کنید که در **برخی** (نه همهٔ!) از برجستگی‌های روی زبان، جوانهٔ چشایی وجود دارد. درون این جوانه‌ها، گیرنده‌های چشایی قرار گرفته‌اند. **ب** درست. پل‌مغزی (بخش میانی ساقهٔ مغز) در تنظیم فعالیت‌های مختلف از جمله تنفس، ترشح **بزاق** و اشک نقش دارد. پیام عصبی مربوط به مزهٔ غذا، در یاخته‌های گیرندهٔ چشایی ایجاد شده و سپس به رشته‌های عصبی می‌رود. این پیام سپس برای تقویت شدن ابتدا به تالاموس می‌رود و در نهایت به پل‌مغزی می‌رسد. **ج** درست. یاخته‌های پشتیبان از یاخته‌های گیرندهٔ چشایی محافظت و پشتیبانی می‌کنند. یاخته‌های سرتولی که در دیوارهٔ لوله‌های اسپرم‌ساز وجود دارند، با ترشحات خود تمایز اسپرم‌ها را هدایت می‌کنند. این یاخته‌ها در همهٔ مراحل اسپرم‌زایی، پشتیبانی و تغذیهٔ یاخته‌های جنسی و نیز بیگانه‌خواری باکتری‌ها را بر عهده دارند. **د** **نادرست. همهٔ** یاخته‌های زندهٔ بدن انسان، برای هورمون‌های تیروئیدی (پیک شیمیایی دوربرد) گیرنده دارند.

نکته

- برجستگی‌های روی زبان، لزوماً اندازهٔ برابری ندارند.
- جوانه‌های چشایی در **بخش‌های کناری** برجستگی‌های زبان با تراکم بیشتر قرار دارند.
- **گیرنده‌های چشایی**، یاخته‌های **غیرعصبی** (پوششی) **تمایز یافته**‌اند.



«گیرنده‌های چشایی زبان»

۱۶۵۷: ۴) همهٔ موارد صحیح هستند. شکل، ساختار خط جانبی در ماهی‌ها را نشان می‌دهد.

بررسی موارد **الف)** باتوجه به شکل‌نامه، پولک در محل ورود آب به کانال خط جانبی، وجود ندارد؛ در واقع پولک‌ها برای اینکه مانع ورود آب به کانال خط جانبی نشوند، به‌صورت منقطع (نه پیوسته!) هستند. **ب)** با توجه به شکل سمت چپ در شکل‌نامه، در خط جانبی، علاوه‌بر یاخته‌های مژک‌دار و مژک‌های آن‌ها، یاخته‌های پشتیبان نیز در تماس با مادهٔ ژلاتینی قرار دارند و همگی در یک فرورفتگی قرار گرفته‌اند. **ج)** طی تنفس یاخته‌ای کربن‌دی‌اکسید، آب و ATP تولید می‌شود. منفذ کانال خط جانبی، محل عبور مولکول‌های آب است که CO_2 نیز در آن محلول است. **د)** باتوجه به شکل‌نامه، عصب زیر کانال خط جانبی، از اجتماع دندریت‌ها (رشته‌های عصبیِ نزدیک کنندهٔ پیام عصبی به جسم‌یاخته‌ای) تشکیل شده است.

نکته

- دقت کنید که **خط جانبی**، کانالی در **زیرپوست** (نه درون پوست!) **همهٔ ماهی‌ها**ست.
- دقت کنید که خط جانبی، دقیقاً در وسط بدن جانور قرار ندارد و از طرفی باید پیام خود را به طناب عصبی پشتی جانور بدهد تا به مغز برسد.

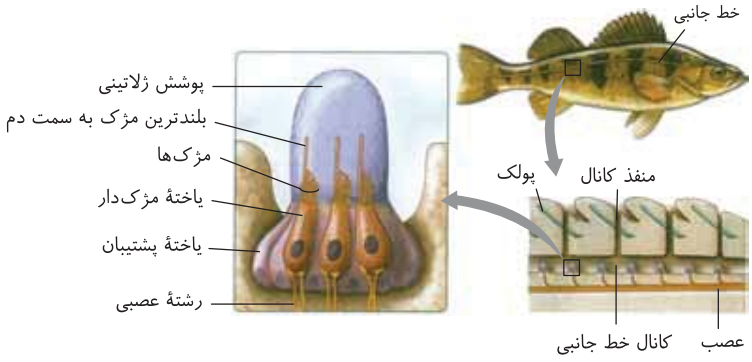
۱۰۸ شکل‌نامهٔ بررسی خط جانبی ماهی‌ها

گیرندهٔ خط جانبی ماهی همانند گیرندهٔ شنوایی و تعادلی گوش انسان یاختهٔ مژک‌دار با مژه‌های غیر هم‌اندازه، مادهٔ ژلاتینی و گیرنده‌هایی با ماهیت مکانیکی دارد.

یک عصب حاصل از یک کانال **زیرپوستی** ماهی، از رشته‌های چند منفذ مجاور ایجاد می‌شود. لطفاً دقت کنید که هم یاختهٔ مژک‌دار و هم غیرمژک‌دار با مادهٔ ژلاتینی در تماس هستند ولی دندریت‌ها فقط به یاخته‌های مژک‌دار (گیرنده‌ها) متصل‌اند.

خط جانبی در سر جانور و در بالهٔ دمی وجود ندارد.

در کنار یاخته‌های مژک‌دار خط جانبی ماهی، **تعداد بیشتری** یاخته‌های پشتیبان بدون مژک نیز وجود دارند که همانند یاختهٔ مژک‌دار با مادهٔ ژلاتینی در تماس می‌باشند ولی دندریت حسی فقط به یاختهٔ مژک‌دار متصل است. از طرفی دقت کنید که ماهی برخلاف پلاناریا، **فاقد** طناب عصبی جانبی می‌باشد. لطفاً کانال یا خط جانبی را با طناب عصبی اشتباه نگیرید. ماهی مانند هر مهره‌داری حاوی **یک طناب عصبی پشتی** (نخاع) می‌باشد.



«ساختار خط جانبی در ماهی»

هستهٔ یاخته‌های پشتیبان پایین‌تر از یاخته‌های گیرندهٔ خط جانبی می‌باشند.

درازترین مژک هر یاختهٔ گیرنده در سمت مشابهی با سایر گیرنده‌ها وجود دارد.

با توجه به شکل در محل گیرندهٔ خط جانبی و مادهٔ ژله‌ای آن یک فرورفتگی وجود دارد ولی در بخش تعادلی گوش یک برآمدگی برای آن‌ها ایجاد می‌شود.

عصب خارج شده از خط جانبی هرچه به سمت سر جانور نزدیک‌تر می‌شود چون گیرنده‌های بیشتری به آن رشته وارد می‌کنند، پس کمی **قطورتر** می‌شود. دقت کنید که پیام آن‌ها باید از طناب عصبی شکمی به مغز برسد.

حرکت آبِ اطراف ماهی ← سبب حرکت آب موجود در کانال زیر پوست ماهی می‌شود. ← سبب حرکت ماده ژلاتینی می‌شود. ← سبب تحریک یاختهٔ مژک‌دار متصل به مادهٔ ژلاتینی می‌شود. ← ایجاد پیام عصبی

۱۶۵۸ (۳) موارد (ب)، (ج) و (هـ) نادرست‌اند. شکل، مربوط به یاخته‌های موجود در خط جانبی ماهی‌هاست.

بررسی موارد (الف) درست. جریان آب در خط جانبی طبق متن کتاب درسی، مادهٔ ژلاتینی را به حرکت در می‌آورد. (ب) **نادرست. مژک‌های یاخته‌های مژک‌دار** کانال خط جانبی طبق متن کتاب درسی، به‌طور کامل درون مادهٔ ژلاتینی قرار دارند و از طریق خط جانبی، در تماس با مایع اطراف و نیز آب وارد شده به بدن جانور، قرار **نمی‌گیرند**.

نکته
- **مادهٔ ژلاتینی** از طریق خط جانبی، در تماس با مایع اطراف و نیز آب وارد شده به بدن جانور قرار **می‌گیرد**.
- بخش‌های فوقانی (زیر قله!) برخی یاخته‌های پشتیبان، می‌توانند از طریق خط جانبی، در تماس با آب وارد شده به بدن جانور قرار گیرند (به فلش توجه کنید).

(ج) **نادرست.** باتوجه به شکل ماهی، این یاخته‌های مژک‌دار در عقب بدن جانور نسبت به یاخته‌های هم‌نام خود در جلوی بدن جانور، فاصلهٔ بیشتری تا عصب زیر کانال خط جانبی دارند. (د) درست. یاخته‌های پشتیبان با محافظت از یاخته‌های مژک‌دار، سبب می‌شوند یاخته‌های مژک‌دار عملکرد خود را به درستی انجام دهند (کلاً وقتی در عبارتی واژهٔ «نقش دارد» می‌آید خیلی به دیدگاه مثبت به آن نگاه کنید). (هـ) **نادرست.** با توجه به شکل‌نامه، رشته‌های عصبی تشکیل دهندهٔ عصب زیر کانال خط جانبی، طول یکسانی ندارند؛ رشته‌های عصبی نزدیک‌تر به سر جانور نسبت به رشته‌های عصبی نزدیک‌تر به دم جانور، طول کوتاه‌تری دارند اما همگی ضخامت یکسانی دارند.

نکته
- ضخامت عصب زیر کانال خط جانبی ماهی در تمام طول خود یکسان نیست؛ به علت افزوده‌شدن رشته‌های عصبی به این عصب در طی مسیر، ضخامت آن از عقب بدن (نزدیک دم) به جلوی بدن (نزدیک سر) افزایش می‌یابد.
- رشته‌های عصبی به وسیلهٔ **دندریت** خود به یاخته‌های مژک‌دار **اتصال** دارند.

۱۶۵۹ (۳) موارد (الف)، (ب) و (د) صحیح‌اند. شکل، گیرنده‌های شیمیایی داخل موهای حسی روی پاهای **مگس** را نشان می‌دهد. بخش (۱) رشته‌های عصبی (اجتماع آکسون‌ها)، بخش (۲) یک آکسون، بخش (۳) جسم‌یاخته‌ای، بخش (۴) موی حسی و بخش (۵) دندریت گیرندهٔ حسی می‌باشد.

بررسی موارد (الف) **درست.** عصب بویایی در انسان، مجموعه‌ای از آکسون‌هاست؛ عصب موجود در شکل نیز مجموعه‌ای از آکسون‌هاست. (ب) **درست.** در گیرنده‌های **شیمیایی** داخل موهای حسی روی پاهای مگس، طول آکسون از دندریت بیشتر است. (ج) نادرست. جسم‌یاخته‌ای نشان داده شده در شکل (بخش (۳))، خودش متعلق به گیرنده می‌باشد؛ گیرنده، خودش تولید کنندهٔ پیام عصبی است (نه اینکه در سیناپس شرکت کند و پیام را از یاختهٔ دیگری بگیرد!). (د) **درست.** باتوجه به شکل مقابل، به‌طور معمول موهای حسی، روی **کوتاه‌ترین** بند پاهای جانور قرار دارند.

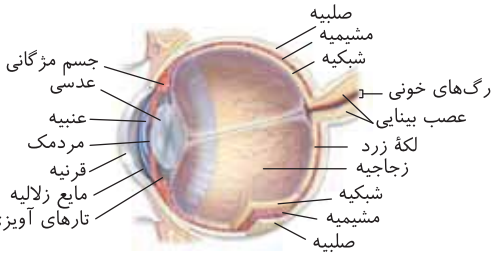
نکته
- در هر موی حسی، تنها چهار دندریت وجود دارد که فاصلهٔ آن‌ها نسبت به هم در محل منفذ، کمتر از سمت مقابل می‌باشد.
- جسم‌یاخته‌ای هر گیرندهٔ شیمیایی، در بیرون موی حسی قرار دارد.

۱۶۶۰ (۳) موارد (الف)، (ج) و (د) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند. شکل، پردهٔ صماخ در **جیرجیرک** را نشان می‌دهد. بخش (A)، پردهٔ صماخ و زائده‌های اطراف آن، اجسام مومانند می‌باشند. **روی هر یک 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.

«گیرندهٔ امواج صوتی در جیرجیرک»

بررسی موارد (الف) **نادرست.** در فصل ۸ دوازدهم می‌آموزید که در نوعی از جیرجیرک‌ها، والد ماده باید مواد غذایی مورد نیاز رشد جنین را به همراه اسپرم از والد نر دریافت کند. (ب) درست. باتوجه ب شکل مقابل، در جیرجیرک زائده‌های مجاور دهان در مقایسه با شاخک‌های مجاور چشم، تعداد بیشتر و طول کمتری دارند. (ج) **نادرست.** در تنفس نایدیسی، گازهای تنفسی با محلول شدن در انتهای بن‌بست انشعاب انتهایی وارد بدن می‌شود ولی هوایی از راه این لوله‌ها وارد بدن و فضاها نمی‌شود. (د) **نادرست.** زائده‌های اطراف بخش (A) (پردهٔ صماخ) در جیرجیرک اجسام مومانند می‌باشند. دقت کنید که در مگس، گیرنده‌های **شیمیایی** در موهای حسیِ **روی پاهای** آن قرار دارند. **مگس‌ها** به کمک این گیرنده‌ها، **انواع مولکول‌ها را تشخیص** می‌دهند.

۱۶۶۱ (۲) بخش‌های (۱)، (۲)، (۳) و (۴) مشخص شده در شکل سؤال به ترتیب نشان‌دهندهٔ قرنیه، عدسی، یاخته‌های گیرندهٔ نور و رشتهٔ عصبی می‌باشند. همان‌طور که می‌دانید قرنیه اولین بخش مؤثر در همگرایی پرتوهای نور در چشم بوده و همانند عدسی در اثر اختلال سبب آستیگماتیسم و عدم متمرکز شدن تصویر در یک نقطه از شبکیه می‌شود.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های استوانه‌ای در نور کم و یاخته‌های مخروطی در نور زیاد تحریک می‌شوند. گیرنده‌های مخروطی، تشخیص رنگ و جزئیات اجسام را امکان‌پذیر می‌کنند. توجه کنید این گزینه در ارتباط با گیرنده‌های استوانه‌ای صادق نیست. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که عدسی جزء لایه‌های کرهٔ چشم محسوب نمی‌شود. به منظور مشاهدهٔ اشیای دور، ماهیچه‌های مژگانی استراحت و تارهای آویزی متصل به آن کشیده می‌شوند. در نتیجه تحدب عدسی کاهش می‌یابد. بنابراین می‌توان گفت در پی کاهش ضخامت عدسی، فشار وارد شده به **مایع زلالیه** (مایع موجود در فضای جلویی عدسی)، کاهش می‌یابد. **گزینهٔ (۴):** قسمت رشته‌های عصبی را نشان می‌دهد. (نه گیرنده‌های نوری!)

۱۶۶۲ (۲) موارد (الف) و (ب) صحیح‌اند. شکل، چشم مرکب **حشرات** را نشان می‌دهد.

بررسی موارد (الف) **درست.** با توجه به شکل مقابل، قرنیه در چشم مرکب حشرات، دارای رنگ‌دانه می‌باشد. قرنیه در انسان، پردهٔ شفاف (فاقد رنگ‌دانه) جلوی چشم است. (ب) **درست.** با توجه به شکل مقابل، بخش پهن‌تر عدسی مخروطی‌شکل، به سمت قرنیه و بخش باریک‌تر آن، به سمت یاخته‌های گیرندهٔ نور قرار دارد. (ج) نادرست. حشرات و سخت‌پوستان، نمونه‌هایی از جانوران دارای اسکلت بیرونی هستند. در این جانوران، اسکلت علاوه‌بر کمک به حرکت، وظیفهٔ حفاظتی هم دارد. حشرات تنفس نایدیسی دارند؛ اما با توجه به این خط کتاب زیست دهم در فصل پنج: «در سخت‌پوستان، مواد دفعی نیتروژن‌دار با انتشار ساده، از **آبشش‌ها** دفع می‌شوند.» متوجه می‌شویم که سخت‌پوستان از طریق آبشش تنفس می‌کنند. (د) نادرست. پردهٔ صماخ در همهٔ حشرات وجود ندارد و ویژهٔ جیرجیرک‌ها می‌باشند.

۱۶۶۳ (۳) بخش *A*: لوب‌های (پیازهای) بویایی، بخش *B*: مخ، بخش *C*: مخچه، بخش *D*: بصل‌النخاع می‌باشد.

در صورت برش کرمینهٔ مخچه، درخت زندگی و بطن چهارم مغز گوسفند مشاهده می‌شود. بنابراین این بطن چهارم است که در مجاور مخچه دیده می‌شود. (نه بطن سوم!)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لوب‌های بویایی در جلوترین بخش مغز گوسفند، از هر دو نمای پشتی و شکمی قابل مشاهده می‌باشند. **گزینهٔ (۲):** در صورتی که دو نیمکرهٔ مخ گوسفند از هم فاصلهٔ بگیرند، رابط سفیدرنگ پینه‌ای مشاهده می‌شود. در زیر این رابط هم، رابط سه‌گوش قرار گرفته است. این دو رابط در اتصال نیمکره‌های مخ گوسفند به هم نقش دارند. **گزینهٔ (۴):** در مغز گوسفند پل‌مغزی، مخچه، درخت زندگی، بطن چهارم و بصل‌النخاع نسبت به غدهٔ اپی‌فیز در سطح عقب‌تری قرار گرفته‌اند.

۱۶۶۴ (۴) منظور سؤال در مورد یاخته‌های گیرندهٔ شنوایی و تعادلی گوش درونی می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** درست. در مورد عمل مغز میانی در بالای ساقهٔ مغز که در شنوایی نقش دارد صحیح است. **گزینهٔ (۲):** درست. در مورد خم شدن مادهٔ ژله‌ای مجرای تحریک گیرندهٔ تعادلی در مجاری نیم‌دایره صحیح است. **گزینهٔ (۳):** درست. گیرنده‌ها از یک طرف به مژک و از یک طرف به رشتهٔ عصبی متصل‌اند. **گزینهٔ (۴): نادرست.** در قسمت تعادلی گوش، چندلایه یاختهٔ پوششی در اطراف گیرندهٔ حسی نداریم این نکته در مورد گیرندهٔ شنوایی صادق است.

۱۶۶۵ (۳) هر گیرندهٔ حسی پوست، یاخته یا قسمتی از یک یاختهٔ عصبی است که در غشای خود حتماً کانال‌های مختلف دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** *قبِ پوستِ صورت که به نفاع پیام نمی‌فرسته، مستقیم به مغز می‌فرسته.* **گزینهٔ (۲):** *اگر دقت کنی دقیقاً گزینهٔ قبلی هست؛ کی گفته اغلب گیرنده‌های پوست اول پیام رو به به‌طور حتم به مغز می‌فرستن؟ اغلب به نفاع می‌فرستن.* **گزینهٔ (۳):** همهٔ کانال‌های دریچه‌دار دارند. **گزینهٔ (۴):** پیام عصبی که در یاختهٔ پوششی پیوندی آن‌ها تولید نمی‌شود!

جمع‌بندی نکات حواس پیکری و حواس ویژه ۲۰۴

ویژگی‌ها / نوع حواس	نوع گیرنده	ساختار گیرنده	محل گیرنده	نوع محرک	مراکز پردازش کنندهٔ اطلاعات
حواس پیکری	تماس	انتهای دندریت درون پوشش	پوست و بخش‌های دیگر بدن	تماس و فشار و ارتعاش	دستگاه عصبی مرکزی
	دما	انتهای دندریت درون پوشش	پوست و بخش‌هایی از بدن مانند برخی سیاهرگ‌های بزرگ	گرما یا سرما	دستگاه عصبی مرکزی به ویژه هیپوتالاموس
	حس وضعیت	انتهای دندریت آزاد	ماهیچه اسکلتی و زردپی و کپسول مفصلی	کشش و تغییر طول ماهیچه	دستگاه عصبی مرکزی به ویژه مخچه
	درد	انتهای دندریت آزاد	پوست و بخش‌های دیگر مثل سرخرگ‌ها	گرما و سرمای شدید همراه با آسیب‌های بافتی و مواد شیمیایی (لاکتیک اسید)	دستگاه عصبی مرکزی
حواس ویژه	بینایی	یاختهٔ تمایزیافته	شبکیه چشم	نور مرئی	تالاموس و مغز میانی و لوب‌های پس سری قشر مخ
	شنوایی	یاختهٔ غیرعصبی تمایزیافته	بخش حلزونی گوش	صوت	لوب گیجگاهی قشر مخ و تالاموس و مغز میانی
	تعادل	یاختهٔ غیرعصبی تمایزیافته	بخش دهلیزی گوش	حرکت سر	مخچه و قشر مخ
	بویایی	یاختهٔ عصبی تمایزیافته	سقف حفرهٔ بینی	مولکول‌های بودار	پیاز بویایی و قشر مخ
	چشایی	یاختهٔ غیرعصبی تمایزیافته	دهان و زبان	مولکول غذا	تالاموس و قشر مخ

۱۶۶۶ (۲) *در مورد گیرنده‌های مژک‌دار پای مگس فط کتاب این رو گفته!*

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیرنده پیام رو میده به رشتهٔ عصبی و بعد از طریق طناب عصبی پشتی به مغز می‌ره! این یعنی مستقیماً به مغز نمیره. **گزینهٔ (۳):** فقط در دو پای جلویی جیرجیرک، گیرندهٔ **مکانیکی** حساس به صوت وجود داره (نه صوتی!). **گزینهٔ (۴):** تابیده شده اینجا درست است! (نه بازتابیده شده!)

۱۶۶۷ (۳) **بررسی موارد** (الف) درست. درمورد انتقال پیام‌های تعادلی از گوش درونی و بخش دهلیزی آن به مخچه صحیح است. چون مخچه به زیر دو لوب پس‌سری و گیجگاهی متصل است. (ب) **نادرست.** مژک‌ها و یاخته‌های گیرندهٔ شنوایی کلاً با مایع گوش درونی در اتصال هستند. ولی فقط مژک‌ها با پوشش ژلاتینی در تماس می‌باشند. (ج) **نادرست.** با توجه به شکل کتاب، مژک‌ها و یاخته‌های گیرندهٔ شنوایی فقط در یک فضا از سه فضای بخش حلزونی قرار دارند. (د) **نادرست.** با توجه به شکل کتاب، مژک گیرنده‌های تعادلی با مادهٔ ژلاتینی در تماس است ولی با مایع درون مجاری نیم‌دایره اصلاً تماس ندارد. (شکل ۱۱)

۱۶۶۸ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** همواره بین مادهٔ خاکستری مخ و استخوان جمجمه، سه پردهٔ مننژ وجود دارد. **گزینهٔ (۲):** فقط قشر خاکستری مخ در این مورد نقش دارد. **گزینهٔ (۳):** هر دو چشم به هر دو نیمکره پیام می‌فرستند. مثلاً نیمکرهٔ راست از نیمهٔ راست هر دو چشم پیام دریافت می‌کند. **گزینهٔ (۴):** عصب بینایی اجتماع آکسون نورون‌های شبکیهٔ چشم است که پیام خود را از گیرنده‌ها طی چند سیناپس دریافت کرده‌اند.

۱۶۶۹ (۳) موارد (الف)، (ب) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** گوش بیرونی حاوی لالهٔ گوش و مجرای شنوایی است که فقط مجرای شنوایی و آن هم بخش انتهایی آن توسط استخوان گیجگاهی محافظت می‌شود. (ب) **درست.** با توجه به متن کتاب درسی، گوش میانی، محفظهٔ استخوانی پر هواست. (ج) نادرست. شیپوراستاش، هوا را بین حلق و گوش میانی در پشت پردهٔ صماخ منتقل می‌کند ولی شیپور استاش قسمتی از گوش نمی‌باشد. (د) **درست.** هر قسمت گوش درونی حاوی مایع است و سطح داخلی گوش در مجاورت مایع بافت پوششی قرار دارد.

۱۶۷۰ (۳) کمترین ضخامت شبکیه را نیمهٔ عقبی چشم دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نقطهٔ کور محل خروج عصب از چشم است. **گزینهٔ (۲):** در لکهٔ زرد هر دو نوع دیده می‌شوند ولی مخروطی خیلی بیشتر است! **گزینهٔ (۴):** در مورد لکهٔ زرد که محل تمرکز پرتوهای نوری است و فرو رفته است صحیح می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** در ناحیهٔ لکهٔ زرد، اگر به شکل ۴ کتاب دقت کنید ضخامت صلبیه از مشیمیه بیشتر است که این موضوع در همهٔ چشم صادق است، نه اینکه در اینجا این اتفاق بیافتد.

۱۶۷۱ (۴) موارد (الف)، (ب) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** در مورد پیرچشمی و کاهش انعطاف‌پذیری عدسی چشم است. (ب) **درست.** ماهیچهٔ مژگانی از نوع صاف با یاخته‌های دوکی‌شکل است که برای دیدن اشیاء نزدیک، کوتاه و منقبض می‌شود. (ج) نادرست. زلالیه منظور قسمت اول است که با شبکیه در تماس نیست. (د) **درست.** در فعالیت کتاب درسی هم آمده است که در برخی موارد اندازهٔ کرهٔ چشم مناسب است ولی به دلیل تغییر همگرایی عدسی چشم، دوربینی یا نزدیک‌بینی ایجاد می‌شود.

۱۶۷۲ (۴) گیرندهٔ سطحی دمایی در بافت پیوندی درم در پوست قرار دارد و به تالاموس و هیپوتالاموس پیام می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیرنده‌های حواس ویژه هم اغلب توانایی سازش دارند. (مثلاً بوی عطر که پس از مدتی عادی می‌شود.) **گزینهٔ (۲):** گیرندهٔ حس وضعیت توانایی سازش دارد. ولی مانند گیرندهٔ سازش‌ناپذیر درد، انتهای آزاد دندریت است. **گزینهٔ (۴):** وضعیت بدن هم با گیرندهٔ وضعیتی (پیکری) و هم گیرندهٔ تعادلی گوش در حس ویژه به مغز می‌رسد.

۱۶۷۳ (۲) فقط مورد (ج) صحیح است. منظور یاخته‌های عصبی زائده‌دار و یاخته‌های بویایی پوششی مو یا مژک‌دار آن است.

بررسی موارد (الف) نادرست. این عبارت فقط در مورد گیرندهٔ بویایی صحیح است که نوعی نورون است. (ب) نادرست. پوست ابتدای بینی، سنگ‌فرشی چندلایه‌دار و لایهٔ داخلی مودار آن به غشای پایه متصل نمی‌باشد. (ج) **درست.** هر مادهٔ تولید شده در یاخته به نوعی ژن نیازمند است. (د) نادرست. فقط یاخته‌های گیرنده که عصبی هستند، این ویژگی را دارند.

۱۶۷۴ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** لالهٔ گوش توسط استخوان گیجگاهی محافظت نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** پردهٔ صماخ منظور است که هوا را از خود عبور نمی‌دهد. **گزینهٔ (۳):** دربارهٔ مجرای گوش درست است. **گزینهٔ (۴):** گوش میانی پر از هواست و بین دو پردهٔ صماخ و پردهٔ دریچهٔ بیضی قرار دارد. (ولی مایع در حالت عادی ندارد.)

۱۶۷۵ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** نادرست. قسمت اول در مورد جوانهٔ چشایی است که در **دهان** و برجستگی‌های زبان وجود دارد. **گزینهٔ (۲):** نادرست. منظور بزاق است ولی دقت کنید که موسین پروتئینی است که نقش آنزیمی ندارد. **گزینهٔ (۳):** **درست.** منظور یاخته‌های نگهبان در جوانهٔ چشایی در دو طرف گیرندهٔ چشایی است که از یک طرف به منفذ جوانه و از یک طرف به غشای پایه متصل‌اند. **گزینهٔ (۴):** نادرست. منظور یاخته‌های قهوه‌ای رنگ بین دو جوانه است که کوچک پوششی به هم چسبیده می‌باشند.

۱۶۷۶ (۱) شیپور استاش، گوش میانی (محفظهٔ استخوانی پرهوا) را به حلق وصل می‌کند. در مورد حلق فقط مورد (الف) صحیح است. که محل شروع بلع غیرارادی و حرکات کرمی لولهٔ گوارش است.

بررسی موارد (ب) لب‌ها و دهان واژه‌سازی می‌کنند (نه پرده‌های صوتی!). (ج) شبکهٔ عصبی روده‌ای از مری تا مخرج قرار دارد و در حلق و دهان دیده نمی‌شود. (د) ماهیچهٔ حلق، از نوع **اسکلتی** می‌باشد و صاف، طولی و مورب ندارد.

۱۶۷۷ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در چشم گوسفند، قرنیه تخم‌مرغی شکل است. (نه عدسی) **گزینهٔ (۲):** بخش حلقه‌ای‌شکل جسم‌مژگانی، دور محل استقرار عدسی است که عنبیه نیز درون آن قرار دارد. **گزینهٔ (۳):** پس از خروج آرام عدسی، زلالیه غیرشفاف و به دلیل ورود دانه‌های سیاه ملانین دیده می‌شود که به نسبت زجاجیه حجم کمتری دارد. **گزینهٔ (۴):** با جدا کردن جسم‌مژگانی و عنبیه، قرنیه را به صورت شفاف و برآمده می‌بینیم ولی در ابتدای تشریح، صلبیه را در فاصلهٔ یک سانتی‌متری قرنیه سوراخ می‌کنیم.

۱۶۷۸ (۴) طبق شکل کتاب درسی در آستیگماتیسم و دوربینی (برای دید اجسام نزدیک) پرتوهای نامناسب از شبکیه عبور می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** عنبیه منظور است ولی در جلوی عدسی واقع است. **گزینهٔ (۲):** تارها تقریباً در اطراف عدسی هستند و با استراحت ماهیچه سفت می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** زجاجیه منظور است ولی نقش تغذیه‌ای ندارد.

۱۶۷۹ (۱) موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند. منظور سؤال ساختار ماهیچه‌ای جسم‌مژگانی از لایهٔ میانی است که با مادهٔ زجاجیه و زلالیه در تماس است ولی عنبیه ماهیچه‌ای فقط با زلالیه در تماس است.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** عنبیه در تغییر عدسی نقش ندارد. (جسم‌مژگانی نقش دارد.) (ب) درست. جسم‌مژگانی ماهیچهٔ صاف تحت کنترل اعصاب خودمختار دارد. (ج) **نادرست.** عنبیه مویرگ دارد. زلالیه به قرنیه و عدسی غذا می‌دهد. (د) **نادرست.** د رمورد نقش جسم‌مژگانی در تغییر کشش تارهای متصل به عدسی صحیح است؛ ولی دقت کنید که این تارها بافت پیوندی هستند و انقباض ندارند.

چند نکتهٔ تکمیلی در مورد چشم

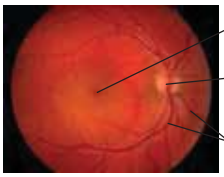
- در لایهٔ میانی چشم ضخامت جسم‌مژگانی بیشتر از عنبیه و عنبیه بیشتر از مشیمیه می‌باشد.
- صلبیه در قسمت پشتی چشم نسبت به قسمت جلویی آن، ضخامت بیشتری دارد. این پردهٔ سفیدرنگ در محل اتصال به پردهٔ قرنیه در دو طرف دو سوراخ دارد.
- سرخرگ موجود در عصب بینایی نسبت به سیاهرگ موجود در آن، به بینی نزدیک‌تر است.
- بخش قرار گرفته در پشت عدسی از بخش جلویی آن حجیم‌تر است (زجاجیه از زلالیه حجیم‌تر است).
- صلبیه ضخیم‌ترین و شبکیه نازک‌ترین لایه است.
- تارهای آویزی به صورت شعاعی با عدسی متصل می‌شوند که با انقباض جسم‌مژگانی شل شده و عدسی محدب‌تر می‌شود.
- رگ‌های خونی ورودی از نقطهٔ کور، به عنبیه خون‌رسانی نمی‌کنند. این انشعابات در لایهٔ داخلی قرار دارند و به عدسی نمی‌رسند.
- انتهای صلبیه در عصب خروجی از چشم می‌تواند با بخشی از شبکیه که در عصب بینایی قرار دارد در تماس باشد، مشیمیه در بیشتر بخش‌های خود به شبکیه متصل است.
- در هر چشم، فاصلهٔ لکهٔ زرد نسبت به نقطهٔ کور به بینی دورتر است.
- قطر عصب بینایی از قطر رگ‌های خونی مجاور آن بیشتر است.

۱۶۸۰ : ۳ بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ماهیچه‌های حرکت دهندهٔ کرهٔ چشم، به لایهٔ **خارجی** چشم و کاسهٔ چشم متصل می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** ماهیچهٔ مژگانی به عنوان مثال نقص می‌باشد؛ چون هم جسم‌مژگانی و هم عنبیه هر دو ماهیچه‌های متصل به زلالیه هستند. **گزینهٔ (۳):** منظور ماهیچهٔ صاف حلقوی عنبیه است که با انقباض خود در نور زیاد سبب تنگ شدن مردمک و کم شدن عبور نور می‌شود. **گزینهٔ (۴):** ماهیچهٔ مژگانی منظور است که توسط زلالیه تغذیه نمی‌شود.

۱۶۸۱ : ۴ فعالیت گیرنده‌های مکانیکی حس وضعیت موجب می‌شود که مغز از چگونگی قرارگیری قسمت‌های مختلف بدن نسبت به هم، هنگام سکون و حرکت اطلاع یابد. بنابراین منظور سؤال گیرنده‌های حس وضعیت می‌باشد. گیرنده‌های حس وضعیت در ماهیچه‌های اسکلتی، زردپی‌ها و کپسول پوشانندهٔ مفاصل قرار دارند. بنابراین باید گزینه‌ای را پیدا کنیم که در رابطه با **همهٔ** این بخش‌ها صحیح باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** زردپی‌ها و کپسول‌های پوشانندهٔ مفاصل از بافت پیوندی متراکم و ماهیچه‌های اسکلتی از بافت ماهیچه‌ای و بافت پیوندی تشکیل شده‌اند. رشته‌های پروتئینی مانند رشته‌های کلاژن و کشسان (ارتجاعی) و مادهٔ زمینه‌ای بین‌یاخته‌ای، تنها در انواع بافت پیوندی دیده می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی دارای چندین هستهٔ حاشیه‌ای می‌باشند که اطلاعات وراثتی را ذخیره می‌نمایند. اما یاخته‌های سازندهٔ بافت پیوندی رشته‌ای تنها یک هسته دارند. **گزینهٔ (۳):** لایهٔ میانی قلب، ضخیم‌ترین لایهٔ آن است که ماهیچهٔ قلب نیز نامیده می‌شود. این لایه بیشتر از یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی تشکیل شده است و در بین آن‌ها یاخته‌های بافت پیوندی رشته‌ای هم دیده می‌شود. اما دقت کنید که در ساختار بافتی این لایه، یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی دیده نمی‌شوند. **گزینهٔ (۴):** کپسول پوشانندهٔ مفاصل، ماهیچه‌های اسکلتی و زردپی‌ها، همگی در تماس با استخوان‌ها قرار گرفته‌اند که در حفاظت و پشتیبانی از اندام‌ها نقش دارند. کپسول‌ها انتهای استخوان‌ها را احاطه کرده‌اند، زردپی‌ها نیز ماهیچهٔ محافظ را به استخوان وصل می‌کنند و ماهیچه‌ها هم با اتصال به استخوان‌ها آن‌ها را حرکت می‌دهند. (ترکیب با فصل ۳)

۱۶۸۲ : ۲ در شکل، بخش (الف) نقطهٔ کور و محل خروج عصب بینایی و بخش (ب) لکهٔ زرد است در لکهٔ زرد جزئیات اشیاء تشکیل و ثبت می‌شوند ولی محل تفسیر آن در لوب پس‌سری مخ می‌باشد.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. نقطهٔ کور فاقد گیرندهٔ استوانه‌ای و مخروطی می‌باشد. **گزینهٔ (۲): درست.** لکهٔ زرد مقدار زیادی گیرندهٔ مخروطی و کمی استوانه‌ای دارد. **گزینهٔ (۳):** نادرست. نقطهٔ کور محل عبور اعصاب و رگ‌های چشم می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** نادرست. تفسیر و درک هر حس، در قشر مخ صورت می‌گیرد.

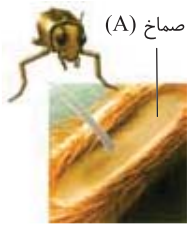
۱۶۸۳ : ۱ اغلب یاخته‌های سقف حفرهٔ بینی از نوع **پوششی** با فضای بین‌یاخته‌ای **کم** و فاقد مژه هستند و در بین گیرنده‌های بویایی قرار دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** *مگه یافتهٔ غیرعصبی، دندریت هم داره؟!* **گزینهٔ (۳):** یاخته‌های گیرندهٔ بویایی دارای زائده می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** یاختهٔ غیرگیرنده، پیام عصبی ایجاد نمی‌کند. دقت کنید که سؤال در مورد یاخته‌های پوششی بین گیرنده‌هاست (نه خود گیرنده‌های دندریتی!).

۱۶۸۴ : ۲ موارد (ب) و (د) به درستی بیان شده‌اند. گیرنده‌های شیمیایی که در اندام‌های حسی انسان واقع هستند و بر **درک مزهٔ غذا** مؤثرند، گیرنده‌های **بویایی** و **چشایی**اند.

بررسی موارد (الف) نادرست. گیرنده‌های بویایی **برخلاف** گیرنده‌های چشایی، نوعی **یاختهٔ عصبی تمایز یافته**اند. (ب) **درست.** گیرنده‌های بویایی **زوائدی در انتهای دندریت خود** دارند که با ترشحات مخاطی اطراف در تماس می‌باشند. همچنین طبق شکل کتاب درسی، یاخته‌های گیرندهٔ چشایی نیز در رأس خود **زوائدی** دارند که با بزاق دهان در تماس می‌باشند. (ج) نادرست. گیرنده‌های چشایی **برخلاف** بویایی، آکسون ندارند! (د) **درست. همهٔ** یاخته‌های بدن، در غشای خود **کانال‌های دریچه‌داری** دارند که به بعضی یون‌ها اجازه عبور می‌دهند.

۱۶۸۵ : ۴ روی پاهای جلویی جیرجیرک پردهٔ صماخ کشیده شده است.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** رشته‌های زائده‌مانند (مومانند) فقط در اطراف پردهٔ صماخ دیده می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** از آنجا که جیرجیرک جزء بی‌مهرگان می‌باشد، در نتیجه استخوان نیز ندارد. **گزینهٔ (۳):** تنها پاهای جلویی جیرجیرک که کوتاه‌ترین پاها هستند، دارای پردهٔ صماخ می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** با توجه به شکل مقابل، پردهٔ صماخ جیرجیرک بین دو بند دراز نزدیک به سینهٔ جانور است که در اطراف آن قسمت‌های زائده‌دار وجود دارند.

۱۶۸۶ : ۳ همهٔ موارد به‌جز مورد (الف) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) درست. بخش (۲) مخچه را نشان می‌دهد که از گیرندهٔ **تعادلی** پیام دریافت می‌کند اما دقت کنید مغز میانی از گیرندهٔ شنوایی نیز می‌تواند پیام دریافت کند. (ب) **نادرست.** بصل‌النخاع انسان، در انعکاس بلع نقش دارد؛ اما دقت کنید در **انعکاس** بلع حرکات ارادی ماهیچه‌ها را نداریم! و به صورت غیرارادی ماهیچه‌های حلق منقبض می‌شوند. (ج) **نادرست.** دقت کنید لوب‌های بویایی جزء سامانهٔ لیمبیک نیستند بلکه به آن متصل هستند! *(فصل ا که یادت نرفته شیطون!؟)* (د) **نادرست.** دقت کنید این بخش عصب بینایی را نشان می‌دهد. در اِم‌اِس اعصاب تخریب نمی‌شوند چون جزء بخش محیطی هستند!

۱۶۸۷ (۳) **برخی** مارها می‌توانند پرتوهای فروسرخ را تشخیص دهند. در **جلو** و **زیر** هر چشم مار زنگی، سوراخی است که گیرنده‌های پرتوهای فروسرخ در آن قرار دارند. **همهٔ** خزندگان تولیدمثل جنسی دارند؛ انجام این نوع لقاح، نیازمند دستگاه‌های تولیدمثلی با اندام‌های تخصص یافته است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مگس، چندین گیرندهٔ شیمیایی برای تشخیص مولکول‌ها **روی** (نه درون!) پاها وجود دارد که به وسیلهٔ آن انواعی از مولکول‌ها را تشخیص می‌دهد. مگس نوعی حشره است؛ حشرات فاقد مویرگ، سیاهرگ و رگ شکمی‌اند. **گزینهٔ (۲):** در ساختار خط جانبی ماهی‌ها، هم یاختهٔ مژک‌دار و هم یاختهٔ فاقد مژک وجود دارد؛ اما دقت کنید که خط جانبی، **زیر** پوست (نه داخل پوست!) قرار دارد. **گزینهٔ (۴):** همهٔ حشرات دارای سامانهٔ دفعی متصل به روده (لوله‌های مالپیگی)اند؛ اما فقط در **برخی** حشرات مانند زنبور، گیرنده‌های نوری، پرتوهای فرابنفش را نیز دریافت می‌کنند.

۱۶۸۸ (۱) فقط مورد (ب) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. با توجه به شکل گیرنده‌های چشایی زبان، هستهٔ یاخته‌های گیرندهٔ در سمت مخالف منفذ قرار دارد. (ب) **درست.** با وجود یکسان بودن ماهیت پیام‌های عصبی که از گیرنده‌های گوناگون بدن به دستگاه عصبی مرکزی می‌رسند، مغز آن‌ها را به شکل‌های متفاوتی مانند صدا، تصویر، یا مزه تفسیر می‌کند. پیام‌هایی که هر نوع از گیرنده‌های حسی ارسال می‌کنند، به بخش یا بخش‌های ویژه‌ای از دستگاه عصبی مرکزی و قشر مخ وارد می‌شوند. (ج) نادرست. گیرنده‌های چشایی، یاخته‌های پوششی تمایزیافته هستند و فاقد دندریت، جسم‌یاخته‌ای و آکسون‌اند. (د) نادرست. بالاترین گیرندهٔ چشایی، با دو انشعاب از یک رشتهٔ عصبی ارتباط دارد.

۱۶۸۹ (۲) موارد (ج) و (د) صحیح‌اند.

بررسی موارد (الف) نادرست. با توجه به شکل و نیز کنکور ۱۴۰۱، در چشم مرکب، عدسی مخروطی‌شکل است. عدسی با رشته‌های عصبی ارتباطی ندارد. چون یاخته‌های گیرندهٔ نور به رشته‌های عصبی متصل‌اند.

نکته
یاختهٔ مخروطی‌شکل در انسان، نوعی یاختهٔ گیرندهٔ نور است که با رشتهٔ عصبی ارتباط دارد.

(ب) نادرست. با توجه به شکل ، **دو یاختهٔ کناری عدسی** در چشم مرکب، **هر کدام یک هستهٔ کوچک و حاشیه‌ای** دارند.
(ج) **درست.** با توجه به شکل، جلوترین بخش واحد بینایی، قرنیه و عقب‌ترین بخش واحد بینایی، یاخته‌های گیرندهٔ نور هستند. **قرنیه نسبت به یاخته‌های گیرندهٔ نور، ضخامت بیشتر اما طول کمتری دارد.** (د) **درست.** با توجه به شکل، هستهٔ یاخته‌های گیرندهٔ نور موجود در یک واحد بینایی، می‌توانند هم‌سطح نباشند.

۱۶۹۰ (۱) فقط مورد (ج) نادرست است. همهٔ گیرنده‌های حس پیکری (تماس (لمس)، فشار و ارتعاش)، درد ، وضعیت و دما (سرما و گرما))، خودشان گیرنده‌اند یعنی اولین‌بار، پیام عصبی در خود آن‌ها ایجاد می‌شود و هیچ‌کدام از آن‌ها نمی‌توانند دریافت‌کنندهٔ پیام عصبی از یک یاختهٔ دیگر باشند و به عنوان یاختهٔ پس‌سیناپسی عمل کنند.

بررسی موارد (الف) گیرنده‌های تماس (لمس)، فشار و ارتعاش، نوعی گیرندهٔ تماسی محسوب می‌شوند. (ب) مطابق شکل مقابل، گیرندهٔ حس وضعیت برخلاف گیرندهٔ فشار، منشعب است. (د) گیرندهٔ سازش‌ناپذیر (درد) برخلاف گیرندهٔ فشار، فاقد پوششی از بافت پیوندی در اطراف خود است و بنابراین در تماس با مایع **اطراف** قرار دارد.

نکته
هم گیرندهٔ درد و هم گیرندهٔ فشار، در تماس با **مایع بین‌یاخته‌ای** قرار دارند.

۱۶۹۱ (۲) موارد (الف) و (ب) نادرست‌اند.

بررسی موارد (الف) **نادرست. درون هر موی حسی** روی پاهای مگس، **بیش از یک دندریت** (در شکل ۴تا) وجود دارد. (ب) **نادرست.** مطابق شکل، پاهای جلویی جیرجیرک، چهار بند دارد که **بلندترین** آن‌ها به سینه متصل است. (ج) درست. با توجه به شکل، در گیرنده‌های شیمیایی روی پاهای مگس، **طول آکسون از دندریت بلندتر** است و **آکسون‌ها تشکیل عصب** می‌دهند. (د) درست. با توجه به متن کتاب درسی، پردهٔ صماخ روی محفظهٔ هوا قرار دارد و گیرنده‌های مکانیکی هم در پشت پردهٔ صماخ واقع هستند، پس گیرنده‌ها در مجاور محفظهٔ هوا می‌باشند.

«گیرندهٔ امواج صوتی در جیرجیرک»

«گیرندهٔ شیمیایی در مگس»

۱۶۹۲ (۲) فقط موارد (الف) (ب) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** مثلاً در گوش که نوعی اندام مربوط به حس ویژه است، گیرنده‌های لمس و درد نیز وجود دارند. *میگی نه؟! امتحان کن! سوزن بزن به لالهٔ گوشت یا دست بکش روش!* (ب) **نادرست.** طبق متن و شکل کتاب، گیرنده‌ای(هایی) که **فاقد پوششی از بافت پیوندی** است، گیرندهٔ درد و وضعیت است؛ کتاب، گیرندهٔ درد را فقط نوعی گیرندهٔ **سازش‌ناپذیر** معرفی کرده است. (ج) درست. **همهٔ** گیرنده‌های حس **پیکری**، از نوع **انتهای دندریت** (بخشی از نورون) هستند.

نکته
گیرندهٔ حسی، **یاخته** یا **بخشی از آن** است که اثر محرک را دریافت می‌کند و اثر محرک در آن به پیام عصبی تبدیل می‌شود.

(د) درست. گیرنده‌های **بویایی و چشایی**، **بر درک مزهٔ غذا مؤثرند**؛ هر دوی این گیرنده‌ها، نوعی گیرندهٔ **شیمیایی** محسوب می‌شوند و نیز جزء حواس ویژه هستند.

۱۶۹۳: ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست‌اند.

بررسی موارد **الف** درست. با توجه به شکل، گیرنده‌های فاقد پوشش درد، در هر دو لایهٔ داخلی و خارجی پوست وجود دارند. **ب** **نادرست.** در سطح پوست، هم منفذ برای خروج عرق و هم منفذ برای خروج مو وجود دارد. **ج** **نادرست.** گیرندهٔ **حس وضعیت** موجب می‌شود که **مغز** از چگونگی قرارگیری قسمت‌های مختلف بدن نسبت به هم، هنگام سکون و حرکت اطلاع یابد. گیرنده‌های حس وضعیت در ماهیچه‌های اسکلتی، زردپی‌ها و کپسول پوشانندهٔ مفصل‌های متحرک قرار دارند و به کشیده شدن حساس‌اند. **د** **نادرست.** دقت کنید که هر گیرندهٔ دمایی موجود در پوست، نسبت به گرما **یا** سرما حساس است و یک گیرنده نمی‌تواند هم به گرما و هم به سرما حساس باشد.

نکته

- لایهٔ داخلی پوست، درم و لایهٔ خارجی آن، اپی‌درم نام دارد.
- قطر مجرای عرق هر چه به سطح پوست نزدیک‌تر می‌شود، کمتر می‌شود.
- دقت کنید که گیرندهٔ حس وضعیت در **پوست و رباط** وجود **ندارد**.

۱۶۹۴: ۴ دقت کنید که در ساختار چشم انسان، علاوه‌بر گیرنده‌های نوری موجود در شبکیه، گیرنده‌های دیگری نیز مانند گیرنده‌های تماسی یا درد هم می‌توانند دیده شود. برای مثال گیرنده‌های تماسی که در ساختار قرنیه قرار گرفته‌اند، در تحریک یاخته‌های عصبی شبکیه نقشی ندارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیرنده‌های تماسی، دمایی و درد در پوست بدن دیده می‌شوند. گیرنده‌های فشاری موجود در دیوارهٔ رگ‌ها، گیرندهٔ دمایی موجود در سیاهرگ‌های بزرگ و گیرنده‌های درد موجود در سرخرگ‌ها مثال دیگری از محل قرارگیری این گیرنده در جایی غیر از پوست است. **گزینهٔ (۲):** در ساختار گوش درونی انسان، گیرنده‌های شنوایی، تعادلی و درد دیده می‌شوند که تمامی آن‌ها در ارسال پیام به سمت بخش اصلی مغز (مخ) نقش دارند. این نکته در کنکور ۱۴۰۱ هم مطرح شده است. **گزینهٔ (۳):** گیرنده‌ها نیز مانند سایر یاخته‌های زندهٔ بدن انسان، برای پیک‌های دوربردی مانند هورمون‌های تیروئیدی گیرنده دارند.

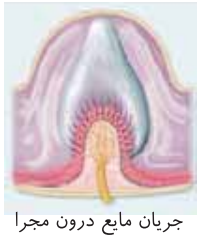
۱۶۹۵: ۳ با توجه به شکل روبه‌رو، تالاموس‌ها در انسان نسبت به برخی از اجزای لوب پیشانی و پس‌سری در سطح بالاتری قرار دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تالاموس‌ها در مجاورت با بطن‌های جانبی و بطن سوم مغزی قرار می‌گیرند. **گزینهٔ (۲):** رابط پینه‌ای نسبت به تالاموس‌ها در سطح بالاتری قرار دارد. **گزینهٔ (۴):** کیسه‌ای بینایی در مجاورت با تالاموس‌ها قرار ندارد. (در مجاور هیپوفیز است)

۱۶۹۶: ۲ استخوان چکشی، پردهٔ صماخ را به استخوان سندانی مرتبط می‌کند. مطابق با شکل گوش انسان، بخش فوقانی این استخوان، یک بخش دایره‌ای شکل است که ضخامت بیشتری نسبت به سایر بخش‌ها دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید که یک انتهای این استخوان به پردهٔ صماخ متصل است. (نه استخوان که اسمش را مفصل بگذاریم!) **گزینهٔ (۴):** قسمتی از این استخوان هم‌سطح با حلزون گوش درونی قرار می‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** شیپور استاش به سطح زیرین گوش میانی باز می‌شود؛ در حالی که استخوان‌های گوش میانی با کمک رباط‌هایی به دیوارهٔ فوقانی متصل‌اند.

۱۶۹۷: ۱ در بافت پوششی تک‌لایه، **همهٔ** یاخته‌ها در تماس با **رشته‌های پروتئینی و گلیکوپروتئینی غشای پایه**‌اند. طبق شکل، **بیشترین** یاخته‌هایی که در دیوارهٔ مجاری نیم‌دایرهٔ گوش انسان یافت می‌شوند، متعلق به **بافت پوششی** استوانه‌ای تک‌لایه‌اند که گیرندهٔ تعادلی نمی‌باشند.


جریان مایع درون مجرا

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** اولاً که بیشترین یاخته‌های دیوارهٔ مجاری نیم‌دایره **فاقد مژک**‌اند! دوماً، مژک‌های گیرنده‌های تعادلی نیز **کاملاً درون** مادهٔ **ژلاتینی فرورفته‌اند** و در تماس با مایع گوش درونی نیستند. **گزینهٔ (۳):** بیشترین یاخته‌های دیوارهٔ مجاری نیم‌دایره، **گیرندهٔ تعادلی نیستند.** **گزینهٔ (۴):** بیشترین یاخته‌های دیوارهٔ مجاری نیم‌دایره، **برخلاف** گیرندهٔ تعادلی، **در دو سمت خود اجزای رشته‌مانند ندارند.**

زیست ۱۱ ◂ فصل ۳

دستگاه حرکتی

۱۶۹۸ : ۱) فقط مورد (ج) صحیح است. *قلب طبق معمول این سؤال از مقدمهٔ فصل!*

بررسی موارد (الف) مطالعات دقیق ساختار ماهیچه‌ها، مفاصل و استخوان‌ها، **همانند** پیشرفت در علوم مواد و الکترونیک، سبب تولید اندام مصنوعی شده است. (ب) امروزه در پارالمپیک، به دلیل کارایی بالای برخی اندام‌های مصنوعی، محدودیت‌هایی برای استفاده از اندام‌های مصنوعی وجود دارد. (ج) استخوان‌ها، صرفاً بخشی از اسکلت فرد را تشکیل می‌دهند. در حقیقت اسکلت انسان، شامل **استخوان‌ها، غضروف‌ها و مفاصل** می‌باشد. (د) **اسکلت انسان** (نه فقط استخوان‌ها!) را به دو بخش محوری و جانبی تقسیم‌بندی می‌کنند. در هر دو بخش اسکلت، علاوه‌بر استخوان، غضروف و مفصل نیز دیده می‌شوند.

۱۶۹۹ : ۲) موارد (ج) و (د) صحیح‌اند.

بررسی موارد (الف) بخش محوری اسکلت، **همانند** بخش جانبی، نقش حفاظتی دارد. (ب) بخش **محوری**، در حرکات بدن، شنیدن، جویدن و صحبت کردن نقش دارد. (ج) در اسکلت، بخش محوری همانند بخش جانبی، در حرکت مؤثر است. (د) بخش جانبی اسکلت، شامل استخوان‌های دست و پا و رابط‌های آن‌ها مثل لگن، کتف و ترقوه است و نقش بیشتری در حرکت دارد.

اسکلت بدن

اسکلت بدن انسان شامل **استخوان‌ها، غضروف‌ها و مفاصل ارتباطی** آن‌ها می‌باشد. **استخوان** اندامی است که مهم‌ترین بافت آن، **پیوندی** با **مادهٔ زمینه‌ای سخت** و **پرتراکم** می‌باشد. استخوان، بخشی از اسکلت انسان را تشکیل می‌دهد.

انواع بخش‌های اسکلت انسان

- **محوری** (مرکزی): این بخش، محور بدن را تشکیل می‌دهد که در استخوان‌ها و مفاصل موجود در **سر، ستون مهره‌ها و قفسهٔ سینه** دیده می‌شود. این قسمت از اندام‌هایی مثل مغز، نخاع، قلب و شش‌ها محافظت می‌کند. بخش‌هایی از آن نیز در جویدن، شنیدن دقیق، صحبت کردن و **مقداری نیز در حرکات بدن** مؤثرند.
- **جانبی:** این بخش شامل استخوان‌ها، مفاصل و غضروف‌های موجود در اندام‌های حرکتی یعنی در **دست‌ها و پاها** می‌باشد که به نسبت اسکلت محوری، **نقش بیشتری در حرکات بدن** دارد.

نکته

استخوان‌های موجود در شانه یعنی کتف و ترقوه و دو استخوان نیم‌لگن نیز مربوط به اسکلت **جانبی** می‌باشند.

۱۷۰۰ : ۲) فقط موارد (الف) و (د) نادرست هستند. استخوان‌های ترقوه و نیم‌لگن در بخش جانبی اسکلت می‌باشند که سبب اتصال این بخش به قسمت محوری اسکلت می‌شوند.

بررسی موارد (الف) نادرست. بدیهی است که استخوان ترقوه در محافظت از اندام تولیدمثلی نقشی ندارد. (ب) **درست.** محل اتصال ترقوه به جناغ بالاتر از محل اتصال دندهٔ اول به جناغ است. (ج) **درست.** استخوان ترقوه با استخوان کتف که حالت مثلثی‌شکل دارد، مفصل تشکیل می‌دهد. (د) نادرست. استخوان ترقوهٔ سمت دیگر در تماس نیست ولی نیم‌لگن، با نیم‌لگن سمت دیگر در مفصل ثابت شرکت می‌کند که غضروف مفصل آن‌ها از نمای روبه‌رو مشخص است.

نکات مفصل‌های شانه

- شانه از کتف و ترقوه ایجاد شده است. ترقوه و بازو با هم مفصلی تشکیل نمی‌دهند.
- مفصل شانه، بین استخوان کتف و استخوان بازو تشکیل می‌شود.
- ترقوه از بالای دندهٔ اول رد شده و به بالای جناغ متصل می‌شود.
- ترقوه از جلو و کتف مثلثی‌شکل از نمای عقبی دیده می‌شوند.
- استخوان‌های ترقوه و نیم‌لگن، به‌طور مستقیم با بخش **محوری** اسکلت مفصل دارند اما سایر استخوان‌های بخش جانبی با بخش محوری مفصل ندارند.
- استخوان ترقوه از سمت داخل به جناغ و از سمت خارج به زائدهٔ کتف متصل است.
- محل اتصال ترقوه به جناغ، بالاتر از محل اتصال غضروف دنده‌ای اول به جناغ است.
- از اولین تا هشتمین دنده توسط کتف از پشت پوشیده شده است.
- استخوان ترقوه با کتف و جناغ مفصل شده است ولی با بازو مفصل تشکیل نمی‌دهد.
- استخوان ترقوه در جلوی اولین دنده دیده می‌شود.
- استخوان کتف با بازو و ترقوه مفصل تشکیل می‌دهد ولی با ستون مهره و دنده‌ها مفصل تشکیل نمی‌دهد!
- استخوان کتف، خارج از قفسهٔ سینه و پشت آن قرار گرفته است.
- جناغ دارای سه بخش نابرابر می‌باشد به بخش نازک انتهایی آن هیچ دنده‌ای مفصل تشکیل نمی‌دهد.

۱۷۰۱ **۴** یاخته‌های استخوانی همانند مونوسیت‌ها، رشته‌های سیتوپلاسمی بیرون‌زده دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بخش‌هایی از استخوان‌های بخش محوری اسکلت نیز در حرکات بدن نقش دارند. **گزینهٔ (۲):** بعضی از استخوان‌های انگشتان و استخوان‌های کف دست با دو استخوان مفصل تشکیل می‌دهند. **گزینهٔ (۴):** غضروف دنده‌های شمارهٔ ۶ تا ۱۰ یکی شده و به استخوان جناغ متصل می‌شود.

۱۰۹ شکل‌نامهٔ ستون مهره‌ها، جناغ و دنده‌ها

- غضروف دنده‌های ۱ تا ۵، مستقلاً به استخوان جناغ متصل می‌شوند اما غضروف دنده‌های ۶ تا ۱۰، ابتدا به یکدیگر و مشترکاً به جناغ متصل می‌شوند.
- دنده‌های ۱۱ و ۱۲ در جلو آزادند و غضروف دنده‌ای ندارند.
- کلیهٔ راست از کلیهٔ چپ پایین‌تر است در نتیجه دندهٔ ۱۲ از کلیهٔ راست و دنده‌های ۱۱ و ۱۲ از کلیهٔ چپ به‌طور فیزیکی محافظت می‌کنند.
- کشکک و جناغ فقط از نمای جلو دیده می‌شوند و طول مهره‌ها در کمر از بالا به پایین افزایش می‌یابد.
- دهانهٔ بالایی قفسهٔ سینه نسبت به دهانهٔ پایینی آن، قطر کمتری دارد.
- دنده‌ها نسبت به ستون مهره‌ها، عمود نیستند بلکه به صورت مایل قرار گرفته‌اند.
- مهره‌های ناحیهٔ کمر از مهره‌های ناحیه قفسهٔ سینه بزرگ‌ترند و زوائد بلندتری نیز دارند. غضروف بین‌دنده‌ای آن‌ها نیز بزرگ‌تر است.
- غضروف‌های مفاصل دنده‌ها با ستون مهره‌ها، اندازه متفاوتی دارند. کوچک‌ترین غضروف دنده‌ای مربوط به دندهٔ اول است.
- زائده‌های جانبی هر مهره از نمای پشتی و جلویی قابل مشاهده هستند. زائدهٔ پشتی از پشت و بخش نیم‌دایرهٔ مهره‌ها از نمای جلویی دیده می‌شوند.

«اسکلت انسان»

۱۷۰۲ **۴** در ناحیهٔ گردنی، تنها استخوان‌های مربوط به ستون مهره‌ها قابل مشاهده می‌باشند که مربوط به بخش محوری اسکلت هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بخش جانبی اسکلت در اکثر حرکات بدن نقش ایفا می‌کند. **گزینهٔ (۲):** استخوان‌های مربوط به اسکلت جانبی، دور شکم را احاطه نکرده‌اند و از این‌رو نمی‌توانند از همهٔ اندام‌های شکمی محافظت کنند. **گزینهٔ (۴):** انتهای ستون مهره‌ها که مربوط به اسکلت محوری بدن می‌باشد، حدوداً هم‌سطح با قسمت بالایی استخوان ران پا قرار دارد.

۱۷۰۳ **۲** استخوان‌های ترقوه در قسمت فوقانی جناغ با این استخوان تشکیل مفصل می‌دهند. که با توجه به شکل اول فصل، محل اتصال آن‌ها فاقد غضروف می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تنها دنده‌های انتهایی در محافظت از قسمتی از بالای کلیه‌ها نقش دارند، از کلیهٔ راست که پایین‌تر است، فقط دندهٔ آخر و از کلیهٔ چپ هر دو دندهٔ آزادِ سمت چپ محافظت می‌کنند *(هتماً یادتونه که به دلیل فشار کبد، کلیهٔ راست کمی پایین‌تر از کلیهٔ چپ قرار دارد)*. **گزینهٔ (۳):** دو جفت دندهٔ انتهایی با استخوان پهن جناغ هیچ مفصلی تشکیل نمی‌دهند. البته دنده‌ها همگی از پشت با استخوان‌های نامنظم ستون مهره‌ها مفصل تشکیل می‌دهند. **گزینهٔ (۴):** استخوان‌های موجود در جمجمه از کرهٔ چشم محافظت می‌کنند، اما همهٔ کرهٔ چشم را دربر نمی‌گیرند. *(هب از هلو مشت بفوری کی چشمات و پاک می‌کنه ...؟!)*

۱۷۰۴ **۴** استخوان ترقوه که بالاترین استخوان متصل به جناغ است، در تشکیل مفصل شانه شرکت نمی‌کند بلکه مجموعهٔ کتف و ترقوه، تشکیل شانه می‌دهند و مفصل شانه بین کتف و بازو می‌باشد. بنابراین عبارت نادرست است. ولی گزینهٔ (۴) صحیح است چون با توجه به شکل ۱ این فصل نیز مشخص است که اندازهٔ سر پایینی استخوان زند زیرین در سمت مچ دست کوچک‌تر از اندازهٔ سر بالایی آن در نزدیکی آرنج می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دنده‌های شمارهٔ ۱ تا ۵ با غضروف مخصوص خود به استخوان جناغ متصل هستند. **گزینهٔ (۲):** به دلیل موقعیت کبد، کلیهٔ راست پایین‌تر از کلیهٔ سمت چپ قرار دارد، و دندهٔ ۱۲ فقط محافظ استخوانی آن است. **گزینهٔ (۴):** استخوان نازک‌نی به استخوان درشت‌نی **متصل** است ولی به استخوان‌های کوتاه مچ پا متصل نیست. در حقیقت سر پایینی نازک‌نی، قوزک خارجی پا را می‌سازد.

۱۷۰۵ **۴** عبارت داده شده و هر چهار عبارت دیگر درست هستند. دقت کنید تنها زند **زبرین** در مفصل مچ، سطح مفصلی گسترده دارد.

بررسی موارد (الف) استخوان زند زبرین در ناحیهٔ آرنج از ناحیهٔ نزدیک به مچ قطورتر است. (ب) محل اتصال دندهٔ اول به جناغ، در سطحی پایین‌تر از محل اتصال ترقوه و با واسطهٔ غضروف است. (ج) بزرگ‌ترین استخوان مهرهٔ کمری، **تحتانی‌ترین** آن است که از نخاع حفاظت نمی‌کند چون نخاع در مهرهٔ **دوم** کمر پایان می‌یابد. (د) در ناحیهٔ لگنی، مفصل‌هایی که نیم‌لگن‌ها با هم تشکیل می‌دهند (یک عدد) همانند دو مفصل از استخوان مهرهٔ آخر با هر نیم‌لگن و دو مفصل سر استخوان ران با هر نیم‌لگن را می‌توان مشاهده کرد. (مجموعاً ۵ مفصل)

۱۱۰ شکل‌نامهٔ استخوان‌های دست

- در مفصل آرنج، استخوان‌های بازو، زند زیرین و مقدار اندکی هم زند زبرین شرکت دارند. دقت کنید که آرنج، بخشی از استخوان زند زیرین است.
- در مفصل مچ دست، استخوان زند زبرین و استخوان‌های مچ دست شرکت دارند و زند زیرین اتصال اندکی دارد.
- استخوان‌های مچ دست در دو ردیف قرار گرفته‌اند که ردیف بالایی آن‌ها با استخوان‌های ساعد و ردیف پایینی آن‌ها با استخوان‌های کف دست مفصل تشکیل می‌دهند.
- کوچک‌ترین استخوان انگشت، استخوان انتهایی بند هر انگشت می‌باشد.
- زند زبرین در راستای کوچک‌ترین انگشت دست و زند زبرین در راستای انگشت شست دست می‌باشد.
- زند زیرین از بالا سطح مفصلی زیادی دارد و آرنج را می‌سازد ولی زند زبرین از پایین سطح مفصلی زیادی دارد و با مچ دست اتصال دارد.
- در حالت ایستادهٔ بدن اگر کف دست رو به جلو باشد، در ساعد زند زبرین نسبت به زند زیرین و در پا، نازک‌نی نسبت به درشت‌نی خارجی‌تر می‌باشد.
- سر پهن‌تر و تحتانی استخوان بازو با دو استخوان ساعد دست مفصل می‌شود.
- انتهای بالایی زند زیرین ضخیم‌تر از پایین آن است و انتهای پایینی زند زبرین ضخیم‌تر از بالای آن است.
- زند زیرین و زند زبرین از ابتدا و انتها به یکدیگر متصل‌اند.

۱۷۰۶ (۱) استخوان نیم‌لگن به‌طور هم‌زمان به ستون‌مهره‌ها، نیم‌لگن طرف مقابل و استخوان ران متصل می‌باشد. با توجه به شکل اول فصل، قسمت پهن بالای آن بزرگ‌تر از قسمت پهن پایین است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** مغز زرد در مجرای مرکزی استخوان‌های دراز قرار دارد، لگن استخوان پهن است و مغز زرد ندارد! **گزینهٔ (۳):** استخوان نیم‌لگن (همانند استخوان ران) با ۳ استخوان مفصل دارد. مفاصل هر نیم‌لگن، شامل استخوان ران، پایین‌ترین استخوان ستون مهره‌ها و نیم‌لگن طرف مقابل، سطح مفصلی دارد. **گزینهٔ (۴):** نیم‌لگن جزء بخش جانبی اسکلت است نه محوری.

۱۱۱ شکل‌نامهٔ استخوان‌های پا

- استخوان درشت‌نی و نازک‌نی هر دو در تشکیل مچ پا شرکت می‌کنند. (قوزک داخلی پا را استخوان درشت‌نی و قوزک خارجی را استخوان نازک‌نی تشکیل می‌دهد.)
- استخوان درشت‌نی نسبت به استخوان نازک‌نی به محور بدن نزدیک‌تر و داخلی‌تر است.
- سر بالایی استخوان ران، در امتداد تنهٔ استخوان قرار نگرفته است و با تنهٔ استخوان زاویه‌ای باز تشکیل داده است. (ران درازترین استخوان بدن است.)
- استخوان نیم‌لگن، به استخوان پهن انتهای ستون مهره‌ها، استخوان ران و استخوان نیم‌لگن سمت دیگر متصل است.
- در محل اتصال دو نیم‌لگن، یک غضروف مشاهده می‌شود. در هر نیم‌لگن یک قسمت دایره‌ای نیز مشاهده می‌شود.
- کشکک، در ساختار زانو شرکت دارد و با استخوان ران اتصال دارد.
- مفصل زانو بین استخوان‌های ران و درشت‌نی تشکیل می‌شود. دقت کنید که نازک‌نی از بالا به درشت‌نی متصل است. (نه به ران) در حقیقت مفصل زانو شامل ۳ استخوان می‌باشد: (۱) ران (۲) درشت‌نی (۳) کشکک (استخوان نازک‌نی در آن شرکت نمی‌کند!)
- نازک‌نی در سمت خارج درشت‌نی قرار می‌گیرد.
- در مفصل مچ پا، استخوان‌های درشت‌نی، نازک‌نی و استخوان‌های مچ پا شرکت دارند.
- کشکک به انتهای ران متصل است و به درشت‌نی و نازک‌نی متصل نیست.
- دو استخوان نیم‌لگن در قسمت میانی بدن با هم مفصل تشکیل می‌دهند. هر نیم‌لگن با بخش محوری و جانبی اسکلت، مفصل دارد.
- انتهای پایینی استخوان ران در هر سمت پا، به سمت مقابل خود تمایل می‌یابد.
- بخش محوری اسکلت شامل استخوان پهن (جمجمه)، نامنظم (ستون مهره) و کوچک (استخوان‌های گوش میانی) می‌باشد.
- دو استخوان نیم‌لگن و ترقوه، هم با بخش محوری و هم با بخش جانبی اسکلت مفصل می‌شوند.

۱۷۰۷ (۳) طبق شکل اول فصل سه کتاب، قطورترین بخش استخوان ران انسان در قسمت **پایینی** آن است. از طرفی سر بالای ران نیز متصل به نیم‌لگن و دارای مفصل گوی - کاسه‌ای با آن است. انتهای پایینی استخوان ران به بخش مرکز بدن نزدیک‌تر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** همهٔ دنده‌ها به‌طور مجزا به مهره‌ها متصل شده‌اند. این موضوع را با اتصال مشترک دنده‌های ۶ تا ۱۰ به جناغ اشتباه نگیرید! **گزینهٔ (۲):** طبق شکل فصل ۳ کتاب زیست ۱، دنده‌ها در محافظت از بالاترین بخش شش‌ها نقشی ندارند و ترقوه از آن‌ها، محافظت می‌کند که جزء اسکلت جانبی است. **گزینهٔ (۴):** دنده‌ها در محافظت از کبد نقش دارند اما دقت کنید هیچ دنده‌ای به‌طور مستقیم به استخوان جناغ متصل نیست بلکه دنده‌ها با واسطهٔ **غضروف** به جناغ وصل می‌شوند و از طرفی دو جفت دندهٔ انتهایی هم اصلاً با غضروف هم به جناغ اتصال ندارند.

۱۷۰۸ (۲) موارد (الف) و (ج) به درستی بیان شده‌اند.

بررسی موارد (الف) **درست.** ترقوه از سمت خارج به **کتف** متصل می‌شود. طبق شکل، کتف از طریق دو زائدهٔ خود به ماهیچهٔ دوسر بازو متصل است. (ب) نادرست. بخش محوری اسکلت، استخوان دراز ندارد. دقت کنید که دنده‌ها با توجه به شکل ۱۲ فصل ۳ کتاب زیست‌شناسی ۱، استخوان **پهن** محسوب می‌شوند. (ج) **درست. ترقوه** بالاترین استخوان متصل به جناغ است. این استخوان به ماهیچه‌های سینه‌ای، دلتایی و ذوزنقه‌ای متصل است. (د) نادرست. *فب یک نکتهٔ فیلی فوب بهتون بگم* دقت کنید که **همهٔ** دنده‌ها با داشتن مغز استخوان و تولید **گویچه‌های سفید**، در حفاظت و دفاع از همهٔ اندام‌های بدن مؤثرند! فقط دنده‌های ۱۱ و ۱۲ غضروف دنده‌ای با جناغ ندارند. در حقیقت دو دندهٔ آخر در سمت چپ، به‌طور مستقیم، ضربه‌گیر بوده و از کلیهٔ چپ محافظت می‌کنند.

۱۷۰۹ (۲) موارد (الف) و (ب) صحیح می‌باشند.

بررسی موارد (الف) **درست.** درشت‌نی با ران (استخوان دراز) و استخوان‌های مچ پا (استخوان کوتاه) مفصل متحرک دارد. نازک‌نی نیز با درشت‌نی (استخوان دراز) و استخوان‌های مچ پا (استخوان کوتاه) مفصل متحرک دارد اما متحرک بودن مفصل بین درشت‌نی و نازک‌نی در کتاب درسی مطرح نشده است! (ب) **درست.** دقت کنید که استخوان زند زیرین و زبرین با استخوان دراز بازو و مچ دست به عنوان استخوان‌های کوتاه، مفصل متحرک تشکیل می‌دهند. (ج) نادرست. نیم‌لگن با ران (استخوان دراز) مفصل متحرک و با استخوان انتهای ستون مهره (نامنظم) مفصل ثابت تشکیل می‌دهد. (د) نادرست. دقت کنید که دنده‌های ۱۱ و ۱۲ از جلو آزاد هستند و با جناغ (استخوان پهن) مفصل ندارند.

۱۷۱۰ (۴) اطلاعات ردیف‌های (۱)، (۲)، (۴)، (۵) و (۶) نادرست‌اند.

بررسی موارد ردیف (۱) استخوان‌ها چارچوبی برای قرارگیری اندام‌ها ایجاد کرده و **شکل بدن را تعیین می‌کنند.** ردیف (۲) فقط اتصال **ماهیچه‌های از نوع اسکلتی** به استخوان، سبب انتقال نیروی انقباض ماهیچه به استخوان و حرکت می‌شود. ردیف (۳) اسکلت استخوانی، بخش‌های حساسی مانند نخاع، قلب، مغز و شش‌ها را حفاظت می‌کند. ردیف (۴) **بسیاری از** استخوان‌ها مغز قرمز دارند که یاخته‌های خونی تولید می‌کنند. ردیف (۵) استخوان‌ها محل ذخیرهٔ مواد معدنی مانند **کلسیم و فسفات‌اند.** ردیف (۶) استخوان‌های **کوچک** گوش در شنیدن و استخوان‌های آرواره در تکلم و جویدن نقش دارند.

۱۷۱۱ (۲) فقط مورد (ب) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. استخوان‌های ستون مهره از نوع **نامنظم** هستند. (ب) **درست.** استخوان‌های مچ دست، از نوع کوتاه هستند و همانند استخوان‌های گوش، کوچک‌اند. (ج) نادرست. **همهٔ** استخوان‌ها، از دو نوع بافت استخوانی فشرده و اسفنجی تشکیل شده‌اند. (د) نادرست. **میزان و محل** قرارگیری هر بافت استخوانی در استخوان‌های مختلف متفاوت است.

چند نکتهٔ مهم از استخوان‌ها در بررسی تست‌ها

- استخوان‌های بدن، اندازه و شکل متفاوتی دارند، مثلاً ستون مهره‌ها استخوان‌های **نامنظمی** دارند یا استخوان‌های گوش میانی **بسیار کوچک** ولی استخوان لگن **بزرگ** و **پهن** می‌باشد.
- استخوانچه‌های کوچک گوش میانی جزء بخش **محوری** اسکلت به حساب می‌آیند.
- استخوان با اندازهٔ بزرگ با استخوان دراز متفاوت است مثل استخوان لگن که از نوع پهن و بزرگ می‌باشد ولی استخوان دراز طول زیادی دارد (مثل ران).
- **انواع ساختار بافتی استخوان‌ها**
  - فشرده (متراکم): بافتی دارای واحدهایی به نام سامانهٔ هاورس در تنهٔ استخوان دراز می‌باشد که از استوانه‌هایی هم‌مرکز، با تیغه‌های استخوانی تشکیل شده است. هر استوانه حاوی یاخته‌های استخوانی و فضای بین‌یاخته‌ای شامل مادهٔ زمینه‌ای (مواد معدنی و پروتئین) و کلاژن می‌باشد که کلاً در اطراف یک مجرا قرار گرفته‌اند.
  - اسفنجی (حفره‌ای): بافتی دارای یاخته‌هایی با قرارگیری به صورت میله‌ها و صفحات استخوانی که حفره‌هایی با مغز استخوان دارا می‌باشد.
- هر استخوان، از **دو نوع** بافت استخوانی فشرده (متراکم) و اسفنجی (نرم) با **میزان و محل قرارگیری مختلف** تشکیل شده است.
- دقت کنید که کلاژن و سایر رشته‌های پروتئینی، قسمتی از مادهٔ زمینه‌ای بافت استخوانی نمی‌باشند.

۱۷۱۲ (۱) فقط مورد (ب) صحیح است. این موضوع در جدول (۱) کتاب درسی در فصل ۳ عنوان شده است.

بررسی موارد (الف) استخوان‌های کوچک گوش میانی در شنیدن **دقیق** مؤثرند. (نه هر نوع شنوایی!) (ج) جمجمه یک استخوان نیست بلکه از تعدادی استخوان در سر ایجاد شده است. (د) با توجه به شکلِ استخوان‌های مهره در کتاب درسی، سه سمت اطراف حفرهٔ وسط آن‌ها، زائده وجود دارد. (دو زائدهٔ جانبی و یک زائدهٔ پشتی دارد.)

۱۷۱۳ (۳) موارد (الف)، (ج) و (د) صحیح نیستند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** استخوان‌های ستون مهره از نوع استخوان‌های نامنظم موجود در بخش محوری اسکلت هستند. دقت کنید که نخاع به‌طور معمول تا دومین مهرهٔ کمر کشیده می‌شود و مهره‌های پایین‌تر در حفاظت از نخاع نقشی ندارند. (ب) درست. مطابق با شکل کتاب، استخوان نازک‌نی در ساق پا قرار گرفته و در تشکیل مفصل شرکت نمی‌کند؛ این استخوان در پایین به صورت قوزک خارجی پا در امتداد انگشت کوچک پا قرار می‌گیرد. (ج) **نادرست.** استخوان‌های جناغ و کتف با ترقوه مفصل تشکیل می‌دهند. جناغ جزئی از بخش محوری و کتف جزئی از بخش جانبی اسکلت است. (د) **نادرست.** عمدهٔ مفاصل بین استخوان‌های سر از نوع ثابت‌اند به‌جز مفصل بین فک تحتانی و استخوان گیجگاهی و مفاصل بین استخوان موجود در گوش میانی.

۱۷۱۴ (۲) منظور از کوچک‌ترین استخوان‌های بدن انسان، استخوان‌های **کوچک گوش میانی** می‌باشد. انتهای مجرای شنوایی و بخش‌های میانی و درونی گوش انسان توسط استخوان جمجمه محافظت می‌شوند که مغز قرمز آن‌ها به عنوان محل تولید گویچه‌های قرمز برای هورمون اریتروپویتین تولید شده در یاخته‌های درون‌ریز ویژهٔ کبدی و کلیوی گیرنده دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گوش درونی انسان، گیرنده‌های مژک‌دار شنوایی و تعادلی دارد که استخوان‌های کوچک گوش میانی تنها در تحریک گیرنده‌های مژک‌دار شنوایی مؤثر می‌باشند. **گزینهٔ (۳):** مفصل بین استخوان‌های جمجمه از نوع ثابت و مفصل بین استخوان‌های کوچک گوش میانی از نوع متحرک است. **گزینهٔ (۴):** دو تا از استخوان‌های کوچک گوش میانی با پرده‌های صماخ و دریچهٔ بیضی (که نوعی پرده می‌باشد) در تماس هستند، ولی دقت کنید که پردهٔ صماخ بین گوش میانی و خارجی قرار دارد و جزئی از گوش میانی نمی‌باشد.

۱۷۱۵ (۴) در تنهٔ استخوان ران، بافت استخوانی متراکم که دارای سامانه‌های هاورس است در سطح بیرونی قرار دارد که سطح خارجی آن را لایه‌ای از بافت پیوندی با یاخته‌های پهن، نازک و به هم فشرده احاطه کرده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** سامانه‌های هاورس، به صورت استوانه‌هایی هم‌مرکز از **تیغه‌های** (میله و صفحهٔ ویژهٔ بافت اسفنجی است!) استخوانی می‌باشند و شامل یاخته‌های استخوانی، مادهٔ زمینه‌ای و کلاژن هستند. **گزینهٔ (۲):** **کلاژن، جزء پروتئین‌های مادهٔ زمینه‌ای محسوب نمی‌شود! گزینهٔ (۳):** مجرای مرکزی سامانهٔ هاورس و کل ساختار بافت استخوانی متراکم، **فاقد مغز استخوان** است.

۱۷۱۶ (۲) در هر دو نوع بافت استخوانی، رگ‌های خونی و درون آن‌ها گویچهٔ قرمز بالغ وجود دارند که گویچه‌های قرمز بالغ فاقد هسته و کروموزوم هستند. یاخته‌های استخوانی هر دو بافت، رشته‌های پروتئینی کلاژن تولید می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بافت استخوانی فشرده در سطح خارجی خود به بافت پیوندی دولایه متصل است. در هر سامانهٔ هاورس این بافت، **یک عدد** سرخرگ وجود دارد (نه سرخرگ‌ها). **گزینهٔ (۳):** یاخته‌های استخوانی منشعب هستند ولی یاختهٔ خونی تولید نمی‌کنند، بلکه یاخته‌های مغز قرمز استخوان (که دارای گیرندهٔ هورمون اریتروپویتین هستند) این کار را انجام می‌دهند. **گزینهٔ (۴):** همهٔ یاخته‌های استخوانی در بافت فشرده در تشکیل سامانهٔ هاورس نقش ندارند، مثلاً خارجی‌ترین و داخلی‌ترین لایهٔ بافت متراکم در سامانهٔ هاورس قرار ندارد.

۱۷۱۷ (۳) موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند. دقت کنید که در مجرای مرکزی سامانه‌های هاورس، مغز استخوان نداریم. (دلیل درستی (الف))

بررسی موارد (ب) بافت استخوانی متراکم دارای تیغه‌های استخوانی هم‌مرکز و **فاقد مغز استخوان** است. (ج) مغز زرد، **بیشتر** از چربی (بزرگ‌ترین ذخیرهٔ انرژی بدن) تشکیل شده است. (د) مغز زرد استخوان، در کم‌خونی‌های شدید می‌تواند به مغز قرمز تبدیل شود.

چند نکتهٔ مهم و ترکیبی در تست‌ها

- یاخته‌های بافت چربی حالت انگشتری‌مانند دارند، زیرا هستهٔ آن‌ها در حاشیهٔ یاخته قرار گرفته است.
- برای ساخته شدن گویچه‌های قرمز، به ویتامین B_{12}، فولیک‌اسید و آهن در کنار هورمون اریتروپویتین نیاز است.
- ویتامین B_{12} فقط در غذاهای **جانوری** وجود دارد و برای عملکرد صحیح فولیک‌اسید لازم است. عامل داخلی معده که از یاخته‌های کناری تولید می‌شود برای جذب این ویتامین از رودهٔ باریک ضروری است.
- فولیک‌اسید یا همان ویتامین B_9 همانند آهن، در غذاهای **جانوری** مثل جگر و گوشت قرمز و در غذاهای **گیاهی** مانند سبزیجات با برگ تیره و حبوبات یافت می‌شود. فولیک‌اسید **در تقسیم** طبیعی یاخته‌ها نقش دارد و همچنین عملکرد صحیح فولیک اسید، به وجود ویتامین B_{12} نیاز دارد.
- هورمون اریتروپویتین، از یاخته‌های درون‌ریز و تیرهٔ **کبد و کلیه‌ها** ترشح می‌شود و با اثر بر یاخته‌های مغز **قرمز** استخوان سرعت تولید یاخته‌های خونی را بیشتر می‌کند. مقدار این هورمون در حالت طبیعی **کم** است تا کاهش معمولی یاخته‌های خونی قرمز (مرگ ۱٪ روزانهٔ آن‌ها) را جبران کند ولی در کم‌خونی، بیماری‌های تنفسی و قلبی، ورزش‌های طولانی یا قرار گرفتن در ارتفاعات، ترشح آن **زیاد** می‌شود (نه اینکه آغاز گردد!).

۱۷۱۸ (۴) داخلی‌ترین یاخته‌های بافت استخوانی در استخوان دراز، یاخته‌های استخوانی اسفنجی هستند که برای هورمون‌های تیروئیدی گیرنده داشته و به کمک آن انرژی بیشتری تولید می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لزوماً یاخته‌های بافت اسفنجی در مجاورت مغز استخوان قرار نگرفته‌اند. **گزینهٔ (۲):** لزوماً یاخته‌های استخوانی اسفنجی در مجاورت با رگ‌های خونی قرار نگرفته‌اند؛ چون یاخته‌های استخوانی یک‌لایه‌ای نیستند. **گزینهٔ (۳):** یاخته‌های اسفنجی در سمت درونی یاخته‌هایی از بافت متراکم قرار گرفته‌اند که این یاخته‌ها در سامانهٔ هاورس نیستند.

۱۷۱۹ (۲) در سر استخوان ران، می‌توان هر دو نوع بافت اسفنجی و متراکم را دید ولی قسمت اعظم آن توسط بافت اسفنجی پر شده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در بافت اسفنجی استخوان، بین میله‌ها و صفحات استخوانی را حفره‌هایی تشکیل می‌دهند که معمولاً توسط رگ‌ها و مغز قرمز استخوان پر شده‌اند. **گزینهٔ (۲):** هر دو نوع بافت استخوانی شامل یاخته‌های استخوانی، مادهٔ زمینه‌ای و کلاژن می‌شوند. کلاژن پروتئینی رشته‌ای است که توسط یاخته‌های استخوانی تولید و از فضای سیتوپلاسمی به فضای بین‌یاخته‌ای وارد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** فقط در بافت **اسفنجی** می‌توان در فضای بین یاخته‌ها، مغز **قرمز** را مشاهده کرد که از یاخته‌های بنیادی که قسمت یاخته‌ای خون را می‌سازند (مانند یاخته‌های بنیادی میلوئیدی)، **تشکیل شده است.** (ولی بافت استخوانی متراکم بی‌مغز است و یاختهٔ بنیادی گویچه‌ساز ندارد!) **گزینهٔ (۴):** فقط در بافت استخوانی **متراکم** تیغه‌های استخوانی تشکیل استوانه‌های **متحدالمرکز** را می‌دهند که محل عبور رگ‌ها می‌باشند.

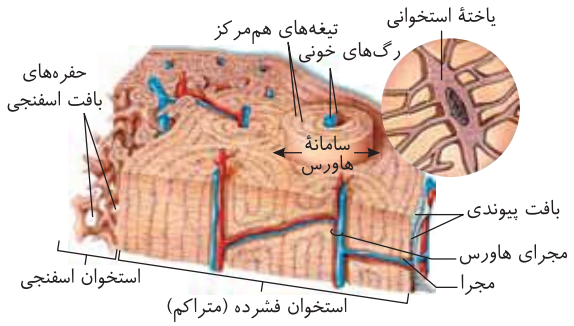
بررسی ساختار دو انتهای برآمدهٔ استخوان‌های دراز

دو سر استخوان دراز به صورت دو انتهای برآمده می‌باشد که از خارج غضروفی در سطح مفصلی خود دارد. قسمت **اعظم** درون سر استخوان دراز توسط بافت **اسفنجی** پر شده است. در بافت استخوانی اسفنجی، تیغه‌هایی به صورت میله‌ها و صفحه‌های استخوانی **نامنظم** قرار دارند. این صفحات و میله‌ها از کلاژن و کلسیم تشکیل شده‌اند و بین آن‌ها **تعدادی فضای** (حفرات) چندوجهی نامنظم ایجاد شده است. در این فضاها، رگ‌ها به همراه **مغز استخوان** با یک **بافت پیوندی نرم** وجود دارند. مغز استخوان در هر قسمتی که از نوع **مغز قرمز** باشد، محل **تشکیل یاخته‌های خونی** است.

نکتهٔ مهم

در بالغین، بافت اسفنجی در تنهٔ استخوان دراز، دورتادور مجرایی مرکزی است که این مجرای مرکزی، حاوی مغز زرد می‌باشد.

۱۷۲۰ (۲) در شکل مشخص است که درصد بیشتری از تنهٔ استخوان را بافت استخوانی **متراکم** اشغال کرده است.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. وجود حفرات در بافت مربوط به بافت استخوانی اسفنجی می‌باشد. بافت استخوانی متراکم دارای تیغه‌های هم‌مرکز و مجاری متعدد است. **گزینهٔ (۲): درست.** مطابق شکل، یاخته‌های استخوانی موجود در این بافت دارای زوائدی سیتوپلاسمی در میان مادهٔ زمینه‌ای اطراف خود می‌باشند و هستهٔ مرکزی بیضی‌شکل دارند. **گزینهٔ (۳):** نادرست. یاخته‌های استخوانی، در تولید مادهٔ زمینه‌ای و پروتئین‌هایی مانند کلاژن و ترشح آن به فضای بین‌یاخته‌ای نقش دارند. **گزینهٔ (۴):** نادرست. رگ‌های خونی مطابق با شکل، تنها در مجرای مرکزی و جانبی سامانه‌های هاورس یافت می‌شوند و همهٔ یاخته‌های استخوانی بافت استخوانی متراکم با این رگ‌ها در تماس مستقیم نمی‌باشند.

۱۷۲۱ (۲) سؤال در مورد خارجی‌ترین یاخته‌های استخوانی در تنهٔ استخوان دراز است که با توجه به شکل قبل، از خارج به لایهٔ خارجی استخوان یا همان بافت **پیوندی** متصل است. *اگر در شکل مسابی ریز بشید، می‌تونید ببینید* یاخته‌های آن **پهن و نزدیک** به هم هستند که توسط رشته‌هایی به یاختهٔ استخوانی متصل‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های فوق در بافت استخوانی متراکم (فشرده) هستند ولی مغز استخوان در بافت اسفنجی وجود دارد. **گزینهٔ (۳):** با توجه به شکل بالا، خارجی‌ترین یاخته‌های استخوانی در سامانهٔ هاورس وجود ندارند و سامانه‌های هاورس از زیر چند لایهٔ آن‌ها ایجاد می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** حفره‌های نامنظم بین میله‌ها و صفحات بافت **اسفنجی** استخوان می‌باشند.

۱۷۲۲ (۱) بافت استخوانی اسفنجی بیشتر حجم سر استخوان دراز را تشکیل می‌دهد. دقت کنید که یاخته‌های استخوانی برای هورمون اریتروپویتین و پاراتیروئیدی و کلسی‌تونین گیرنده ندارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در زیر بافت اسفنجی در تنهٔ استخوان دراز، مجرای مرکزی که دارای بافت چربی است قرار دارد. هستهٔ یاخته‌های بافت چربی و ماهیچهٔ اسکلتی در حاشیهٔ یاخته قرار دارد. **گزینهٔ (۳):** بافت اسفنجی از میله‌ها و صفحات استخوانی تشکیل شده که فضای بین یاخته‌های آن توسط رگ‌ها و مغز استخوان پر شده است. **گزینهٔ (۴):** با توجه به شکل کتاب می‌توان گفت در تنهٔ استخوان دراز، رگ‌های بافت اسفنجی و فشرده با یکدیگر در ارتباط هستند.

۱۷۲۳ (۴) در بافت اسفنجی استخوان و مغز قرمز بین حفرات آن، گویچه‌های خونی مثل لنفوسیت‌ها تولید می‌شوند. در نزدیک سر استخوان دراز، یاخته‌های اسفنجی یا فشردهٔ صفحات غضروفی رشد در تماس هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هیچ بافت استخوانی این توانایی را ندارد چون تولید گویچه‌ها در مغز استخوان صورت می‌گیرد (نه یاختهٔ استخوانی). **گزینهٔ (۲):** در بافت استخوانی فشرده، رگ‌ها و اعصاب از درون مجاری عبور می‌کنند. در این بافت، گروهی از یاخته‌ها دور مجرای استوانه‌ای (نه دایره‌ای) شکل آرایش یافته‌اند. **گزینهٔ (۳):** بافت فشردهٔ استخوانی، از تیغه‌های استخوانی هم‌مرکز تشکیل شده و در آن رگ‌ها از طریق مجراهای عرضی نیز با یکدیگر در ارتباط هستند.

۱۷۲۴ (۲) منظور این تست هم مجرای مرکزی سامانهٔ هاورس و هم مجاری عرضی حاوی رگ‌های خونی می‌باشد. در اطراف تمامی مجاری هاورس، یاخته‌های استخوانی قرار گرفته‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** این گزینه تنها در رابطه با مجرای **مرکزی** هاورس صحیح می‌باشد، در اطراف مجاری عرضی ارتباطی، لزوماً تیغه‌های استخوانی هم‌مرکز قرار نگرفته‌اند. **گزینهٔ (۳):** همان‌طور که در شکل کتاب مشاهده می‌کنید، مجاری هاورس می‌توانند به صورت عرضی و از طریق رگ‌های خونی با بافت اسفنجی استخوانی هم ارتباط داشته باشند. **گزینهٔ (۴):** دو لایه پردهٔ پیوندی در اطراف تنهٔ استخوان‌های دراز قرار گرفته است، دقت کنید که این دو لایه تنها با مجاری هاورس خارجی‌تر ارتباط دارند.

۱۷۲۵ (۱) تنها موارد (ج) و (د) نادرست هستند. بلندترین استخوان انسان، استخوان ران است.

بررسی موارد (الف) یاخته‌های اصلی بافت استخوانی، همانند یاخته‌های زنده از جمله پوششی بدن، با هم ارتباط سیتوپلاسمی دارند. (ب) با توجه به شکل کتاب، برخی یاخته‌های استخوانی در میان سامانه‌های هاورس در این سامانه‌ها سازماندهی نشده‌اند. (ج) رگ لنفی و سیاهرگ می‌توانند دارای دریچه باشند، اما دقت کنید رگ لنفی فاقد گویچه‌های قرمز بوده که از دو طرف فرورفته هستند. البته یادتان باشد که گویچه‌های سفید را در لنف و خون می‌توان مشاهده کرد. *(یادتون هست که مغز استخوان، یک اندام لنفی است؟! (فصل ۴ دهم))* (د) مغز زرد در مجرای میانی وسط تنهٔ استخوان دراز قرار دارد که بافت اسفنجی اطراف آن است، در حقیقت هیچ مغز زرد استخوانی در حفرات بین صفحات و میله‌های بافت اسفنجی قرار ندارد.

۱۷۲۶ (۴) همهٔ موارد نادرست هستند. منظور سؤال **بافت پیوندی** احاطه‌کنندهٔ استخوان‌هاست که **دو لایه** دارد.

بررسی موارد (الف) درونی‌ترین یاخته‌های بافت پیوندیِ احاطه‌کنندهٔ استخوان، جزء یاخته‌های پیوندی بوده و شکلی پهن و نزدیک به هم دارند. (نه دوکی‌شکل) (ج) این یاخته‌های پیوندی به ترشح مادهٔ زمینه‌ای استخوان می‌پردازند ولی دقت کنید که غشای پایه زیر بافت پوششی قرار دارد (نه پیوندی!). (ب) و (د) دقت کنید کلاژن جزء مادهٔ زمینه‌ای نیست و همچنین بیرونی‌ترین یاخته‌های این بافت که یاخته‌های بافت پیوندی رشته‌ای هستند، در مجاورت با اعصاب پیکری نمی‌باشند! اعصاب پیکری به درون استخوان عصب‌دهی نمی‌کنند.

۱۷۲۷ (۴) همان‌طور که در شکل کتاب مشخص است، برخی عروق (رگ‌ها) در مجاری قرار دارند که بین سامانه‌های هاورس می‌باشند و ارتباط خونی بین آن‌ها را ایجاد کرده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در تنهٔ استخوان دراز، اندازهٔ سامانه‌های هاورس باهم برابر نیست. **گزینهٔ (۲):** اگر یاختهٔ استخوانی خارجی‌ترین و داخلی‌ترین قسمت بخش متراکم را نگاه کنید (در شکل ۳ فصل ۳) متوجه می‌شوید که در سامانهٔ هاورس و استوانه‌های هم‌مرکز قرار ندارند. **گزینهٔ (۳):** بسیاری از استخوان‌ها با مغز قرمز استخوان پر شده‌اند (نه همهٔ آن‌ها!)، این موضوع در جدول ۱ فصل ۳ عنوان شده است.

۱۷۲۸ (۲) بافت استخوانی **متراکم**، فاقد مغز زرد یا قرمز در ساختار خود است. طبق شکل، در بافت استخوانی متراکم، خارجی‌ترین یاخته‌ها جزء هیچ سامانهٔ هاورسی نیستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در **سرتاسر** استخوان ران، بافت متراکم در سمت خارج بافت اسفنجی قرار گرفته ولی مجرای مرکزی فقط در قسمت **تنه** دیده می‌شود. **گزینهٔ (۳):** همانطور که در شکل کتاب و شکل‌نامه مشخص است، بافت پیوندی قرار گرفته در سمت خارج بیرونی‌ترین یاخته‌های استخوانی، یاخته‌های **پهن** و **نزدیک به هم** دارد. **گزینهٔ (۴):** مغز **قرمز** استخوان دارای گیرنده برای اریتروپویتین است. دقت کنید که در **سر** استخوان، مجرای مرکزی حاوی مغز زرد مشاهده نمی‌شود ولی مغز قرمز وجود دارد.

۱۷۲۹ (۳) تنها مورد (ب) نادرست است. خارجی‌ترین یاخته‌های استخوانی موجود در تنهٔ استخوان ران، مربوط به بافت متراکم می‌باشند.

بررسی موارد (الف) **درست.** دقت کنید بافت استخوانی متراکم، به‌طور کلی بافت اسفنجی (حاوی یاخته‌هایی به شکل نامنظم) را احاطه می‌کند. (ب) نادرست. با توجه به شکل کتاب درسی، بیرونی‌ترین و درونی‌ترین یاخته‌های موجود در تنهٔ استخوان ران، در خارج از سامانهٔ هاورس قرار گرفته‌اند. (ج) **درست.** با توجه به شکل کتاب درسی، بیرونی‌ترین یاخته‌های استخوانی در مجاورت یاخته‌هایی پهن و نازک از بافت پیوندی اطراف استخوان واقع شده‌اند. (د) **درست.** این یاخته‌ها برای تأمین نیازهای خود در نزدیکی رگ‌های خونی هستند اما از مغز قرمز که در بافت اسفنجی است، فاصلهٔ زیادی دارند!

۱۷۳۰ (۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) در دوران جنینی، استخوان‌ها از بافت‌های نرم غضروفی تشکیل شده‌اند و **به تدریج** با اضافه شدن نمک‌های **کلسیم** سخت می‌شوند. (ب) یاخته‌های استخوانی، تا اواخر سن **رشد** (یعنی چند سال پس از بلوغ)، مادهٔ زمینه‌ای ترشح می‌کنند و بنابراین تودهٔ استخوانی و تراکم آن افزایش می‌یابد. (ج) با افزایش سن، یاخته‌های استخوانی **کم کار می‌شوند** و تودهٔ استخوانی به تدریج کاهش می‌یابد. (د) استخوان‌ها در اثر ورزش یا افزایش وزن ضخیم‌تر می‌شوند و در صورت استفادهٔ کمتر، ظریف‌تر می‌شوند.

تشکیل و تخریب استخوان‌ها

در دوران **جنینی**، استخوان‌ها از بافت‌های **نرمی** تشکیل می‌شوند و اغلب آن‌ها ابتدا به صورت غضروفی نرم بوده‌اند. **به تدریج** و با افزوده شدن نمک‌های کلسیمی، بافت استخوانی سخت‌تر و محکم‌تر می‌شود. همان‌طور که گفتیم، وظیفهٔ ساخت مادهٔ زمینه‌ای استخوان بر عهدهٔ یاخته‌های استخوانی است. این یاخته‌ها **از دوران جنینی تا اواخر سن رشد**، ماده‌ای زمینه‌ای از پروتئین و نمک‌ها (کلسیم و فسفر) **ترشح** می‌کنند و سبب افزایش حجم و تراکم توده استخوانی می‌شوند. هرچه سن بالاتر می‌رود، فعالیت یاخته‌های استخوانی نیز **کمتر** می‌شود و به تدریج از ضخامت و تراکم تودهٔ استخوانی کاسته می‌شود.

نکته

- دقت کنید که تغییرات استخوانی در **تمام مراحل طول عمر** در حال انجام شدن است و تحت تأثیر عواملی این تغییرات بیشتر یا کمتر می‌شوند.
- هورمون‌های کلسی‌تونین، تیروئیدی یددار، پاراتیروئیدها، رشد و تستوسترون و انسولین روی استخوان گیرنده دارند.

۱۷۳۱ (۱) فقط مورد (الف) صحیح است. به دهلیز راست قلب انسان ۳ سیاهرگ متصل است که شامل بزرگ سیاهرگ‌های زیرین، زبرین و کرونری است. در سایر گزینه‌ها به‌ترتیب اعداد ۲ (برای اسیدچرب درون فسفولیپیدها)، ۴ (برای تعداد سیاهرگ‌های ششی) و ۴ برای انواع عناصر (N، O، H، C) موجود در پروتئین‌ها می‌باشد.

بررسی موارد (الف) **درست.** در فضانوردان، در محیط بی‌وزنی، تراکم استخوان‌ها **کاهش** می‌یابد. (ب) نادرست. استخوان‌های بدن **پیوسته** دچار شکستگی‌های **میکروسکوپی** می‌شوند که ناشی از حرکات معمول بدن است. (ج) نادرست. اگر شکستگی زیاد ناشی از ضربه یا برخورد باشد، **یاخته‌های استخوانی نزدیک محل شکستگی** تقسیم شده و یاخته‌های استخوانی جدید ایجاد می‌کنند. (د) نادرست. آسیب‌های ناشی از ضربه یا برخورد معمولاً پس از **چند هفته** بهبود می‌یابند.

۱۱۲ شکل‌نامهٔ انواع شکستگی استخوان‌های بدن

الف) شکستگی میکروسکوپی

استخوان‌های بدن به‌طور **پیوسته** در اثر **حرکات معمول** بدن دچار شکستگی **میکروسکوپی** می‌شوند که ما از آن‌ها بی‌خبر هستیم و زود ترمیم می‌شوند.

ب) شکستگی ماکروسکوپی

برخی شکستگی‌ها در اثر **ضربه یا برخورد** ایجاد می‌شوند که در این حالت **یاخته‌های نزدیک** محل شکستگی با تقسیم شدن و ساخت یاخته‌های جدید سبب بهبودی استخوان پس از **چند هفته** می‌شوند.

«شکستگی ناشی از صدمه در سر استخوان ران (راست) و تصویر رادیوگرافی از استخوان شکستهٔ ران (چپ)»

۱۷۳۲ (۳) به دنبال بیماری سلیاک و **کاهش جذب اغلب مواد از جمله کلسیم و ویتامین D**، پوکی استخوان ایجاد می‌شود که به دنبال اختلال در ترشح برخی هورمون‌ها و مصرف نوشابه‌های گازدار نیز می‌تواند ایجاد شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در پوکی استخوان، تخریب استخوانی **افزایش** می‌یابد. **گزینهٔ (۲):** نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات، می‌توانند با جلوگیری از رسوب **کلسیم** در استخوان، باعث بروز پوکی استخوان در مردان و زنان شوند. **گزینهٔ (۴):** تراکم استخوانی مردان و زنان در سنین مختلف با هم **متفاوت** است.

عواملی مؤثر در افزایش استحکام استخوان‌ها

۱ عوامل محیطی

در اثر فعالیت‌های بدنی مثل **ورزش و افزایش وزن**، استخوان‌ها نیز **ضخیم و محکم‌تر** می‌شوند ولی اگر از استخوان‌ها **کمتر استفاده کنیم** یا دچار تحرک کم در زندگی شویم، استخوان‌ها و مادهٔ زمینه‌ای آن‌ها ظریف‌تر و شکننده‌تر می‌شوند (مانند استخوان فضانوردان که در محیط بی‌وزنی چگالی استخوان آن‌ها کاهش می‌یابد).

۲ اثر عوامل هورمونی (با مطالب مرتبط با هورمون‌ها در فصل ۴)

الف) هورمون رشد: از هیپوفیز پیشین ترشح می‌شود و با تأثیر بر استخوان‌ها، سبب رشد قد و اندازهٔ بدن می‌شود (در حقیقت تولید یاخته‌های خونی و رسوب کلسیم در استخوان‌ها را بالا می‌برد).

ب) هورمون‌های پاراتیروئیدی: با افزایش تجزیه مادهٔ زمینه‌ای استخوان، سبب **کاهش** استحکام استخوان و خارج کردن کلسیم آن می‌شوند و کلسیم خون را بالا می‌برند. زیادی این هورمون سبب **پوکی استخوان** و **تخریب و کاهش حجم استخوان** می‌شود و استخوان را ضعیف و شکننده می‌کند.

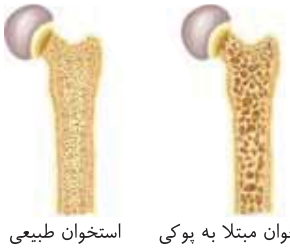
ج) هورمون‌های جنسی و کلسی‌تونین مترشحه از تیروئید: این هورمون‌ها، برعکس هورمون‌های پاراتیروئیدی مانع برداشت کلسیم از مادهٔ زمینه‌ای استخوان شده و سبب افزایش تراکم مادهٔ زمینه‌ای و ضخامت استخوان می‌شوند (در حقیقت کلسیم خون را کم می‌کنند).

نکته
استخوان‌ها در پاسخ به علائم هورمونی مثل کلسی‌تونین و هورمون جنسی ساخته شده و متراکم می‌شوند و در اثر زیادی هورمون‌های پاراتیروئیدی تخریب و کم‌تراکم می‌شوند.

۳ اثر مواد غذایی

ویتامین D، کلسیم و فسفر سبب افزایش استحکام استخوان‌ها می‌شوند، پس کمبود ویتامین D (کاهش نور خورشید)، کمبود کلسیم و فسفر در غذا همانند عمل مصرف نوشیدنی‌های **الکلی و دخانیات** سبب **جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان‌ها** شده و در مرد و زن پوکی استخوان ایجاد می‌کند.

نکته
- مصرف **نوشابه‌های گازدار** و تغییرات هورمونی نیز در **کاهش تراکم استخوان** نقش دارد.
- به‌طور معمول تودهٔ استخوانی زنان تراکم کمتری از مردان هم‌سن دارد. از سنین ۲۰ تا ۵۰ سالگی کاهش تراکم استخوانی در مردان بیشتر از زنان می‌باشد ولی بعد از سن ۵۰ سالگی و شروع یائسگی زنان کاهش تراکم استخوان در زنان سرعت بیشتری می‌گیرد.
- با توجه به شکل مقابل در پوکی استخوان تعداد حفرات کم ولی اندازهٔ آن‌ها زیاد می‌شود.


استخوان مبتلا به پوکی — استخوان طبیعی
«مقایسهٔ استخوان طبیعی با استخوان دچار پوکی»

۱۷۳۳ (۲) همان‌طور که در شکل کتاب مشاهده می‌کنید، استخوان سالم دارای **تعداد** حفرات استخوانی بیشتری می‌باشد، در حالی که در استخوان مبتلا به پوکی، **اندازهٔ** این حفرات بزرگ‌تر است (نادرستی موارد (ب) و (د)). همچنین کمبود ذخیرهٔ نمک‌های کلسیم در استخوان، منجر به کاهش تراکم استخوان شده و در ایجاد پوکی نقش دارد (درستی موارد (الف) و (د)).

۱۷۳۴ (۴) تنها گزینهٔ (۴) نادرست است. در تصویر رادیوگرافی، بخش مرکزی، استخوان ران تیره‌تر دیده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تولید و تخریب مادهٔ زمینه‌ای بافت استخوانی همواره صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۲):** غدد پاراتیروئیدی با ترشح هورمون، سبب کاهش تودهٔ استخوانی می‌شوند. در یائسگی هم تراکم تودهٔ استخوانی به شدت کاهش می‌یابد. **گزینهٔ (۳):** با توجه به نمودار و بررسی اتفاقات هورمونی مردان و زنان، واضح است که چون مردان به اندازهٔ زنان تغییرات هورمونی نداشته و یائسه نیز نمی‌شوند، نظم بیشتری در تودهٔ استخوانی دارند.

۱۷۳۵: ۴) با ابتلای فرد به پوکی استخوان مقدار **مادهٔ زمینه‌ای** (نه یاخته‌ها) که دور یاخته‌های استخوانی موجود در بافت اسفنجی استخوان را احاطه کرده **کاهش** می‌یابد و از رسوب کلسیم در استخوان جلوگیری می‌شود. (درستی گزینهٔ (۴) و نادرستی گزینهٔ (۳))

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پوکی استخوان اثری بر مقدار مغز قرمز داخل حفره‌های بافت اسفنجی آن ندارد بلکه حجم این حفره‌ها در فرد مبتلا به پوکی استخوان افزایش یافته است. **گزینهٔ (۲):** پوکی استخوان اغلب بر تراکم بافت **اسفنجی** استخوانی اثرگذار می‌باشد.

۱۷۳۶: ۴) همهٔ موارد باعث پوکی استخوان و افزایش حجم حفرات استخوانی با تعداد کمتر می‌شوند.

بررسی موارد الف) مصرف نوشیدنی‌های الکلی منجر به پوکی استخوان و تقسیم بی‌رویهٔ یاخته‌ها و سرطان می‌شوند. ب) در صورت اختلال در یاخته‌های نفرون‌ها و عدم بازجذب کلسیم از کلیه، مقدار کلسیم خون کاهش و با افزایش هورمون پاراتیروئید و تجزیهٔ استخوان، میزان احتمال پوکی استخوان بیشتر می‌شود. ج) در صورت مصرف پروتئین گلوتن و حساسیت به آن، سطح جذب مواد از جمله کلسیم از رودهٔ باریک کم می‌شود و با افزایش هورمون پاراتیروئید و تجزیهٔ استخوان، میزان احتمال پوکی استخوان بیشتر می‌شود. د) دخانیات منجر به پوکی استخوان و اختلال در روند جدا شدن کروموزوم‌ها می‌شود.

تراکم بافت استخوانی
- بالابرنده‌ها ← افزایش وزن - افزایش فعالیت یاخته‌های استخوانی - ورزش - ترشح هورمون کلسی‌تونین و تستوسترون - افزایش اثر جاذبه
- پایین آورنده‌ها ← کاهش فعالیت یاخته‌های استخوانی - کمبود ویتامین D و کلسیم - ترشح هورمون پاراتیروئیدی - پیری و کاهش فعالیت بدنی - مصرف دخانیات و الکل - کاهش اثر جاذبه - مصرف نوشابه‌های گازدار - بروز بیماری سلیاک - یائسگی - تغذیهٔ نامناسب

۱۷۳۷: ۲) موارد (ب) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد الف) نادرست. این نکته در دوران جنینی رخ می‌دهد (نه نوزادی). ب) **درست.** تا چند سال پس از بلوغ که اواخر سن رشد می‌باشد، مادهٔ زمینه‌ای استخوان‌ها ترشح می‌شوند. ج) نادرست. کاهش تودهٔ استخوانی، تدریجی است (نه ناگهانی!). د) **درست.** دقیقاً متن کتاب درسی در مورد شکستگی‌های **میکروسکوپی** است.

۱۷۳۸: ۲) فقط مورد (ج) صحیح است. *(اینم یک تست متن کتابی که می‌فوایم به زمین و زمان گیر بدیم!)*

بررسی موارد الف) در مفاصل ثابت استخوان‌های جمجمه، لبه‌های دندانه‌دار **استخوان‌ها** (نه مفاصل) در هم فرورفته و محکم شده‌اند. ب) در **بیشتر** مفصل‌های انسان، استخوان‌ها قابلیت حرکت دارند و سر آن‌ها توسط غضروف پوشیده شده است. ج) در مفصل لگن (متحرک)، برخلاف مفاصل ثابت جمجمه، غضروف دیده می‌شود و مفصل توسط کپسولی پیوندی احاطه شده است. د) مایع مفصلی لغزنده و غضروف، به استخوان‌ها امکان می‌دهند که سال‌ها در مجاورت هم بلغزند و اصطکاک **چندانی** نداشته باشند.

۱۷۳۹: ۴) کپسول مفصلی، زردپی و رباط به کنار هم ماندن استخوان‌ها در محل مفصل کمک می‌کنند که همگی از جنس بافت پیوندی متراکم و دارای کمی مادهٔ زمینه‌ای هستند. از طرفی ماهیچه‌های اسکلتی نیز که دارای بافت پیوندی و ماهیچه‌ای هستند، در کنار هم ماندن استخوان‌ها مؤثرند که این مورد در گفتار ۲ بیان شده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید که زردپی برخلاف رباط، **استخوان‌ها را به هم متصل نمی‌کند،** بلکه ماهیچهٔ اسکلتی را به استخوان متصل می‌کند. **گزینهٔ (۲):** بخش **صیقلی** غضروف مفصلی، در اثر کارکرد زیاد، ضربات و برخی بیماری‌ها آسیب می‌بیند. **گزینهٔ (۴):** اگر سرعت تخریب غضروف مفصلی بیشتر از ترمیم آن باشد، **می‌تواند** به بیماری‌های مفصلی منجر شود.

چند نکتهٔ مرتبط با مفاصل

- همان‌طور که گفته شد، در مفصل‌های متحرک، علاوه‌بر کپسول مفصلی، رباط و زردپی نیز به کنار هم ماندن استخوان‌ها کمک می‌کنند. رباط‌ها و زردپی‌ها هر دو از بافت پیوندی **محکم رشته‌ای** می‌باشند. رباط، دو استخوان را در محل مفصل به هم متصل می‌کند ولی زردپی سبب اتصال ماهیچهٔ اسکلتی به استخوان و انتقال نیروی انقباضی تارهای آن به استخوان برای حرکت می‌شود (درون کپسول مفصلی، زردپی و ماهیچهٔ اسکلتی، گیرندهٔ حس پیکری از نوع وضعیتی وجود دارد).
- غشای مفصلی یا پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی زیر کپسول مفصلی، **تولیدکنندهٔ مایع مفصلی** می‌باشد.
- سطح غضروفی سر استخوان‌ها در محل مفصل در اطراف به پردهٔ سازنده مایع مفصلی متصل است.
- در اثر کارکرد زیاد مفاصل، ضربات، آسیب‌ها و یا برخی بیماری‌های بافتی، ممکن است **بخش صیقلی غضروف‌ها**، تخریب شود ولی در اغلب موارد بدن دوباره آن‌ها را ترمیم می‌کند. اگر سرعت تخریب آن‌ها از سرعت ترمیم بیشتر باشد، در این صورت می‌تواند سبب ایجاد **بیماری‌های مفصلی** شود.
- نقرس یکی از بیماری‌های مفصلی است که در اثر رسوب اوریک‌اسید در مفاصل ایجاد می‌شود. در این بیماری، التهاب و درد در محل مفاصل وجود دارد.

۱۷۴۰: ۳) در دست، استخوان بازو معادل ران در پا می‌باشد و استخوان زند زبرین معادل درشت‌نی و استخوان زند زیرین معادل نازک‌نی در پا می‌باشند. استخوان بازو با کتف که نوعی استخوان پهن است و استخوان ران با نیم‌لگن، تشکیل مفصل گوی - کاسه‌ای می‌دهند که در همهٔ جهات حرکت می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۲):** دقت کنید که معادل‌ها برای زند زیرین و زبرین نادرست هستند. **گزینهٔ (۴):** زند زبرین بیرونی‌تر از زند زیرین و از خط وسط بدن دورتر است.

۱۷۴۱: ۱) مطابق با شکل ۱ فصل ۳ کتاب، دنده‌ها و ترقوه با جناغ مفصل تشکیل می‌دهند. تمامی دنده‌های قفسهٔ سینه از سطح پشتی خود به ستون مهره‌ها متصل می‌باشند؛ اما استخوان ترقوه با آن اتصالی ندارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** استخوان‌های مچ دست به مقدار کمتر و بازو به مقدار بیشتری با زند زیرین مفصل تشکیل می‌دهند و تمامی این استخوان‌ها جزئی از اسکلت جانبی بدن انسان هستند. **گزینهٔ (۳):** استخوان‌های کف پا، درشت‌نی و نازک‌نی با استخوان‌های مچ پا در ارتباط‌اند اما هیچ‌کدام از این استخوان‌ها در تشکیل مفصل گوی - کاسه‌ای شرکت نمی‌کنند. **گزینهٔ (۴):** استخوان‌های کتف، ترقوه، زند زیرین و زبرین با استخوان بازو در ارتباط می‌باشند و همگی از نمای **پشتی** اسکلت انسان دیده می‌شوند.

۱۷۴۲: ۳) رباط‌ها، کپسول پوشانندهٔ مفاصل و زردپی‌ها به کنار هم ماندن استخوان‌ها در کنار یکدیگر کمک می‌نمایند. تمام این ساختارها از بافت پیوندی متراکم ساخته شده‌اند. در این بافت پیوندی، میزان زیادی رشته‌های کلاژن موازی هم وجود دارند ولی میزان مادهٔ زمینه‌ای اندک می‌باشد. بنابراین این بافت مقاومت خوبی از خود نشان می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** رباط، بافت پیوندی رشته‌ای محکمی است که در محل اتصال استخوان‌ها دیده می‌شود و می‌تواند با مایع مفصلی که درون حفرهٔ مفصلی قرار گرفته است، در تماس باشد. دقت کنید که در سمت داخل کپسول مفصلی، پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی قرار دارد، بنابراین کپسول مفصلی همانند زردپی‌ها با مایع مفصلی تماس ندارد. **گزینهٔ (۲):** در دو انتهای ماهیچهٔ اسکلتی، بافت پیوندی متراکم به صورت طناب یا نواری محکم در می‌آید که در اتصال ماهیچه به استخوان نقش دارد. این ویژگی در ارتباط با پردهٔ مفصلی و رباط صحیح نمی‌باشد. **گزینهٔ (۴):** استخوان‌های سر در جمجمه با هم مفصل ثابت تشکیل می‌دهند که در آن لبهٔ دندانه‌دار استخوان‌ها در هم فرو رفته است؛ اما در قسمت چهره، استخوان فک پایین، مفصلی متحرک را می‌سازد و در محل مفاصل آن به استخوان‌های دیگر، کپسول مفصلی و رباط دیده می‌شوند.

۱۷۴۳ (۴) تنها مورد (ب) نادرست است. بخش‌های (۱) تا (۵) به ترتیب عبارت‌اند از: مایع مفصلی، غضروف مفصلی، پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی، بافت متراکم استخوان و کپسول مفصلی.

بررسی موارد (الف) مایع مفصلی از یاخته‌های پردهٔ سازندهٔ مایع تشکیل شده، که در سطحی درونی‌تر از کپسول مفصلی قرار دارند. (ب) بافت پیوندی متراکم هیچ‌گاه به‌طور مستقیم در تماس با کپسول مفصلی نیست. بین این دو بخش بافت پیوندی قرار دارد. (ج) یاخته‌های غضروف، شفاف و **سطح صیقلی** آن‌ها که به داخل نزدیک‌تر است، به کمک مایع مفصلی تغذیه می‌شوند و اصطکاک بین استخوان‌ها را کاهش می‌دهند. (د) پردهٔ سازندهٔ مایع با تولید مایع مفصلی و غضروف صیقلی، در عدم تخریب استخوان‌ها نقش دارند.

۱۷۴۴ (۱) هیچ کدام از موارد، عبارت را به درستی کامل نمی‌کنند.

بررسی موارد (الف) مفصل استخوان فک پایین و همچنین مفصل بین استخوان‌های کوچک گوش میانی از نوع مفصل ثابت نیستند. (ب) زردپی ممکن است در یک سمت از ماهیچهٔ اطراف چشم، این ماهیچه‌ها را به **صلبیه** متصل کند که استخوان نمی‌باشد. (ج) به عنوان مثال، ماهیچهٔ زبان به استخوان فک پایین متصل است اما نمی‌تواند آن را حرکت دهد. (د) دقت کنید که طبق شکل کتاب درسی، مفصل بین‌مهره‌ای از نوع لغزنده می‌باشد.

۱۷۴۵ (۴) پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی با مایع مفصلی، کپسول مفصلی، غضروف و کمی با استخوان در تماس است. همهٔ بخش‌های گفته شده دارای بافت پیوندی هستند که فضای بین‌یاخته‌ای آن بیشتر از بافت پوششی سنگ‌فرشی بخش خارجی کپسول بومن است. (خود مایع مفصلی هم از بافت پیوندی این پرده ترشح می‌شود.)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مایع مفصلی در حفرهٔ مفصلی، با غضروف و پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی در تماس مستقیم است که فقط بخش صیقلی غضروف در اثر بعضی از بیماری‌ها تخریب و دوباره ترمیم می‌شود. **گزینهٔ (۲):** کپسول مفصلی با پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی و استخوان در تماس مستقیم است اما فقط پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی با تولید مایع مفصلی باعث می‌شود که استخوان‌ها سالیان زیادی لیز بخورند و اصطکاک چندانی نداشته باشند. **گزینهٔ (۳):** غضروف مفصلی سر استخوان، با پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی، مایع مفصلی و بافت استخوانی در تماس مستقیم است. پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی با کپسول مفصلی در تماس است که از جنس بافت پیوندی متراکم است. یاخته‌های بافت پیوندی متراکم، دوکی‌شکل، طبق شکل بافت پیوندی در گفتار ۳ فصل ۱ دهم هستند.

بخش‌های تشکیل‌دهندهٔ مفصل ۲۰۵

اجزا	وظیفه	در تماس با ...
استخوان‌ها	انجام حرکت در محل مفصل	غضروف، کپسول و پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی
غضروف	کاهش اصطکاک بین دو استخوان	استخوان، پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی و مایع مفصلی
کپسول مفصلی	کنار هم نگه‌داشتن دو استخوان و محدود کردن حرکت استخوان‌ها در محل مفصل	استخوان و پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی
پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی	ترشح مایع مفصلی	کپسول، استخوان، غضروف و مایع مفصلی
مایع مفصلی	کاهش اصطکاک بین دو استخوان	پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی و غضروف
رباط	اتصال استخوان به استخوان	مایع مفصلی و زردپی

۱۷۴۶ (۱) در شکل شمارهٔ (۱) کپسول پوشانندهٔ مفصل است که متشکل از بافت پیوندی متراکم می‌باشد و شمارهٔ (۲) غضروف مفصلی است. همچنین می‌دانید که جنس زردپی از بافت پیوندی متراکم است. زردپی همانند غضروف مفصلی، از جنس بافت پیوندی و دارای رشته‌های ارتجاعی و کلاژن است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی، بدون انشعاب و چندهسته‌ای هستند. **گزینهٔ (۴):** زردپی از جنس بافت پیوندی متراکم است. بافت پیوندی متراکم تعداد یاخته‌های کم و مادهٔ زمینه‌ای اندک دارد. **گزینهٔ (۴):** زردپی از یک سمت به ماهیچهٔ اسکلتی متصل است و از طرف دیگر به استخوان و یا در برخی موارد ممکن است مثل چشم به صلبیه متصل باشد. رباط از هر دو سمت به استخوان متصل است (کپسول مفصلی، رباط‌ها، زردپی‌ها و ماهیچه‌های اسکلتی، به کنار یکدیگر ماندن استخوان‌ها در محل مفصل کمک می‌کنند).

۱۷۴۷ (۴) دقت کنید استخوان سقف حفرهٔ بینی متخلخل بوده و آکسونِ نورون‌های بویایی از آن عبور می‌کند!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به شکل کتاب درسی، فک پایینی در نزدیکی استخوان گیجگاهی دوشاخه شده و تشکیل نوعی مفصل مشابه آرنج می‌دهد که در دو جهت حرکت می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** استخوان حفاظت‌کننده از بخش پردازش‌کنندهٔ پیام‌های بینایی (استخوان پس‌سری است)، از استخوان حفاظت‌کننده از بخش جلویی مغز (بخش پیشانی مغز) کوچک‌تر است. **گزینهٔ (۳):** استخوان گیجگاهی در بخشی از خود، شکل‌های خاصی پیدا کرده که به دریافت و عملکرد بهتر پیام‌های گیرندهٔ تعادل گوش درونی کمک می‌کند. در حقیقت مانند نیم‌دایره‌های بخش تعادلی گوش می‌شود.

نکته
در مخ، لوب پیشانی، بزرگ‌ترین لوب می‌باشد ولی در جمجمه، استخوان آهیانه، از همه بزرگ‌تر است.

۱۷۴۸ (۳) مطابق شکل، پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی در قسمت کوچکی از دو سمت خود در امتداد غضروف سر دو استخوان متفاوت قرار گرفته است و با آن‌ها در تماس مستقیم می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مفاصل ثابت، مطابق با شکل کتاب درسی، انتهای استخوان‌ها به صورت دندانه‌دندانه در داخل یکدیگر فرو رفته‌اند و کپسول مفصلی، غضروف و پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی، در این مفاصل دیده نمی‌شوند. بحث سر استخوان مربوط به استخوان دراز است که در مفصل ثابت قرار ندارد. **گزینهٔ (۲):** مطابق شکل، بافت غضروفی تنها با بخش نازکی شامل بافت استخوانی متراکم در سر استخوان در تماس مستقیم است. **گزینهٔ (۴):** علاوه‌بر کپسول مفصلی، رباط‌ها و زردپی‌ها نیز در کنار هم ماندن استخوان‌ها نقش اساسی دارند که زردپی و کپسول مفصلی دارای گیرندهٔ وضعیتی هستند.

۱۷۴۹ (۳) طبق شکل کتاب درسی، استخوان آروارهٔ پایین با استخوان **گیجگاهی** و پس‌سری و کمی هم با رنگ قهوه‌ای خود به پیشانی مفصل می‌شود. هیچ‌کدام از این دو استخوان لوب آهیانهٔ مغز را احاطه نکرده‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** استخوان پیشانی با رنگ قهوه‌ای کمی با آروارهٔ پایین مفصل می‌شود. **گزینهٔ (۲):** استخوان پس‌سری، با استخوان آروارهٔ پایین مفصل می‌شود. **گزینهٔ (۴):** استخوان گیجگاهی، گوش درونی را در برگرفته است که با آروارهٔ پایین سطح مفصلی دارد.

۱۷۵۰ :(۱) رباط، کپسول مفصلی، زردپی و ماهیچه‌ها، استخوان‌ها را در مفصل زانو در کنار هم نگه می‌دارند. همهٔ این عوامل در ساختار خود دارای بافت پیوندی متراکم هستند که کلاژن فراوانی دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** گیرندهٔ تعادل در گوش درونی مشاهده می‌شود. **گزینهٔ (۳):** کاهش سطح اصطکاک از وظایف **غضروف و مایع مفصلی** است. **گزینهٔ (۴):** این مورد فقط برای ماهیچهٔ **دوسر ران** صادق است.

۱۷۵۱ :(۱) همهٔ موارد نادرست‌اند. *(طب طبق معمول بریم گفتار را با تست‌های متن کتابی شروع کنیم و کمی هم قیدبازی کنیم!)*

بررسی موارد (الف) بدن انسان، **بیش از ۶۰۰** ماهیچهٔ اسکلتی دارد که **همگی** در ارتباط با اعصاب حرکتی پیکری هستند. (ب) ماهیچه‌های اسکلتی، در ایجاد **بسیاری از** حرکات بدن انسان مؤثرند. (ج) **بسیاری از** ماهیچه‌های اسکلتی، به صورت جفت سبب حرکت اندام‌ها می‌شوند. (د) ماهیچه‌های اسکلتی تحت تأثیر پیام عصبی، فقط توانایی **انقباض** دارند!

نکاتی از ماهیچه‌های اسکلتی

- ماهیچه‌های اسکلتی در صورت کمبود اکسیژن توانایی تجزیهٔ ناقص گلوکز و تخمیر بی‌هوازی دارند.
- ماهیچه‌های اسکلتی به همراه کبد، تولید و تجزیهٔ گلیکوژن را درون یاخته انجام می‌دهند.
- سرخرگ‌های کوچک خونی غذا دهنده به ماهیچه‌های اسکلتی حاوی ماهیچهٔ **صاف** هستند که توسط فعالیت اعصاب خودمختار سمپاتیک گشاد شده تا خون‌رسانی به ماهیچه‌های اسکلتی و قلبی را در هنگام آماده‌باش زیاد کنند.
- برخی ماهیچه‌های اسکلتی مانند بندارهٔ مخرج به استخوان متصل نمی‌شوند و غضروف ندارند.
- دقت کنید که ماهیچه‌های اسکلتی در اثر **انقباض** خود **فقط** باعث **کشیده شدن** استخوان می‌شوند و به اصطلاح ماهیچه نمی‌تواند با انقباض خود، سبب هل دادن یک استخوان یا اندام شود. به همین دلیل **بسیاری** از ماهیچه‌های اسکلتی به صورت **جفت** سبب حرکت اندام‌های متصل به آن می‌شوند. این جفت ماهیچه‌ها عکس یکدیگر عمل می‌کنند به‌طوری که وقتی یکی منقبض و مشغول کشیدن استخوان است، ماهیچهٔ دیگر در حال استراحت می‌باشد.
- ماهیچه‌های اسکلتی تنها ماهیچه‌هایی هستند که هم گیرندهٔ حس پیکری وضعیت و هم گیرنده برای ناقل عصبی، اعصاب حرکتی پیکری دارند.

۱۷۵۲ :(۳) هنگام انقباضِ یکی از جفت ماهیچه‌های متقابل، ماهیچهٔ دیگر در حال استراحت می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ماهیچهٔ دوسر بازو می‌تواند ساعد را به سمت جلو یا بالا بیاورد ولی **نمی‌تواند** آن را به حالت اولیه برگرداند و این کار را ماهیچهٔ سه‌سر بازو انجام می‌دهد. **گزینهٔ (۲):** همهٔ ماهیچه‌های اسکلتی سبب حرکت نوعی استخوان نمی‌شوند مانند ماهیچه‌های اطراف کرهٔ چشم و همچنین همهٔ ماهیچه‌های اسکلتی به استخوان متصل نیستند مانند ماهیچهٔ حلقوی لب یا بندارهٔ خارجی مخرج. **گزینهٔ (۴):** انعکاس، **مثالی** از حرکات غیرارادی ماهیچه‌های اسکلتی است و از طرفی تحت کنترل اعصاب پیکری است (نه حواس پیکری!). *قرارمون این بود که هواس پیکری را با اعصاب پیکری در فصل ۲ اشتباه نگیریم!*

۱۷۵۳ :(۳) اطلاعات ردیف‌های (۱)، (۲)، (۳) و (۵) نادرست هستند و درست آن‌ها در جدول روبه‌رو قرار دارد.

بررسی موارد ردیف (۱) ماهیچه‌های اسکلتی الزاماً (صرفاً) سبب حرکت استخوان نمی‌شوند (مانند ماهیچه‌های اطراف کرهٔ چشم). ردیف (۲) بندارهٔ داخلی مخرج از نوع ماهیچهٔ **صاف** است. ردیف (۳) هر ماهیچهٔ اسکلتی به استخوان متصل نیست مانند ماهیچه‌های ابتدای مری یا بندارهٔ خارجی مخرج. ردیف (۴) ماهیچه‌های اسکلتی با کمک به سخن گفتن، نوشتن، رسم شکل و ایجاد حالات مختلف چهره، سبب برقراری ارتباط می‌شوند. ردیف (۵) مرکز تنظیم دمای بدن، **هیپوتالاموس** است.

صفحه‌ی جدول‌های درسنامه ۲۰۶

	وظیفهٔ ماهیچه	توضیح
۱	حرکات ارادی	ماهیچه‌ها با اتصال به استخوان‌ها باعث ایجاد حرکت ارادی می‌شوند.
۲	کنترل دریچه‌های بدن	ماهیچه‌های اسکلتی نوعی کنترل ارادی برای دهان، مخرج و پلک‌ها ایجاد می‌کنند.
۳	حفظ حالت بدن	ماهیچه‌ها با اتصال به استخوان‌ها و انقباض خود باعث اتصال استخوان‌ها به هم و نگهداری بدن به صورت قائم می‌شوند.
۴	ارتباطات	حرکات ماهیچه‌های اسکلتی، امکان بیان مطالب را با نوشتن، رسم و ایجاد حالات چهره برای نشان دادن احساسات مختلف تسهیل می‌کند.
۵	حفظ دمای بدن	فعالیت‌های سوخت‌وساز در یاخته‌های ماهیچه‌ای باعث ایجاد گرمای زیادی می‌شود که می‌تواند در حفظ دمای مناسب بدن اثرگذار باشد.

۱۷۵۴ :(۴) بسیاری از ماهیچه‌ها به صورت جفت باعث حرکات اندام‌ها می‌شوند؛ زیرا ماهیچه‌ها فقط قابلیت انقباض دارند. هر ماهیچه‌ای (مانند ماهیچه‌های دوسر و سه‌سر بازو) فقط می‌تواند استخوان را در جهتی خاص بکشد و نمی‌تواند آن را به حالت قبل برگرداند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ماهیچه‌های دلتایی و ذوزنقه از هر دو سطح شکمی و پشتی قابل مشاهده می‌باشند، اما ماهیچهٔ دلتایی برخلاف ذوزنقه در ناحیهٔ گردن قرار نگرفته است. **گزینهٔ (۲):** ماهیچه‌هایی که به صورت جفت عمل می‌نمایند، یک استخوان را در دو جهت مخالف هم می‌کشند، اما به این معنی نیست که به استخوان‌های یکسانی هم متصل می‌باشند. برای مثال ماهیچهٔ سه‌سر به استخوان کتف و زند زیرین متصل است؛ در حالی‌که ماهیچهٔ دوسر به استخوان زند زبرین و کتف اتصال دارد. **گزینهٔ (۳):** همهٔ ماهیچه‌های اسکلتی با داشتن واکنش‌های سوخت‌وسازی متنوع در حفظ دمای بدن نقش دارند؛ اما دقت کنید که لزوماً همهٔ ماهیچه‌ها به استخوان متصل نبوده و در حرکات استخوان‌ها نقش ندارند (مانند بندارهای ارادی لولهٔ گوارش).

۱۷۵۵ :(۱) در همهٔ سنین تراکم استخوانی یک زن سالم از مرد سالم هم‌سن خود کمتر می‌باشد. دقت کنید که تا قبل از یائسگی، **سرعت** کم شدن تراکم استخوان در زنان از مردان کمتر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در پوکی استخوان، تنها تراکم بافت **اسفنجی** استخوان به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد. **گزینهٔ (۳):** برخی ماهیچه‌ها مانند اسفنکترها، با هیچ استخوانی توسط زردپی در تماس نمی‌باشند. **گزینهٔ (۴):** ماهیچه‌ها در انجام اکثر حرکات بدن نقش دارند (نه همهٔ آن‌ها!). مثلاً حرکت مژک‌های تنفسی تحت تأثیر ماهیچه نمی‌باشد.

۱۷۵۶ :(۱) ماهیچهٔ ذوزنقه‌ای از هر دو سطح بدن قابل مشاهده است. ماهیچهٔ سه‌سر بازو فقط از سطح پشتی بدن قابل مشاهده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** ماهیچهٔ دلتایی از هر دو سطح بدن قابل مشاهده است. **گزینهٔ (۳):** ماهیچهٔ چهارسر ران از سطح شکمی قابل مشاهده است. **گزینهٔ (۴):** ماهیچه‌های سه‌سر بازو و سرینی‌ها، همگی از نمای پشتی قابل رویت می‌باشند.

۱۱۳ شکل‌نامهٔ محل ماهیچه‌های اسکلتی مهم بدن و نکات مختلف

- ماهیچهٔ ذوزنقه‌ای، سینه‌ای و دلتایی به استخوان ترقوه متصل هستند که ذوزنقه‌ای در پشت گردن است و در عمل دم عمیق مؤثر است.
- ماهیچه‌های اسکلتی سطح پشتی بدن عبارت‌اند از: ماهیچه‌های دوسر ران، توأم، سرینی‌ها، سه‌سر بازو.
- ماهیچه‌های اسکلتی سطح جلویی بدن عبارت‌اند از: ماهیچه‌های چهارسر ران، صورت، دوسر بازو، سینه‌ای، شکمی.
- ماهیچهٔ سینه‌ای توسط بافت پیوندی به دو نیمه تقسیم شده است و ماهیچهٔ مورب نیز توسط بافت پیوندی، تکه‌تکه شده است.
- علت چندهسته‌ای بودن ماهیچهٔ اسکلتی، به هم پیوستن چند یاختهٔ تک‌هسته‌ای در دوران جنینی است نه عدم انجام تقسیم سیتوپلاسم در آن‌ها!
- استخوان‌های دارای مفصل ثابت نیز می‌توانند به زردپی متصل شوند مثل استخوان‌های جمجمه با برخی ماهیچه‌ها!
- ماهیچهٔ دلتایی در سطح جانبی دست‌ها قرار دارد و به ترقوه و بازو متصل است ولی ماهیچهٔ شکمی به جناغ اتصال دارد.
- در مچ دست و پا، زردپی ماهیچه‌ها برای ورود به دست و پا، از زیر نوارهایی پیوندی عبور می‌کنند.
- بندارهٔ خارجی مخرج و میزراه همانند ماهیچهٔ اسکلتی ابتدای مری، به استخوان متصل نیستند.
- ماهیچهٔ دیافراگم و بین‌دنده‌ای خارجی (فعال در دم عادی و عمیق) و ماهیچه‌های گردنی (فعال در دم عمیق) و شکمی و بین‌دنده‌ای داخلی (فعال در بازدم عمیق) همگی از نوع ماهیچهٔ اسکلتی هستند.
- یاخته‌های تمایزیافته‌ای مانند یاخته‌های ماهیچه‌ای در محیط کشت به مقدار کم تکثیر می‌شوند و یا اصلاً تکثیر نمی‌شوند.

۱۷۵۷ **۳** گزینهٔ (۳) عبارت را به درستی تکمیل می‌کند؛ چون منظور ماهیچه‌های **صاف** معده می‌باشند که یاخته‌های تک‌هسته‌ای دولاد دارند و دارای دو مجموعه کروموزوم هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بندارهٔ داخلی مخرج از جنس ماهیچهٔ صاف است و هر یاختهٔ آن حالت دوکی‌شکل دارد. فعالیت ماهیچه‌های صاف تحت تأثیر دستگاه عصبی خودمختار است. **گزینهٔ (۲):** به هنگام انقباض و پایین آمدن ماهیچهٔ دیافراگم و افزایش فشار به سیاهرگ‌های شکم، میزان فشار مکش بر خون برگشتی سیاهرگ‌ها به قلب بیشتر می‌شود. به‌طور معمول دیافراگم در حالت غیرارادی منقبض می‌شود *(از کی تا حالا تصمیم می‌گیری که کی نفس بکشی یا نکشی)*. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که یاختهٔ ماهیچهٔ اسکلتی می‌تواند چندهسته‌ای باشد. در این صورت اگر چهارهسته‌ای باشد، دارای ۸ کروموزوم شمارهٔ یک می‌باشد. ولی ماهیچه یک اندام است و خارجی‌ترین سمت آن بافت پیوندی با یاخته‌های تک‌هسته‌ای است که فاقد توانایی تحریک شدن با اعصاب پیکری می‌باشد.

۱۷۵۸ **۳** یاخته‌های ماهیچه‌ای اسکلتی و برخی (تعداد کمی) یاخته‌های ماهیچه‌ای قلبی دارای بیشتر از یک هسته می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اکثر ماهیچه‌های اسکلتی به استخوان متصل می‌باشند (نه همهٔ آن‌ها!). **گزینهٔ (۲):** یاخته‌های ماهیچه‌ای قلبی دارای انشعاب (صفحهٔ ارتباطی) و توانایی انقباض ذاتی می‌باشند. **گزینهٔ (۳):** همهٔ این ماهیچه‌ها، به دلیل وجود سارکومرها، در سیتوپلاسم خود در زیر میکروسکوپ دارای دو بخش تیره و روشن می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** یاخته‌های ماهیچه‌ای قلبی می‌توانند خودبه‌خود و توسط تحریکاتی که گره پیشاهنگ آغاز می‌کند منقبض شوند و لزوماً به دریافت پیام عصبی برای انقباض نیاز ندارند.

۲۰۷ مقایسهٔ انواع ماهیچه

موارد مقایسه	اسکلتی	قلبی	صاف
شکل ظاهری یاخته	استوانه‌ای	منشعب	دوکی
ظاهر مخطط	بله	بله	خیر
ارادی یا غیرارادی	اغلب ارادی، گاهی غیرارادی	غیرارادی	غیرارادی
تعداد هسته	چندهسته‌ای	اغلب تک‌هسته‌ای و برخی دوهسته‌ای	تک‌هسته‌ای
جایگاه هسته	کناره	وسط	وسط
رنگ یاخته‌ها	سفید (تند) و قرمز (کند)	قرمز	صورتی
محرک انقباض	رشته‌های عصبی پیکری	۱) بافت هادی قلب ۲) رشته‌های عصبی خودمختار ۳) هورمون‌های اپی‌نفرین و نور اپی‌نفرین	۱) رشته‌های عصبی خودمختار ۲) شبکه عصبی روده‌ای ۳) هورمون‌هایی مثل اکسی‌توسین در زایمان
سرعت انقباض	زیاد	زیاد	کم
اتصال به استخوان	اغلب بله	خیر	خیر
وجود تارچه و سارکومر	بله	بله	خیر (کتاب نکشیده)
وجود صفحات بینابینی (در هم)	خیر	بله	خیر
محل قرارگیری	در ماهیچه‌های اسکلتی مثل ماهیچهٔ دوسر و سه‌سر و دیافراگم بندارهٔ خارجی مخرج و میزراه	قلب	در لایهٔ ماهیچه‌ای دیوارهٔ مجاری گوارشی و ادراری - تناسلی، دیوارهٔ رگ‌ها، بیشتر بندارهای لولهٔ گوارش، بندارهٔ داخلی میزراه

۱۷۵۹: (۲) هر دو زردپی دوسر بازو با عبور از استخوان بازو به کتف متصل می‌شوند، زردپی پایینی این ماهیچه هم به استخوان زند زبرین متصل می‌شود. زردپی پایینی ماهیچهٔ سه‌سر بازو به استخوان زند زیرین متصل است. دقت کنید یکی از زردپی‌های بخش بالایی این ماهیچه از روی استخوان بازو می‌گذرد. به شکل ۱۰، فصل ۳ زیست‌شناسی ۲ دقت کنید. ضمناً ماهیچهٔ سه‌سر بازو در بخش بالایی خود، سه زردپی دارد (نه دو زردپی).

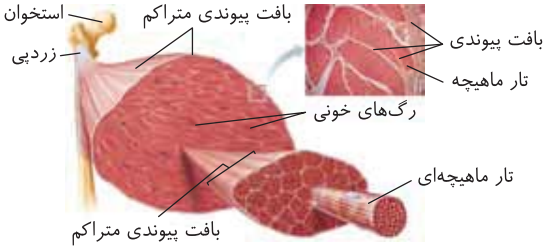
۱۷۶۰: (۱) فقط مورد (د) صحیح است.

بررسی موارد (الف) هر دسته‌تار ماهیچه‌ای، از تعدادی یاخته یا همان **تار** ماهیچه‌ای تشکیل شده است (تارچه، یاختهٔ ماهیچه‌ای نیست!). (ب) هر ماهیچه، از تعدادی دسته‌تار تشکیل شده است که هرکدام توسط بافت پیوندی **متراکم** احاطه شده‌اند. (ج) غلاف‌های پیوندی اطراف دسته‌تارها، در دو انتهای ماهیچه به صورت طناب یا نواری محکم به نام **زردپی** در می‌آیند. (د) زردپی‌های دو انتهای ماهیچه، به استخوان‌های **مختلف** متصل می‌شوند و با انقباض ماهیچه، دو استخوان فوق به هم نزدیک می‌شوند. (ه) معمولاً، با تغییر **کوتاهی** در طول ماهیچه، استخوان به اندازهٔ زیادی جابه‌جا می‌شود.

ساختار ماهیچهٔ اسکلتی

به هر یاختهٔ ماهیچه‌ای، یک تار می‌گویند. هر ماهیچه از تعدادی دسته‌تار ماهیچه‌ای با اندازهٔ متفاوت تشکیل شده است. درون هر دستهٔ ماهیچه‌ای، تعدادی یاخته یا تار ماهیچه‌ای چندهسته‌ای قرار گرفته است که در فاصلهٔ بین تارها **بافت پیوندی** و در دور همهٔ تارها نیز یک غلاف از بافت پیوندی متراکم (محکم) وجود دارد. **این غلاف‌های دور هر دسته ماهیچه‌ای به همراه غلاف دور کل ماهیچه، در دو سر ماهیچه به هم می‌پیوندند و زردپی‌ها را ایجاد می‌کنند.** زردپی طناب یا نواری محکم از بافت پیوندی متراکم است که معمولاً یک ماهیچهٔ اسکلتی را به دو استخوان **مختلف** متصل می‌کند. با انقباض **همهٔ** تارهای ماهیچه‌ای، کل ماهیچه به **اندازهٔ کمی کوتاه‌تر** می‌شود؛ ولی همین تغییر کم سبب انتقال **نیروی زیادی** از طریق **زردپی‌ها به دو استخوان مختلف** شده و سبب **جابه‌جایی زیاد** استخوان و نزدیک شدن آن‌ها به هم می‌شود.

مثلاً در انقباض ماهیچهٔ دوسر جلوی بازو که **یک زردپی** آن به استخوان **زند زبرین** و **دو** زردپی دیگر آن به **کتف** متصل است، با کوتاه شدن یک سانتی‌متری ماهیچهٔ دوسر بازو، ساعد دست بالا آمده و به بازو متصل می‌شود.

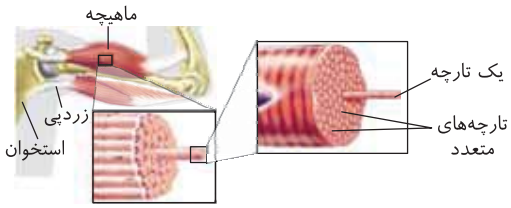


«ساختار ماهیچهٔ اسکلتی»

نکته

در هر ماهیچه، **رگ‌های خونی** در بین **دسته‌های ماهیچه‌ای** وجود دارند و بین تارهای ماهیچه‌ای نیز بافت پیوندی با یاخته‌ها و مادهٔ زمینه‌ای وجود دارد. به‌طور کلی ماهیچه اندامی است که از دو نوع بافت ماهیچه‌ای و پیوندی به همراه رگ خونی و اعصاب تشکیل شده است. پس هر چهار نوع بافت را می‌توان در یک ماهیچه مشاهده کرد.

ساختار تار یا یاختهٔ ماهیچه‌ای ماهیچهٔ اسکلتی

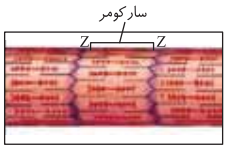


«یک تار ماهیچه‌ای»

به هر یاختهٔ ماهیچه‌ای، یک تار ماهیچه‌ای می‌گویند. هر یاختهٔ ماهیچه‌ای در ماهیچهٔ اسکلتی، از به هم پیوستن چند یاختهٔ جنینی حاصل شده است به همین علت یاخته‌های استوانه‌ای چندهسته‌ای می‌باشند و پس از تولد فقط با افزایش حجم رشد می‌کنند. در فاصلهٔ بین هر تار با تار کناری، نوعی بافت **پیوندی** وجود دارد.

در شکل روبه‌رو یک تار ماهیچه‌ای جدا شده را از درون یک دسته‌تار ماهیچه‌ای مشاهده می‌کنید.

درون سیتوپلاسم هر تار ماهیچه‌ای، تعداد زیادی **تارچهٔ ماهیچه‌ای** وجود دارد که به صورت رشته‌هایی **موازی و طولی** کنار هم **درون یک تار** قرار دارند. در اطراف هر تارچه شبکهٔ آندوپلاسمی پرکلسیمی دیده می‌شود. در سیتوپلاسم همچنین، تعداد **زیادی** میتوکندری برای تنفس یاخته‌ای و ATPسازی مورد نیاز ماهیچه وجود دارد. (البته یاختهٔ ماهیچهٔ اسکلتی می‌تواند در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم خود با فرایند بی‌هوازی، تخمیر لاکتیکی برای تولید ATP انجام دهد. (فصل ۵ دوازدهم)



«قسمتی از ساختار یک تارچه ماهیچه‌ای»

در شکل، یک تارچهٔ جدا شده را از بین کل تارچه‌های درون یک تار ماهیچه‌ای مشاهده می‌کنید.

سارکومر: درون هر تارچهٔ ماهیچه‌ای، واحدهای تکراری با ظاهر خط‌خطی یا مخطط وجود دارد که به هر واحد آن **سارکومر** یا واحد انقباضی می‌گویند. این واحدهای تکراری سبب مخطط شدن ظاهر تار ماهیچه‌ای شده‌اند. در دو انتهای هر سارکومر، خطی عمودی به نام خط Z که از جنس پروتئین می‌باشد وجود دارد.

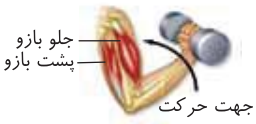
«سارکومر»

در هر سارکومر که **واحد انقباضی تارچه‌ها** می‌باشند، به خطوط Z، رشته‌های نازک پروتئینی اکتین متصل هستند. **اکتین‌ها** در حقیقت هر کدام پروتئین کروی کوچکی هستند که اجتماع آن‌ها به صورت دو رشتهٔ مارپیچ، یک رشتهٔ نازک به نام اکتین ایجاد کرده‌اند که از یک طرف به خط Z متصل‌اند و از طرف دیگر به **وسط سارکومر** در مقابل یک رشتهٔ اکتین دیگر کشیده شده‌اند. رشته‌های پروتئینی ضخیم‌تر که در وسط سارکومر و در بین رشته‌های اکتین وجود دارند را **میوزین** می‌گویند.

۱۷۶۱: (۱) موارد (الف) و (ب) در مورد ماهیچه‌های اسکلتی عمومیت ندارند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** ماهیچه‌های اسکلتی همگی تحت کنترل اعصاب **پیکری** بوده و هر یاختهٔ ماهیچه‌ای آن‌ها مخطط می‌باشد. دقت کنید که ماهیچه یک اندام و حاوی بافت‌های پیوندی و ماهیچه‌ای است که فقط یاختهٔ ماهیچه‌ای آن مخطط است. (در تست‌ها تلهٔ مهمی است!) (ب) **نادرست. بعضی** از ماهیچه‌های اسکلتی می‌توانند به صورت انعکاسی و غیرارادی نیز منقبض شوند. (ج) درست. هر ماهیچهٔ اسکلتی قدرت ترکیب کردن گلوکزها و تولید گلیکوژن برای ذخیرهٔ انرژی را دارد. ولی در موقع نیاز با تجزیهٔ گلیکوژن، گلوکز تولیدی را فقط به مصرف خود می‌رسانند و به خون برای مصرف سایر اندام‌ها وارد نمی‌کنند. *(کلاً ماهیچه مثل کبد در این مورد با معرفت نیست.)* (د) درست. ماهیچه‌های اسکلتی با فعالیت سوخت‌وسازی، باعث ایجاد گرمای زیادی می‌شوند.

۱۷۶۲ (۳) ماهیچه‌ها با انقباض خود علاوه‌بر حفظ شکل و حالت بدن، در ایجاد حرارت نیز مؤثر هستند.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ماهیچهٔ دوسر بازو به استخوان زند زبرین و ماهیچهٔ سه‌سر به زند زیرین متصل است. **گزینهٔ (۲):** برحسب شکل کتاب، ماهیچهٔ دوسر بازو به استخوان بازو از طریق زردپی متصل نیست. **گزینهٔ (۴):** ماهیچهٔ سه‌سر بازو از طریق یک عدد زردپی به استخوان کتف متصل است.

نکته

بر طبق شکل، دو زردپی ماهیچهٔ دوسر بازو با عبور از سر استخوان، به کتف متصل می‌شوند.

با توجه به شکل ماهیچه
- دوسر بازو از بالا با دو زردپی به کتف و از پایین به زند زبرین متصل است.
- سه‌سر بازو از بالا با زردپی‌ها به کتف و بازو و از پایین به زند زیرین متصل است.

۱۷۶۳ (۳) بخش نشان داده شده در شکل سؤال **کپسول مفصلی** است که بافت پیوندی **رشته‌ای** یا متراکم دارد. صفاق برحسب کتاب شما بافت پیوندی سست دارد که طراح مدنظر قرار داده و این‌طور حساب کرده که فقط بافت پیوندی سست دارد! بنابراین گزینهٔ (۳) را صحیح گرفته است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بافت پیوندی متراکم تعداد یاخته‌های کمی دارد. همچنین غلاف احاطه‌کنندهٔ بافت ماهیچه‌ای، بافت پیوندی متراکم است. **گزینهٔ (۲):** بافت پیوندی سست، بافت پوششی را در لولهٔ گوارش پشتیبانی می‌کند که همانند بافت پیوندی متراکم دارای قدرت انعطاف‌پذیری می‌باشد؛ اما انعطاف‌پذیری آن بیشتر است. **گزینهٔ (۴):** غشای پایه، بخشی فاقد یاخته است که یاخته‌های بافت پوششی را به یکدیگر و به بافت زیرین متصل می‌کند و دارای رشته‌های پروتئینی و گلیکوپروتئینی است.

۱۷۶۴ (۴) عبارت سؤال نادرست است. بارها قبلاً گفتم که ماهیچه یا استخوان **یک اندام** حاوی بافت‌های مختلف هستند. در یک ماهیچهٔ اسکلتی، بافت‌های ماهیچه‌ای، پیوندی، عصبی و پوششی دیده می‌شوند. هر یاختهٔ بافت ماهیچه‌ای آن از به هم پیوستن چند یاخته در دوران **جنینی** ایجاد می‌شود و بنابراین چند هسته دارد ولی مثلاً یاخته‌های بافت پیوندی آن تک‌هسته‌ای هستند. همهٔ موارد نادرست می‌باشند.

بررسی موارد (الف) در هر یاختهٔ استوانه‌ای ماهیچهٔ اسکلتی، تعداد زیادی هسته و تعداد زیادی تارچه قرار دارد که این تارچه‌ها **موازی** هستند. (ب) هر **تارچهٔ** ماهیچه‌ای، از واحدهای تکراری به نام سارکومر تشکیل شده است که به یاخته ظاهر مخطط می‌دهند. (ج) در دو انتهای هر سارکومر، خطی به نام خط Z دیده می‌شود که رشتهٔ **نازک** (اکتین) سارکومر به آن متصل است. (د) برحسب متن کتاب، خط Z نقشی در ایجاد ظاهر مخطط تار ندارد! بلکه پروتئین‌های اکتین و میوزین و سارکومر را دلیل این مخطط بودن می‌داند.

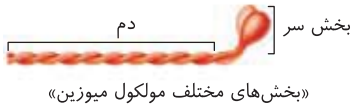
۱۷۶۵ (۱) موارد (الف)، (ب)، (ج) و (د) در مورد تارهای ماهیچه‌ای و مورد (ب) در مورد تارچهٔ ماهیچه‌ای درست است.

بررسی موارد (الف) شبکهٔ آندوپلاسمی، درون **تار** ماهیچه‌ای قرار دارد (نه تارچه!) که یون‌های کلسیم بعد از اتمام انقباض ماهیچه، طی انتقال فعال به آن برمی‌گردند. (ب) وجود رشته‌های پروتئینی انقباضی اکتین و میوزین، باعث مخطط دیده شدن ظاهر **تار**چه‌ها و تارهای ماهیچه‌ای می‌شوند. (ج) مجموعهٔ تارهای ماهیچه‌ای توسط غلافی از جنس بافت پیوندی رشته‌ای به‌طور محکم احاطه شده است که در انتها زردپی را تشکیل می‌دهند (نه تارچه‌ها). (د) منظور عبارت، قرارگیری تارچه‌ها به صورت موازی در یک تار است.

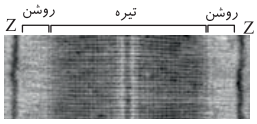
۱۷۶۶ (۴) رشته‌های میوزین، به خط Z متصل نیستند؛ اما سرهایی برای اتصال به اکتین در هنگام انقباض ماهیچه دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اکتین به خط Z در دو انتهای سارکومر متصل است. **گزینهٔ (۲):** رشته‌های **اکتین** از سمت مخالف خط Z به درون سارکومر کشیده شده‌اند. **گزینهٔ (۴):** رشته‌های **میوزین**، سرهایی برای اتصال به اکتین دارند و بین رشته‌های اکتین جای گرفته‌اند.

۱۱۴ شکل‌نامهٔ پروتئین‌های انقباضی یک تار



«بخش‌های مختلف مولکول میوزین»



«تصویر میکروسکوپی از ساختار ماهیچه مخطط (الف) و سارکومر (ب)»

- هر مولکول میوزین دو جایگاه (سر) برای اتصال به اکتین دارد ولی یک رشتهٔ میوزین که حاوی تعدادی میوزین است دارای تعداد زیادی جایگاه اتصال به اکتین می‌باشند.
- رشته‌های اکتین، متشکل از اجزایی کروی‌شکل هستند که در کنار هم به صورت دو رشته‌ای قرار می‌گیرند.
- اکتین‌ها به نوک دندانهٔ خطوط Z متصل هستند و در انقباض ماهیچه، طول اکتین و میوزین تغییری نمی‌کند.
- در یک سارکومر، یک نوار تیره در وسط و دو نوار روشن نزدیک خط Z دیده می‌شود.
- در وسط هر نوار تیره، یک بخش روشن‌تر وجود دارد که فقط شامل دم‌های میوزین می‌شوند.
- هر میوزین دو رشتهٔ پلی‌پپتید مارپیچ (ساختار چهارم) دارد که دو سر رشته‌ها در یک سمت بوده و دم آن‌ها به سمت وسط سارکومر است.
- نوار روشن فقط پروتئین نازک اکتین را دارد ولی نوار تیره حاوی پروتئین‌های نازک اکتین و قطور میوزین می‌باشد.
- در یک سارکومر هیچ‌گاه میوزین به خط Z متصل نمی‌شود و از طرفی همواره فاصلهٔ رشته‌های اکتین متصل به یک خط Z با هم برابر است.

۱۷۶۷ (۳) هنگام شروع انقباض، یون کلسیم از شبکهٔ آندوپلاسمی زبر (محل ساخت پروتئین‌ها) به روش انتشار تسهیل‌شده و بدون مصرف انرژی خارج می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** غلاف حاوی بافت پیوندی رشته‌ای، دسته‌ای از تارهای ماهیچه‌ای را احاطه کرده است. تنها برخی از این تارهای ماهیچه‌ای قرار گرفته که سطحی‌ترند، در هر دسته در تماس مستقیم با این غلاف می‌باشند. البته با توجه به شکل ساختار ماهیچهٔ اسکلتی، دقت کنید که دور هر تار و در فاصلهٔ بین تارها، بافت پیوندی وجود دارد. **گزینهٔ (۲):** تارهای ماهیچه‌ای همان یاخته‌های ماهیچه‌ای هستند و دارای هسته‌هایی نزدیک به غشای سیتوپلاسم می‌باشند (تارچه هسته ندارد!). **گزینهٔ (۴):** هر تارچهٔ ماهیچه‌ای دارای تعدادی سارکومر با قابلیت کاهش اندازهٔ طول خود می‌باشد. (نه فقط یک سارکومر داشته باشند!)

۱۷۶۸ (۳) یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی (چندهسته‌ای) و یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی (یک یا دو هسته‌ای) دارای ظاهری **مخطط** هستند. در هر دو حالت، این یاخته‌ها در پیرامون خود و لابه‌لای خود بافت **پیوندی** دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های تک‌هسته‌ای قلب، فقط دو الل برای صفت ABO دارند (نه بیش از دو الل!). **گزینهٔ (۲):** یاخته‌های ماهیچه‌ای قلب با پیام الکتریکی بافت گرهی تحریک می‌شوند و در حالت عادی بدن، به ناقل عصبی نیاز ندارند! **گزینهٔ (۴):** فقط بین یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی صفحات ارتباطی بینابینی وجود دارد تا پیام انقباض بین آن‌ها منتشر شود. یاخته‌های ماهیچه‌های اسکلتی این صفحات را ندارند!

۱۷۶۹ :۱ ماهیچهٔ حلقوی دور چشم انسان، اسکلتی و ارادی است و در آن، بافت پیوندی، دور یاخته‌های ماهیچه‌ای را اشغال کرده است.

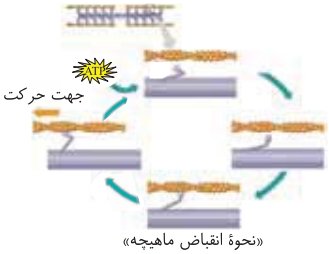
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در مورد هر **تار** درست است (نه تارچه!). **گزینهٔ (۳):** باید بدانید که واحد ساختاری ماهیچه، تار یا یاخته‌ها است که توسط غشای پلاسمایی (غشای یاختهٔ ماهیچه‌ای) احاطه شده است. **گزینهٔ (۴):** باید بدانید که رشته‌های نازک اکتین در اطراف و رشته‌های قطور میوزین در وسط سارکومر قرار دارند.

۱۷۷۰ :۲ به دنبال ایجاد یک موج تحریکی در طول غشای تار ماهیچه‌ای، یون‌های کلسیم از شبکهٔ آندوپلاسمی آزاد می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ابتدا ناقل عصبی از نورون آزاد می‌شود و سپس موج تحریکی در طول غشای تار ماهیچه‌ای ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۳):** ابتدا یون‌های کلسیم از شبکهٔ آندوپلاسمی آزاد می‌شوند و سپس سرهای میوزین به اکتین متصل می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** نزدیک شدن خطوط Z سارکومر به یکدیگر، بعد از آزاد شدن یون‌های کلسیم از شبکهٔ آندوپلاسمی است؛ اما **نه بلافاصله پس از آن!** چون ابتدا باید سرهای میوزین به اکتین‌ها متصل شده و حرکات لغزشی انجام دهند.

• مکانیسم انقباض ماهیچهٔ اسکلتی

دستگاه عصبی مرکزی ← بخش حرکتی دستگاه عصبی محیطی ← سیناپس نورون حرکتی با یاختهٔ ماهیچهٔ اسکلتی ← اگزوسیتوز ناقل عصبی ← اتصال ناقل به گیرنده ← تغییر پتانسیل غشا ← ایجاد یک موج تحریکی در طول غشا ← تحریک یاختهٔ ماهیچه‌ای ← آزادسازی کلسیم از شبکهٔ آندوپلاسمی به مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم با انتشار تسهیل شده ← هیدرولیز ATP ← اتصال سرهای میوزین به اکتین‌ها و تغییر شکل سرها ← سر میوزین، اکتین را به وسط سارکومر می‌کشد ← نزدیک شدن خطوط Z به هم ← کوتاه شدن سارکومر ← کوتاهی تارچه ← کوتاهی تار ← کوتاهی دسته‌تار ← انقباض ماهیچه ← تحریک گیرندهٔ وضعیتی درون ماهیچه ← ارسال پیام به نخاع و مغز ← درک وضعیت بدن



«نحوهٔ انقباض ماهیچه»

۱۷۷۱ :۳ لغزیدن اکتین و میوزین در مجاور هم به انرژی نیاز دارد. برای این کار، باید پل‌های اتصالی میوزین و اکتین **دائماً** تشکیل و با حرکتی مانند پارو زدن، خطوط Z **به هم نزدیک شوند.** سپس سرهای میوزین جدا و به بخش **جلوتر** وصل شوند. این لیز خوردن، اتصال و جدا شدن سرهای میوزین صدها مرتبه در **ثانیه** تکرار و درنتیجه ماهیچهٔ اسکلتی منقبض می‌شود.

نکته

هم‌زمان با تغییر طول ماهیچه، گیرنده‌های **وضعیتی** حس پیکری در درون ماهیچهٔ اسکلتی تحریک شده تا پیام وضعیت بدن را به مغز ارسال کنند.

۱۷۷۲ :۱ فقط مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد (الف) سیناپس بین عصب و ماهیچه، **هرگز از نوع مهاری نیست!** (ب) یون‌های کلسیم **به سرعت** به شبکهٔ آندوپلاسمی باز می‌گردند. (ج) برای توقف انقباض، باید سرهای میوزین از اکتین جدا شوند و سارکومر در استراحت قرار گیرد. (د) یون‌های کلسیم با **انتقال فعال** و به کمک پمپ‌ها (نه کانال‌ها) وارد شبکهٔ آندوپلاسمی می‌شوند.

نکته

کمبود کلسیم در تارچه و عدم قدرت مصرف انرژی توسط سر میوزین سبب توقف انقباض ماهیچه می‌شوند.

• مکانیسم استراحت ماهیچه

توقف ارسال پیام عصبی از اعصاب پیکری ← برگشت کلسیم به شبکهٔ آندوپلاسمی با انتقال فعال ← جدایی سر میوزین از اکتین ← دور شدن اکتین‌ها و میوزین‌های دو سمت ← افزایش طول سارکومر و ماهیچه ← تغییر کشش ← باز هم تحریک گیرندهٔ وضعیتی پیکری ← ارسال پیام حسی به مغز

۱۷۷۳ :۲ رشته‌های پروتئینی مؤثر در ایجاد خطوط تیره و روشن ماهیچهٔ اسکلتی دلتایی، رشته‌های اکتین و میوزین می‌باشند. رشتهٔ اکتین در نوار روشن و رشتهٔ میوزین در قسمت روشن میانی سارکومر مشاهده می‌شود. رشتهٔ میوزین بر خلاف اکتین، به خطوط Z متصل نمی‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تنها سر مولکول‌های میوزین توانایی هیدرولیز و تبدیل ATP به ADP (دو نوع نوکلئوتید) را دارند. رشته‌های میوزین و اکتین از نظر ضخامت متفاوت می‌باشند. **گزینهٔ (۳):** رشته‌های پروتئینی اکتین و میوزین و نوار تیرهٔ سارکومر، در زمان انقباض، طولشان تغییری نمی‌کند. با اتصال پروتئین‌های میوزین به اکتین و انجام حرکت پارویی، خطوط Z سارکومر به هم نزدیک می‌شوند پس هر دو در نزدیک‌سازی خطوط Z و کوتاه کردن سارکومر به هم نقش دارند. **گزینهٔ (۴):** رشته‌های میوزین از مولکول‌های میوزین تشکیل شده است که هر میوزین از دو زنجیرهٔ پروتئینی ساخته شده است؛ اما رشته‌های اکتین، از دو رشتهٔ حاوی زیرواحدهای کروی ساخته شده‌اند. هر دوی این رشته‌ها می‌توانند درتماس با یون‌های کلسیم (مورد نیاز در انعقاد خون) قرار بگیرند.

۱۷۷۴ :۴ منظور از عمل مقابل، اتصال ATP به سر میوزین است که بلافاصله بعد از آن باید ATP که محصول واکنش‌های میتوکندریایی هم می‌تواند باشد، هیدرولیز و تجزیه شود. در حقیقت شکل نشان‌دهندهٔ شروع انقباض ماهیچه است. پس از ورود کلسیم به درون تارچه در اثر عمل یاخته‌های عصبی حرکتی، ابتدا باید ATP متصل به سر میوزین هیدرولیز شود (ATP محصول تنفس یاخته‌ای میتوکندری است (گزینهٔ ۴)). سر میوزین تغییر شکل می‌دهد، سپس سر میوزین می‌تواند به اکتین متصل شود و سارکومر را کوتاه کند.

۱۷۷۵ :۲ رشته‌های اکتین از پروتئین‌های کروی‌شکل ساخته شده‌اند. همهٔ رشته‌های پروتئینی انقباضی ماهیچه در تماس مستقیم با یون‌های کلسیم (مؤثر در انعقاد خون و حفظ تراکم استخوان‌ها) قرار می‌گیرند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تعداد رشته‌های اکتین بیشتر از رشته‌های میوزین است. رشته‌های اکتین نازک هستند و از پروتئین‌های کروی‌شکل ساخته شده‌اند (دقت کنید که هر رشتهٔ میوزین‌دار بین دو رشتهٔ اکتین است). **گزینهٔ (۳):** رشته‌های اکتین مستقیماً به خط Z سارکومر متصل می‌شوند. پروتئین‌های میوزین، سر و حرکات پارویی دارند. **گزینهٔ (۴):** رشته‌های پروتئینی میوزین در بخش تیرهٔ وسط سارکومر قرار دارند و هنگام انقباض ماهیچه طول آن‌ها تغییر نمی‌کند.

۱۷۷۶ :۲ بافت پیوندی که در اطراف دسته‌تارهای ماهیچه‌ای دیده می‌شود، از نوع بافت پیوندی **رشته‌ای** می‌باشد که استحکام زیادی دارد و در ساختار زردپی‌ها و رباط هم دیده می‌شود؛ اما دقت کنید برخلاف بافت پیوندی **سست**، در پشتیبانی از بافت پوششی نقش ندارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یون اصلی مورد استفاده در فرایند انقباض تارهای ماهیچه‌ای، یون کلسیم است که مانند یک پل رشته‌های اکتین و میوزین را به هم متصل می‌کند. همچنین وجود آن همراه با ویتامین K در روند انعقاد خون و تشکیل لخته ضروری می‌باشد ولی هپارین ضد تشکیل لخته است. **گزینهٔ (۳):** شبکهٔ آندوپلاسمی در آزاد کردن یون کلسیم به داخل فضای تارچه‌ها نقش دارد. لیپیدهایی که توسط این شبکهٔ آندوپلاسمی صاف ساخته می‌شوند، می‌توانند در یاخته ذخیره شوند. **گزینهٔ (۴):** رشته‌های پروتئینی اکتین (نازک) و میوزین (ضخیم) در ساختار سارکومر دیده می‌شوند که با ایجاد یک کمربند انقباضی در فرایند تقسیم سیتوپلاسم یاخته‌های جانوری هم نقش دارند. همان‌طور که می‌دانید لنفوسیت‌ها (به‌جز نوع پلاسموسیت و آکشنده) قدرت تقسیم میتوز را دارند.

۱۷۷۷ (۲) در ماهیچه‌های اسکلتی، با تحریک یاختهٔ ماهیچه‌ای، یون‌های کلسیم به صورت غیرفعال و از طریق انتشار تسهیل شده از شبکهٔ آندوپلاسمی به درون سیتوپلاسم آزاد می‌شوند. همچنین با توقف پیام عصبی انقباض، یون‌های کلسیم به سرعت با انتقال فعال به شبکهٔ آندوپلاسمی بازگردانده می‌شوند که به‌واسطهٔ مصرف ATP توسط پروتئین‌ها می‌باشد. دقت کنید در زمان تغییر طول ماهیچه (انقباض یا استراحت) تحریک گیرنده‌های حس وضعیت مشاهده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با پایان انقباض ماهیچه‌ها، رشته‌های اکتین و میوزین از یکدیگر جدا شده و با فاصله گرفتن رشته‌های اکتین از مرکز سارکومر و دور شدن دو خط Z از یکدیگر، طول سارکومر افزایش می‌یابد. در طی این فرایند طول بخش تیرهٔ هر سارکومر ثابت می‌ماند و طول بخش‌های روشن نیز افزایش می‌یابند. **گزینهٔ (۳):** با انقباض ماهیچهٔ پشت‌بازو، ساعد و در نتیجه استخوان‌های تشکیل‌دهندهٔ آن یعنی زند زیرین و زبرین به سمت پایین یا عقب حرکت می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** با رسیدن پیام از مراکز عصبی، تحریک از طریق همایهٔ ویژه‌ای از یاختهٔ عصبی به یاختهٔ ماهیچه‌ای می‌رسد و ناقل عصبی از پایانهٔ یاختهٔ عصبی آزاد می‌شود. با اتصال این ناقلین به گیرنده‌های خود در سطح یاختهٔ ماهیچه‌ای، یک موج تحریکی در طول غشای یاخته ایجاد می‌شود. با تحریک یاختهٔ ماهیچه‌ای، یون‌های کلسیم از شبکهٔ آندوپلاسمی آن آزاد می‌شوند.

۱۷۷۸ (۴) با انقباض ماهیچهٔ دوسر بازو، استخوان زند زبرین و زیرین به استخوان بازو نزدیک می‌شوند و برای شروع انقباض باید یون کلسیم از شبکهٔ آندوپلاسمی خارج شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در انعکاس عقب کشیدن دست، تنها ماهیچهٔ دوسر بازو منقبض می‌شود و می‌توان در آن حرکتی مانند پارو زدن توسط پروتئین میوزین را مشاهده کرد. **گزینهٔ (۲):** در هنگام دَم، ماهیچهٔ دیافراگم مسطح می‌شود. ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای خارجی (نه داخلی!) با انقباض خود عمل دَم را انجام می‌دهند. (در این حالت ماهیچهٔ بین‌دنده‌ای داخلی در استراحت و بیشترین طول می‌باشد.) **گزینهٔ (۳):** هنگام بازدم حجم قفسهٔ سینه کاهش می‌یابد. دقت کنید تنها در بازدم عمیق (نه بازدم معمولی!) ماهیچه‌های شکمی منقبض می‌شوند و خطوط Z در تارهای این ماهیچه به یکدیگر نزدیک می‌شوند *(یادتونه که بازدم عادی اصلاً انقباض ماهیچه نمی‌خواست و فقط با خاصیت کشسانی شش‌ها و به تبعیت از قفسهٔ سینه انجام می‌شد!)*.

۱۷۷۹ (۴) دقت کنید که هر پروتئین اکتین به صورت کروی و کوچک می‌باشد ولی رشتهٔ اکتین از اجتماع آن‌ها به صورت دو رشتهٔ پیچ‌خورده قرار دارد. در حالی که هر پروتئین میوزین، حاوی یک بخش سر و یک بخش دم است که دم آن از دو رشتهٔ پیچ‌خورده تشکیل می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** میوزین از سمت سر به اکتین متصل می‌شود. **گزینهٔ (۲):** در دو انتهای نوار تیره می‌توان سر میوزین‌ها را مشاهده کرد و در میانهٔ نوار، دم میوزین‌ها دیده می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** مطابق با شکل کتاب درسی، در هر سارکومر چندین پروتئین میوزین در وسط سارکومر به صورت دسته‌ای قرار گرفته‌اند.

۱۷۸۰ (۲) موارد (الف)و (ب) درست هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** به هنگام انقباض ماهیچهٔ دوسر بازو، فاصلهٔ رشته‌های پروتئینی میوزین با خطوط Z کاسته می‌شود چون اکتین‌های متصل به خط Z به سمت داخل سارکومر کشیده می‌شوند. (ب) **درست.** طول بخش تیره و رشته‌های پروتئینی هیچوقت تغییر نمی‌کند. (ج) نادرست. سرهای میوزین همواره درون اکتین‌ها قرار دارند، چه در حالت استراحت و چه انقباض. در حقیقت در هنگام انقباض دم‌های میوزین هم توسط رشته‌های اکتین پوشیده می‌شوند. (د) نادرست. رشته‌های میوزین به خطوط Z متصل نمی‌شوند.

۱۷۸۱ (۳) برای حل این تست باید وضعیت ماهیچه‌های تنفسی در هنگام ورود و خروج حجم‌های تنفسی را از فصل ۳ دهم به یاد داشته باشید. در زمان دَم عادی، حجم جاری وارد شش‌ها می‌شود، بنابراین ماهیچه‌های بازدمی مانند بین‌دنده‌ای داخلی در حال استراحت می‌باشند. در نتیجه خطوط Z به سمت رشته‌های ضخیم میوزین در سارکومرها کشیده نشده‌اند و طول سارکومر فاصلهٔ بین خطوط Z در حداکثر حالت خود قرار گرفته است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با دَم عمیق، حجم ذخیرهٔ دَمی وارد شش‌ها می‌شود و ماهیچهٔ دیافراگم در حال انقباض می‌باشد؛ اما دقت کنید که در حالت انقباض ماهیچه‌ها، یون کلسیم با کمک فرایند انتشار از شبکهٔ آندوپلاسمی به فضای سیتوپلاسم به درون تارچه‌ها آزاد می‌شود، (انتشار به این دلیل است که غلظت کلسیم در مجاور با فضای تارچه‌ها کمتر می‌باشد.) **گزینهٔ (۲):** در بازدم عادی و خروج حجم جاری، ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای خارجی در حال استراحت می‌باشند. در حالت استراحت برخلاف انقباض حرکت پارویی و لغزش رشته‌های اکتین و میوزین در مجاور هم امکان‌پذیر نمی‌باشد. **گزینهٔ (۴):** ماهیچه‌های شکمی در بازدم عمیق و خروج حجم ذخیرهٔ بازدمی نقش دارند. دقت کنید که در حالت انقباض ماهیچه‌ها، طول نوار تیرهٔ میانی سارکومرها تغییری نخواهد کرد.

۱۷۸۲ (۲) رشته‌های پروتئینی انقباضی واقع در بخش‌های روشن دو انتهای سارکومر، رشته‌های اکتین هستند. در ساختار سارکومر، رشته‌های اکتین می‌توانند در تماس با خط Z قرار گیرند. هر رشتهٔ اکتین از پروتئین‌های کروی‌شکل در دو رشتهٔ به هم تابیده تشکیل شده است. (شکل ۱۴ و ۱۵ فصل ۳ زیست‌شناسی ۲)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در دو انتهای (بخش‌های روشن) سارکومر رشته‌های اکتین واقع شده‌اند. مولکول ناقل عصبی به گیرندهٔ خود در سطح تار ماهیچه‌ای متصل می‌شود و وارد تار نمی‌شود. پس رشته‌های اکتین و میوزین نمی‌توانند با مولکول‌های ناقل عصبی در تماس قرار گیرند. **گزینهٔ (۳):** در بخش میانی (نوار تیرهٔ قسمت دُم) سارکومر هم رشته‌های اکتین و هم رشته‌های میوزین قرار دارند. ولی سر رشته‌های میوزین می‌توانند با مولکول ATP در تماس قرار بگیرند. دقت کنید که دم میوزین، بخش کروی ندارد. **گزینهٔ (۴):** رشته‌های اکتین و میوزین منظور می‌باشند که در نوار تیره وجود دارند که فقط اکتین‌ها به خط Z متصل‌اند ولی هر دو به کلسیم اتصال دارند.

۱۷۸۳ (۳) مطابق با شکل موجود در کتاب درسی، در ساختار سارکومر تنها پروتئین **میوزین**، دارای دو سر و دو دم حاوی دو رشتهٔ مارپیچی درهم رفته می‌باشد. این پروتئین با حرکتی شبیه پارو زدن، شکل سه‌بعدی سر خود را هنگام انقباض ماهیچه تغییر می‌دهد.

نکته
در دم هر میوزین، دو رشتهٔ در هم تابیده وجود دارد ولی اکتین به خودی خود یک پروتئین کروی است ولی اجتماع آن‌ها دو رشته در هم تابیده را ایجاد می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** میوزین دارای دو قسمت سر و دم است و برخلاف رشتهٔ اکتین فاقد ساختارهای کروی پشت سر هم می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** دقت کنید که پروتئین میوزین در انقباض شدید به خطوط Z نزدیک می‌شود اما به آن متصل نمی‌شود و از طرفی طول این پروتئین‌ها تغییری نمی‌کند. **گزینهٔ (۴):** هرجایی از سارکومر که پروتئین میوزین مشاهده می‌شود، به دلیل ضخامت بالای رشتهٔ حاصل از این پروتئین، آن قسمت به صورت **تیره** دیده می‌شود، در نتیجه پروتئین میوزین تنها در نوار تیره قابل مشاهده است.

۱۷۸۴ (۱) هیچ‌کدام از موارد، صحیح نیستند.

بررسی موارد (الف) طبق شکل کتاب، در ماهیچهٔ اسکلتی، پس از تجزیهٔ ATP، ابتدا زاویهٔ بین سر میوزین و دم آن، **بازتر** می‌شود. (ب) با توقف پیام عصبی انقباض، یون‌های کلسیم به **سرعت** با **انتقال فعال** به شبکهٔ آندوپلاسمی بازگردانده و در نتیجه اکتین و میوزین از هم جدا می‌شوند. انتقال فعال **برخلاف جهت شیب غلظت** است، در نتیجه هنگام انقباض ماهیچه نیز، غلظت کلسیم شبکهٔ آندوپلاسمی **بیشتر** از مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم بوده است. (ج) هنگام انقباض ماهیچه، طول نوار تیره **برخلاف** نوار روشن سارکومر، **ثابت** می‌ماند. اما دقت کنید! هر زمان که یاخته ATP مصرف کند **الزاماً انقباض نداریم!** مثلاً ممکن است این ATP در عمل قندکافت یاخته یا برای انتقال فعال عبور کلسیم در هنگام استراحت مصرف شده باشد. (د) طبق همان شکل، هنگامی که میوزین در حال حرکت دادن اکتین است، زاویهٔ بین سر و دم آن **بسته‌تر** می‌شود.

۱۷۸۵ (۲) برای استراحت ماهیچه، یون کلسیم با انتقال فعال (مصرف ATP توسط پروتئین‌های پمپ غشای اندامک) به شبکهٔ آندوپلاسمی وارد می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** برای استراحت ماهیچه، فقط کافی است که ارسال پیام عصبی به آن متوقف شود پس نیازی به ارسال پیام مهاری نیست! **گزینهٔ (۳):** همواره همهٔ سرهای میوزین در حالت انقباض و استراحت در لابه‌لای اکتین‌ها قرار دارند و ربطی به انقباض و استراحت ماهیچه ندارد. **گزینهٔ (۴):** ماهیچهٔ دوسر جلوی بدن، در بازو است و ربطی به ساق پا ندارد.

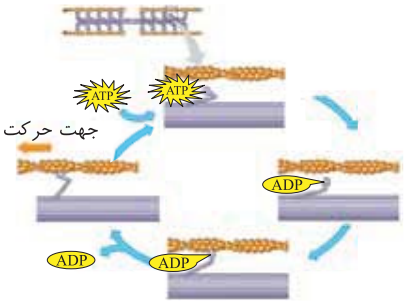
۱۷۸۶ (۴) در فرایند بازدم، ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای **خارجی** منقبض **نیستند**. شاید بتوان به این گزینه نیز ایراد گرفت زیرا هنگام بازدم عمیق، ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای خارجی **به استراحت درنمی‌آیند** بلکه **از قبل در حالت استراحت بوده‌اند** اما این گزینه، **بهترین گزینه** است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در بازدم **عمیق**، ماهیچه‌های شکم منقبض می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** در دم **عمیق**، ماهیچه‌های گردن منقبض می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** در تنفس **آرام و طبیعی**، **میان‌بند** نقش اصلی را بر عهده دارد.

۱۷۸۷ (۴) این سؤال دربارهٔ واحدهای تکراری **سارکومر** و واحدهای دارای پروتئین‌های **کروی اکتین** در رشته‌های آن صحبت می‌کند. گزینهٔ (۴) نادرست است چون در هنگام انقباض ماهیچه، این **سرهای میوزین** (نه اکتین) هستند که به اکتین‌ها متصل می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در انقباض ماهیچه، طول نوار روشن و سارکومر کوتاه می‌شود ولی طول نوار تیره و رشته‌های اکتین و میوزین بدون تغییر باقی می‌مانند. **گزینهٔ (۲):** همواره مقداری از رشته‌های اکتین چه در حال استراحت و چه در حال انقباض، در بین رشته‌های میوزین قرار دارند. **گزینهٔ (۳):** در استراحت ماهیچه، فاصلهٔ دو رشتهٔ اکتین مقابل هم در هر تارچه به تدریج زیاد ولی در هنگام انقباض با به هم نزدیک شدن این رشته‌ها، فاصلهٔ آن‌ها کم می‌شود.

۱۷۸۸ (۳) هنگام انقباض ماهیچه، طول نوار تیره **برخلاف** نوار روشن سارکومر، **ثابت** می‌ماند، اما دقت کنید! زمانی که یاخته ATP مصرف می‌کند **الزاماً زمان انقباض نیست!** مثلاً ممکن است برای انتقال فعال کلسیم به شبکهٔ آندوپلاسمی و زمان استراحت ماهیچه باشد.



«نحوه انقباض ماهیچه»

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توقف پیام عصبی انقباض، یون‌های کلسیم به سرعت با **انتقال فعال** به شبکهٔ آندوپلاسمی بازگردانده و در نتیجه اکتین و میوزین از هم جدا می‌شوند. انتقال فعال **برخلاف جهت شیب غلظت** است در نتیجه هنگام انقباض ماهیچه نیز، غلظت کلسیم شبکهٔ آندوپلاسمی بیشتر از مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** طبق شکل، پس از تجزیهٔ ATP، ابتدا زاویهٔ بین سر میوزین و دُم آن، بازتر می‌شود. **گزینهٔ (۴):** طبق شکل، هنگام حرکت اکتین توسط میوزین، زاویهٔ بین سر و دُم آن **بسته‌تر** می‌شود.

۱۷۸۹ (۴) ماهیچه، برای انقباض‌های طولانی‌تر، از تجزیهٔ اسیدهای چرب انرژی به دست می‌آورد که این ماده در فسفولیپیدهای غشای یاخته نیز یافت می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** **بیشتر** انرژی لازم برای انقباض ماهیچه، از سوختن **گلوکز** به دست می‌آید. **گزینهٔ (۲):** دقت کنید! تجزیهٔ گلیکوژن در ماهیچه به منظور **تأمین انرژی خود ماهیچه** طی هیدرولیز و مصرف آب صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** تجزیهٔ گلوکز **در صورت وجود اکسیژن**، می‌تواند فقط تا **چند دقیقه** انرژی لازم برای ساخت ATP را فراهم کند.

۲۵۸ تأمین انرژی

منبع تأمین انرژی		زمان تأمین	نکات	واکنش
گلوکز (بیشتر انرژی از سوخت آن تأمین می‌شود.)	هوازی	تا چند دقیقه در صورت O_2 کافی	گلوکز، کامل تجزیه شده و می‌سوزد و بازدهٔ واکنش بالاست. بخشی از وقایع در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم و بخشی در راکیزه انجام می‌شود.	پیش‌ماده: گلوکز + اکسیژن + ADP + فسفات محصولات: کربن‌دی‌اکسید + آب + ATP (زیاد)
	بی‌هوازی (لاکتیکی)	در صورت عدم O_2 کافی	گلوکز به‌طور کامل تجزیه نمی‌شود و بازده واکنش پایین است و همهٔ مراحل در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم انجام می‌شوند. (تخمیر)	گلوکز ← لاکتیک‌اسید + ATP (اندک) ↓ تجمع آن سبب درد ماهیچه‌ای می‌شود. ↓ اضافی آن به تدریج تجزیه شده و درد کم می‌شود.
اسید چرب		بیشتر از چند دقیقه (طولانی)	ماهیچه برای انقباض طولانی‌مدت از اسیدهای چرب استفاده می‌کند.	در مسیر تنفس یاخته‌ای، ATP تولید می‌کند.
کرآتین فسفات		برای چند لحظه (کوتاه)	می‌تواند به سرعت به تولید ATP بپردازد.	کرآتین فسفات + ADP ← کرآتین + ATP

نکته

در سال دوازدهم می‌خوانید که طی تنفس هوازی، CO_2 و ATP زیادی تولید می‌شود و اکسیژن معدنی گیرندهٔ نهایی الکترون و پروتون است ولی در تنفس بی‌هوازی ماهیچه، CO_2 تولید نمی‌شود و ATP کمی نیز ایجاد می‌شود. از طرفی گیرندهٔ الکترون، پیرووات به عنوان یک مادهٔ آلی می‌باشد.

۱۷۹۰ (۳) فقط مورد (الف) صحیح است.

بررسی موارد (الف) کرآتین فسفات، به‌طور **اختصاصی** در ماهیچه‌های اسکلتی، می‌تواند با دادن یک فسفات به ADP و تولید ATP، **به سرعت** به کرآتین تبدیل شود. (ب) در فعالیت‌های **شدید** که اکسیژن کافی به ماهیچه نمی‌رسد، به دنبال تجزیهٔ بی‌هوازی گلوکز، **لاکتیک‌اسید** تولید می‌شود. (ج) به دنبال ورزش طولانی، **انباشته شدن** لاکتیک‌اسید در ماهیچه، منجر به گرفتگی و درد ماهیچه‌ای می‌شود. (د) در ماهیچه، لاکتیک‌اسید **اضافی**، به آهستگی تجزیه و اثرات آن کاهش می‌یابد.

۱۷۹۱ (۳) کبد محل تبدیل آمونیاک به اوره و یاختهٔ ماهیچه‌ای اسکلتی محل تولید کرآتین از کرآتین فسفات است. **کبد برخلاف ماهیچه محلی برای ذخیرهٔ لیپیدها می‌باشد.**

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هم کبد و هم ماهیچه، پلی‌ساکارید ذخیره‌ای **گلیکوژن** تولید می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** فقط کبد می‌تواند لیپوپروتئین‌های LDL و HDL را تولید کند. **گزینهٔ (۴):** کبد و کلیه‌ها **برخلاف** ماهیچه می‌توانند **اریتروپویتین** تولید کنند که هورمون محرکی برای تولید گویچهٔ قرمز در مغز استخوان می‌باشد.

۱۷۹۲ (۳) تار ماهیچه‌ای محل ذخیرهٔ لاکتیک‌اسید است که طی تخمیر یا تجزیهٔ ناقص گلوکز ایجاد می‌شود. از طرفی گیرنده‌های حس وضعیت که در تار ماهیچه‌ای وجود دارند، به مخچه پیام می‌فرستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** علت مخطط دیده شدن تارچه‌ها، وجود رشته‌های پروتئینی است (نه خطوط Z). **گزینهٔ (۲):** **تار** ماهیچه‌ای در تماس مستقیم با ناقل عصبی قرار می‌گیرد ولی کلسیم با انتشار و بدون صرف انرژی از شبکهٔ آندوپلاسمی به تارچه وارد می‌شود. یعنی قرار نیست از بیرون یاخته، کلسیم به درون تار بیاید! **گزینهٔ (۴):** رشته‌های پروتئینی اکتین و میوزین برای انقباض به یون کلسیم نیاز دارند که درون تارچهٔ ماهیچه‌ای قرار گرفته‌اند. از طرفی هسته در تار یا یاختهٔ ماهیچه‌ای قرار دارد (نه تارچه).

۱۷۹۳ (۱) تارهای تند، گلوکز را بیشتر به صورت بی‌هوازی مصرف و لاکتیک‌اسید تولید می‌کنند که به دلیل خاصیت اسیدی باعث کاهش *pH* درون یاخته می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** تولید *ATP* می‌تواند با مصرف کراتین‌فسفات و یا اسیدهای چرب صورت گیرد که در این روش‌ها هیچ گلوکزی مصرف نمی‌شود. **گزینهٔ (۳):** گلیکوژن از ذخایر قندی در ماهیچه می‌باشد. در صورت وجود اکسیژن کافی، تجزیهٔ گلوکز می‌تواند انرژی مورد نیاز برای انقباض **چنددقیقه‌ای** را در ماهیچه تأمین کند ولی این اسیدهای چرب هستند که در زمان **طولانی** انرژی یاخته را تأمین می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** در صورتی که *ADP*، فسفات را از کراتین‌فسفات دریافت کند، سطح اکسیژن در یاخته بدون تغییر باقی می‌ماند.

۱۷۹۴ (۴) سارکومر واحدهای تکراری موجود در یک تارچهٔ ماهیچه‌ای است. با توجه به شکل کتاب درسی، رشته‌های اکتین دارای اجزای کروی‌شکل در ساختار خود می‌باشند. دقت کنید داشتن سر و دم ویژگی میوزین است (نه اکتین!).

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۴):** در طی انقباض ماهیچه، با نزدیک شدن اکتین‌ها به هم از وسعت نوار روشن کاسته می‌شود. **گزینهٔ (۲):** بخشی از اکتین‌ها همواره در قسمتی از نوار تیره یافت می‌شوند! *(کاری هم به استراحت و انقباض نداره.)*

۱۷۹۵ (۳) همواره میوزین به هنگام اتصال به مولکول *ATP* دچار تغییر شکل در ساختار خود شده و از اکتین‌ها جدا می‌شود و در حالت تجزیهٔ *ATP*، سرهای آن دوباره به اکتین متصل می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** سرهای میوزین در دو انتهای سارکومر قرار دارند و جهت حرکت آن‌ها خلاف یکدیگر و به سمت هم است تا از دو طرف به سمت خط *Z* بروند. **گزینهٔ (۲):** سوخت رایج یاخته، **گلوکز** است اما با توجه به اینکه در صورت سؤال به انقباض طولانی اشاره شده است، **اسیدهای چرب** به عنوان منبع تأمین انرژی استفاده می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** ورود یون کلسیم از شبکهٔ آندوپلاسمی به تارچهٔ ماهیچه برخلاف برگشت آن بدون مصرف انرژی انجام می‌شود. در حقیقت صرف انرژی برای انتقال یون‌های کلسیم به درون شبکهٔ آندوپلاسمی می‌باشد.

۱۷۹۶ (۳) یاخته‌های نوع تند که ویژهٔ حرکات سریع مانند دوی سرعت و بلند کردن وزنه‌اند، همانند یاختهٔ کند، میتوکندری و تنفس هوازی دارند؛ اما **بیشتر** انرژی خود را از راه **بی‌هوازی** (تخمیر لاکتیکی) تأمین می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** **یاختهٔ** نوع تند (سفید) **همانند** کند (قرمز) در **بسیاری از** ماهیچه‌های بدن دیده می‌شود و بسیاری از ماهیچه‌ها هر دو نوع یاخته را دارند. **گزینهٔ (۲):** یاختهٔ نوع کند (ویژهٔ حرکات استقامتی مانند شناکردن) **همانند** تند، دارای رنگدانهٔ قرمز ذخیره کنندهٔ اکسیژن (میوگلوبین) است؛ اما میزان میوگلوبین در یاختهٔ کند بیشتر از تند است. **گزینهٔ (۴):** یاختهٔ نوع تند که در افراد کم‌تحرک بیشتر است با ورزش، به نوع کند تبدیل می‌شود ولی **برخلاف** یاختهٔ نوع دیگر، انرژی خود را سریع از دست می‌دهد و زود خسته می‌شود.

۱۷۹۷ (۱) فقط مورد (ب) نادرست است. ناقل عصبی در سیناپس بین عصب و ماهیچه، فقط برای تحریک و **انقباض** ترشح می‌شود. استراحت ماهیچه نیاز به ترشح ناقل عصبی ندارد.

بررسی موارد (الف) به درست بودن قید **بسیا ری** توجه کنید چون بسیاری از ماهیچه‌های اسکلتی حاوی تارهای تند و کند می‌باشند که هردو توانایی تنفس هوازی و بی‌هوازی (تخمیر) را دارند. (ج) **انقباض** ماهیچهٔ **دوسر** جلوی بازو، سبب **جلو** یا **بالا** آوردن ساعد به سمت بازو می‌شود. زردپی‌های این ماهیچه به زند زبرین و کتف متصل هستند. (د) ماهیچهٔ دوسر ران در بخش عقبی ران ولی دوسر بازو در قسمت جلویی بازو دیده می‌شوند.

۱۷۹۸ (۴) تارهای ماهیچهٔ اسکلتی به دو گروه تارهای تند و تارهای کند تقسیم می‌شوند. تارهای کند نسبت به تارهای تند، میوگلوبین بیشتری دارند و برای ورزش‌های استقامتی مانند دوی ماراتن و شنا تخصص یافته‌اند. (در این سؤال باید به قید **برخی** در متن دقت کنید!)

بررسی گزینه‌ها دقت کنید که تمام تارهای ماهیچهٔ اسکلتی از به هم پیوستن چندین یاخته در دوران جنینی تشکیل شده‌اند و به همین دلیل چندهسته‌ای می‌باشند (رد گزینهٔ (۱)). همچنین همهٔ آن‌ها بیشتر انرژی خود را از سوختن گلوکز به دست می‌آورند؛ هرچند تارهای کند گلوکز را بیشتر به صورت هوازی و تارهای تند بیشتر به صورت بی‌هوازی آن را تجزیه می‌کنند (رد گزینهٔ (۲)). در نهایت هم هر دو نوع تارها می‌توانند تنفس بی‌هوازی داشته و با تولید لاکتیک‌اسید، گیرنده‌های سازش‌ناپذیر درد را تحریک نمایند (رد گزینهٔ (۳)).

۲۰۹ مقایسهٔ تارهای کند و تند

انواع تار	کند	تند
رنگ	قرمز	سفید
بیشتر روش تأمین انرژی	هوازی	بی‌هوازی
میزان میوگلوبین	زیاد	کم
اختصاصی برای حرکات	استقامتی	سریع
اکسیژن ذخیره‌ای	زیاد	کم
زمان نگهداری	زیاد	کم
زمان خسته شدن	دیر	زود
مقاومت به خستگی	زیاد	کم
تعداد میتوکندری	زیاد	کم
تعداد هسته	چند هسته‌ای	چند هسته‌ای
بیشتر در افراد	ورزشکار	کم تحرک
سرعت انقباض	کم	زیاد
مدت انقباض	زیاد	کم
تولید لاکتیک‌اسید	کم	زیاد
تولید *ATP*	زیاد	کم
مصرف *ADP*	زیاد	کم
مصرف اکسیژن	زیاد	کم
مویرگ‌های خونی اطراف	زیاد	کم
تولید کربن‌دی‌اکسید و آب	زیاد	کم
سرعت کوتاه شدن تار و تارچه و ...	کم	زیاد

۱۷۹۹ : ۳ تارهای ماهیچه‌ای کند در افرادی که ورزش‌های استقامتی مانند دوی استقامت انجام می‌دهند و تارهای ماهیچه‌ای تند در افرادی که ورزش‌های سرعتی مانند دوی صدمتر را انجام می‌دهند، بیشتر هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تراکم هریک از این تارها در انواع ماهیچه‌های مختلف بدن متفاوت می‌باشد، علاوه‌بر این افراد ورزشکار مختلف نیز دارای تراکم متفاوتی از این تارها در هریک از ماهیچه‌های بدن خود می‌باشند. **گزینهٔ (۲):** هر دوی این تارها بیشتر انرژی مورد نیاز خود را از تجزیهٔ گلوکز به دست می‌آورند. تارهای کند گلوکز را بیشتر به صورت هوازی و تارهای ماهیچه‌ای تند به صورت بی‌هوازی تجزیه می‌کنند. **گزینهٔ (۳):** هر دوی این تارها دارای میوگلوبین در سیتوپلاسم خود می‌باشند. میوگلوبین در ذخیرهٔ اکسیژن فعالیت دارد و همانند هموگلوبین می‌تواند با مولکول‌های اکسیژن پیوند برقرار کند. **گزینهٔ (۴):** با ورزش و افزایش فعالیت بدنی، تارهای ماهیچه‌ای تند به نوع کند تبدیل می‌شوند و تعداد تارهای کند افزایش می‌یابد. برای این عمل باید مقدار تقسیم راکیزه‌ها زیاد شود.

۱۸۰۰ : ۱ افراد مبتلا به چاقی و دارای تحرک کم، در خطر بیشتری برای ابتلا به بیماری دیابت نوع ۲ می‌باشند. در افراد کم‌تحرک مقدار تارهای **تند** در ماهیچه‌ها بیشتر می‌باشد. تنها مورد (الف) از ویژگی‌های تارهای تند می‌باشد.

بررسی موارد (الف) راکیزه نوعی اندامک دوغشایی است که می‌تواند انرژی مورد نیاز برای یاخته (ATP) را فراهم کند. همهٔ انواع تارهای ماهیچه‌ای دارای میتوکندری در سیتوپلاسم خود می‌باشند ولی تعداد راکیزه و تنفس هوازی در تار تند، کمتر است. (ب) تارهای کند (سفید) بیشتر تنفس بی‌هوازی انجام می‌دهند و نسبت به تارهای کند ماهیچه‌ای به اکسیژن کمتری نیاز دارند. (ج) همهٔ انواع تارهای ماهیچه‌ای، دارای میوگلوبین ذخیره‌کنندهٔ اکسیژن در مایع سیتوپلاسمی خود می‌باشند ولی دقت کنید که این پروتئین‌های میوگلوبین هستند که قرمز بوده و شبیه هموگلوبین می‌باشند. (د) یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی دارای بیشتر از یک هسته هستند که در هر هسته دو عدد کروموزوم جنسی وجود دارد و در نتیجه، تعداد کروموزوم‌های جنسی در این یاخته‌ها بیشتر از ۲ عدد است ولی حداکثر دو نوع X و Y دارند.

۱۸۰۱ : ۲ به علت سرعت زیاد انقباض در تارهای تند، فعالیت سر میوزین نیز بیشتر بوده و ATP را با سرعت بیشتری مصرف می‌کند. در این یاخته‌ها احتمال تنفس هوازی کمتر است. می‌دانیم در طی تنفس هوازی (طبق واکنش کتاب دهم) از هر قند گلوکز، ۶ مولکول کربن‌دی‌اکسید تولید می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تنفس هوازی و نیاز به اکسیژن در تارهای کند بیشتر است، در نتیجه میزان گستردگی شبکهٔ مویرگی و هموگلبین درون خون در این تارها بیشتر می‌باشد. این تارها میتوکندری بیشتری داشته و فعالیت هلیکاز و دنابسپاراز نیز در ارتباط با دنای سیتوپلاسمی بیشتر است. **گزینهٔ (۳):** این گزینه برای تارهای کند درست است. تارهای کند برای دوی ماراتن و ... تخصص یافته‌اند. **گزینهٔ (۴):** سرعت انقباض تارهای تند بیشتر است در نتیجه دارای پمپ‌های کلسیمی بیشتری هستند. این تارها دارای مقاومت اندکی در برابر خستگی می‌باشند.

۱۸۰۲ : ۳ اغلب تارهای ماهیچه‌ای یک ورزشکار دو **استقامت** از نوع **کند** و اغلب تارهای ماهیچه‌ای یک **وزنه‌بردار** حرفه‌ای از نوع **تند** است. دقت کنید که یاختهٔ تند برخلاف کند، **سریع‌تر** کلسیم را به مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم وارد می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاختهٔ کند به علت تنفس **هوازی** بیشتر، نیاز بیشتری به اکسیژن و خون‌رسانی دارد در نتیجه در مجاورت رگ‌ها و مویرگ‌های خونی گسترده‌تری قرار دارد. پس در مجاورت هموگلوبین بیشتری می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** یاختهٔ نوع کند نسبت به نوع تند، **میوگلوبین** (نوعی پروتئین آهن‌دار) بیشتری دارد. **گزینهٔ (۴):** یاختهٔ نوع کند به دلیل تنفس **هوازی** بیشتر، میتوکندری و آنزیم‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون بیشتری دارد.

چند نکته در بررسی تست‌ها

- در زیست دوازدهم می‌خوانید که در تخمیر لاکتیکی که نوعی تنفس بی‌هوازی است، پیرووات‌های حاصل از تجزیهٔ گلوکز، به **الکترون‌گیری** می‌پردازند.
- در افراد ورزشکار بیشتر بخش‌های ماهیچهٔ آن‌ها دارای تارهای کند و با انرژی زیاد می‌باشند ولی افراد کم‌تحرک بیشتر دارای تارهای تند در ماهیچه‌های خود می‌باشند (البته بسته به نوع ورزش فرد می‌تواند تارهای تند (دوی سرعت) یا کند (دوی ماراتن) بیشتری داشته باشد).
- با ورزش کردن، می‌توان تارهای نوع تند (سفید) را با تولید میوگلوبین بیشتر به تارهای کند (قرمز) تبدیل کرد و ذخایر انرژی را بالا برد.
- تارهای تند و کند فقط مربوط به ماهیچه‌های اسکلتی می‌باشند. دقت کنید که منظور از ماهیچه با انقباض کند همان ماهیچهٔ **صاف** و ماهیچه با انقباض تند مربوط به ماهیچه‌های مخطط قلبی و اسکلتی می‌باشد ولی در ماهیچهٔ اسکلتی برای هر تار می‌توان لفظ تند یا کند را به کار برد.

«تارهای ماهیچه‌ای تند و کند»

۱۸۰۳ : ۲ فقط مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد (الف) **همهٔ** جانوران حداقل در بخشی از زندگی خود، می‌توانند از جایی به جای دیگر حرکت کنند. (ب) خیلی دقت کنید که **شیوه‌های** حرکت در جانوران مختلف متفاوت است مانند شنا کردن، پرواز کردن، دویدن و خزیدن؛ اما **اساس حرکت در همهٔ جانوران مشابه است.** (ج) جانور برای حرکت در یک سو، باید نیرویی در خلاف آن جهت وارد کند. (د) همهٔ جانوران استخوان ندارند! دقت کنید که همهٔ جانوران برای حرکت به اسکلت (نه لزوماً استخوان) و ماهیچه نیاز دارند.

نکات حرکت در جانوران

- جانوران **حداقل** در بخشی از زندگی خود می‌توانند از جایی به جای دیگر منتقل شوند.
- شیوه‌های حرکتی در جانوران به صورت‌های متنوع شنا کردن، پرواز کردن، دویدن، خزیدن و... می‌باشد.
- با وجود تفاوت در شیوهٔ حرکتی جانوران، **اساس حرکت** همانند اساس تولیدمثل در همهٔ جانوران مشابه می‌باشد و بدین صورت است که اولاً باید جانور نیرویی در خلاف جهت حرکت وارد کند و ثانیاً باید از ساختارهای **اسکلتی** (اسکلت داخلی یا خارجی و آب‌ایستایی) و ماهیچه‌های بدن استفاده کند.

۱۸۰۴ (۲) اسکلت خارجی حشرات و سخت‌پوستان، با افزایش اندازهٔ جانور باید بزرگ‌تر و ضخیم‌تر شود و بنابراین با افزایش وزن آن‌ها، در حرکات جانور محدودیت ایجاد می‌شود. در نتیجه اندازهٔ این جانوران نمی‌تواند از حد خاصی بیشتر شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اولاً که طبق متن کتاب، **عروس دریایی** اسکلت آب‌ایستایی دارد! (نه ستارهٔ دریایی)، ثانیاً در این نوع حرکت، جانور به سمت مخالف خروج **آب** می‌رود. **گزینهٔ (۳):** **همهٔ اسکلت‌ها به حرکت جانور کمک می‌کنند!** **گزینهٔ (۴):** اسکلت آب‌ایستایی، نحوهٔ عملی مانند خالی شدن هوای بادکنک دارد اما **نقش حفاظتی ندارد.**

- انواع اسکلت در جانوران
  - **آب‌ایستایی**
    - تجمع مایع در بدن سبب شکل‌گیری اسکلت می‌شود.
    - مثلاً در عروس دریایی دیده می‌شود.
    - در این جانوران خروج پرفشار آب از بدن سبب حرکت جانور به سمت مخالف می‌شود (مانند خروج هوا از بادکنک که سبب حرکت بادکنک به سمت مخالف می‌شود).
  - **اسکلت بیرونی**
    - در حشرات و سخت‌پوستان دیده می‌شود.
    - اسکلت به **حرکت و حفاظت** از جانور کمک می‌کند (مانند نقش اسکلت محوری انسان).
    - با افزایش اندازهٔ جانور اسکلت بیرونی نیز بزرگ‌تر و ضخیم‌تر می‌شود.
    - بزرگ شدن این اسکلت به دلیل افزایش وزن سبب محدودیت در حرکت جانور می‌شود.
    - اندازهٔ این جانوران از حد خاصی بیشتر نمی‌شود.
  - **اسکلت درونی**
    - در همهٔ مهره‌داران دیده می‌شود.
    - به‌جز در ماهی‌های غضروفی مثل کوسه‌ماهی و سفره‌ماهی که اسکلت داخلی آن‌ها فقط غضروف دارد، سایر مهره‌داران اسکلت داخلی، حاوی استخوان به همراه غضروف هستند.
    - ساختار استخوان آن‌ها بسیار شبیه استخوان‌های انسان می‌باشد.

۱۸۰۵ (۲) فقط مورد (ب) صحیح است.

بررسی موارد (الف) دقت کنید! ماهیان غضروفی مانند کوسه‌ماهی **استخوان ندارند** که مغز استخوان داشته باشند! (ب) همهٔ مهره‌داران دارای اسکلت درونی هستند که همانند اسکلت بیرونی سخت‌پوستان و حشرات، نقش **حفاظتی و حرکتی** دارد. (ج) ساختار استخوان در مهره‌داران بسیار **شبیه** ساختار استخوان‌های انسان است.

۱۸۰۶ (۲) اسکلت آب‌ایستایی در اثر تجمع مایعات درون بدن به آن شکل می‌دهد. جانورانی مانند عروس دریایی اسکلت آب‌ایستایی دارند. در این جانوران با فشار جریان آب به بیرون، جانور به سمت مخالف حرکت می‌کند.

نکتهٔ مهم

نکتهٔ بسیار مهم در طراحی تست‌ها این است که: داشتن استخوان، غضروف، کلیه، دهلیز، بطن، مهره و گردش خون ساده و مضاعف مربوط به مهره‌داران است و در این گروه از جانوران مشاهده نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مهره‌داران اسکلت درونی دارند که در انواعی از ماهی‌ها مانند کوسه‌ماهی، جنس آن غضروفی است و سخت‌ترین نوع بافت پیوندی (استخوان) را ندارد. **گزینهٔ (۳):** حشرات و سخت‌پوستان نمونه‌هایی از جانوران دارای اسکلت بیرونی هستند. بزرگ شدن این اسکلت، باعث سنگین‌تر شدن آن و ایجاد محدودیت در حرکات جانور می‌شود؛ به همین علت اندازهٔ این جانوران از حد خاصی بزرگ‌تر نمی‌شود. لوله‌های مالپیگی متصل به روده که در دفع اوریک‌اسید (مادهٔ زائد نیتروژن‌دار) نقش دارند، تنها در **حشرات** مشاهده می‌شوند. در سخت‌پوستان، **آبشش** سبب دفع **مواد زائد نیتروژن‌دار** می‌شود. **گزینهٔ (۴):** ماهی‌های دارای اسکلت استخوانی، اسکلتی بسیار شبیه به اسکلت انسان دارند. اما سامانهٔ گردش خون آن‌ها ساده است و خون ضمن یک‌بار گردش در بدن، یک‌بار از قلب عبور می‌کند.

۱۸۰۷ (۳) در همهٔ جانوران دارای قابلیت حرکت، وقتی جانور به یک سمت نیرو وارد می‌کند، در جهت مخالف نیروی وارد شده حرکت می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** **همهٔ** جانوران با قابلیت حرکت، به ساختارهای اسکلتی و **ماهیچه‌ای** برای حرکت نیاز دارند (قسمت دوم در مورد ستارهٔ دریایی با آبشش‌های پراکندهٔ پوستی است). **گزینهٔ (۲):** در جانوران دارای اسکلت استخوانی، می‌توان غضروف را در قسمت‌هایی مانند محل مفصل‌ها مشاهده کرد. ماهیان آب شیرین معمولاً دارای اسکلت استخوانی به همراه غضروف‌اند ولی کوسه‌ماهی فقط دارای اسکلت غضروفی می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** قورباغه دارای سازوکار پمپ **فشار مثبت** است. شیوهٔ حرکتی جانوران مختلف متفاوت است. شیوه‌های حرکتی عبارت‌اند از: خزیدن، شنا کردن، پرواز کردن و ...

۱۸۰۸ (۳) دوزیستان بالغ، پرندگان، خزندگان و پستانداران دارای گردش خون مضاعف و قلب با دو دهلیز هستند. همهٔ این جانوران اسکلت درونی دارند. طبق متن کتاب، ساختار استخوان این جانوران بسیار شبیه ساختار استخوان انسان است، در نتیجه در استخوان‌های محافظت‌کننده از دستگاه عصبی مرکزی آن‌ها، سامانه‌های هاورس مشاهده می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید طبق متن کتاب درسی، اساس حرکت در جانوران مختلف مشابه می‌باشد ولی جانوران دارای اسکلت آب‌ایستایی، درونی و بیرونی همگی دارای اساس حرکتی مشابهی هستند. **گزینهٔ (۲):** اسکلت آب‌ایستایی در اثر تجمع مایع درون بدن به آن شکل می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** با افزایش اندازهٔ مورچه (اقلیم آن درخت آکاسیا است)، 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 علت، اندازهٔ این جانوران **از حد خاصی بیشتر نمی‌شود.**

۱۸۰۹ (۴) شکل (الف) استخوان نامنظم مهره و (ب) استخوان‌های کوچک مچ دست می‌باشند. استخوان‌های مهره مربوط به بخش محوری اسکلت و مچ دست مربوط به بخش جانبی اسکلت می‌باشند و همان‌طور که می‌دانید، بخش جانبی در **حرکت** استخوان‌ها نقش **بیشتری** از بخش محوری اسکلت دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در انسان، نخاع فقط از اول گردن تا مهرهٔ دوم کمر ادامه دارد و مهرهٔ سوم کمر به پایین فاقد نخاع می‌باشند. **گزینهٔ (۲):** استخوان‌های مچ، کوچک و از نوع کوتاه هستند (نه نامنظم). **گزینهٔ (۳):** تبدیل مغز زرد به قرمز **فقط** در **تنهٔ** استخوان **دراز** و در کم‌خونی‌های **شدید** رخ می‌دهد. (مثلاً در مشکلات معده و خونریزی‌های شدید می‌تواند رخ دهد!)

۱۱۵ شکل‌نامهٔ انواع استخوان‌ها

«استخوان جمجمه»

«استخوان‌های مچ دست»

«استخوان ران»

«استخوان مهره»

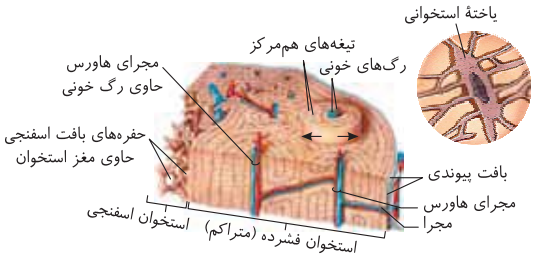
- استخوان‌ها به چهار شکل کوتاه، دراز، پهن و نامنظم هستند.
- به غیر از استخوان‌های دست، پا، ترقوه، لگن و کتف، بقیهٔ استخوان‌های دیگر جزء بخش محوری اسکلت محسوب می‌شوند.
- استخوان ران، بزرگ‌ترین استخوان بدن و استخوان رکابی، کوچک‌ترین استخوان بدن می‌باشد.
- بین استخوان‌های ستون مهره مفصل لغزنده وجود دارد که نوعی از مفاصل متحرک بدن محسوب می‌گردد. غضروف بین مهره‌ها از نمای جلویی قابل مشاهده است.
- ۱۲ جفت دنده که در انسان در تشکیل قفسهٔ سینه نقش دارند از پشت به استخوان مهره هم‌ترازشان متصل می‌شوند. بنابراین ۱۲ مهره در ستون مهره دارای اتصال با دو دنده می‌باشند. سایر مهره‌ها با دنده‌ها مفصلی ندارند.
- قسمتی از ستون مهره‌ها مسئول حفاظت از کل نخاع می‌باشد. نخاع از اولین مهرهٔ گردن تا دومین مهرهٔ کمر امتداد یافته است. بنابراین بخش انتهایی ستون مهره در حفاظت از نخاع نقشی ندارد.
- ستون مهره علاوه‌بر نقش محافظتی خود برای نخاع، دارای نقش در حرکت بدن نیز می‌باشد.
- استخوان‌های مهره معمولاً دارای سه زائده می‌باشند دوتا از آن‌ها به سمت طرفین و یکی از آن‌ها به سمت عقب قرار گرفته است.
- هم‌چنین استخوان مهره دارای یک بدنهٔ نیم‌دایره‌شکل است که به سمت جلو یا اندام‌های داخلی بدن قرار گرفته است.
- سوراخ مشاهده شده در وسط مهره‌ها برای قرارگیری نخاع تعبیه شده است.
- با توجه به شکل ابتدای فصل، اندازهٔ مهره‌ها از بالا به پایین افزایش می‌یابد.

۱۸۱۰ ۱) موارد اول و دوم نادرست می‌باشند.

بررسی موارد مورد اول: **نادرست.** در شکل مورد نظر (الف) حفره‌های بافت اسفنجی است که در ارتباط با مغز استخوان بوده و دارای رگ‌های **خونی** می‌باشد. مورد دوم: **نادرست.** (ب) مجرای مرکزی سامانهٔ هاورس دارای رگ‌های خونی و اعصاب می‌باشد که فاقد مغز استخوان است. (ج) بافت پیوندی رشته‌ای دور استخوان و (د) مجراهایی عرضی می‌باشند که رگ‌های خونی و اعصاب از آنجا وارد تنهٔ استخوان شده‌اند. مورد چهارم: درست. اگر در شکل دقت کنید انشعابات رگ‌ها و اعصاب آن‌ها بین دو مجرای هاورسِ دو سامانهٔ مجاور ارتباط خونی برقرار کرده‌اند.

نکته
بافت استخوانی، غضروف، خون، چربی همگی از نوع پیوندی می‌باشند (درستی مورد سوم).

۱۱۶ شکل‌نامهٔ برش عرضی تنهٔ استخوان دراز با ۲۰ نکتهٔ خوب در طراحی تست‌ها



«ساختار بخشی از تنهٔ یک استخوان دراز و اجزای آن»

۱) از خارج به داخل تنهٔ استخوان دراز، بافت پیوندی، سامانهٔ استخوانی متراکم، سامانهٔ اسفنجی و مجرای مرکزی مغز استخوان دارد.

۲) بافت پیوندی احاطه‌کنندهٔ استخوان، دو لایه‌ای است و دارای منافذی برای عبور رگ‌های خونی و اعصاب است؛ البته لایهٔ داخلی بافت پیوندی احاطه‌کنندهٔ استخوان، دارای یاخته‌هایی پهن و نزدیک به هم است.

۳) در سمت خارج لایهٔ پیوندی خارجی احاطه‌کنندهٔ استخوان، رگ‌های خونی قابل مشاهده‌اند.

۴) هر یاختهٔ استخوانی، هستهٔ بیضی‌شکل و زوائد سیتوپلاسمی مرتبط با هم متعددی دارد که زائده‌های یاخته‌های استخوانی می‌توانند با هم در تماس باشند.

۵) با توجه به شکل یاخته‌های استخوانی دارای زوائد سیتوپلاسمی هستند و از این نظر بسیار مشابه نورون‌ها، درشت‌خوارها و یاخته‌های دندریتی می‌باشند.

۶) بافت استخوانی متراکم که بیشتر حجم تنهٔ استخوان دراز را تشکیل می‌دهد، فاقد هرگونه مغز قرمز یا زرد می‌باشد.

۷) یاخته‌های استخوانی برای هورمون اریتروپویتین گیرنده ندارند.

۸) سامانه‌های هاورس با بافت پیوندی خارجی بخش تنهٔ استخوان دراز و خارجی‌ترین یاخته‌های بخش متراکم، تماس ندارند.

۹) هر سامانهٔ هاورس، یک مجرای مرکزی و تعدادی مجرای عرضی دارد. هر سامانه، تعدادی استوانهٔ هم‌مرکز از تیغه‌ها و یاخته‌های استخوانی و رشته‌های پیوندی دارد.

۱۰) مجرای هاورس و بافت پیوندی متراکم، فاقد مغز استخوان و یاخته‌های بنیادی می‌باشند و برای هورمون اریتروپویتین گیرنده ندارد.

۱۱) در بافت استخوانی متراکم، بیرونی‌ترین و درونی‌ترین یاخته‌ها، در تشکیل سامانهٔ هاورس نقشی ندارند.

۱۲) دوایر متحدالمرکز در یک سامانهٔ هاورس، می‌توانند به گونه‌ای، ادامهٔ یکدیگر باشند.

۱۳) سیاهرگ موجود در هر مجرای هاورس، فضای داخلی بیشتری نسبت به سرخرگ موجود در همان مجرا دارد.

۱۴) داخلی‌ترین لایهٔ بافت فشردهٔ استخوانی همانند خارجی‌ترین لایهٔ آن، جزء سامانهٔ هاورس نمی‌باشد.

۱۵) قطر سامانه‌های هاورس مجاور، می‌تواند متفاوت باشد. این سامانه‌ها توسط مجاری عرضی پر از رگ خونی با هم ارتباط دارند.

۱۶ زیر دو لایهٔ پیوندی خارجی، بافت استخوانی فشرده دیده می‌شود که یاخته‌های چندلایهٔ داخلی‌تر آن‌ها در سیستم هاورس سازمان‌یابی پیدا کرده‌اند. لایهٔ داخلی‌تر نسبت به بافت فشرده، بافت استخوانی اسفنجی است که اطراف مجرای مرکزی استخوان را می‌پوشاند.

۱۷ درون بافت اسفنجی صفحات و میله‌هایی وجود دارند که بین آن‌ها حفره‌هایی است که با مغز قرمز استخوان و رگ‌های خونی پر می‌شود.

۱۸ همان‌طور که در شکل می‌بینید برخی از یاخته‌های استخوانی خارج از سیستم هاورس قرار گرفته‌اند بنابراین می‌توان اینگونه گفت که لزوماً هر یاخته بافت فشرده در سامانهٔ هاورس سازمان‌دهی نشده است.

۱۹ حفره‌های موجود در بافت اسفنجی استخوان‌ها، پر از مغز قرمز می‌باشند که ادامهٔ آن‌ها با مجرای میانی استخوان دراز در اتصال است.

۲۰ ادامهٔ رگ‌های خونی وارد شده به استخوان دراز، تا بخش متراکم و اسفنجی استخوان وارد می‌شوند.

۱۸۱۱ **۴** آنزیم رنابسپاراز ۲ در یاخته‌های بافت اسفنجی، توانایی رونویسی ژن‌های پروتئین‌های کلاژن و کمی کشسان را دارند که وارد فضای بین‌یاخته‌ای بافت می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** به هنگام قرارگیری شخص در ارتفاعات، میزان اکسیژن‌رسانی کم و در نتیجه به دنبال ترشح هورمون اریتروپویتین از کبد و کلیه فعالیت یاخته‌های **مغز قرمز** استخوان بیشتر می‌شود، (نه یاخته‌های اطراف استخوانی بافت اسفنجی). **گزینهٔ (۲):** خارجی‌ترین یاخته‌های استخوانی در بافت فشردهٔ سر و تنهٔ استخوان در تماس بافت پیوندی هستند. **گزینهٔ (۳):** مغز زرد استخوان در مجرای مرکزی استخوان‌های دراز قرار دارد (نه مجرای هاورس هر سامانه).

۱۸۱۲ **۳** تنها مورد (الف) نادرست است. شکل صورت سؤال مربوط به **پوکی استخوان** می‌باشد.

بررسی موارد (الف) بزرگ‌ترین غدهٔ ناحیهٔ گردنی، **تیروئید** است که با ترشح کلسی‌تونین مانع از پوکی استخوان می‌شود. (ب) مواد مخدر و دخانیات می‌توانند از سد خونی - مغزی عبور کرده و نیز سبب پوکی استخوان شوند. (ج) آسیب بافتی در کبد و در پی آن کمبود صفرا، سبب عدم جذب مواد مهم از جمله ویتامین *D* شده و در این صورت می‌توان اختلال در استخوان را مشاهده کرد. (د) گلوتن در آندوسپرم دانهٔ گیاهان **تکلیه** یافت می‌شود. این پروتئین می‌تواند سبب بیماری سلیاک شده که در سلیاک جذب مواد غذایی بدن از جمله کلسیم و ویتامین *D* کاهش می‌یابد.

۱۱۷ شکل‌نامهٔ پوکی استخوان

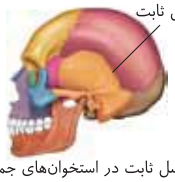
استخوان طبیعی — استخوان مبتلا به پوکی

- در پوکی استخوان، تعداد حفرات مخصوصاً بافت اسفنجی کمتر شده ولی اندازهٔ آن‌ها بزرگ‌تر می‌شود.
- در تصویر رادیوگرافی، بافت فشرده سفیدتر از بافت اسفنجی دیده می‌شود.
- در پوکی استخوان، بافت اسفنجی بیشتر از بافت متراکم آسیب دیده و مادهٔ زمینه‌ای آن کاهش می‌یابد.
- در هر سنی تراکم استخوان مرد سالم بیشتر از زن سالم می‌باشد.
- در پوکی استخوان، تعداد حفرات بافت اسفنجی **کمتر** شده ولی اندازهٔ آن‌ها **بزرگ‌تر** می‌شود و فضای بین آن‌ها حجیم‌تر می‌شود.
- در پوکی استخوان، بافت اسفنجی بیشتر از بافت متراکم آسیب می‌بیند و مادهٔ زمینه‌ای بافت اسفنجی کاهش می‌یابد.

۱۸۱۳ **۴** در شکل صورت سؤال، (الف) و (ب) مفصل‌های ثابت جمجمه می‌باشند که توسط در هم رفتن لبه‌های دندانه‌دار استخوان‌ها ایجاد شده‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. بخش (الف) و (ب) مفصل می‌باشند و دو استخوان را به هم متصل می‌کنند ولی در **زیر** بخش (الف) شیار جداکنندهٔ دو لوب پیشانی و آهیانهٔ مخ قرار دارد که مربوط به بافت عصبی می‌شود (خود مفاصل ارتباطی به شیارهای مخ ندارند). **گزینهٔ (۲):** نادرست. مرکز عصبی بینایی در لوب پس‌سری مخ می‌باشد که در لوب‌های مغزی بین مفاصل (الف) و (ب) وجود ندارد. قسمت (ب) اتصال دهندهٔ استخوان‌های محافظت‌کننده از لوب‌های آهیانه و گیجگاهی می‌باشد. **گزینهٔ (۳):** نادرست. استخوان‌های جمجمه **پهن** هستند و میله‌ها و صفحات حفره‌دار اسفنجی دارند ولی از نوع استخوان نامنظم نیستند. **گزینهٔ (۴): درست.** هر نوع استخوانی دو نوع بافت فشرده و اسفنجی را دارد.

نکات مهم از جمجمه



«مفصل ثابت در استخوان‌های جمجمه»

- استخوان گیجگاهی (محافظ گوش) با ۴ استخوان جمجمه مفصل ثابت و با یک استخوان آروارهٔ تحتانی مفصل متحرک دارد.
- استخوان پیشانی و گیجگاهی با هم مفصلی ندارند و جمجمه از تمام حواس ویژه محافظت می‌کند.
- فک بالا به پیشانی متصل می‌شود و شاخهٔ فک پایین با ضخامت کمتر به استخوان گیجگاهی متصل می‌شود.
- استخوان آهیانه نیز بزرگ‌ترین استخوان جمجمه می‌باشد.
- در تشکیل کاسهٔ چشم، بیش از دو استخوان مفصل دارند.
- در مغز، لوب پیشانی مخ از همه بزرگ‌تر است ولی در استخوان‌های جمجمهٔ آهیانه از همه بزرگ‌تر است.
- بین استخوان آروارهٔ تحتانی و گیجگاهی، یک فضا ایجاد شده است.

۱۸۱۴ **۱** بخش‌های *A*، *B*، *C* و *D* به ترتیب: استخوان، غضروف مفصلی، حفرهٔ حاوی مایع مفصلی و کپسول مفصلی می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در اطراف تنهٔ استخوان، دو لایه پردهٔ پیوندی قرار گرفته که در خارجی‌ترین لایهٔ آن، سیاهرگ‌های بزرگ نیز دیده می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** در ساختار دیافراگم (نوعی ماهیچهٔ اسکلتی که در فرایند دم نقش اصلی را دارد) همانند کپسول مفصلی، گیرنده‌های حس **وضعیت** قرار دارند که مغز را از چگونگی قرارگیری اندام‌ها نسبت به هم آگاه می‌کنند. **گزینهٔ (۳):** مایع مفصلی برخلاف رباط یا بخش سفید درون مایع مفصلی، در کاهش اصطکاک بین مفاصل بدن نقش دارد. **گزینهٔ (۴):** مادهٔ زمینه‌ای بافت‌های پیوندی سست، شفاف، بی‌رنگ و حاوی مولکول‌هایی درشت مانند گلیکوپروتئین‌ها می‌باشد. غضروف مفصلی و بافت پیوندی سست (که معمولاً بافت پوششی را پشتیبانی می‌نماید) هم نوعی بافت پیوندی می‌باشند.

۱۱۸ شکل‌نامهٔ مفصل متحرک

«بخش‌های تشکیل دهنده مفصل»

- مفصل متحرک از نظر ضخامت، از بیشتر به کمتر: کپسول مفصلی - غضروف مفصلی - پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی.
- کپسول مفصلی، در تماس با مایع مفصلی نیست. در واقع مایع مفصلی فقط در تماس با پردهٔ سازندهٔ خود و غضروف مفصلی است.
- مایع مفصلی، بخشی از محیط داخلی است و می‌تواند دارای پادتن باشد. ولی فاقد یاخته است.
- صفحهٔ رشد غضروفی، پس از پایان سن رشد، یعنی چند سال پس از بلوغ، به بافت استخوانی متراکم تبدیل شده است.
- در سر استخوان‌های دراز، بافت اسفنجی حجم زیادی دارد و توسط لایهٔ نازکی از بافت متراکم احاطه شده است.
- کپسول مفصلی، ادامهٔ لایهٔ پیوندی خارجی احاطه‌کنندهٔ استخوان و پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی، ادامهٔ لایهٔ پیوندی داخلی احاطه‌کنندهٔ استخوان است.
- کپسول مفصلی به دوسر استخوان مختلف در محل متصل است و از طرفی پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی از بالا و پایین به غضروف مفصل متصل است.
- هر غضروف مفصلی دوسرِ دو استخوانِ مختلف از دو سمت جانبی خود به دو پردهٔ مختلف سازندهٔ مایع مفصلی، متصل‌اند و از داخل به مایع مفصلی و از خارج به بافت استخوانی متراکم متصل است.
- مفصل لغزنده در قسمت استوانه‌ای ستون مهره وجود ندارد.
- در مفصل لولایی، حرکت در دو جهت و در مفصل لغزنده، حرکت در ۴ جهت رخ می‌دهد.
- این سه نوع از مفاصل متحرک، فقط انواعی از مفاصل متحرک هستند (نه همهٔ آن‌ها!).
- مفصل ران با نیم‌لگن همانند بازو با کتف از نوع گوی - کاسه است که در همهٔ جهات حرکت می‌کند.

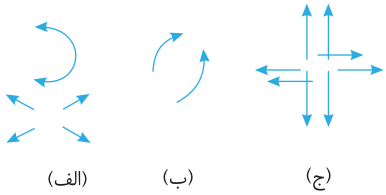
«ران با لگن»

«بازو با زند زیرین»

۱۸۱۵ (۲) علامت سؤال، کپسول مفصلی با بافت پیوندی **متراکم** را نشان می‌دهد که همانند بافت پیوندی زردپی انتهای ماهیچه که در ادامهٔ دسته‌تارها قرار دارد، مادهٔ زمینه‌ای اندک دارد.

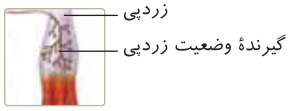
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** انعطاف‌پذیری کپسول رشته‌ای، **همانند** رباط، کم می‌باشد، چون از نوع پیوندی متراکم است. **گزینهٔ (۳):** پشتیبانی از لایهٔ پوششی بر عهدهٔ بافت پیوندی **سست** است که برخلاف پیوندی متراکم، یاخته‌های **زیادی** دارد. **گزینهٔ (۴):** رشته‌های گلیکوپروتئینی، هم در غشای پایه و هم در مادهٔ زمینه‌ای بافت پیوندی وجود دارند.

۱۸۱۶ (۳) در شکل مطرح شده (الف): مفصل گوی - کاسه‌ای، (ب): مفصل لولایی، (ج): مفصل لغزنده است. کپسول مفاصل متحرک به‌طور کلی، دارای گیرندهٔ **حس پیکری** از نوع **وضعیتی** می‌باشند.


(الف) (ب) (ج)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت داشته باشید که پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی، از دو طرف خود به دو غضروف در دو استخوان مختلف متصل است. **گزینهٔ (۲):** طویل‌ترین استخوان بدن، استخوان ران است. حواستان باشد که استخوان ران با نیم‌لگن، مفصل گوی - کاسه‌ای تشکیل می‌دهند. (نه لولایی!) **گزینهٔ (۴):** طبق شکل کتاب درسی، مفصل لغزنده در بین زوائد استخوان‌های ستون مهره قرار دارد نه در بین پهن‌ترین بخش نیم‌دایره‌ای آن‌ها!

۱۸۱۷ (۳) مفاصل (الف)، (ب) و (ج) به ترتیب گوی - کاسه‌ای، لولایی و لغزنده می‌باشند. هر دو مفصلِ گوی - کاسه‌ای و لولایی می‌توانند پیام‌های عصبی را از گیرندهٔ حس وضعیت خود به مخچه (مرکز تعادل) بفرستند؛ البته گیرنده‌های حس وضعیت، فاقد پوشش پیوندی در اطراف خود می‌باشند.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در هر دو مفصل گوی - کاسه‌ای و لولایی، پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی در کاهش اصطکاک نقش دارد و با توجه به شکل، ضخامت کمتری نسبت به کپسول مفصلی دارد. **گزینهٔ (۲):** اسکلت محوری در حفاظت اندام‌ها نقش بیشتری دارد. مفصل لولایی برخلاف لغزنده در بین استخوان‌های ستون مهره در اسکلت محوری یافت نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** مفصل کتف و بازو، از نوع گوی - کاسه‌ای است و استخوان سر گوی، آزادی حرکت بیشتری نسبت به مفاصل لولایی و لغزنده دارد.

۱۸۱۸ (۲) موارد (الف) و (د) صحیح‌اند. در شکل ۱، ماهیچهٔ سه‌سر پشت بازو در حال انقباض و ماهیچهٔ دوسر جلوی بازو در حال استراحت و در شکل (۲)، ماهیچهٔ دوسر جلوی بازو در حال انقباض و ماهیچهٔ سه‌سر پشت بازو در حال استراحت است.

بررسی موارد (الف) **درست.** ماهیچهٔ سه‌سر پشت بازو که در شکل (۱) در حال انقباض است، به زند زیرین متصل است. زند زیرین هم از پایین مقدار کمی با استخوان‌های مچ سطح مفصلی دارد.

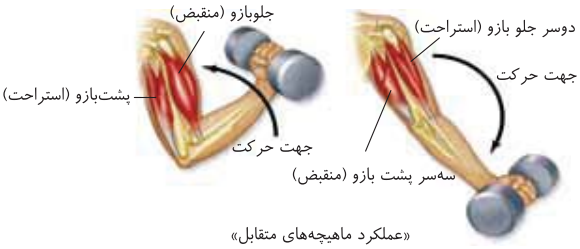
نکته
ماهیچهٔ دوسر جلوی بازو، به زند زبرین متصل است.

(ب) نادرست. درست است که در شکل (۲)، ماهیچهٔ سه‌سر پشت بازو در حال استراحت است اما دقت کنید که این اندام دارای یاخته‌های زنده است و بنابراین یاخته‌ها برای زنده ماندن، به تولید و مصرف انرژی زیستی می‌پردازند.

نکته
یک ماهیچهٔ در حال استراحت نسبت به یک ماهیچهٔ در حال انقباض، انرژی زیستی کمتری مصرف می‌کند (نه اینکه ماهیچهٔ در حال استراحت، انرژی زیستی مصرف نمی‌کند!)

(ج) نادرست. در شکل (۱)، ماهیچهٔ دوسر جلوی بازو در حال استراحت است و لذا طول آن کاهش نیافته است. (د) **درست.** در شکل (۲)، ماهیچهٔ دوسر جلوی بازو در حال انقباض و ماهیچهٔ سه‌سر پشت بازو در حال استراحت است. فعالیت‌های سوخت‌وساز در یاخته‌های ماهیچه‌ای، باعث ایجاد گرمای زیادی می‌شود که می‌تواند در حفظ دمای مناسب بدن مؤثر باشد.

۱۱۹ شکل‌نامهٔ ماهیچهٔ دوسر و سه‌سر بازو



«عملکرد ماهیچه‌های متقابل»

دو زردپی بالایی ماهیچهٔ دوسر به کتف متصل می‌شوند و یک زردپی پایینی آن به زند **زبرین** متصل می‌شود.

از سه زردپی بالایی ماهیچهٔ سه‌سر، دو زردپی بالایی با کتف و یک زردپی با بازو مرتبط می‌شوند، یک زردپی پایینی آن نیز به زند **زبرین** متصل می‌شود.

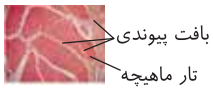
ماهیچهٔ دوسر بازو، به زائدهٔ استخوان کتف و همچنین به یک برآمدگی روی استخوان زند زبرین متصل است.

بخش اعظم ماهیچهٔ سه‌سر، در طول استخوان بازو کشیده شده است و به آن متصل است. بخش دیگری از ماهیچهٔ سه‌سر بازو، به زائدهٔ آرنج استخوان زند زیرین متصل است.

مفصل شانه از بالا، به وسیلهٔ تعداد زردپی بیشتری پشتیبانی می‌شود در نتیجه احتمال در رفتن مفصل به سمت بالا، کمتر است.

زند زیرین و کمی هم زند زبرین، هر دو در مفصل آرنج با استخوان بازو شرکت دارند و هر دو با انقباض خود در باز شدن دریچه‌های لانه کبوتری و جریان خون سیاهرگی مؤثرند.

۱۸۱۹ **۱** بخش‌های (الف)، (ب) و (ج) بافت پیوندی رشته‌ای اطراف یک تار ماهیچه‌ای (بخش (د)) را نشان می‌دهند. یاخته‌های بافت پیوندی رشته‌ای همانند یاختهٔ ماهیچهٔ صاف، دوکی‌شکل تک‌هسته‌ای با هستهٔ مرکزی هستند.

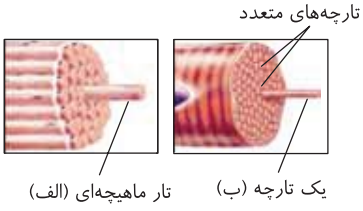


بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** غلاف پیوندی اطراف دسته تارها (نه هر تار) سبب ایجاد زردپی می‌شود. **گزینهٔ (۳):** بخش (ج) یاختهٔ پیوندی است و قدرت انقباض ندارد. **گزینهٔ (۴):** تارهای ماهیچه‌ای به خاطر به هم پیوستن در دوران **جنینی** (نه نوزادی) چندهسته‌ای دیده می‌شوند.

۱۸۲۰ **۳** بخش (۱)، سر استخوان دراز ران را نشان می‌دهد. در بخش خارجی دوسر استخوان‌های دراز بدن انسان، غضروف قرار گرفته است ولی در فصل بعد می‌خوانید که صفحهٔ رشد غضروفی که می‌تواند تحت تأثیر هورمون رشد مترشحه از هیپوفیز، تقسیم شده و طول استخوان را افزایش دهد، در **تنهٔ** استخوان دراز و **نزدیک دوسر** آن قرار دارد. چند سال بعد از بلوغ (نه به محض بلوغ! این نکته در تلهٔ تستی خیلی کاربرد دارد.)، صفحات رشد، از حالت غضروفی به استخوانی تبدیل می‌شوند و رشد استخوان متوقف می‌شود. بنابراین در یک مرد بالغ ممکن است صفحات رشد بسته شده باشند (فصل ۴ یازدهم).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بخش (۳)، تار ماهیچه‌ای اسکلتی را نشان می‌دهد. تارهای ماهیچه‌ای می‌توانند برحسب نوع خود و مقدار اکسیژن دریافتی، مقدار کم یا زیادی از انرژی خود را به روش بی‌هوازی یا هوازی به‌دست آورند. **گزینهٔ (۲):** بخش (۲)، نشان‌دهندهٔ زردپی است. در ماهیچه‌های اسکلتی و زردپی‌ها، گیرنده‌های حس پیکری از نوع وضعیت قرار گرفته‌اند. این گیرنده‌ها، **مغز** را از چگونگی قرارگیری اندام‌ها نسبت به هم آگاه می‌کنند (فصل ۲ یازدهم). **گزینهٔ (۴):** بخش (۴)، تارچه‌های ماهیچه‌ای را نشان می‌دهد. تارچه‌ها حاوی رشته‌های اکتین و میوزین هستند و پروتئین سازندهٔ آن‌ها که از چند زیرواحد تشکیل شده، دارای ساختار نهایی **چهارم** می‌باشند (فصل ۱ دوازدهم).

۱۸۲۱ **۴** در شکل‌های مقابل (الف) یک تار ماهیچه‌ای است که اندامک، هسته و تعدادی تارچهٔ موازی دارد ولی (ب) یک تارچهٔ ماهیچه‌ای حاوی پروتئین‌های اکتین و میوزین می‌باشد. گیرندهٔ ناقل عصبی، سیتوپلاسم، هسته و غشا در بخش (الف) وجود دارد ولی سارکومر در هر دو موجود است.



نکته

چون تارچه درون تار ماهیچه‌ای است پس هر قسمت موجود در تارچه در تار نیز وجود دارد (رد گزینهٔ (۱)) و از طرفی بافت پیوندی در اطراف چند تار به صورت غلافی دور دسته‌تارها قرار دارد.

۱۸۲۲ **۳** موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح هستند. بخش (۱): خط Z، بخش (۲): بخش تیره و بخش (۳): بخش روشن را نشان می‌دهد. رشته‌های اکتین و رشته‌های میوزین، هنگام انقباض ماهیچه که یون‌های کلسیم از شبکهٔ آندوپلاسمی صاف آزاد می‌شوند، در تماس با این یون‌ها قرار می‌گیرند (نادرستی مورد (د)).

بررسی موارد (الف) در بخش تیره، رشته‌های میوزین و رشته‌های اکتین وجود دارند اما در ساختار خط Z، فقط یک نوع پروتئین می‌باشد. (ب) در بخش روشن، فقط رشته‌های اکتین وجود دارند اما در بخش تیره، رشته‌های میوزین و رشته‌های اکتین در هر دو وجود دارند. هر رشتهٔ اکتین به صورت دو رشتهٔ به هم تابیده از پروتئین‌های کروی تشکیل شده است. (ج) در بخش روشن‌تر وسط بخش تیره، فقط رشته‌های میوزین وجود دارند.

۱۸۲۳ **۲** ماهیچه‌ای که در تنفس آرام و طبیعی نقش اصلی را بر عهده دارد، **دیافراگم** می‌باشد. در بازدم، دیافراگم از حالت انقباض خارج شده و فاصلهٔ میوزین تا خطوط Z در آن افزایش می‌یابد.

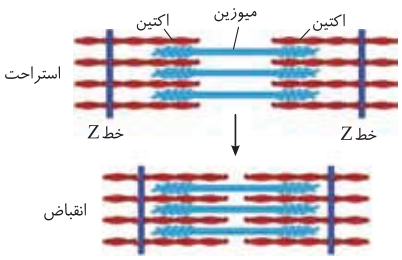
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** شکل صورت سؤال، مربوط به پروتئین میوزین است. در هنگام انقباض ماهیچه این مولکول با حرکتی شبیه پارو زدن روی اکتین حرکت می‌کند. هنگام شروع انقباض یون‌های کلسیم از شبکهٔ آندوپلاسمی به درون تارچه وارد شده و در اطراف این پروتئین قرار می‌گیرند. **گزینهٔ (۳):** با انجام انقباض، طول نوار روشن در سارکومر کاهش می‌یابد، ATP مصرف و شکل سه‌بعدی میوزین با حرکتی شبیه پارو زدن تغییر می‌یابد. **گزینهٔ (۴):** با دَم عمیق، ماهیچه‌های ناحیهٔ گردن نیز منقبض می‌شوند و در نتیجه در آن‌ها میوزین‌ها به خطوط Z و همچنین میوزین‌های دو طرف سارکومر به یکدیگر نزدیک می‌شوند.

۱۸۲۴ **۲** علاوه‌بر اکتین و میوزین، خطوط Z نیز در سارکومرها از جنس پروتئین می‌باشند. البته که پروتئین‌های دیگری هم وجود دارند که *ان‌شاالله در دانشگاه می‌فوانیدا*

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید که هیچ پروتئینی توانایی انقباض و کوتاه شدن را ندارد. میوزین با انجام حرکات پارویی موجب انقباض تار و کل ماهیچه می‌شود. **گزینهٔ (۳):** سر میوزین با تغییر شکل خود، مسئول انجام حرکت پارویی‌شکل است ولی اکتین شکل سه‌بعدی خود را تغییر نمی‌دهد. **گزینهٔ (۴):** خطوط Z به اکتین‌ها چسبیده‌اند و از آن‌ها جدا نمی‌شوند.

نکاتی از انقباض تار ماهیچه‌ای:

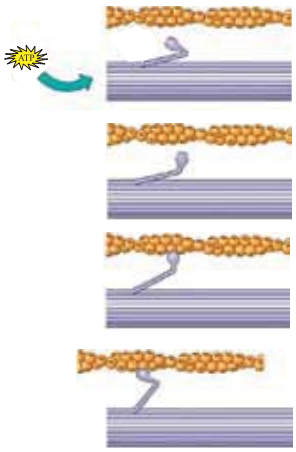
- حتی در حالت انقباض ماهیچه نیز بعضی سرهای میوزین به اکتین متصل هستند و بعضی از سرها نیستند.
- در حالت استراحت ماهیچه، سرهای میوزین موجود در دو انتهای میوزین‌های دو سارکومر مجاور از هم دور می‌شوند.
- در انقباض ماهیچه، فاصلهٔ اکتین‌های دو طرف که متصل به دو خط Z متفاوت هستند کم می‌شود ولی فاصلهٔ دو رشتهٔ اکتین متصل به یک خط Z تغییری نمی‌کند. در این حالت دم‌های میوزین هم به لابه‌لای اکتین‌ها وارد می‌شوند.
- در انقباض ماهیچه، طول سارکومر و نوارهای روشن کوتاه می‌شود ولی طول پروتئین‌ها و نوار تیره تغییری نمی‌کند.
- پروتئین‌های اکتین و میوزین، علاوه‌بر ماهیچه‌ها، در هر یاختهٔ جانوری با توانایی تقسیم سیتوپلاسم برای ایجاد حلقهٔ انقباضی وجود دارند.
- سرهای میوزین در هر حالتی در بین قسمتی از رشته‌های اکتین قرار دارند ولی در انقباض ماهیچه قسمتی از دم‌های میوزین هم در لابه‌لای اکتین‌ها قرار می‌گیرند.



«طرح ساده‌ای از انقباض سارکومرها»

۱۸۲۵ : ۴ شکل، مرحلهٔ آخر انقباض تار ماهیچه‌ای را نشان می‌دهد که میوزین‌های متصل به اکتین‌ها با کشیدن آن‌ها به سمت داخل سارکومر سبب انقباض می‌شوند. در این حالت دم‌های میوزین نیز به سمت لابه‌لای اکتین‌ها می‌روند و حرکت رشتهٔ اکتین به سمت وسط (چپ) صورت می‌گیرد (نادرستی گزینهٔ (۱)) ولی تا وقتی ماهیچه در حال انقباض است، یون‌های کلسیم به شبکهٔ آندوپلاسمی برنمی‌گردند (نادرستی گزینهٔ (۲)) و *برای صدمین‌بار می‌گم* که طول رشته‌های اکتین و میوزین در این فعل و انفعالات تغییر نمی‌کند (نادرستی گزینهٔ (۳)).

خلاصهٔ واکنش انقباض ماهیچهٔ اسکلتی



۱) رسیدن پیام عصبی به انتهای آکسون حرکتی پیکری سبب تحریک یاختهٔ ماهیچه‌ای شده، ابتدا با ورود سدیم و تحریک عصبی به تار، پیام عصبی به صورت یک موج در **طول غشای تار** ایجاد می‌شود. سپس یون کلسیم با انتشار تسهیل شده از شبکهٔ آندوپلاسمی وارد تارچه می‌شود. این کلسیم‌ها شروع‌کننده مکانیسم انقباض ماهیچه می‌باشند و تا وقتی وجود دارند این انقباض ادامه خواهد یافت. از طرفی سرهای میوزین دارای قدرت استفاده از انرژی با تجزیه (هیدرولیز) ATP می‌باشند.

۲) با مصرف انرژی حاصل از تجزیهٔ ATP، سر میوزین تغییر وضعیت (شکل) می‌دهد.

۳) در این موقع سرهای میوزین دو طرف یک سارکومر، از دو طرف رشته‌های اکتین را به سمت درون سارکومر می‌کشند و با حرکت پارومانند به هم نزدیک می‌کنند. با این کار طول سارکومر و ماهیچه کوتاه می‌شوند و دو خط Z به هم نزدیک می‌شوند. طول دو قسمت روشن کناری سارکومر کوتاه شده ولی طول بخش یا نوار تیرهٔ سارکومر و اندازهٔ پروتئین‌های اکتین و میوزین تغییری نمی‌کند.

۴) در آخر دوباره سر میوزین از اکتین جدا شده و ATP دیگری به آن وصل می‌شود. دوباره با مصرف انرژی این مسیر بارها تکرار می‌شود و سر میوزین به بخش جلوتر از اکتین‌ها متصل شده تا در نهایت کل ماهیچه منقبض شود.

نکتهٔ مهم

تحریک گیرندهٔ وضعیتی درون ماهیچهٔ اسکلتی با تغییر شکل سر میوزین و کوتاه شدن سارکومر در اثر کشش ماهیچه‌ای آغاز می‌شود.

۱۸۲۶ : ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند. بخش (۱): رشته‌های ماهیچه‌ای کند (قرمز) و بخش (۲): رشته‌های ماهیچه‌ای تند (سفید) را نشان می‌دهد.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** هر دو نوع تار ماهیچه‌ای، فقط توسط اعصاب پیکری عصب‌دهی می‌شوند. (ب) **نادرست.** هر دو نوع تار ماهیچه‌ای، در بسیاری از ماهیچه‌های اسکلتی وجود دارند ولی دقت کنید که با ورزش به تدریج تارهای تند (۲) به کند (۱) تبدیل می‌شوند (نه در حین ورزش!). (ج) درست. هر دو نوع تار ماهیچه‌ای، چندهسته‌ای هستند و در نتیجه در هر هستهٔ خود، حداقل یک کروموزوم X دارند.

نکته

همهٔ تارهای ماهیچهٔ اسکلتی و برخی تارهای ماهیچه‌ای قلبی، بیش از یک هسته دارند. دهان، حلق و ابتدای مری حاوی ماهیچهٔ اسکلتی می‌باشند.

(د) **نادرست.** هر دو نوع تار ماهیچه‌ای در صورت کمبود اکسیژن، تخمیر لاکتیکی انجام داده و لاکتیک‌اسید تولید می‌کنند؛ انباشته شدن لاکتیک‌اسید، باعث گرفتگی و درد ماهیچه‌ای می‌شود. لاکتیک‌اسید اضافی به تدریج تجزیه می‌شود و اثرات درد و گرفتگی ماهیچه‌ای کاهش می‌یابد.

نکته

تارهای ماهیچه‌ای تند نسبت به تارهای ماهیچه‌ای کند، لاکتیک‌اسید بیشتری تولید می‌کنند.

۱۸۲۷ : ۱ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** بافت فشردهٔ استخوانی که استوانه‌هایی هم‌مرکز دارد، حاوی بافت پیوندی است و فضای بین‌یاخته‌ای در بافت پیوندی زیاد می‌باشد. (ب) **نادرست.** بافت اسفنجی در سمت داخل استخوان قرار دارد که سامانهٔ هاورس ندارد. (ج) درست. بافت فشرده، به مقدار کم در زیر غضروف در سر استخوان دراز وجود دارد که از بافت اسفنجی متراکم‌تر است *(از روی اسمش هم معلومه)*. (د) **نادرست.** بافت فشردهٔ استخوانی فاقد مغز می‌باشد که در بیرونی‌ترین و درونی‌ترین بخش تنهٔ آن و در دو سر آن، یاخته‌های استخوانی قرار گرفته در سامانهٔ غیرهاورسی هم دارد.

۱۸۲۸ : ۱ تارهای کند (قرمز) بیشتر انرژی خود را از روش تجزیهٔ هوازی و کامل گلوکز به دست می‌آورند که در روش هوازی پیروات الکترون از دست می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تار کند منظور است که پمپ کلسیمی کمتری در غشای شبکهٔ آندوپلاسمی دارد. **گزینهٔ (۲):** تار کند منظور است که دیرتر خسته می‌شود و انرژی خود را بیشتر حفظ می‌کند. **گزینهٔ (۳):** تار تند منظور است که اکسیژن کمتری در میوگلوبین ذخیره می‌کند. **گزینهٔ (۴):** تار تند منظور است که سفیدتر دیده می‌شود.

۱۸۲۹ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** غشای پایه، یاخته‌های پوششی را به هم متصل می‌کند و غشای پایه، یاخته ندارد. **گزینهٔ (۲):** هر دو بافت پیوندی متراکم هستند و مادهٔ زمینه‌ای کمتری از بافت پیوندی سست دارند. **گزینهٔ (۳):** هر دو کپسول و بافت پیوندی هستند پس کلاژن دارند. **گزینهٔ (۴):** کپسول مفصلی بافت پیوندی متراکم است و انعطاف‌پذیری کمی دارد؛ ولی پشتیبان بافت پوششی، همان بافت پیوندی سست می‌باشد که انعطاف‌پذیری زیادی دارد.

۱۸۳۰ (۳) اندازه و حجم سامانه‌های هاورس در تنهٔ استخوان دراز، متفاوت است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** این جمله هم متن کتاب درسی است و هم در شکل کتاب واضح است که از تنهٔ استخوان، رگ‌ها و اعصاب عبور می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** بافت استخوانی متراکم و اسفنجی هم در سر و هم در تنهٔ استخوان وجود دارد. **گزینهٔ (۴):** با توجه به شکل یاختهٔ استخوانی که زائده‌های سیتوپلاسمی مرتبط با هم دارد و بین تیغه‌های استخوانی قرار گرفته‌اند صحیح است.

۱۸۳۱ (۳) با توجه به شکل کتاب درسی و سؤالات کنکور چند سال اخیر باید توجه کنید که استخوان‌های مچ دست با زند زبرین سطح مفصلی بیشتری از زند زیرین دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** استخوانچه‌های گوش میانی در شنیدن دقیق نقش دارند که در گوش میانی قرار دارند. (نه در مجرای شنوایی!) **گزینهٔ (۲):** زردپی برای اتصال ماهیچه به استخوان است. (نه دو استخوان به همدیگر که توسط رباط متصل می‌شوند.) **گزینهٔ (۴):** استخوان‌های انگشتان پا با استخوان‌های کف و یا با همدیگر مفصل دارند. (نه با مچ پا)

۱۸۳۲ (۴) موارد (الف)، (ج) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** بین ران و درشت‌نی، مفصل لولایی دارای کپسول مفصلی از بافت پیوندی رشته‌ای (متراکم) می‌باشد. (ب) نادرست. ران با نازک‌نی تشکیل مفصل نمی‌دهد. (ج) **درست.** هر دو مورد از مفصل‌های گوی - کاسه‌ای هستند. (د) **درست.** سر استخوان ران در محل مفصل‌های خود سیستم هاورس ندارد.

۱۸۳۳ (۴) موارد (ب) و (د) صحیح هستند.

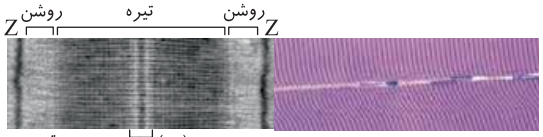
بررسی موارد (الف) **نادرست.** به‌طور مثال بازو، ران و کتف در مفصل غیرمتحرک شرکت ندارند! (ب) درست. در مورد رباط، زردپی و کپسول مفصلی حاوی بافت پیوندی رشته‌ای محکم می‌باشند. (ج) **نادرست.** هر ماهیچهٔ اسکلتی به استخوان متصل نیست مثل ماهیچه‌های بندارهٔ خارجی مخرج که به استخوان متصل نیستند. (د) درست. در رابطه با یاخته‌های چندهسته‌ای ماهیچهٔ اسکلتی صحیح است.

۱۸۳۴ (۳) در یک نوار تیره، کل میوزین‌ها و نصف رشته‌های اکتین وجود دارند ولی در نوار روشن فقط نصف اندازهٔ رشته‌های اکتین وجود دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در یک سارکومر، دو نوار روشن و یک قسمت روشن بین موزین‌های دو سمت وجود دارد. **گزینهٔ (۲):** دسته تارچه در یک تار و در سیتوپلاسم آن قرار دارد که تارچه‌ها موازی با هم هستند.

چند نکته در بررسی تست‌ها و شکل‌های کتاب درسی

- در یک سارکومر، به فاصلهٔ بین هر خط Z تا قسمتی که فقط پروتئین‌های اکتین وجود دارند، بخش یا نوار روشن می‌گویند. نوار روشن فاقد پروتئین‌های میوزین می‌باشد. در وسط هر سارکومر به فاصله‌ای که حاوی کل طول پروتئین‌های میوزین است که قسمتی از اکتین‌ها نیز در لابه‌لای آن وجود دارند، نوار یا بخش تیره می‌گویند.
- در بخش تیرهٔ سارکومر، پروتئین اکتین و میوزین ولی در بخش‌های روشن آن فقط پروتئین اکتین تا خط Z وجود دارد.
- در وسط هر نوار تیره، قسمتی وجود دارد که فاقد اکتین می‌باشد و فقط دارای دم‌ها در بخش وسطی پروتئین میوزین می‌باشد. طی انقباض ماهیچه مشاهده خواهید کرد که، طول این قسمت روشن‌تر، و نوارهای روشن دو سمت هر سارکومر تغییر می‌کند.
- در هر سارکومر، دو بخش روشن کناری حاوی اکتین و یک بخش تیره مرکزی حاوی اکتین و میوزین وجود دارد.
- در بخش تیرهٔ سارکومر، پروتئین‌های میوزین (رشته‌های قطور) در لابه‌لای اکتین‌ها (رشته‌های نازک) قرار گرفته‌اند. هر میوزین یک بخش به نام دم در بخش وسط نوار تیرهٔ سارکومر دارد و یک انتها به نام سر به سمت یک خط Z دارد. سرهای میوزین در دو طرف لابه‌لای اکتین‌ها (که هرکدام یک پروتئین کروی هستند) می‌باشند و با تجزیهٔ ATP، قدرت اتصال به اکتین‌ها برای شروع انقباض ماهیچه دارند.
- در حداکثر انقباض ماهیچه، رشته‌های اکتین‌داری که از دو طرف به دو خط Z متفاوت متصل‌اند، به یکدیگر می‌رسند و قسمت دم‌های میوزین قابل مشاهده نمی‌شوند.



«تصویر میکروسکوپی از ساختار ماهیچه مخطط (الف) و سارکومر (ب)»

«بخش‌های مختلف مولکول میوزین»

۱۸۳۵ (۳) بافت پیوندی متراکم دور دسته تارهای ماهیچه‌ای هستند که یاخته‌های دوکی و کلاژن‌های موازی دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هر دو پیوندی متراکم هستند و دارای مادهٔ زمینه‌ای اندک می‌باشند. **گزینهٔ (۲):** بافت پیوندی سست که پشتیبان بافت پوششی است، رگ خونی و یاخته‌های متنوع و رشته‌های غیرموازی دارد. **گزینهٔ (۴):** منعطف بودن از ویژگی بافت پیوندی سست است (نه بافت پیوندی متراکم). گزینهٔ (۴) در مورد تارهای آویزی بین عدسی و جسم‌مژگانی می‌باشد.

۱۸۳۶ (۳) فقط مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. تارهای کند، تعداد بیشتری **میوگلوبین** دارند! (هموگلوبین در رگ خونی است نه در یاختهٔ ماهیچه‌ای!) (ب) نادرست. هردو نوع تار کند و تند، دارای هم تنفس هوازی و هم تنفس بی‌هوازی می‌باشند. (ج) **درست.** در ورزشکاران دوی سرعت و وزنه‌برداران تارهای تند بیشتر در ماهیچه‌های اسکلتی وجود دارند که زودتر خسته می‌شوند. (د) نادرست. در افراد کم‌تحرک، تارهای تند زیادتر هستند که میتوکندری کمتر و دنای حلقوی کمتر دارند.

۱۸۳۷ ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند. **مایع مفصلی** (فاقد یاخته و غیرزنده) و **سطح صیقلی غضروف** (دارای یاخته و زنده) به استخوان‌ها امکان می‌دهند که سالیان زیادی در مجاور هم لیز بخورند و اصطکاک چندانی نداشته باشند.

بررسی موارد الف نادرست. مایع مفصلی، فاقد یاخته و غیرزنده است و بنابراین گلیکولیز ندارد.

نکته
گلیکولیز (تولید ATP در غیاب اکسیژن)، ویژهٔ همهٔ یاخته‌های زنده است.

ب **درست.** با توجه به شکل، غضروف برخلاف مایع مفصلی، در تماس با بافت استخوانی قرار دارد.

نکته
در دوران جنینی، استخوان‌ها از بافت‌های نرمی تشکیل و به تدریج با افزوده شدن نمک‌های کلسیم، سخت می‌شوند.

ج **درست.** با توجه به شکل، هم غضروف و هم مایع مفصلی در تماس با پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی قرار دارند. این پرده به سطح داخلی کپسول مفصلی متصل است. د **درست.** از آنجایی که غضروف برخلاف مایع مفصلی زنده است و توانایی تنفس یاخته‌ای دارد، CO_2 تولیدی آن به فضای بین‌یاخته‌ای (بخشی از محیط داخلی بدن) وارد می‌شود.

نکته
- محیط داخلی بدن = خون + لنف + مایع بین‌یاخته‌ای
- محیط داخلی بدن، ویژهٔ جانداران پریاخته‌ای است و در تک‌یاخته‌ای وجود ندارد.

۱۸۳۸ ۲ موارد (الف) و (ج) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند. یاخته‌های ماهیچه‌ای را می‌توان به دو نوع یاخته‌های **تند (سفید)** و **کند (قرمز)** تقسیم کرد. این تقسیم‌بندی، بر اساس **سرعت انقباض** است.

نکته
یاخته‌های ماهیچه‌ای **کند**، بیشتر انرژی خود را به صورت **هوازی** (با تجزیهٔ کامل گلوکز) به دست می‌آورند.

بررسی موارد الف **نادرست.** تارهای کند نسبت به تارهای تند، میتوکندری بیشتری دارند و نیز بیشتر تنفس خود را به صورت هوازی (تجزیهٔ کامل گلوکز) انجام می‌دهند؛ هنگام تنفس هوازی، CO_2 تولید می‌شود؛ این CO_2 می‌تواند ابتدا وارد مویرگ‌های اطراف تار و سپس گویچه‌های قرمز شود و در آنجا توسط آنزیم کربنیک‌انیدراز، با آب ترکیب شده و یون بیکربنات ایجاد شود.

نکته
آنزیم کربنیک‌انیدراز، داخل گویچهٔ قرمز (نه درون خوناب!) قرار دارد. (دلیل نادرستی مورد (الف))

ب درست. **بسیاری** (نه همه!) ازماهیچه‌های **اسکلتی** بدن، هر دو نوع یاخته را دارند. پس در برخی ماهیچه‌ها ممکن است یکی از آن‌ها وجود داشته باشد. ج **نادرست.** تارهای ماهیچه‌ای **کند** در دوندگان **دوی استقامت** (ماراتون) و تارهای ماهیچه‌ای **تند** در دوندگان **دوی سرعت** ویژه شده‌اند. د درست. *پاسخ گزینهٔ (۱) رو دوباره بخون!*

نکته
تارهای کند نسبت به تارهای تند، دارای شبکهٔ مویرگی وسیع‌تری در اطراف خود هستند.

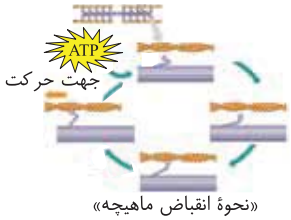
۱۸۳۹ ۴ با توجه به شکل مقابل، مراحل نحوهٔ انقباض ماهیچه به صورت زیر می‌باشد:

۱ تجزیهٔ ATP توسط سر میوزین و نزدیک شدن به خط Z

۲ تشکیل پل‌های اتصالی بین اکتین و سر میوزین

۳ **دور شدن سر میوزین از خط Z و حرکت پارویی**

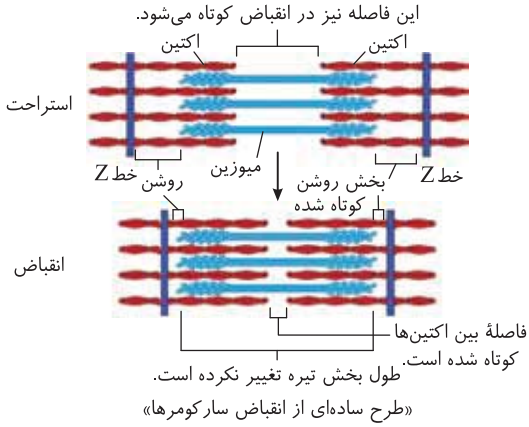
۴ اتصال ATP به سر میوزین و جدا شدن آن از اکتین



«نحوهٔ انقباض ماهیچه»

۱۸۴۰ ۱ فقط مورد (الف) درست است. ماهیچهٔ **دیافراگم** (نوعی ماهیچهٔ اسکلتی) در تنفس آرام و طبیعی یک فرد سالم و بالغ نقش اصلی را بر عهده دارد. هنگام حل تست، حواستان باشد که درصورت سؤال نوشته «**به‌طور حتم**».

بررسی موارد الف **درست.** *اگه این مورد رو نادرست گرفتی، اینجا خیلی گوش کن! نگفته که ماهیچهٔ اسکلتی به‌طور حتم پرههٔ کربس انجام میده! اگه اینجور گفته بود نادرسته (چون با روش‌های دیگه‌ای هم میتونن انرژی به دست بیارن)؛ اما اینجا گفته در صورت تجزیهٔ گلوکز به صورت کامل (یعنی طراح شرط گذاشته)، تنفس هوازی و پرههٔ کربس انجام میده.* ب نادرست. دیافراگم (نوعی پردهٔ ماهیچه‌ای) در بدن انسان به صورت افقی (البته نه خط‌کشی شده‌ها!) قرار دارد اما دقت کنید که به صورت پیوسته نیست؛ چرا که در خود سوراخ یا سوراخ‌هایی دارد که به‌طور مثال از داخل آن، مری، سرخرگ آئورت، بزرگ سیاهرگ زبرین، مجرای لنفاوی چپ و ... عبور می‌کنند. ج نادرست. با توجه به شکل مقابل، به‌طور حتم اینگونه نیست و خطوط Z مقابل فقط به هم نزدیک می‌شوند. د نادرست. با توقف پیام عصبی انقباض (نه دریافت پیام عصبی مهاری!)، یون‌های کلسیم به سرعت با انتقال فعال به شبکهٔ آندوپلاسمی بازگردانده می‌شوند.



«طرح ساده‌ای از انقباض سارکومرها»

نکته
- سیناپس بین نورون و ماهیچه و نورون و غده، **همواره** تحریکی است.
- سیناپس بین نورون و نورون، می‌تواند تحریکی و یا مهاری باشد.

مراحل تنفسی	دم عادی	دم عمیق	بازدم عادی	بازدم عمیق
انقباض دیافراگم	دارد	دارد	ندارد	ندارد
حالت دیافراگم	مسطح	مسطح‌ترین	گنبدی	گنبدی‌ترین
ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای خارجی	انقباض	انقباض	استراحت	استراحت
ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای داخلی	استراحت	استراحت	استراحت	**انقباض**
ماهیچه‌های گردنی	استراحت	**انقباض**	استراحت	استراحت
ماهیچه‌های شکمی	استراحت	استراحت	استراحت	**انقباض**
جهت حرکت قفسهٔ سینه	جلو و بالا	جلو و بالا	پایین	پایین
فشار درون شش‌ها	کاهش	کاهش زیاد	افزایش	افزایش زیاد
هواهای وارد یا خارج شده از شش‌ها در انتهای مرحله	فقط جاری دمی	ذخیرهٔ دمی	جاری بازدمی	ذخیرهٔ بازدمی
هوای موجود در بخش مبادله‌ای شش‌ها	جاری + ذخیرهٔ بازدمی + باقی‌مانده	جاری + باقی‌مانده + ذخیرهٔ دمی و بازدمی	باقی‌مانده + ذخیرهٔ بازدمی	فقط باقی‌مانده

۱۸۴۱ (۴) با توجه به شکل مقابل، فقط مورد (ه) عبارت را به درستی تکمیل می‌کند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** دنده‌ها در هر دو نما قابل مشاهده هستند. (ب) **نادرست.** با توجه به شکل، مفصل بین دو نیم‌لگن، فقط در نمای جلویی قابل مشاهده است. (ج) **نادرست.** حفرهٔ درون استخوان‌های نیم‌لگن در نمای پشتی و شکمی قابل مشاهده است. (د) **نادرست.** استخوان آهیانه بزرگ‌ترین استخوان جمجمه است که از نمای پشتی بهتر قابل مشاهده می‌باشد. (ه) درست. فرورفتگی‌ها و مثلثی بودن استخوان‌های کتف در نمای پشتی قابل مشاهده است.

«اسکلت انسان»

۱۸۴۲ (۱) با توجه به شکل اسکلت انسان، تنها استخوان درازی که به صورت افقی قرار دارد، استخوان **ترقوه** است که از سمت خارج، به استخوان کتف و از سمت داخل، به استخوان جناغ (نوعی استخوان مؤثر در تنفس) متصل است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** پایین‌ترین قسمت جناغ، به هیچ دنده‌ای متصل نیست. **گزینهٔ (۳):** دو زائدهٔ جانبی هر مهره در هر دو نمای پشتی و شکمی مشاهده می‌شوند ولی زائدهٔ پشتی آن از نمای پشتی و غضروف‌های مفصلی بین آن‌ها و سطح نیم‌دایرهٔ آن از نمای شکمی دیده می‌شود. **گزینهٔ (۴):** بلندترین استخوان بدن (ران)، هم از سمت بالایی خود با نیم‌لگن در تشکیل مفصل گوی - کاسه و هم از سمت پایین خود با درشت‌نی در مفصل لولایی زانو شرکت می‌کند.

۱۸۴۳ (۱) فقط مورد (د) عبارت را به درستی تکمیل می‌کند. **به‌طور معمول** در یک فرد سالم و بالغ، داخلی‌ترین و خارجی‌ترین یاخته‌های بافت پیوندی موجود در تنهٔ استخوان ران، به ترتیب مغز زرد و بافت پیوندی احاطه‌کنندهٔ تنهٔ استخوان هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. در کم‌خونی‌های **شدید**، مغز زرد **می‌تواند** به مغز قرمز تبدیل شود؛ *هواستان باشد که در صورت سؤال نوشته «به‌طور حتم» و از طرفی در کم‌خونی خفیف این اتفاق نمی‌افتد.* (ب) نادرست. بافت پیوندی خارجی پوشانندهٔ تنهٔ استخوان ران، هم بافت استخوانی فشرده (دارای سامانهٔ هاورس) را احاطه می‌کند و هم بافت استخوانی اسفنجی.

نکته
بافت پیوندی خارجی پوشانندهٔ تنهٔ استخوان ران، به بافت استخوانی فشرده نسبت به بافت استخوانی اسفنجی، نزدیک‌تر است.

(ج) نادرست. بافت چربی، بزرگ‌ترین ذخیرهٔ انرژی در بدن است. مغز زرد **بیشتر** (نه به‌طور حتم!) از چربی تشکیل شده است. (د) **درست.** با توجه به شکل، درست است. چون رگ خونی از بین برخی یاخته‌های پردهٔ پیوندی عبور می‌کند.

۱۸۴۴ (۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) نامناسب می‌باشند. منظور از واحدهای تکراری تارچه در ماهیچهٔ اسکلتی، سارکومرها می‌باشند. در ساختار سارکومر، دو نوع رشتهٔ پروتئینی به نام‌های اکتین (نازک‌تر و کوتاه‌تر) و میوزین (قطورتر و طویل‌تر) وجود دارند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** میوزین نسبت به اکتین، از خط Z دورتر است. (ب) **نادرست.** اکتین و میوزین، پروتئین هستند و ساختار یاخته‌ای ندارند و زنده نیستند؛ همچنین برای هورمون‌های تیروئیدی نیز گیرنده ندارند. (ج) **نادرست.** هم اکتین و هم میوزین هر دو طی انقباض و استراحت، طول برابری دارند. (د) درست. میوزین از دو سمت خود با خط Z اتصالی نداشته و دو سر آزاد دارد اما اکتین از یک سمت خود به خط Z متصل است و سمت دیگر آن آزاد می‌باشد.

۱۸۴۵ (۴) همهٔ موارد صحیح می‌باشند. حواستان باشد که صورت سؤال، در مورد رشته‌های اکتین و میوزین موجود در **یک سارکومر** است.

بررسی موارد (الف) با توجه به شکل سارکومرها، رشته‌های اکتین حین انقباض ماهیچه، به خط Z‌ی که به آن متصل نیستند، نزدیک می‌شوند. (ب) میوزین همواره فقط در نوار تیره قرار می‌گیرد که مقدار این نوار همیشه ثابت است. (ج) رشته‌های اکتین حین استراحت ماهیچه، سبب افزایش وسعت نوار روشن و حین انقباض ماهیچه، سبب کاهش وسعت نوار روشن می‌گردند.

نکته
طول نوار تیره، همواره و در هر حالتی (انقباض و استراحت ماهیچه) ثابت است و رشته‌های میوزین، سبب تغییر وسعت نوار تیره نمی‌شوند.

(د) این عبارت برای رشته‌های میوزین موجود در سارکومرهای مختلف صحیح است اما برای رشته‌های میوزین موجود در یک سارکومر خیر؛ چون رشته‌های میوزین در یک سارکومر، فقط زیر هم قرار دارند و روبه‌روی هم نیستند که به هم نزدیک شوند یا از هم دور شوند.

۱۸۴۶ **(۲)** موارد (الف) و (ج) عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد **الف) درست.** تارهای تند نسبت به تارهای کند، بیشتر تنفس بی‌هوازی دارند و $FADH_2$ کمتری تولید می‌کنند. تارهای تند در افراد کم‌تحرک (که مستعد دیابت نوع دو هستند) و ورزشکاران سرعتی بیشتر وجود دارند. **ب)** نادرست. تارهای تند بیشتر تنفس بی‌هوازی دارند و تخمیر لاکتیکی انجام می‌دهند. طی تخمیر لاکتیکی، لاکتیک‌اسید در ماهیچه تولید می‌شود که وارد مویرگ‌های اطراف شده و سبب کاهش pH و اسیدیتهٔ خوناب آن می‌شود. در تارهای تند نسبت به تارهای کند، سرعت انتشار یون‌های کلسیم از شبکهٔ سارکوپلاسمی بیشتر است. **ج) درست.** طی تنفس هوازی CO_2 تولید می‌شود اما طی تخمیر لاکتیکی CO_2 تولید نمی‌شود. تارهای تند بیشتر تنفس بی‌هوازی دارند و بنابراین آنزیم‌های کربنیک‌انیدراز موجود در گویچه‌های قرمز آن‌ها، فعالیت کمتری دارند. طی تخمیر لاکتیکی، لاکتیک‌اسید تولید می‌شود که می‌تواند سبب تحریک گیرندهٔ درد (گیرندهٔ سازش‌ناپذیر) گردد. **د)** نادرست. تارهای تند در برابر خستگی مقاومت کمتری دارند که این دسته تارها نسبت به دستهٔ دیگر (تارهای کند)، با سرعت **بیشتری** طول سارکومرهای خود را تغییر می‌دهند.

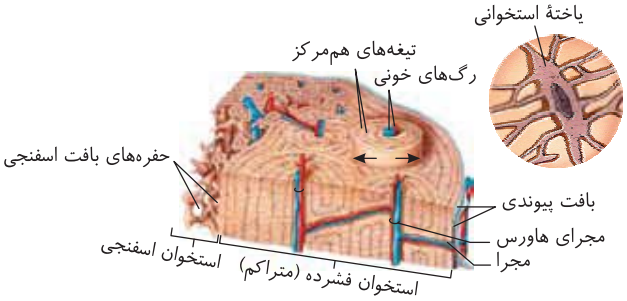
۱۸۴۷ **(۲)** شکل صورت سؤال، تصویر رادیوگرافی از استخوان شکستهٔ ران را نشان می‌دهد. بخش (۲)، استخوان ران است که از بالا در تشکیل مفصل گوی - کاسه و از پایین در تشکیل مفصل لولایی شرکت می‌کند (شرکت در تشکیل دو نوع مفصل).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در تصویر رادیوگرافی، بخش‌های نرم (اسفنجی)، تیره‌تر و بخش‌های محکم‌تر (متراکم)، روشن‌تر دیده می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** مفصل موجود در شکل، مفصل گوی - کاسه بین استخوان نیم‌لگن و ران است. این نوع مفصل توانایی چرخش در همهٔ جهات را دارد. **گزینهٔ (۴):** استخوان نیم‌لگن در نمای جلویی بدن با استخوان هم‌نام خود مفصل تشکیل می‌دهد.

۱۸۴۸ **(۲)** موارد (الف) و (د) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند. ماهیچه‌های اسکلتی توسط اعصاب پیکری و ماهیچه‌های صاف و قلبی توسط اعصاب خودمختار عصب‌دهی می‌شوند.

بررسی موارد **الف) نادرست.** گلیکوژن نوعی پلی‌ساکارید است که در ماهیچه‌ها و هم‌چنین در کبد ذخیره می‌شود. دقت کنید که مونومر حاصل از تجزیهٔ گلیکوژن ذخیره‌ای (گلوکز) در کبد، وارد خون می‌شود و در دسترس سایر اندام‌ها قرار می‌گیرد اما گلوکز حاصل از تجزیهٔ گلیکوژن ذخیره‌ای در ماهیچه‌ها، فقط توسط آن ماهیچه مصرف می‌گردد و وارد خون نمی‌شود. **ب)** درست. کلسیم یونی است که هم در انقباض ماهیچه‌ها و هم در انعقاد خون مؤثر است. **ج)** درست. طبق خط کتاب درسی، **بسیاری** از ماهیچه‌های اسکلتی، هر دو نوع تار ماهیچه‌ای را دارند. دقت کنید که در کنکورهای جدید، دیگر تفاوتی بین برخی و بسیاری وجود ندارد. **د) نادرست.** ماهیچه‌های قلبی و صاف از تارهای حرکتی خودمختار پیام دریافت می‌کنند ولی گیرندهٔ حس وضعیت در ماهیچهٔ اسکلتی وجود دارد.

۱۸۴۹ **(۱)** همهٔ موارد عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند. بخش اعظم سر استخوان ران از بافت استخوانی اسفنجی و بخش اعظم تنهٔ استخوان ران از بافت استخوانی فشرده تشکیل شده است.



بررسی موارد **الف)** در بافت استخوانی اسفنجی، یاخته‌ها به صورت پراکنده و نامنظم در کنار یکدیگر قرار دارند. **ب)** بافت استخوانی اسفنجی نزدیک مغز قرمز استخوان بوده که یاخته‌های هدف هورمون کبدی و کلیوی اریتروپویتین هستند. **ج)** هم در بافت استخوانی اسفنجی و هم در بافت استخوانی فشرده، فاصلهٔ بین یاخته‌ها زیاد است (چون هر دو نوعی بافت پیوندی هستند)؛ اما دقت کنید که با توجه به شکل مقابل، فاصلهٔ بین یاخته‌ها در بافت استخوانی اسفنجی نسبت به بافت استخوانی فشرده، بیشتر است. **د)** با توجه به شکل مقابل صحیح است.

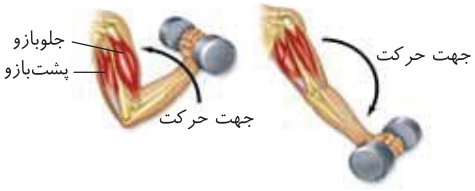
۱۸۵۰ **(۱)** فقط مورد (الف) عبارت را به درستی تکمیل می‌کند. با توجه به مطالب کتاب درسی، حشرات و سخت‌پوستان دارای اسکلت بیرونی و مهره‌داران دارای اسکلت درونی‌اند.

بررسی موارد **الف) درست.** در مورد همهٔ مهره‌داران به‌جز ماهی‌های غضروفی صحیح است. دقت کنید که در کنکورهای جدید، دیگر تفاوتی بین برخی و بسیاری وجود ندارد. **ب)** نادرست. در اسب‌ماهی جانور ماده، تخمک را به درون حفره‌ای در بدن جنس نر منتقل می‌کند. لقاح در بدن نر انجام می‌شود و جنس نر، جنین‌ها را در بدن خود نگه می‌دارد، پس از طی مراحل رشد و نموی، نوزادان متولد می‌شوند. **ج)** نادرست. اسکلت بیرونی در حشرات و سخت‌پوستان وجود دارد که در سخت‌پوستان، مادهٔ زائد نیتروژن‌دار از آبشش‌ها خارج می‌شوند ولی در حشرات اوریک‌اسید از دستگاه گوارش خارج می‌شود. پس در همهٔ آن‌ها دستگاه دیگری، مواد زائد نیتروژن‌دار را خارج می‌کند. **د)** نادرست. حشرات و سخت‌پوستان دارای طناب عصبی شکمی هستند. همولنف در حشرات فقط به انتقال غذا می‌پردازد و به اندام‌ها و یاخته‌ها مواد غذایی می‌رساند ولی گاز تنفسی مستقیماً از سیستم نایدیسی منتقل می‌شود ولی در سخت‌پوستان، همولنف تیره و روشن وجود دارد و همولنف در انتقال گاز تنفسی و غذا نقش دارد.

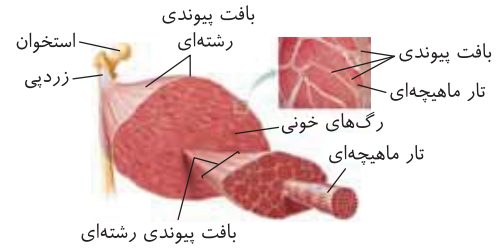
۱۸۵۱ **(۲)** موارد (ب) و (د) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد **الف)** درست. همهٔ تارهای (یاخته‌های) ماهیچه‌های اسکلتی، چند هسته‌ای هستند و مادهٔ وراثتی در دو بخش دوغشایی هسته و راکیزه وجود دارد. **ب) نادرست.** تارهای ماهیچه‌ای می‌توانند با یاختهٔ عصبی حرکت سیناپس تشکیل دهند. (نه تارچه‌ها!) **ج)** درست. هر تار از تعدادی تارچه تشکیل شده است و بنابراین تعداد تارها از تارچه‌ها کمتر است. **د) نادرست.** تارهای ماهیچه‌ای در تماس با بافت پیوندی قرار دارند. تارچه‌ها، درون تارها قرار دارند و در تماس با سیتوپلاسم و اندامک‌ها و یون کلسیم می‌توانند قرار گیرند.

۱۸۵۲ (۱) با توجه به شکل روبه‌رو، دو تاندون ماهیچهٔ دو سر از بالا به استخوان‌های ترقوه و کتف و یک تاندون هم از پایین به استخوان درشت‌نی متصل است. تمامی این استخوان‌ها (نه گروهی از آن‌ها!) جزئی از استخوان‌های اسکلت جانبی به حساب می‌آیند.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** بر طبق شکل مقابل، تارهای ماهیچه‌ای دارای چندین هسته (اندامک حاوی کروموزوم اصلی یاخته) می‌باشند که در حاشیهٔ یاخته قرار گرفته‌اند. اغلب تارچه‌ها با هسته تماسی ندارند. **گزینهٔ (۳):** اغلب تارهای ماهیچه‌ای ماهیچهٔ دوسر از نوع کند می‌باشند. اما این ماهیچه تعدادی تار تند هم دارد که بیشتر انرژی خود را از راه بی‌هوازی و با کاهش مولکول پیروووات بدست می‌آورد. **گزینهٔ (۴):** بر طبق شکل، در لابه‌لای گروهی از دسته‌تارهای ماهیچه‌ای، رگ‌های خونی قرار گرفته‌اند که در تأمین اکسیژن موردنیاز برای انقباض تارها نقش دارند.



۱۸۵۳ (۱) با اتصال مولکول پیام‌رسان تحریکی به گیرندهٔ خود در ماهیچهٔ اسکلتی، ابتدا ساختار سه‌بعدی مولکول گیرنده تغییر می‌کند (گزینهٔ (۲)) سپس یک موج تحریکی در طول غشای یاخته ایجاد می‌شود (گزینهٔ (۳)). با تحریک یاختهٔ ماهیچه‌ای، یون‌های کلسیم از شبکهٔ آندوپلاسمی آزاد می‌شوند (گزینهٔ (۴)). در نتیجهٔ این عمل، سرهای پروتئین میوزین در سارکومر به رشتهٔ اکتین متصل می‌گردند. (گزینهٔ (۱))

۱۸۵۴ (۳) لوب پس‌سری در تفسیر نهایی اطلاعات بینایی نقش دارد. استخوان پس‌سری با استخوان آروارهٔ فوقانی در تماس نیست.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یک استخوان متصل به آروارهٔ بالا با استخوان گیجگاهی (دربرگیرندهٔ گوش درونی) مفصل تشکیل می‌دهد. **گزینهٔ (۲):** بزرگ‌ترین لوب مغزی، لوب پیشانی است که توسط استخوان پیشانی محافظت می‌شود. این استخوان به آروارهٔ بالا متصل است. **گزینهٔ (۴):** مطابق با شکل، استخوان کوچکی در بالای آروارهای فوقانی وجود دارد که در حفاظت از بینی نقش دارد.

۱۸۵۵ (۱) زردپی‌ها و کپسول مفصلی از جنس بافت **پیوندی** و دارای رشته‌های پروتئینی **کشسان** و **کلاژن** هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** زردپی از جنس بافت **پیوندی متراکم** است و یاخته‌های مدور ندارد. **گزینهٔ (۳):** زردپی‌ها الزاماً به استخوان متصل نیستند مانند زردپی‌هایی که **ماهیچه‌های اطراف کرهٔ چشم** را به صلبیه متصل می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** زردپی‌ها دارای گیرندهٔ **وضعیت** هستند و می‌توانند به **مغزمیانی** پیام دهند زیرا مغز میانی در **حرکت** نقش دارد.

۱۸۵۶ (۱) چه در ماهیچهٔ دوزنقه‌ای یک پسر بالغ و چه در یاختهٔ معبر ریشهٔ برخی گیاهان، **ساختارهای یاخته‌ای بدون غشا** همانند **ریبوزوم** و **ریزلوله‌های پروتئینی** قابل مشاهده‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** دقت کنید که در فصل ۶ می‌خوانید که تقسیم سیتوپلاسم یاختهٔ گیاهی می‌تواند در مراحل **آنافاز** و **تلوفاز** آغاز و ادامه یابد. در نتیجه دوک تقسیم هنوز ناپدید نشده است. **گزینهٔ (۳):** در هر دو نوع یاخته، اکسیژن کارایی تولید ATP را در تنفس یاخته‌ای **افزایش** می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** در هر دو نوع یاخته، برخی آنزیم‌ها می‌توانند **درون غشا** فعالیت کنند همانند پمپ سدیم - پتاسیم و ...

۱۸۵۷ (۱) موارد (الف) و (د) عبارت را نادرست تکمیل می‌کنند (علت نادرست بودن هر دو جمله، قید «بسیاری» است چون این دو جمله در مورد **همهٔ** ماهیچه‌ها صدق می‌کنند).

بررسی موارد (الف) **نادرست.** *فیلی به متن عبارت دقت کنید پون گول زننده است!* **بسیاری** از حرکات **بدن** انسان در اثر **انقباض ماهیچه‌ها** رخ می‌دهد ولی در حقیقت **همهٔ** حرکات **ماهیچه‌ها** در اثر انقباض آن‌ها رخ می‌دهد. (ب) درست. **بسیاری** از ماهیچه‌های اسکلتی بدن به صورت جفت باعث حرکت اندام‌ها می‌شوند چون ماهیچه فقط قابلیت کشیدن دارد (نه هل دادن!). (ج) درست. **بسیاری** از ماهیچه‌های اسکلتی به استخوان متصل‌اند و با انقباض خود **فقط** می‌توانند استخوانی را در جهت خاص **بکشند** ولی هل نمی‌دهند. در حقیقت به‌جز برخی ماهیچه‌های اسکلتی مثل اسفنکترهای خارجی مخرج، بندارهٔ خروج ادرار و ... در سایر موارد ماهیچه‌های اسکلتی سبب حرکت استخوان می‌شوند. (د) **نادرست.** هر انقباض ارادی یا غیرارادی ماهیچهٔ اسکلتی، تحت کنترل پیام تحریکی **اعصاب پیکری** صورت می‌گیرد.

۱۸۵۸ (۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) عبارت را نادرست تکمیل می‌کنند.

نکته
وقتی ماهیچه و تار آن انقباضی با افزایش حجم انجام می‌دهند، طول بخش‌های روشن سارکومر کوتاه‌تر می‌شود و اختلاف طول بخش تیره و روشن بیشتر از قبل می‌گردد ولی طول رشته‌های پروتئینی ساخته شده از اکتین و میوزین و طول نوار (بخش) تیره تغییری نمی‌کند.

۱۸۵۹ (۲) طبق متن کتاب، **هر** یاختهٔ ماهیچهٔ اسکلتی از به هم پیوستن چند یاخته در دوران **جنینی** ایجاد شده است و به همین علت چندهسته‌ای می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مورد تارهای تند نادرست است. **گزینهٔ (۳):** هر تار ماهیچه، بیشترین انرژی را از کراتین‌فسفات به دست نمی‌آورد بلکه از سوختن گلوکز به دست می‌آورد. **گزینهٔ (۴):** تارهای ماهیچه‌ای، دارای مقداری **میوگلوبین** هستند (نه هموگلوبین!).

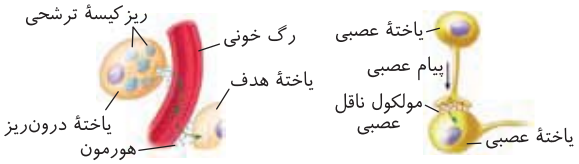
زیست ۱۱ ◂ فصل ۴

تنظیم شیمیایی

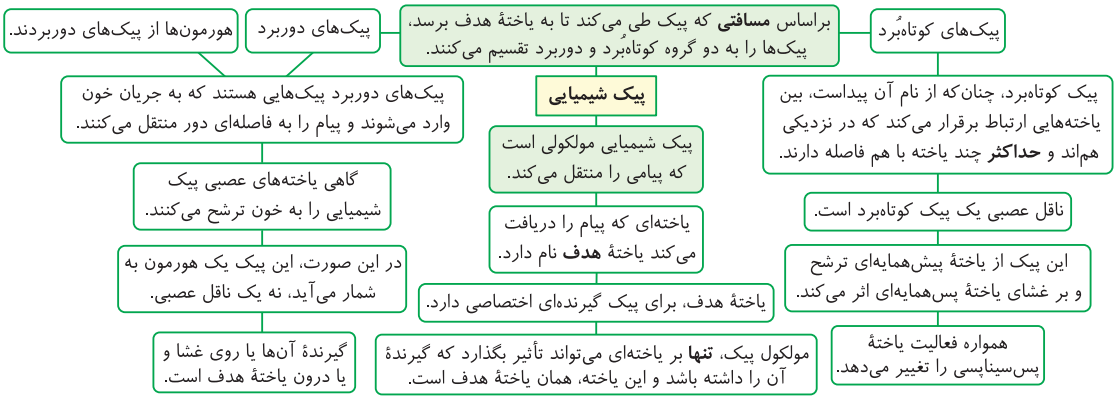
۱۸۶۰ : (۱) هیچ کدام از موارد صحیح نیستند. *طبق معمول اول بریم فط کتاب درسی رو تمرین کنیم!*

بررسی موارد (الف) در پریاخته‌ای‌ها، یاخته‌ها **نمی‌توانند** مستقل از یکدیگر عمل کنند چون باید ارتباط سیتوپلاسمی داشته باشند. (ب) دستگاه عصبی، یکی از دستگاه‌های ارتباطی بدن است؛ اما بدیهی است؛ که با تک‌تک یاخته‌های بدن ارتباط **ندارد**. (ج) پیک شیمیایی **ممکن است به یاختهٔ هدف وارد نشود** مانند ناقل عصبی و اغلب هورمون‌ها. (کلاً به گزینه‌هایی که قید **همواره** یا **هیچ‌گاه** دارند به دید منفی نگاه کنید!)

۱۸۶۱ : (۳) از فصل (۱) به یاد دارید که ناقل عصبی، از یاختهٔ پیش‌سیناپسی ترشح می‌شود و چه مهاری باشد چه تحریکی، پس از اتصال به گیرندهٔ خود **پتانسیل الکتریکی یاختهٔ هدف را تغییر می‌دهد.**



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیرندهٔ پیک شیمیایی ممکن است **درون سیتوپلاسم یاختهٔ هدف** قرار داشته باشد که در شکل کتاب درسی نشان داده شده است. **گزینهٔ (۲):** پیک کوتاه‌برد ممکن است بین یاخته‌هایی که **چند یاخته** با هم فاصله دارند نیز ارتباط برقرار کند. **گزینهٔ (۴):** هر پیک دوربرد الزاماً هورمون نیست!



۱۸۶۲ : (۲) موارد (ب) و (ج) عبارت را به **نادرستی** تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد (الف) درست. پیک‌های دوربرد می‌توانند هورمون‌ها باشند، می‌دانیم که برخی از هورمون‌ها مثل گاسترین می‌توانند بر یاخته‌های مجاور محل تولید خود (در معده) نیز اثر بگذارند ولی دقت کنید که همین‌ها هم چون دوربرد هستند، مسافت زیادی را طی می‌کنند تا از یاختهٔ تولید شده به یاختهٔ هدف خود برسند. (ب) **نادرست.** پیک دوربرد پس از ترشح، از مایع بین‌یاخته‌ای عبور کرده و سپس وارد جریان خون (نوعی بافت پیوندی) **می‌شود.** (مایع بین‌یاخته‌ای برخلاف خون و لنف، تنها قسمتی از محیط داخلی است که یک بافت به حساب نمی‌آید.) (ج) **نادرست.** پیک‌های کوتاه‌برد، می‌توانند ناقلین عصبی باشند که همواره توسط یاختهٔ عصبی وارد فضای سیناپسی می‌شوند. *ولی یادتون باشه پیک کوتاه‌برد دیگری مثل هیستامین داریم که روی یاخته‌های دیوارهٔ مویرگ اثر می‌کند ولی از یاختهٔ عصبی ترشح نمی‌شود یا مثلاً اینترفرون نوع ۱ و یا پیک‌های حاصل از یاختهٔ سرتولی مردان!* (د) درست. طبق تعریف کتاب درسی، مولکولی که پیامی را منتقل می‌کند، پیک شیمیایی نامیده می‌شود. همچنین در تعریف پیک کوتاه‌برد نیز به این مورد اشاره شده که این مولکول سبب برقراری ارتباط بین یاخته‌های نزدیک هم می‌شود.

۲۱۱ مقایسهٔ هورمون و انتقال‌دهندهٔ عصبی

هورمون	انتقال‌دهندهٔ عصبی
از یاختهٔ عصبی یا هر یاختهٔ درون‌ریز ترشح می‌شود.	از انتهای آکسون نورون‌ها ترشح می‌شود.
اثر کند و طولانی دارد.	اثر سریع و کوتاه‌مدت دارد.
بر بافت یا اندام دور و مجاور مؤثر است.	بر **یاخته**(های) مجاور مؤثر است.
از راه خون به هدف می‌رسد.	به فضای سیناپسی وارد می‌شود.

۱۸۶۳ : (۳) **بررسی گزینه‌ها** پیک‌های شیمیایی درون‌ریز همانند پیک‌های شیمیایی کوتاه‌برد از یاختهٔ سازندهٔ خود با فرایند برون‌رانی و ضمن مصرف انرژی ابتدا به فضای بین‌یاخته‌ای وارد می‌شوند (درستی گزینهٔ (۳) و نادرستی گزینهٔ (۴)). دقت کنید که طبق شکل کتاب درسی، گیرندهٔ پیک‌های دوربرد (مانند برخی از هورمون‌های لیپیدی از جنس کلسترول) می‌تواند درون یاخته قرار گرفته باشد (نادرستی گزینهٔ (۱)). همچنین پیک‌های شیمیایی دوربرد (هورمون‌ها) حتماً وارد جریان خون می‌شوند (نادرستی گزینهٔ (۲)).

۲۱۲ پیک‌های شیمیایی

پیک‌های شیمیایی	مثال		یاختهٔ ترشح‌کننده	یاختهٔ هدف
کوتاه‌برد (عدم ورود به خون)	ناقل عصبی		یاختهٔ پیش‌سیناپسی دستگاه عصبی	یاختهٔ پس‌سیناپسی
	اینترفرون	نوع یک	یاختهٔ آلوده به ویروس	یاختهٔ آلوده به ویروس و یاخته‌های سالم اطراف
		نوع دو	یاختهٔ کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت T	درشت‌خوار
دوربرد (ورود به خون)	هورمون		دستگاه درون‌ریز	یاختهٔ هدف هورمون

۱۸۶۴ (۴) یاخته‌های عصبی در جسم‌یاخته‌ای خود می‌توانند پیک شیمیایی دوربرد یا کوتاه‌برد را ترشح کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** این جمله تنها در ارتباط با ناقلین عصبی از نوع تحریکی درست است که باعث رسیدن اختلاف پتانسیل دو سمت غشا از ۷۰– تا ۰ می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** ناقلین عصبی بعد از اینکه اثر خود را گذاشتند، می‌توانند توسط آنزیم‌های یاختهٔ پیش‌همایه‌ای تجزیه شده و از بین بروند و یا به یاختهٔ پیش‌سیناپسی برگردند. **گزینهٔ (۳):** همهٔ پیک‌های شیمیایی نمی‌توانند به یاختهٔ هدف خود وارد شوند. به‌طور مثال ناقلین عصبی همواره روی غشای یاختهٔ هدف قرار می‌گیرند. **گزینهٔ (۴):** طی برون‌رانی با آزاد شدن ناقل‌های درون ریزکیسه‌ها، پیک‌های شیمیایی دوربرد یا کوتاه‌برد ابتدا وارد فضای بین‌یاخته‌ای می‌شوند.

۱۸۶۵ (۴) پیک‌های شیمیایی دوربرد به این معنا هستند که برای رسیدن از یاختهٔ تولیدکننده به یاختهٔ هدف مسافت طولانی را در خون طی می‌کنند. دقت کنید اینکه محل تولید و هدف یک هورمون مثل گاسترین معده کنار هم باشند دلیل به کوتاه‌برد بودن آن نیست بلکه مسافتی که در خون طی می‌کند ملاک دوربرد بودن آن است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیرندهٔ گروهی از پیک‌های شیمیایی، درون یاختهٔ هدف است، مثل فصل ۵ یازدهم، آنزیم القاکنندهٔ مرگ برنامه‌ریزی شده را درون یاخته بررسی می‌کنیم یا حتی در شکل ۲ فصل ۴ مشاهده می‌کنید که برخی هورمون‌ها وارد یاختهٔ هدف می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** پیک‌های کوتاه‌برد لزوماً وارد خون نمی‌شوند (مانند ناقلین عصبی). **گزینهٔ (۳):** پاسخ به پیک شیمیایی، بستگی به **نوع پیک شیمیایی** و **یاختهٔ هدف** دارد و لزوماً یاخته‌های مختلف پاسخ یکسانی به یک نوع پیک شیمیایی نمی‌دهند.

۱۸۶۶ (۴) هورمون‌های ضدادراری و اکسی‌توسین در هیپوتالاموس تولید شده و از هیپوفیز پسین ترشح می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گروهی از هورمون‌ها مثل اپی‌نفرین، نوراپی‌نفرین و اکسی‌توسین از یاخته‌های عصبی ترشح می‌شوند (نه پوششی). **گزینهٔ (۲):** دقت کنید که طبق سؤال کنکور مطرح شده مکانیسم آزاد شدن پیک‌های شیمیایی، اگزوسیتوز است و ماده از لابه‌لای فسفولیپید رد نمی‌شود. **گزینهٔ (۳):** *برای هورمون‌ها زشته این مسائل معنی نداره!*

۱۸۶۷ (۳) موارد (ب)، (ج) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. انتقال‌دهنده‌های عصبی، از راه فضای سیناپسی با فاصلهٔ کم به یاختهٔ پس‌سیناپسی منتقل می‌شوند و **به خون وارد نمی‌شوند.** (ب) **درست.** انتقال‌دهندهٔ عصبی، در پاسخ به محرک‌های **متفاوت** ساخته و آزاد می‌شوند تا کار بدن را تنظیم کنند. (ج) **درست.** اثر انتقال‌دهندهٔ عصبی سریع‌تر و کوتاه‌تر از اثر هورمون‌ها می‌باشد. (د) **درست.** این مواد متنوع هستند و به همراه هورمون فعالیت‌های بدن را هماهنگ می‌کنند.

۱۸۶۸ (۳) بعضی هورمون‌ها مانند اکسی‌توسین می‌توانند موجب تحریک انقباض یاختهٔ ماهیچه‌ای شوند، در حالی‌که ناقل عصبی نیستند و هورمون‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بعضی هورمون‌ها مانند اکسی‌توسین و ضدادراری از پایانهٔ آکسون یاخته‌های عصبی ترشح می‌شوند و به خون وارد می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** ناقل عصبی توسط یاختهٔ متعلق به بافت عصبی ساخته شده و بر یاختهٔ متعلق به بافت ماهیچه‌ای یا غده تأثیر می‌گذارد. **گزینهٔ (۴):** پیک‌های شیمیایی دوربرد (هورمون‌ها) توسط یاخته‌های درون‌ریز و یاخته‌های ترشحی عصبی ساخته می‌شوند. همان‌طور که می‌دانید، هورمون‌های اکسی‌توسین و ضدادراری در یاخته‌های عصبی هیپوتالاموس ساخته شده و پس از انتقال به هیپوفیز پسین، به خون ترشح می‌شوند.

۱۸۶۹ (۴) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) پیک‌هایی که بر یاختهٔ ترشح‌کنندهٔ خود اثر می‌گذارند می‌توانند کوتاه‌برد (مانند اینترفرون نوع یک) یا دوربرد (مانند هورمون‌های تیروئیدی و استروژن) باشند. (ب) از انتهای برآمدهٔ آکسون‌ها ممکن است ناقل عصبی یا هورمون ترشح شود؛ این ناقل‌های عصبی هستند که منجر به انتقال پیام عصبی در فضای سیناپسی با یاختهٔ دیگر می‌شوند (نه هورمون‌ها). (ج) علاوه‌بر ناقل‌های عصبی، هورمون‌ها و بسیاری از پیک‌های دیگر نیز می‌توانند فعالیت نورون‌ها را تغییر دهند، مثلاً هورمون‌های تیروئیدی موجب افزایش تنفس یاخته‌ای در نورون‌ها می‌شوند؛ چون یاختهٔ ترشح‌کننده بافت پوششی است، روی غشای پایه یا بافت پیوندی قرار دارند که گلیکوپروتئین دارند. (د) همهٔ ناقل‌های عصبی و یا پیک‌های دیگر پس از ترشح منجر به تأثیر روی همان یاخته یا یاختهٔ دیگری می‌شوند و فعالیت آن را تغییر می‌دهند. البته در برخی موارد هم ناقل عصبی و پیک توسط آنزیم‌ها تجزیه می‌شوند و اصلاً به گیرندهٔ هدف برخورد نمی‌کنند.

مکان	غدد درون‌ریز		نکات
مغز (۳ غدهٔ درون‌ریز)	هیپوتالاموس		تنظیم ترشحات بخش پیشین هیپوفیز و ساخت هورمون‌های ذخیره شده در هیپوفیز پسین (اکسی‌توسین و ضدادراری) و تنظیم دمای بدن، تعداد ضربان قلب، فشار خون، تشنگی، گرسنگی و خواب
	هیپوفیز	پیشین	ساخت ۶ نوع هورمون تحت کنترل هورمون‌های آزادکننده و مهارکنندهٔ هیپوتالاموس و دارای ارتباط خونی با هیپوتالاموس
		میانی	عملکرد آن به خوبی در انسان شناخته نشده است.
		پسین	دارای ارتباط عصبی با هیپوتالاموس و ذخیرهٔ هورمون‌های ساخته شده در هیپوتالاموس و نسبت به بخش پیشین، عقب‌تر و نزدیک‌تر به مخچه قرار گرفته است.
	اپی‌فیز		بالای برجستگی‌های چهارگانه قرار دارد و مقدار ترشح هورمون ملاتونین در شب به حداکثر و در ظهر به حداقل می‌رسد و در تنظیم ریتم‌های شبانه‌روزی نقش دارد.
گردن (۵ غده)	تیروئید		ساخت هورمون‌های تیروئیدی و کلسی‌تونین و شکلی شبیه به سپر در زیر حنجره
	پاراتیروئید		به تعداد ۴تا در پشت تیروئید و ساخت هورمون پاراتیروئیدی
پشت جناغ (۱ غده)	تیموس		با ترشح هورمون تیموسین، در تمایز لنفوسیت‌های T مؤثر است.
درون حفرهٔ شکمی (۳ یا ۵ غده)	پانکراس		متشکل از دو قسمت درون‌ریز و برون‌ریز و ساخت هورمون‌های تنظیم‌کنندهٔ قند خون (انسولین و گلوکاگون)
	فوق کلیه	بخش قشری	ساخت هورمون جنسی زنانه و مردانه در هر دو جنس و هورمون کورتیزول و آلدوسترون
		بخش مرکزی	ساختار عصبی دارد و ساخت هورمون‌های اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین
	تخمدان‌ها		ساخت هورمون‌های جنسی (استروژن و پروژسترون) و تولید یاختهٔ جنسی
پایین حفره‌های شکمی (صفر یا ۲ غده)	بیضه‌ها		ساخت هورمون‌های جنسی (تستوسترون) و تولید یاختهٔ جنسی

۱۸۷۰ ۳ فقط مورد (الف) نادرست است و سایر موارد صحیح می‌باشند.

بررسی موارد **الف** برای مثال، پیک‌های شیمیایی ترشح شده از یاخته‌های دیوارهٔ مویرگ‌ها در طی پاسخ التهابی وارد خون شده و گویچه‌های سفید خون را به محل آسیب فرا می‌خوانند. این پیک‌های شیمیایی هورمون نیستند. هم‌چنین در فرایند التهاب، هیستامین نیز با توجه به شکل کتاب در فصل ۵، وارد خون می‌شود ولی هورمون به حساب نمی‌آید. **ب** هورمون‌ها توسط یاخته‌های درون‌ریز ترشح می‌شوند که می‌توانند عصبی یا غیرعصبی باشند، اما این هورمون‌ها همگی به خون (بافت پیوندی) وارد می‌شوند. **ج** *درست بودن این گزینه خیلی واضحه!* خب بالاخره هر یاخته‌ای درون خود آنزیم دارد که دارای جایگاه اختصاصی برای پیش‌ماده می‌باشد. **د** همهٔ یاخته‌های زندهٔ بدن تحت تأثیر هورمون‌های تیروئیدی هستند.

نکته

اینترفرون‌ها، هیستامین، عامل رشد موجود در زیر محل زخم و آنزیم القاکنندهٔ مرگ برنامه‌ریزی شده، نه ناقل عصبی‌اند و نه هورمون، اما پیک شیمیایی به حساب می‌آیند. این موارد را در فصل ۵ و ۶ یازدهم می‌خوانید! *خلاصه برونید که پیک شیمیایی حتماً هورمون و ناقل عصبی نیست!*

۱۸۷۱ ۱ با توجه به شکل کتاب درسی، هردو نوع یاختهٔ درون‌ریز هورمون‌ساز عصبی و یاختهٔ ترشحی ناقل عصبی، پیک‌های شیمیایی خود را از طریق پایانهٔ آکسونی خود ترشح یا اگزوسیتوز (برون‌رانی) می‌کنند. در نورون حرکتی، آسه از دارینه درازتر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲)**: پیام یاختهٔ عصبی از جسم‌یاخته‌ای به پایانهٔ آکسونی هدایت می‌شود (نه منتقل!). **گزینهٔ (۳)**: نورون‌ها معمولاً تقسیم یاخته‌ای ندارند و ژن‌های هسته‌ای خود را همانندسازی نمی‌کنند. **گزینهٔ (۴)**: هر نوع یاختهٔ عصبی می‌تواند برای ناقل‌های عصبی در سیناپس، گیرندهٔ اختصاصی داشته باشد.

۱۸۷۲ ۱ فقط مورد (ج) صحیح است. یک لحظه دقت کنید که سؤال در مورد **همهٔ پریاخته‌ای‌هاست نه فقط جانوران!** پس در مورد گیاهان قطعاً عبارات (الف)، (ب) و (د) حذف می‌شوند چون عصب و سیناپس ندارند ولی هر جانداری باید برای محرک خود گیرندهٔ اختصاصی داشته باشد (درستی مورد (ج)). *خیلی در خواندن سؤال دقت کنید، حتماً قرار نیست چیزی که شما فکر می‌کنید سؤال شده باشد!*

۱۸۷۳ ۱ **بررسی گزینه‌ها** به دنبال اتصال پیک شیمیایی به گیرندهٔ خود، ابتدا تغییری در **ساختار** سه‌بعدی پروتئین گیرنده ایجاد می‌شود یعنی ساختار یا همان برهم‌کنش‌های آب‌گریز آن که در فصل ۱ دوازدهم خواندید، تغییرمی‌کند (گزینهٔ (۱)) سپس به دنبال تغییر ساختار گیرنده، فعالیت آن تغییر می‌کند (گزینهٔ (۳)) که می‌تواند سبب تغییر پتانسیل الکتریکی غشا شود (گزینهٔ (۲)) و یا بیان نوعی ژن را تنظیم کند (گزینهٔ (۴)).

۱۸۷۴ ۳ شکل سؤال نشان دهندهٔ غدهٔ برون‌ریز است. غدهٔ برون‌ریز ترشحات خود را از طریق مجرایی به سطح یا حفرات بدن می‌ریزد. تنظیم عمل غدد برون‌ریز عمدتاً به کمک دستگاه عصبی خودمختار و بخش‌های آن، یعنی سمپاتیک و پاراسمپاتیک صورت می‌گیرد. فعالیت پاراسمپاتیک به‌طور معمول سبب افزایش ترشح در غدد برون‌ریز گوارشی می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۲)**: غدد برون‌ریز هیچ‌گاه مادهٔ ترشحی خود را به درون خون، لنف و آب میان‌بافتی که مجموعهٔ آن‌ها همان محیط داخلی بدن است، ترشح نمی‌کنند. در مورد گزینهٔ (۲) نباید به CO_2 حاصل از تنفس یاخته‌ای که توسط هر یاختهٔ زنده به خون وارد می‌شود دقت کنید چون گفته «ترشحات اختصاصی». **گزینهٔ (۴)**: پیک شیمیایی مولکولی است که پیامی را منتقل می‌کند. یاخته‌ای که پیام را دریافت می‌کند یاختهٔ هدف نام دارد. پیک شیمیایی در غددی که صرفاً برون‌ریز هستند به صورت طبیعی تولید نمی‌شود.

۱۸۷۵ ۴ بافت ترشحی به کار رفته در ساختار غدد **برون‌ریز** همواره از نوع بافت پوششی است ولی ساختار غدد درون‌ریز می‌تواند پوششی یا عصبی باشد. به‌طور معمول ساختار غدد درون‌ریز را نیز همانند غدد برون‌ریز از جنس بافت پوششی در نظر می‌گیریم مگر آن‌که در تست قید «همواره و ...» داشته باشد. یاخته‌های تشکیل دهندهٔ بافت پوششی به کمک شبکه‌ای از رشته‌های پروتئینی به نام غشای پایه به یکدیگر متصل هستند.

مقایسه غدد درون‌ریز و برون‌ریز ۲۱۴

غدد درون‌ریز	غدد برون‌ریز
اغلب از یاخته‌های بافت پوششی بر روی غشای پایه و یا بافت عصبی ایجاد شده‌اند.	از یاخته‌های بافت پوششی بر روی غشای پایه ایجاد شده‌اند.
مجرای مشخصی برای خروج فراوردهٔ خود ندارند.	مجرای مشخصی برای خروج فراوردهٔ خود به سطح بدن یا درون حفرات بدن دارند.
محصول خود (هورمون) را وارد خون می‌کنند.	محصول خود (مثل آنزیم، عرق و ...) را به سطح بدن یا حفرات بدن می‌ریزند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: غدد برون‌ریز پیک شیمیایی ترشح نمی‌کنند. **گزینهٔ (۲)**: گروهی از غدد برون‌ریز ترکیبات پروتئینی (پلی‌پپتیدی) مثل آنزیم‌های گوارشی را ترشح می‌کنند. **گزینهٔ (۳)**: با اینکه طبق شکل ۳ فصل ۴ یازدهم، غدد درون‌ریز و برون‌ریز می‌توانند از یاخته‌های غیر هم‌اندازه تشکیل شوند، ولی توجه کنید که غدد درون‌ریز برخلاف غدد برون‌ریز، مجرای مشخصی برای انتقال مواد ترشح شده ندارند.

۱۸۷۶ ۴ همهٔ پیک‌های شیمیایی دوربرد و کوتاه‌برد در ابتدا از یاختهٔ تولیدکنندهٔ خود، خارج و سپس وارد مایع میان‌بافتی می‌شوند. خروج پیک‌ها از یاخته‌های تولیدکننده معمولاً با کمک **برون‌رانی** صورت می‌گیرد. برون‌رانی فرایند خروج ذره‌های بزرگ از یاخته است. این فرایندها با تشکیل کیسه‌های غشایی همراه است و به انرژی *ATP* نیاز دارد. (این نکته در کنکور سراسری سؤال شده بود!)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: غدهٔ برون‌ریز ترشحات خود را از طریق مجرایی به سطح یا حفرات بدن می‌ریزد. برخی غدد همچون غدهٔ پانکراس دارای هر دو بخش درون‌ریز و برون‌ریز هستند. بنابراین می‌توانند تولید هورمون را نیز انجام دهند. **گزینهٔ (۲)**: فضای بین این یاخته‌ها را مایع بین‌یاخته‌ای پر کرده است. این مایع محیط زندگی یاخته‌ها است. هیچ‌گاه ترشح پیک شیمیایی مستقیماً به درون یاختهٔ گیرنده یا همان سیتوپلاسم آن صورت نمی‌گیرد. **گزینهٔ (۳)**: هورمون‌ها (پیک‌های دوربرد) از یاخته‌های درون‌ریز ترشح می‌شوند. این یاخته‌ها ممکن است به صورت **پراکنده** در اندام‌ها و یا به صورت یاخته‌های درون‌ریز **مجتمع** شده دیده شوند که در این صورت، **غدهٔ** درون‌ریز را تشکیل می‌دهند. بنابراین هر هورمونی که ترشح می‌شود الزاماً از غده ترشح نشده است. از طرفی ممکن است موادی مثل هیستامین از ماستوسیت‌ها و یا از دیوارهٔ مویرگ به خون ترشح شوند ولی یاختهٔ درون‌ریز و هورمون نمی‌باشند.

۱۸۷۷ **(۴)** اغلب یاخته‌های درون‌ریز و همهٔ یاخته‌ها و غدد برون‌ریز، به بافت پوششی تعلق دارند. چهار نوع بافت اصلی جانوری عبارتند از: بافت پوششی، پیوندی، عصبی و ماهیچه‌ای.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** علاوه‌بر اینکه یاخته‌های درون‌ریز به دو صورت پراکنده در اندام‌ها و مجتمع در غدد درون‌ریز مشاهده می‌شوند، یاخته‌های برون‌ریز می‌توانند درون غدد برون‌ریز و یا به صورت پراکنده در مخاط (مانند یاخته‌های ترشح کنندهٔ موسین در لولهٔ گوارش) فعالیت کنند. از طرفی واژهٔ **غدهٔ** درون‌ریز معنی یاخته‌های **مجتمع** را می‌دهد. **گزینهٔ (۲):** نورون‌ها می‌توانند پیک شیمیایی دوربرد (هورمون) و کوتاه‌برد (ناقل عصبی) ترشح کنند. یاخته‌های برون‌ریز می‌توانند تحت تأثیر ناقل‌های عصبی ترشحات خود را تنظیم کنند. به‌طور مثال یاخته‌های برون‌ریز غدد بزاقی تحت تأثیر پیام‌های ارسالی از پل‌مغزی، میزان ترشحات خود را تغییر می‌دهند. همچنین یاخته‌های درون‌ریز نیز می‌توانند تحت تأثیر پیک شیمیایی ترشح شده از نورون‌ها قرار گیرند؛ مانند یاخته‌های درون‌ریز در هیپوفیز پیشین که تحت تأثیر هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده قرار می‌گیرند. هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده در یاخته‌های **عصبی** هیپوتالاموس تولید می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** به‌طور معمول یاخته‌های درون‌ریز، محصول خود را به فضای بین‌یاخته‌ای از محیط داخلی بدن (خون - لنف - فضای بین‌یاخته‌ای) ترشح می‌کنند ولی یاخته‌ها و غدد برون‌ریز مواد اصلی را به مجرایی خارج از محیط داخلی ترشح می‌کنند.

۱۸۷۸ **(۳)** محل ادغام مجرای صفرا و مجرای پایینی لوزالمعده در سمت راست شکم است ولی بالاترین بخش از رودهٔ بزرگ به عنوان آخرین اندام گوارشی جذب‌کنندهٔ آب و یون (بالاترین بخش کولون پائین‌رو در رودهٔ بزرگ) در بخش **چپ** شکم می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بخش اعظم کبد که اندام غیرلنفی مؤثر در تخریب گویچه‌های قرمز آسیب‌دیده است، در سمت راست شکم می‌باشد. از طرفی محل اتصال مجرای لنفی کم‌قطر به سیاهرگ زیرترقوه‌ای نیز در سمت راست است. **گزینهٔ (۲):** بندارهٔ پیلور در لولهٔ گوارش که در دو طرف خود واجد دو نوع یاختهٔ درون‌ریز با اثر مخالف بر اسیدیتهٔ اندام هدف خود می‌باشند، در سمت راست شکم است و لوب بویایی بلندتر نیز در سمت راست است. **گزینهٔ (۴):** اندام لنفی طحال که خون تیرهٔ خود را همراه خون تیرهٔ بخش بالایی معده به عنوان اندام کیسه‌مانند دستگاه گوارش، وارد سیاهرگ باب می‌کند، در سمت چپ می‌باشند ولی آپاندیس اندام لنفی ایجادکنندهٔ منفذ در رودهٔ کور است که در سمت راست قرار دارد.

۱۸۷۹ **(۳)** بسیار دقت کنید وقتی سخن از **هر** انسان به میان می‌آید، باید **هم مرد و هم زن** را در نظر گرفت. در شکم (بخش احاطه شده با پردهٔ صفاق) یک مرد بالغ پانکراس و دو غدهٔ فوق‌کلیه وجود دارد. همچنین در شکم یک زن بالغ، علاوه‌بر پانکراس و دو غدهٔ فوق‌کلیه، **دو تخمدان** نیز وجود دارد. از طرفی رگ‌های متصل به قلب که خون روشن را حمل می‌کنند عبارتند از: سرخرگ آئورت و ۴تا سیاهرگ ششی متصل به دهلیز چپ. پس این عبارت در مورد زنان صدق می‌کند ولی در رابطه با مردان صحیح نیست!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در قفسهٔ سینه، یک غدهٔ تیموس وجود دارد. لوب‌های بویایی در مغز انسان دو عدد هستند. **گزینهٔ (۲):** در ناحیهٔ گردن، غدهٔ تیروئید و ۴ عدد غدهٔ پاراتیروئید موجود است. بندارهای لولهٔ گوارش که در ساختار خود واجد ماهیچهٔ صاف هستند عبارتند از: بندارهٔ انتهای مری، بندارهٔ پیلور، بندارهٔ بین رودهٔ باریک و رودهٔ بزرگ و بندارهٔ داخلی مخرج. **گزینهٔ (۴):** در سر (بخش احاطه شده با استخوان جمجمه)، غدد اپی‌فیز، هیپوتالاموس و هیپوفیز قرار دارند. همچنین تعداد سیاهرگ‌های متصل به دهلیز راست قلب نیز ۳ عدد است (بزرگ‌سیاهرگ‌های زیرین و زبرین و سیاهرگ کرونری).

۲۱۵ تعداد و محل غدد

نوع غده	اپی‌فیز	هیپوتالاموس	هیپوفیز	تیروئید	پاراتیروئید	تیموس	فوق‌کلیه	لوزالمعده	تخمدان	بیضه
تعداد غده	۱	۱	۱	۱	۴	۱	۲	۱	۲	۲
محل	مغز (بالاترین و کوچک‌ترین)	مغز	مغز	گردن (جلوی نای)	گردن (کوچک‌ترین)	قفسهٔ سینه (جلوی نای)	شکم	شکم	شکم (پایین‌ترین)	خارج شکم (پایین‌ترین)

۱۸۸۰ **(۲)** چند بار به طرق مختلف در تست‌ها طرح کردیم و گفتیم که یاخته‌های درون‌ریز یا به صورت پراکنده قرار گرفته‌اند یا اینکه به صورت مجتمع در کنار هم می‌باشند و غدد درون‌ریز را می‌سازند. موارد (الف) و (د) در رابطه با تمام یاخته‌های درون‌ریز پراکنده صحیح می‌باشند. طبق کتاب درسی، هورمون‌های گاسترین، سکرتین، اریتروپویتین و *HCG* از یاخته‌های پراکنده ترشح می‌شوند.

بررسی موارد **الف) درست.** یاخته‌های برون‌ریز ترشحات خود را به سطح یا حفرات بدن وارد می‌نمایند (نه یاخته‌های درون‌ریز!) **ب** و **ج** نادرست. نمونهٔ یاخته‌های درون‌ریز پراکنده: یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ سکرتین در دوازدهه، یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ گاسترین در معده، یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ اریتروپویتین در معده و کلیه، یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ هورمون *HCG* در جفت. برای مثال یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ هورمون *HCG* جزئی از دستگاه گوارش نیستند و جفت هم فاقد بخش برون‌ریز می‌باشد.

د) درست. تمام این یاخته‌ها از جنس یاخته‌های بافت پوششی می‌باشند، بنابراین با غشای پایهٔ ساخته شده از رشته‌های پروتئینی و گلیکوپروتئینی در ارتباط‌اند.

۲۱۶ یاخته‌های پراکندهٔ درون‌ریز در دستگاه گوارش و دفع ادرار

هورمون	محل ترشح	تأثیرگذار روی	تأثیر بر *pH*	عامل محرک	عملکرد
گاسترین	معده	معده	کاهش *pH* معده	ورود غذا به معده	تحریک یاختهٔ کناری ← افزایش ترشح اسید معده تحریک یاختهٔ اصلی ← افزایش ترشح پپسینوژن
سکرتین	دوازدهه (رودهٔ باریک)	لوزالمعده	افزایش *pH* دوازدهه	ورود کیموس اسیدی به دوازدهه	افزایش ترشح بیکربنات از بخش برون‌ریز لوزالمعده
اریتروپویتین	کبد و کلیه‌ها (گوارشی) (دفع ادرار)	مغز قرمز استخوان	ندارد	کمبود گویچهٔ قرمز	سبب تنظیم تولید گویچه‌های قرمز می‌شود.
HCG	کوریون جنین	تخمدان مادر	—	جایگزینی جنین در رحم	سبب ادامهٔ ترشح پروژسترون مادر و حفظ قطر رحم و عدم تخمک‌گذاری در دوران بارداری می‌شود.

۱۸۸۱ : (۴) همهٔ پیک‌های شیمیایی، به روش **اگزوسیتوز** از یاختهٔ سازندهٔ خود خارج می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۲):** هورمون‌ها از **یاخته‌های درون‌ریز** ترشح می‌شوند. این یاخته‌ها ممکن است به صورت **پراکنده** در اندام‌ها دیده شوند. مثلاً یاخته‌های درون‌ریز در **معده** و **دوازدهه** به ترتیب، هورمون **گاسترین** و **سکرتین** را ترشح می‌کنند. همچنین ممکن است یاخته‌های درون‌ریز را به صورت **مجتمع** یافت که در این صورت، **غدهٔ درون‌ریز**را تشکیل می‌دهند. ترشحات غدهٔ درون‌ریز به **خون** وارد می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** نورون‌ها می‌توانند **ناقل عصبی** (کوتاه‌برد) یا **هورمون** (دوربرد) تولید کنند.

۱۸۸۲ : (۴) ماهیچه‌های **مری** که غذا را وارد معده می‌کنند، در نزدیکی کلیه مشاهده نمی‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** غدهٔ **فوق‌کلیه** روی کلیه قرار دارد و به کمک هورمون‌های اپی‌نفرین و نورا‌پی‌نفرین، ضربان قلب و فشار خون را تنظیم می‌کند. **گزینهٔ (۲):** دو انتهای **پانکراس** در مجاورت هر دو کلیه مشاهده می‌شوند و می‌توانند آنزیم‌های گوارشی و بیکربنات تولید کنند. **گزینهٔ (۳):** **طحال**، در نزدیکی کلیهٔ چپ دیده می‌شود و با داشتن لنفوسیت‌ها و درشت‌خوارها، در از بین بردن میکروب‌های بیماری‌زا و یاخته‌های سرطانی مؤثر است.

چهارده غدهٔ درون‌ریز انسان سالم

- اپی‌فیز ← بالاترین غدهٔ درون‌ریز ← به بالای دو برجستگی بزرگ از برجستگی چهارگانهٔ مغز میانی در بالای ساقهٔ مغز متصل است.
- هیپوتالاموس ← زیر تالاموس‌ها و بالای هیپوفیز است ← پیام آن توسط لیمبیک به قشر مخ می‌رود.
- هیپوفیز ← پایین‌ترین بخش درون‌ریز مغزی است ← بخش پیشین بزرگ‌تر و میانی کوچک‌تر و پسین عصبی دارد.
- تیروئید ← جلوی نای و مری است ← دو قسمت تقریباً متقارن دارد ← در ناحیهٔ گلو یا گردن است.
- چهار غدهٔ پاراتیروئید ← پشت غدهٔ تیروئید در ناحیهٔ گردن (گلو) در اطراف نای است که کلسیم خون و در پی آن انعقاد خون و انقباض ماهیچه را زیاد می‌کند.
- تیموس ← غده‌ای لنفی درون‌ریز در قفسهٔ سینه جلوی نای و دو دهلیز است. پشت جناغ قرار دارد.
- دو غدهٔ فوق‌کلیه ← زیر دیافراگم بالای هر کلیه است ← بخش قشری پوششی نازک‌تر و بخش عصبی درونی قطورتر دارد ← در سمت راست پایین‌تر است.
- پانکراس ← بزرگ‌ترین غدهٔ درون‌ریز شکم است ← به دو کلیه متصل است ← بخش پهن‌تر آن به سمت راست است ← زیر و موازی معده در سمت چپ است.
- دو غدهٔ جنسی (تخمدان‌ها در زنان/ بیضه‌ها در مردان) ← پایین‌ترین غدد درون‌ریز هر فرد می‌باشند که در مردان خارج از شکم هستند.
- بیشترین تعداد غدد درون‌ریز را پاراتیروئید (۴ عدد) دارد ولی بیشترین تنوع هورمون را فوق‌کلیه با ۷ نوع هورمون و سپس هیپوفیز پیشین با ۶ نوع هورمون دارد البته هیپوتالاموس هم معلوم نیست چند نوع هورمون آزادکننده و مهارکننده دارد!

۱۸۸۳ : (۲) مطابق با شکل ۱ فصل ۲ کتاب زیست‌شناسی (۱)، قسمتی از لوزالمعده در پشت معده (اندامی کیسه‌ای‌شکل) قرار دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بـا توجـه بـه مقیاس هر دو این غدد در یک شـکل کتاب درسـی، غدهٔ تیموس دارای اندازهٔ بزرگ‌تری نسـبت به غدهٔ تیروئید می‌باشـد. **گزینهٔ (۳):** غدد بزاقی جزء دسـتگاه درون‌ریز بدن انسـان نمی‌باشـند. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که ترشح هورمون‌های جنسی توسط غدد فوق‌کلیه، فقط تحت تأثیر هورمون محرک غدهٔ فوق‌کلیه است. پس هورمون‌های محرک جنسی FSH و LH فقط روی بیضه‌ها مؤثرند.

۱۸۸۴ : (۱) هر پنج مورد نادرست‌اند. نوکلئیک‌اسیدها دارای ۵ نوع عنصر اکسیژن، کربن، هیدروژن، نیتروژن و فسفرند. در گزینهٔ (۲)، یک گروه فسفات وجود دارد و در گزینهٔ (۳)، چهار سیاهرگ ششی به دهلیز چپ وصل است. در گزینهٔ (۴)، سه فضا منظور است.

بررسی موارد (الف) **هورمون** نیز که نوعی پیک دوربرد اسـت، می‌تواند از پایانهٔ آکسـون برخی نورون‌ها اگزوسـیتوز شـود. (ب) یاخته‌های درون‌ریز در معده و دوازدهه، **پراکنده** هسـتند و تشـکیل غدهٔ درون‌ریز نمی‌دهند. (ج) **مجرا**، ویژهٔ غدهٔ برون‌ریز اسـت. (د) ترشحات غدهٔ برون‌ریز ممکن است به **سطح یا درون بدن** (مانند لولهٔ گوارش) بروند. (هـ) دستگاه درون‌ریز، شامل **یاخته‌ها، غدد درون‌ریز و هورمون‌های آن‌هاست** و نسبت به محرک‌های درونی و بیرونی پاسخ می‌دهد.

۱۸۸۵ : (۴) غدد برون‌ریزی مانند غدد بزاق، ترشحات خود را به لولهٔ گوارش وارد می‌کنند. هر یاخته‌ای می‌تواند موادی را تولید و آن را به محیط داخلی بدن وارد کند، مانند مواد دفعی CO_2 تولیدی طی تنفس یاخته‌ای!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هر دو نوع غدهٔ درون‌ریز و برون‌ریز می‌توانند پروتئین‌هایی تولید و آن‌ها را از غشـای سیتوپلاسـمی خود عبور دهند (مثلاً تولید هورمون و آنزیم‌های گوارشـی). غدد برون‌ریز، پیک شـیمیایی ترشـح نمی‌کنند ولی به‌طور مثال آنزیم گوارشی ترشـح می‌کنند. **گزینه‌های (۲) و (۳):** غدد برون‌ریز ترشحات خود را به مجاری وارد می‌کنند و ممکن اسـت این لوله‌ها به سـطح مجاری موجود در بدن باز شـوند. هورمون‌ها نیز نوعی پیک شـیمیایی دوربرد هسـتند که وارد خون می‌شوند. پانکراس اندامی است که هم ترشحات برون‌ریز دارد و هم هورمون‌هایی را تولید و ترشح می‌کند، پس هم جزء غدد برون‌ریز و هم جزء غدد درون‌ریز به حساب می‌آید.

۱۸۸۶ : (۴) غدهٔ اپی‌فیز بالاترین غدهٔ درون‌ریز در بدن انسان است که در شب بیشترین مقدار هورمون ملاتونین را ترشح می‌کند. *یادتونه از فصل ۲ که در شب گیرنده‌های استوانه‌ای چشم بیشتر تحریک می‌شوند. چون حساسیت زیادی به نور دارند.*

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** به دلیل فشـار کبد، غدهٔ فوق‌کلیهٔ سـمت راسـت پایین‌تر از غدهٔ فوق‌کلیهٔ سـمت چپ اسـت؛ اما دقت کنید مطابق شـکل ۱ صفحهٔ ۱۸ زیست‌شناسی ۱، به دلیل اندازهٔ کبد، نیمهٔ راست دیافراگم نسبت به نیمهٔ چپ آن بالاتر است. (این نکته در کنکور ۹۹ نیز مطرح شده است.) **گزینهٔ (۲):** در مورد غدهٔ تیروئید صحیح نیسـت. این غده توسـط جناغ حفاظت نمی‌شـود. **گزینهٔ (۳):** دقت کنید غدد فوق‌کلیه بر روی کلیه‌ها و در پشـت محوطهٔ شکمی قرار دارند و توسط صفاق احاطه نشده‌اند. چون کلیه خودش کپسول مخصوص دارد.

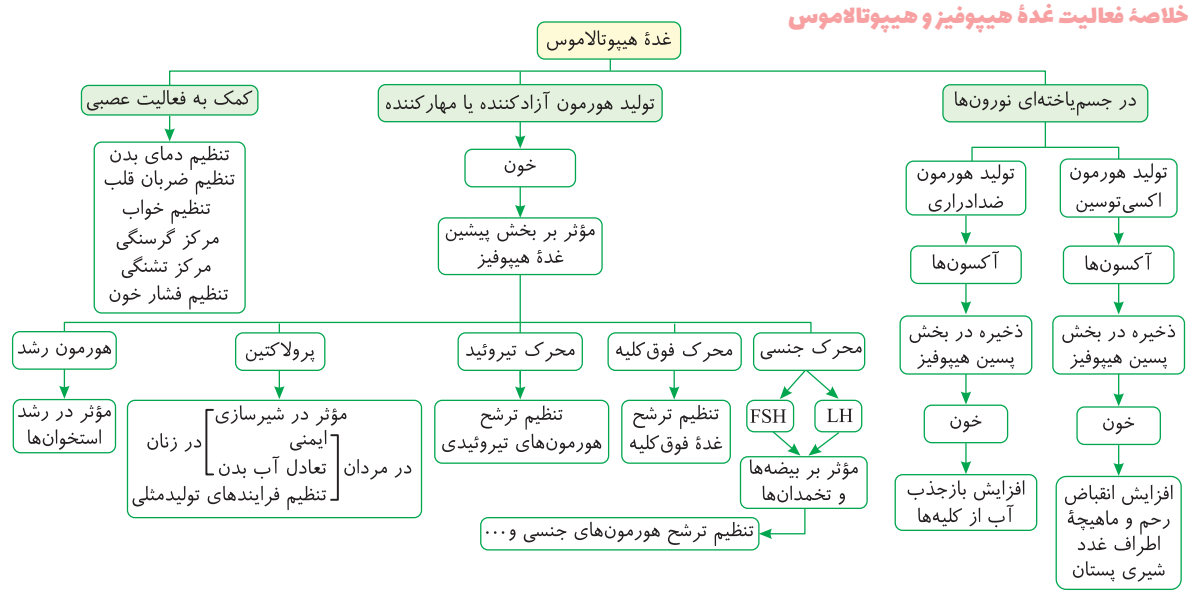
۱۸۸۷ : (۱) فقط مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد (الف) دستگاه درون‌ریز شامل **یاخته‌های پراکندهٔ هورمون‌ساز، غدد درون‌ریز و هورمون‌های** آن‌ها است. پس دقت کنید که در این دستگاه هورمون مادهٔ شیمیایی است و ساختار یاخته‌ای ندارد. (ب) هیپوفیز در استخوانی از **کف جمجمه** جای دارد. *یادتون باشه که جمجمه مجموعه‌ای از استخوان‌هاست* (نه یک استخوان). (ج) از بین سه بخش غدهٔ هیپوفیز، عملکرد بخش میانی آن در انسان به خوبی شناخته نشده است. (د) بخش پیشین هیپوفیز تحت کنترل هورمون‌های آزادکنندهٔ و مهارکنندهٔ **هیپوتالاموس**، شش نوع هورمون تولید و ترشح می‌کند.

۱۸۸۸ (۳) همهٔ موارد نادرست‌اند.

بررسی موارد (الف) هیپوتالاموس، از طریق **رگ‌های خونی**، هورمون‌های مهارکننده و آزادکننده را وارد هیپوفیز پیشین می‌کند. (ب) هیپوتالاموس با تنظیم ترشح هورمون‌های بخش پیشین هیپوفیز فعالیت اغلب غدد را تنظیم می‌کند (نه همهٔ آن‌ها را! مثلاً تنظیم ترشح لوزالمعده، پاراتیروئید، تیموس و اپی‌فیز و برخی دیگر با هیپوتالاموس نمی‌باشد). (ج) هورمون رشد، از هیپوفیز پیشین ترشح می‌شود و با رشد طولی استخوان‌های **دراز**، اندازهٔ قد را افزایش می‌دهد. (د) یاخته‌های غضروفی، در صفحات رشد در تنهٔ استخوان **نزدیک به دو سر استخوان‌های دراز** تقسیم می‌شوند (نه درون دو سر!).

خلاصهٔ فعالیت غدهٔ هیپوفیز و هیپوتالاموس



۱۸۸۹ (۳) تا زمانی که هنوز صفحات رشد بسته نشده‌اند، هورمون رشد می‌تواند با اثر بر استخوان‌های دراز، طول قد را افزایش دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در صفحات رشد، یاخته‌های استخوانی جایگزین یاخته‌های غضروفی **قدیمی‌تر** می‌شوند و استخوان رشد می‌کند. **گزینهٔ (۲):** **چند سال پس از** رسیدن فرد به بلوغ، صفحات رشد از حالت غضروفی به استخوانی تبدیل می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** هورمون مهارکنندهٔ هیپوتالاموس، نقشی در توقف رشد قدی پس از بسته شدن صفحات رشد ندارد.

۱۸۹۰ (۱) موارد (ب) و (ج) از وظایف این هورمون در هر دو جنس و مورد (د) نیز از وظایف ویژه در مورد مردان بیان شده است. در مورد عبارت (الف) دقت کنید که پرولاکتین، **پس از تولد نوزاد** غدد شیری را به تولید شیر وامی‌دارد.

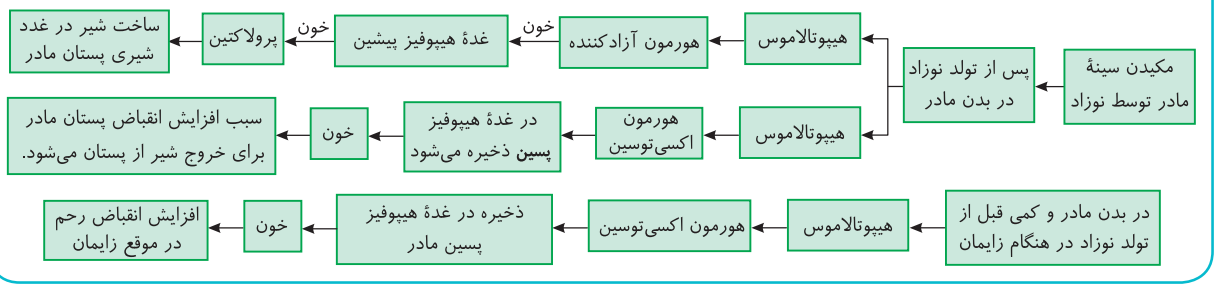
پرولاکتین

پرولاکتین هورمونی است که در بخش **پیشین** غدهٔ هیپوفیز ساخته و وارد خون شده و **پس از تولد نوزاد**، **غدد شیری مادر را** برای تولید شیر تحریک می‌کند. برخلاف تصور قدیمی که کار پرولاکتین را فقط تولید شیر می‌دانستند در حال حاضر این هورمون را در کمک به **دستگاه ایمنی** و **حفظ تعادل آب** نیز مؤثر می‌دانند.

نکته

هورمون پرولاکتین در **مردان** علاوه‌بر کمک به ایمنی و حفظ تعادل آب، سبب تنظیم فرایندهای **دستگاه تولیدمثل** نیز می‌شود.

هورمون پرولاکتین سبب شیرسازی و ورود شیر به غدد شیری می‌شود ولی هورمون اکسی‌توسین با افزایش انقباض ماهیچهٔ اطراف غدد شیری سبب خروج شیر از پستان‌ها می‌شود. دقت کنید که مکانیسم ترشح هر دوی این هورمون‌ها در اثر مکیدن نوزاد، نوعی بازخوردی یا خودتنظیمی **مثبت** می‌باشد.



۱۸۹۱ (۴) ترشح همهٔ هورمون‌های محرک ساخته‌شده در هیپوفیز پیشین، تحت کنترل هورمون‌های آزادکننده و مهارکنندهٔ هیپوتالاموس است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تا مدت‌ها تصور می‌شد پرولاکتین، صرفاً غدد شیری را پس از زایمان، به **تولید** شیر وا می‌دارد (نه ترشح شیر!). **گزینهٔ (۲):** پرولاکتین نیز سبب تحریک غدد شیری می‌شود؛ اما نوعی هورمون محرک محسوب نمی‌شود. در حقیقت، پرولاکتین، هورمونی است که روی یک غدهٔ برون‌ریز (پستان) اثر می‌گذارد. **گزینهٔ (۴):** هورمون‌های محرک *LH* و *FSH*، هر دو می‌توانند سبب تنظیم کار بیضه‌ها و تخمدان‌ها شوند.

۱۸۹۲ (۲) فقط مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد (الف) هیپوفیز پسین هورمون نمی‌سازد. (ب) هیپوتالاموس، از طریق **آکسون یاخته‌های عصبی**، هورمون‌های ضدادراری و اکسی‌توسین را به این بخش می‌فرستد. (ج) هورمون ضدادراری و اکسی‌توسین، در هیپوفیز پسین **ذخیره** می‌شوند و در موقع لزوم، از آن به خون ترشح می‌شوند. (د) **تنظیم ترشح هورمون‌های هیپوفیز پسین، نیازی به آزادکننده و مهارکننده ندارند.**

۲۱۷ مقایسهٔ هورمون‌های هیپوتالاموس

موارد مقایسه	هورمون ضدادراری	هورمون اکسی‌توسین	
محل تولید	جسم‌یاخته‌ای نورون‌ها در هیپوتالاموس	جسم‌یاخته‌ای نورون‌ها در هیپوتالاموس	
محل ذخیره و ترشح	پایانهٔ آکسونی نورون‌ها در هیپوفیز پسین	پایانهٔ آکسونی نورون‌ها در هیپوفیز پسین	
یاختهٔ هدف	یاخته‌های نفرون و مجاری جمع‌کنندهٔ ادرار کلیه	یاخته‌های ماهیچهٔ صاف اطراف غدد شیری	یاخته‌های ماهیچهٔ صاف در دیوارهٔ رحم
عملکرد	افزایش بازجذب آب و افزایش فشار خون	خروج شیر	تسهیل زایمان

۱۸۹۳ **۳** بخش پیشین (جلویی) غدهٔ هیپوفیز با ترشح هورمون پرولاکتین، *FSH* و *LH* در تنظیم فعالیت‌های دستگاه تولیدمثل مردان نقش دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: بخش میانی غدهٔ هیپوفیز، کوچک‌ترین بخش آن است و عملکرد آن در انسان به خوبی مشخص نشده است. غدهٔ اپی‌فیز بالای برجستگی‌های ۴گانه که جزئی از مغز میانیِ ساقهٔ مغز است، قرار دارد. عملکرد هورمون ملاتونین در بدن انسان به خوبی مشخص نشده است، (نه اینکه غدهٔ اپی‌فیز). **گزینهٔ (۲)**: بخش پیشین (جلویی) غدهٔ هیپوفیز بزرگ‌ترین بخش این غده است. غدهٔ هیپوتالاموس با ترشح هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده، نقش مهمی در تنظیم فعالیت سایر غدد درون‌ریز دارد. **گزینهٔ (۴)**: بخش پسین غدهٔ هیپوفیز هورمون ضدادراری ترشح می‌کند، که مستقیماً بازجذب آب را زیاد می‌کند. هورمون آلدوسترون با بازجذب سدیم، مقدار بازجذب سدیم و در پی آن آب را بیشتر می‌کند.

۱۸۹۴ **۴** غدهٔ هیپوفیز با ساقه‌ای به هیپوتالاموس متصل است. این غده درون یک گودی، در استخوانی از کف جمجمه جای دارد. بخش پسین این غده هیچ هورمونی نمی‌سازد، بلکه هورمون‌هایی را که در یاخته‌های عصبی هیپوتالاموس تولید می‌شوند ذخیره و در هنگام لزوم به جریان خون وارد می‌کند. همچنین بخش **مرکزی** غدهٔ فوق‌کلیه ساختار عصبی دارد و هورمون‌های اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین را که توسط این یاخته‌های عصبی تولید می‌شوند، به جریان خون وارد می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: غدهٔ لوزالمعده هورمون انسولین را ترشح می‌کند که با تحریک ورود گلوکز به یاخته‌ها، موجب کاهش غلظت قند خون می‌شود؛ اما غدهٔ هیپوفیز، هورمونی را با این عملکرد برای **کاهش** قند خون تولید و ترشح نمی‌کند. **گزینهٔ (۲)**: هورمون پرولاکتین یکی از هورمون‌هایی است که از بخش پیشین غدهٔ هیپوفیز ترشح می‌شود. امروزه شواهد روزافزونی مبنی بر نقش این هورمون در دستگاه ایمنی به دست آمده است. **گزینهٔ (۳)**: غدهٔ هیپوتالاموس با ترشح هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده، نقش مهمی در تنظیم ترشح سایر غده‌ها بر عهده دارد. همچنین غدهٔ هیپوفیز با ترشح هورمون‌های محرک تیروئید، محرک فوق‌کلیه و محرک غده‌های جنسی می‌تواند در تنظیم ترشح غده‌های دیگر نقش داشته باشد.

۱۸۹۵ **۴** هیپوتالاموس مرکز مؤثر در تنظیم **دمای بدن** است. هورمون‌های آزادکننده می‌توانند موجب ترشح هورمون‌های محرک هیپوفیز پیشین شوند که عملکرد برخی غدد درون‌ریز دیگر را تنظیم می‌نمایند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: همهٔ هورمون‌های ساخته شده در هیپوتالاموس با فرایند برون‌رانی ترشح می‌شوند. در این فرایند سطح غشای یاختهٔ ترشح‌کننده افزایش می‌یابد. **گزینهٔ (۲)**: هورمون‌های اکسی‌توسین و ضدادراری در هیپوتالاموس ساخته شده و از هیپوفیز پسین ترشح می‌شوند اما عملکرد هیپوفیز پسین را تغییر نمی‌دهند. هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده نیز وارد خون می‌شوند. پس این مورد در ارتباط با هیچ هورمون ساخته شده‌ای در هیپوتالاموس صحیح نیست. **گزینهٔ (۴)**: مغز و نخاع، مراکز نظارت بر فعالیت‌های بدن هستند. هورمون‌های ساخته شده در هیپوتالاموس از خودِ هیپوتالاموس یا هیپوفیز پسین ترشح می‌شوند که هر دو غدد درون‌ریز و موجود در مغز می‌باشند.

۲۱۸ جمع‌بندی هورمون‌های هیپوتالاموس

هورمون‌های هیپوتالاموسی	محل تولید	بافت هدف	نقش هورمون
آزادکننده‌ها	هیپوتالاموس	هیپوفیز پیشین	محرک ترشح ۶ هورمون مختلف از هیپوفیز پیشین می‌باشد.
مهارکننده‌ها	هیپوتالاموس	غدهٔ هیپوفیز پیشین	ترشح هورمون‌هایی از هیپوفیز پیشین را کم یا متوقف می‌کند.
ضدادراری	جسم‌یاخته‌ای یاخته‌های عصبی غدهٔ هیپوتالاموس	از طریق دسته‌های آکسونی ابتدا به غدهٔ هیپوفیز پسین می‌رود و ذخیره می‌شود تا از آنجا از طریق خون به کلیه‌ها برسد.	از هیپوفیز پسین وارد خون شده و سبب افزایش بازجذب آب از کلیه‌ها می‌شود.
اکسی‌توسین	جسم‌یاخته‌ای یاخته‌های عصبی غدهٔ هیپوتالاموس	از طریق دسته‌های آکسونی ابتدا به غدهٔ هیپوفیز پسین می‌رود و ذخیره می‌شود تا در موقع زایمان یا شیر دادن روی رحم یا غدد شیری اثر کند.	از هیپوفیز پسین وارد خون شده و سبب افزایش انقباضات رحم در زایمان و غدد شیری برای خروج شیر می‌شود.

۱۸۹۶ **۲** بخش پیشین هیپوفیز شش هورمون و بخش پسین آن دو نوع هورمون را ترشح می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: کرمینه در سطح پشتی مخچه است که به بخش پسین هیپوفیز نزدیک‌تر است. **گزینهٔ (۲)**: هورمون‌های ترشح شده دارای اثر بازخوردی روی ترشح خود می‌باشند و می‌توانند مقدار ترشح یاخته‌های سازندهٔ خود را تغییر دهند. **گزینهٔ (۳)**: دقت کنید که دو هورمون پرولاکتین و رشد، هورمون محرک به حساب نمی‌آیند و مستقیماً روی یاختهٔ هدف اثرگذاری می‌کنند. **گزینهٔ (۴)**: هورمون‌های تیروئیدی دارای گیرنده بر روی همهٔ یاخته‌های زندهٔ بدن می‌باشند ولی از تیروئید ترشح می‌شوند (نه هیپوفیز!).

۱۸۹۷ **۳** این هورمون می‌تواند همراه با هورمون ضدادراری که در هیپوفیز پسین ذخیره می‌شود، با تنظیم آب بر روی تنظیم فشار اسمزی مایعات بدن تأثیرگذار باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: این هورمون در زنان علاوه‌بر تحریک تولید شیر در غدد شیری، بر روی دستگاه ایمنی و تعادل آب در بدن نیز نقش مؤثری دارد و روی یاخته‌های مربوط به این دو مورد نیز دارای گیرنده است. **گزینهٔ (۲)**: این هورمون به دلیل تأثیر بر روی دستگاه ایمنی و تعادل آب، همیشه در خون وجود دارد. هیپوفیز پیشین آن را ترشح می‌کند و می‌توان افزایش ترشح آن برای تولید شیر را پس از تولد نوزاد مشاهده کرد. **گزینهٔ (۴)**: دقت کنید هورمون‌های محرک غدد جنسی، *FSH* و *LH* می‌باشند و این هورمون‌ها نیز در مردان علاوه‌بر پرولاکتین می‌توانند فعالیت‌های تولیدمثلی را تنظیم کنند.

۱۸۹۸ (۱) هورمون رشد روی همهٔ استخوان‌ها اثر دارد ولی با اثر بر صفحهٔ رشد استخوان‌های **دراز**، باعث افزایش طول آن‌ها می‌شود. در کم‌خونی‌های شدید مغز زرد مجرای مرکزی استخوان‌های دراز می‌تواند به مغز قرمز تبدیل شود و نقش مضاعفی در کمبود این کم‌خونی ایفا کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** صفحات غضروفی در نزدیکی دو سر استخوان‌های دراز قرار دارند. **گزینهٔ (۳):** با توجه به شکل ۶، فاصلهٔ بین صفحات غضروفی با افزایش طول استخوان زیاد می‌شود ولی فاصلهٔ آن‌ها با غضروف مفصلی همان سمت ثابت است. **گزینهٔ (۴):** با توجه به شکل کتاب درسی، قسمت تازه ساخته شده در صفحهٔ رشد نازک‌تر بوده و به سر استخوان نزدیک‌تر است و تیره‌تر هم می‌باشد.

۱۸۹۹ (۱) هورمون محرک تیروئید، فعالیت غدهٔ تیروئید را تنظیم می‌نماید که در ناحیهٔ **گردن** قرار گرفته است. این هورمون ترشح هورمون‌های تیروئیدی (T_3 و T_4) را از این غده تنظیم می‌نماید. هورمون‌های محرک تیروئید بر هورمون‌های تنظیم‌کنندهٔ قندخون (انسولین، گلوکاگون، کورتیزول، اپی‌نفرین و نورا‌پی‌نفرین) اثری ندارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** هورمون‌های پرولاکتین، *FSH* و *LH* در تنظیم فرایندهای تولیدمثلی مردان نقش دارند. اکنون شواهد روزافزونی مبنی بر نقش هورمون پرولاکتین در دستگاه ایمنی و حفظ تعادل آب به دست آمده است. **گزینهٔ (۳):** هورمون رشد سرعت تقسیم یاخته‌های **غضروفی** (غیراستخوانی) موجود در صفحهٔ رشد را افزایش می‌دهد. از آنجایی که این هورمون تا چند سال پس از بلوغ هم فعالیت دارد، نمی‌توانیم به‌طور حتم بگوییم در این مرد بالغ دیگر رشد طولی استخوان‌ها متوقف شده است. **گزینهٔ (۴):** هورمون پرولاکتین از بخش پیشین و ضدادراری از بخش پسین در تنظیم میزان آب و فشار خون نقش دارند. بخش پیشین غدهٔ هیپوفیز ساختاری غیرعصبی دارد.

۱۹۰۰ (۴) در پی افزایش ترشح هورمون‌های **آزادکننده** از هیپوتالاموس، تولید و ترشح هورمون‌های بخش **پیشین** هیپوفیز افزایش می‌یابد. هورمون محرک غدهٔ فوق‌کلیه، یکی از شش هورمون مترشحه از بخش پیشین هیپوفیز است. بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه به تنش‌های طولانی‌مدت، مثل غم از دست دادن نزدیکان، با ترشح کورتیزول پاسخ دیرپا می‌دهد. این هورمون گلوکز خوناب را افزایش می‌دهد و دستگاه ایمنی را تضعیف می‌کند (مثلاً می‌تواند میزان فعالیت پروتئین‌های مکمل را کاهش دهد). بخش قشری، هورمون‌های جنسی زنانه و مردانهٔ مربوط به هر دو جنس را تولید و ترشح می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بخش مرکزی غدهٔ فوق‌کلیه ساختار عصبی دارد. وقتی فرد در شرایط تنش قرار می‌گیرد، این بخش دو هورمون به نام‌های اپی‌نفرین و نورا‌پی‌نفرین ترشح می‌کند. این هورمون‌ها ضربان قلب، فشار خون و گلوکز خوناب را افزایش می‌دهند و **نایژک‌ها** را در شش‌ها باز می‌کنند، پس توانایی نایژک‌ها برای انتقال هوا درون دستگاه تنفسی **افزایش** می‌یابد. **گزینهٔ (۲):** هورمون دیگر بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه، آلدوسترون است که **بازجذب** سدیم را از کلیه افزایش می‌دهد و از این طریق غلظت یون سدیم موجود در ادرار را کاهش می‌دهد اما افزایش سدیم خون با افزایش دادن فشارخون سبب افزایش تراوش می‌شود. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید در صورت سؤال ذکر شده، مرد ۵۰ ساله، در نتیجه در بدن این فرد رشد طولی استخوان‌ها به دنبال فعالیت صفحات رشد مشاهده نمی‌شود. این صفحات چندسال بعد از بلوغ غیرفعال شده‌اند.

۱۹۰۱ (۴) طبق شکل کتاب درسی، صفحات رشد غضروفی تحت تأثیر هورمون رشد، بافت استخوانی اسفنجی بیشتری نسبت به بافت استخوانی متراکم می‌سازند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هورمون‌های **پرولاکتین**، **محرک فوق‌کلیه** (زیرا قشر فوق‌کلیه هورمون‌های جنسی هر دو جنس را نیز ترشح می‌کند)، *LH* و *FSH* بر فرایندهای دستگاه تولیدمثل مؤثرند؛ اما دقت کنید که پرولاکتین فقط در **مردان** فرایندهای دستگاه تولیدمثل را تنظیم می‌کند! (البته مقدار ترشح هورمون‌های جنسی از غدد فوق‌کلیه بسیار کم می‌باشد.) **گزینهٔ (۲):** دقت کنید! فردی که در یاخته‌های خود بتواند **بیش از یک کروموزوم X** داشته باشد الزاماً زن نیست! مثلاً در مردان **یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی یا قلبی** می‌توانند **بیش از یک هسته** داشته باشند و در نتیجه بیش از یک کروموزوم *X* دارند؛ اما طبق نکات ژنتیک فصل ۳ دوازدهم، مردان نمی‌توانند ناقل بیماری هموفیلی باشند. چون یک کروموزوم *X* در هر هستهٔ خود دارند. **گزینهٔ (۴):** طبق شکل کتاب درسی، فاصلهٔ صفحهٔ رشد تا سر استخوان حین رشد طولی استخوان **ثابت** می‌ماند.

۱۹۰۲ (۱) فقط مورد (ج) صحیح است. از بطن راست، یک سرخرگ ششی خارج می‌شود. در گزینهٔ (۲) دو لوب در شش چپ وجود دارد و در انسان هم در مجموع دو کلیه، ۲ سیاهرگ و ۲ سرخرگ کلیوی وجود دارند.

بررسی موارد (الف) غدهٔ تیروئید، شکلی شبیه سپر دارد و در **زیر** اندام دارای اپی‌گلوت یعنی زیر حنجره واقع شده است. (ب) هورمون کلسی‌تونین، جزء هورمون‌های غدهٔ تیروئید است ولی **نوعی هورمون تیروئیدی محسوب نمی‌شود!** (از همین تست، دقت کنید واژهٔ هورمون تیروئیدی به هورمون‌های یددار T_3 و T_4 اطلاق می‌شود.)

(ج) هورمون‌های تیروئیدی (یددار)، میزان تجزیهٔ گلوکز و انرژی در دسترس یاخته‌های بدن را تنظیم می‌کنند. در حقیقت نسبت *ATP* به *ADP* را در یاخته می‌سنجند. اگر کم بود، تجزیهٔ گلوکز را سرعت می‌بخشند. (د) **همهٔ** یاخته‌های زندهٔ بدن، دارای گیرنده برای هورمون‌های تیروئیدی T_3 و T_4 هستند زیرا تجزیهٔ گلوکز را انجام می‌دهند.

کل تیروئید در یک نقشهٔ ذهنی!

۱۹۰۳ **۳** *این مدل سؤالات رو طرح می‌کنم تا با متن کتاب درسی که مهم‌ترین جزوهٔ عالم است فو بگیرید!* هورمون T_3 در دوران **جنینی و کودکی**، برای **نمو** دستگاه عصبی **مرکزی** لازم است بنابراین **فقدان** آن به اختلالات نمو دستگاه عصبی و عقب‌ماندگی ذهنی و جسمی جنین می‌انجامد.

۱۹۰۴ **۱** در بیماری گواتر که به علت فعالیت بیشتر غدهٔ تیروئید اندازهٔ آن بزرگ می‌شود، غدهٔ هیپوفیز با ترشح بیشتر هورمون محرک تیروئید، سبب رشد بیشتر این غده می‌شود تا ید بیشتری جذب کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** میزان هورمون کلسی‌تونین، ارتباطی با مقدار ید ندارد. **گزینهٔ (۳):** *دیگه اینقدر تو سر مال نزنین* والا! در کشور ما **همچون** بسیاری از دیگر کشورها، برنامهٔ غذایی متکی به فراورده‌های غیردریایی، **نمی‌تواند** از گواتر جلوگیری کند زیرا در خاک کشور ما ید اندک است و میزان ید فراورده‌های کشاورزی و دامی کم است. **گزینهٔ (۴):** استفاده از نمک یددار، می‌تواند سبب **کاهش** تولید هورمون محرک تیروئید از هیپوفیز (طی بازخورد منفی) و افزایش تولید هورمون‌های تیروئیدی شود و در پی آن احتمال گواتر را کاهش می‌دهد.

۱۹۰۵ **۳** پرکاری تیروئید و افزایش هورمون‌های تیروئیدی T_3 و T_4، سبب افزایش سوخت‌وساز بدن شده و تعداد ضربان قلب و فعالیت بافت گرهی قلب را بالا می‌برد.

بررسی گزینه‌ها در پرکاری تیروئید به دلیل بالا رفتن متابولیسم، مقدار ذخایر چربی یاخته‌ها کم شده (نادرستی گزینهٔ (۱)) و نیاز به ویتامین‌ها برای فعالیت‌های آنزیم‌های متابولیسمی بالا می‌رود ولی انرژی ذخیره کاهش می‌یابد (نادرستی گزینهٔ (۲)). کلسی‌تونین نیز حاصل عمل غدهٔ تیروئید است که کلسیم خون را کم می‌کند ولی از هورمون‌های تیروئیدی به حساب نمی‌آید (نادرستی گزینه‌های (۱) و (۴)).

۱۹۰۶ **۳** موارد (ب)، (ج) و (د) صحیح هستند. غدهٔ واقع در زیر حنجرهٔ انسان، غدهٔ تیروئید است که هورمون‌های یددار T_3 و T_4 از آن ترشح می‌شوند.

بررسی موارد **الف** نادرست. فقط هورمون T_3 (نه T_4) در دوران جنینی و کودکی، برای **نمو** دستگاه عصبی **مرکزی** لازم است. **ب** **درست.** تمام یاخته‌های زندهٔ بدن انسان، یاختهٔ هدف هورمون‌های تیروئیدی محسوب می‌شوند و بنابراین گیرندهٔ این هورمون‌ها را دارند. **ج** **درست.** هورمون‌های تیروئیدی میزان تجزیهٔ گلوکز و انرژی در دسترس را تنظیم می‌کنند. در فرایند تنفس یاخته‌ای، گلوکز تجزیه می‌شود که سرعت و میزان وقوع این فرایند می‌تواند توسط هورمون‌های تیروئیدی تنظیم شود. **د** **درست.** اگر ید در غذا به مقدار کافی نباشد، آن‌گاه هورمون تیروئیدی به اندازهٔ کافی ساخته نمی‌شود. در این حالت غدهٔ هیپوفیز با ترشح هورمون محرک تیروئید، باعث رشد بیشتر غده می‌شود تا ید بیشتری جذب کند. دقت داشته باشید که فعالیت غدهٔ هیپوفیز و ترشح هورمون محرک تیروئید، تحت تأثیر هورمون‌های آزادکنندهٔ هیپوتالاموس صورت می‌گیرد. پس ترشح هورمون‌های این غده نیز افزایش می‌یابد.

۱۹۰۷ **۳** هورمون‌های T_3 و T_4، هورمون‌های یددار هستند که از غدهٔ تیروئید ترشح می‌شوند. هورمون کلسی‌تونین که جلوی برداشت کلسیم از استخوان و ورود آن به خون را می‌گیرد، جزء هورمون‌های یددار تیروئید محسوب نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هورمون‌های تیروئیدی (نه هر هورمون غدهٔ تیروئید!) بر روی **همهٔ** یاخته‌های زندهٔ بدن انسان دارای گیرنده می‌باشند. **گزینهٔ (۲):** با اختلال در ترشح هورمون‌های تیروئیدی، همهٔ یاخته‌های بدن به دلیل تأثیرپذیری از این هورمون دچار تغییراتی می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** ید در غذاهای دریایی فراوان است و برنامه‌های غذایی متکی به فراورده‌های غیردریایی نمی‌توانند فراهم کنندهٔ ید مورد نیاز بدن باشند.

• هورمون کلسی‌تونین

نوعی هورمون **غیریددار** می‌باشد که توسط غدهٔ تیروئید ساخته شده و وارد خون می‌شود تا کلسیم خون را تنظیم کند. در حقیقت این هورمون زمانی که مقدار کلسیم خون در خوناب یا پلاسمای یک فرد بالا باشد، از برداشت کلسیم از استخوان جلوگیری می‌کند و کلسیم اضافی به‌طور غیرمستقیم و بدون اثر مستقیم این هورمون از راه‌های دیگر مثل ادرار از بدن دفع شود. **پس این هورمون به‌طور غیرمستقیم با جلوگیری از برداشت کلسیم استخوان، مانع پوکی استخوان می‌شود.**

زیادی کلسیم خوناب ← افزایش ترشح کلسی‌تونین ← ممانعت از برداشت کلسیم استخوان ← طبیعی شدن کلسیم خون

کمبود کلسیم خوناب ← کاهش ترشح کلسی‌تونین ← افزایش برداشت کلسیم از استخوان ← طبیعی شدن کلسیم خون

۱۹۰۸ **۲** هورمون‌های تیروئیدی یددار T_3 و T_4 هستند که مسئول سوخت‌وساز بدن می‌باشند. این هورمون‌ها باعث نمو دستگاه عصبی مرکزی در دوران کودکی می‌شوند و افزایش غیرعادی آن‌ها سبب فعالیت زیاد یاخته‌های عصبی و پمپ سدیم - پتاسیم و افزایش تنفس یاخته‌ای می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** زیادی T_3، از آرامش فرد کم می‌کند چون متابولیسم و ضربان قلب را بالا می‌برد. **گزینهٔ (۳):** زیادی T_3 با افزایش تنفس یاخته‌ای، پیرووات را زیاد می‌کند. **گزینهٔ (۴):** زیادی T_3 با افزایش سوخت‌وساز، نیاز به ویتامین‌ها را به عنوان کوآنزیم زیاد می‌کند.

۱۹۰۹ **۱** مصرف غذاهای دریایی در ترشح هورمون‌های تیروئیدی نقش به‌سزایی دارند. غدهٔ تیروئید حالتی شبیه به سپر دارد و هورمون‌های تیروئیدی و کلسی‌تونین مترشحه از آن در یاخته‌های استخوانی گیرنده دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در صورت پرکاری غدهٔ تیروئید و افزایش بیش از حد مقدار هورمون‌های تیروئیدی، میزان سوخت‌وساز یاخته‌ها و به دنبال آن تعداد ضربان قلب بیشتر می‌شود و در نتیجه فاصلهٔ موج‌ها در نوار قلب کاهش می‌یابد. **گزینهٔ (۳):** در این فرد به دلیل کاهش مقدار هورمون‌های تیروئیدی و کاهش میزان مصرف گلوکز توسط یاخته‌ها، مقدار تولید CO_2 و فعالیت آنزیم کربنیک‌انیدراز کاهش یافته است. **گزینهٔ (۴):** کمبود هورمون T_3 در نمو دستگاه عصبی مرکزی اثر سوء **خواهد گذاشت** (نه دستگاه عصبی محیطی که دارای بخش پیکری و خودمختار است!).

۱۹۱۰ **(۲)** سؤال در مورد غدهٔ تیروئید است. موارد (الف) و (د) صحیح می‌باشند.

بررسی موارد **(الف)** از غدهٔ تیروئید هورمون‌های تیروئیدی (T_3 و T_4) و کلسی‌تونین ترشح می‌شود. هورمون‌های تیروئیدی (یددارها) در تنظیم تجزیهٔ گلوکز یاخته‌ها و هورمون کلسی‌تونین نیز در ممانعت از تجزیهٔ استخوان (سخت‌ترین بافت بدن) در شرایط لازم نقش دارند. **(ب)** هورمون تیروئیدی T_3 در نمو دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع) نقش دارد؛ اما توجه داشته باشید که این اتفاق مربوط به دورهٔ جنینی و کودکی است (نه فرد بالغ!) **(ج)** ترشح هورمون‌های تیروئیدی (T_3 و T_4)، تحت تنظیم هورمون **محرک** تیروئید می‌باشد که در **هیپوفیز** تولید می‌شوند (نه هیپوتالاموس) دقت کنید که هورمون آزادکنندهٔ هیپوتالاموس (مرکز تنظیم دمای بدن) به‌طور غیرمستقیم و با اثر هورمون محرک تیروئیدی در تولید T_3 و T_4 نقش دارد. **(د)** افزایش غیرطبیعی هورمون‌های تیروئیدی به علت افزایش سوخت‌وساز بدن، می‌توانند باعث تجزیهٔ گلیکوژن با مصرف آب ذخیره شده در کبد (اندام اوره‌ساز) شوند.

۱۹۱۱ **(۴)** هورمون‌هایی که از غدهٔ تیروئید ترشح می‌شوند عبارتند از: هورمون‌های تیروئیدی (T_3 و T_4) که دارای ید هستند و کلسی‌تونین که فاقد ید می‌باشد. هورمون کلسی‌تونین زمانی که میزان کلسیم موجود در خون زیاد است از برداشت کلسیم از استخوان‌ها جلوگیری می‌کند، بنابراین مانع از کاهش کلسیم موجود در مادهٔ زمینه‌ای بافت استخوانی می‌شود؛ در حالی که مصرف دخانیات و الکل می‌تواند با جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان‌ها و کاهش آن در مادهٔ زمینه‌ای، باعث بروز پوکی استخوان شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در دوران جنینی و کودکی، هورمون T_3 برای نمو دستگاه عصبی مرکزی لازم می‌باشد؛ بنابراین فقدان آن به اختلالات نمو دستگاه عصبی و عقب‌افتادگی ذهنی و جسمی می‌انجامد. هورمون T_4 این اثر را ندارد. **گزینهٔ (۲):** هورمون کلسی‌تونین مانع از افزایش یون کلسیم خوناب می‌شود. یون کلسیم همراه با ویتامین K برای انجام انعقاد خون و تشکیل لخته ضروری می‌باشند. **گزینهٔ (۳):** هورمون‌های تیروئیدی میزان تجزیهٔ گلوکز را در یاخته‌های بدن افزایش می‌دهند، بنابراین می‌توان گفت که در یاخته‌های سازندهٔ گره‌های قلبی هم، میزان تجزیهٔ گلوکز افزایش پیدا کرده و انرژی در دسترس یاخته‌ها بیشتر می‌شود. در نتیجه این یاخته‌ها فعال‌تر شده و تعداد ضربان‌های قلب افزایش می‌یابد. با افزایش تعداد ضربان قلب، فاصلهٔ بین دو موج یکسان متوالی (مانند دو موج R) کاهش می‌یابد.

۱۹۱۲ **(۳)** بخش (A) غدهٔ تیروئید و بخش (B) غدد پاراتیروئید را نشان می‌دهند. هورمون‌های T_3 و T_4 غدهٔ تیروئید در افزایش سوخت‌وساز یاخته‌های بدن مانند یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی نقش دارند. هورمون‌های کلسی‌تونین غدهٔ تیروئید و پاراتیروئیدی غدد پاراتیروئید هم با تنظیم **کلسیم** خون به‌طور غیرمستقیم در انقباض این ماهیچه‌ها مؤثر می‌باشند. بنابراین تمام هورمون‌های ترشح شده توسط این غدد بر فعالیت ماهیچه‌های اسکلتی اثر می‌گذارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** غدهٔ تیروئید از لحاظ موقعیت آناتومیک در زیر حنجره و جلوی نای قرار گرفته است؛ اما دقت کنید که غدد پاراتیروئیدی در سطح **پشتی** این غده جای گرفته‌اند و در کنار نای دیده می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** هورمون پاراتیروئیدی مستقیماً بر یاخته‌های روده گیرنده ندارد، بلکه بر روی ویتامین D اثر می‌گذارد و این ویتامین هم جذب کلسیم را از **روده** افزایش می‌دهد، دقت کنید که کاتالیزورزیستی معنی آنزیم می‌دهد ولی ویتامین‌ها، کوآنزیم هستند و نقش کاتالیزورزیستی ندارند و فقط فعالیت برخی آنزیم‌ها را زیاد می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** هورمون پاراتیروئیدی هم می‌تواند با اثر بر لوله‌های پیچ‌خوردهٔ دور و نزدیک، بازجذب کلسیم از کلیه‌ها را افزایش دهد.

۱۹۱۳ **(۱)** فقط مورد (ج) صحیح است. غدد پاراتیروئید به تعداد ۴ عدد در پشت غدهٔ تیروئید قرار دارند.

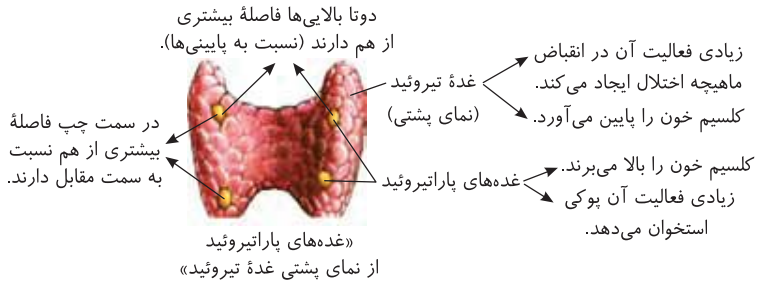
بررسی موارد **(الف)** غدد پاراتیروئید همانند غدهٔ تیروئید در هم‌ایستایی کلسیم نقش دارند و هورمون پاراتیروئیدی همانند هورمون‌های تیروئیدی و کلسی‌تونین، در استخوان‌ها گیرنده دارند (نه مغز استخوان!). **(ب)** تیغهٔ استخوانی هم‌مرکز، مربوط به بافت استخوانی **متراکم** و سامانهٔ هاورس آن‌هاست. **(ج)** غدد پاراتیروئید هنگام کاهش کلسیم خوناب، سبب افزایش بازجذب کلسیم در کلیه‌ها می‌شوند. از فصل ۵ دهم به یاد دارید که در نفرون، یاخته‌های ریزپرزدار مکعبی‌شکل در بازجذب مواد، مخصوصاً در لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک نقش زیادی دارند. **(د)** دقت کنید! هورمون پاراتیروئیدی مستقیماً روی یاخته‌های رودهٔ باریک اثر نمی‌کند بلکه **ویتامین D را به شکل فعال تبدیل می‌کند** و سپس ویتامین D سبب افزایش جذب کلسیم در روده می‌شود.

اثرات هورمون پاراتیروئیدی
- **اثر بر استخوان:** این هورمون، کلسیم **مادهٔ زمینه‌ای استخوان** را جدا کرده و وارد پلاسما می‌کند (زیادی آن می‌تواند منجر به پوکی استخوان شود).
- **اثر بر کلیه:** در هنگام کاهش کلسیم خوناب، هورمون‌های غدد پاراتیروئیدی سبب افزایش **بازجذب** کلسیم از بخش‌های لوله‌ای نفرون‌ها و جمع‌کنندهٔ ادرار کلیه‌ها شده و مقدار کلسیم خون را تنظیم می‌کنند.
- **اثر بر ویتامین D:** هورمون پاراتیروئیدی می‌تواند **شکل ویتامین D** را به صورتی تغییر دهد که اثر این ویتامین در روده سبب افزایش جذب کلسیم شده و کلسیم خوناب را بالا ببرد.

۱۹۱۴ **(۳)** موارد (الف)، (ب) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد **(الف)** **درست.** جلوی نای، دو غدهٔ درون‌ریز تیموس (بزرگ‌تر) و تیروئید (کوچک‌تر) وجود دارند. هورمون T_3 و T_4 تیروئید، در همهٔ یاخته‌های زنده گیرنده دارند ولی هورمون تیموسین تیموس برای بلوغ لنفوسیت‌هاست. **(ج)** نادرست. با توجه به شکل تیروئید که مدنظر این عبارت است، اطراف تیروئید از وسط آن درازتر بوده و شکل سپری ایجاد می‌کند. **(ب)** و **(د)** **درست.** با توجه به شکل، دو غدهٔ پاراتیروئیدی که در سمت چپ قرار دارند و دو غدهٔ بالاتر، از همدیگر فاصلهٔ بیشتری نسبت به دو غدهٔ پایین‌تر دارند.

۱۲۰ شکل‌نامهٔ غدد پاراتیروئید



- غده‌های پاراتیروئید به تعداد چهار عدد در پشت غدهٔ تیروئید قرار دارند. این غدد، هورمون پاراتیروئیدی ترشح می‌کنند.
- دو غدهٔ پاراتیروئیدی سمت راست فاصلهٔ کمتری نسبت به سمت چپ دارند.
- دو غدهٔ پاراتیروئیدی بالاتر فاصلهٔ بیشتری از هم نسبت به دو غدهٔ پاراتیروئیدی پایین‌تر دارند.
- بالاترین و پایین‌ترین غدد پاراتیروئیدی، هر دو در سمت چپ قرار دارند.

۱۹۱۵ : (۲) هورمون‌های **تیروئیدی** (T_3 و T_4) در همهٔ یاخته‌های زندهٔ بدن و هورمون پاراتیروئیدی توسط ویتامین D با افزایش جذب کلسیم از رودهٔ باریک و به‌طور مستقیم با بازجذب کلسیم در کلیه‌ها باعث تغییر فعالیت این دو نوع یاخته می‌شوند. هر دو نوع غدهٔ فوق در مجاورت **نای** قرار دارند که نای واجد غضروف‌های نعل اسبی Cشکل می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** کمبود هورمون T_3 در دوران جنینی باعث اختلال در نمو دستگاه عصبی مرکزی جنین می‌شود. **گزینهٔ (۳):** هورمون‌های T_3 و T_4 روی تنظیم کلسیم نقش ندارند. **گزینهٔ (۴):** هورمون پاراتیروئیدی با تغییر شکل ویتامین D بازجذب کلسیم توسط یاخته‌های پوششی مکعبی‌شکل را افزایش می‌دهد.

۱۹۱۶ : (۴) غدد تیروئید و پاراتیروئید در نزدیکی حنجره قرار دارند. حنجره محل قرارگیری پرده‌های صوتی است. دقت کنید که غدهٔ تیروئید منفرد است اما در صورت سؤال به **چهار غدهٔ** هم‌اندازه اشاره شده که **غدد پاراتیروئید** می‌باشند. کاهش این هورمون موجب کاهش کلسیم در خون شده و در نتیجه انقباض ماهیچه‌ها مختل می‌گردد، چرا که ماهیچه‌ها به منظور انقباض به کلسیم نیاز دارند. این هورمون بازجذب کلسیم در کلیه را نیز افزایش می‌دهد و بازجذب اغلب با مصرف انرژی همراه است. در واقع کاهش میزان این هورمون سبب کاهش مصرف ATP در یاخته‌های پوششی دیوارهٔ نفرون‌ها شده و بدین ترتیب میزان ATP در این یاخته‌ها افزایش می‌یابد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با ترشح هورمون پاراتیروئیدی جذب کلسیم از روده افزایش می‌یابد و در نتیجه غلظت کلسیم در مدفوع کاهش می‌یابد. **گزینهٔ (۲):** هورمون پاراتیروئیدی بازجذب کلسیم در ادرار را افزایش می‌دهد و در نتیجه موجب کاهش غلظت ادرار می‌گردد. **گزینهٔ (۳):** در طی کاهش ترشح هورمون پاراتیروئیدی، میزان کلسیم مادهٔ زمینه‌ای استخوان افزایش یافته و بنابراین احتمال بروز علائم پوکی استخوان کاهش می‌یابد. همچنین با کاهش یافتن این هورمون، تغییر شکل ویتامین D نیز کاهش می‌یابد.

نکته
تنظیم مقدار یون کلسیم برای **انعقاد خون** در روند ایجاد لخته و همچنین برای **انقباض ماهیچه‌های بدن و استحکام استخوان‌ها** نقش بسیار مهمی دارد.

کمبود کلسیم خون ← سبب کاهش کلسی‌تونین می‌شود ← اثر مهاری آن روی ممانعت از برداشت کلسیم استخوان کاهش می‌یابد.
کمبود کلسیم خون ← سبب افزایش هورمون پاراتیروئیدی می‌شود ← برداشت کلسیم از مادهٔ زمینه‌ای استخوان زیاد می‌شود.
← کلسیم خون زیاد شده تا به حد نرمال برسد.

۱۹۱۷ : (۳) بخش مرکزی غدهٔ فوق‌کلیه، برخلاف دستگاه عصبی پاراسمپاتیک، می‌تواند در شرایط **تنش**، قند خون را نیز افزایش دهد. پاراسمپاتیک به بدن آرامش می‌دهند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بخش مرکزی این غده، ساختار عصبی دارد و در شرایط تنش سبب افزایش ضربان قلب، فشار خون و باز شدن **نایژک‌ها** می‌شود (وجود غضروف مانع باز شدن نایژه‌ها می‌شود). **گزینهٔ (۲):** دقت کنید که طبق متن کتاب درسی، **ترشح آلدوسترون، ارتباط خاصی با تنش طولانی‌مدت ندارد** و کتاب فقط کورتیزول را اعلام کرده است. **گزینهٔ (۴):** بخش قشری همانند بخش مرکزی غدهٔ فوق‌کلیه، توانایی **افزایش قند خون و فشار خون** را دارد.

۱۹۱۸ : (۳) آلدوسترون، سبب افزایش بازجذب سدیم و به دنبال آن افزایش بازجذب آب می‌شود تا حجم خون نرمال شود، این هورمون همانند نورابی‌نفرین، فشار خون را افزایش می‌دهد.

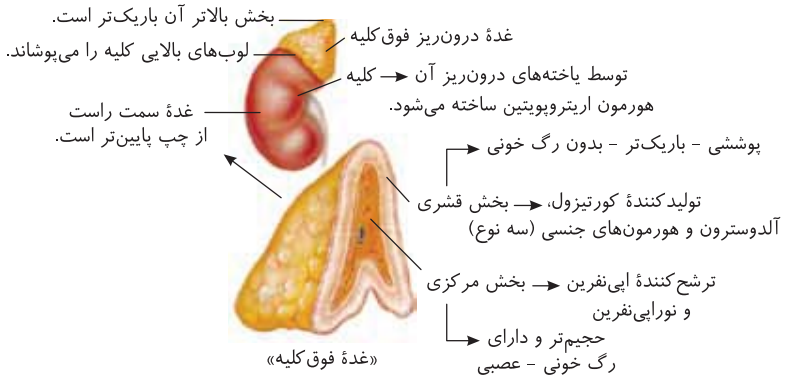
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اپی‌نفرین، سبب **باز شدن** نایژک‌ها می‌شود *ولی درست بفون گزینه‌ها روا* *چرا کلیه را فوق‌کلیه خوندی؟* **گزینهٔ (۲):** در تنش‌های طولانی‌مدت، کورتیزول قند خون را بالا می‌برد ولی **اگر تنش‌ها به مدت زیادی ادامه یابد**، کورتیزول دستگاه ایمنی را تضعیف می‌کند (نه اینکه همواره سبب تضعیف ایمنی شود!) **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که در قشر فوق‌کلیه، کورتیزول قند خون را افزایش می‌دهد و آلدوسترون فشار خون را افزایش می‌دهد و **هیچ کدام از این دو هورمون برخلاف اپی‌نفرین نمی‌توانند همزمان سبب افزایش قند و فشار خون شوند.** همچنین **هورمون‌های جنسی** قشر فوق‌کلیه نیز چنین ویژگی‌هایی را ندارند.

مروری بر غدهٔ فوق‌کلیه ۲۱۹

غدهٔ فوق‌کلیه	بخش مرکزی		بخش قشری		
ساختار	از یاخته‌های عصبی درون‌ریز		از یاخته‌های غیرعصبی درون‌ریز		
هورمون‌ها	اپی‌نفرین	نورابی‌نفرین	کورتیزول	آلدوسترون	هورمون‌های جنسی زنانه و مردانه
وظیفهٔ هورمون	افزایش فشار خون، ضربان قلب، گلوکز خوناب و بازکردن نایژک‌ها		افزایش گلوکز خوناب	بازجذب سدیم (و آب)	کمک به بروز برخی از ویژگی‌های جنسی
علت ترشح هورمون	در پاسخ به تنش‌های کوتاه‌مدت		در پاسخ به تنش‌های بلندمدت	کمبود سدیم و حجم خون	-
تنظیم ترشح هورمون‌ها	با کمک دستگاه عصبی خودمختار و بخش سمپاتیک در هیجانات		هورمون محرک فوق‌کلیه از هیپوفیز		

۱۹۱۹ : (۴) همهٔ موارد صحیح هستند.

بررسی موارد **الف)** با توجه به شکلِ هر غدهٔ فوق‌کلیهٔ کلاه‌مانند صحیح است. **ب)** با توجه به شکل، بخش قشری فوق‌کلیه باریک‌تر است و پنج نوع هورمون می‌سازد ولی بخش مرکزی، حجیم‌تر بوده و دو نوع هورمون می‌سازد. **ج)** بخش بیرونی آن بافت پوششی دارد و فاقد رگ خونی است ولی بخش مرکزی عصبی آن با توجه به شکل، دارای رگ خونی است. **د)** به دلیل وجود کبد، غدهٔ فوق‌کلیهٔ سمت راست پایین‌تر است و از طحال دورتر است. چون طحال که منظور قسمت دوم عبارت است، سمت چپ در قسمت بالای فضای شکمی قرار دارد. *(راستی یادته که کبد اندام لنفی نیست!)*



۱۹۲۰ (۳) در تنش‌های کوتاه‌مدت هورمون‌های اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین از بخش مرکزی فوق‌کلیه ترشح می‌شوند و با افزایش تعداد ضربان قلب و فشار خون مدت زمان دورهٔ کار قلبی را کاهش می‌دهند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** فرایند برون‌رانی مستقل از شیب غلظت رخ می‌دهد (نه در جهت شیب غلظت). **گزینهٔ (۲):** در تنش‌های دیرپا، هورمون کورتیزول از غدهٔ فوق‌کلیه ترشح می‌شود (نه هورمون آلدوسترون). **گزینهٔ (۴):** هورمون کورتیزول افزایندهٔ قند خون و هورمون انسولین کاهندهٔ قند خون است.

۱۹۲۱ (۴) **کاهش** شدید ترشح از بخش قشری فوق‌کلیه، پاسخ دیرپا به فشارهای روحی، جسمی را **کاهش** داده و به دنبال آن با کمبود آلدوسترون، دفع سدیم توسط کلیه‌ها زیاد می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید که ترشحات هیپوفیز پسین به هورمون آزادکنندهٔ هیپوتالاموسی ربطی ندارد. **گزینهٔ (۲):** تولید تستوسترون از غدهٔ فوق‌کلیهٔ **زنان**، وابسته به هورمون محرک جنسی نمی‌باشد، بلکه تحت نظر هورمون محرک فوق‌کلیوی است. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که منظور از هورمون‌های تیروئیدی، T_3 و T_4 است که به تنظیم کلسیم ربطی ندارند.

۱۹۲۲ (۳) در پی افزایش آلدوسترون، میزان فشارخون بیشتر می‌شود و درپی افزایش کورتیزول، فعالیت دستگاه ایمنی تضعیف می‌شود و در پی آن احتمال ازبین رفتن یاخته‌های سرطانی (تغییر یافتهٔ ژنتیکی) توسط یاخته‌های کشندهٔ طبیعی، مرگ برنامه‌ریزی شده کاهش می‌یابد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در پی افزایش اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین، ضربان قلب افزایش یافته و فاصلهٔ صداها به هم کم می‌شود، و همچنین نایژک‌های درون شش‌ها کـه کوچک‌تریـن مجاری هستند، باز می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** در پی افزایش هورمون‌های تیروئیدی یا همان یددار غدهٔ تیروئید، ترشح هورمـون آزاد کنندهٔ هیپوتالاموس و هورمون محرک غدهٔ تیروئید کاهش می‌یابد. هم‌چنین میزان تنفس یاخته‌ای بیشتر شده و کربن‌دی‌اکسید بیشتری تولید می‌شود؛ در نتیجه میزان برون‌ده قلبی نیز بیشتر می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در پی افزایش هورمون ضدادراری، تعداد کانال‌های تسهیل کنندهٔ عبور آب در نفرون‌ها بیشتر شده و بازجذب آب در نفرون بیشتر می‌شود *(یادآوری در فصل ۷ دهم گفته بودن آب از راه کانال اختصاصی هم عبور می‌کند!)*. درنتیجه حجم ادراری که به مثانه وارد می‌شود؛ کاهش می‌یابد.

۱۹۲۳ (۳) غدد تیروئید و پاراتیروئید در ناحیهٔ گردن قرار گرفته‌اند و به ترشح هورمون‌های تیروئیدی، پاراتیروئیدی و کلسی‌تونین می‌پردازند. هورمون‌های تیروئیدی بر سوخت‌وساز یاخته‌های استخوانی اثرگذارند، هورمون‌های کلسی‌تونین و پاراتیروئیدی هم بر ذخیرهٔ کلسیم و استحکام استخوان‌ها اثر می‌گذارند. حتماً از فصل قبل به یاد دارید که یاختهٔ استخوانی، دارای رشته‌های سیتوپلاسمی متعددی با ارتباط متقابل می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** غـدد اپی‌فیـز، هیپوفیـز و هیپوتالاموس در مغز قرار گرفته‌اند. ترشح هورمون ملاتونین از اپی‌فیز توسط هیپوتالاموس کنترل نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** هورمون‌های اپی‌نفرین، نوراپی‌نفرین، آلدوسترون، کورتیزول و جنسی توسط غدد فوق‌کلیوی ترشح می‌شوند. هورمون‌های جنسی و کورتیزول، بر روی فشار خون اثر نمی‌گذارند. **گزینهٔ (۴):** غدد فوق‌کلیوی، پانکراس و تخمدان‌ها داخل محوطهٔ شکمی قرار گرفته‌اند، واضح است که همهٔ ترشحات این هورمون‌ها لزوماً بر چرخهٔ جنسی اثر نمی‌گذارد. مثلاً پانکراس فقط طی فعالیت درون‌ریز خود بر قند خون مؤثر است.

۱۹۲۴ (۲) با پرکاری بخش قشری فوق‌کلیه، هورمون کورتیزول در خون افزایش می‌یابد. افزایش هورمون کورتیزول در درازمدت باعث سرکوب دستگاه ایمنی می‌شود. با سرکوب دستگاه ایمنی علائم بیماری‌های خودایمنی نظیر دیابت نوع ۱ و MS نیز در بدن می‌تواند کاهش یابد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** برخـی یاخته‌هـای کلیـه و کبد با ترشح هورمـون اریتروپویتین در افزایش سـطح هماتوکریت خـون نقش دارند از طرفـی دقت کنید که هماتوکریت (خون‌بهر) نسـبت حجم یاخته‌های قرمز خون به کل حجم خون اسـت. کمبود حجم خوناب یا افزایش مقدار RBC سـبب افزایش هماتوکریت می‌شود. کمبود آلدوسـترون مترشـحه از فوق‌کلیه‌ها سـبب کاهش حجم خون و افزایش نسبت خون‌بهر در آن می‌شود. **گزینهٔ (۳):** با پرکاری غدد پاراتیروئیدی، میزان بازجذب کلسیم در کلیه افزایش می‌یابد و همین امر باعث افزایش سـطح کلسـیم خون و کاهش سـطح کلسـیم ادرار می‌شـود. **گزینهٔ (۴):** با کم کاری غدهٔ تیروئید سوخت‌وساز بدن و نیاز به انرژی‌های زیستی در بدن کاهش می‌یابد و همین امر باعث کاهش میزان ساخت ATP در یاخته‌های بدن می‌شود.

۱۹۲۵ (۳) در صورت پرکاری و یا کم‌کاری غدد پاراتیروئید، تنظیم **کلسیم بدن** به هم می‌خورد که این اختلال سـبب عدم کارایی مناسـب برای شـروع انقباض و یا به استراحت درآمدن ماهیچه‌ها می‌شود. پس در هر صورت روی عمل ماهیچه‌های قلبی و تنفسی می‌تواند تأثیرگذار باشد (البته پرکاری آن سبب افزایش کلسیم خون و کم‌کاری آن سبب کاهش کلسیم می‌شود).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پـرکاری تیروئیـد، مسـتقیماً در تولیـد انسـولین نقشـی نـدارد و از طرفـی پرکاری آن با افزایش سوخت‌وسـاز سـبب افزایـش دمای بدن می‌شـود (نه کم‌کاری آن که در قسـمت دوم ذکر شـده اسـت). **گزینهٔ (۲):** پرکاری غدد فوق‌کلیه، با افزایش **کورتیزول** می‌تواند سـبب سـرکوب ایمنی و افزایش احتمال ابتلا به بیماری‌های عفونی شـود، ولی کم‌کاری آن‌ها در اثر کاهش مقدار اپی‌نفرین و آلدوسـترون سـبب کاهش فشـار خون می‌شـود. **گزینهٔ (۴):** غدهٔ سـازندهٔ هورمون رشـد، **هیپوفیز پیشین** است که پرکاری آن رشد و تکثیر استخوان را تا چند سال پس از بلوغ زیاد می‌کند و ربطی به پسر یا دختر بودن ندارد.

۱۹۲۶ (۳) هورمون کورتیزول در تنش‌های طولانی‌مدت از بخش قشـری غدهٔ فوق‌کلیه ترشـح و باعث تضعیف سیسـتم ایمنی می‌شـود. مالتیپل اسـکلروزیس نوعی بیماری خودایمنی اسـت که علائم آن با تضعیف سیسـتم ایمنی کمتر می‌شـود. هورمون‌های اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین از بخش مرکزی فوق‌کلیه ترشح و منجر به باز شدن نایژک‌ها می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** کورتیزول فقط گلوکز خوناب را زیاد می‌کند و بر افزایش فشـارخون اثری ندارد. **گزینهٔ (۲):** هورمون‌های جنسـی مترشـحه از بخش قشری این غده، آنقدر نیسـت که ربطی به روزهای چرخهٔ تخمدانی و قاعدگی پیدا کند. **گزینهٔ (۴):** هورمون‌های جنسـی زنانه و مردانه در هر دو جنس از بخش قشـری این غده ترشح می‌شوند.

۱۹۲۷ (۴) با افزایش هورمون محرک فوق‌کلیه، سطح کورتیزول و گلوکز خوناب افزایش می‌یابد و همچنین با تحریک ترشح بیشتر هورمون آلدوسترون، میزان بازجذب سدیم از ادرار افزایش و مقدار سدیم در ادرار کاهش می‌یابد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با افزایش هورمون‌های تیروئیدی (T_3 و T_4) تغییری در سطح کلسیم خوناب رخ نمی‌دهد و میزان سوخت‌وساز و مصرف گلوکز یاخته‌های بدن افزایش می‌یابد. **گزینهٔ (۲):** نوراپی‌نفرین و اپی‌نفرین از این قسـمت ترشـح شـده که موجب افزایش فشـار خون می‌شـوند ولی هورمون آلدوسترون در بازجذب آب و کاهش حجم ادرار در کلیه دارای نقش اسـت. از طرفی افزایش فشـار خون سـبب افزایش حجم ادرار می‌شود. **گزینهٔ (۳):** اکسی‌توسین موجب انقباض ماهیچه‌های صاف دیوارهٔ رحم و هورمون ضدادراری نیز سبب باز جذب آب به خون می‌شود.

۱۹۲۸ : ۳ در اثر پرکاری قشر فوق‌کلیه، مقدار **کورتیزول** می‌تواند زیاد شود که در این صورت سبب سرکوب و تضعیف سیستم ایمنی و فعالیت مغز استخوان در تولید یاخته‌های ایمنی و مبارزه با عوامل مضر می‌شود. از طرفی کورتیزول باعث تجزیهٔ پروتئین‌ها و کاهش فشار اسمزی پلاسما می‌شود که در این صورت می‌تواند سبب ایجاد علائم خیز (ادم) شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در اثر کم‌کاری پاراتیروئید، کلسیم خون کاهش می‌یابد و در روند انعقاد خون، تولید ترومبین **کاهش** می‌یابد. **گزینهٔ (۲):** در اثر کم‌کاری بخش پسین هیپوفیز، هورمون‌های ضدادراری و اکسی‌توسین کاهش یافته و در پی آن خروج شیر از بدن و بازجذب آب از کلیه کم می‌شود. در این حالت ادرار **رقیق** می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در پرکاری غدهٔ تیروئید، تنفس یاخته‌ای و ضربان قلب زیاد می‌شود.

۱۹۲۹ : ۱ غدد درون‌ریزی که در نزدیکی حنجره قرار دارند شامل **تیروئید و پاراتیروئید** هستند که به ترتیب با ترشح هورمون‌های کلسی‌تونین و پاراتیروئیدی در حفظ غلظت یون **کلسیم** در محدوده‌ای ثابت نقش دارند.

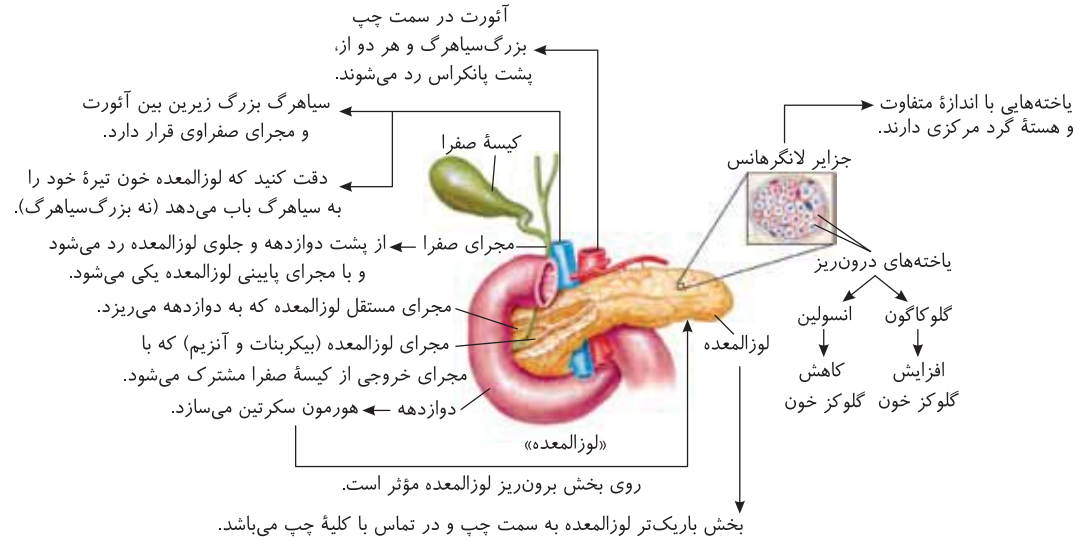
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** غدد **تیروئید و تیموس** در ناحیهٔ نای قابل مشاهده‌اند؛ اما فقط تیموس در دوران نوزادی و کودکی بیش از سایر دوران زندگی فعالیت می‌کند. **گزینهٔ (۳):** هورمون **آلدوسترون** از غدد فوق‌کلیه ترشح می‌شود و **بازجذب** سدیم را افزایش می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** غدد هیپوتالاموس، هیپوفیز و اپی‌فیز در مغز دیده می‌شوند؛ اما فقط **هیپوفیز** در استخوان کف جمجمه مستقر است.

۱۹۳۰ : ۱ فقط مورد (د) صحیح است. پانکراس (لوزالمعده) اندامی است که دارای دو نوع غدهٔ برون‌ریز و درون‌ریز می‌باشد.

بررسی موارد **الف)** دقت کنید که کبد (ترشح کنندهٔ کلسترول، فسفولیپید، بیکربنات و نمک‌های صفراوی در صفرا) **غدهٔ درون‌ریز ندارد** زیرا یاخته‌های درون‌ریز ویژهٔ آن **پراکنده** هستند که ایریتروپویتین می‌سازند. **ب)** در لوزالمعده، بخش درون‌ریز (جزایر لانگرهانس)، به صورت مجموعه‌ای از یاخته‌ها در بین بخش **برون‌ریز** قرار دارد. **ج)** بخش درون‌ریز این غده، در پاسخ به **کاهش** گلوکز خوناب، هورمون گلوکاگون را ترشح می‌کند. **د)** انسولین، در پاسخ به افزایش گلوکز خوناب ترشح شده و سبب ورود گلوکز به یاخته‌ها می‌شود و قند خون را کاهش می‌دهد.

۱۲۱ شکل‌نامه و نکات لوزالمعده (پانکراس)

همان‌طور که در زیست دهم خواندید غدهٔ لوزالمعده (پانکراس) در **پشت** و زیر معده قرار گرفته است. این غده دارای یک بخش برون‌ریز با مجاری مشخص برای خروج فراوردهٔ خود یعنی **آنزیم‌های گوارشی و بیکربنات می‌باشد. لوزالمعده** همچنین دارای یک بخش درون‌ریز به نام **جزایر لانگرهانس** می‌باشد. جزایر لانگرهانس به صورت مجموعه‌ای از یاخته‌های **متمرکز درون‌ریز** در بین بخش‌های برون‌ریز لوزالمعده قرار دارد که هورمون‌های **گلوکاگون و انسولین** را برای تنظیم قند خون به درون خون ترشح می‌کند.



- بیشتر قسمت‌های لوزالمعده در سمت چپ شکم قرار دارند. رگ آئورت نزولی و بزرگ سیاهرگ زیرین از پشت آن عبور کرده و در مجاورت با دوازدهه است. در بالای آن شاخه‌های سرخرگی از آئورت جدا شده و نیز در پایین آن هم از آئورت شاخه‌ای جدا می‌شود.
- بخش درون‌ریز یا جزایر لانگرهانس در بین بخش برون‌ریز قرار دارند. دو نوع یاخته با اندازهٔ متفاوت و هستهٔ مرکزی دارد که رگ خونی اطراف آن‌هاست.
- قطر لوزالمعده از چپ به راست افزایش می‌یابد.
- سر قطورتر پانکراس در پشت دوازدهه و سر دیگر آن جلوی روده قرار دارد.
- لوزالمعده هم سطح با محل ورود سرخرگ به کلیه می‌باشد. لوزالمعده، پشت پیلور و جلوی سرخرگ و سیاهرگ اصلی شکم قرار می‌گیرد.
- لوزالمعده، دو مجرای برون‌ریز دارد که بالایی آن مستقلاً مواد خود (آنزیم‌ها و بیکربنات) را به دوازدهه وارد می‌کند ولی مجرای پایین‌تر با مجرای خارج شده از کیسهٔ صفرا مشترک شده تا به دوازدهه وارد شوند.
- کیسهٔ صفرا بالای لوزالمعده و دوازدهه در سمت راست آئورت و بزرگ‌سیاهرگ زیرین می‌باشد.
- آئورت در شکم در سمت چپ بزرگ سیاهرگ زیرین قرار دارد.
- مجرای خارج شده از کیسهٔ صفرا (سبزرنگ) از پشت دوازدهه و جلوی لوزالمعده رد می‌شود تا با مجرای لوزالمعده یکی شود.
- لوزالمعده همانند تیموس و پاراتیروئید تحت کنترل هورمون‌های هیپوفیز و هیپوتالاموس نمی‌باشد.

۱۹۳۱ **۴** بـا فعالیـت هورمون‌های تیروئیدی (T_3 و T_4)، متابولیسـم و تنفس یاخته‌ای هوازی با تجزیهٔ گلوکز زیاد شـده و در نتیجـه CO_2 تولیدی در تنفس، فعالیت کربنیک‌انیدراز در گویچهٔ قرمز را زیاد می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گلوکاگون روی **کبد** اثر می‌گذارد و در پی تجزیهٔ گلیکوژن ذخیره‌ای آن، گلوکز خون را زیاد می‌کند. **گزینهٔ (۲):** هورمون کلسـی‌تونین که از تیروئید ترشح می‌شود، مانع آزاد شدن کلسیم از استخوان می‌شود تا کلسیم اضافی توسط طریق ادرار از بدن خارج می‌شود. **گزینهٔ (۳):** افزایش هورمون‌های تیروئیدی با بالا بردن سوخت‌وساز بدن انرژی‌زایی را **افزایش** می‌دهد (نه کاهش!).

۱۹۳۲ **۲** غدهٔ فوق‌کلیه دارای دو بخش قشـری و مرکزی اسـت. بخش قشـری هورمون جنسـی زنانه و مردانه را در هر دو جنس نیز ترشـح می‌کند. هورمون جنسی مردانه، تستوسـترون می‌باشـد. تستوسـترون ضمن تحریک رشـد اندام‌های جنسی و اسـپرم‌زایی باعث بروز صفات ثانویه در مردان می‌شود؛ مثل بَم شدن صدا، روییدن مو در صورت و قسـمت‌های دیگر بدن، رشـد ماهیچه‌ها و اسـتخوان‌ها. تستوسـترون بر روی ساختار پرده‌های صوتی حنجره (زیر برچاکنای) اثر دارد و باعث بَم شدن صدا می‌شـود. هم‌چنین این هورمون باعث رشـد ماهیچه‌های بدن می‌شود. می‌دانید که یاخته‌های ماهیچه‌ای اسکلتی، تقسیم نمی‌شوند بلکه اندازهٔ آن‌ها افزایش می‌یابد (رشد از نظر ابعاد)؛ در نتیجه میزان سیتوپلاسم و رشته‌های پروتئینی انقباضی اکتین و میوزین افزایش می‌یابند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** از بین هورمون‌هایی که از فوق‌کلیه ترشح می‌شوند، کورتیزول، اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین روی قند خون اثر دارند. از بین آن‌ها فقط اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین بر قطر نایژک‌ها بر مقدار هوای مردهٔ تنفسـی اثر دارند و باعث باز شـدن آن‌ها می‌شـوند. **گزینه‌های (۳) و (۴):** از بخش درون‌ریز لوزالمعده دو هورمون به نام‌های گلوکاگون و انسـولین ترشـح می‌شـوند. گلوکاگون در پاسخ به کاهش گلوکز خون ترشح شـده، باعث تجزیهٔ گلیکوژن به گلوکز می‌شود و به این ترتیب، قند خون را افزایش می‌دهد. انسـولین در پاسـخ به افزایش گلوکز خون ترشـح و باعث ورود گلوکز به یاخته‌ها می‌شـود و به این ترتیب، قند خون را کاهش می‌دهد. هورمون گلوکاگون روی یاخته‌های کبد دارای گیرنده اسـت؛ اما انسـولین تقریباً بر روی همهٔ یاخته‌های زندهٔ بدن، گیرنده دارد (نادرسـتی گزینهٔ (۴)). دیابت شیرین بر دو نوع است. در نوع یک، انسولین ترشح نمی‌شود یا به اندازهٔ کافی ترشح نمی‌شود. این بیماری، یک بیماری خودایمنی است که در آن دستگاه ایمنی یاخته‌های ترشح کنندهٔ انسولین در جزایر لانگرهانس را از بین می‌برد. این بیماری با تزریق انسولین کنترل خواهد شد. (نادرستی گزینهٔ (۳))

۱۹۳۳ **۳** موارد (الف)، (ج) و (د)، صحیح هستند. سؤال در مورد لوزالمعده است که با توجه به شکل‌نامه، کاملاً به درستی و نادرستی عبارات واقف می‌شوید.

بررسـی مـوارد (الف) **درست.** یاخته‌های مکعبی به هم فشرده با هستهٔ مرکزی در جزایر لانگرهانس در شکل‌نامه مشخص هستند. (ب) نادرست. *طب آفه اشکال این عبارت از بی‌دقتی شماست! هورمون که وارد مجرا نمی‌شه و می‌ریزه تو خون!* (ج) و (د) **درست.** مجرای صفرا از روی لوزالمعده عبور می‌کند ولی سرخرگ آئورت و بزرگ سیاهرگ زیرین از زیر آن عبور می‌کنند که از راست به چپ مجرای صفرا، بزرگ سیاهرگ و آئورت می‌باشد (قطر کمتر لوزالمعده به سمت چپ می‌باشد).

۱۹۳۴ **۴** هورمون‌های اپی‌نفرین، نوراپی‌نفرین، کورتیزول و گلوکاگون برخلاف انسولین سبب افزایش گلوکز خوناب می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرسـت. هورمون گلوکاگون از غدهٔ پانکراس ترشـح می‌شـود، که لزوماً تحت اثر شـرایط تنش و اسـترس نیسـت. **گزینهٔ (۲):** نادرست. می‌دانید که بافت پوششی دارای فضای بین‌یاخته‌ای اندک است، در حالی‌که هورمون‌های اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین از بخش مرکزی غدهٔ فوق‌کلیه ترشح می‌شوند که دارای یاخته‌های عصبی تغییریافته می‌باشـند. **گزینهٔ (۳):** نادرسـت. هورمون کورتیزول از بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه (تحت اثر فعالیت غدهٔ هیپوفیز) ترشح می‌شود. **گزینهٔ (۴): درست.** همهٔ هورمون‌های نام‌برده به علت افزایش گلوکز موجب افزایش تجزیهٔ گلوکز توسـط یاخته‌های زندهٔ بدن می‌شـوند. درنتیجه میزان فعالیت **آنزیم** انیدرازکربنیک بیشتر می‌شود. کربنیک‌انیدراز آنزیم است و جایگاه فعال دارد و سبب ترکیب CO_2 با آب می‌شود.

۱۹۳۵ **۳** موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح می‌باشند.

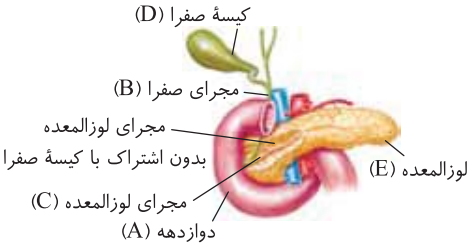
بررسـی مـوارد (الف) **درست.** مخاط معده حاوی یاخته‌های کناری (حاشیه‌ای) بوده که توانایی تولید فاکتور داخلی برای حفظ ویتامین B_{12} را دارد. این ویتامین در تولید گویچهٔ قرمز در مغز استخوان کارایی دارد. پس اشکال در مخاط معده سبب کم‌خونی شدید شده و حتی می‌تواند سبب تبدیل مغز زرد در تنهٔ استخوان دراز به مغز قرمـز شـود. (ب) **درست.** در تنش‌هـای طولانی‌مدت، با افزایش هورمون **کورتیزول** از قشـر غـدد فوق‌کلیه، مقدار گلوکز خون بالا مـی‌رود. (ج) **درست.** صفرا در جذب چربی‌ها مؤثر اسـت. (د) نادرسـت. اختلال در تراکم Na^+ در یاختهٔ عصبی به عمل پمپ و کانال‌ها و متابولیسـم آن یاخته بسـتگی دارد؛ ولی انسولین و گلوکاگون در پایین و بالا بردن گلوکز خون مؤثر می‌باشند. همچنین دقت کنید که در اثر اختلال در ترشح انسولین، گلوکز وارد یاخته‌های عصبی نمی‌شود و تولید ATP کاهش می‌یابد و پمپ سدیم - پتاسیم نمی‌تواند فعالیت کند؛ در نتیجه میزان Na^+ درون یاختهٔ عصبی افزایش می‌یابد.

۱۹۳۶ **۲** موارد (الف)، (ب)، (ج) و (د) در هر دو نوع دیابت شیرین دیده می‌شوند و مورد (هـ) ویژهٔ دیابت نوع یک و مورد (و) نیز ویژهٔ دیابت نوع دو می‌باشد.

مقایسهٔ انواع دیابت ۲۲۰

موارد مقایسه	دیابت نوع ۱	دیابت نوع ۲	دیابت بی‌مزه
علت	خودایمنی	چاقی و ارثی و عدم تحرک	اشکال در تولید یا ترشح هورمون ضدادراری
گلوکز در ادرار	+	+	–
میزان انسولین	کمتر از حد عادی یا فقدان آن	به مقدار کافی	نرمال است.
حجم ادرار	زیاد (درستی مورد (الف))	زیاد	خیلی زیاد است و رقیق می‌باشد
بیماری خودایمنی	+	–	–
تضعیف سیستم ایمنی	+ (در دیابت ۱)	+	به‌طور غیرمستقیم با کمبود آب بدن
لاغری فرد در اثر مصرف چربی	+ (درستی مورد (ب))	+	–
تولید محصول اسیدی	+ (درستی مورد (ج))	+	–
توضیح	مشکل کمبود انسولین در سنین کم است.	مشکل پاسخ ندادن گیرنده‌های انسولین است که از سن بالا شروع می‌شود (مورد (و)).	همانند هر دیابتی پرادراری دارد

۱۹۳۷ : ۴ پانکراس غده‌ای قرار گرفته به صورت موازی در زیر معده می‌باشد و بخش پهن آن در سمت راست درون قوس دوازدهه در نزدیکی کلیهٔ سمت راست قرار دارد.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های درون‌ریز پانکراس به صورت مجتمع و در کنار یکدیگر در جزایر لانگرهانس قرار گرفته‌اند. **گزینهٔ (۲):** ممکن است فرد مبتلا به دیابت نوع دو باشد که در این صورت گیرنده‌های هورمون انسولین در آن دچار اختلال شده‌اند. در صورت ابتلای فرد به دیابت بی‌مزه نیز در فعالیت غدهٔ پانکراس آن مشکلی وجود ندارد. **گزینهٔ (۳):** برای ترشحات برون‌ریز این غده دو مجرا وجود دارد که یکی با مجرای کیسهٔ صفرا مشترک و دیگری به صورت اختصاصی برای پانکراس است. **گزینهٔ (۴):** در صورت ابتلا به بیماری خودایمنی دیابت نوع یک، یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ انسولین در این غده آسیب می‌بینند.

۱۹۳۸ : ۳ در اثر تحریک گیرنده‌های اسمزی واقع در هیپوتالاموس، مرکز تشنگی تحریک می‌شود و همچنین ترشح هورمون ضدادراری از هیپوفیز پسین افزایش می‌یابد که باعث افزایش بازجذب آب و کاهش حجم ادرار می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در پی افزایش شدید ترشح هورمون محرک بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه، ترشح هورمون کورتیزول افزایش می‌یابد که ترشح طولانی‌مدت آن باعث افزایش زیاد قند خون و ایجاد علائمی مانند دیابت شیرین می‌شود. در دیابت شیرین حجم ادرار فرد افزایش پیدا می‌کند. **گزینهٔ (۲):** منظور از پروتئین Y شکل **پادتن‌ها** هستند. در بیماری خودایمنی، لنفوسیت‌ها به یاخته‌های خودی حمله می‌کنند، مثلاً در دیابت نوع یک پادتن‌ها می‌توانند باعث نابودی یاخته‌های جزایر لانگرهانس شوند. در دیابت شیرین به دنبال ورود گلوکز به ادرار، آب بیشتری نیز وارد ادرار می‌شود و حجم ادرار افزایش می‌یابد. **گزینهٔ (۴):** افزایش مقدار زیاد مواد با فشار اسمزی بالا از دو طریق باعث افزایش حجم ادرار می‌شود. (۱) افزایش فشار خون باعث می‌شود که فشار تراوشی در کپسول بومن بیشتر باشد و حجم ادرار افزایش یابد. (۲) به دنبال ورود سدیم به ادرار، آب نیز وارد ادرار می‌شود و حجم ادرار افزایش می‌یابد.

۱۹۳۹ : ۴ هر چهار مورد صحیح هستند. منظور سؤال دیابت شیرین **نوع ۱** بوده که نوعی بیماری خودایمنی است و به لوزالمعده در یاخته‌های انسولین‌ساز حمله می‌شود و آن‌ها را از بین می‌برد. از طرفی دیابت شیرین می‌تواند منجر به بیماری قلبی، نابینایی و نارسایی کلیه شود.

بررسی موارد (الف) منظور این عبارت، مغز میانی است که در بینایی، شنوایی و حرکت نقش دارد. (ب) نارسایی قلبی طی دیابت نوع ۱ رخ می‌دهد. (ج) همواره در طولانی‌مدت، نارسایی کلیوی در دیابت رخ می‌دهد. (د) تولید محصولات اسیدی در اثر تجزیهٔ چربی‌ها و نارسایی کلیه، منجر به اختلال در تنظیم pH خون می‌شود و با کاهش pH پروتئین‌های دفاعی نیز تجزیه شده و اختلالی همانند افزایش ترشح کورتیزول رخ می‌دهد.

۱۹۴۰ : ۱ غدهٔ احاطه شده با پردهٔ صفاق که اختلال در ترشح هورمونی از آن سبب بروز دیابت شیرین می‌شود، غدهٔ **پانکراس** است! ولی غدهٔ احاطه **نشده** با پردهٔ صفاق که اختلال در ترشح هورمونی از آن سبب بروز دیابت می‌شود، غدهٔ **هیپوفیز** است که منجر به بروز دیابت بی‌مزه می‌شود!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در بیماری دیابت شیرین یاخته‌های بدن برای تأمین انرژی مورد نیاز خود اقدام به تجزیهٔ چربی‌ها و پروتئین‌ها می‌کنند. در صورت تجزیهٔ بیش از حد چربی اطراف کلیه‌ها احتمال افتادگی کلیه و تاخوردگی میزنای افزایش می‌یابد. در حالی که در دیابت شیرین به علت تجمع گلوکز در خوناب، فشار اسمزی خوناب افزایش یافته و میزان تحریک گیرنده‌های اسمزی هیپوتالاموس افزایش می‌یابد. **گزینهٔ (۲):** در بیماری دیابت بی‌مزه به علت کاهش حجم خون، فشارخون کاهش می‌یابد. بنابراین بدن انسان با سازوکارهایی همچون افزایش ترشح هورمون آلدوسترون سعی می‌کند فشار خون را افزایش دهد. در حالی که با افزایش فشار خون، میزان احتمال بروز خیز (ادم) نیز در بخش‌هایی از بدن افزایش می‌یابد. **گزینهٔ (۳):** در بیماری دیابت بی‌مزه به علت افزایش حجم ادرار میزان انعکاس تخلیهٔ ادرار بیشتر فعال می‌شود و نتیجهٔ آن فعالیت بیشتر یاخته‌های عصبی مؤثر در بروز این انعکاس است. از طرفی در دیابت بی‌مزه به علت کاهش بازجذب آب در نفرون‌ها، فشار اسمزی خوناب افزایش می‌یابد و بدین ترتیب میزان هماتوکریت (درصد حجمی یاخته‌های خونی) افزایش یافته و درواقع حجم پلاسما نسبت به بخش یاخته‌ای خون کاهش می‌یابد. **گزینهٔ (۴):** در بیماری دیابت شیرین به علت تجزیهٔ پروتئین‌های دفاعی، مقاومت بدن کاهش یافته و سیستم ایمنی بدن تضعیف می‌شود و بدین ترتیب علائم بیماری‌های خودایمنی و حساسیت‌ها بهبود می‌یابد و تحمل ایمنی بدن افزایش می‌یابد و در این بیماری به علت تجزیهٔ چربی‌ها و تولید محصولات اسیدی، میزان pH خون کاهش می‌یابد و بنابراین در نفرون‌های کلیه، میزان ترشح یون H^+ و بازجذب HCO_3^- افزایش می‌یابد. می‌دانیم در اکثر موارد فرایندهای بازجذب و ترشح با مصرف انرژی زیستی همراه می‌باشند.

۱۹۴۱ : ۱

نکته
کلید حل سؤال توجه به این نکته است: *در کنکور سراسری هروقت سخن از «هر فرد» به میان میاد، باید هم افراد سالم و هم افراد غیرسالم رو در نظر بگیری!* همین تلهٔ تستی در آزمون سراسری ۹۵ مورد سؤال قرار گرفت!

در انسان و در کبد و ماهیچه‌ها، مولکول‌های گلوکز به صورت گلیکوژن ذخیره شده‌اند که گلیکوژن موجود در ماهیچه‌ها در صورت لزوم می‌تواند به گلوکز تجزیه شود و همچنین، اگر گلوکز خون کم باشد، با ترشح گلوکاگون از بخش درون‌ریز پانکراس، گلیکوژن کبد به گلوکز تبدیل می‌گردد. بنابراین می‌توان گفت در صورت کاهش گلوکز در خون، در همهٔ افراد میزان گلیکوژن تغییر خواهد یافت.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در افراد مبتلا به دیابت نوع یک، کمبود یا فقدان ترشح انسولین مطرح است. پس در این افراد با افزایش میزان گلوکز خوناب، میزان فعالیت ترشحی یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ انسولین تغییر نمی‌کند یا به مقدار کم تغییر می‌کند چون بیماری خودایمنی است و این یاخته را نابود می‌کند. **گزینهٔ (۳):** به‌طور کلی در افراد مبتلا به دیابت شیرین، افزایش میزان گلوکز خون منجر به ورود گلوکز به یاخته‌ها نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** *اگه قرار بود هر وقت که میزان گلوکز خون کم میشه، تجزیهٔ چربی‌ها و پروتئین‌ها انجام بشه، سنگ رو سنگ بند نمی‌شد!!* توجه کنید، تجزیهٔ چربی و پروتئین برای تأمین انرژی مورد نیاز یاخته‌ها مختص افراد دیابتی است که نمی‌توانند گلوکز را وارد یاخته‌های بدن کنند.

۱۹۴۲ : ۴ در دیابت بی‌مزه، مقدار گلوکز موجود در خوناب تغییری پیدا نمی‌کند. در این دیابت، ترشح هورمون ضدادراری از هیپوفیز که در استخوان جمجمه قرار گرفته است، کاهش می‌یابد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در هر دو نوع دیابت شیرین نوع ۱ و نوع ۲، عدم ورود گلوکز به یاخته‌ها دیده می‌شود. در دیابت نوع دو، گیرنده‌های انسولین به این هورمون پاسخ مناسب نمی‌دهند و در دیابت نوع یک، انسولین ترشح نمی‌شود که به گیرنده متصل شود. **گزینهٔ (۲):** در همهٔ انواع دیابت شیرین و دیابت بی‌مزه حجم ادرار افزایش می‌یابد. تنها در دیابت شیرین مقدار گلوکز موجود در ادرار افزایش می‌یابد. **گزینهٔ (۳):** در هیچ یک از انواع دیابت همهٔ یاخته‌های جزایر لانگرهانس تخریب نمی‌شوند. در دیابت نوع ۱ تنها یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ **انسولین** دچار اختلال می‌شوند.

۱۹۴۳ (۳) در این سؤال هم باید به دیابت شیرین نوع ۱ و ۲ و هم به دیابت بی‌مزه دقت کنید. در دیابت شیرین، به دلیل تجزیهٔ پروتئین‌ها، مقاومت بدن کاهش می‌یابد. در این بیماری بدن از چربی‌ها به عنوان منبع انرژی استفاده می‌کند و در نتیجه یاخته‌های چربی **کوچک** می‌شوند. در فرد مبتلا به انسداد مجاری صفراوی نیز چربی‌ها جذب نمی‌شوند به همین دلیل برای نیاز به چربی، باید تری‌گلیسیریدهای ذخیره‌ای تجزیه شده و اندازهٔ یاخته‌های چربی کاهش یابند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در هر نوع دیابت اعم از شیرین و بی‌مزه، حجم ادرار **افزایش** می‌یابد. دقت کنید که فقط در دیابت بی‌مزه بازجذب آب از کلیه‌های فرد کاهش می‌یابد. **گزینهٔ (۲):** در هر دو نوع دیابت شیرین، به دلیل تجزیهٔ چربی‌ها و تولید محصولات اسیدی، pH محیط داخلی **کاهش** می‌یابد و ترشح یون هیدروژن در کلیه‌ها **افزایش** می‌یابد. دیابت شیرین نوع یک، نوعی بیماری **خودایمنی** است که با افزایش ترشح کورتیزول (تضعیف‌کنندهٔ سیستم ایمنی) علائم آن بهبود می‌یابد. **گزینهٔ (۴):** در دیابت شیرین نوع دو، گیرنده‌های انسولین به آن پاسخ نمی‌دهند در نتیجه ترشح انسولین بر اساس تنظیم بازخوردی **منفی** افزایش می‌یابد.

۱۹۴۴ (۲) باز هم در این تست، به **هر** فرد توجه کنید.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** افراد مبتلا به دیابت نوع دو آن را رد می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** بهترین انتخاب می‌باشد چون با افزایش ترشح انسولین، نفوذپذیری ماهیچه به گلوکز زیاد شده و ذخیرهٔ آن به صورت گلیکوژن افزایش پیدا می‌کند ولی اگر فرد دیابت نوع دو داشته باشد و به انسولین پاسخ ندهد کمی این عبارت نیز مبهم می‌شود!! ولی در فرد دیابتی که متابولیسم و پاسخ به انسولین به صفر نمی‌رسد. دقت کنید که گاهی تست‌های سراسری هم اشکالاتی دارند و البته با رد سایر گزینه‌ها می‌توان به این گزینه رسید. **گزینه‌های (۳) و (۴):** اگر فرد دیابتی باشد بالا رفتن گلوکز باعث خروج آن از ادرار می‌شود و گلوکز اضافی به کبد و یا یاختهٔ دیگری برای تبدیل به گلیکوژن یا چربی وارد نمی‌شود.

۱۹۴۵ (۳) موارد (الف)، (ب) و (د) عبارت را به نادرستی کامل می‌کنند. غدهٔ تیروئید هورمون‌های تیروئیدی T_3 و T_4 و هورمون کلسی‌تونین ترشح می‌کند. هورمون‌های تیروئیدی بر میزان تجزیهٔ گلوکز در همهٔ یاخته‌های بدن تأثیر می‌گذارند.

بررسی موارد (الف) توجه کنید هورمون تستوسترون ضمن تحریک رشد اندام‌های جنسی باعث بروز صفات ثانویه در مردان می‌شود. در مردان، بیضه‌ها پایین‌ترین یاخته‌های درون‌ریز را دارند. (تنظیم رشد ماهیچه‌ها و استخوان‌ها). (ب) و (د) در مورد هورمون کلسی‌تونین صادق نیست! چون در متابولیسم و ساخت CO_2 و گواتر نقشی ندارد. (ج) هورمون کلسی‌تونین بر تنظیم کلسیم مؤثر است. بنابراین، همهٔ هورمون‌های غدهٔ تیروئید بر فعالیت ماهیچه‌های اسکلتی اثرگذارند.

۱۹۴۶ (۴) همهٔ موارد صحیح‌اند.

بررسی موارد (الف) *بالاخره یه بیماری وراثتی پیدا میشه که باعث اختلال در تولید هورمون‌های تیروئیدی بشه!* مثلاً یک **جهش در ژن تولید هورمون تیروئیدی!** (ب) اختلال در ترشح **فاکتور داخلی معده** از یاخته‌های کناری غدد معده، سبب اختلال در جذب **ویتامین** B_{12} و **کاهش** تعداد گویچه‌های قرمز و کاهش اکسیژن‌رسانی به یاخته‌های بدن می‌شود. (ج) **دیابت نوع یک** نوعی بیماری خودایمنی است و سبب **افزایش قند خون** و **فشار اسمزی** آن می‌شود. (د) اختلال در فعالیت **غدد تیروئید و پاراتیروئید**، سبب اختلال در تنظیم **کلسیم** خون و اختلال در انعقاد خون می‌شود.

۱۹۴۷ (۱) فقط مورد (ج) صحیح است. غدهٔ **تیموس**، طبق شکل کتاب درسی، درون قفسهٔ سینه و در جلوی محل دو شاخه شدن نای قرار دارد. این غده علاوه‌بر ترشح هورمون تیموسین، مواد دیگری مانند کربن‌دی‌اکسید و مواد دفعی دیگری را نیز به درون خون وارد می‌کند.

بررسی موارد (الف) دقت کنید که این غده درون قفسهٔ سینه قرار دارد. (ب) برخی لنفوسیت‌های T مانند لنفوسیت‌های T خاطره و T کشنده ممکن است در خارج تیموس تولید شوند و در خارج تیموس تمایز پیدا کنند یا اصلاً نیازی به تمایز نداشته باشند. (د) مطابق شکل کتاب درسی، این غده در جلوی دهلیزها قرار دارد.

۲۲۱ تیموس

نکات
غدهٔ درون‌ریز به عنوان اندام لنفی است.
در جلوی نای و **دهلیزهای** قلب پشت جناغ در قفسهٔ سینه قرار دارد.
محل بلوغ لنفوسیت‌های T می‌باشد.
هورمون تیموسین آن در تمایز لنفوسیت‌ها نقش دارد.
اندازهٔ آن از تیروئید بزرگ‌تر است.
لنف خود را به مجرای لنفی چپ وارد می‌کند.

۱۹۴۸ (۱) غدهٔ اپی‌فیز مد نظر تست است که در پشت غدهٔ تالاموس قرار دارد. در زیر تالاموس، هیپوتالاموس قرار گرفته است که در تنظیم دمای بدن نقش دارد. در صورت افزایش بیش از حد دمای بدن، پروتئین‌ها دچار تخریب می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** برجستگی‌های چهارگانه جزئی از مغز میانی می‌باشند؛ ولی پل‌مغزی در ترشح بزاق نقش دارد. **گزینهٔ (۳) و (۴):** اپی‌فیز پشت و بالاتر از هیپوتالاموس قرار گرفته است. (کلاً بالاترین غدهٔ درون‌ریز بدن انسان، اپی‌فیز می‌باشد و پایین‌ترین نیز بیضه‌ها یا تخمدان‌ها هستند.)

۲۲۲ غدهٔ اپی‌فیز

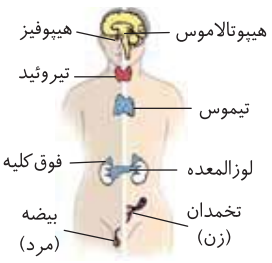
نکات
بالاترین غدهٔ درون‌ریز در مغز است.
قسمتی از بخش‌های اصلی مغز نمی‌باشد.
هورمون ملاتونین آن در تنظیم ریتم شبانه‌روزی نقش دارد که در شب ترشح زیادی دارد.
به دو برجستگی بزرگ بالایی از برجستگی‌های چهارگانهٔ مغز میانی متصل است.
بین دو نیمکرهٔ مخ در سطح پشتی دیده می‌شود.
در مغز گوسفند، در لبهٔ پایین بطن سوم قرار دارد.

۱۹۴۹ (۲) تیموسین از غدهٔ تیموس ترشح شده و در تمایز لنفوسیت‌ها که از یاختهٔ بنیادی لنفوئیدی منشأ می‌گیرند نقش دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید! عملکرد اپی‌فیز در انسان معلوم است و ترشح ملاتونین می‌باشد؛ اما **عملکرد ملاتونین در انسان به خوبی معلوم نیست!** **گزینهٔ (۴):** ترشح ملاتونین در شب به **حداکثر** می‌رسد. **گزینهٔ (۴):** تیموسین در **تمایز** (نه تولید!) لنفوسیت‌ها نقش دارد.

۱۹۵۰ (۱) مطابق با شکل مقابل **غدد فوق‌کلیه** که دارای بخش قشری و مرکزی می‌باشند در سطح بالاتری از پانکراس که انسولین را ترشح می‌کند قرار گرفته‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** هیپوفیز درون جمجمه قرار دارد و دارای سه بخش پیشین، پسین و میانی می‌باشد. هیپوفیز در زیر هیپوتالاموس که دمای بدن، گرسنگی، فشار خون و ... را تنظیم می‌کند، قرار گرفته است. **گزینهٔ (۴):** تیموس با ترشح تیموسین باعث بلوغ لنفوسیت‌های T می‌شود. تیموس در پشت جناغ و هم‌سطح با آن قرار دارد. **گزینهٔ (۴):** تعداد غدد پاراتیروئیدی چهار عدد می‌باشد. حنجره می‌تواند باعث تولید صدا شود. غدد پاراتیروئیدی در سطح پشتی و زیر حنجره قرار دارند.



۱۹۵۱ : ۱ پیک‌های شیمیایی باعث ایجاد حالت پایدار در بدن (هومئوستازی) می‌شوند مانند هورمون‌های پاراتیروئیدی، کلسی‌تونین، ضدادراری و آلدوسترون.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** هورمون‌های آزادکننده و مهارکنندهٔ هیپوتالاموس فقط بر هیپوفیز **پیشین** اثر می‌کنند. **گزینهٔ (۳):** گیرندهٔ **بیشتر** هورمون‌ها و همهٔ پیک‌های عصبی، در سطح غشا قرار دارند. **گزینهٔ (۴):** **هیپوفیز**: توسط ساقهٔ کوتاه از هیپوتالاموس آویزان به نظر می‌رسد (نه اپی‌فیز!).

۱۹۵۲ : ۲ غدهٔ هیپوتالاموس نقش مهمی در تنظیم ترشح سایر غده‌ها برعهده دارد. هورمون محرک غدهٔ تیروئید نیز از بخش پیشین هیپوفیز ترشح می‌شود. همان‌طور که از فصل ۱ به خاطر دارید، هیپوتالاموس نسبت به هیپوفیز به تالاموس نزدیک‌تر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** غدهٔ تیروئید شکلی شبیه به سپر داشته و در زیر حنجره واقع شده است. این غده طبق شکل بالا، نسبت به غدهٔ ترشح کنندهٔ تیموسین (غدهٔ تیموس) به حنجره نزدیک‌تر است. **گزینهٔ (۳):** غدهٔ فوق‌کلیه، روی کلیه قرار دارد. این غده بالاتر از لوزالمعده است. (که بخش پهن آن طبق شکل ۱۱ فصل ۴ یازدهم، در مجاورت دوازدهه است) از بیضه فاصلهٔ بیشتری دارد. **گزینهٔ (۴):** غدهٔ هیپوفیز تقریباً به اندازهٔ یک نخود است. این غده نسبت به غدهٔ اپی‌فیز که با ترشح هورمون ملاتونین در تنظیم ریتم شبانه‌روزی نقش دارد، به غدد پاراتیروئیدی (پرتعدادترین غدد درون‌ریز بدن) نزدیک‌تر می‌باشد.

۱۹۵۳ : ۴ منظور سؤال **کبد** و **کلیه‌ها** است که با تولید هورمون **اریتروپویتین** در تنظیم مقدار گویچه‌های قرمز خون مؤثرند ولی **فقط کبد** با تبدیل آمونیاک به اوره سبب کم شدن ویژگی سمی آمونیاک می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** کبد با تولید اوره و دفع کلسترول در قالب صفرا و کلیه با دفع مواد زائد، در این عمل مؤثرند. **گزینهٔ (۲):** هر دو اندام با تولید پروتئین‌های پلاسما یا دفع ادرار در تنظیم فشار اسمزی خون نقش بسیار مهمی دارند. **گزینهٔ (۴):** کبد با تولید صفرا و کمک به جذب ویتامین K و ساخت پروتئین‌های پلاسمایی و کلیه با بازجذب یون Ca در انعقاد خون مؤثرند.

نکته

- دقت کنید کلیه از سمیت ماده‌ای کم نمی‌کند! فقط مقدار اوره و مواد دفعی را کم می‌کند. *فب، در این حالت از سمیت اوره که کم نشد و فقط مقدارش کم شد!*
- کبد و کلیه مویرگی دارند که بین یک سرخرگ و یک سیاهرگ نیست (مویرگ کلافکی در کلیه‌ها بین دو سرخرگ است و در کبد، یک شبکهٔ مویرگی بین سیاهرگ باب و سیاهرگ فوق کبدی است).
- کبد و کلیه با ترشح اریتروپویتین در تنظیم کردن هماتوکریت خون نقش دارند.

ویژگی‌های کبد (مهمان هر سال کنکور)

- بزرگ‌ترین اندام گوارشی در بخش غیرلوله‌ای دستگاه گوارش است که در سمت راست حفرهٔ شکمی زیر قفسهٔ سینه یعنی زیر دنده‌ها و دیافراگم قرار دارد و البته دنده‌ها در حفاظت فیزیکی بخشی از کبد نقش دارند.
- به همراه کلیه‌ها، یاخته‌های پراکندهٔ درون‌ریزی دارد ← هورمون اریتروپویتین می‌سازد ← سبب تنظیم تولید گویچهٔ قرمز در مغز استخوان‌ها می‌شود.
- در تولید صفرا و کلسترول نقش دارد.
- گلوکز اضافی جذب شدهٔ اندام‌های گوارشی را به صورت گلیکوژن درآورده و آن را ذخیره می‌کند.
- تحت تأثیر هورمون گلوکاگون و به کمک آنزیم‌های درون‌یاخته‌ای، به تجزیهٔ گلیکوژن و تنظیم قند خون می‌پردازد.
- تولید اغلب پروتئین‌های پلاسما در کبد و از ترکیب آمینواسیدهای جذب شده صورت می‌گیرد.
- ذخیرهٔ آهن و برخی ویتامین‌ها را بر عهده دارد.
- آمونیاک سمی را از خون گرفته و آن را با CO_2 ترکیب می‌کند تا مادهٔ آلی دفعی نیتروژن‌دار اوره بسازد و برای دفع به کلیه‌ها منتقل کند.
- فعالیت‌های کبد
  - بیماری‌های کبد
    - ذخیرهٔ زیاد چربی در آن ← بیماری کبد چرب می‌دهد.
    - مصرف نوشیدنی‌های الکلی ← افزایش تولید رادیکال آزاد اکسیژن ← حمله به دنای راکیزهٔ کبدی ← مرگ یاخته‌های کبدی و نکروز (بافت‌مردگی) کبد
  - قبل از تولد به همراه طحال در تولید گویچه‌های خونی مؤثر است.
  - به همراه طحال در تخریب گویچه‌های قرمز پیر و فرسوده مؤثر است.
  - سبب تولید لیپوپروتئین‌های خون یعنی HDL و LDL می‌شود.
  - مویرگ ناپیوستهٔ خونی با حفره‌های بین‌یاخته‌ای و غشای پایهٔ ناقص دارد.
  - مویرگ‌هایی فاقد بخش سرخرگی بین سیاهرگ باب و سیاهرگ فوق کبدی دارد.
  - خون طحال، معده، روده‌ها و لوزالمعده توسط سیاهرگ باب به آن وارد می‌شود.
  - تغذیهٔ یاخته‌های آن توسط انشعاب سرخرگی از آئورت به نام سرخرگ کبدی صورت می‌گیرد.

۱۹۵۴ : ۲ هورمون ضدادراری یکی از هورمون‌های تولید شده در هیپوتالاموس است که در نتیجهٔ تحریک گیرنده‌های تشنگی از غدهٔ هیپوفیز پسین ترشح می‌شود. این هورمون با اثر بر کلیه‌ها، بازجذب آب را افزایش می‌دهد و به این ترتیب دفع آب از راه ادرار کاهش پیدا می‌کند. همچنین با افزایش میزان آب در خون، فشار خون نیز افزایش می‌یابد. دقت داشته باشید همان‌طور که گفته شد، این هورمون در هیپوتالاموس تولید شده و از بخش پسین غدهٔ هیپوفیز ترشح می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اگر ید در غذا به مقدار کافی نباشد، آن‌گاه هورمون تیروئیدی به اندازهٔ کافی ساخته نمی‌شود. در این حالت غدهٔ هیپوفیز با ترشح هورمون محرک تیروئید، باعث رشد بیشتر غده می‌شود تا ید بیشتری جذب کند. فعالیت بیشتر غدهٔ تیروئید منجر به بزرگ شدن آن می‌شود که به آن گواتر گویند. **گزینهٔ (۳):** هورمون پاراتیروئیدی در پاسخ به کاهش کلسیم خوناب ترشح می‌شود و در هم‌ایستایی کلسیم نقش دارد. این هورمون، کلسیم را از مادهٔ زمینهٔ استخوان جدا و آزاد می‌کند. در نتیجه احتمال بروز پوکی استخوان افزایش می‌یابد. **گزینهٔ (۴):** غدهٔ فوق‌کلیه روی کلیه قرار دارد و از دو بخش قشری و مرکزی تشکیل شده است که از یکدیگر مستقل‌اند. بخش مرکزی ساختار عصبی دارد. وقتی فرد در شرایط تنش قرار می‌گیرد، این بخش دو هورمون به نام‌های اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین ترشح می‌کند. این هورمون‌ها ضربان قلب، فشار خون و گلوکز خوناب (با تجزیهٔ گلیکوژن که نوعی پلی‌ساکارید ذخیره شده در یاخته‌های ماهیچه‌ای و کبدی است) را افزایش می‌دهند و نایژک‌ها را در شش‌ها باز می‌کنند. از آنجایی که هوای مرده در مجاری هوایی به دام می‌افتد، هر چه مجاری هوایی گشادتر شوند، حجم هوایی که می‌تواند در آن‌ها باقی بماند نیز بیشتر می‌شود.

۱۹۵۵ (۳) هورمـون کورتیـزول با افزایش تولید گلوکز در بدن انسـان در نهایت میزان گلوکز خوناب را افزایـش می‌دهد؛ در حالی که لوزالمعده می‌تواند با افزایش میزان ترشح انسولین، گلوکز خوناب را کاهش دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** غدهٔ تیموس، هورمون تیموسـین را می‌سـازد که در بلوغ لنفوسـیت‌ها و افزایش فعالیت سیسـتم ایمنی نقش دارد؛ بخش پیشین هیپوفیز هم با ترشح پرولاکتین در افزایش فعالیت سیستم ایمنی نقش دارد. **گزینهٔ (۲):** هیپوفیز پسین دو هورمون اکسی‌توسین و ضدادراری را ترشح می‌کند که فشار خون را بالا می‌برند. غدد فوق‌کلیوی هم هورمون‌های آلدسـترون و اپی‌نفرین را ترشـح می‌کنند. همهٔ این هورمون‌ها می‌توانند فشـار خون را افزایش دهند. **گزینهٔ (۴):** هورمون رشـد ترشـح شـده در هیپوفیز پیشـین منجر به رشد طولی اسـتخوان‌های بدن می‌شود. هورمون‌های جنسی ترشح شـده از غدهٔ فوق‌کلیه (مانند تستوسترون) هم در دوران بلوغ منجر به رشد استخوان‌ها می‌شوند.

۱۹۵۶ (۴) برخی یاخته‌های موجود در کبد و کلیه‌ها می‌توانند اریتروپویتین را ترشح کنند که یاخته‌های خونی قرمز در بدن انسان و سطح هماتوکریت خون را افزایش می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تنهـا کبـد می‌تواند مواد سـازندهٔ صفـرا را تولید و آن را برای ذخیره به کیسـهٔ صفرا منتقل کند. **گزینهٔ (۲):** این عمـل فقط ویژهٔ کبد برای تبدیل آمونیاک به اوره اسـت. کلیه فقط اوره را دفع می‌کند. **گزینهٔ (۳):** کلیه‌ها و کبد از **غدد** درون‌ریز بدن محسـوب نمی‌شـوند بلکه یاخته‌های پراکندهٔ درون‌ریز دارند. **گزینهٔ (۴):** هر یاخته‌ای می‌تواند آمونیاک که نوعی مادهٔ سمی نیتروژن‌دار است را تولید کند، علاوه‌بر این، یاخته‌های کبدی می‌توانند آمونیاک را به اوره تبدیل کنند. اوره نوعی مادهٔ دفعی نیتروژن‌دار در بدن انسان است.

۱۹۵۷ (۴) با افزایش فعالیت قشر غدهٔ فوق‌کلیه و در پی زیادی هورمون آلدوسترون، فشار خون بالا می‌رود و از طرفی مقدار کورتیزول بالا نیز باعث تجزیهٔ پروتئین‌ها از جمله کلاژن زیر پوست و کاهش آن می‌شود. در این حالت تولید اوره هم در بدن زیاد می‌شود چون تجزیهٔ پروتئین زیاد شده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هورمون یددار تیروئید، تأثیری در مقدار کلسـیم خون ندارد. **گزینهٔ (۲):** تنظیم مقدار هورمون‌های ذخیره شـده در هیپوفیز پسین ربطی به هورمون آزادکننده ندارد. **گزینهٔ (۳):** با افزایش شـدید *FSH* و *LH*، ترشـح هورمون اسـتروژن تخمدانی نیز زیاد می‌شود و ضخامت جدار رحم نیز تا چند روز افزایش پیدا می‌کند (فصل ۷ یازدهم).

۱۹۵۸ (۴) همهٔ موارد عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند.

بررسـی مـوارد (الف) هورمون پرولاکتین در تعادل آب در بدن نقش دارد و در صورت اختلال در ترشـح این هورمون، فشـار اسـمزی خون دچار تغییر می‌شـود. (ب) هورمون‌هایی مانند اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین، فشار خون و ضربان قلب را افزایش می‌دهند. با افزایش ضربان قلب و فشار خون مقدار خون خروجی از قلب طی مدت زمان مشـخص افزایش می‌یابد. (ج) تیموس با ترشـح هورمون تیموسین موجب بالغ شدن لنفوسیت‌های *T* می‌شود، این لنفوسیت‌ها در مقاومت بدن مقابل بیماری‌های ویروسی مانند آنفلوانزای پرندگان نقش مؤثری دارند. (د) هیپوتالاموس می‌تواند با هورمون‌های آزادکننده و مهارکنندهٔ خود روی ترشح هورمون محرک تیروئیدی اثرگذار باشد و در نتیجه میزان هورمون‌های تیروئیدی و سوخت‌وساز بدن را تغییر دهد.

هورمون‌های مؤثر بر...		
کلسیم خون	افزایش آن	پاراتیروئیدی
	کاهش آن	کلسی‌تونین
قند خون	افزایش تجزیهٔ دو یاخته	هورمون تیروئیدی
	افزایش آن در خون	اپی‌نفرین، نوراپی‌نفرین، کورتیزول و گلوکاگون
	کاهش آن در خون	انسولین
تنظیم دستگاه تولیدمثلی	مردان	*LH*، *FSH*، تستوسترون و پروژسترون
	زنان	*LH*، *FSH*، استروژن و پروژسترون
دستگاه ایمنی	اثر مثبت	تیموسین و پرولاکتین
	اثر منفی	کورتیزول
تنظیم تعادل آب بدن		ضدادراری و پرولاکتین (و آلدوسترون به شکل غیرمستقیم)
فشار خون		اپی‌نفرین، نوراپی‌نفرین، ضدادراری، آلدوسترون و اکسی‌توسین
استخوان‌ها		تیروئیدی، پاراتیروئیدی، کلسی‌تونین و هورمون رشد
کلیه‌ها		تیروئیدی، ضدادراری، آلدوسترون، پرولاکتین و پاراتیروئیدی
کبد		تیروئیدی، انسولین و گلوکاگون
مغز		تیروئیدی
مغز استخوان		تیروئیدی و اریتروپویتین
ماهیچه‌های اسکلتی		تیروئیدی و انسولین

۱۹۵۹ (۱) تنها مورد (د) صحیح است.

بررسی گزینه‌ها در دستگاه گوارش تنها لوزالمعده **غده‌ای** درون‌ریز می‌باشد. این غده در دستگاه درون‌ریز در تنظیم قند خون نقش دارد. موارد (الف)، (ب) و (ج) به ترتیب مربوط به هورمون‌های گاسـترین، سـکرتین، و اریتروپویتین می‌باشند. دقت کنید این هورمون‌ها از یاخته‌های **پراکنده** در دستگاه گوارش ترشح می‌شوند که ساختار غده‌ای ندارند.

۱۹۶۰ (۴) همهٔ موارد درست هستند.

بررسی موارد (الف) هورمون گاسترین از یاخته‌های درون‌ریز معده ترشح می‌شود که باعث افزایش ترشح اسید معده از یاخته‌های کناری می‌شود. با توجه به شکل ۹ (الف) فصل ۲ زیست‌شناسی ۱، یاخته‌های کناری معده، چین‌خوردگی‌های غشا درونی دارند. (ب) با ترشح هورمون سکرتین از یاخته‌های درون‌ریز رودهٔ باریک و اثر آن بر روی یاخته‌های برون‌ریز پانکراس، ورود بیکربنات به دوازدهه بیشتر می‌شود. (ج) هورمون HCG از کوریون ترشح می‌شود و باعث حفظ تداوم ترشح هورمون‌های جنسی از جسم زرد می‌شود. جسم زرد از یاخته‌های فولیکولی پیکری تشکیل شده است. (د) به هنگام ترشح هورمون اریتروپویتین از کبد و کلیه و اثر آن بر مغز قرمز استخوان، مصرف فولیک‌اسید که در تقسیم طبیعی یاخته‌ها نقش دارد، بیشتر می‌شود.

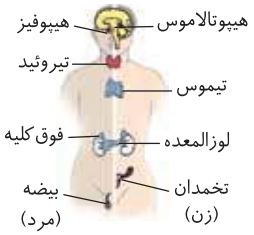
۲۲۴ هورمون‌های ترشح شده از یاخته‌های درون‌ریز پراکنده

گاسترین	از یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ هورمون واقع در معده ترشح می‌گردد که محرک ترشح اسید معده از یاخته‌های کناری غدد معده و ترشح پپسینوژن از یاخته‌های اصلی غدد معده است.
سکرتین	از یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ هورمون واقع در دوازدهه در پاسخ به ورود کیموس اسیدی به دوازدهه ترشح می‌شود و با اثر بر بخش برون‌ریز پانکراس، ترشح **بیکربنات** را افزایش می‌دهد. (بر ترشح آنزیم‌ها اثری ندارد ولی در فعال کردن آن‌ها مؤثر است!)
اریتروپویتین	به‌طور طبیعی به مقدار **کم** توسط گروه ویژه‌ای از یاخته‌های کبد و کلیه به درون خون ترشح می‌شود و روی مغز استخوان اثر می‌گذارد تا با افزایش سرعت تولید گویچه‌های قرمز، کاهش معمولی روزانه یک درصد گویچه‌های قرمز را جبران کند. با کاهش اکسیژن محیط، میزان ساخت اریتروپویتین افزایش می‌یابد.
HCG	از کوریون جنین ترشح شده و بر تخمدان مادر برای ادامهٔ ترشح پروژسترون اثر دارد.

۱۹۶۱ (۱) غدهٔ تیموس در ناحیهٔ قفسهٔ سینه قرار دارد که با ترشح هورمون تیموسین در بالغ شدن لنفوسیت‌های نوع T نقش دارد. یاخته‌های کشندهٔ طبیعی نیز آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده و پرفورین تولید می‌کنند. در فصل ۵ می‌خوانید که دو نوع لنفوسیت T و کشندهٔ طبیعی در تولید پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی نقش دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** هورمون‌های تیروئیدی و پاراتیروئیدی همانند کلسی‌تونین در یاخته‌های استخوانی گیرنده دارند. **گزینهٔ (۳):** هیپوتالاموس مرکز تنظیم دمای بدن است و طی فرایند تب در دومین خط سیستم ایمنی بدن نقش دارد. **گزینهٔ (۴):** هورمون انسولین در میزان گلیکوژن یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی نقش دارند.

۱۹۶۲ (۱) برای پاسخ دادن به این تست باید به خوبی شکل مقابل را به خاطر بسپارید! غدهٔ اپی‌فیز بالاتر از همهٔ غدد درون‌ریز قرار دارد و همانند هیپوتالاموس در تنظیم خواب بدن نقش دارد چون هورمون ملاتونین آن در شب به حداکثر می‌رسد تا ریتم شبانه‌روزی یعنی خواب و بیداری را تنظیم کند.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در مردان، بیضه‌ها پایین‌تر از همهٔ غدد درون‌ریز قرار دارند. طی تقسیم میوز ۲ اسپروماتوسیت ثانویه، اسپرماتید ایجاد می‌شود نه اسپرم. **گزینهٔ (۳):** پاراتیروئید تعداد بیشتری نسبت به سایرین دارد. میزان ترشح این هورمون در افراد مبتلا به سلیاک به علت کاهش جذب کلسیم، بیشتر می‌شود. **گزینهٔ (۴):** غدهٔ لوزالمعده بین کلیه‌ها قرار دارد. هورمون سکرتین از دوازدهه ترشح می‌شود نه لوزالمعده.

۱۹۶۳ (۳) دقت کنید هورمون‌های موجود در هیپوفیز پیشین، توسط یاخته‌های پوششی ترشح می‌شوند و از نوع عصبی نیستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** منظور تستوسترون است که همواره توسط یاخته‌هایی در خارج از دیوارهٔ لوله‌های اسپرم‌ساز ترشح می‌شود (یا در یاخته‌های بینابینی بیضه‌ها و یا در غدد فوق‌کلیه). **گزینهٔ (۲):** منظور FSH است که در محل ترشح که هیپوفیز پیشین است، خود تولید می‌شود. **گزینهٔ (۴):** منظور تستوسترون است که در ایجاد صفات متمایزکنندهٔ این مرد از یک زن، نقش دارد. این هورمون علاوه‌بر درون بدن که دمای ۳۷ درجه دارد در کیسهٔ بیضه با دمای ۳۴ درجه نیز روی رشد بیضه‌ها مؤثر است.

۱۹۶۴ (۱) *در این سؤال، به پس از زایمانش زیاد کاری نداشته باشید!* در صورت کم‌کاری غدد پاراتیروئید، کلسیم خون کم شده، انقباض یاخته‌های ماهیچه‌ای ضعیف شده و همچنین با کاهش تولید ترومبین و عوامل دخیل در انعقاد خون، روند تولید لخته و فیبرین دچار مشکل می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در صورت پرکاری غدهٔ تیروئید، مصرف انرژی بدن بالا رفته و ذخیرهٔ گلیکوژن کبد کاهش می‌یابد. ضمن فعالیت بیشتر بدن بر فعالیت آنزیم‌های دخیل بر تجزیهٔ گلوکز افزوده می‌شود. **گزینهٔ (۳):** در صورت کاهش ترشح از بخش پسین غدهٔ هیپوفیز، اکسی‌توسین خون کاهش یافته و در نتیجه ترشح شیر (نه تولید آن!) کاهش می‌یابد. همچنین هورمون ضدادراری خون نیز کم شده و بر حجم ادرار افزوده می‌گردد. **گزینهٔ (۴):** در صورت پرکاری قشر فوق‌کلیه و افزایش کورتیزول، سیستم ایمنی فرد ضعیف شده و فعالیت مغز استخوان کاهش می‌یابد. همچنین با تجزیهٔ زیاد پروتئین‌های خوناب، می‌توان علائمی از ادم و یا خیز را مشاهده کرد.

۱۹۶۵ (۳) غدهٔ اپی‌فیز بالای برجستگی‌های ۴گانه قرار دارد. این غده بالاتر از هیپوتالاموس است. (هیپوتالاموس و بصل‌النخاع در تنظیم فشارخون مؤثرند!)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** غدهٔ هیپوفیز به اندازهٔ یک نخود است. در مردان هورمون FSH مترشحه از غدهٔ هیپوفیز پیشین در فعالیت یاخته‌های سرتولی که قدرت بیگانه‌خواری دارند، نقش دارد. **گزینهٔ (۲):** غدهٔ تیروئید شکلی شبیه به سپر دارد و زیر حنجره قرار گرفته است. در صورت برداشتن کامل غدهٔ تیروئید، عملاً ممکن است غدد پاراتیروئید هم برداشته شوند و با کاهش جذب کلسیم، انعقاد خون دچار اختلال خواهد شد از طرفی حتی بدون برداشتن پاراتیروئیدها، خود کلسی‌تونین تیروئید هم در تنظیم کلسیم خون مؤثر است. **گزینهٔ (۴):** در صورت پرکاری غدهٔ تیروئید، سوخت‌وساز بدن زیاد خواهد شد و در نتیجه تعداد ضربان قلب بیشتر و فاصلهٔ بین موج‌های نوار الکتروکاردیوگرام کم خواهد شد.

۱۹۶۶ (۴) همهٔ موارد عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد (الف) بخش پیشین غدهٔ هیپوفیز، هورمون محرک غدهٔ فوق‌کلیه را ترشح می‌کند. با افزایش ترشح این هورمونِ محرک و تولید بیش از حد هورمون کورتیزول، سیستم ایمنی فرد ضعیف شده و احتمال ابتلا به عفونت‌های میکروبی بیشتر می‌شود. با کاهش فعالیت سیستم ایمنی، علائم بیماری‌های خودایمنی مثل MS کاهش می‌یابد. (ب) در صورت کاهش ترشح هورمون کلسی‌تونین از تیروئید، غدهٔ پاراتیروئید باعث افزایش تجزیهٔ یاخته‌های استخوانی و پوکی استخوان می‌شود. با تجزیهٔ یاخته‌های استخوانی میزان کلسیم خون زیاد شده و به دنبال اثر آن بر لایهٔ ماهیچه‌ای دیوارهٔ رگ‌ها باعث انقباض، کاهش حجم و افزایش فشار خون درون آن‌ها می‌شود. (ج) به هنگام ترشح بیش از حد هورمون ضدادراری از غدهٔ هیپوفیز پسین، بازجذب آب و حجم خون بیشتر می‌شود. بصل‌النخاع مرکز هماهنگی اعصاب خودمختار است که در تنظیم فشار خون بدن نقش دارد. با افزایش حجم خون، فعالیت بصل‌النخاع نیز تغییر می‌کند. همان‌طور که می‌دانید بصل النخاع مرکز بلع و تنظیم کار ماهیچه‌های اسکلتی آن هم در حلق می‌باشد. (د) با پرکاری غدهٔ تیروئید، میزان سوخت‌وساز، تعداد تنفس و مصرف انرژی در یاخته‌های بدن افزایش می‌یابد. با افزایش میزان مصرف ATP، فعالیت پروتئین‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون برای تولید ATP بیشتر، زیاد خواهد شد. (فصل ۵ دوازدهم)

۲۲۵ بیماری‌ها

کاهش فعالیت غدهٔ	عوارض
هیپوتالاموس و هیپوفیز	نامنظم شدن ترشح هورمون‌های محرک رشد بدن و پرولاکتین هیپوفیز پیشین – افزایش دفع آب از ادرار (با کمبود هورمون ضدادراری) – اشکال در خروج شیر و جنین از بدن (با کمبود اکسی‌توسین) – روی تنظیم سدیم خون، قند خون، سوخت‌وساز بدن، فعالیت‌های جنسی، خواب، گرسنگی، فشار اسمزی، فشار خون، زنش قلب، هیجانات بدن، مقاومت با شرایط ناگوار مؤثر است.
تیروئید	۱ مقدار تجزیهٔ گلوکز و انرژی‌زایی یاخته، تنفس یاخته‌ای و واکنش‌های محتاج ATP در بدن دچار کاهش می‌شود. ۲ مقدار کلسیم خون زیاد می‌شود و برداشت کلسیم از استخوان‌ها افزایش یافته و سبب پوکی استخوان می‌شود.
پاراتیروئید	همانند کلسی‌تونین در تنظیم کلسیم خون اختلال ایجاد می‌شود. کم‌کاری این ۴ غده، سبب کاهش کلسیم خون می‌شود. در حقیقت، کم‌کاری این غدد در تنظیم کلسیم خون، انعقاد خون، تولید لخته، فعال کردن ویتامین D، تراکم استخوان و مکانیسم انقباض ماهیچه‌ها و کار قلب و رگ‌ها اختلال ایجاد می‌کند.
مرکز فوق‌کلیه	نمی‌تواند در مقابل هیجانات و تنش‌های کوتاه‌مدت آنی واکنش افزایش قند خون، فشار خون و گشاد کردن نایژک‌ها را انجام دهد.
قشر فوق‌کلیه	نمی‌تواند در تنش‌های طولانی‌مدت سبب افزایش قند خون شود و پاسخ دیرپا به نیازهای عاطفی دهد. نمی‌تواند سبب تنظیم میزان سدیم بدن شود و مقدار زیادی از سدیم را به دلیل کمبود آلدوسترون، وارد ادرار می‌کند.
لوزالمعده	سبب اختلال در میزان قند خون، هیدرولیز غذا در دوازدهه و عدم تنظیم pH مناسب برای فعالیت آنزیم‌های روده می‌شود.
اپی‌فیز	اختلال در تنظیم ریتم شبانه‌روزی رخ می‌دهد.
تیموس	اختلال در بلوغ لنفوسیت‌های T رخ می‌دهد. مبارزهٔ بدن در مقابل ویروس و سرطان کاهش می‌یابد.

۱۹۶۷ (۴) همهٔ موارد به درستی بیان شده است.

بررسی موارد (الف) تخمدان‌ها برای هر دو نوع هورمون LH و FSH مترشحه از هیپوفیز پیشین گیرنده دارند. (ب) هورمون‌های تیروئیدی در همهٔ یاخته‌های زندهٔ بدن انسان گیرنده دارند. از طرفی ترشحات هیپوفیز پیشین هم در تعدادی اندام گیرنده دارند. (ج) هورمون پاراتیروئید و ضدادراری (مترشحه از هیپوفیز پسین) هر دو در کلیه‌ها گیرنده دارند. (د) هورمون‌های آلدوسترون و ضدادراری در کلیه‌ها گیرنده دارند.

۱۹۶۸ (۳) فقط مورد (د) نادرست است. پانکراس در حفرهٔ شکمی بین کلیه‌ها قرار گرفته است و با ترشح هورمون‌های انسولین و گلوکاگون در تنظیم مقدار گلوکز خون نقش دارد.

بررسی موارد (الف) رگ خروجی از پانکراس به علت ورود یون‌های بیکربنات آن توسط یاخته‌های برون‌ریز پانکراس، pH اسیدی‌تری دارد. (ب) با توجه به شکل ۱۵ فصل ۲ دهم، قطر سیاهرگ پانکراس از معده کمتر است. (ج) هورمون سکرتین از دوازدهه ترشح می‌شود و در تنظیم ترشح بیکربنات از لوزالمعده نقش دارد. (د) پروتئازهای مترشحه از لوزالمعده غیرفعال هستند و در محیط قلیایی رودهٔ باریک فعال می‌شوند.

۲۲۶ مقایسهٔ بخش برون‌ریز و درون‌ریز لوزالمعده

ترشحات	مکان ورود ترشحات	ویژگی
بخش برون‌ریز لوزالمعده		
بیکربنات	بخش ابتدایی رودهٔ باریک (دوازدهه)	خنثی‌سازی اثر اسیدی کیموس
آمیلاز		آبکافت پلی‌ساکارید
پروتئاز		تجزیهٔ نهایی پروتئین – تنها آنزیمی از آن که در روده فعال می‌شود.
لیپاز		تجزیهٔ لیپید
بخش درون‌ریز لوزالمعده		
ترشحات	مکان ورود ترشحات	ویژگی
گلوکاگون	خون	تجزیهٔ گلیکوژن کبد و افزایش قند خون
انسولین		ورود گلوکز به یاخته‌ها و کاهش قند خون

۱۹۶۹ (۲) موارد (الف) و (ج) درست هستند. دیابت بی‌مزه به دلیل عدم ترشح هورمون ضدادراری و دیابت شیرین به علت عدم استفادهٔ یاخته‌ها از گلوکز و ورود آن‌ها به ادرار صورت می‌گیرد.

بررسی موارد (الف) **درست.** در افراد مبتلا به دیابت شیرین به علت تجزیهٔ یاخته‌های چربی، اندازهٔ آن‌ها کاهش یافته و فاصلهٔ یاخته‌ها از یکدیگر افزایش می‌یابد. در فصل ۵ زیست‌شناسی دهم آموختید که بافت چربی در محافظت و حفظ موقعیت کلیه مؤثر است. (ب) نادرست. در هیچ‌کدام از دیابت‌های شیرین و بی‌مزه تا وقتی کلیه‌ها سالم‌اند، پروتئین‌ها که متنوع‌ترین گروه مولکول‌های زیستی هستند، به علت اندازهٔ درشت وارد ادرار نمی‌شوند ولی در هر صورت اگر کلیه هم آسیب ببیند و پروتئین وارد ادرار شود دیگر باز جذب آن پروتئین معنی ندارد. (ج) **درست.** در هر دو نوع دیابت، پرنوشی و افزایش حجم ادرار را داریم ولی فقط در دیابت شیرین مقدار ترشح هورمون ضدادراری زیاد می‌شود در حالی که در دیابت بی‌مزه، ادرار **رقیق** بوده و ترشح هورمون ضدادراری کم بوده است (ادرار رقیق کلیدواژهٔ دیابت بی‌مزه است!).

(د) نادرست. در افراد مبتلا به دیابت شیرین، به علت تجزیهٔ چربی‌ها و آمینواسیدها میزان H^+ خون افزایش می‌یابد؛ در نتیجه کلیه‌ها برای نگه‌داشتن pH در محدودهٔ ثابت، میزان ترشح H^+ را افزایش می‌دهند. ترشح در بیشتر موارد با صرف انرژی زیستی است که توسط راکیزه، نوعی اندامک دوغشایی در یاخته‌های مکعبی‌شکل نفرون‌ها، افزایش می‌یابد. به هنگام نیاز به ATP بیشتر، میزان واکنش‌های هوازی که اولین چرخهٔ آن در راکیزه اکسایش پیرووات است، بیشتر خواهد شد.

۱۹۷۰: (۱) در انسان، افزایش حجم و تعداد یاخته‌های فولیکولی تحت تأثیر هورمون ***FSH*** صورت می‌گیرد. این هورمون با افزایش رشد فولیکول موجب افزایش ترشح استروژن (یک نوع هورمون جنسی) می‌شود؛ در حالی‌که هورمون *LH* با تأثیر بر جسم زرد، موجب ترشح استروژن و پروژسترون (دو نوع هورمون جنسی) می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** هورمون انسولین از غدهٔ پانکراس آزاد می‌شود که علاوه‌بر بخش درون‌ریز دارای بخش برون‌ریز نیز می‌باشد. در دیابت شیرین نوع ۱، هورمون انسولین کاهش می‌یابد. در دیابت شیرین به دلیل تجزیهٔ پروتئین‌ها سیستم ایمنی بدن تضعیف می‌شود، در نتیجه میزان تحمل ایمنی در بدن فرد افزایش می‌یابد. عدم پاسخ دستگاه ایمنی در برابر عوامل خارجی را تحمل ایمنی گویند که در فصل بعد می‌خوانید. **گزینهٔ (۳):** در پوکی استخوان افزایش حجم و در نتیجه کاهش تعداد حفرات در بافت استخوانی (مخصوصاً اسفنجی) مشاهده می‌شود. یکی از دلایل پوکی استخوان می‌تواند افزایش بیش از حد هورمون پاراتیروئیدی باشد. هورمون پاراتیروئیدی در کلیه برخلاف روده گیرنده دارد. هورمون پاراتیروئیدی با تأثیر بر ویتامین *D*، این ویتامین را به شکلی تبدیل می‌کند که می‌تواند جذب کلسیم از روده را افزایش دهد. پس شکلِ تغییریافتهٔ ویتامین (نه خود هورمون پاراتیروئیدی) در یاختهٔ پرزِ روده گیرنده دارد. **گزینهٔ (۴):** غدهٔ تیموس در جلوی حفرات بالایی قلب (دهلیزها) قرار دارد و با ترشح هورمون تیموسین در تمایز لنفوسیت‌ها نقش دارد. در مبارزه با یاخته‌های آلوده به ویروس، لنفوسیت‌های *T* و یاخته‌های کشندهٔ طبیعی (نوعی لنفوسیت) نقش دارند؛ بنابراین کاهش فعالیت این غده می‌تواند منجر به کاهش میزان مقاومت بدن علیه بیماری‌های ویروسی شود.

۱۹۷۱: (۱) آلدوسترون با افزایش بازجذب سدیم در کلیه، غلظت سدیم ادرار را کاهش می‌دهد. آلدوسترون را غدهٔ فوق‌کلیه ترشح می‌کند. بخش قشری این غده تستوسترون را نیز می‌سازد و این هورمون موجب رشد استخوان‌ها می‌شود. استخوان‌ها واجد بافت پیوندی هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** هورمون پاراتیروئیدی غلظت کلسیم خوناب را افزایش می‌دهد. این هورمون بازجذب کلسیم را افزایش داده و بازجذب اغلب با مصرف انرژی همراه است. در واقع این هورمون موجب مصرف *ATP* در یاخته‌های پوششی گردیزه شده و این یاخته‌ها به غشای پایه متصل هستند. با مصرف *ATP*، *ADP* تولید می‌گردد و *ADP* یک مولکول دوفسفاته است. **گزینهٔ (۳):** اریتروپویتین تولید گویچه‌های قرمز را توسط مغز قرمز استخوان تنظیم می‌کند. این هورمون از کبد و کلیه ترشح می‌شود. در صورت ترشح هورمون از کلیه، این هورمون پس از عبور از سیاهرگ کلیه وارد بزرگ‌سیاهرگ زیرین شده و سپس از طریق گذشتن از سرخرگ آئورت به گیرندهٔ خود در مغز قرمز اتصال می‌یابد. در این حالت، این هورمون قبل از اتصال به گیرندهٔ خود از سیاهرگ فوق‌کبدی عبور نمی‌کند. **گزینهٔ (۴):** تیموسین، هورمون مؤثر بر تمایز لنفوسیت‌ها است. این پیک با افزایش تمایز لنفوسیت‌ها می‌تواند فعالیت درشت‌خوارها را افزایش دهد. چرا که درشت‌خوارها بر اثر اینترفرون ۲ که از لنفوسیت‌ها ترشح می‌شود، فعالیتشان افزایش می‌یابد.

۱۹۷۲: (۳) هر دو یاختهٔ سکرتین و گاسترین جزء یاخته‌های پوششی در روده و معده محسوب می‌شوند و با غشای پایه در تماس‌اند. غشای پایه توسط یاخته‌های بافت پوششی تولید می‌شود. همچنین بافت تشکیل دهندهٔ معده و روده، استوانه‌ای تک‌لایه است که ظاهری کشیده‌تر از بافت سنگ‌فرشی حبابک‌ها دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** این یاخته‌ها به صورت یاخته‌های درون‌ریز پراکنده قرار دارند و در ساختار غدهٔ درون‌ریز نیستند. **گزینهٔ (۲):** دقت شود هر دو نوع یاختهٔ فوق توسط شبکهٔ یاخته‌های عصبی لولهٔ گوارش در زیر مخاط و لایهٔ ماهیچه‌ای می‌توانند دچار تغییر در فعالیت خود شوند. **گزینهٔ (۴):** یاختهٔ ترشح‌کنندهٔ سکرتین سبب ترشح بیکربنات از لوزالمعده به روده می‌شود (نه خون) و *pH* رودهٔ باریک را زیاد می‌کند.

۱۹۷۳: (۱) همهٔ موارد نادرست می‌باشند؛ هورمون‌هایی که بر روی اندامی به نام استخوان گیرنده دارند، عبارتند از: هورمون اریتروپویتین ترشح شده توسط یاخته‌های درون‌ریز کبد و کلیه (چون مغز استخوان هم در استخوان قرار دارد ولی قسمتی از بافت استخوانی نیست!) / هورمون‌های تیروئید و کلسی‌تونین ترشح شده توسط غدهٔ تیروئید / هورمون پاراتیروئیدی ترشح شده توسط غدهٔ پاراتیروئید / هورمون رشد ترشح شده توسط غدهٔ هیپوفیز پیشین / هورمون‌های جنسی ترشح شده توسط غدد جنسی و غدهٔ فوق‌کلیه.

بررسی موارد (الف) تنها در رابطه با هورمون‌های کلسی‌تونین و پاراتیروئیدی صحیح می‌باشد. (ب) هورمون‌های کلسی‌تونین، اریتروپویتین و پاراتیروئیدی فاقد هورمون محرک تنظیم‌کننده می‌باشند؛ در نتیجه تحت کنترل آزادکننده و مهارکنندهٔ هیپوتالاموس هم نیستند. (ج) هورمون اریتروپویتین توسط یاخته‌های درون‌ریز پراکندهٔ کبد و کلیه ترشح می‌شود. (د) هورمون تیروئید بر روی یاخته‌های درون‌ریز ترشح‌کنندهٔ انسولین و گلوکاگون موجود در پانکراس هم دارای گیرنده می‌باشد.

۱۹۷۴: (۴) در فصل ۷ می‌خوانید که هورمون استروژن طی بازخورد منفی و مثبت در دورهٔ فولیکولی زنان فعالیت می‌کند. این هورمون توسط یاخته‌های فولیکولی و بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه ترشح می‌شود. هر دو غده در حفرهٔ شکمی قرار دارند ولی به سیاهرگ باب خون‌رسانی نمی‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** *متماً دیگه این رو می‌دونی که ناسلامتی تستوسترون از تخمدان‌ها که ترشح نمیشه، درسته؟؟ خب باید دقت کنی صورت سؤال در مورد تخمدان و فوق‌کلیه است. (مردان که والا تخمدان ندارند).* **گزینهٔ (۲):** به هنگام پاره شدن فولیکول، گروهی از این یاخته‌ها همراه اووسیت ثانویه وارد لوله‌های رحمی می‌شوند، اما غدهٔ *فوق‌کلیه بفش قشریش که از این‌کارا انجام نمیده!* **گزینهٔ (۳):** هورمون‌ها ترشح می‌شوند و ترشح با برون‌رانی است. برون‌رانی هم به کمک ریزکیسه صورت می‌گیرد پس هورمون‌ها از لابه‌لای فسفولیپیدهای غشا رد نمی‌شوند.

۱۹۷۵: (۳) مصرف مقادیر زیاد کورتیزول به مدت طولانی در یک فرد باعث می‌شود پروتئین‌ها از جمله پروتئین‌های انقباضی ماهیچه‌های اسکلتی برای مصرف انرژی شکسته شوند و مقدار گلوکز خون بر اثر این فرایند افزایش می‌یابد. از طرفی سبب سرکوب سیستم ایمنی بدن نیز می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** کورتیزول قند خون را بالا می‌برد و علائم دیابت شیرین را تشدید می‌کند. **گزینهٔ (۲):** کورتیزول با تضعیف سیستم ایمنی، از دیاپدز گویچه‌های سفید می‌کاهد. **گزینهٔ (۴):** کورتیزول با سرکوب ایمنی، فعالیت لنفوسیت‌ها را کم می‌کند و رد بافت یا اندام پیوند شده را به تأخیر می‌اندازد چون رد پیوند با فعالیت سیستم ایمنی انجام می‌شود.

۱۹۷۶: (۲) اندام ترشح‌کنندهٔ هورمون گاسترین: معده / غده‌های ترشح‌کنندهٔ هورمون کورتیزول: فوق‌کلیه / اندام ترشح‌کنندهٔ هورمون انسولین: لوزالمعده / اندام ترشح‌کنندهٔ هورمون سکرتین: رودهٔ باریک / اندام **هدف** هورمون سکرتین: لوزالمعده / اندام **هدف** هورمون گلوکاگون: کبد / اندام‌های **هدف** هورمون ضدادراری: کلیه‌ها / اندام **هدف** هورمون گاسترین: معده.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** معده و لوزالمعده توانایی ترشح پروتئازهای **غیرفعال** را دارند. معده توانایی کمی در جذب موادغذایی از لولهٔ گوارش را دارد. **گزینهٔ (۲):** کلیه و کبد توانایی ترشح هورمون اریتروپویتین را دارند (نه فوق‌کلیه). در دوران جنینی، اندام‌هایی مانند کبد، طحال و مغز قرمز استخوان توانایی ساخت یاخته‌های خونی را دارند. **گزینهٔ (۳):** لوزالمعده توانایی تولید و ترشح انواعی از آنزیم‌های گوارشی به لولهٔ گوارش و کلیه توانایی ترشح مواد به ادرار را دارد. لوزالمعده به تعداد یک عدد و کلیه به تعداد دو عدد در بدن یک فرد سالم و طبیعی وجود دارد. لوله‌های گوارش، ادراری و تنفسی قسمتی از محیط داخلی به حساب نمی‌آیند. **گزینهٔ (۴):** خون سیاهرگی رودهٔ باریک و معده از طریق سیاهرگ باب وارد کبد می‌شود و سپس از طریق بزرگ سیاهرگ زیرین، به دهلیز راست وارد می‌شود. یاخته‌های لایهٔ ماهیچه‌ای دیوارهٔ معده در سه جهت طولی، حلقوی و مورب قرار گرفته‌اند.

۱۹۷۷ (۲) موارد (الف) و (ب) عبارت را به درستی کامل می‌کنند.

بررسی موارد (الف) ائوزینوفیل، دانه‌های روشن درشت دارد. دقت کنید که همهٔ گویچه‌های سفید، **تک‌هسته‌ای** هستند. از طرفی در فرایند انعکاس عقب کشیدن دست نیز یک سیناپس مهاری فعال با ترشح ناقل عصبی دیده می‌شود که بین نورون رابط و نورون حرکتی ماهیچهٔ سه‌سر بازو قرار دارد. (ب) در بدن زنان، دو غدهٔ فوق‌کلیه و دو غدهٔ تخمدان، هورمون جنسی ترشح می‌کنند. همچنین چهار برجستگی در مغز میانی به نام برجستگی‌های چهارگانه وجود دارند. (ج) در بدن انسان، تعداد لوله‌های پیچ‌خوردهٔ نزدیک برابر با تعداد نفرون‌هاست. از آن‌جایی که چندین نفرون به یک مجرای جمع‌کننده تخلیه می‌شوند، پس تعداد لوله‌های پیچ‌خوردهٔ نزدیک از تعداد مجاری جمع‌کننده **بیشتر** است. (د) هر ریشهٔ پشتی نخاع، یک برآمدگی دارد که محل قرارگیری جسم‌یاخته‌ای نورون‌های حسی است. تعداد ریشه‌های پشتی برابر با تعداد اعصاب نخاعی است در نتیجه تعداد برآمدگی‌ها نیز **برابر با** تعداد اعصاب نخاعی است.

۱۹۷۸ (۴) همهٔ موارد، عبارت را به درستی کامل می‌کنند.

بررسی موارد (الف) کاهش بیش از حد ترشح هورمون پاراتیروئیدی، سبب **کاهش** غلظت کلسیم خون و اختلال در روند انعقاد خون می‌شود. (ب) افزایش بیش از حد ترشح اپی‌نفرین سبب باز شدن نایژک‌ها و **افزایش** هوای مرده، هوای جاری، ظرفیت حیاتی و ظرفیت تام شش‌ها می‌شود. (ج) افزایش بیش از حد ترشح هورمون ضدادراری، سبب **کاهش** آب ادرار و **افزایش** فشار اسمزی آن می‌شود. (د) کاهش بیش از حد ترشح سکرتین سبب کاهش ترشح بیکربنات پانکراس و **افزایش** بیکربنات در خون می‌شود. در نتیجه خون حالت **بازی** پیدا می‌کند و ترشح یون هیدروژن در کلیه‌های فرد **کاهش** می‌یابد.

۱۹۷۹ (۲) بزرگ‌ترین یاخته‌های غدد معده، یاخته‌های حاشیه‌ای‌اند که HCl و فاکتور داخلی معده را ترشح می‌کنند. افزایش فعالیت ترشحی این یاخته‌ها می‌تواند سبب افزایش غلظت یون هیدروژن در شیرهٔ معده و همچنین کاهش غلظت یون هیدروژن در خوناب شود. چون یاخته‌های حاشیه‌ای یون‌های هیدروژن را با دریافت از خوناب به فضای درون معده ترشح می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هورمون کاهندهٔ یون‌های سدیم ادرار، آلدوسترون می‌باشد و سبب افزایش فشار خون شده و بدین‌ترتیب گیرنده‌های مکانیکی حساس به فشار خون تحریک می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** افزایش هورمون T_3 سبب افزایش سوخت‌وساز یاخته‌ها شده و بدین‌ترتیب نیازهای تغذیه‌ای تنفسی یاخته‌ها افزایش می‌یابد و برای تأمین آن قلب با آهنگ بیشتری خون را پمپ می‌کند و در نتیجه فاصلهٔ بین شنیده شدن صدای اول و دوم قلب کاهش می‌یابد. **گزینهٔ (۴):** برون‌شامهٔ (کوریون) جنین هورمون HCG را ترشح می‌کند. این هورمون با حفظ جسم زرد برای مدتی سبب عدم کاهش غلظت هورمون پروژسترون در انتهای دورهٔ جنسی می‌شود و بدین ترتیب طی بازخورد منفی ترشح هورمون LH و FSH از هیپوفیز پیشین زیاد نمی‌شود و بدین‌ترتیب میزان سوخت‌وساز یاخته‌های پوششی ترشح‌کنندهٔ هورمون‌های محرک جنسی کاهش می‌یابد

نکته
منظور از هر غدهٔ درون‌ریز با ساختار پوششی - عصبی، هیپوفیز و فوق‌کلیه است.

۱۹۸۰ (۱) با کاهش هورمون پرولاکتین تأثیر آن بر سیستم ایمنی بدن دچار اختلال می‌شود و می‌تواند باعث کاهش مقاومت بدن نسبت به بیماری‌های ویروسی شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** هورمون محرک تیروئیدی باعث افزایش ترشح هورمون‌های T_3 و T_4 می‌شود ولی در صورت افزایش هورمون پاراتیروئیدی به صورت غیرطبیعی، می‌توان افزایش سطح کلسیم خوناب را متصور شد. **گزینهٔ (۳):** اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین می‌توانند قطر نایژک‌های شش را افزایش دهند و این هورمون‌ها از بخش مرکزی غدد فوق‌کلیه ترشح می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** با کاهش هورمون ضدادراری، مقدار زیادی از آب به صورت ادرار دفع می‌شود و همین امر باعث کاهش آب موجود در خون و درنتیجه افزایش فشار اسمزی خون می‌شود ولی دقت کنید که هورمون ضدادراری از هیپوفیز پسین به خون ترشح می‌شود (نه از هیپوتالاموس).

۱۹۸۱ (۱) در صورتی که فردی به پرکاری تیروئید دچار شود، به علت افزایش هورمون‌های تیروئیدی (T_3 و T_4) سوخت‌وساز یاخته‌های بدن نیز افزایش می‌یابد و در نتیجه دمای بدن افزایش می‌یابد (نه در کم‌کاری این غده!) و همچنین انواع یاخته‌های بدن دچار افزایش در فعالیت خود می‌شوند، به عنوان مثال یاخته‌های سازندهٔ انسولین پرکارتر شده و انسولین بیشتری ترشح می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در صورت پرکاری غدهٔ پاراتیروئید، بر میزان کلسیم خون افزوده می‌شود. دقت کنید افزایش بیش از حد کلسیم، سبب اختلال در انقباض ماهیچه‌ها (مخصوصاً قلب) می‌شود. همچنین در صورت کم‌کاری این غده، کلسیم خون کم شده و باز بر اثر اختلال بر فرایند انقباض ماهیچه‌های دخیل در تنفس مشکلات تنفسی روی می‌دهد. **گزینهٔ (۳):** در صورت افزایش فعالیت غدهٔ فوق‌کلیه، هورمون **کورتیزول** بیشتری ترشح شده و در نتیجه سیستم ایمنی فرد تضعیف می‌شود و احتمال ابتلا به عفونت زیاد می‌شود. همچنین این غده با ترشح هورمون‌های جنسی زنانه و مردانه در صورت کم‌کاری، سبب مشکلات جنسی در فرد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** هورمون رشد، از غدهٔ هیپوفیز پیشین ترشح می‌شود. در صورت افزایش این هورمون در خون یک پسر *(هواستون به این باشه!)* همچنان سبب افزایش تولید یاخته‌های استخوانی می‌شود و در صورت کم‌کاری این غده استخوان‌ها ضعیف شده و احتمال شکستگی و پوکی استخوان‌ها افزایش می‌یابد.

۱۹۸۲ (۱) فقط مورد (الف) صحیح است.

بررسی موارد (الف) ممکن است یک یاخته چند هورمون دریافت کند. مثلا یاخته‌های استخوانی هورمون‌های تیروئیدی، پاراتیروئیدی، کلسی‌تونین، هورمون رشد و هورمون‌های جنسی را می‌توانند دریافت کنند. (ب) **ممکن است** چند یاخته یک هورمون دریافت کنند مثلاً هورمون‌های تیروئیدی روی همهٔ یاخته‌های بدن گیرنده دارند. (ج) تفسیر یک پیام **هم به نوع هورمون بستگی دارد و هم به نوع یاختهٔ هدف** مثلاً هورمون پاراتیروئیدی در یاخته‌های استخوانی سبب افزایش آزادسازی کلسیم از مادهٔ زمینه‌ای می‌شود؛ اما در کلیه‌ها بازجذب کلسیم را افزایش می‌دهد. (اما تفسیر پیام به یاختهٔ تولیدکنندهٔ آن پیام ربطی ندارد.) (د) هورمون‌ها به مقدار **کم** ترشح می‌شوند؛ اما با همین مقدار نیز اثر خود را برجای می‌گذارند.

۱۹۸۳ (۲) فقط مورد (د) صحیح است.

بررسی موارد (الف) حتی تغییرات اندک در مقدار ترشح هورمون‌ها، اثرات قابل ملاحظه‌ای برجای **می‌گذارد.** (ب) چرخهٔ تنظیم بازخوردی، **روشی رایج** در تنظیم ترشح هورمون‌هاست. برخی هورمون‌ها نیز مانند اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین تحت تنظیم عصبی‌اند. (ج) در تنظیم بازخوردی منفی که بیشتر هورمون‌ها را شامل می‌شود، افزایش **یک هورمون یا اثرات آن**، سبب کاهش ترشح هورمون می‌شود و بالعکس. (د) افزایش میزان اکسی‌توسین در خون، سبب افزایش ترشح این هورمون می‌شود که به آن چرخهٔ بازخوردی مثبت می‌گویند.

بیشتر هورمون‌ها توسط بازخورد منفی تنظیم می‌شوند. تنظیم انسولین، مثالی از یک بازخورد منفی است.

عملکرد اکسی‌توسین و پرولاکتین پس از زایمان و استروژن با FSH و LH در روز ۱۴ هر دورهٔ جنسی زنان توسط چرخهٔ بازخوردی مثبت تنظیم می‌شود.

در تنظیم بازخوردی منفی، مقدار یک هورمون یا تأثیرات آن، باعث **کاهش** ترشح همان هورمون می‌شود و بالعکس.

در تنظیم بازخوردی مثبت، افزایش مقدار یک هورمون یا **تأثیرات** آن، باعث **افزایش** ترشح همان هورمون می‌شود.

چرخهٔ تنظیم بازخوردی روش رایجی در تنظیم ترشح هورمون‌هاست که به دو صورت منفی و مثبت دیده می‌شوند.

تنظیم بازخوردی ترشح هورمون‌ها

هورمون‌ها در مقادیر **خیلی کم** ترشح می‌شوند، اما با همین مقدار کم، اثرات خود را بر جای می‌گذارند.

۱۹۸۴ (۳) به دنبال افزایش میزان گلوکز خوناب در بدن یک فرد سالم، با عمل انسولین، میزان ورود گلوکز به درون یاخته بیشتر شده و در نتیجه میزان تنفس یاخته‌ای افزایش می‌یابد. به دنبال افزایش تنفس یاخته‌ای، میزان تولید کربن‌دی‌اکسید نیز بیشتر شده و در نتیجه فعالیت آنزیم کربنیک‌انیدراز بیشتر می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید گلیکوژن درون همهٔ یاخته‌های زندهٔ بدن انسان به صورت ذخیره شده وجود ندارد. در واقع گلیکوژن در یاخته‌های کبدی و ماهیچه‌های بدن انسان به صورت ذخیره شده مشاهده می‌شود این یاخته‌ها گوارش درون‌یاخته‌ای برای پلی‌ساکارید دارند. **گزینهٔ (۲):** دقت کنید ممکن است مثلاً میزان قند خون کاهش یافته باشد، در نتیجه گلوکاگون افزایش یافته و قند خون را بالا می‌برد. در این حالت دیگر قند خون دوباره به گلیکوژن تبدیل نمی‌شود و گلیکوژن ذخیره‌ای برای افزایش قند خون، تجزیه شده و کاهش یافته است (از طرفی صفرا آنزیم ندارد). **گزینهٔ (۴):** به دنبال کاهش قند خون، اثر بازخوردی منفی میزان گلوکز خوناب بر روی مقدار ترشح هورمون انسولین، **افزوده** می‌شود.

۱۹۸۵ (۴) علت درست یا نادرست بودن گزینه‌ها در این تست، عدم تناسب نوع بازخورد گفته شده با توضیح آن‌هاست که به ترتیب بررسی می‌کنیم! خیلی خیلی توضیحات را دقیق بخوانید تا کاملاً بازخورد یا خودتنظیمی را بفهمید.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. اگر قند خون زیادتر از حالت عادی باشد، برای تنظیم آن باید مقدار انسولین خون افزایش یابد و این حالت طبیعی برای بدن است و خودتنظیمی یا بازخوردی نمی‌باشد. اگر پس از نرمال شدن قند خون، مقدار انسولین کاهش یابد، این بازخورد منفی است. **گزینهٔ (۲):** نادرست. در حالت عادی وقتی سدیم خون زیاد باشد باید آلدوسترون کم شود تا سدیم بدن مناسب شود. **گزینهٔ (۳):** نادرست. کلسی‌تونین سبب کاهش کلسیم خون می‌شود. پس کاهش کلسیم در حالت عادی عاملی برای **کم** شدن مقدار کلسی‌تونین می‌باشد. **گزینهٔ (۴): درست.** چون در حالت عادی هورمون پاراتیروئیدی سبب افزایش کلسیم می‌شود، پس اگر زیادی کلسیم بیش از حد نرمال، باز هم باعث افزایش ترشح پاراتیروئید شود، در این حالت مقدار کلسیم باز هم بالاتر می‌رود و از حد نرمال خارج می‌شود که به آن خودتنظیمی (بازخوردی) **مثبت** می‌گوییم.

۱۹۸۶ (۳) موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند. در مکانیسم بازخوردی مثبت، **افزایش** ترشح یک هورمون در خون یا اثر آن، باز هم موجب **افزایش** ترشح همان هورمون می‌شود یا کاهش ترشح یک هورمون، سبب کاهش ترشح همان هورمون می‌شود، دقیقاً مانند اثر اکسی‌توسین در هنگام زایمان که با مکانیسم بازخوردی مثبت در هنگام حالات غیرعادی بدن یعنی زایمان دیده می‌شود (عبارت‌های ذکر شده در موارد (ب) و (د) بازخوردی مثبت را نشان می‌دهند چون اگر سدیم و کلسیم خون زیاد باشد، نیازی به آلدوسترون و هورمون پاراتیروئیدی اضافی نیست). مورد (الف) فعالیت طبیعی بدن است که به دنبال هورمون محرک فوق کلیه، هورمون کورتیزول خون زیاد شده و تا به اینجا خودتنظیمی رخ نداده است.

۱۹۸۷ (۴) اکسی‌توسین ماهیچه‌های دیوارهٔ رحم را تحریک می‌کند تا انقباض آن‌ها آغاز شود و در ادامه، دفعات و شدت انقباض را مرتباً بیشتر می‌کند. انقباض ماهیچه‌های رحم با دردهای زایمان همراه است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** انسولین تقریباً باعث افزایش ورود گلوکز به همهٔ یاخته‌های بدن می‌شود و اکسی‌توسین نیز با اتصال به گیرنده‌های خود بر روی یاخته‌های ماهیچه‌ای صاف (دوکی‌شکل) موجب انقباض آن‌ها می‌شود. **گزینهٔ (۲):** هورمون‌های اکسی‌توسین و ضدادراری در هیپوتالاموس تولید ولی از هیپوفیز پسین به جریان خون وارد می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** اکسی‌توسین در جسم‌یاخته‌ای گروهی از یاخته‌های عصبی هیپوتالاموس تولید شده و از قسمت پسین هیپوفیز به خون ترشح می‌شود؛ در حالی که هورمون محرک غدهٔ تیروئید در یاخته‌های (یاخته‌های ترشحی غیرعصبی) هیپوفیز پیشین تولید می‌شود. **گزینهٔ (۴):** ترشح پرولاکتین و اکسی‌توسین در طی تولید و ترشح می‌تواند با خودتنظیمی مثبت تنظیم شود.

۱۹۸۸ (۴) مشابه تست‌های کنکور همگی سال‌هاست که در کتاب الگو وجود داشته و دارد و خواهد داشت! فراوان‌ترین یاخته‌های بدن انسان گویچه‌های **قرمز** هستند که مقدار ساخت آن‌ها در مغز قرمز استخوان توسط هورمون **اریتروپویتین** ترشح شده از **کبد و کلیه**، تنظیم می‌شود. دقت کنید تنها کبد با تبدیل آمونیاک به اوره از سمیت این ماده در خون می‌کاهد *(خوب به لفظ سمیت آن دقت کنید! درسته که کلیه اوره را دفع می‌کند اما سمیت فوری اوره کم نمیشه که! فقط مقدارش کم میشه ...)*.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** کبد توانایی جذب و ذخیرهٔ برخی یون‌ها مثل آهن را داراست. همچنین کلیه با فرایندهایی مثل بازجذب و ترشح می‌تواند مقدار یون‌های خوناب را تغییر دهد. **گزینهٔ (۲):** کبد به دفع مواد محلول در چربی و اوره کمک می‌کند. *کلیه هم که ریگه گفتن میفواد؟* **گزینهٔ (۴):** *بفش همیشه فعال دستگاه عصبی محیطی چیه؟ بفش حرکتی فورمختارا هردو اندام ذکر شده می‌تونن تحت تأثیر این بفش قرار بگیرن.*

۱۹۸۹ (۱) موارد (الف) و (ب) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) هورمون‌های **تیروئیدی** T_3 و T_4 و هورمون **کلسی‌تونین**، توسط تیروئید ساخته می‌شوند که همگی بر بافت استخوانی اثر می‌گذارند.

(ب) **استروژن** و **پروژسترون**، توسط تخمدان ساخته می‌شوند و با **تنظیم بازخوردی منفی یا مثبت**، بر فعالیت ترشحی هیپوفیز مؤثرند. (البته بر فعالیت ترشحی هیپوتالاموس هم مؤثرند اما با توجه به سایر موارد، این مورد بهتر از موارد (ج) و (د) است!) (ج) هورمون‌های **مهارکننده**، فعالیت ترشحی هیپوفیز را **کاهش** می‌دهند. (د) نه گاسترین و نه سکرتین، هیچ‌کدام ترشح **فاکتور داخلی معده** (مؤثر در حفظ و جذب ویتامین B_{12}) را افزایش نمی‌دهند.

۱۹۹۰ (۴) نقرس نوعی بیماری مفصلی است. دقت کنید در نقرس رسوب اوریک‌اسید در مفاصل را داریم! اوریک اسید ماده‌ای **نامحلول** در آب می‌باشد و باید در فواصل زمانی کوتاه از بدن دفع شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در صورت کم‌کاری در برخی یاخته‌های کبد، تولید **اوره** کاهش پیدا کرده و در نتیجه بر مقدار آمونیاک خون افزوده می‌شود. چون یکی از وظایف کبد، ترکیب CO_2 با آمونیاک و تولید اوره می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** در صورت کم‌کاری یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ **آلدوسترون**، بازجذب آب کاهش پیدا کرده و در نتیجه مقدار آب دفعی بیش از حد می‌شود. **گزینهٔ (۳):** در صورت اختلال در کلیه و دفع پروتئین‌های خون، می‌توان ادم یا خیز را مشاهده کرد. در این بیماری بخش‌هایی از بدن متورم می‌شود.

۱۹۹۱ (۲) فرومون برای ارتباط بین افراد **هم‌گونه** است که در یک منطقه و در یک زمان مشخص زندگی می‌کنند پس قطعاً در یک **جمعیت** قرار می‌گیرند. جمعیت، **ششمین** سطح از سطوح سازمان‌یابی حیات در جانداران پریاخته‌ای پیشرفته مثل جانور و گیاه می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** جانوران از ارتباط شیمیایی **نه فقط در بین یاخته‌ها، بلکه در بین افراد هم استفاده می‌کنند.** **گزینهٔ (۳):** **گربه‌ها** برای تعیین **قلمرو** از فرومون استفاده می‌کنند اما زنبور دارای گیرندهٔ فرابنفش است. **گزینهٔ (۴):** **برخی مارها** مانند مار زنگی دارای گیرندهٔ فروسرخ هستند. مارها از فرومون برای جفت‌یابی استفاده می‌کنند. زنبورها از فرومون برای هشدار خطر حضور شکارچی به دیگران استفاده می‌کنند.

نکات ارتباط شیمیایی در جانوران دیگر

- در جانوران، ارتباط شیمیایی علاوه‌بر اینکه در **ارتباط بین یاخته‌ها** و اندام‌های خود جاندار نقش دارد سبب **ارتباط با افراد دیگر** محیط نیز می‌شود.
- فرومون نوعی مادهٔ **شیمیایی** است که در **جانوران مختلفی** از یک فرد ترشح می‌شود تا در فرد یا افراد دیگری از **هم‌گونه‌های** خود، **پاسخ رفتاری** مناسب ایجاد کند (سبب کمک در زندگی **گروهی** می‌شود).
- **زنبورها** با ترشح فرومون به **هم‌گونه‌های** خود اطلاع یا هشدار می‌دهند که **شکارچی** در محیط آن‌ها وجود دارد.
- **مارها** از فرومون برای **جفت‌یابی** استفاده می‌کنند (پس در بکرزایی مؤثر نیست).
- **گربه‌ها** از **فرومون‌ها** برای **تعیین قلمرو** خود استفاده می‌کنند.
- فرومون همواره در هر جانوری توسط گیرنده‌های **شیمیایی** تشخیص داده می‌شود.
- در تست‌ها مهم‌ترین نکته‌ای که در مورد فرومون باید دقت کنید، این است که فرومون روی افراد دیگر **همان گونه** اثر می‌کند و یک محصول جانوری است.

۱۹۹۲ (۲) فرومون‌ها موادی هستند که یک جانور ترشح می‌کند تا با فرد یا افراد دیگر همان گونه ارتباط برقرار کند و پاسخ رفتاری ایجاد کند ولی هورمون‌ها معمولاً برای پاسخ بین یاخته‌های بدن یک فرد می‌باشند (البته خواهید خواند که در بین هورمون‌ها نیز از هورمون *HCG* می‌توان نام برد که کوریون جنین آن را می‌سازد ولی وارد خون مادر شده و سبب رشد رحم مادر می‌شود).

۱۹۹۳ (۴) هر چهار مورد درست هستند. منظور سؤال **مارها** می‌باشند.

همهٔ موارد فوق در مورد مارها صحیح می‌باشند. چون طناب عصبی پشتی با مغز برجسته دارند، همانند پرندگان باز جذب آب فراوان در کلیه‌ها دارند، لقاح داخلی و تخم‌گذاری با پوستهٔ تخم ضخیم دارند و گردش خون مضاعف با تلمبهٔ تنفسی با دو فشار متفاوت دارند.

۱۹۹۴ (۲) زنبورها از فرومون برای هشدار خطر حضور شکارچی استفاده می‌کنند، مارها برای جفت‌گیری و گربه‌ها برای تعیین قلمرو سود می‌برند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. مار همانند گربه قلب چهارحفره‌ای دارد. **گزینهٔ (۲):** **درست.** زنبور حشره است و برخلاف مار، تنفس نایدیسی دارد. **گزینهٔ (۳):** نادرست. گربه و زنبور **هر دو** یک طناب عصبی دارند که در گربه به صورت پشتی ولی در زنبور که بی‌مهره است، شکمی می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** نادرست. دیوارهٔ ناقص بین‌بطنی ویژهٔ برخی خزندگان مثل مارهاست (*یادتون باشه این کتاب یه قسمت جامع جانوری هم داره‌ها!*).

۱۹۹۵ (۱) زنبورها لولهٔ مالپیگی و گیرندهٔ فرابنفش دارند که با فرومون آزاد کرده از خود، افراد **هم‌گونه** را از وجود **شکارچی** باخبر می‌کنند (نه شکار!).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در مورد مارها رد می‌شود که فرومون برای کمک به جفت‌یابی دارند. **گزینهٔ (۳):** با مثال گربه و فرومون تولید شدهٔ آن رد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در مورد زنبور عسل $2n$ ماده برای خبردهی به زنبور عسل نر n صحیح است که در فصل ۶ و ۷ وضعیت کروموزومی آن‌ها را می‌خوانیم.

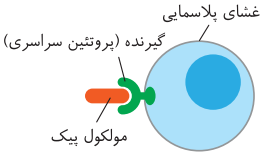
۱۹۹۶ (۱) زنبور از فرومون برای هشدار خطر حضور شکارچی استفاده می‌کند. حشرات لوله‌های مالپیگی در بین انتهای معده و ابتدای روده دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** هر فرومونی منجر به بروز یک پاسخ رفتاری در فردی از **همان گونه** می‌شود، پس قسمت اول نادرست است ولی قسمت دوم در مورد بکرزائی در برخی مارها صحیح است. **گزینهٔ (۳):** مارها فرومون را برای جفت‌یابی ترشح می‌کنند. دقت کنید فقط بعضی از مارها (مثل مار زنگی) دارای گیرندهٔ فروسرخ هستند. **گزینهٔ (۴):** گربه نوعی پستاندار است که فرومون را برای تعیین قلمرو استفاده می‌کند ولی قسمت دوم در مورد دوزیستان است.

۱۹۹۷ (۳) موارد (ب)، (ج) و (د) مدنظر می‌باشند.

بررسی موارد **الف** در شکل مورد نظر، (A) نوعی پیک شیمیایی است که به (B) یعنی به گیرندهٔ اختصاصی خود متصل شده است. **ب** (A) می‌تواند پیک شیمیایی عصبی (کوتاه‌برد) باشد که از راه غیرخونی مثلاً از انتهای آکسون و فضای سیناپسی به یاختهٔ هدف رسیده است. **ج** پیک شیمیایی باعث تغییر مقطعی در فعالیت یاختهٔ هدف می‌شود ولی ساختار یاخته یا گیرنده را به صورت پایدار تغییر نمی‌دهد. **د** گیرنده‌ها اختصاصی هستند و به **یک نوع** پیک شیمیایی پاسخ مناسب می‌دهند.

۱۲۲ شکل‌نامهٔ گیرنده و پیک



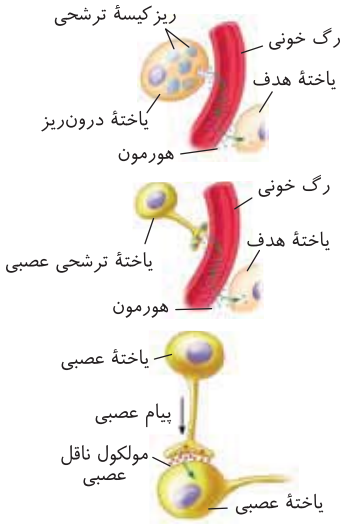
- گیرندهٔ غشایی مولکول پیک، از طریق بخش بزرگ‌تر خود با مولکول پیک در تماس است.
- قسمتی از گیرنده، شکل مکمل برای قسمتی از مولکول پیک دارد.
- مولکول پیک فقط در برخی هورمون‌ها وارد یاختهٔ گیرنده‌دار می‌شود.
- پیک شیمیایی با اثر بر گیرنده، سبب تغییر در یاختهٔ گیرنده‌دار می‌شود.

۱۹۹۸ : ۳ شکل مربوط به پیک شیمیایی ترشح شده از یک یاختهٔ **عصبی** می‌باشد که می‌تواند هورمون یا یک ناقل عصبی باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هیپوتالاموس مرکز تنظیم حس تشنگی و گرسنگی در بدن انسان است؛ این غده از یاخته‌های عصبی تشکیل شده است و توانایی تولید هورمون‌ها را دارد. **گزینهٔ (۲):** هورمون اکسی‌توسین در یاخته‌های عصبی هیپوتالاموس تولید می‌شود و باعث انقباض یاخته‌های ماهیچه‌ای دیوارهٔ رحم می‌شود، که کاهش طول آن‌ها را در پی دارد. **گزینهٔ (۳):** ناقل عصبی باعث ایجاد پتانسیل عمل می‌شود که پیک شیمیایی کوتاه‌برد است و وارد خون نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** هورمون ضدادراری در یاخته‌های عصبی هیپوتالاموس تولید می‌شود و باعث بازجذب آب و تغلیظ ادرار می‌گردد.

۱۲۳ شکل‌نامهٔ مقایسهٔ هورمون و ناقل عصبی

- ناقل عصبی، هرگز وارد یاختهٔ هدف یا خون نمی‌شود. (در شکل مشخص است.)
- ناقل عصبی همانند هورمون، پیش از اثر بر یاختهٔ هدف، ابتدا وارد محیط داخلی می‌شود (دقت کنید که مایع بین‌یاخته‌ای نیز جزء محیط داخلی است).
- ناقل عصبی همانند هورمون، با اگزوسیتوز از یاختهٔ سازندهٔ خود ترشح می‌شود.
- پیک شیمیایی که از آکسون ترشح می‌شود، می‌تواند ناقل عصبی، هورمون و یا اینترفرون نوع ۱ (در صورت آلودگی به ویروس) باشد.
- هورمون برای رسیدن به یاختهٔ هدف، حتماً باید وارد خون شود.
- هورمون ترشح شده از یاختهٔ ترشحی عصبی یا یاختهٔ درون‌ریز، در صورتی که گیرندهٔ آن درون یاختهٔ هدف باشد، می‌تواند وارد یاختهٔ هدف شود. (در شکل مشخص است.)
- دقت کنید که هنگام اگزوسیتوز، ریزکیسه خارج نمی‌شود! بلکه محتویات آن خارج شده و اندازهٔ غشای یاخته زیاد می‌شود.
- یاختهٔ درون‌ریز، تعدادی ریزکیسه حاوی هورمون آمادهٔ ترشح دارد.



۱۹۹۹ : ۲ موارد (ب) و (د) نادرست‌اند. بخش (۱): غدهٔ برون‌ریز و بخش (۲): غدهٔ درون‌ریز را نشان می‌دهد.

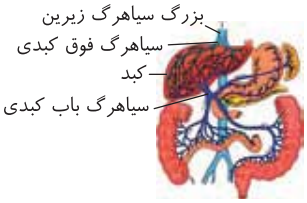
بررسی موارد **الف)** درست. غدد برون‌ریز (مثل غدد عرق و غدد شیری) نسبت به غدد درون‌ریز، به‌طور معمول در بخش‌های سطحی‌تر بدن قرار دارند. البته در لوزالمعده هم غدد برون‌ریز وجود دارند ولی به‌طور معمول برون‌ریزها بیشتر به سطح بدن می‌ریزند. **ب)** **نادرست. همهٔ** یاخته‌های سازندهٔ پیک‌های شیمیایی (چه درون‌ریز چه برون‌ریز)، با روش مشابهی (برون‌رانی) مولکول‌های پیک را خارج می‌کنند. **ج)** درست. **تعداد** غدد برون‌ریز در مقایسه با غدد درون‌ریز در بدن انسان، بسیار بیشتر است. غدد معده، روده، عرق، چربی و ... **د)** **نادرست.** غدهٔ برون‌ریز همواره از یاخته‌های پوششی (یاخته‌هایی با فضای بین‌یاخته‌ای اندک) تشکیل شده اما غدهٔ برون‌ریز، یا از یاخته‌های پوششی و یا از یاخته‌های عصبی تشکیل شده است.

۱۲۴ شکل‌نامهٔ غدهٔ درون‌ریز و برون‌ریز

- هم یاخته‌های غدد برون‌ریز و هم یاخته‌های اغلب غدد درون‌ریز، فضای بین‌یاخته‌ای اندک دارند، چون بافت پوششی دارند. (غدد درون‌ریزی که ساختار عصبی دارند، استثنا هستند.)
- هرچه به سمت عمق غدهٔ برون‌ریز برویم، اندازهٔ یاخته‌ها بزرگ‌تر می‌شود.
- هر دو نوع غده برای انتقال گاز تنفسی با خون رابطهٔ دوطرفه دارند.
- یاخته‌های سطحی غدهٔ برون‌ریز، مکعبی‌تر و یاخته‌های عمقی غدهٔ برون‌ریز، استوانه‌ای‌تر هستند که همگی مانند غدهٔ درون‌ریز هستهٔ گرد مرکزی دارند.
- رگ خونی در اطراف کل غدد درون‌ریز قرار گرفته است.

۲۰۰۰ : ۱ فقط مورد (د) نادرست است. شکل موجود در صورت سؤال، تعداد غدد درون ریز را نشان می‌دهد. بخش (۱): هیپوتالاموس، بخش (۲): هیپوفیز، بخش (۳): تیروئید، بخش (۴): تیموس، بخش (۵): فوق کلیه، بخش (۶): پانکراس، بخش (۷): تخمدان و بخش (۸): بیضه می‌باشد.

بررسی موارد **الف)** درست. هیپوفیز و هیپوتالاموس در حالت طبیعی، هورمون (پیک شیمیایی دوربرد) ترشح می‌کنند؛ دقت کنید که این دو غده در صورت آلوده شدن به ویروس، اینترفرون نوع (۱) (نوع پیک شیمیایی کوتاه‌برد) ترشح می‌کنند.



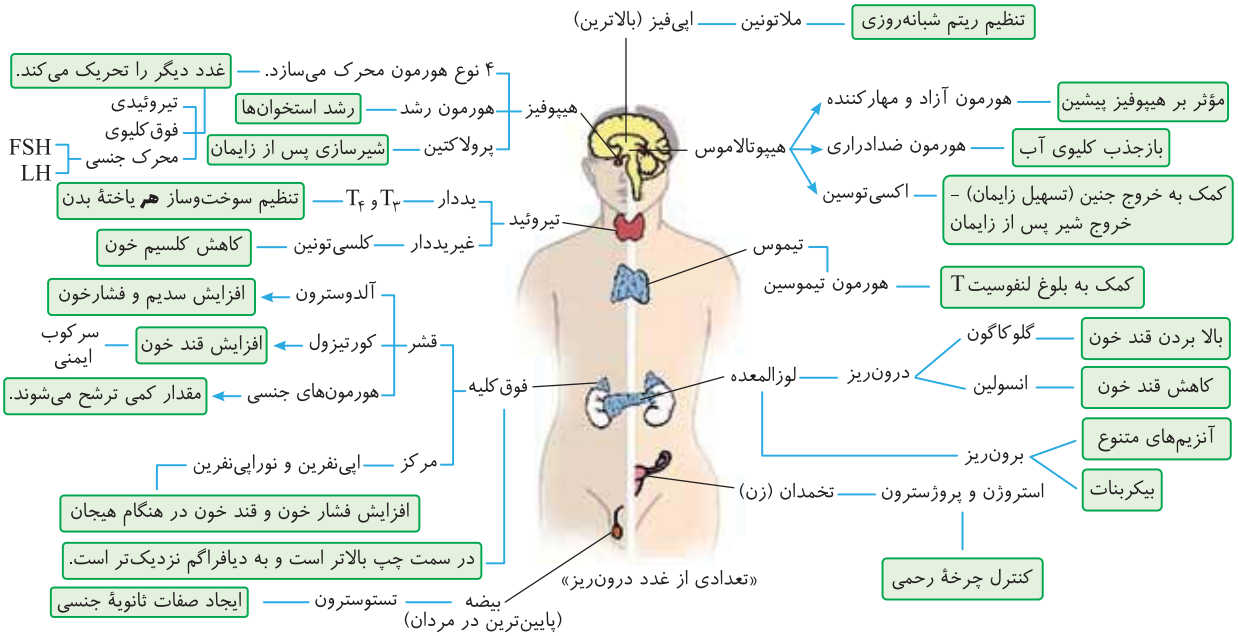
«سیاهرگ باب و فوق کبدی»

نکته
اینترفرون نوع یک از یاختهٔ آلوده به ویروس ترشح می‌شود و علاوه‌بر یاختهٔ آلوده، بر یاخته‌های سالم مجاور هم اثر می‌کند و آن‌ها را در برابر ویروس مقاوم می‌کند.

ب) درست. تیموس با بلوغ لنفوسیت‌های T در ایمنی نقش دارد. تیروئید هم با تولید هورمون‌های تیروئیدی، سبب تنظیم سوخت‌وساز و میزان فعالیت گویچه‌های سفید می‌شود و از این طریق در ایمنی نقش دارد. **ج)** درست. با توجه به شکل بالا، هورمون‌های تولید شده توسط پانکراس برخلاف هورمون‌های تولید شده توسط غدهٔ فوق کلیه، به سیاهرگ باب می‌ریزند. **د)** **نادرست.** در بیضه علاوه‌بر تستوسترون که نوعی پیک شیمیایی دوربرد است و توسط یاخته‌های بینابینی تولید می‌شود، یاخته‌های سرتولی که در دیوارهٔ لوله‌های زامه‌ساز وجود دارند، با ترشحات خود تمایز زامه‌ها را هدایت می‌کنند؛ این ترشحات، نوعی پیک شیمیایی کوتاه‌برد هستند. در تخمدان نیز دو پیک شیمیایی دوربرد استروژن و پروژسترون ترشح می‌گردد؛ ولی اشکال اصلی این عبارت این است که در صورت سؤال گفته در بدن یک **فرد**، پس نمی‌تواند هم بیضه و هم تخمدان داشته باشد!

نکته
به‌طور معمول و در حالت طبیعی، از یاخته‌ها اینترفرون نوع (۱) ترشح نمی‌شود.

۱۲۵ شکل‌نامهٔ غدد درون‌ریز



- فوق‌کلیهٔ راست از فوق‌کلیهٔ چپ کوچک‌تر و پایین‌تر است. تیموس هم از غدهٔ تیروئید بزرگ‌تر می‌باشد.
- غدهٔ هیپوفیز از سه بخش پیشین، میانی و پسین تشکیل شده که بخش پسین آن دارای ساختار عصبی است.
- غدد هیپوفیز و هیپوتالاموس در تنظیم فعالیت سایر غدد نقش دارند.
- هیپوتالاموس با ترشح هورمون‌های مهارکننده و آزادکننده بر هیپوفیز اثر می‌گذارد و بخش پیشین هیپوفیز نیز در تنظیم فعالیت غدد تیروئید، فوق‌کلیه و جنسی نقش دارد.
- غدد جنسی مردان برخلاف زنان در خارج از بدن قرار دارد تا دمای آن‌ها حدود سه درجه پایین‌تر از دمای بدن باشد. این دما برای فعالیت صحیح بیضه‌ها ضروری است.
- غده‌ای در حفرهٔ شکمی که به دیافراگم نزدیک‌تر است، فوق‌کلیهٔ چپ می‌باشد.
- در مردان چهار غده (بیضه‌ها و فوق‌کلیه‌ها) به تولید تستوسترون و دو غده (فوق‌کلیه‌ها) به تولید استروژن و پروژسترون می‌پردازند.

۲۰۰۱ (۱) هورمون ضدادراری با افزایش بازجذب آب در کلیه‌ها باعث افزایش حجم خون بدن می‌شود. این هورمون توسط یاخته‌های عصبی هیپوتالاموس (بخش (۱)) تولید می‌گردد و توسط آکسون‌های آن وارد بخش پسین غدهٔ هیپوفیز می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** هورمون رشد بر صفحات غضروفی استخوان‌های دراز اثر می‌کند (بخش (۵) استخوان جمجمه که نوعی استخوان پهن است را نشان می‌دهد.) **گزینهٔ (۳):** هورمون اکسی‌توسین در هیپوتالاموس تولید و از بخش پسین غدهٔ هیپوفیز (بخش (۴)) ترشح می‌شود و باعث انقباض ماهیچه‌های صاف دیوارهٔ رحم می‌گردد. **گزینهٔ (۴):** هورمون‌های تیروئیدی در همهٔ یاخته‌های زندهٔ بدن گیرنده دارند.

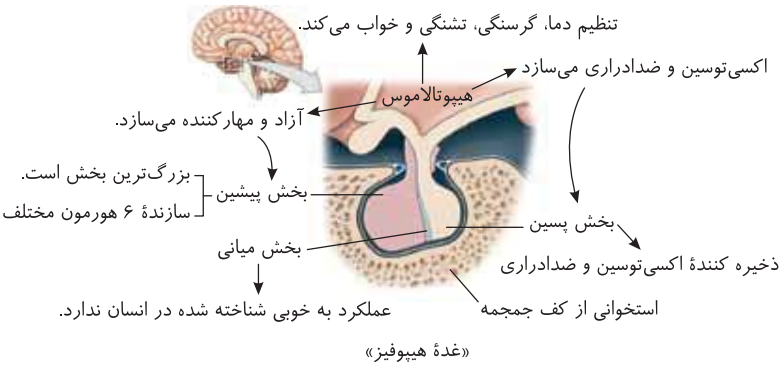
۱۲۶ شکل‌نامهٔ هیپوفیز

هیپوفیز، غده‌ای به اندازهٔ نخود در گودی کف استخوانی از جمجمه قرار دارد و با ساقه‌ای به هیپوتالاموس وصل است.

بخش پیشین هیپوفیز بزرگ‌تر از بخش پسین و میانی می‌باشد و تنها بخش هورمون‌ساز است.

بخش پیشین هیپوفیز جلوتر از بخش پسین و میانی می‌باشد و نسبت به دو بخش دیگر، دورتر از برجستگی‌های چهارگانه می‌باشد.

بخش میانی هیپوفیز برخلاف بخش پیشین، به‌طور کامل توسط استخوان جمجمه احاطه شده است و از همه کوچک‌تر و باریک‌تر است.



«غدهٔ هیپوفیز»

بخش میانی هیپوفیز برخلاف دو بخش دیگر، در ساختار ساقهٔ بین هیپوفیز و هیپوتالاموس قرار ندارد.

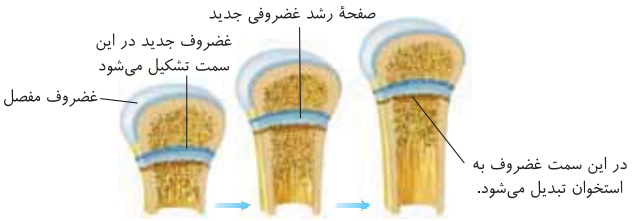
بخش پسین هیپوفیز هورمونی تولید نمی‌کند ولی ترشح هورمون‌های ضدادراری و اکسی‌توسین تولیدشده در هیپوتالاموس را انجام می‌دهد.

هیپوفیز و هیپوتالاموس با مغز میانی تقریباً در یک سطح قرار گرفته‌اند.

۲۰۰۲ : ۴ شکل، ساختار صفحهٔ رشد در استخوان‌های دراز را نشان می‌دهد. در سمت پایینی صفحهٔ رشد نشان داده شده در شکل، استخوان در حال تشکیل است که این سطح به مجرای مرکزی استخوان دراز نزدیک‌تر می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** صفحات رشد چند سال بعد از بلوغ بسته می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** ضخامت صفحهٔ رشد غضروفی ثابت می‌ماند زیرا از یک طرف غضروف جدید تشکیل می‌شود و از طرف دیگر غضروف به استخوان تبدیل می‌شود. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که صفحات رشد در نزدیکی دو سر استخوان دراز هستند (نه در دو سر!).

۱۲۷ شکل‌نامهٔ صفحهٔ رشد استخوان



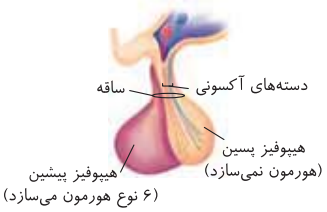
«صفحات رشد در استخوان‌های دراز و چگونگی رشد استخوان»

- بیشتر مساحت صفحهٔ رشد در تماس با بافت استخوانی اسفنجی می‌باشد البته صفحهٔ رشد در تماس با بافت استخوان اسفنجی و متراکم می‌باشد. این صفحه در تنهٔ استخوان ولی نزدیک به سر استخوان به صورت عرضی قرار دارد.
- صفحهٔ رشد توانایی ایجاد بافت استخوانی متراکم و اسفنجی را دارد؛ اما با توجه به شکل میزان بافت اسفنجی بیشتری نسبت به متراکم تولید می‌کند.
- پس از پایان سن رشد، صفحهٔ رشد غضروفی بسته می‌شود و به بافت استخوانی متراکم تبدیل می‌شود.
- سر استخوان‌های دراز، شامل بافت اسفنجی است که توسط لایه‌ای از بافت متراکم احاطه شده است.
- برآمدگی (تحدب) صفحهٔ رشد به سمت سر استخوان است.
- فاصلهٔ صفحهٔ رشد تا غضروف سر استخوان سمت خود ثابت می‌ماند.
- صفحهٔ رشد غضروفی و غضروف مفصلی، در تماس با یکدیگر نیستند.
- همانطور که در شکل مشاهده می‌کنید در سر استخوان در محل مفصل، یک بافت غضروفی جهت کاهش اصطکاک مشاهده می‌شود که از ویژگی‌های مفاصل متحرک است.
- این جمله نادرست است که هر غضروفی که در سطح استخوان دیده می‌شود، اگر ترمیم نشود باعث بیماری مفصلی می‌شود؛ چون صفحهٔ رشد نیز علاوه‌بر غضروف مفصلی در سطح استخوان دیده می‌شود.
- چون غضروف‌های جدید در سمت سر استخوان ساخته می‌شوند پس فاصلهٔ صفحهٔ رشد با سر استخوان تقریباً ثابت است؛ ولی فاصلهٔ بین دو صفحهٔ رشد به تدریج در حال افزایش است.
- صفحات رشد مخصوص استخوان‌های دراز است و ساختارهای مشابه در استخوان‌های پهن و کوتاه دیده نمی‌شوند.
- یاخته‌های **غضروفی** صفحهٔ رشد دارای گیرنده‌هایی برای هورمون رشد هیپوفیزی هستند.
- **یاخته‌های صفحهٔ رشد، علاوه‌بر هورمون رشد برای هورمون‌های تیروئیدی و انسولین نیز گیرنده دارند.**
- فعالیت صفحات رشد غضروفی، سبب افزایش طول مجرای مرکزی حاوی مغز استخوان می‌شود.
- صفحهٔ رشد از سر مخالف استخوان دور می‌شود ولی با سر نزدیک استخوان، فاصله‌اش ثابت است.
- طول مجرای مرکزی استخوان برخلاف ضخامت صفحهٔ رشد افزایش می‌یابد.

۲۰۰۳ : ۴ بخش (۱): هیپوتالاموس، بخش (۲): هیپوفیز پیشین، بخش (۳): دسته‌های آکسونی و بخش (۴): هیپوفیز پسین می‌باشد. هیپوتالاموس (بخش (۱))، بخش پسین هیپوفیز و بخش مرکزی غدهٔ فوق‌کلیه، از یاخته‌های عصبی و پشتیبان (نه پوششی!) تشکیل شده‌اند. بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه، پیک شیمیایی خود را توسط یاخته‌های مستقر بر روی غشای پایه (پوششی) تولید می‌نماید.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هیپوفیز پسین همانند هر اندام لنفی خون‌ساز در دوران جنینی (مغز استخوان و طحال)، توانایی تولید هورمون ندارد. *(یادته که کبد اندام لنفی نیست؟! گول اریتروپویتین رو نخوری؟!)* **گزینهٔ (۲):** با توجه به زیرنویس شکل ۹ فصل ۱ زیست دهم، متوجه می‌شوید ریزکیسه (وزیکول) که حاوی انتقال دهندهٔ عصبی است و در طول آکسون، از جسم‌یاخته‌ای به سمت پایانهٔ آکسون حرکت می‌کند، نوعی اندامک است. (می‌دانید که یکی از ویژگی‌های یاخته‌های گیاهی، داشتن اندامکی به نام واکوئول است.) همچنین با توجه به عبارت صفحهٔ ۸۳ کتاب زیست دهم، متوجه می‌شوید واکوئول‌های غذایی، گوارشی و دفعی که در پیکر پارامسی حرکت می‌کنند نیز نوعی اندامک‌اند. **گزینهٔ (۴):** سامانهٔ کناره‌ای (لیمبیک) در حافظه و احساساتی مانند **ترس**، **خشم** و لذت نقش ایفا می‌کند. بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه به تنش‌های طولانی‌مدت، مثل غم از دست دادن نزدیکان، با ترشح کورتیزول پاسخ دیرپا می‌دهد. هیپوفیز پیشین (بخش (۲)) که هورمون محرک غدهٔ فوق‌کلیه را می‌سازد، در هنگام تنش‌های طولانی‌مدت، میزان ترشح هورمون محرک غدهٔ فوق‌کلیه را افزایش می‌دهد. هنگام تنش‌های روحی، احساسات مختلفی مانند **ترس** و **خشم** بروز می‌کنند.

۱۲۸ شکل‌نامهٔ هیپوفیز پسین



«ارتباط بخش پسین با هیپوتالاموس»

- دو دسته آکسون، بخش پسین هیپوفیز را به هیپوتالاموس مرتبط می‌کنند.
- بیشتر حجم ساقهٔ اتصالی مربوط به بخش پسین می‌باشد.
- اکسی‌توسین و ضدادراری دو هورمونی هستند که در جسم‌یاخته‌ای هیپوتالاموس ساخته می‌شوند.
- آکسون نورون‌های هیپوتالاموس همانند آکسون نورون حرکتی و برخی نورون‌های حسی (حس ویژهٔ بویایی و شنوایی) دراز می‌باشد.

۲۰۰۴ (۴) فقط مورد (ج) صحیح است. بخش (۱): غدهٔ تیروئید و بخش (۲): نای است.

بررسی موارد (الف) نادرست. با توجه به خط کتاب درسی، **اگر ید در غذا به مقدار کافی نباشد**، آنگاه هورمون تیروئیدی به اندازهٔ کافی ساخته نمی‌شود. در این حالت غدهٔ هیپوفیز با ترشح هورمون محرک تیروئید، باعث رشد بیشتر غده می‌شود تا ید بیشتری جذب کند. فعالیت بیشتر غدهٔ تیروئید، منجر به بزرگ شدن آن می‌شود که به آن **گواتر** می‌گویند. (ب) نادرست. باتوجه به شکل مقابل، نای در انتهای خود به دو شاخه تقسیم می‌شود اما این حالت در بالای شش‌ها صورت نمی‌گیرد. (ج) **درست.** هورمون پاراتیروئیدی کلسیم را از مادهٔ زمینه‌ای استخوان جدا و آزاد می‌کند. زیادی فعالیت غدد پاراتیروئیدی و زیادی ترشح هورمون پاراتیروئیدی، می‌تواند کاهش استحکام و پوکی استخوان و تحلیل آن را به دنبال داشته باشد. از آنجایی که دنده(ها) در حفاظت از بخش فوقانی کلیه‌ها نقش دارند، در صورت عدم عملکرد صحیح دنده(ها) در حفاظت از کلیه‌ها، احتمال آسیب کلیه‌ها افزایش می‌یابد. (د) نادرست. مری اولین محل دارای شبکهٔ یاخته‌های عصبی در لولهٔ گوارش است اما دقت کنید که مری در پشت نای قرار دارد.

۱۲۹ شکل‌نامهٔ تیروئید

- دو لوب (بخش) متقارن غدهٔ تیروئید، از پشت به یکدیگر متصل نمی‌شوند.
- مانند سپر در جلوی نای در ناحیهٔ گردن قرار گرفته است.
- هورمون‌های یددار آن برای هر یاختهٔ بدن گیرنده دارند.
- قسمت‌های جانبی آن از مرکز آن طول بیشتری دارند.
- زیر حنجره و جلوی غضروف‌های C‌شکل نعل‌اسبی نای در گردن می‌باشد.
- زیر حنجره است و جلو و اطراف نای را در بر گرفته است.

«غدهٔ سپردیس»

۲۰۰۵ (۱) غدهٔ تیروئید و غدد پاراتیروئید در شکل نشان داده شده‌اند. یاخته‌های **مردهٔ** سطحی لایهٔ اپیدرم پوست برای هورمون‌های تیروئیدی گیرندهٔ فعال ندارند.

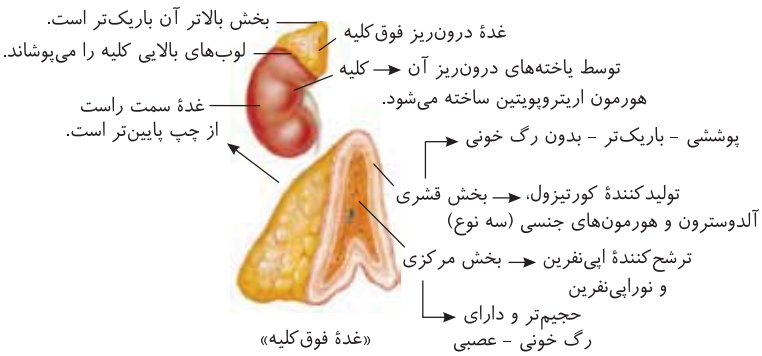
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در صورت اختلال در فعالیت غدد پاراتیروئید و کاهش کلسیم خون، مشکلات انعقادی و خونریزی قابل مشاهده می‌باشند. هموفیلی نیز نوعی بیماری وابسته به جنس است که در آن فاکتور انعقادی شمارهٔ ۸ وجود ندارد. **گزینهٔ (۳):** مصرف اتانول منجر به پوکی استخوان می‌شود. کاهش کلسی‌تونین و افزایش هورمون پاراتیروئید نیز می‌تواند منجر به پوکی استخوان شود. **گزینهٔ (۴):** با افزایش بیش از حد هورمون‌های تیروئیدی، به دلیل افزایش سوخت‌وساز یاخته‌ها میزان مصرف O_2 و تولید CO_2 بیشتر می‌شود و در نتیجه فعالیت آنزیم انیدرازکربنیک بیشتر خواهد شد.

۲۰۰۶ (۳) موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند. بخش مرکزی غدهٔ فوق‌کلیه، ساختار عصبی دارد و توسط دستگاه عصبی تنظیم می‌شود. بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه، تحت تأثیر هورمون محرک هیپوفیز پیشین، به ترشح هورمون می‌پردازد (البته کتاب دقیق این تقسیم‌بندی اثر هورمون محرک را اعلام نکرده است). ترشح هورمون محرک هیپوفیز نیز تحت تأثیر هورمون‌های مهارکننده و آزادکنندهٔ هیپوتالاموس قرار می‌گیرد که این دو هورمون توسط یاخته‌های عصبی هیپوتالاموس تولید و ترشح می‌شوند.

بررسی موارد (الف) بخش مرکزی غدهٔ فوق‌کلیه دو هورمون به نام‌های اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین را ترشح می‌کند که هر دو قند خون را بالا می‌برند. ولی بخش قشری این غده چند نوع هورمون را ترشح می‌کند و شامل کورتیزول، آلدوسترون و هورمون‌های جنسی زنانه و مردانه است که فقط کورتیزول قند خون را بالا می‌برد.
(ب) بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه، هورمون‌های جنسی تولید می‌کند که تحت کنترل هورمون محرک غدهٔ فوق‌کلیه قرار دارند ولی دقت کنید که هورمون محرک جنسی را هیپوفیز پیشین می‌سازد (نه هیپوتالاموس). (د) تستوسترون باعث بروز صفات ثانویهٔ جنسی می‌شود، مثل رشد ماهیچه‌ها و استخوان‌ها و بلوغ تارهای صوتی!

۱۳۰ شکل‌نامهٔ غدد فوق‌کلیه

- در بدن انسان در بالای هر کلیه، یک عدد غدهٔ فوق‌کلیه قرار گرفته است.
- حل غدهٔ فوق‌کلیه بالاتر از غدهٔ لوزالمعده است. غدهٔ فوق‌کلیهٔ سمت راست از چپ پایین‌تر است.
- کاملاً توسط دنده محافظت می‌شود.
- توجه کنید این غده از کلیهٔ زیر خود جدا بوده و بخشی از آن محسوب نمی‌شود و کپسول کلیه از آن محافظت نمی‌کند.
- ساختار این غده دو بخش دارد؛ یک بخش قشری نازک‌تر پوششی و یک بخش مرکزی قطورتر عصبی که بخش قشری آن پنج نوع هورمون ترشح می‌کند: آلدوسترون، کورتیزول و هورمون‌های جنسی زنانه دو نوع و مردانه (تستوسترون) در هر دو جنس و بخش مرکزی مسئول ترشح دو نوع هورمون اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین است.
- درون بخش قشری برخلاف بخش مرکزی رگ خونی ندارد.
- قطورترین قسمت آن به کلیه متصل است و نازک‌ترین قسمت آن بالاتر بوده و به دیافراگم نزدیک‌تر است.
- هر دو بخش آن در افزایش قند و فشار خون مؤثر است.



«غدهٔ فوق‌کلیه»

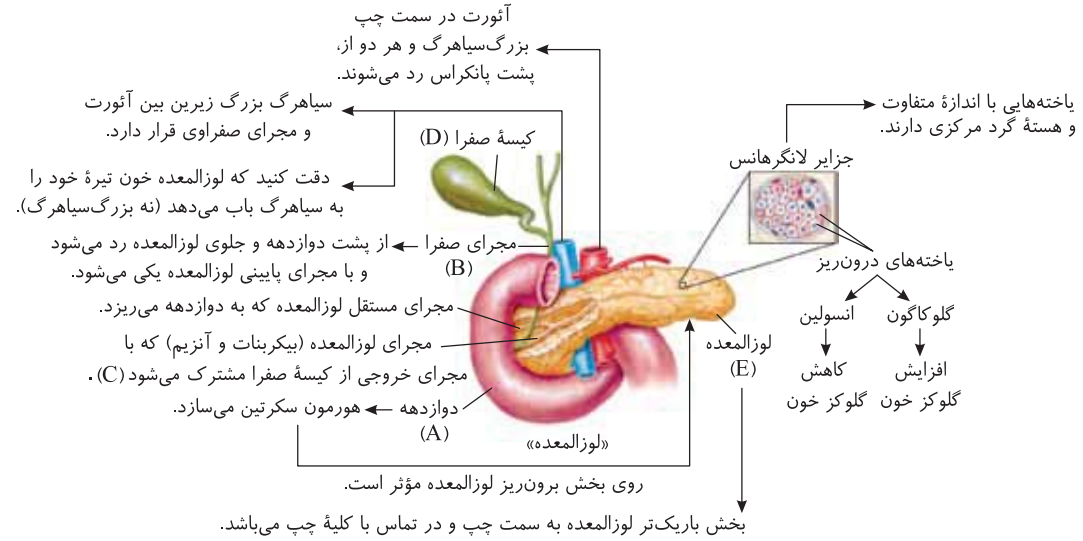
۲۰۰۷ (۲) یاخته‌های درون‌ریز کلیه هورمون اریتروپویتین را به مویرگ‌های منفذدار ترشح می‌کنند (نه مویرگ‌های پیوسته).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هورمون‌های اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین از بخش مرکزی فوق‌کلیه ترشح و تعداد ضربان قلب و فشار خون را زیاد می‌کنند. **گزینهٔ (۳):** هورمون آلدوسترون مترشحه از بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه، با افزایش بازجذب سدیم و آب، مقدار حجم خون را بیشتر می‌کند. هورمون ضدادراری نیز بازجذب آب و حجم خون را زیاد می‌کند. **گزینهٔ (۴):** به هنگام ترشح هورمون اریتروپویتین، به دلیل افزایش فعالیت ساخت گویچهٔ قرمز، میزان جذب و مصرف ویتامین B_{12} بیشتر می‌شود. وجود عامل داخلی معدهٔ مترشحه از یاخته‌های کناری (کم تعدادترین و بزرگ‌ترین) دیوارهٔ غدهٔ معده برای جذب این ویتامین از رودهٔ باریک لازم و ضروری است.

نوع یاخته	محل قرارگیری	مادهٔ ترشحی	محل ترشح	نکات
پوششی سطحی مخاط معده	حفرهٔ معده	مادهٔ مخاطی	درون معده	روان‌سازی حرکت و لولهٔ گوارش را از آسیب فیزیکی و شیمیایی حفظ می‌کند. لیزوزیم هم نقش ایمنی را ایفا می‌کند.
		بیکربنات	درون معده	قلیایی است و نقش محافظتی دارد.
ترشح‌کنندهٔ مادهٔ مخاطی	غدد معده	مادهٔ مخاطی	درون معده	روان‌سازی حرکت و لولهٔ گوارش را از آسیب فیزیکی و شیمیایی حفظ می‌کند. لیزوزیم هم نقش ایمنی را ایفا می‌کند. - بیشترین تعداد هستند.
کناری غدد معده	غدد معده	اسید معده	درون معده	بزرگ‌ترین یاخته است - تبدیل پپسینوژن به پپسین و نقش اسیدی و ایمنی
		فاکتور داخلی	درون معده	در ساخت گویچهٔ قرمز و جذب ویتامین B_{12} نقش دارد.
اصلی غدد معده	غدد معده	پروتئازها	درون معده	پپسینوژن در اثر HCl و پپسین، به پپسین تبدیل می‌شود.
درون‌ریز غدد معده	غدد معده	هورمون گاسترین	خون	تحریک یاختهٔ کناری ← ترشح اسید معده تحریک یاختهٔ اصلی ← ترشح پپسینوژن

۲۰۰۸ (۲): همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) A دوازدهه است که هورمون سکرتین یا پیک دوربرد آن روی بخش برون‌ریز لوزالمعده برای ترشح بیکربنات (نه آنزیم!) مؤثر است. (ب) با توجه به شکل، مقابل لوزالمعده مجرای بالاتر مستقلی نیز برای ورود مواد خود به دوازدهه دارد که در شکل مشخص شده است. (ج) صفرا و لوزالمعده ساختار عصبی نداشته و قدرت تولید هر نوع پیک کوتاه‌برد یا ناقل عصبی برای انتقال به روده را ندارند. (صفرا و لوزالمعده، پیک شیمیایی به مجاری ترشح نمی‌کنند.) (د) در بین آنزیم‌های گوارشی لوزالمعده، **فقط پروتئازها** (E) در دوازدهه فعال می‌شوند.

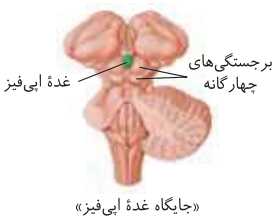


۲۰۰۹ (۳): در شکل صورت سؤال، A = اپی‌فیز، B = برجستگی‌های چهارگانه و C = مخچه می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هم مغز میانی و برجستگی‌های آن و هم مخچه در حرکات بدن مؤثرند. **گزینهٔ (۲):** اپی‌فیز از پایین و پل‌مغزی از بالا به مغز میانی در ساقهٔ مغز متصل است. **گزینهٔ (۳):** در مغز گوسفند، مخچه و برجستگی‌های چهارگانه در عقب اپی‌فیز قرار دارند؛ اما دقت کنید که اپی‌فیز قسمتی از بخش اصلی مغز نمی‌باشد. **گزینهٔ (۴):** اپی‌فیز هورمون ملاتونین را می‌سازد که همانند بخش میانی غدهٔ هیپوفیز در انسان، عملکرد آن به خوبی معلوم نیست.

۱۳۱ شکل‌نامهٔ اپی‌فیز

- دو برجستگی بالاتر از برجستگی‌های چهارگانه، بزرگ‌تر از دو برجستگی پایین‌تر هستند ولی همگی از اپی‌فیز بزرگ‌ترند.
- اپی‌فیز بالاترین غدهٔ درون‌ریز مغز است و بالاتر از برجستگی‌های چهارگانه قرار دارد.
- اپی‌فیز در جلوی مخچه و بین دو نیم‌کرهٔ مخ بالاتر از ساقهٔ مغز قرار دارد.
- اپی‌فیز به بطن سوم نزدیک است و هورمون ملاتونین آن در تنظیم ریتم شبانه‌روزی مؤثر است.
- مقدار ترشح هورمون آن در شب در نور کم به حداکثر می‌رسد، یعنی زمانی که گیرنده‌های استوانه‌ای چشم بیشتر فعالیت می‌کنند.



«جایگاه غدهٔ اپی‌فیز»

۲۰۱۰ (۴): **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** همهٔ یاخته‌های زنده به محرک‌های بیرونی پاسخ می‌دهند. **گزینهٔ (۲):** مستقیماً به خون نه؛ بلکه ابتدا موادی مثل CO_2 یا هورمون را به مایع بین‌یاخته‌ای ترشح می‌کنند. **گزینهٔ (۳):** یاخته‌های برون‌ریز مادهٔ ترشحی را وارد مجرا نمی‌کنند. **گزینهٔ (۴):** *به هرمال اون غده یافته‌های رگ و یافته‌های دیگه‌ای هم داره که هورمون نمیدن پس درسته که بگیم گروهی از یافته‌هاش هورمون میدن.*

۲۰۱۱ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در اثر افزایش هورمون تیروئیدی چون سوخت و تجزیهٔ گلوکز زیاد می‌شود، میزان تولید CO_2 و تجزیهٔ کربنیک‌اسید بیشتر خواهد شد. **گزینهٔ (۲):** پاراتیروئید می‌تواند **کلسیم** خون را زیاد کند. کلسیم در افزایش تراکم استخوان، انقباض ماهیچه و انعقاد خون مؤثر است. **گزینهٔ (۳):** *هیپوفیز میانی که هورمون نمیده* (در حد کتاب درسی!) **گزینهٔ (۴):** *طرف ۳۲ سالشه ، صفحه رشدش کجا بود؟*

۲۰۱۲ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** تولید شیر ربطی به بخش پسین ندارد. تولید شیر در اثر پرولاکتین مترشحه از هیپوفیز پیشین صورت می‌گیرد! **گزینهٔ (۲):** دریچهٔ قلب ماهیچه ندارد. **گزینهٔ (۳):** افزایش هورمون پاراتیروئیدی باعث افزایش جذب یون کلسیم می‌شود و یاخته‌های روده هم استوانه‌ای هستند. **گزینهٔ (۴):** افزایش هورمون تیروئیدی باعث افزایش فعالیت کربنیک‌انیدراز می‌شود (نه کاهش آن!).

۲۰۱۳ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** کاهش انسولین باعث اسیدی شدن خون و درنتیجه کاهش ایمنی می‌شود از طرفی کاهش گلوکز خون، سبب افزایش تمایل یاخته‌ها برای تجزیهٔ چربی و پروتئین می‌شود که تولید اوره و مواد زائد نیتروژن‌دار زیاد می‌شود. **گزینهٔ (۲):** در رابطه با هورمون پاراتیروئیدی صحیح است، چون غدد پاراتیروئید، که در پشت غدهٔ تیروئید وجود دارند هورمون آن، کلسیم خون را بالا می‌برد که سبب افزایش بازجذب کلسیم در کلیه، افزایش جذب کلسیم در روده و کاهش کلسیم در استخوان می‌شود. **گزینهٔ (۳):** با کاهش فشار تراوشی، خروج مواد از خوناب کم شده و حجم خون افزایش پیدا می‌کند. **گزینهٔ (۴):** کورتیزول باعث کاهش ایمنی و در نتیجه افزایش تجزیهٔ پادتن می‌شود و از طرفی چون کورتیزول قندخون را بالا می‌برد، مقدار ترشح گلوکاگون که همین اثر را دارد، کم می‌شود.

۲۰۱۴ (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** انسولین ورود گلوکز را به همهٔ یاخته‌ها از جمله ماهیچه زیاد می‌کند تا گلیکوژن ایجاد شود. انسولین، فقط در پانکراس تولید می‌شود. **گزینهٔ (۲):** به دلیل فرایندهای بازخوردی، هورمون‌هایی دیگر مثل هورمون‌های مترشحه فوق‌کلیه، بیضه، تخمدان و ... نیز در تنظیم ترشح هورمون‌های هیپوفیز پیشین نقش دارند. **گزینهٔ (۳):** اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین توسط فوق‌کلیه ترشح می‌شوند که در سطوح جانبی پشت شکم قرار دارند و از جلوی سرخرگ و بزرگ سیاهرگ رد نمی‌شوند. **گزینهٔ (۴):** اپی‌فیز نسبت به برجستگی‌های چهارگانه از مخچه دورتر است چون اپی‌فیز بالاترین غدهٔ درون‌ریز بدن است.

۲۰۱۵ (۲) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) در رابطه با هورمون‌های تیروئیدی نادرست است *لطفاً تا گیرندهٔ هرف فلان هورمون آشنا را دیدی، کوچک فکر نکن! می‌دونم اینجا شما به پرولاکتین فکر کردی ولی یادت رفت که هورمون تیروئیدی در همهٔ یافته‌ها گیرنده دارد! ولی خب تو همون دامی که طراح می‌خواست افتادی!* (ب) در رابطه با هورمون‌های تیروئیدی نادرست است. (ج) عملکرد غدهٔ اپی‌فیز مشخص است؛ ترشح ملاتونین! بلکه عملکرد ملاتونین مترشحه از آن مشخص نیست. (د) منظور این عبارت اثر هورمون کورتیزول است که در تنش‌های طولانی‌مدت زیاد می‌شود و قندخون رو بالا می‌برد! ولی دقت کنید که این کار برخلاف قشر فوق‌کلیه، آنی و سریع نیست! که سریع دستگاه ایمنی رو تضعیف کند!

۲۰۱۶ (۲) فقط مورد (د) درست است.

بررسی موارد (الف) در رابطه با هورمون‌های محرک جنسی FSH و LH نادرست است. (ب) در رابطه با پرولاکتین مترشحه از هیپوفیز پیشین که ساختار غده‌ای دارد، نادرست است. (ج) در رابطه با هورمون‌های تیروئیدی نادرست است. (د) در رابطه با بازخورد مثبت این عمل در تولید هورمون‌های اکسی‌توسین و پرولاکتین درست است.

۲۰۱۷ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در رابطه با اپی‌فیز نادرست است *چون اصلاً کارش ربطی به هیپوفیز و هیپوتالاموس نداره!* **گزینهٔ (۲):** در رابطه با پاراتیروئید نادرست است. چون فقط به تنظیم کلسیم کمک می‌کند و یک نوع هورمون ترشح می‌کند! **گزینهٔ (۳):** در رابطه با تیروئید و پاراتیروئید درست است چون کلسیم یونی معدنی است و غیرزیستی می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** منظور غدهٔ تیموس است که فقط لنفوسیت T را بالغ می‌کند.

نکات ارتباطی

- غدد اصلی دستگاه درون‌ریز به ترتیب از بالا به پایین،عبارتند از: اپی‌فیز، هیپوتالاموس، هیپوفیز، تیروئید (هم‌سطح با پاراتیروئیدها)، تیموس، فوق‌کلیهٔ چپ، فوق‌کلیهٔ راست، لوزالمعده و غدد جنسی، که در نتیجه بالاترین غده اپی‌فیز و پایین‌ترین غده در زنان، تخمدان و در مردان بیضه است.
- غدهٔ تیموس که هورمون تیموسین ترشح می‌کند و در بلوغ لنفوسیت‌ها نقش دارد، پایین‌تر از تیروئید قرار دارد و از غدهٔ تیروئید بزرگ‌تر است.
- کلیه همانند فوق‌کلیه در سطح پشتی شکم قرار دارد. تیموس نزدیک‌ترین غدهٔ درون‌ریز به قلب می‌باشد.
- پایین‌ترین غدهٔ درون‌ریز موجود در حفرهٔ شکمی زنان، تخمدان؛ اما در حفرهٔ شکمی مردان، لوزالمعده می‌باشد.
- اپی‌فیز، کوچک‌ترین غدهٔ درون‌ریز سر و پاراتیروئید کوچک‌ترین غدهٔ درون‌ریز گردن می‌باشد.
- کبد، کلیه‌ها، رودهٔ باریک و معده، یاخته‌های پراکندهٔ درون‌ریز دارند که هورمون‌های اریتروپویتین (کبد و کلیه‌ها) گاسترین (معده) و سکرتین (روده) ترشح می‌کنند.

۲۰۱۸ (۲) برحسب کتاب درسی، هورمون‌های گلوکاگون، اپی‌نفرین، نوراپی‌نفرین و کورتیزول قندخون را بالا می‌برند.

بررسی موارد (الف) نادرست. در رابطه با گلوکاگون مترشحه از پانکراس نادرست است. چون پانکراس به سیاهرگ باب خون می‌دهد. (ب) نادرست. همهٔ هورمون‌های فوق در غدد درون‌ریز با یاخته‌های درون‌ریز مجتمع و غیر پراکنده تولید و ترشح می‌شوند. (ج) نادرست. در رابطه با کورتیزول نادرست است چون قشر فوق‌کلیه تحت تأثیر هورمون‌های هیپوتالاموس و هیپوفیز پیشین می‌باشد. (د) **درست.** هورمون‌های بالابرندهٔ گلوکز، وقتی عمل می‌کنند که یاخته‌های بدن نیاز به دریافت گلوکز بیشتری دارند.

۲۰۱۹ (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** پرکاری تیروئید تجزیهٔ هوازی گلوکز را زیاد کرده و باعث افزایش ضربان قلب می‌شود پس فاصلهٔ رسیدن موج‌های قلبی به هم را کوتاه می‌کند. **گزینهٔ (۲):** پرکاری تیروئید موجب کاهش ذخیرهٔ گلیکوژن برای آزادسازی گلوکز و مصرف آن در یاخته‌ها می‌شود. **گزینهٔ (۳):** پرکاری تیروئید با افزایش مصرف گلوکز و تولید CO_2، موجب افزایش فعالیت کربنیک‌انیدراز در گویچهٔ قرمز بخش خون‌بهر می‌شود. **گزینهٔ (۴):** هورمون تیروئید در مورد اول صحیح است چون با سوخت‌وساز بالای یاخته چربی آن‌ها کوچک می‌شوند و فضای بین‌یاخته‌ای زیاد می‌شود و از طرفی موجب افزایش تولید انرژی و متابولیسم می‌شود.

۲۰۲۰ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** برعکس، *شکل رو ببین!* **گزینهٔ (۲):** براساس شکل کتاب نادرست است.
گزینهٔ (۳): با توجه به اینکه در تنظیم یون کلسیم تأثیرگذارند پس نقش دارد. **گزینهٔ (۴):** پایین‌ترین و بالایی‌ترین غدد پاراتیروئیدی در سمت چپ هستند.

«غده‌های پاراتیروئید»

نکته

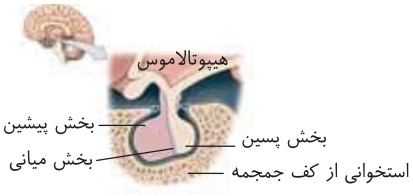
- فاصلهٔ دو غدهٔ پاراتیروئیدی بالایی از یکدیگر بیشتر از فاصلهٔ دو غدهٔ پاراتیروئیدی پایینی از هم می‌باشد.
- دو غدهٔ پاراتیروئیدی سمت راست فاصلهٔ کمتری نسبت به هم در مقایسهٔ با دو غدهٔ پاراتیروئیدی سمت چپ دارند.

۲۰۲۱ (۴) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) پیک شیمیایی تولید شده در یاختهٔ عصبی می‌تواند هورمون یا ناقل عصبی باشد ولی فقط ناقل عصبی در فضای سیناپسی فعالیت می‌کند. (ب) *هر پیک شیمیایی که ساختار پروتئینی نداره که در ریبوزوم تولید بشه و از طرفی هر پیکی که رفت تو خون هورمون نیست که توسط یاختهٔ درون‌ریز تولید بشه.* (ج) پیک شیمیایی مؤثر بر دستگاه درون‌ریز می‌تواند پیک عصبی باشد که مثلاً به مرکز فوق کلیه پیام داده است *پس حتماً از خون نیومده!* (د) در رابطه با اریتروپویتین تولید شده در کلیه‌ها نادرست است.

۲۰۲۲ (۲) **بررسی موارد** (الف) نادرست. شاید از سن رشد فرد چند سال گذشته باشد و فاقد صفحهٔ رشد باشد. (ب) نادرست. هورمون‌های تیروئیدی منظور یددارها هستند که اصلاً ارتباطی با یون کلسیم ندارند. (ج) نادرست. وقتی فرد سالم است pH خون وی در حد نرمال حفظ می‌شود. از طرفی زیادی انسولین، گلوکز خون را کم می‌کند تا فعالیت بدن طبیعی شود. (د) **درست.** به علت افزایش ترشح هورمون ضدادراری این عبارت صحیح است چون در صورتی که خون غلیظ شود، ترشح این هورمون از هیپوفیز پسین زیاد می‌شود.

۲۰۲۳ (۳) **بررسی موارد** (الف) براساس شکل نادرست است چون قسمت ساقه که ادامهٔ هیپوفیز پسین و پیشین است در گودی استخوان جمجمه قرار ندارد. (ب) با توجه به شکل علاوه‌بر خون برای هیپوفیز پیشین، برخی نیز برای رسیدن به هیپوفیز پسین از طریق آکسون نیز می‌توانند عبور کنند. (ج) درست. همهٔ هورمون‌های هیپوتالاموسی یا از طریق خون و یا از طریق آکسون از این ساقه می‌گذرند. (د) درست. با توجه به شکل، دو قسمت بالایی ادامهٔ هیپوفیز پسین و پیشین در این ساقه وجود دارند.



۲۲۸ مروری بر هورمون‌های هیپوفیزی

هورمون‌های هیپوفیزی	تحت کنترل هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده	هیپوفیز پیشین	هورمون‌های محرک	محرک غدهٔ تیروئید	تحریک آزادسازی هورمون‌های تیروئیدی
				محرک غدهٔ فوق کلیه	تحریک آزادسازی کورتیزول و آلدوسترون
				محرک جنسی LH	عامل اصلی تخمک‌گذاری و تحریک جسم زرد برای آزادسازی استروژن و پروژسترون
				محرک جنسی FSH	تحریک رشد فولیکول و آزادسازی استروژن از آن‌ها
			هورمون‌های غیرمحرک	پرولاکتین	تولید شیر، حفظ تعادل آب، ایمنی و تنظیم تولیدمثل (در مردان)
				هورمون رشد	تحریک رشد طولی استخوان‌های دراز
	مستقل از هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده	هیپوفیز پسین	اکسی‌توسین	در یاخته‌های عصبی هیپوتالاموس ساخته شده و در هیپوفیز پسین ذخیره و از آن ترشح می‌شوند.	انقباض ماهیچه‌های دیوارهٔ رحم حین زایمان و ماهیچهٔ صاف غدد شیری
			ضدادراری		آزادسازی به دنبال تحریک گیرنده‌های اسمزی هیپوتالاموس و تحریک بازجذب آب از کلیه

۲۰۲۴ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در قفسهٔ سینه، یک غدهٔ درون‌ریز تیموس وجود دارد ولی شش چپ دارای ۲ لوب است. **گزینهٔ (۲):** در زیر دیافراگم دوتا غدهٔ فوق کلیه و یک لوزالمعده، غدد درون‌ریز مردان هستند که سه عدد می‌باشند ولی پاراتیروئید چهار عدد است. **گزینهٔ (۳):** تعداد سیاهرگ‌های ورودی به قلب ۷ عدد می‌باشند. (۴تا ششی، ۲تا بزرگ سیاهرگ و ۱ سیاهرگ کرونری) در خارج سر و شکم نیز، ۴ تا پاراتیروئید، یک تیروئید، یک تیموس و دوتا بیضه وجود دارند که جمعاً ۸تا می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** تعداد غدد پاراتیروئید متصل به تیروئید همانند تعداد سیاهرگ ششی متصل به دهلیز چپ، چهار عدد است.

۲۲۹ غدد درون‌ریز بدن

غدهٔ درون‌ریز	محل	هورمون‌ها
هیپوتالاموس	بالای ساقهٔ مغز زیر تالاموس	خون ← هیپوفیز پیشین: آزادکننده‌ها، مهارکننده‌ها نورون ← هیپوفیز پسین: ضدادراری (ADH)، اکسی‌توسین
هیپوفیز	زیر هیپوتالاموس	رشد - پرولاکتین - محرک تیروئید - محرک فوق کلیه - محرک جنسی (FSH و LH) (در بخش **پیشین** هورمون می‌سازد.)
اپی‌فیز	بالای برجستگی‌های چهارگانهٔ مغز میانی	ملاتونین سبب تنظیم ریتم شبانه‌روزی می‌شود.
تیروئید	**جلوی نای** در ناحیهٔ گردن به صورت سپرمانند	هورمون‌های تیروئیدی یددار ($T_4 - T_3$) و هورمون غیریددار کلسی‌تونین
پاراتیروئید	پشت غدهٔ تیروئید	افزایش کلسیم خون با اثر بر کلیه، استخوان و فعال کردن ویتامین D
تیموس	پشت جناغ و جلوی نای	تیموسین (بلوغ لنفوسیت T)
فوق کلیه	چسبیده به بالای هر کلیه	بخش قشری: هورمون‌های آلدوسترون، کورتیزول و هورمون‌های جنسی استروژن، پروژسترون و تستوسترون می‌سازد. بخش مرکزی: اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین می‌سازد.
لوزالمعده	زیر معده و موازی با آن	انسولین - گلوکاگون
بیضه	کیسهٔ بیضه و خارج از حفرهٔ شکمی	تستوسترون
تخمدان‌ها	طرفین حفرهٔ شکمی	استروژن - پروژسترون

۲۰۲۵ (۳) موارد (ج) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. تضعیف دستگاه ایمنی با هورمون کورتیزول است ولی تولید آن توسط یاخته‌های درون‌ریز پوششی قشر فوق کلیه می‌باشد (نه عصبی). (ب) نادرست. انسولین قندخون را کم می‌کند و با ورود گلوکز به کبد، تولید پلی‌ساکارید گلیکوژن را زیاد می‌کند. (ج) **درست.** هورمون‌های کورتیزول و گلوکاگون از یاختهٔ غیرعصبی ترشح شده و قندخون را بالا می‌برند ولی اپی‌نفرین و نورا‌پی‌نفرین سبب افزایش قطر نایژک و هوای ورودی یا خروجی می‌شوند. (د) **درست.** انسولین با ورود گلوکز به یاخته‌ها، فعالیت هورمون تیروئیدی را برای تجزیهٔ گلوکز در آن‌ها زیاد می‌کند.

۲۰۲۶ (۲) فقط مورد (الف) صحیح است.

بررسی موارد (الف) **درست.** زیادی کورتیزول با تجزیهٔ پروتئین‌ها سبب کاهش فشار اسمزی خون و کاهش برگشت مواد از بافت به خون می‌شود. (ب) نادرست. افزایش هورمون‌های فوق کلیه با مکانیسم بازخوردی منفی باعث کاهش ترشح هورمون‌های محرک هیپوفیزی آن می‌شود. (ج) نادرست. کورتیزول با سرکوب ایمنی این موارد را کاهش می‌دهد. (د) نادرست. هورمون آلدوسترون با افزایش فشارخون سبب فشار بیشتر به سرخرگ‌ها می‌شود.

۲۰۲۷ (۱) موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** این عبارت در مورد هورمون ضدادراری می‌باشد که باید دقت کنید که از هیپوفیز پسین ترشح می‌شود (نه هیپوتالاموس). (ب) درست. در مورد کمبود آلدوسترون و کاهش فشارخون و سدیم خون و افزایش حجم ادرار صحیح است. (ج) **نادرست.** منظور دیابت نوع ۱ است که تولید محصولات اسیدی در خون زیاد می‌شود. (د) **نادرست.** پرکاری پاراتیروئید با بازجذب کلسیم، به دنبال آن آب هم از ادرار بازجذب می‌شود و ادرار کم می‌شود.

۲۰۲۸ (۴) همهٔ موارد صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) به علت افزایش ترشح هورمون *LH* و اثر آن بر یاخته‌های بینابینی بیضه صحیح است. (ب) در دیابت نوع ۱ منظور است که در پی آن با تجزیهٔ چربی‌ها در طولانی‌مدت می‌تواند سبب افتادگی کلیه‌ها و پیچ‌خوردن میزنای شود. (ج) کاهش فعالیت مغز استخوان، به علت کاهش تولید یاخته‌های خونی از جمله لنفوسیت‌ها فعالیت درشت‌خوارها نیز کم می‌شود. (د) بر هم خوردن مقدار کلسیم و کم شدن هورمون پاراتیروئیدی، جذب کلسیم در روده را کم کرده و این یون در مدفوع زیاد می‌شود و از طرفی با اختلال در انعقاد خون و انقباض ماهیچه‌ها، جریان خون به مشکل برمی‌خورد.

۲۰۲۹ (۳) موارد (الف) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** دختر ۵ ساله که دورهٔ جنسی ندارد! ولی قسمت دوم در مورد زیادی کورتیزول و سرکوب ایمنی در بیماری خودایمنی صحیح می‌باشد. (ب) درست. به علت کاهش ترشح هورمون‌های تیروئیدی تعداد ضربان قلب کم و طول زمان دورهٔ قلبی زیاد می‌شود و کمبود کلسی‌تونین سبب کاهش جلوگیری خروج کلسیم از استخوان می‌شود. (ج) درست. کاهش هورمون ضدادراری سبب ایجاد ادرار رقیق شده و غلظت ادرار و سدیم آن کم می‌شود. (د) **نادرست.** هورمون‌های تیروئیدی ارتباط با یون کلسیم ندارند.

هورمون‌های بدن انسان ۲۳۰

هورمون	محل ترشح	محرک یا علت ترشح	اثرات
هورمون آزادکننده	هیپوتالاموس	کاهش هورمون هدف یا افزایش نیاز به آن	افزایش ترشحات بخش پیشین هیپوفیز
هورمون مهارکننده	هیپوتالاموس	افزایش هورمون هدف یا کاهش نیاز به آن	کاهش ترشحات بخش پیشین هیپوفیز
هورمون رشد	هیپوفیز پیشین	ترشح هورمون آزادکننده از هیپوتالاموس	تا زمانی که صفحات غضروفی انتهای استخوان‌ها بسته نشده‌اند (قبل از پایان بلوغ) با اثر بر آن‌ها موجب رشد طولی استخوان‌ها و افزایش طول قد می‌شود.
پرولاکتین	هیپوفیز پیشین	ترشح هورمون آزادکننده از هیپوتالاموس	○ پس از تولد نوزاد این هورمون غدد شیری را به تولید شیر وا می‌دارد. ○ در تنظیم دستگاه ایمنی و حفظ تعادل آب مؤثر است. ○ در مردان در تنظیم فرایندهای دستگاه تولیدمثل نقش دارد.
محرک تیروئید	هیپوفیز پیشین	ترشح هورمون آزادکننده از هیپوتالاموس	افزایش ترشح هورمون‌های تیروئیدی از تیروئید
محرک فوق کلیه	هیپوفیز پیشین	ترشح هورمون آزادکننده از هیپوتالاموس	افزایش ترشح کورتیزول از غدهٔ فوق کلیه
FSH و *LH*	هیپوفیز پیشین	ترشح هورمون آزادکننده از هیپوتالاموس	کار غده‌های جنسی (تخمدان و بیضه) را تنظیم می‌کند.
اپی‌نفرین و نورا‌پی‌نفرین	بخش مرکزی فوق کلیه	شرایط تنش‌زای کوتاه‌مدت	ضربان قلب، فشار خون و گلوکز خوناب را افزایش می‌دهند و نایژک‌ها را در شش‌ها باز می‌کنند.

۲۰۳۰ (۱) سؤال در مورد هورمون **پرولاکتین** است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مورد ترشح پرولاکتین از هیپوفیز پیشین در مجاور استخوان پهن در جمجمه صحیح است. **گزینهٔ (۲):** این هورمون در تنظیم فرایندهای تولیدمثلی **مرد** نقش دارد. **گزینهٔ (۳):** تولید پرولاکتین تحت کنترل هورمون آزاد کنندهٔ هیپوتالاموس است (نه هیپوفیز). **گزینهٔ (۴):** این مورد در ارتباط با هورمون‌های مترشحه از هیپوفیز پسین از انتهای آکسون صحیح است (نه پیشین!).

۲۰۳۱ (۲) فقط مورد (الف) نادرست است.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** به دلیل پایین‌تر بودن کلیهٔ راست، غدهٔ فوق کلیهٔ راست هم پایین بوده و به مثانه نزدیک‌تر است. (ب) درست. غدد فوق کلیه ترشح کنندهٔ کورتیزول، پایین‌تر از لوزالمعده هستند که گلوکان ترشح می‌کنند پس فوق کلیه به تیموس نزدیک‌تر است. (ج) درست. به علت کاهش جذب یون کلسیم، ترشح هورمون پاراتیروئیدی افزایش می‌یابد. (د) درست. در مورد ترشح ملاتونین بیشتر در شب از اپی‌فیز صحیح است.

۲۰۳۲ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** به علت افزایش کورتیزول این عبارت صحیح است چون با تجزیهٔ پروتئین‌ها، ضعف ماهیچه و سرکوب ایمنی ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۲):** با افزایش گلوکاگون از لوزالمعده در زیر معده، قندخون زیاد شده و گلیکوژن در کبد کم می‌شود. از طرفی افزایش انسولین می‌تواند تولید گلیکوژن در کبد و ماهیچه را زیاد کند ولی مهم این است که انسولین قندخون را پایین می‌آورد. **گزینهٔ (۳):** به علت افزایش کورتیزول ایمنی بدن کاهش می‌یابد و قندخون وی زیاد می‌شود. در این حالت به دلیل تجزیهٔ پروتئین‌ها می‌توان خیز یا ادم مشاهده کرد. **گزینهٔ (۴):** به علت افزایش اپی‌نفرین و نورا‌پی‌نفرین می‌توان زیادی قندخون، کاهش گلیکوژن و بازشدن نایژک را مشاهده کرد.

۲۰۳۳ **۲** موارد (ب) و (ج) صحیح هستند.

بررسی موارد **الف)** مطابق با متن کتاب درسی، **بسیاری** از ماهیچه‌های اسکلتی بدن انسان، هر دو نوع تارهای تند و کند را دارند. **ب)** گرچه ماهیچه‌های اسکلتی تحت کنترل ارادی هستند؛ اما گروهی از آن‌ها **انقباض غیرارادی** هم دارند. **ج)** همهٔ ماهیچه‌های اسکلتی برای انقباض به پیام عصبی نیاز دارند که با کمک ناقلین عصبی (پیک‌های شیمیایی کوتاه‌برد) منتقل می‌شوند. **د)** تمامی ماهیچه‌های اسکلتی به زردپی متصل‌اند که از جنس بافت پیوندی رشته‌ای می‌باشد.

۲۰۳۴ **۳** موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح می‌باشند. همهٔ هورمون‌های غدهٔ تیروئید در **رشد استخوان** و **مقدار کلسیم آن** مؤثرند و هورمون‌های یددار تیروئیدی با **افزایش انرژی‌زایی** در انقباض ماهیچه نقش دارند.

بررسی موارد **ب)** پلاکت‌ها **قطعاتی سیتوپلاسمی از یاخته** هستند و زنده راکیزه‌دار به حساب می‌آیند و برای تأمین انرژی خود گلوکز را تجزیه می‌کنند (گلیکولیز) در نتیجه برای هورمون‌های تیروئیدی گیرنده دارند. از طرفی برای فعالیت پلاکت‌ها در روند انعقاد خون، **یون کلسیم** نیاز است که توسط **کلسی‌تونین** تنظیم می‌شود. **د)** T_3 و T_4 تجزیهٔ گلوکز (گلیکولیز) را تنظیم می‌کنند. در فرایند گلیکولیز، **قند تک‌فسفاته** با مصرف NAD^+ و فسفات به **اسید دوفسفاته** تبدیل می‌شود. این مورد برای کلسی‌تونین صادق نیست.

۲۰۳۵ **۳** موارد (الف)، (ب) و (ج)، صحیح هستند. بیماری‌هایی که با مصرف داروهای سرکوب‌کنندهٔ سیستم ایمنی مثل هورمون کورتیزول بهبود می‌یابند، بیماری‌های خودایمنی هستند. ما در کتاب درسی، با دو نوع بیماری خودایمنی آشنا شدیم: بیماری MS و بیماری دیابت شیرین نوع ۱. (در بیماری MS، یاخته‌های ایمنی بدن به یاخته‌های پشتیبان میلین‌ساز دستگاه عصبی مرکزی حمله می‌کنند. در بیماری دیابت نوع ۱ دستگاه ایمنی به یاخته‌های درون‌ریز ترشح‌کنندهٔ هورمون انسولین حمله می‌کند.)

بررسی موارد **الف)** **درست.** در بیماری دیابت شیرین یاخته‌های بدن برای تأمین انرژی مورد نیاز خود اقدام به تجزیهٔ چربی‌ها و پروتئین‌های بدن می‌کنند. در صورت تجزیهٔ بیش از حد چربی اطراف کلیه‌ها احتمال افتادگی کلیه‌ها و تاخوردگی **میزنای** افزایش می‌یابد. **ب)** **درست.** طبق متن کتاب درسی، از علائم بیماری MS می‌توان به بی‌حسی، لرزش، اختلال در حرکات بدن و بینایی اشاره نمود. **ج)** **درست.** در بیماری دیابت شیرین به علت تجزیهٔ چربی‌ها و تولید محصولات اسیدی، میزان pH خون کاهش می‌یابد و بنابراین در نفرون‌های کلیه، میزان ترشح یون H^+ و بازجذب یون HCO_3^- افزایش می‌یابد. (می‌دانیم در اکثر موارد، فرایندهای بازجذب و ترشح با مصرف انرژی زیستی همراه هستند.) **د)** نادرست. افزایش میزان انسولین خون، در دیابت شیرین نوع ۲ دیده می‌شود که نوعی بیماری خودایمنی محسوب نمی‌شود.

۲۰۳۶ **۲** موارد (الف) و (ب) صحیح هستند.

بررسی موارد **الف)** **درست.** **کاهش** هورمون ضدادراری سبب افزایش دفع آب در ادرار و **کاهش فشار خون** و **کاهش احتمال خیز** می‌شود. **ب)** **درست.** هورمون پاراتیروئیدی سبب **افزایش کلسیم خون** می‌شود ولی در کاهش آن، **تجزیهٔ کلسیم استخوان نیز کم شده** و بازجذب کلسیم از نفرون **کاهش** می‌یابد. **ج)** نادرست. کمبود انسولین سبب دیابت شیرین و **اسیدی شدن خون** می‌شود که به دنبال آن H^+ به فضای درون گردیزه ترشح می‌شود. **د)** نادرست. **کاهش** آلدوسترون سبب **کاهش** بازجذب سدیم به خون و **افزایش غلظت سدیم ادرار** می‌شود.

۲۰۳۷ **۳** در صورت کاهش ترشح انسولین از بخش درون‌ریز لوزالمعده، گلوکز کمتر و در نتیجه انرژی کمتری به یاخته‌های عصبی می‌رسد. دقت کنید در صورت کاهش تولید ATP در یاخته، پمپ سدیم - پتاسیم کمتر فعالیت کرده و پتاسیم در خلاف جهت شیب غلظت خود کمتر به درون‌یاخته می‌آید.

نکته

دقت کنید هورمون گلوکاگون نیز اگر کمتر ترشح شود گلوکز موجود در خون کاهش می‌یابد و نقشی مشابه کمبود انسولین در تأمین انرژی برای یاخته‌ها می‌تواند بازی کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در تنش‌های کوتاه‌مدت، اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین از بخش مرکزی فوق کلیه به خون وارد شده و سبب افزایش ضربان قلب، افزایش گلوکز خون و گشاد شدن **نایژک‌ها** می‌شوند (نه نایژه‌ها). **گزینهٔ (۲):** افتادگی کلیه در اثر لاغری مفرط و از بین رفتن چربی دور کلیه می‌باشد که این افراد شاخص تودهٔ بدنی کمی دارند ولی فردی که مستعد دیابت نوع ۲ است، چاق بوده و شاخص تودهٔ بدنی بالایی دارد. **گزینهٔ (۴):** اختلال در یاخته‌های کناری معده، سبب کاهش تولید فاکتور داخلی می‌شود. فاکتور داخلی در جذب ویتامین B_{12} نقش دارد. ویتامین B_{12} در کنار فولیک اسید از ویتامین‌های مهم خانوادهٔ B برای تولید یاخته‌های خونی و به ویژه گویچه‌های قرمز هستند.

ایمنی

۲۰۳۸ ۲ فقط مورد (د) صحیح است. *(طبق معمول هر سرتیتر را با تست‌های کتاب محور شروع می‌کنیم تا شما متوجه شوید که متن کتاب را خوب خوانده‌اید یا نه؟!)*

بررسی موارد (الف) **پس از** اختراع میکروسکوپ، دانشمندان متوجه شدند که موجوداتی به ریزی و سادگی میکروب‌ها **می‌توانند** انسان را بیمار کنند. (ب) نظریهٔ میکروبی بیماری‌ها در قرن ۱۹ ارائه شد و بیان می‌دارد که میکروب‌ها **ممکن است** بیماری‌زا باشند. (ج) دفاع در برابر میکروب‌ها، با **توانایی فرد در بیمار نشدن و یا بهبود یافتن پس از ابتلا به بیماری** تعریف می‌شود. (د) دستگاه ایمنی فرد، از بدن در برابر عوامل دیگری به غیر از میکروب‌ها نیز دفاع می‌کند. (مانند یاخته‌های سرطانی)

۲۰۳۹ ۴ خارجی‌ترین یاخته‌های لایهٔ بیرونی پوست، مرده‌اند، هومئوستازی ندارند و به تدریج می‌ریزند و میکروب‌های چسبیده به خود را از بدن دور می‌کنند.

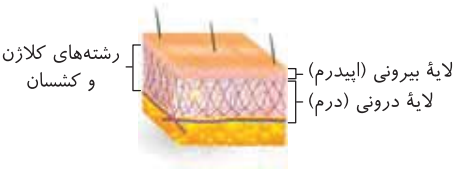
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** شاید جلوگیری از ورود میکروب‌ها به بدن، بهترین راه در امان ماندن از آن‌ها باشد و **در واقعیت نیز همین است. گزینهٔ (۲):** **پوست و مخاط**، همچون دیوارهای گرداگرد شهر، سدّ محکمی در برابر ورود میکروب‌ها به بدن ایجاد می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** لایهٔ بیرونی پوست **همانند** لایهٔ درونی آن، سبب جلوگیری از ورود میکروب‌ها به بدن می‌شود.

۲۳۱ پرسش‌های چهارگزینه‌ای

موارد مقایسه	لایهٔ خارجی (اپیدرم)	لایهٔ داخلی (درم)
نوع بافت	پوششی سنگ‌فرشی چندلایه + غشای پایهٔ چین‌خورده	پیوندی رشته‌ای
ضخامت	کمتر - مو از آن خارج می‌شود.	بیشتر - قاعدهٔ مو و ماهیچهٔ صاف در آن است.
رگ خونی	ندارد	دارد (با قطر متفاوت)
گیرنده	فقط انتهای آزاد دندریت درد را دارد.	گیرنده‌های مختلف درد، دما، فشار و تماس دارد.
رشته‌های پیوندی	ندارد	به صورت کلاژن و کشسان موازی و متقاطع دارد.
نکات	لایهٔ سطحی مرده دارد - حاوی میکروب مفید و مضر است - مادهٔ چرب دارد	سدّی محکم و غیرقابل نفوذ است - چرم را از آن می‌گیرند - زیر آن بافت چربی با رگ خونی است

۲۰۴۰ ۱ همهٔ موارد نادرست‌اند.

بررسی موارد (الف) لایهٔ درونی پوست، شامل بافت پیوندی **متراکم** است که در آن رشته‌ها به طرز محکمی به هم تابیده‌اند. (ب) از لایهٔ خارجی **نمی‌توان** برای تهیهٔ چرم استفاده کرد! (ج) لایهٔ درونی پوست **برخلاف** لایهٔ بیرونی، با دوام است و عملاً سدّی محکم و نفوذناپذیر می‌باشد. (د) با توجه به شکل اول فصل، رگ‌های خونی حدفاصل رشته‌های پیوندی این لایه و چربی زیر پوست می‌باشند.



۲۰۴۱ ۴ میکروب‌های سطح پوست که با شرایطی از جمله اسیدی بودن، سازگاری یافته‌اند، در رقابت برای غذا بر میکروب‌های بیماری‌زا پیروز می‌شوند و جلوی تکثیر آن‌ها را می‌گیرند. در حقیقت بین میکروب‌های یک بوم‌سازگان حذف رقابتی بر سر غذا رخ داده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** **میکروب‌های سازش یافتهٔ** سطح پوست می‌توانند در شرایط اسیدی زندگی کنند محیط اسیدی آن برای زندگی میکروب‌های **بیماری‌زا** مناسب نیست. (پس قید **هر نوع**! غلط است). **گزینهٔ (۲):** لیزوزیم **همانند** نمک، **صرفاً بر باکتری‌ها** اثر دارد و بر سایر عوامل بیماری‌زا از جمله ویروس‌ها، فاقد تأثیر است. **گزینهٔ (۴):** شورهٔ سر و جوش‌های پوستی **هر دو** در ارتباط با چربی پوست هستند (فعالیت ۱).

۲۰۴۲ ۳ در صنعت، از لایهٔ **درم** پوست می‌توان چرم را تولید کرد. این لایه در سطح فوقانی خود به غشای پایهٔ موجود در زیر یاخته‌های پوششی لایهٔ اپیدرم، متصل شده است.

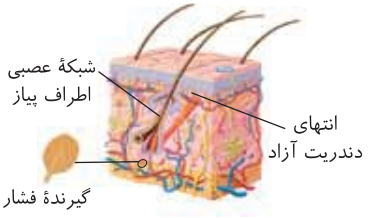
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیرنده‌های سازش‌ناپذیر درد در لایه‌های اپیدرم و درم پوست یافت می‌شوند ولی برخلاف گیرندهٔ فشار در بین لایهٔ درم و بافت چربی زیر آن وجود ندارند. **گزینهٔ (۲):** یاخته‌های موجود در بافت پیوندی لایهٔ درم، می‌توانند پروتئین‌های مورد استفاده در این لایه را تولید کنند. **گزینهٔ (۴):** این گزینه در ارتباط با بافت پوششی سنگ‌فرشی چندلایهٔ موجود در اپیدرم صحیح می‌باشد.

۲۰۴۳ ۱ لایه‌ای از پوست جانوران که در تهیهٔ چرم از آن استفاده می‌شود معادل لایهٔ **درم** است. یاخته‌های **دارینه‌ای** حاصل از دیاپدز مونوسیت‌ها در هر دو لایهٔ اپیدرم و درم پوست انسان امکان دارد دیده شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** گیرندهٔ درد که در لایهٔ اپیدرم و درم پوست قرار دارد، با غلافی پیوندی احاطه نشده است. **گزینهٔ (۴):** هر دو لایه معادل هم و بیانگر درم هستند. *قید برغلاف پیه اونوقت عزیزم؟! رقت کن!* **گزینهٔ (۴):** بافت چربی جزئی از لایهٔ درم نیست، بلکه زیر آن قرار دارد.

۲۰۴۴ (۳) یاخته‌های دارینه‌ای، یاخته‌هایی با انشعابات دندریت‌مانند هستند. این یاخته‌ها در بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط‌اند مثل پوست و لولهٔ گوارش، به فراوانی یافت می‌شوند. طبق شکل ۳ فصل ۵ کتاب درسی یازدهم می‌توان متوجه شد محل قرارگیری یاخته‌های دندریتی در پوست، لایهٔ بیرونی پوست (اپیدرم) است. ولی بسیار دقت کنید، این یاخته‌ها علاوه‌بر بیگانه‌خواری، قسمت‌هایی از میکروب (آنتی‌ژن میکروب) را در سطح خود قرار داده و سپس با رفتن و حرکت به لایهٔ درونی پوست (درم)، وارد مویرگ لنفی می‌شوند. سپس از طریق رگ‌های لنفی به گره‌های لنفاوی نزدیک می‌روند و این قطعات بیگانه را به یاخته‌های ایمنی ارائه می‌دهند تا سبب فعال‌سازی آن‌ها شوند. بدین‌ترتیب می‌توان گفت امکان حضور یاخته‌های دندریتی در هردو لایهٔ پوست موجود است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** طبق شکل مقابل، رگ‌های خونی و لنفی فقط در لایهٔ درونی پوست یعنی درم مشاهده می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** تولید *ATP* در عدم حضور اکسیژن یعنی گلیکولیز (قندکافت) انجام می‌شود. لایهٔ درونی پوست حاوی بافت پیوندی با رشته‌های پروتئینی در هم تنیده می‌باشد. این رشته‌ها درون یاخته‌های بافت پیوندی سنتز می‌شوند که توانایی گلیکولیز دارند. همچنین لایهٔ بیرونی پوست، متشکل از بافت پوششی سنگ‌فرشی چندلایه است. می‌دانیم زیر این بافت پوششی، غشای پایهٔ چین‌خورده قرار دارد که واجد رشته‌های پروتئینی و گلیکوپروتئینی است! از طرف دیگر این رشته‌های پروتئینی نیز درون یاخته‌های پوششی ساخته می‌شوند که توانایی گلیکولیز دارند.



• بیان‌های رایج برای قندکافت (گلیکولیز) در طراحی تست‌ها

اولین تولید *ATP* در سطح پیش‌ماده - تولید *ATP* در عدم حضور اکسیژن - اولین مرحلهٔ تنفس یاخته‌ای - مرحلهٔ مشترک تنفس هوازی و بی‌هوازی - مرحلهٔ بی‌هوازی از تنفس یاخته‌ای

گزینهٔ (۴): گیرنده‌های درد از جمله گیرنده‌های سازش‌ناپذیر می‌باشند. این گیرنده‌ها انتهای آزاد دندریت نورون حسی‌اند و در لایهٔ بیرونی پوست نیز قرار دارند. ولی توجه کنید طبق شکل این گیرنده‌ها بین یاخته‌های پوششی سنگ‌فرشی اپیدرم هستند و از غشای پایهٔ عبور می‌کنند (نه مکعبی‌شکل).

۲۰۴۵ (۱) فقط مورد (ج) نادرست است.

بررسی موارد (الف) درست. یاخته‌های دندریتی در هر دو لایهٔ پوست دیده می‌شوند که متحرک و بیگانه‌خوار هستند. (ب) درست. در مورد وجود بافت پیوندی رشته‌ای در درم صحیح است. (ج) **نادرست.** در لایهٔ اپیدرم رگ خونی وجود ندارد. (د) درست. در مورد وجود گیرندهٔ فشار در لایهٔ درم صحیح است.

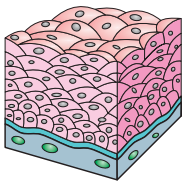
۲۰۴۶ (۴) هر دو لایهٔ درم و اپیدرم در جلوگیری از ورود عوامل بیگانه به بدن نقش دارند. رشته‌های پروتئینی درهم تنیده شده در لایهٔ درم یافت می‌شوند و همچنین لایهٔ اپیدرم نیز دارای غشای پایهٔ متشکل از رشته‌های پروتئینی و گلیکوپروتئینی می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مطابق با متن کتاب درسی، ویژگی رشته‌های پروتئینی محکم به هم تابیده، مربوط به لایهٔ درم پوست انسان می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** مطابق با شکل کتاب در فصل ۲ یا در پاسخ تست ۸ بخش برجستهٔ ریشهٔ مو در لایهٔ **درم** پوست قرار دارد. **گزینهٔ (۴):** در سطح خارجی لایهٔ اپیدرم میکروب‌های مفیدی زندگی می‌کنند که از تکثیر میکروب‌های بیماری‌زا جلوگیری می‌کنند.

۲۰۴۷ (۲) موارد (الف) و (د) عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد (الف) **درست.** مطابق با شکل سؤال بعد، عمقی‌ترین یاخته‌های بافت سنگ‌فرشی چندلایهٔ به هم فشرده با تراکم زیاد هستند که هستهٔ آن‌ها در مرکز یاخته قرار دارد. این بافت در مری توانایی تولید آنزیم لیزوزیم را دارد (مری مخاط دارد). (ب) نادرست. بافت پوششی در غشای پایه و درم به خاطر بافت پیوندی دارای رشته‌های پروتئینی می‌باشند. فقط از درم در تهیهٔ چرم استفاده می‌کنند. (ج) نادرست. محیط اسیدی پوست فقط برای میکروب‌های بیماری‌زا مناسب نیست (نه هر نوع میکروب). (د) **درست.** درم درست در بالای بافت چربی قرار گرفته است که بافت چربی به علت ذخیرهٔ چربی و کاهش آن فضای بین‌یاخته‌ای متغیری دارد. در لایهٔ درم می‌توان یاخته‌های دارینه‌ای بیگانه‌خوار را مشاهده کرد.

۲۰۴۸ (۱) لایه‌ای از پوست که یاخته‌های مردهٔ پوست در سطح فوقانی آن قرار دارند، لایهٔ اپیدرم می‌باشد (لایهٔ مرده آنزیم و کاتالیزور زیستی ندارد).



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** این لایه از بافت پوششی سنگ‌فرشی چندلایه تشکیل شده است و مطابق با شکل این بافت دارای یاخته‌هایی با شکل‌های متفاوت، اندازه و تراکم متفاوت در هر لایهٔ خود می‌باشد. همگی هستهٔ گرد مرکزی دارند و عمقی‌ترین لایه که به غشای پایه هم نزدیک‌تر است، بیشترین تعداد و تراکم یاخته را دارد. **گزینهٔ (۲):** مطابق با شکل مقابل، تنها بعضی از یاخته‌ها در این بافت به غشای پایه متصل می‌باشند. این غشای پایه چین‌خورده است (صاف نیست) و به بافت پوششی و پیوندی متصل است. **گزینهٔ (۴):** علاوه‌بر بافت پوششی می‌توان قسمتی از یاخته‌هایی نظیر یاخته‌های عصبی مربوط به گیرنده‌های حسی را نیز در این لایه مشاهده کرد. **گزینهٔ (۴):** در سطح پوست و عرق وجود دارد که مایعی با غلظت بالا از نمک و آنزیم لیزوزیم است.

۲۰۴۹ (۲) در لایهٔ درم پوست، بافت عصبی، پوششی، ماهیچه‌ای و پیوندی دیده می‌شوند. از طرفی یاخته‌های برون‌ریز عرق آنزیم لیزوزیم نیز ترشح می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لایهٔ اپیدرم از بافت پوششی سنگ‌فرشی چندلایه تشکیل شده است. یاخته‌های سطحی این لایه مرده هستند و فاقد سوخت‌وساز می‌باشند. **گزینهٔ (۳):** در لایهٔ اپیدرم پوست، فقط **مجرای** غدهٔ عرق دیده می‌شود. غشای پایهٔ بین لایهٔ اپیدرم و درم به صورت **چین‌خورده** است در اپیدرم، یاخته‌های متصل به غشای پایه، از همه متراکم‌تر بوده ولی پهن‌ترین‌ها به سمت سطح اپیدرم می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** یاخته‌های بافت پیوندی رشته‌ای لایهٔ درم و همچنین یاخته‌های ماهیچهٔ صاف اطراف فولیکول موی آن، به صورت دوکی‌شکل است. لایهٔ درم سدّی نفوذناپذیر و محکم ایجاد می‌کند.

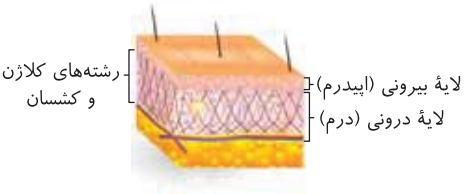
نکته

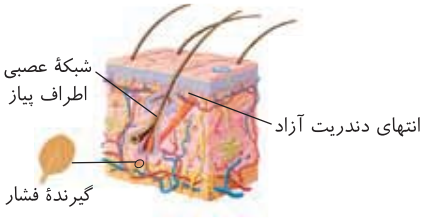
به یاد داشته باشید که پوست یک اندام است و در بخش درم هر چهار نوع بافت پوششی، پیوندی، ماهیچه‌ای و عصبی مشاهده می‌شود.

۲۰۵۰ (۳) داروهای شیمی‌درمانی باعث ریزش مو می‌شوند که پیاز انتهای مو در لایهٔ درم قرار دارد. لایهٔ درم بالای بافت چربی پوست است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ضخامت لایهٔ اپیدرم پوست کمتر از لایهٔ درم است. برخی از یاخته‌های لایهٔ اپیدرم پوست که سطحی هستند مرده می‌باشند و فاقد گیرنده برای هورمون‌های تیروئیدی هستند. **گزینهٔ (۲):** نوع بافت پیوندی در کپسول مفصلی و لایهٔ درم، پیوندی رشته‌ای است. پس این مقایسه در مورد آن‌ها نادرست است. **گزینهٔ (۴):** لایهٔ درم دارای عروق خونی و عمقی‌ترین یاخته‌های بافت سنگ‌فرشی چندلایهٔ اپیدرم مکعبی‌شکل متراکم هستند. تراکم گیرنده‌های حواس پیکری در لایهٔ درم بیشتر از لایهٔ اپیدرم است چون در اپیدرم فقط گیرنده‌های **درد** دیده می‌شوند که انتهای دندریت آزاد هستند.

۲۰۵۱ (۴) مطابق با شکل‌ها همهٔ موارد برای تکمیل عبارت صحیح می‌باشند.





بررسی موارد **الف)** لایهٔ بیرونی پوست (اپیدرم) از بافت پوششی سنگ‌فرشی چندلایه ساخته شده است که خارجی‌ترین یاخته‌های آن مرده‌اند و به تدریج می‌ریزند. این یاخته‌ها به هورمون‌های تیروئیدی پاسخ نمی‌دهند. **ب)** یاخته‌های سازندهٔ عرق به همراه مجاری آن در لایهٔ درونی پوست (درم) دیده می‌شوند (در لایهٔ بیرونی تنها مجاری آن قرار گرفته‌اند). در این لایه رگ‌های خونی مختلف قرار گرفته‌اند.

نکتهٔ مهم
هرچه به سطح پوست نزدیک‌تر می‌شویم، قطر رگ‌های خون‌رسان به پوست کاهش می‌یابد.

ج) همان‌طور که گفته شد، لایهٔ بیرونی پوست (اپیدرم) از بافت پوششی سنگ‌فرشی چندلایه ساخته شده است. ویژگی این بافت این است که تنها عمقی‌ترین یاخته‌های آن در تماس با غشای پایه قرار می‌گیرند. برخی از بیگانه‌خوارها مانند یاخته‌های **دارینه‌ای** که انشعابات متعددی دارند، می‌توانند در بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط است مانند این لایهٔ پوست، مشاهده شوند. منشأ یاخته‌های دارینه‌ای، از **مونوسیت‌های** خارج شده از خون می‌باشد.
د) در زیر لایهٔ درونی پوست (درم)، بافت چربی قرار گرفته است. می‌دانید که این بافت بزرگ‌ترین ذخیرهٔ انرژی بدن به حساب می‌آید و به عنوان ضربه‌گیر و عایق حرارتی عمل می‌نماید. در لایهٔ درونی پوست ماهیچه‌های صاف (با یاخته‌های تک‌هسته‌ای و دوکی‌شکل) در تماس با پیاز مو قرار گرفته‌اند.

۲۰۵۲ (۱) فقط مورد (ج) صحیح است. **مخاط**، منظور سؤال است که بخش‌هایی را که توسط پوست پوشانده نمی‌شوند می‌پوشاند.

بررسی موارد **الف)** لایهٔ مخاط، شامل **بافت پوششی با آستری پیوندی** است. **ب)** مخاط یا لایهٔ یاخته‌ای مخاطی، مادهٔ چسبناکی به نام مادهٔ مخاطی ترشح می‌کند که میکروب‌ها را به دام می‌اندازد و از پیشروی آن‌ها جلوگیری می‌کند. در حقیقت مادهٔ مخاطی با لایهٔ مخاطی متفاوت است! **ج)** ترشحات مخاطی همانند عرق، آنزیم لیزوزیم دارند که باکتری‌ها را از بین می‌برد. **د)** **همانند** پوست، یاخته‌های پوششی مخاط **می‌توانند** سدّی در برابر نفوذ میکروب‌ها ایجاد کنند.

بخش در بدن ما	روش دفاعی در خط اول	چگونگی دفاع	توضیح
پوست	سدّ محکم در برابر بیگانگان	یاخته‌های مردهٔ سطح اپیدرم	می‌ریزند !!!
		لایهٔ درم	عملاً سدّ غیرقابل نفوذ
	نمک عرق	برای باکتری‌های بیماری‌زا نامناسب بود	اثر فقط بر باکتری!
	لیزوزیم عرق	نابودی باکتری‌های بیماری‌زا	اثر فقط بر باکتری!!
	چربی سطح پوست	نامناسب برای میکروب‌های بیماری‌زا	با میکروب‌های مفید کاری نداره!!!
	میکروب‌های مفید	مانع تکثیر میکروب‌های بیماری‌زا	رقابت برای غذا و پیروزی
دستگاه گوارش	لایهٔ مخاطی (فاقد مژک)	به دام انداختن میکروب با مادهٔ مخاطی	دارای لیزوزیم (شیمیایی)
		بافت پوششی با آستری از بافت پیوندی	فیزیکی
	لیزوزیم	آنزیم مادهٔ مخاطی	نابودی باکتری‌ها
	اسید معده	نابودی میکروب‌های غذا و ...	ترشح از یاخته‌های کناری
	استفراغ	بیرون راندن میکروب‌ها از بدن	به‌طور مستقیم نابود نمی‌کند
	مدفوع	بیرون راندن میکروب‌ها از بدن	به‌طور مستقیم نابود نمی‌کند
دستگاه تنفسی	عطسه	بیرون راندن میکروب‌ها از بدن	از دهان و بینی
	سرفه	بیرون راندن میکروب‌ها از بدن	از دهان
	مخاط (دارای مژک)	بعد از پوست بینی (هادی) تا نایژک‌های مبادله‌ای (مبادله‌ای)	دخانیات عامل از بین رفتن یاخته‌های مژک‌دار
دستگاه ادراری	مجاری ادراری-تناسلی‌اش	با لایهٔ مخاطی و دفع ادرار	خروج میکروب از بدن
چشم	اشک	لیزوزیم	نابودی باکتری‌ها
		نمک	نامناسب برای باکتری‌ها
	پلک و مژه	محافظت از چشم	به‌طور فیزیکی
گوش	موهای کرک‌مانند و ترشحات آن	به دام انداختن میکروب	حفاظت و مانع ورود

۲۰۵۳ (۱) در مجاری تنفس، ترشحات مخاطی و ناخالصی‌های به دام افتاده در آن، به سوی حلق رانده می‌شوند تا در آنجا یا با بلع به دستگاه گوارش وارد شوند و شیرهٔ معده آن‌ها را نابود کند یا به خارج از بدن هدایت شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** یاخته‌های نشان داده شده دارای **مژک** می‌باشند. **گزینهٔ (۳):** مخاط مژک‌دار در سطح مجاری تنفسی یافت می‌شود، ولی ابتدای بینی و حبابک‌ها دارای بافت پوششی سنگ‌فرشی می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** با وجود گیر افتادن ناخالصی‌های هوا در مادهٔ مخاطی، باز هم ممکن است میکروب‌ها از خط اول دفاعی عبور کرده و وارد محیط داخلی بدن شوند.

۲۰۵۴ : ۴) دستگاه‌های تنفس، گوارش و ادراری - تناسلی با محیط بیرون در ارتباط‌اند و امکان نفوذ میکروب‌ها از طریق آن‌ها وجود دارد. سطح مجاری این دستگاه‌ها را مخاط پوشانده است. به یاد دارید که مخاط از یک بافت پوششی با آستری از بافت پیوندی تشکیل شده است و مادهٔ چسبناکی را به نام مادهٔ مخاطی ترشح می‌کند. یاخته‌های پوششی به هم چسبیده‌اند و سدّی را ایجاد می‌کنند. مخاط همانند پوست، سدّ محکمی در برابر ورود میکروب‌ها ایجاد می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مخاط مژک‌دار در مجاری ادراری و گوارشی دیده نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** عرق و اشک با داشتن نمک و لیزوزیم از بدن محافظت می‌کنند. توجه داشته باشید که در مخاط آنزیم لیزوزیم برخلاف نمک دیده می‌شود. **گزینهٔ (۴):** ترشحات مخاط با داشتن آنزیم لیزوزیم موجب کشته شدن برخی باکتری‌ها می‌شود.

۲۰۵۵ : ۲) میکروب‌های سازش‌یافته از تکثیر میکروب‌های مضر جلوگیری می‌کنند و در رقابت کسب غذا بر آن‌ها پیروز می‌شوند (پس به آن‌ها حمله نمی‌کنند).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ترشحات مخاط مجاری تنفسی با داشتن آنزیم لیزوزیم منجر به از بین رفتن میکروب‌ها می‌گردد. **گزینهٔ (۳):** اشک چشم به دلیل داشتن نمک، فشار اسمزی بالایی دارد و این غلظت بالا از نمک می‌تواند منجر به ایجاد اختلال در فشار اسمزی پایهٔ سیتوپلاسمی باکتری‌ها شود. **گزینهٔ (۴):** سطح مجاری دستگاه ادراری - تناسلی را مخاط که بافت پوششی با آستری از بافت پیوندی است، پوشانده است.

۲۰۵۶ : ۴) بزاق دارای آنزیم لیزوزیم است و در تحریک گیرنده‌های چشایی که تعداد کمتری از یاخته‌های نگهبان اطراف خود دارند نقش دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مادهٔ مخاطی دارای آنزیم لیزوزیم است و خاصیت چسبناک نیز دارد. جهت حرکت ضربانی مژک‌ها در قسمت‌های بالاتر از حلق به سمت پایین است. **گزینهٔ (۲):** عرق علاوه‌بر آنزیم لیزوزیم، نمک نیز دارد، نمک دارای Na است. یون سدیم در پتانسیل‌های غشایی در جهت شیب غلظت از خارج وارد یاخته می‌شود. **گزینهٔ (۳):** آنزیم لیزوزیم باعث نابودی باکتری‌های مفید هم‌زیست با سطح پوست انسان نمی‌شود.

۲۰۵۷ : ۴) همهٔ موارد عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد (الف) سطح پوست و معده دارای مواد اسیدی هستند. در بین مواد اسیدی، فقط ترشحات HCl از یاخته‌های کناری معده تحت تأثیر هورمون گاسترین است. (ب) لایهٔ مخاطی و لایهٔ درم پوست سدّی محکم در برابر نفوذ میکروب‌ها به بخش‌های عمقی بدن ایجاد می‌کنند. لایهٔ درم معادل لایه‌ای از پوست جانوران است که در تهیهٔ چرم استفاده می‌شود. (ج) لایهٔ درم و اپیدرم پوست در مجاورت غشای پایه قرار دارند. یاخته‌های سطحی لایهٔ اپیدرم مرده بوده و فاقد تقسیم هستند. (د) بافت پوششی سنگ‌فرشی چندلایه در غشای پایهٔ خود در لایهٔ اپیدرم، بافت پیوندی لایهٔ درم و بافت پوششی و پیوندی در لایهٔ مخاطی، همگی دارای رشته‌های پروتئینی هستند. از این میان فقط لایهٔ مخاطی با ترشح مادهٔ چسبناک، میکروب‌ها را به دام می‌اندازد و مانع پیشروی آن‌ها می‌شود.

۲۰۵۸ : ۳) بزاق، همانند اشک، دارای آنزیم لیزوزیم است و همانند اسید معده، جزء سازوکارهای ورود ممنوع (خط اول دفاعی) دستگاه ایمنی می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اشک، دارای ترکیبی **مشابه** با عرق (نمک و لیزوزیم) است و به حفاظت از چشم‌ها می‌پردازد. **گزینهٔ (۲):** **پوست نازک ابتدای بینی**، فاقد مخاط مژک‌دار است. **گزینهٔ (۴):** سازوکارهایی مانند، عطسه، سرفه، استفراغ، مدفوع و ادرار، باعث **بیرون راندن** میکروب‌های مجاری می‌شوند.

۲۰۵۹ : ۲) در دفاع غیر اختصاصی، روش‌هایی به کار گرفته می‌شود که در برابر طیف وسیعی از میکروب‌ها مؤثر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** جلوگیری از ورود میکروب‌ها به بدن، مربوط به خط اول دفاعی بدن و دفاع **غیراختصاصی** است. **گزینهٔ (۳):** دفاع **غیراختصاصی**، شامل پوست و لایه‌های مخاطی است که سدّی در برابر میکروب‌ها ایجاد می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** میکروب‌ها، **از هر نوعی که باشند**، هنگام ورود به بدن با خط اول دفاعی بدن روبه‌رو می‌شوند (نه اغلب آن‌ها!).

۲۰۶۰ : ۳) هم در عطسه و هم در سرفه، هوا با فشار زیادی از دهان می‌تواند خارج شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** عطسه و سرفه از سازوکارهای دستگاه تنفسی برای برون راندن میکروب‌ها می‌باشند. این دو سازوکار از سازوکارهای مربوط به خط **اول** دفاعی بدن هستند. **گزینهٔ (۲):** استفراغ و مدفوع از سازوکارهای دستگاه گوارش برای برون راندن میکروب‌ها می‌باشند. تنها در استفراغ مواد برخلاف جهت گرانش زمین حرکت می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** این گزینه تنها در ارتباط با سازوکار استفراغ صحیح می‌باشد ولی مثلاً در مدفوع صدق نمی‌کند.

۲۰۶۱ : ۱) تمام موارد به‌جز (د) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. شناسایی براساس ویژگی‌های عمومی مربوط به دومین خط دفاعی می‌باشد. (ب) نادرست. دستگاه گوارش برخلاف دستگاه تنفسی مخاط مژک‌دار ندارد. (ج) نادرست. بیگانه‌خواری مربوط به دومین خط دفاعی می‌باشد. (د) **درست.** انتهای غدد عرق در لایهٔ درونی پوست یعنی درم قرار داشته که عرق حاوی نمک است و آنزیم لیزوزیم ترشح می‌کند.

۲۰۶۲ : ۳) لایه‌های مخاطی و لایهٔ درم پوست از ورود میکروب‌ها به بخش‌های درونی‌تر ممانعت می‌کنند. در هر دو بخش بافت پیوندی وجود دارد که فضای بین‌یاخته‌ای زیادی دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مواد اسیدی در معده نیز باعث نابودی میکروب‌ها می‌شوند؛ اما یاخته‌های سطحی مرده برای لایهٔ اپیدرم پوست است. **گزینهٔ (۲):** در عطسه و سرفه میکروب‌ها با فشار از بدن خارج می‌شوند. دیوارهٔ دهان فاقد غضروف است. **گزینهٔ (۴):** آنزیم لیزوزیم در بزاق وجود دارد. بزاق برای فعالیت صحیح گیرنده‌های چشایی در زبان و اطراف دهان ضروری است که اطراف این گیرنده‌ها یاخته‌های نگهبان قرار گرفته‌اند.

۲۰۶۳ : ۲) مادهٔ مخاطی که چسبناک است، میکروب‌ها را به دام می‌اندازد و از پیشروی میکروب‌ها جلوگیری می‌کند، بنابراین هر بخشی از نخستین خط دفاعی بدن که توانایی به دام انداختن میکروب‌ها را دارد، واجد یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ موسین است. توجه کنید موسین گلیکوپروتئینی است که با جذب آب فراوان مادهٔ مخاطی را ایجاد می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** عرق و اشک با داشتن آنزیم لیزوزیم و نمک، در حفاظت از بدن نقش دارند. اشک در حفاظت از چشم نقش داشته و در سطح چشم دیده می‌شود. **گزینهٔ (۳):** لیزوزیم، آنزیم از بین برندهٔ باکتری است. در عرق، اشک، بزاق و مخاط، آنزیم لیزوزیم وجود دارد. در این بین فقط مادهٔ مخاطی چسبناک است. همچنین مادهٔ افزایندهٔ فشار اسمزی محیط زندگی میکروب‌ها، **نمک** است که در سطح پوست و اشک و عرق موجود است. **گزینهٔ (۴):** یاخته‌های مردهٔ چسبیده به میکروب در لایهٔ بیرونی پوست دیده می‌شوند. یاخته‌های مرده به تدریج می‌ریزند و به این ترتیب، میکروب‌هایی که به آن‌ها چسبیده‌اند را از بدن دور می‌کنند. رشته‌های کشسان و کلاژن در بافت پیوندی وجود دارند.

مقایسهٔ مخاط مجاری ۲۳۳

مخاط		بافت پوششی	بافت پیوندی سست	ماهیچهٔ صاف	مژک
لولهٔ گوارش	دهان	سنگ‌فرشی چندلایه	+	+	-
	مری	سنگ‌فرشی چندلایه	+	+	−
	معده و روده‌ها	استوانه‌ای تک‌لایه	+	+	−
مجاری تنفسی		استوانه‌ای تک‌لایه (نای)	+	+	+
مجاری ادراری - تناسلی		بافت پوششی دارد!	+	+	− (لوله فالوپ دارد)

۲۰۶۴ (۱) فقط مورد (ب) صحیح است. در نخستین خط دفاعی بدن انسان، پوست و مخاط سدّ محکمی را در برابر میکروب‌ها ایجاد می‌کنند. ترکیبات اشک، مادهٔ مخاطی، عرق و بزاق که بر این سطوح ترشح می‌شوند، دارای آنزیم لیزوزیم می‌باشند. از بین این موارد، مادهٔ مخاطی بر روی سطوح مخاطی مختلف و بزاق بر روی مخاط داخل دهان قرار می‌گیرد؛ اما اشک و عرق بر سطح مخاط قرار نمی‌گیرند. هر دوی این ترشحات دارای نمک می‌باشند، نمک هم با تغییر فشار اسمزی در از بین بردن باکتری‌های مختلف نقش دارد.

بررسی موارد (الف) لایهٔ بیرونی پوست شامل چندین لایه یاختهٔ پوششی است که خارجی‌ترین یاخته‌های آن مرده‌اند. این یاخته‌های مرده به تدریج می‌ریزند و توانایی ترشح ترکیبات محافظت‌کننده را ندارند. (ج) مادهٔ مخاطی که بر سطح مخاط ترشح می‌شود، مادهٔ چسبناکی است که میکروب‌ها را به دام می‌اندازد و از پیشروی آن‌ها جلوگیری می‌کند. (د) سطح پوست را ماده‌ای چرب می‌پوشاند که به علت داشتن اسیدهای چرب، در ایجاد یک محیط زندگی نامناسب برای میکروب‌های بیماری‌زا نقش دارد. این ترکیبات چرب لیزوزیم ندارند.

۲۰۶۵ (۴) غدد عرق و اشک به دلیل ترشح مایعی با فشار اسمزی بالا می‌توانند منجر به خروج آب از سیتوپلاسم باکتری‌ها شوند و در نتیجه باعث مرگ آن‌ها شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دستگاه عصبی نیز با تنظیم ترشح بزاق و اشک و انعکاس عطسه و سرفه و ... بر روی فعالیت‌هایی که در این خط دفاعی انجام می‌شود، تأثیرگذار است. **گزینهٔ (۲):** در صورت وجود زخم، میکروب‌ها بدون برخورد با این خط دفاعی وارد محیط داخلی بدن می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** خط اول دفاعی، تا حد امکان، از ورود همهٔ عوامل بیماری‌زا جلوگیری می‌کند و می‌تواند روی همهٔ میکروب‌ها اثرگذار باشد.

چند نکتهٔ مهم در بررسی و طراحی تست‌ها

- اشک چشم که تحت کنترل **پل‌مغزی** ترشح می‌شود حاوی نمک و لیزوزیم می‌باشد و از **قرنیهٔ** چشم محافظت می‌کند.
- غدد عرق، بزاقی، اشک، مخاطی و چربی پوست، همگی فضای بین‌یاخته‌ای اندک داشته و همانند غدد معدی در خط اول دفاعی بدن مؤثرند. در بین آن‌ها فقط غدد چربی، قدرت تولید و ترشح لیزوزیم ندارند.
- **لیزوزیم** در سدّ اول دفاع غیراختصاصی، هم در **عرق** روی پوست و **اشک** چشم و هم در **مادهٔ مخاطی** وجود دارد.
- دستگاه‌های دارای مادهٔ مخاطی دفاعی (گوارش، تنفس، دفع ادرار و تناسلی) علاوه‌بر مادهٔ مخاطی، هرکدام، عوامل دفاعی دیگری نیز برای مبارزه با میکروب را دارند که شامل موارد زیر می‌باشند:
  1. عطسه، سرفه، استفراغ، خارج کردن خلط، دفع مدفوع و ادرار از عوامل مهم در جهت خارج کردن میکروب‌های مجاری دستگاه‌های تنفسی، گوارشی و ادراری می‌باشند که در سدّ اول دفاع غیراختصاصی نقش دارند.
  2. **مخاط مژک‌دار** موجود در مجرای **تنفسی** از **بینی تا نایژک مبادله‌ای** (البته به‌جز پوست ابتدای بینی!) با زنش خود سبب انتقال میکروب‌ها به سمت حلق و ایجاد خلط می‌شوند که یا آن را به صورت ارادی از راه دهان خارج می‌کنند و یا با انعکاس بلع آن را وارد دستگاه گوارش کرده تا توسط **اسید معده** مترشحه از یاخته‌های کناری غدد، میکروب‌های آن به همراه میکروب‌های غذا از بین بروند (ترشحات مخاطی بخش هادی تنفسی، لایه‌ای با ضخامت متفاوت ایجاد می‌کند).
  3. **بزاق** لولهٔ گوارش، آنزیم لیزوزیم برای از بین بردن باکتری‌های بیماری‌زا دارد.
  4. اسید معده، ماده‌ای است که میکروب‌های درون غذا و خلط وارد شده به لولهٔ گوارش را از بین می‌برد.
- **ساقهٔ مغز** با فعالیت پل‌مغزی (ترشح بزاق و اشک) و **بصل‌النخاع** (بلع، عطسه و سرفه) در سدّ اول دفاع غیراختصاصی نقش دارد.

۲۰۶۶ (۳) عرق و اشک دارای نمک و فشار اسمزی بالایی می‌باشند. هر دوی این محلول‌ها دارای آنزیم لیزوزیم جهت از بین بردن میکروب‌ها هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ترشح اشک از غدد اشکی چشم نیز با برون راندن اشک از طریق مجرایی به سطح چشم همراه است. **گزینهٔ (۲):** ترشحات بزاق توسط سه جفت غدهٔ بزرگ بزاقی به همراه تعدادی غدد کوچک بزاقی در دهان تولید می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** سطوح تنفسی را مخاط پوشانده است. علاوه‌بر مخاط تشکیل شده از بافت پوششی استوانه‌ای می‌توان بافت پوششی سنگ‌فرشی چند لایه را در پوست ابتدای بینی و همچنین بافت پوششی سنگ‌فرشی یک لایه را در یاختهٔ نوع اول حبابک‌ها دید که از نفوذ عوامل بیگانه به محیط داخلی بدن جلوگیری می‌کنند.

۲۰۶۷ (۴) همهٔ موارد درست هستند.

بررسی موارد (الف) یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ گاسترین کم‌تعدادترین و بزرگ‌ترین یاخته‌های دیوارهٔ معده هستند که با ترشح گاسترین در تنظیم اسیدیتهٔ معده برای دفاع غیراختصاصی خط اول در لایهٔ مخاطی نقش دارند. (ب) بصل‌النخاع در انعکاس‌هایی مثل عطسه و سرفه نقش دارد. بصل‌النخاع در زیر پل‌مغزی قرار دارد. (ج) به‌طور معمول غشای شبکهٔ آندوپلاسمی زبر با غشای هسته ادغام شده است. شبکهٔ آندوپلاسمی زبر از طریق تولید پروتئین در سیستم ایمنی بدن مثل لیزوزیم نقش دارد. (د) یاخته‌های کناری معده بزرگ‌ترین یاخته‌های دیوارهٔ غدد معده هستند که در غشای سمتی از یاخته به درون مجرای غدد دارای چین‌خوردگی‌های داخلی است. یاخته‌های کناری معده اسید تولید می‌کنند که مادهٔ مخاطی برای خط اول دفاعی می‌سازند. *(یادتونه شیرهٔ معده میکروب‌کش مهاری است؟!)*

۲۰۶۸ (۴) تمام موارد عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد (الف) در پوست، ترشح چربی و در معده ترشح اسید معده باعث تخریب میکروب‌ها می‌شوند ولی ریزش یاختهٔ سطحی مرده مخصوص پوست است. (ب) در عرق، اشک، بزاق و مخاط، لیزوزیم وجود دارد که در این بین فقط عرق و اشک ترشحات نمکی دارند. (ج) در همهٔ لایه‌های مخاطی، مخاط ترشح می‌شود؛ اما در این بین فقط لایه‌های مخاطی در دستگاه تنفس، توسط مژک‌ها، مخاط را به سمت حلق می‌رانند. (د) اشک چشم و عرق پوست، نمک دارند، اشک چشم به‌طور معمول قرنیه را می‌پوشاند.

۲۰۶۹ (۱) میکروب‌های مفید روی سطح پوست با ایجاد رقابت بر سر مواد غذایی از تکثیر میکروب‌های بیماری‌زا جلوگیری می‌کنند. این میکروب‌ها با شرایط بدن سازگار هستند و تحت تأثیر آنزیم لیزوزیم و شرایط اسیدی و نمک‌دار پوست قرار نمی‌گیرند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** ریزش یاخته‌های سطحی لایهٔ اپیدرم نیز میکروب‌ها را از بدن دفع می‌کند ولی تحت تأثیر بصل‌النخاع نیست. سرفه و عطسه نیز انعکاس‌هایی هستند که مرکز آن‌ها بصل‌النخاع بوده و میکروب‌ها را از بدن دور می‌کنند. دقت کنید که مرکز تنظیم دمای بدن هیپوتالاموس است و در دومین خط دفاعی نقش دارد. **گزینهٔ (۴):** اسید معده و آنزیم لیزوزیم باعث تخریب و نابودی میکروب‌ها می‌شوند. *(اصلاً اسید معده رو په په به قرنیه!!!)* **گزینهٔ (۴):** لایهٔ مخاطی و لایهٔ درم مانع از ورود میکروب‌ها می‌شوند. لایهٔ مخاطی از آستری پیوندی سست تشکیل شده است. لایهٔ درم پوست از رشته‌های به‌هم فشرده و پروتئینی ضخیم کلاژن تشکیل شده است.

۲۰۷۰ (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در مورد وجود لیزوزیم در آن‌ها صحیح است (قسمت آخر در مورد اشک است). **گزینهٔ (۲):** هر یاخته نه! مثلاً در غدد معده برخلاف حفرات آن، یاختهٔ ترشح‌کنندهٔ مخاطی بیکربنات نمی‌دهد. **گزینهٔ (۳):** دقت کنید که یاختهٔ دارینه‌ای، علاوه‌بر بیگانه‌خواری، قسمت‌هایی از میکروب را در سطح خود قرار می‌دهند که با این عمل دوم خود در گره لنفی آن‌ها را به لنفوسیت‌ها معرفی می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** طی عطسه، پایین آمدن زبان کوچک و بزرگ رخ می‌دهد تا هوا از دهان و بینی خارج شود.

۲۰۷۱ (۳) موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند. خط اول دفاعی بدن، منظور این سؤال است که بهترین راه در امان ماندن از میکروب‌هاست.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** خط اول دفاعی شامل یاختهٔ خونی نمی‌باشد. (ب) درست. دقیقاً معنی خط اول دفاعی است. (ج) **نادرست.** خط اول دفاعی نوعی دفاع غیراختصاصی است. (د) **نادرست.** لیزوزیم هم‌ایستایی باکتری‌ها را به هم می‌زند.

نکات مهم در طرح تست

- تنها گیرندهٔ حواس پیکری که در لایهٔ اپیدرم دیده می‌شود، گیرندهٔ درد است اما دقت کنید که گیرندهٔ درد در سایر قسمت‌های پوست نیز می‌تواند یافت شود.
- در اپیدرم علاوه‌بر بافت پوششی و دندریت عصبی، یاخته‌های پیوندی بیگانه‌خوار هم دیده می‌شوند.
- لایهٔ بیرونی پوست همانطور که گفتیم از بافت سنگ‌فرشی چندلایه تشکیل شده و رگ خونی ندارد ولی لایهٔ درونی یا درم و بافت چربی زیر درم، رگ خونی دارند.
- انتهای دندریت آزاد درد در لایهٔ اپیدرم و گیرندهٔ ساقهٔ مو در لایهٔ درم قرار دارند.
- گیرندهٔ فشار برخلاف گیرندهٔ درد، از غشای پایهٔ لایهٔ اپیدرم عبور نمی‌کند.
- گیرندهٔ قاعدهٔ مو همانند گیرندهٔ درد، پوشش چندلایه از نوع بافت پیوندی ندارد.
- پیام گیرندهٔ درد و گیرندهٔ قاعدهٔ مو و گیرندهٔ فشار، هم مسیر می‌شوند.
- اپیدرم اطراف قاعدهٔ مو را فراگرفته و به درم نفوذ می‌کند.
- پوست انسان براساس کتاب درسی، واجد گیرندهٔ شیمیایی نمی‌باشد.
- زیر پیاز مو، یک فرورفتگی دیده می‌شود که مویرگ‌های خونی از طریق آن به پیاز مو خون‌رسانی می‌کنند.
- گیرندهٔ فشار شامل یک دندریت خطی با پوششی چند لایه از بافت پیوندی است.
- در بین حواس پیکری (تماس، دما، وضعیت و درد)، فقط گیرندهٔ حس وضعیت درون پوست وجود ندارد.
- قطر رگ‌های خونی در بافت چربی نسبت به درم و در درم نسبت به اپیدرم بیشتر می‌باشد.
- غدد عرق در لایهٔ درم دیده می‌شوند؛ اما مجرای غدهٔ عرق در هر دو لایهٔ درم و اپیدرم دیده می‌شود.
- غدد عرق ابتدا پیچ‌خورده و سپس در اپیدرم صاف می‌شوند.
- گیرندهٔ فشار علاوه‌بر درم، در بافت چربی زیر درم نیز دیده می‌شود.
- نوعی گیرندهٔ حواس پیکری، به دور بخشی از پیاز مو پیچیده است و کنار آن ماهیچهٔ صاف هم وجود دارد.

۲۰۷۲ (۳) در سطح بالایی پوست یاخته‌های مرده وجود دارند که به میکروب‌ها می‌چسبند و با ریزش خود موجب دور شدن این میکروب‌ها می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در سطح پوست میکروب‌های مفیدی نیز زندگی می‌کنند که با شرایط پوست، از جمله اسیدی بودن آن، سازش یافته‌اند (پس قید هر نادرست است). **گزینهٔ (۲):** به‌طور مثال در معده، روده و نای یک لایه بافت پوششی با آستری از بافت پیوندی می‌تواند سطح مجاری داخل بدن که با محیط بیرون در ارتباط می‌باشند را پوشانده باشد. **گزینهٔ (۴):** علاوه‌بر ترشح مادهٔ مخاطی می‌توان ترشح آنزیم لیزوزیم، اسید چرب، عرق و ... را به سطح یاخته‌ها مشاهده کرد.

۲۰۷۳ (۳) موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند.

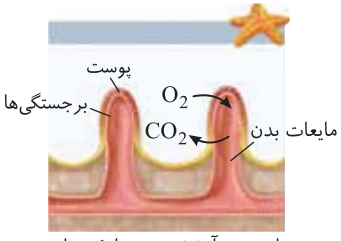
بررسی موارد (الف) دربارهٔ حبابک نادرست است. چون بافت پیوندی ندارد. (ب) آنزیم لیزوزیم سبب مرگ باکتری‌های بیماری‌زا می‌شود. (ج) درشت‌خوارها و نقش آن‌ها مخصوص خط اول دفاعی نیست، بلکه گروهی از خط دوم دفاعی هستند. (د) گروهی از میکروب‌ها که بیماری‌زا هستند در این شرایط رشد نمی‌کنند و از بین می‌روند.

۲۰۷۴ (۱) فقط مورد (الف) صحیح است.

بررسی موارد (الف) مچنیکوف موفق شد بیگانه‌خوارها را که جزء **خط دوم دفاعی بدن** (واکنش‌های عمومی اما سریع) هستند در لارو ستارهٔ دریایی مشاهده کند. (ب) این دانشمند برای اولین‌بار در **لارو ستارهٔ دریایی** (نه نوع بالغ آن!)، یاخته‌هایی آمیبی‌شکل دید که حرکت می‌کردند و مواد اطراف خود را می‌خوردند. (ج) طبق متن کتاب درسی، **لارو ستارهٔ دریایی نیز همانند ستارهٔ دریایی بالغ پوست دارد** (در سال دهم فصل ۳ آموختید که ستارهٔ دریایی، آبشش‌های برجسته و پراکندهٔ پوستی دارد.). (د) مچنیکوف خرده‌های ریزی از، خارهای گل رز را به زیر پوست لارو ستارهٔ دریایی (خط اول دفاعی) وارد کرد و موفق به کشف بیگانه‌خوارها شد اما دقت کنید که **به این دلیل موفق به کسب جایزهٔ نوبل نشد** بلکه در سال‌های بعد و به دلیل مطالعات **نحوهٔ دفاع بدن در برابر میکروب‌ها** موفق به کسب این جایزه شد.

نکات ستارهٔ دریایی

- ستارهٔ دریایی جانوری **بی‌مهره** با اسکلت آب‌ایستایی و دارای دفاع غیراختصاصی است. از سال دهم به یاد دارید که این جاندار ساده‌ترین آبشش‌ها را به صورت پراکنده و کوچک در زیر برجستگی‌های قسمت‌های پوست خود دارد. این برجستگی‌ها از زیر با هم در ارتباط هستند.
- ساده‌ترین آبشش‌ها، برجستگی‌های کوچک و پراکندهٔ پوستی هستند، مانند آبشش‌های ستارهٔ دریایی. در سایر بی‌مهرگان مثل سخت‌پوستان، آبشش‌ها به **نواحی خاص** محدود می‌شوند.
- ستارهٔ دریایی، کرم خاکی و دوزیستان بالغ، گازهای تنفسی را از طریق پوست خود به محیط درونی وارد می‌کنند.
- یاخته‌های پوست از یاخته‌های برجستگی بزرگ‌تر هستند؛ ولی هر دو نوع یاخته به شکل مکعبی می‌باشند.
- 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 لایه یاخته‌ای، مبادله می‌شود. قسمتی که گازها از آن طریق تبادل دارند، کمترین فاصلهٔ مایعات و سطح بدن را مشاهده می‌کنیم.
- ستارهٔ دریایی بالغ، نارنجی رنگ ولی لارو آن شفاف می‌باشد. ستاره دریایی خون و رگ خونی ندارد و تقارن ۵ شعاعی ستاره‌ای دارد.
- در سایر بخش‌های پوست که برجستگی‌های آبششی حضور ندارند، پوست و دیوارهٔ گردش مواد به یکدیگر متصل نیستند.



«ساده‌ترین آبشش در ستارهٔ دریایی»

۲۰۷۵ (۳) خط دوم دفاعی بدن، شامل سازوکارهایی است که بیگانه‌ها را بر اساس ویژگی‌های **عمومی** آن‌ها شناسایی می‌کند و بنابراین جزء دفاع غیراختصاصی است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** خط دوم دفاعی بدن، برای اولین‌بار توانایی **شناسایی** عوامل **بیگانه از خودی** را پیدا کرده است. **گزینهٔ (۲):** همهٔ گویچه‌های سفید در خط دوم دفاعی بدن شرکت ندارند مانند لنفوسیت‌های B و T که ویژهٔ دفاع اختصاصی هستند (اینکه در ادامه می‌خوانید اینترفرون نوع اول توسط هر یاخته‌ای ترشح می‌شود مربوط به پروتئین‌ها می‌شود نه گویچه‌های سفید!). **گزینهٔ (۴):** بیگانه‌خوارها در این خط حضور دارند و در **جای‌جای** بدن انسان دیده می‌شوند.

۲۰۷۶ (۲) مچنیکوف خرده‌های ریزی از خارهای گل رز را به **زیرپوست** لارو (نه روی آن) وارد کرد و مشتاقانه منتظر ماند. او درست حدس زده بود. تا صبح فردا، این یاخته‌های آمیبی‌شکل، اثری از خرده‌ها باقی نگذاشته بودند. مچنیکوف این یاخته‌ها را بیگانه‌خوار نامید. دقت کنید که پوست لارو ستارهٔ دریایی نخستین خط دفاعی بدن اوست.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بیگانه‌خوارها در دومین خط دفاعی بدن انسان قرار دارند. **گزینهٔ (۳):** یاخته‌هایی که مچنیکوف مشاهده کرد، حرکات آمیبی‌شکل داشتند. **گزینهٔ (۴):** بیگانه‌خوارهایی که مچنیکوف مشاهده کرد، بیگانه‌ها را براساس ویژگی‌های عمومی شناسایی کرده و آن‌ها را می‌خوردند. ستارهٔ دریایی دفاع اختصاصی ندارد.

۲۰۷۷ (۲) **درشت‌خوارها** در حبابک‌های تنفسی و کبد و طحال، به‌طور ویژه در کتاب درسی معرفی شده‌اند (هر چند ماستوسیت‌ها و یاخته‌های دندریتی نیز در دستگاه تنفس حضور دارند اما درون حبابک نیستند). درشت‌خوار، می‌تواند در اندام‌های مختلف از جمله گره‌های لنفاوی، حضور داشته باشد و با میکروب‌ها مبارزه کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** درشت‌خوار یاخته‌های مردهٔ بافت‌ها یا بقایای آن‌ها را از بین می‌برد. این یاخته می‌تواند در **طحال و کبد**، گویچه‌های قرمز مرده را پاکسازی کند. **گزینهٔ (۳):** یاختهٔ بیگانه‌خوار دارینه‌ای، در بخش‌هایی از بدن که با بیرون در ارتباط‌اند مانند پوست و لولهٔ گوارش **به فراوانی** (نه فقط!) یافت می‌شود. ولی دقت کنید که اگر در سطح پوست یا مخاط بودند که در خط اول دفاعی قرار داشتند. پس در لابه‌لای یاخته‌های اپیدرم، درم و مخاط می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** یاختهٔ دارینه‌ای، برای ارائه بخش‌هایی از میکروب، به گره لنفاوی نزدیک می‌رود. دقت کنید که این یاخته، این عمل را **ضمن بیگانه‌خواری** انجام می‌دهد.

۲۰۷۸ (۱) فقط مورد (ه) صحیح است.

بررسی موارد (الف) یاختهٔ بیگانه‌خوار دارینه‌ای، با قرار دادن بخش‌هایی از میکروب در سطح خود، میکروب را به یاخته‌های ایمنی **گره‌های لنفاوی** ارائه می‌دهد. (ب) ماستوسیت‌ها **همانند** یاخته‌های دارینه‌ای (منشأ از مونوسیت به عنوان WBC خون دارند.)، در بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط‌اند به فراوانی یافت **می‌شوند.** (ج) هیستامین رهاشده از ماستوسیت‌ها، رگ‌ها را گشاد و سبب افزایش **جریان خون** و حضور بیشتر گویچه‌های **سفید** می‌شود. (نه هر گویچهٔ خونی) (د) هیستامین مترشحه از **ماستوسیت** سبب افزایش نفوذپذیری رگ‌ها و افزایش نشت پلاسمای حاوی پروتئین‌های دفاعی به خارج رگ می‌شود. (ه) در بین بیگانه‌خوارهای معرفی شده در کتاب درسی، فقط نوتروفیل‌ها **گویچهٔ سفید** محسوب می‌شوند.

۲۳۴ بیگانه‌خوارها

بیگانه‌خوارها	مشخصات ظاهری	منشأ	مکان	ویژگی‌ها
درشت‌خوار	درشت و دارای زوائد سیتوپلاسمی متغیر	مونوسیت	در جای جای بدن به‌جز خون حضور دارند.	بیگانه‌خواری و از بین بردن یاخته‌های مرده و بقایای آن‌ها
دارینه‌ای (دندریتی)	درشت و دارای زوائد سیتوپلاسمی ثابت	مونوسیت	بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط‌اند و اندام‌ها و گره‌های لنفی	بیگانه‌خواری و ارائه آنتی‌ژن به یاخته‌های ایمنی غیرفعال
ماستوسیت	سیتوپلاسم دانه‌دار واجد هیستامین	در کتاب نیست	بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط‌اند.	بیگانه‌خواری و آزادسازی هیستامین در التهاب و حساسیت
نوتروفیل	هسته چندقسمتی و سیتوپلاسم دانه‌های ریز و روشن	یاختهٔ بنیادی میلوئیدی	خون و سایر بافت‌ها و لنف	گویچهٔ سفید بیگانه‌خوار خونی است. در التهاب نقش دارد.
سرتولی	بزرگ و دارای هسته درشت	در کتاب نیست	دیوارهٔ لولهٔ اسپرم‌ساز مردان	بیگانه‌خواری و تسهیل اسپرم‌زایی

۲۰۷۹ (۲) شکل مربوط به یاختهٔ درشت‌خوار درحال بیگانه‌خواری می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** درشت‌خوارها توانایی بیگانه‌خواری یاخته‌های مرده، آسیب دیده، میکروب‌ها، ترکیبات مضر برای بدن و ... را دارند. **گزینهٔ (۲):** اینترفرون نوع ۲ و پرفورین که از لنفوسیت‌های کشندهٔ طبیعی ترشح می‌شوند، توانایی فعال کردن درشت‌خوارها را در بافت دارند. **گزینهٔ (۴):** این یاخته‌ها در حبابک دیده می‌شوند ولی از یاخته‌های دیوارهٔ حبابک به حساب نمی‌آیند. **گزینهٔ (۴):** درشت‌خوارها می‌توانند حاصل تمایز مونوسیت‌ها باشند که هسته‌ای خمیده یا لوبیایی‌شکل دارند.

نکات درشت‌خوارها در طراحی تست

- منشأ آن‌ها از یاختهٔ **مونوسیتی** خونی است که از رگ خونی خارج و با تغییر شکل حجیم شده‌اند. (منشأ اصلی **میلوئیدی** از مغز استخوان دارند.)
- مسئول بیگانه‌خواری میکروب‌ها، یاخته‌های مرده یا بقایای آن‌ها و ذرات گرد و غبار در خارج از خون در بافت می‌باشند.
- در حبابک‌های **ششی** مسئول بیگانه‌خواری باکتری‌ها می‌باشند و ذرات گرد و غباری که از مخاط مژک‌دار گریخته‌اند را، نابود می‌کنند، توانایی حرکت نیز دارند ولی جزء یاخته‌های **دیوارهٔ حبابک** طبقه‌بندی **نمی‌شوند**.
- درشت‌خوارهای موجود در **کبد** و **طحال**، گویچه‌های قرمز مردهٔ تخریب شده را پاکسازی می‌کنند.
- این یاخته‌ها پس از عمل اینترفرون نوع ۲، پادتن‌ها (دفاع اختصاصی)، پرفورین‌ها و آنزیم‌های مرگ برنامه‌ریزی شده و پروتئین‌های مکمل نیز به تکمیل دفاع کمک می‌کنند.
- این یاخته‌ها در التهاب به همراه یاخته‌های دیوارهٔ مویرگ، توانایی تولید **پیک شیمیایی** برای فراخوان گویچه‌های سفید به ناحیه دارند.
- پس از عمل اینترفرون نوع ۱ فعال نمی‌شوند.

۲۰۸۰ (۴) نوتروفیل‌ها طی تراگذری از دیوارهٔ مویرگ‌های خونی عبور می‌کنند. این یاخته‌ها مانند اغلب یاخته‌های جانوری از جمله لنفوسیت‌ها، حاوی اندامکی به نام لیزوزوم هستند که ریزکیسه‌ای برای هضم یا گوارش درون یاخته‌ای می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** درشت‌خوارها و یاخته‌های دارینه‌ای، دارای رشته‌های سیتوپلاسمی بزرگ بیرون‌زده هستند؛ ولی فقط درشت‌خوارها، در **طحال**، مولکول‌های پیر خون را پاکسازی می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** هیستامین همانند کربن‌دی‌اکسید باعث گشاد شدن رگ‌ها شده و از ماستوسیت‌های آسیب‌دیده آزاد می‌شود. هیستامین در التهاب گویچه‌های سفید را فرا نمی‌خواند بلکه با گشاد کردن رگ‌ها و افزایش اندازهٔ منافذ دیوارهٔ آن‌ها، نشت خوناب را از مویرگ بیشتر می‌کند. **گزینهٔ (۴):** یاخته‌های دارینه‌ای با قسمت‌هایی از میکروب در سطح خود، یاخته‌های ایمنی در گره لنفی را فعال می‌کنند. (ولی قسمت اول در مورد نوتروفیل می‌باشد.)

۲۰۸۱ (۲) انواع بیگانه‌خوارهای بدن انسان: (۱) درشت‌خوارها (۲) یاخته‌های دارینه‌ای (۳) ماستوسیت‌ها (۴) نوتروفیل‌ها (۵) یاخته‌های سرتولی در بیضهٔ مردان (این یاخته‌ها از لحاظ علمی نوعی درشت‌خوار به حساب می‌آیند که البته این تغییری در سؤال ایجاد نخواهد کرد!). از بین این یاخته‌ها نوتروفیل‌ها در از بین بردن میکروب‌های داخل خون نقش دارند؛ این یاخته‌ها در صورت نیاز می‌توانند با انجام فرایند دیاپدز که در این حین شکل هسته نیز تغییر می‌کند از خون وارد فضای بافت‌ها شوند و در آنجا به بیگانه‌خواری بپردازند. *(راستی در شکل ببینید که دیاپدز از مویرگ پیوسته هم رخ می‌دهد.)*

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** درشت‌خوارها و یاخته‌های دارینه‌ای از تغییر شکل مونوسیت‌ها به دست می‌آیند. درشت‌خوارها در خط سوم دفاعی بدن انسان در از بین بردن میکروب‌هایی که توسط پادتن غیرفعال شده‌اند نقش دارد ولی عمل آن‌ها مربوط به خط دوم دفاعی به‌طور غیراختصاصی است. یاخته‌های دارینه‌ای هم با ارائهٔ قسمتی از یک میکروب به لنفوسیت‌ها، آن‌ها را فعال می‌نماید. **گزینهٔ (۲):** در فصل ۷ می‌خوانید که یاخته‌های سرتولی در تماس با یاخته‌های هاپلوئید لولهٔ اسپرم‌ساز قبل اسپرماتوسیت ثانویه قرار می‌گیرند؛ سرتولی دارای گیرنده برای هورمون *FSH* هیپوفیز پیشین می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** یاخته‌های دارینه‌ای و ماستوسیت‌ها در بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط است، به فراوانی یافت می‌شوند. یاخته‌های دارینه‌ای با کمک به فعال کردن لنفوسیت‌ها و ماستوسیت‌ها هم با رهاکردن هیستامین و افزایش جریان خون در مواقع مورد نیاز به بخش‌های دیگر ایمنی هم کمک می‌نمایند.

۲۰۸۲ (۳) **بررسی موارد** (الف) **نادرست.** هر بیگانه‌خواری به‌جز نوتروفیل، همیشه در خارج خون است ولی ماستوسیت و یاختهٔ دارینه‌ای در پوست و لولهٔ گوارش فراوان می‌باشند. (مثلاً در مورد سرتولی و درشت‌خوار نادرست است). (ب) **نادرست.** قسمت اول در مورد ماستوسیت و یاختهٔ دارینه‌ای است ولی قسمت دوم فقط در مورد هیستامین حاصل از ماستوسیت صحیح است. (ج) **نادرست.** ائوزینوفیل هستهٔ دو قسمتی دمبلی دارد که اصلاً بیگانه‌خواری نیست. (د) درست. در مورد یاختهٔ دارینه‌ای منظور است که کاملاً صحیح می‌باشد.

۲۰۸۳ (۴) خروج هیستامین با مکانیسم **برون‌رانی** و مانند خروج ناقل عصبی از پایانهٔ آکسون می‌باشد (درستی گزینهٔ (۴)) ولی گزینه‌های (۱) و (۳) بدون صرف انرژی و گزینهٔ (۲) با انتقال فعال است (نه با برون‌رانی!!). *(این سؤال را آوردم تاجوابی بدم به افرادی که الکی به رهاشدن و ترشح شدن در تست‌ها گیر می‌دهند!)*

۲۰۸۴ (۴) *(این سؤال دیگه واقعاً متن کتاب رو آورده تا عقل و چشم شما رو آزمایش کنه!)* نسفهٔ درستش اینه: یافته‌های اولیه نشان داد که در جریان بیماری‌های **میکروبی**، تعداد گویچه‌های سفید بدن افزایش می‌یابند. با **پیشرفت روش‌های رنگ آمیزی و کار با میکروسکوپ**، دانشمندان متوجه شدند که گویچه‌های سفید علاوه‌بر خون، در بافت‌ها نیز حضور دارند. به فرایند عبور گویچه‌های سفید از دیوارهٔ مویرگ‌ها و ورود به **بافت** (نه خون!)، دیاپدز می‌گویند. دیاپدز از ویژگی‌های **همهٔ** گویچه‌های سفید است. خط آخر در مورد لنفوسیت *B* صحیح است؛ ولی دقت کنید که در این خط دفاعی روش‌های مختلفی برای دفاع گویچه‌های سفید متنوع وجود دارد.

۲۰۸۵ (۳) **بازوفیل‌ها**، دانه‌هایی حاوی هیستامین و هپارین (ضد انعقاد خون) دارند. بازوفیل‌ها همانند ماستوسیت‌ها (گفتار ۳): به مواد **حساسیت‌زا** پاسخ می‌دهند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نوتروفیل‌ها، به نیروی واکنش سریع تشبیه می‌شوند و چابک‌اند اما **مواد دفاعی زیادی حمل نمی‌کنند. گزینهٔ (۲):** ائوزینوفیل‌ها محتویات دانه‌های خود را به روی انگل‌ها می‌ریزند اما دقت کنید که **الزاماً وارد مبارزه با هر نوع انگل نمی‌شوند!** ائوزینوفیل با عوامل بیماری‌زای بزرگی که قابل فاگوسیتوز نیستند مبارزه می‌کند مانند کرم‌های انگل. انگل‌های کوچکی که قابل بیگانه‌خواری هستند (مانند تک‌یاخته‌ای عامل مالاریا) با بیگانه‌خواری نوتروفیل‌ها از بین می‌روند. **گزینهٔ (۴): همهٔ** گویچه‌های سفید از جمله نوتروفیل‌ها نیز می‌توانند با دیاپدز خود را به عوامل بیگانه بافت‌ها برسانند اما **فقط مونوسیت‌ها** پس از خروج از خون به بیگانه‌خوارهایی مثل درشت‌خوار یا یاختهٔ دارینه‌ای تبدیل می‌شوند.

گویچه‌های سفید	نام			هسته	سیتوپلاسم	فاگوسیتوز (بیگانه‌خواری)	توانایی تقسیم شدن	منشأ اولیه	درون‌بری یا برون‌رانی
دانه‌دار	نوتروفیل			چندقسمتی	دارای دانه‌های روشن و ریز	بله	خیر	یاختهٔ بنیادی میلوئیدی	درون‌بری برای بیگانه‌خواری
	بازوفیل			دوقسمتی روی هم افتاده	دارای دانه‌های تیره و درشت	خیر	خیر		برون‌رانی هیستامین و هپارین
	ائوزینوفیل			دو قسمتی دمبلی شکل	دارای دانه‌های روشن و درشت	خیر	خیر		برون‌رانی محتویات دانه‌های خود روی انگل
بدون دانه	مونوسیت			تکی خمیده یا لوبیایی	بدون دانه	خیر	خیر (اما تمایز می‌یابد)		.....
	لنفوسیت	کشندهٔ طبیعی		تکی گرد یا بیضی	بدون دانه	خیر	خیر	یاختهٔ بنیادی لنفوئیدی	برون‌رانی پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده و اینترفرون نوع ۲
		B	اولیه				بله		.....
			خاطره				بله		.....
			پادتن‌ساز				خیر		برون‌رانی پادتن
		T	اولیه				بله		برون‌رانی اینترفرون نوع ۲
			خاطره				بله		برون‌رانی اینترفرون نوع ۲
			T کشنده				خیر		برون‌رانی پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده و اینترفرون نوع ۲
			T کمک کننده				.....		برون‌رانی اینترفرون نوع ۲

۲۰۸۶ (۳) منظور سؤال از یاختهٔ چابک، همان نوتروفیل است! با شکل برای بیگانه‌خواری عوامل بیگانه، شکل سه‌بعدی این یاخته‌ها تغییر پیدا کرده و فرورفتگی‌هایی در غشای آن مشاهده می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نوتروفیل‌ها دارای یک هستهٔ چندقسمتی هستند؛ ولی شکل دمبلی هسته مربوط به ائوزینوفیل می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** در سیتوپلاسم نوتروفیل‌ها دانه‌های ریز دیده می‌شوند ولی مواد دفاعی زیادی حمل نمی‌کنند. **گزینهٔ (۴):** این ویژگی مخصوص بیگانه‌خوارهایی مانند یاخته‌های دارینه‌ای و ماستوسیت‌ها می‌باشد.

۲۰۸۷ (۳) مونوسیت‌ها هستهٔ تک‌قسمتی لوبیایی‌شکل دارند و همانند درشت‌خوارها دارای **درازترین** زوائد سیتوپلاسمی بیرون‌زده از غشا هستند. البته زوائد درشت‌خوارها متغیر بوده و هنگام بیگانه‌خواری تغییر می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بازوفیل‌ها هستهٔ دوقسمتی روی هم افتاده دارند و هپارین که نوعی مادهٔ **ضد انعقاد خون** است را تولید می‌کنند. پلاکت‌ها و یون‌های کلسیم در **ایجاد لختهٔ خون** نقش دارند. **گزینهٔ (۲):** ائوزینوفیل‌ها سیتوپلاسمی با دانه‌های روشن و درشت دارند. ائوزینوفیل‌ها با برون‌رانی مواد روی لارو انگل مبارزه می‌کنند. ولی بیگانه‌خوار نیستند و انگل‌ها را درون‌بری (فاگوسیتوز) نمی‌کنند. **گزینهٔ (۴):** نوتروفیل‌ها سیتوپلاسمی با دانه‌های روشن ریز دارند و **همانند** ماستوسیت‌ها هنگام بیگانه‌خواری از وسعت غشای آن‌ها کاسته می‌شود. (قید "برخلاف" غلط است)

۲۰۸۸ (۴) در خط دوم ایمنی بدن انسان، ائوزینوفیل‌ها و نوتروفیل، گویچه‌های سفید با دانه‌های روشن و مونوسیت‌ها و یاخته‌های کشندهٔ طبیعی (نوعی لنفوسیت) گویچه‌های سفید بدون دانه می‌باشند. همهٔ این یاخته‌ها می‌توانند در صورت آلوده شدن به ویروس، به ترشح اینترفرون **نوع یک** بپردازند. این پروتئین در مقاوم کردن یاخته‌های سالم مجاور به ویروس نقش دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ائوزینوفیل‌ها با آزاد کردن محتویات دانه‌های خود در مبارزه با عوامل بیماری‌زای بزرگ مانند کرم‌های انگل نقش دارند. نوتروفیل‌ها تنها می‌توانند عوامل بیماری‌زای کوچک‌تر را با بیگانه‌خواری از بین ببرند. **گزینهٔ (۲):** یاخته‌های کشندهٔ طبیعی به مبارزه با یاخته‌های سرطانی و آلوده به ویروس می‌پردازند. دقت کنید که یاخته‌های سرطانی و آلوده به ویروس، میکروب بیگانه نیستند! **گزینهٔ (۴):** همهٔ گویچه‌های سفید می‌توانند به کمک فرایند دیاپدز و با تغییر شکل خود از فضای بین یاخته‌های پوششی عبور نمایند.

۲۰۸۹ (۲) برای مبارزه با یاختهٔ هدف، لنفوسیت‌های کشندهٔ طبیعی، محتویات ریزکیسه‌های حاوی آنزیم و پرفورین را با برون‌رانی و مصرف انرژی زیستی از خود خارج می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لنفوسیت‌های کشندهٔ طبیعی جزء دفاع غیراختصاصی بدن می‌باشند و فاقد گیرنده‌های **آنتی‌ژنی** بر روی غشای خود هستند. گیرندهٔ آنتی‌ژنی ویژهٔ دفاع اختصاصی در لنفوسیت B و T می‌باشد. **گزینهٔ (۳):** لنفوسیت‌ها فاقد دانه در سیتوپلاسم خود می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** لنفوسیت‌های کشندهٔ طبیعی می‌توانند منجر به مرگ یاخته‌های سرطانی و یا یاخته‌های آلوده به ویروس در بدن انسان شوند.

۲۰۹۰ (۳) فقط مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** هیچ یک از یاخته‌های خونی دارای چندین هسته نمی‌باشند. (به هسته**های** دقت کنید!) (ب) **نادرست.** ائوزینوفیل‌ها و بازوفیل‌ها دارای هستهٔ دوقسمتی می‌باشند. تنها بازوفیل‌ها توانایی ترشح هپارین که نوعی مادهٔ ضدانعقادی است را دارند. (ج) درست. ائوزینوفیل‌ها و نوتروفیل‌ها دارای دانه‌های روشن در سیتوپلاسم خود می‌باشند. ائوزینوفیل‌ها در از بین بردن انگل‌ها و نوتروفیل‌ها با بیگانه‌خواری، توانایی از بین بردن یاخته‌های بیگانه برای بدن را دارند. (د) **نادرست.** ائوزینوفیل‌ها دارای **هسته‌ای** دوقسمتی و دمبلی‌شکل می‌باشند. (نه دانه دمبلی!) این یاخته‌ها در مبارزه علیه انگل‌ها نقش دارند.

۲۰۹۱ (۱) یاخته‌های دارینه‌ای را می‌توان در قسمت‌هایی که با محیط بیرون در ارتباط‌اند (مانند پوست)، بیشتر یافت. مطابق با شکل زیر یاخته‌های دارینه‌ای که در پوست موجوداند می‌توانند در لایهٔ بیرونی پوست (اپیدرم) حضور داشته باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** مونوسیت‌ها فاقد سیتوپلاسم دانه‌دار و دارای منشأ میلوئیدی می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** ائوزینوفیل‌ها و بازوفیل‌ها دارای هستهٔ دو قسمتی‌اند که ائوزینوفیل‌ها با توجه به شکل کتاب درسی قطری کمتر از **۱۵ میکرومتر** دارند. **گزینهٔ (۴):** هر گویچهٔ سفید توانایی دیاپدز دارد و می‌تواند به بافت‌های مختلف، از جمله گره‌های لنفی نیز وارد شود و در آنجا فعالیت کند.

مروری بر گویچه‌های سفید (۲۳۶)

هر گویچهٔ سفیدی که	نوع
هستهٔ چندقسمتی دارد	نوتروفیل
هستهٔ دوقسمتی دارد	بازوفیل و ائوزینوفیل
تک‌هسته‌ای است	همه
هستهٔ تک‌قسمتی دارد	مونوسیت و لنفوسیت
سیتوپلاسمی دانه‌دار دارد	نوتروفیل، ائوزینوفیل و بازوفیل
سیتوپلاسمی بدون دانه دارد	مونوسیت و لنفوسیت
سیتوپلاسمی با دانه‌های روشن دارد	ائوزینوفیل و نوتروفیل
سیتوپلاسمی با دانه‌های تیره دارد	بازوفیل

هر نوع یاختهٔ خونی بدون هستهٔ چندقسمتی ← لنفوسیت، مونوسیت و گویچهٔ قرمز

۲۰۹۲ (۳) موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** فرایند دیاپدز از فضای بین یاخته‌های مویرگ رخ می‌دهد (نه منافذ غشای یاخته‌های آن). (ب) درست. مثل اینترفرون ۱.
(ج) **نادرست.** ائوزینوفیل دارای دانه‌های درشت و روشن است. (د) **نادرست.** درشت‌خوار وارد خون نمی‌شود که بخواهد خارج شود!

۲۰۹۳ (۴) یاخته‌های (۱) و (۲) به ترتیب مونوسیت و ائوزینوفیل می‌باشند. درشت‌خوارها و یاخته‌های دارینه‌ای حاصل دیاپدز و تغییر شکل مونوسیت‌ها هستند که هر دو می‌توانند در مجاورت یاخته‌های بافت پوششی پوست مشاهده شوند زیرا این بافت در اندام‌های بدن وجود دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** عوامل بیماری‌زای بزرگ‌تری مثل کرم‌های انگل قابل بیگانه‌خواری نیستند. ائوزینوفیل‌ها محتویات دانه‌های خود را بر **روی** انگل‌ها می‌ریزند. (نه درون آن‌ها!) **گزینهٔ (۲):** درشت‌خوارها جزء یاخته‌های دیوارهٔ حبابک‌ها محسوب نمی‌شوند. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید ائوزینوفیل‌ها دارای دانه‌های **روشن** و درشت در سیتوپلاسم خود هستند (نه در هسته!).

۲۰۹۴ (۱) همهٔ موارد نادرست‌اند. **یاختهٔ کشندهٔ طبیعی**، لنفوسیت دفاع غیراختصاصی است.

بررسی موارد (الف) یاختهٔ کشندهٔ طبیعی، **یاختهٔ آلوده به ویروس** را نابود می‌کند (نه خود ویروس را!). (ب) می‌تواند **به دنبال اتصال به یاختهٔ سرطانی**، با ترشح پروتئینی به نام پرفورین، منفذی در غشای آن ایجاد کند. (ج) **پس** از ایجاد منفذ توسط پرفورین، با وارد کردن آنزیمی به یاخته، سبب **مرگ برنامه‌ریزی شدهٔ** آن می‌شود.
(د) یاختهٔ کشندهٔ طبیعی کاری به **باکتری‌ها** ندارد و فقط به یاخته‌های **خودی** سرطانی شده یا آلوده به ویروس حمله می‌کند.

۲۰۹۵ : ۱) سؤال در مورد درشت‌خوارها یا یاخته‌های دارینه‌ای است که از تمایز مونوسیت‌ها با هستهٔ لوبیایی ایجاد می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مورد اثر و کمک درشت‌خوارها در از بین بردن یاختهٔ سرطانی صحیح است. **گزینهٔ (۲):** هستهٔ این یاخته‌ها همگی تک‌قسمتی است. **گزینهٔ (۴):** درشت‌خوارها دارای زوائد سیتوپلاسمی هستند. **گزینهٔ (۴):** شروع تنفس یاخته‌ای با قندکافت و بی‌هوازی بدون نیاز به اکسیژن می‌باشد.

۲۰۹۶ : ۳) ائوزینوفیل‌ها، گویچه‌های سفید دانه‌دار مؤثر در مبارزه علیه انگل‌ها می‌باشند؛ که مانند همهٔ گویچه‌های سفید خون توانایی دیاپدز (تراگذری) دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لنفوسیت‌ها فاقد دانه و دارای هستهٔ بزرگ هستند از طرفی یاختهٔ کشندهٔ طبیعی، لنفوسیتی است که در مبارزه علیه یاخته‌های آلوده به ویروس و سرطانی مؤثر است و همانند نوتروفیل‌ها آنتی‌ژن میکروب را در سطح خود قرار نمی‌دهند *(تبلیغ کردن آنتی ژن میکروب‌ها، کار یاخته‌های دارینه‌ای است)*. **گزینهٔ (۲):** یاختهٔ کشندهٔ طبیعی و مونوسیت، گویچه‌های سفید خط دوم دفاعی هستند که فاقد دانه می‌باشند. همچنین یاختهٔ کشندهٔ طبیعی، در مبارزه علیه یاخته‌های آلوده به ویروس و سرطانی مؤثر است، و با باکتری کاری ندارد! **گزینهٔ (۴):** هیچ یاختهٔ دانه‌داری در مرگ برنامه‌ریزی شده نقش ندارد. فعال کردن مرگ برنامه ریزی شده وظیفهٔ لنفوسیت *T* کشنده و یاختهٔ کشنده طبیعی است.

۲۳۷ بررسی ساختار گویچه‌های سفید

نام	هسته	سیتوپلاسم	منشأ	ویژگی ظاهری
بازوفیل	دوقسمتی روی هم افتاده	دارای دانه‌های تیره	یاختهٔ بنیادی میلوئیدی	کوچک‌ترین گویچهٔ دانه‌دار
ائوزینوفیل	دوقسمتی دمبلی	دارای دانه‌های روشن درشت	یاختهٔ بنیادی میلوئیدی	کوچک‌تر از ۱۵ میکرومتر
نوتروفیل	چندقسمتی	دارای دانه‌های روشن ریز	یاختهٔ بنیادی میلوئیدی	هسته‌ای با بیشترین قسمت‌ها
مونوسیت	تکی خمیده یا لوبیایی	بدون دانه	یاختهٔ بنیادی میلوئیدی	بزرگ‌ترین گویچهٔ سفید
لنفوسیت	تکی گرد یا بیضی	بدون دانه	یاختهٔ بنیادی **لنفوئیدی**	کوچک‌ترین گویچهٔ سفید

۲۰۹۷ : ۴) در دفاع غیراختصاصی فقط گویچه‌های سفید که یک **نوع یاختهٔ خونی** هستند نقش دارند (دقت کنید که وقتی در تستی اشاره به انواع یاختهٔ خونی می‌کند، هر گویچهٔ سفید را به عنوان یک نوع یاختهٔ خونی در نظر می‌گیریم).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** از آنجا که بیگانه‌خوارها در جای‌جای بدن هستند، پس در محل تولید و بلوغ لنفوسیت‌ها (مغز استخوان و تیموس) نیز وجود دارند و در برخورد با میکروب فعال می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** در مورد وجود آنزیم **لیزوزیم**، در اشک و مادهٔ مخاطی صحیح است. **گزینهٔ (۴):** در مورد دیاپدز هر گویچهٔ سفید از جمله لنفوسیت‌ها صحیح می‌باشد.

۲۰۹۸ : ۴) فقط مورد (الف) صحیح است.

بررسی موارد (الف) **درست.** پروتئین‌های مکمل، گروهی از پروتئین‌های **محلول** در پلاسما هستند که در فرد غیرآلوده به صورت غیرفعال‌اند (این پروتئین‌ها در فشار اسمزی خونابِ همواره مؤثرند!). (ب) نادرست. نحوهٔ فعال شدن پروتئین‌های مکمل بدین‌گونه است که **ابتدا یکی از آن‌ها فعال می‌شود و سپس با برخورد فیزیکی به مشابه خود، دیگری را فعال می‌کند** و به همین ترتیب ادامه می‌یابد. (ج) نادرست. نکتهٔ مهم این است که دقت کنید! **پرفورین اثری بر غشای میکروب ندارد** بلکه غشای یاختهٔ سرطانی یا آلوده به ویروس را سوراخ می‌کند ولی پروتئین مکمل **غشای میکروبی** مثل باکتری (نه ویروس که زنده نیست!) را سوراخ می‌کند. (د) نادرست. دقت کنید! پرفورین در نهایت سبب تسریع **بیگانه‌خواری یاختهٔ سرطانی یا آلوده به ویروس** می‌شود نه بیگانه‌خواری خود میکروب! و با توجه به شکل ۷، ابتدا یاختهٔ مرده توسط درشت‌خوار تکه‌تکه شده و سپس هر تکه را بیگانه‌خواری می‌کند.

۲۰۹۹ : ۳) پرفورین باعث ایجاد راهی برای ورود آنزیم القاکنندهٔ مرگ برنامه‌ریزی شده به داخل یاخته می‌شود. پروتئین‌های مکمل نیز عملکرد غشا را از بین می‌برند و باعث نشت مواد یاخته به بیرون می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید پرفورین تنها می‌تواند بر روی غشای یاخته‌های آلوده به ویروس و سرطانی ایجاد منفذ کند، نه میکروب‌ها! **گزینهٔ (۲):** هر دوی این پروتئین‌ها ساختاری منفذ مانند را در میان مولکول‌های فسفولیپیدی غشا ایجاد می‌کنند ولی ایجاد **حلقه** بیشتر شامل کار پروتئین‌های مکمل می‌شود. **گزینهٔ (۴):** پرفورین در نهایت باعث مرگ یاختهٔ هدف خود می‌شود که این یاخته در نهایت توسط درشت‌خوارها بیگانه‌خواری می‌شود. پروتئین‌های مکمل نیز باعث آسان‌تر شدن بیگانه‌خواری میکروب هدف می‌شوند.

۲۳۸ مقایسهٔ پروتئین‌های مکمل و پرفورین

موارد مقایسه	پروتئین‌های مکمل	پرفورین
فعالیت	ایجاد منفذ در غشای میکروب	ایجاد منفذ در غشای یاختهٔ آلوده به ویروس و سرطانی و ایجاد منفذ در غشای یاختهٔ بیگانه پیوند زده شده
گردش در جریان خون فرد سالم	بله	خیر
کجا؟	در خوناب و مایع بین یاخته‌ای و لنف	درون یاختهٔ کشندهٔ طبیعی، لنفوسیت *T* کشنده و در غشای یاختهٔ هدف
قبل از ورود عوامل بیماری‌زا ساخته می‌شود؟	بله (غیرفعال) – آنزیم نمی‌باشد	بله (ترشح نمی‌شود) – آنزیم نمی‌باشد.
به چه حالت‌هایی در بدن دیده می‌شود؟	فعال یا غیرفعال	به یک صورت در صورت ترشح فعال است.
به‌طور مستقیم باعث از بین بردن یاختهٔ هدف می‌شود؟	بله	خیر نیاز به آنزیم مرگ برنامه‌ریزی دارد.
با کمک چه رناتن‌هایی ساخته می‌شود؟	متصل به شبکهٔ آندوپلاسمی	متصل به شبکهٔ آندوپلاسمی
ژن آن در چه یاخته‌هایی بیان می‌شود؟	کتاب نگفته!	یاختهٔ کشندهٔ طبیعی و *T* کشنده
ژن آن در چه یاخته‌هایی وجود دارد؟	همهٔ یاخته‌های هسته‌دار موجود در بدن	همهٔ یاخته‌های هسته‌دار موجود در بدن

۲۱۰۰ : ۴) در التهاب ماستوسیت‌های آسیب دیده هیستامین را ترشح می‌کنند. ماستوسیت‌ها نوعی بیگانه‌خوار هستند و می‌توانند با احاطه کردن عوامل بیگانه شروع به از بین بردن آن‌ها کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۲):** پرفورین و پروتئین‌های مکمل در این خط دفاعی توانایی ایجاد منفذ در یاخته را دارند. تنها در ادامهٔ اثر پرفورین‌ها مرگ برنامه‌ریزی شده در یاخته‌های هدف رخ می‌دهد. پروتئین‌های مکمل، توسط یاخته‌های لنفوسیتی تولید و ترشح نمی‌شوند. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که مونوسیت‌ها تنها در خون حضور دارند و در صورت خروج از خون طی تمایز به یاخته‌های دارینه‌ای **یا** درشت‌خوارها تبدیل می‌شوند (مونوسیت برای این کار تقسیم نمی‌شود بلکه به یکی از آن‌ها تمایز می‌یابد).

۲۱۰۱ **(۱)** پروتئین‌های مکمل و پرفورین هر دو سبب ایجاد منفذ در غشای یاخته می‌شوند. یاختهٔ کشندهٔ طبیعی با ترشح پروتئینی به نام پرفورین منفذی در غشای یاختهٔ آلوده به ویروس یا سرطانی ایجاد می‌کند. سپس با وارد کردن آنزیمی به درون یاخته، باعث مرگ برنامه‌ریزی شدهٔ یاخته می‌شود. پس از مرگ یاختهٔ آلوده به ویروس و یا سرطانی در پی فعالیت یاختهٔ کشندهٔ طبیعی، قطعات یاختهٔ مرده توسط درشت‌خوار، بیگانه‌خواری می‌شود. همچنین قرار گرفتن پروتئین‌های مکمل روی میکروب، باعث می‌شود که میکروب از بین برود و سپس بیگانه‌خواری آسان‌تر انجام شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** پروتئین‌های مکمل فعال شده به کمک یکدیگر، ساختارهای حلقه‌مانندی را در غشای میکروب‌ها ایجاد می‌کنند که مشابه یک روزنه عمل می‌کند. این منافذ عملکرد غشای یاخته‌ای میکروب را در کنترل ورود و خروج مواد از بین می‌برند و سرانجام یاخته می‌میرد. اما یاختهٔ کشندهٔ طبیعی با ترشح پروتئینی به نام پرفورین منفذی در غشای یاخته ایجاد می‌کند. سپس با وارد کردن آنزیمی به درون یاخته، باعث مرگ برنامه‌ریزی شدهٔ یاخته می‌شود. **گزینهٔ (۳):** پروتئین‌های مکمل در فرد غیرآلوده به صورت غیرفعال‌اند، اما اگر میکروبی به بدن نفوذ کند، فعال می‌شوند. واکنش فعال شدن، به این صورت است که وقتی یکی فعال می‌شود، دیگری را فعال می‌کند و به همین ترتیب ادامه می‌یابد. پرفورین‌ها این روند را برای فعال شدن طی نمی‌کنند. **گزینهٔ (۴):** پروتئین‌های مکمل به صورت غیرفعال درخون وجود دارند و از یاخته‌های کشندهٔ طبیعی ترشح نمی‌شوند.

۲۱۰۲ **(۳)** صورت سؤال ویژگی پروتئین‌های مکمل را بیان می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** این پروتئین‌ها به صورت چندتایی حلقه‌ای را ایجاد می‌کنند که باعث ایجاد منفذ در غشای میکروب می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** این پروتئین‌ها روی غشای میکروب‌ها قرار می‌گیرند، ویروس یاختهٔ زنده نیست و غشا ندارد. (عامل آنفلوانزا نوعی ویروس است.) **گزینهٔ (۴):** با ایجاد منفذ در غشا، عملکر اصلی غشا که کنترل ورود و خروج مواد است، از بین می‌رود. **گزینهٔ (۴):** پرفورین‌ها همراه با آنزیم از یاخته‌های لنفوسیت کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت کشندهٔ T برون‌رانی می‌شوند.

۲۱۰۳ **(۱)** اینترفرون نوع دو از یاختهٔ کشندهٔ طبیعی (دفاع غیراختصاصی) همانند لنفوسیت‌های T (دفاع اختصاصی) می‌تواند ترشح شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** اینترفرون نوع یک از یاختهٔ آلوده به هر نوع ویروس ترشح می‌شود پس جزء دفاع **غیر اختصاصی** است. **گزینهٔ (۳):** اینترفرون نوع دو با فعال کردن درشت‌خوارها، نقش مهمی در مبارزه علیه **یاخته‌های سرطانی** دارد (نه آلوده به ویروس!). **گزینهٔ (۴):** اینترفرون نوع یک، می‌تواند یاخته‌های سالم مجاور را **همانند** خود یاختهٔ آلوده به ویروس، نسبت به ویروس مقاوم کند.

چند نکتهٔ مهم در بررسی تست‌های اینترفرونی

- اینترفرون نوع ۱ از یاختهٔ **آلوده** ترشح می‌شود ولی اینترفرون نوع ۲ از لنفوسیت‌های کشنده و T **سالم** در مقابل سرطان یا یاختهٔ آلوده به ویروس ترشح می‌شود.
- لنفوسیت T در برخورد با میکروب
  - اگر آلوده به ویروس شود ← اینترفرون نوع ۱ می‌سازد ← دفاع غیراختصاصی ← سبب فعال شدن بیگانه‌خواری نمی‌شود.
  - اگر به یاختهٔ سرطانی یا آلوده به ویروس برخورد کند
    - اینترفرون نوع ۲ می‌سازد ← **دفاع غیراختصاصی**
    - تحت گیرندهٔ آنتی‌ژن آن ← تکثیر شده و پس از ایجاد لنفوسیت کشنده، پرفورین می‌سازد ← **دفاع اختصاصی**
    - ← سبب فعالیت درشت‌خوارها می‌شود.
    - با این مکانیسم‌ها درشت‌خوارها را فعال می‌کنند.
- پروتئین مکمل و اینترفرون نوع ۲ از یاخته‌های سالم ترشح می‌شوند ولی اینترفرون نوع ۱ همانند هیستامین التهاب، از یاختهٔ آسیب‌دیده خارج می‌شود.
- فعالیت اینترفرون نوع ۱، برخلاف سایر موارد ایمنی، سبب فعال شدن بیگانه‌خوارها نمی‌شود.
- از سال دهم فصل ۴ به یاد دارید که در ادامهٔ بررسی پروتئین‌ها برای کمک به دفاع غیراختصاصی لازم به ذکر است که آلبومین نیز پروتئینی در پلاسما می‌باشد که در حمل بعضی داروها مثل پنی‌سیلین مؤثر است و در دفاع بدن نقش دارد.
- در فصل ۷ دوازدهم می‌خوانید که اینترفرون از پروتئین‌های دستگاه ایمنی است. وقتی این پروتئین با روش مهندسی **ژنتیک** ساخته می‌شود، فعالیتی **بسیار کمتر** از اینترفرون طبیعی دارد. علت این کاهش فعالیت، تشکیل پیوند**های** نادرست در هنگام ساخته شدن آن در **باکتری** است. پیوندهای نادرست باعث تغییر در شکل مولکول و درنتیجه کاهش فعالیت آن می‌شوند. به کمک فرایند مهندسی **پروتئین** و تغییر **جزئی** در رمز آمینواسید، توالی آمینواسیدهای اینترفرون طوری تغییر می‌یابد که به جای یکی از آمینواسیدهای آن آمینواسید دیگری قرار می‌گیرد (جهش جانشینی دگرمعنا). این تغییر، فعالیت ضدویروسی اینترفرون ساخته شده را **به اندازهٔ** پروتئین طبیعی افزایش می‌دهد و همچنین آن را **پایدارتر** می‌کند. افزایش پایداری در نگهداری طولانی مدت پروتئین‌هایی که به عنوان دارو استفاده می‌شوند، اهمیت زیادی دارد.

۲۱۰۴ **(۱)** اینترفرون نوع (۲) باعث فعال شدن درشت‌خوارها می‌شود، با افزایش فعالیت‌های زیستی در این یاخته‌ها، میزان تولید ATP و نیاز به انرژی در این یاخته‌ها نیز افزایش می‌یابد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** علاوه‌بر لنفوسیت‌های کشندهٔ طبیعی، لنفوسیت‌های T از خط سوم ایمنی بدن نیز می‌توانند اینترفرون نوع (۲) را ترشح کنند. **گزینهٔ (۴):** اینترفرون نوع (۱) علاوه‌بر یاخته‌های آلوده بر روی یاخته‌های سالم بدن نیز اثر گذاشته و آن‌ها را نسبت به ویروس مقاوم می‌کند. **گزینهٔ (۴):** لنفوسیت‌های کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت‌های T می‌توانند هر دو نوع اینترفرون را ترشح کنند. هر یاختهٔ آلوده به ویروس توانایی ترشح اینترفرون نوع (۱) را دارد.

مقایسهٔ اینترفرون نوع ۱ و ۲ ۲۳۹

موارد مقایسه	اینترفرون نوع ۱	اینترفرون نوع ۲
از چه یاخته‌ای ترشح میشه؟	ناسالم (آلوده به ویروس)	سالم (کشندهٔ 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 سالم کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت T
بر یاختهٔ سازنده تأثیر می‌گذارد؟	بله	خیر
وظیفه	افزایش مقاومت یاختهٔ آلوده به ویروس و یاخته‌های سالم اطراف	فعال کردن درشت‌خوارها برای از بین بردن یاخته‌های سرطانی

۲۱۰۵ : ۴ اینترفرون نوع ۲ از یاخته‌های کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت‌های T ترشح می‌شود و درشت‌خوارها را فعال می‌کند. این نوع اینترفرون نقش مهمی در مبارزه علیه یاخته‌های سرطانی دارد. از طرفی طی التهاب، درشت‌خوارهای بافتی با تولید پیک‌های شیمیایی، گویچه‌های سفید، خون را به موضع آسیب فرا می‌خوانند. بنابراین می‌توانند سبب جذب یاخته‌های نوتروفیل بشوند. نوتروفیل‌ها را می‌توان به نیروهای واکنش سریع تشبیه کرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاختهٔ دارینه‌ای می‌تواند سبب فعال‌سازی انواع یاختهٔ ایمنی از جمله لنفوسیت‌ها (یاخته‌هایی با نسبت هسته به سیتوپلاسم بالا) گردد. لنفوسیت‌ها برخلاف درشت‌خوارها در از بین بردن یاخته‌های مردهٔ بافت‌ها و یا بقایای آن‌ها نقش ندارند. **گزینهٔ (۲):** یاختهٔ دارینه‌ای سبب فعال‌سازی لنفوسیت‌ها می‌گردد. ماستوسیت‌ها و بازوفیل‌ها با ترشح هیستامین، رگ‌ها را گشاد و نفوذپذیری آن‌ها را زیاد می‌کند. **گزینهٔ (۴):** پروتئین‌های مکمل، گروهی از پروتئین‌های خون هستند این پروتئین‌ها در فرد غیرآلوده به صورت غیرفعال‌اند اما اگر میکروبی به بدن نفوذ کند، فعال می‌شوند و سپس درشت‌خوار را فعال می‌کنند.

۲۱۰۶ : ۴ یاخته‌های کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت‌های T کشنده اینترفرون نوع ۲ تولید می‌کنند که مانند هر گویچهٔ سفید دیگری می‌توانند از خون خارج شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های دارینه‌ای، از مونوسیت‌های خونی دیاپدز کرده در بافت ایجاد شده‌اند و می‌توانند به گره‌های لنفی و بافت‌ها بروند پس هیچ‌گاه در خون فعالیت ندارند. **گزینهٔ (۲):** یاخته‌های کشندهٔ طبیعی که در مبارزه با یاخته‌های سرطانی با تولید پرفورین و اینترفرون نوع ۲ شرکت دارند، در خط دوم دفاعی فعالیت می‌کنند. **گزینهٔ (۳):** همهٔ عوامل بیماری‌زا با بیگانه‌خواری از بین نمی‌روند. مثلاً عواملی مانند انگل‌ها که با فعالیت ائوزینوفیل‌ها از بین می‌روند و یا اثر اینترفرون نوع ۱ بر ویروس‌ها که سبب بیگانه‌خواری نمی‌شود.

نکته

در جدول زیر فقط آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده، یک آنزیم با نقش کاتالیزوری می‌باشد و انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها را کم می‌کند.

۲۴۰ جمع‌بندی پروتئین‌های دفاع اختصاصی

پروتئین دفاع غیراختصاصی	منشأ	(یاخته) هدف	ویژگی	نکات
پرفورین	لنفوسیت کشندهٔ طبیعی	یاختهٔ خودی آلوده به ویروس یا سرطانی	به صورت فعال تولید می‌شوند و پس از برون‌رانی وارد یاختهٔ هدف نمی‌شوند (نقش آنزیمی ندارد).	ایجاد منفذ در غشای یاخته هدف برای ورود آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده به یاختهٔ هدف
آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده	لنفوسیت کشندهٔ طبیعی	یاختهٔ خودی آلوده به ویروس یا سرطانی	به صورت فعال تولید می‌شوند و با کمک منافذی که توسط پرفورین ایجاد شده وارد یاختهٔ هدف می‌شوند.	مرگ یاختهٔ هدف و افزایش فعالیت درشت‌خوارها
پروتئین مکمل	به صورت محلول در لنف، خون و مایع بین‌یاخته‌ای	غشای میکروب	به صورت غیرفعال تولید می‌شوند و در پاسخ به برخی میکروب‌ها فعال می‌شوند.	با ورود میکروب به بدن فعال می‌شوند و یکدیگر را فعال می‌کنند و با اختلال در ورود و خروج مواد، یاختهٔ هدف می‌میرد.
اینترفرون نوع یک	یاختهٔ آلوده به ویروس	یاختهٔ سالم و آلوده به ویروس	به صورت فعال تولید می‌شوند.	ایجاد مقاومت در برابر ویروس در یاخته‌های آلوده به ویروس و یاخته‌های سالم مجاور
اینترفرون نوع دو	یاختهٔ کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت T	درشت‌خوار	به صورت فعال تولید می‌شوند.	فعال کردن درشت‌خوارها

۲۱۰۷ : ۱ همهٔ موارد نادرست‌اند. منظور صورت سؤال پاسخ **التهابی** است.

بررسی موارد الف) قرمزی، تورم، گرما و درد در همان **موضع**، از نشانه‌های پاسخ التهابی است که به نابودی میکروب‌ها کمک می‌کند. ب) پاسخ التهابی، به دنبال آسیب بافتی بروز می‌کند و سبب **جلوگیری از انتشار میکروب‌ها می‌شود و به تسریع بهبودی کمک می‌کند.** ج) فقط از **ماستوسیت‌های آسیب دیده** (نه همهٔ آن‌ها!) در محل این پاسخ، به دنبال رها شدن هیستامین، خوناب بیشتری به بیرون نشت می‌کند. د) درشت‌خوارها **همانند** یاخته‌های سنگ‌فرشی پوششیِ دیوارهٔ مویرگ‌ها، با تولید پیک‌های شیمیایی، گویچه‌های سفید را به محل آسیب فرا می‌خوانند.

۲۱۰۸ : ۲ توده‌هایی که در اثر تقسیمات تنظیم نشده ایجاد می‌شوند، تومورها هستند که بر علیه آن‌ها لنفوسیت‌های کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت‌های T با ترشح پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده نقش دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ماستوسیت آسیب‌دیده با آزاد کردن هیستامین، باعث افزایش نفوذپذیری و نشت خوناب بیشتری می‌شود که در آن فاصلهٔ بین یاخته‌های پوششی سنگ‌فرشی تک‌لایه افزایش می‌یابد. این عمل فقط در التهاب در خط دوم دفاعی مؤثر است. **گزینهٔ (۴):** در انعقاد خون، کلسیم و ویتامین K مؤثر است. هپارین نوعی مادهٔ ضدانعقادی است که توسط نوعی یاختهٔ خونی سفید (بازوفیل) ترشح می‌شود و مربوط به دومین خط دفاع غیراختصاصی است. **گزینهٔ (۴):** هر یاخته‌ای در صورت آلوده شدن به ویروس، اینترفرون نوع یک ترشح می‌کند که مربوط به خط دوم دفاع غیراختصاصی است.

۲۱۰۹ : ۱ موارد (الف) و (ب) در التهاب (پاسخ موضعی) رخ نمی‌دهند.

بررسی موارد الف) هیستامین از ماستوسیت‌های **آسیب‌دیده** رها می‌شود. ب) و د) گویچه‌های سفید خون بر اثر پیک‌های شیمیایی مترشحه از درشت‌خوارها و یاخته‌های پوششی دیوارهٔ مویرگ‌ها به محل التهاب فراخوانده می‌شوند ولی هیستامین فقط آن‌ها را نفوذپذیرتر می‌کند. ج) در فرایند التهاب، مونوسیت‌ها طی دیاپدز **فقط به درشت‌خوارها** تبدیل می‌شوند. یعنی در این فرایند مونوسیت به یاختهٔ بیگانه‌خوار دارینه‌ای تبدیل نمی‌شود.

۲۴۱ پیک‌های شیمیایی مؤثر در التهاب

پیک شیمیایی	هیستامین	فراخوانندهٔ گویچه‌های سفید
وظیفه	گشاد کردن رگ و افزایش نفوذپذیری آن	فراخواندن گویچه‌های سفید به محل آسیب
تأثیر بر دیاپدز	بله	بله
نوع پیک شیمیایی؟	کوتاه‌برد	کوتاه‌برد
یاختهٔ ترشح کننده	ماستوسیت آسیب دیده	درشت‌خوار و یاخته‌های دیوارهٔ مویرگ سالم
نوع یاختهٔ ترشح کننده؟	آسیب دیده	سالم

۲۱۱۰ (۱) پیک‌های شیمیایی مترشحه از درشت‌خوارها و یاخته‌های پوششی دیوارهٔ مویرگ‌ها، گویچه‌های سفید خون را به محل التهاب **فرا** می‌خوانند. در لایهٔ خارجی غشای هر دو یاخته‌ها گروهی از پروتئین‌های غشا به کربوهیدرات متصل هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** مثلاً *یاخته‌های پوششی دیوارهٔ مویرگ‌ها رو چه به این کارا!!* **گزینهٔ (۳):** درشت‌خوارها از دیاپدز مونوسیت‌ها ایجاد شده‌اند. مونوسیت‌ها نوعی گویچهٔ سفید با سیتوپلاسم بدون دانه و هستهٔ تک‌قسمتی هستند. **گزینهٔ (۴):** این کار را هیستامین انجام می‌دهد که از ماستوسیت‌های آسیب‌دیده رها می‌شود.

۲۱۱۱ (۳) در التهاب، تولیدکنندهٔ پیک شیمیایی کوتاه‌برد، درشت‌خوارها، یاختهٔ دیوارهٔ مویرگ (سنگ‌فرشی) و ماستوسیت‌ها می‌باشند که **هیچ‌کدام** در دفاع **اختصاصی** نقش ندارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** این عبارت در مورد بیگانه‌خوارها (ماستوسیت و درشت‌خوار) برخلاف یاخته‌های سنگ‌فرشی مویرگی صحیح است. **گزینهٔ (۲):** هر یاختهٔ زنده‌ای، **پروتئین** می‌سازد که در گروه متنوع‌ترین مولکول زیستی قرار می‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** تولید اینترفرون نوع ۱ در هر یاختهٔ بدن در صورت برخورد و آلوده شدن با ویروس وجود دارد.

۲۱۱۲ (۱) در التهاب از ماستوسیت‌های آسیب‌دیده هیستامین رها می‌شود که منجر به هدایت شدن گویچه‌های سفیدی مانند نوتروفیل‌ها (نیروی واکنشی سریع) به موضع آسیب می‌شود. یاخته‌های دیوارهٔ مویرگ و درشت‌خوارها هم با تولید پیک شیمیایی، گویچه‌های سفید بیشتری را به موضع آسیب فرا می‌خوانند. دقت کنید که تنها هیستامین‌ها در مرحلهٔ اول التهاب آزاد می‌شوند و می‌توانند با افزایش نفوذپذیری مویرگ‌ها و نشت خوناب به بیرون، منجر به قرمزی، تورم و گرم‌شدگی موضع التهاب شوند (رد گزینهٔ (۲) و (۳)). همچنین علاوه‌بر بیگانه‌خوارهای بافتی، یاخته‌های پوششی دیوارهٔ مویرگ هم می‌توانند در فرایند التهاب پیک شیمیایی آزاد نمایند (رد گزینهٔ (۴)).

۲۱۱۳ (۳) ابتدا مراحل التهاب را از یک تا پنج بررسی کنیم: (۱) ورود باکتری به بدن (۲) ترشح هیستامین از ماستوسیت آسیب‌دیده و به دنبال آن رگ‌ها گشاد و نفوذپذیری آن‌ها زیاد می‌شود. (۳) دیاپدز نوتروفیل و مونوسیت از مویرگ و ایجاد درشت‌خوارهای بیشتر و فاگوسیتوز میکروب توسط نوتروفیل. (۴) فعال شدن پروتئین‌های مکمل خارج شده از خون در تماس با غشای باکتری‌ها و ایجاد منفذ در غشای آن‌ها. (۵) شروع ترشح پیک شیمیایی از یاخته‌های دیوارهٔ مویرگ و درشت‌خوارها برای فراخوان بیشتر گویچه‌های سفید به محل آسیب‌دیده.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. در مرحله پنج این اتفاق می‌افتد نه مرحله‌های (۳) و (۴). **گزینهٔ (۲):** نادرست. در مرحلهٔ (۲) ماستوسیت آسیب‌دیده به ترشح هیستامین می‌پردازد. **گزینهٔ (۳): درست.** در مورد عمل پروتئین مکمل در مرحلهٔ (۴) صحیح است. **گزینهٔ (۴):** نادرست. در مرحلهٔ (۴) نقش پروتئین مکمل مهم است. نه هیستامین و گشادی رگ‌ها!

۲۱۱۴ (۴) یاخته‌های پوششی دیوارهٔ مویرگ‌ها که با غشای پایه در ارتباط‌اند، با تولید پیک شیمیایی گویچه‌های سفید را به موضع آسیب دیده فرا می‌خوانند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در طی التهاب، هیستامین از ماستوسیت‌های **آسیب دیدهٔ** بافتی که در خارج خون هستند، ترشح می‌شود. **گزینهٔ (۲):** این گزینه در ارتباط با ایجاد تب در بدن صحیح می‌باشد. در التهاب دمای موضع آسیب دیده افزایش می‌یابد. **گزینهٔ (۳):** مونوسیت‌ها از رگ‌های خونی خارج شده، به درشت‌خوارها تمایز می‌یابند و بیگانه‌خواری انجام می‌دهند.

۲۱۱۵ (۲) موارد (الف) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) درست. در مورد تولید اینترفرون نوع ۱ توسط یاخته‌های آلوده به ویروس صحیح است. (ب) **نادرست.** پرفورین وارد یاختهٔ هدف نمی‌شود، بلکه در غشای آن سوراخ ایجاد می‌کند تا آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده وارد آن شود. (ج) **نادرست.** تعدادی پروتئین مکمل به صورت دسته‌جمعی یک ساختار منفذ حلقه‌مانند تشکیل می‌دهند. (د) درست. طی التهاب، دو نوع گویچهٔ سفید (نوتروفیل و مونوسیت)، سه نوع بیگانه‌خوار (نوتروفیل، ماستوسیت و درشت‌خوار) و پروتئین مکمل (شکل کتاب) مؤثر است.

۲۱۱۶ (۲) موارد (ج) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. طی التهاب، نوتروفیل دانه‌دار و مونوسیت بی‌دانه، دیاپدز می‌کنند (نه دو نوع دانه‌دار!). (ب) نادرست. در التهاب ابتدا ماستوسیت‌های آسیب دیده هیستامین ترشح می‌کنند و سپس علائم آن مشخص می‌شود. (ج) **درست.** اگر کنار شکل ۹ را نگاه کنید متوجه می‌شوید که گفته پس از مرحلهٔ ۴ که پروتئین مکمل فعال می‌شود، درشت‌خوارها ضمن تولید پیک شیمیایی، باکتری‌ها را بیگانه‌خواری می‌کند. (د) **درست.** به دلیل افزایش خروج مواد از خوناب، مقدار لنف هم در ناحیه زیاد می‌شود.

۲۱۱۷ (۲) منظور طراح **درشت‌خوار** و **سایر بیگانه‌خوارهای بافتی** است که اولین یاختهٔ مؤثر در التهاب می‌باشند و **فاقد قدرت دیاپدز** هستند. این یاخته‌ها به تولید **آنزیم‌های لیزوزومی مؤثر در دفاع غیراختصاصی علیه عامل بیگانه فاگوسیتوز شده** می‌پردازند. *اگر دانش‌آموز باهوشی باشید متوجه می‌شوید که گزینه‌های (۱) و (۳) در مورد لنفوسیت‌ها می‌باشد پس هر دو حذف می‌شوند.* دقت کنید که این بیگانه‌خوارهای بافتی در **خون** دیده نمی‌شوند (نادرستی گزینهٔ (۴)).

۲۱۱۸ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** اولاً که هر مونوسیت لزوماً دیاپدز نمی‌کند؛ ثانیاً پس از خروج از رگ خونی، مونوسیت‌ها به یاختهٔ دیگر تبدیل می‌شوند (نه ضمن عبور!). **گزینهٔ (۲):** در مورد اینترفرون نوع ۱ صحیح است. **گزینهٔ (۳):** ائوزینوفیل دانهٔ روشن درشت دارد ولی قرار نیست همواره مبارزه با انگل با ائوزینوفیل باشد مثلاً گویچهٔ قرمز هم می‌تواند با انگل مالاریا مبارزه کند. **گزینهٔ (۴):** دیاپدز از طریق منافذ یاخته‌های مویرگ نیست بلکه از طریق فاصلهٔ بین یاخته‌های مویرگ می‌باشد.

۲۱۱۹ (۴) تب یکی از نشانه‌های بیماری میکروبی است و جزء مکانیسم‌های دفاع غیراختصاصی است و اگر شدید باشد، خطرناک است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نوتروفیل‌ها پس از خروج از خون به یاختهٔ دیگری تبدیل نمی‌شوند. **گزینهٔ (۲):** در فرایند تب، هیپوتالاموس در پاسخ به **بعضی** ترشحات میکروبی، دمای بدن را بالا می‌برد تا فعالیت میکروب‌ها کاهش یابد. **گزینهٔ (۳):** دقت کنید! **هیستامین سبب فراخواندن گویچه‌های سفید به محل آسیب نمی‌شود** بلکه پیک‌های شیمیایی درشت‌خوارها و یاخته‌های پوششی مویرگ‌ها این کار را انجام می‌دهند. در حقیقت هیستامین فقط رگ را گشاد کرده و نفوذپذیری آن را زیاد می‌کند.

تب در دفاع غیراختصاصی

با ورود برخی میکروب‌ها به بدن، **برخی از ترشحات آن‌ها به غدهٔ هیپوتالاموس** می‌رسد. این مرکز مغزی دمای بدن را بالا می‌برد تا فعالیت میکروب‌ها در دماهای بالا با تجزیهٔ آنزیم‌های آن‌ها، کاهش یابد. **در حقیقت تب یکی از نشانه‌های بیماری‌های میکروبی است که نشان دهندهٔ مقاومت بدن با عامل بیماری‌زا می‌باشد.** چون دمای بالا سبب عدم فعالیت اغلب میکروب‌ها می‌شود، تب نیز در دفاع غیراختصاصی مؤثر است.

نکته

تب و دمای بالای بدن تا حد کمی می‌تواند سبب غیرفعال شدن آنزیم‌ها و فعالیت‌های متابولیکی اغلب عوامل بیماری‌زا شود ولی اگر دمای بدن یا تب از حد خاصی بالاتر رود، بسیار خطرناک است چون این دمای بالا سبب غیرفعال شدن آنزیم‌های بدن انسان نیز می‌شود و فعالیت‌های متابولیکی فرد نیز مختل می‌شود.

۲۱۲۰ :۱ در التهاب، از ماستوسیت‌های آسیب‌دیده هیستامین رها می‌شود. به این ترتیب، گویچه‌های سفید بیشتری به موضع آسیب هدایت می‌شوند و خوناب بیشتری به بیرون نشت می‌کند، بنابراین آزادسازی هیستامین اثر روی هیپوتالاموس برای تنظیم دمای بدن ندارد. با ورود میکروب به بدن، بعضی از ترشحات آن‌ها از طریق خون به بخشی از هیپوتالاموس می‌رسد و دمای بدن را بالا می‌برد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** یاخته‌های دارینه‌ای در بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط‌اند، مثل پوست و لوله گوارش، به فراوانی یافت می‌شوند. این یاخته‌ها علاوه‌بر بیگانه‌خواری، قسمت‌هایی از میکروب را در سطح خود قرار می‌دهند. سپس خود را به گره‌های لنفاوی نزدیک می‌رسانند، تا این قسمت‌ها را به یاخته‌های ایمنی (لنفوسیت‌ها) ارائه کنند. یاخته‌های ایمنی با شناختن این قسمت‌ها، میکروب مهاجم را شناسایی خواهند کرد. **گزینهٔ (۳):** در مورد ماستوسیت‌های آسیب‌دیده برای ترشح هیستامین و یاخته‌های آلوده به ویروس برای ترشح اینترفرون نوع (۱) صحیح است. **گزینهٔ (۴):** در مورد تولید اینترفرون نوع (۲) صحیح است که روی یاختهٔ سرطانی اثر می‌کند.

۲۱۲۱ :۴ در پاسخ به عوامل خارجی، مواد دفاعی زیادی به خون وارد می‌شود، از پیک شیمیایی گرفته تا پادتن، هیستامین، پروتئین مکمل و ... *رونستن پنتا ازشون هم به مل تست ما کمک می‌کنه!* مولکول‌هایی که در تب‌های بالا تغییر فعالیت می‌دهند، مولکول‌های **پروتئینی** هستند. می‌دانید که هر مادهٔ دفاعی باید از طریق اثر بر نوعی پروتئین در یاخته‌های هدف عمل خودش را انجام دهد. ساختار این پروتئین‌ها نیز در دمای بالا تغییر می‌یابد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مثلاً هیستامین توانایی اتصال به غشای یاخته‌های بیگانه را ندارد! **گزینهٔ (۲):** *باز هم هیستامین! هیستامین کاری به تکثیر عامل بیماری‌زا نداره!* **گزینهٔ (۳):** این مورد تنها در رابطه با پروتئین‌های مکمل صحیح است.

۲۱۲۲ :۴ در طی فرایند التهاب، درشت‌خوارها، یاخته‌های سنگ‌فرشی مویرگ‌ها و ماستوسیت‌ها، با تولید پیک شیمیایی گویچه‌های سفید دیگر را فراخوانده و در مبارزه با میکروب مؤثرند. این عوامل همانند تمام یاخته‌های هسته‌دار زنده در بدن انسان، می‌توانند در مواجهه با ویروس اینترفرون نوع ۱ را بسازند که نوعی پروتئین دفاعی است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** این مورد نه دربارهٔ یاخته‌های دیوارهٔ رگ صادق است نه ماستوسیت‌ها و نه درشت‌خوارها! مثلاً ماستوسیت و درشت‌خوار، هیچ‌گاه در خون نیستند؛ ولی از دیوارهٔ رگ‌های لنفی می‌توانند عبور کنند. **گزینهٔ (۲):** یاخته‌های دفاعی شرکت کرده در التهاب مربوط به دفاع غیراختصاصی هستند و گیرندهٔ‌دفاعی اختصاصی ندارند. **گزینهٔ (۳):** این عبارت در مورد یاخته‌های بیگانه‌خوار دارینه‌ای می‌باشد.

۲۱۲۳ :۲ موارد (ج) و (د) درست هستند. یاختهٔ نشان داده شده درشت‌خوار است.

بررسی موارد (الف) درشت‌خوارها در خون حضور ندارند. (ب) یاخته‌های دارینه‌ای در فعال کردن سیستم ایمنی نقش دارند (نه درشت‌خوارها). (ج) درشت‌خوارها در کبد گویچه‌های خونی پیر و فرسوده را پاک‌سازی می‌کنند که تجزیهٔ درشت مولکول‌های آن با هیدرولیز می‌باشد. (د) یاخته‌های سرتولی نیز همانند درشت‌خوارها بیگانه‌خوار هستند. اندازهٔ درشت‌خوارها (درشت‌خوارها) از یاخته‌های نوع دوم دیوارهٔ حبابک‌ها بزرگ‌تر است.

۱۳۲ شکل‌نامهٔ درشت‌خوار

درشت‌خوار منشأ مونوسیتی از یاختهٔ خونی دارد که پس از خروج از خون تمایز یافته است.

درشت‌خوارها در همهٔ بافت‌ها یافت نمی‌شود مثل خون.

یاخته‌های دندریتی و درشت‌خوار و ماستوسیت توانایی ورود به رگ مثل رگ لنفی را دارند اما توانایی ورود به رگ خونی را ندارند.

درشت‌خوار ۲۴۲

درشت‌خوار در دیوارهٔ حبابک‌ها به تصفیهٔ هوا کمک می‌کند.	درشت‌خوار در کبد و طحال گویچهٔ قرمز فرسوده و آسیب‌دیده را از بین می‌برد.
بعد عمل پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی، یاختهٔ خودی مرده را تکه‌تکه کرده و بیگانه‌خواری می‌کند.	بعد از عمل پروتئین مکمل میکروب مرده را بیگانه‌خواری می‌کند.
در التهاب پیک شیمیایی تولید می‌کند و بیگانه‌خواری می‌کند.	بعد از عمل اینترفرون نوع ۲ یاختهٔ سرطانی را بیگانه‌خواری می‌کند.
بعد عمل پادتن، میکروب بی‌اثر شده را بیگانه‌خواری می‌کند.	بعد عمل پادتن و پروتئین مکمل، میکروب کشته شده را بیگانه‌خواری می‌کند.

۲۱۲۴ :۱ منظور خط دوم دفاعی بدن است که به صورت عمومی و سریع می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** به علت نشت بیشتر مواد از مویرگ، تولید لنف افزایش می‌یابد. **گزینهٔ (۲):** به واسطهٔ هیستامین با گشاد شدن رگ، افزایش جریان خون ایجاد می‌شود که مرکزی در التهاب ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۳):** در بیماری‌های میکروبی، به علت نیاز بیشتر به یاخته‌های دفاعی خونی، تولید آن‌ها افزایش می‌یابد. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که در التهاب، هیستامین سبب گشادی رگ و افزایش نفوذپذیری آن می‌شود ولی پیک‌های شیمیایی آزاد شده توسط درشت‌خوار و مویرگ سبب فراخوانده شدن مونوسیت و نوتروفیل می‌شود.

۲۱۲۵ :۴ همهٔ موارد نادرست هستند.

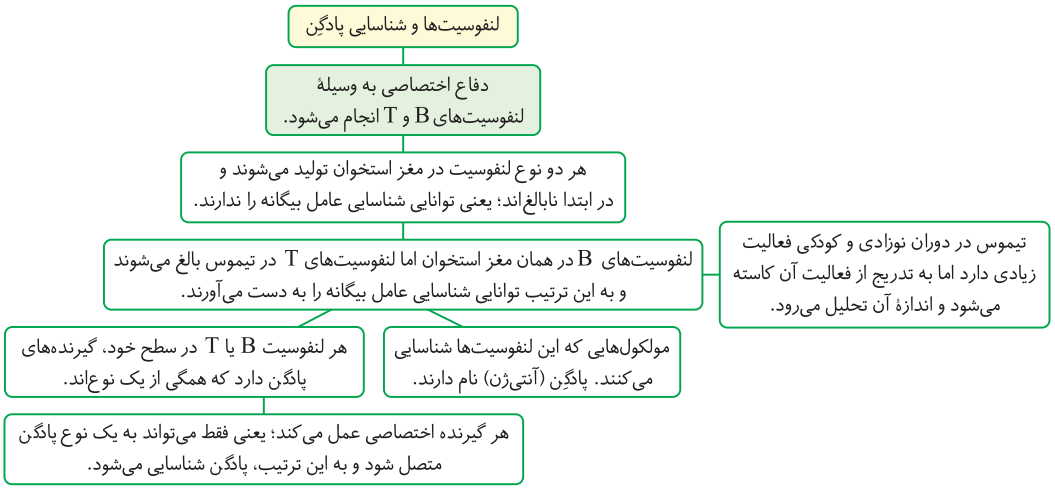
بررسی موارد (الف) دربارهٔ پروتئین مکمل نادرست است. چون همواره به صورت غیرفعال در خون وجود دارد. (ب) دربارهٔ ماستوسیت نادرست است و فقط هپارین مترشحه از بازوفیل نقش ضدانعقاد خون دارد. (ج) گویچه‌های سفید نیز در لخته دیده می‌شوند که همگی توانایی تراگذری دارند. (د) ممکن است هیستامینی باشد که از ماستوسیت خارج شده است.

۲۱۲۶ :۲ فقط مورد (الف) صحیح است. خط سوم دفاعی بدن، دفاع اختصاصی نام دارد.

بررسی موارد (الف) **درست.** دفاع اختصاصی (خط سوم دفاعی)، به نوع **عامل بیگانه** بستگی دارد و تنها بر **همان** عامل مؤثر است. (ب) به عنوان مثال، پاسخی که در دفاع اختصاصی بر علیه باکتری کزاز روی می‌دهد با سایر باکتری‌ها **متفاوت** است. (ج) **یاختهٔ کشندهٔ طبیعی**، لنفوسیتی است که توانایی شناسایی عامل بیگانه را به صورت اختصاصی ندارد.

۲۱۲۷ (۳) لنفوسیت‌های B همانند لنفوسیت‌های T، در ابتدا نابالغ‌اند و گیرندهٔ آنتی‌ژنی فعال ندارند و نمی‌توانند عامل بیگانه را شناسایی کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لنفوسیت‌های B و T **هر دو در مغز استخوان** تولید می‌شوند؛ اما محل بلوغ آن‌ها متفاوت است. **گزینهٔ (۲):** تیموس، در بلوغ لنفوسیت‌های T مؤثر است که در دوران **نوزادی و کودکی**، فعالیت زیادی دارد. **گزینهٔ (۴):** فعالیت غدهٔ تیموس، به تدریج با افزایش سن، کاهش می‌یابد و **اندازهٔ آن تحلیل می‌رود.**



۲۱۲۸ (۴) دستگاه ایمنی انسان از سه خط دفاعی تشکیل شده است؛ خط اول شامل پوست و مخاط، خط دوم، واکنش‌های عمومی اما سریع شامل بیگانه‌خوارها، گویچه‌های سفید، پروتئین‌ها، پاسخ التهابی و تب و خط سوم دفاع اختصاصی شامل لنفوسیت‌های دفاع اختصاصی است. در خط دوم دفاعی، **لنفوسیتی** را که در دفاع غیراختصاصی نقش دارد، **یاختهٔ کشندهٔ طبیعی** می‌نامند که یاخته‌های سرطانی و آلوده به ویروس را نابود می‌کنند. یاختهٔ کشندهٔ طبیعی، به یاختهٔ سرطانی متصل می‌شود، با ترشح پروتئینی به نام پرفورین منفذی در غشا ایجاد می‌کند. سپس با وارد کردن آنزیمی به درون یاخته، باعث مرگ برنامه‌ریزی شدهٔ یاخته می‌شود. در خط سوم دفاعی، لنفوسیت T یاخته‌های خودی را که تغییر کرده‌اند، مثلاً سرطانی یا آلوده به ویروس شده‌اند را نابود می‌کند. دستگاه ایمنی هر فرد (شامل در دو خط دفاعی دوم و سوم)، یاخته‌های خودی را می‌شناسد و تنها در برابر آنچه که بیگانه تشخیص داده می‌شود پاسخ می‌دهد، پس خط دوم دفاعی همانند خط سوم دفاعی، سازوکارهایی دارد که واجد توانایی تشخیص یاخته‌های خودی از بیگانه است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در خط اول دفاعی، گویچه‌های سفید نقشی ندارند و در خط دوم، بیگانه‌خوارهایی به نام ماستوسیت هستند که هیستامین دارند. هیستامین رگ‌ها را گشاد و نفوذپذیری آن‌ها را زیاد می‌کند. گشاد شدن رگ‌ها باعث افزایش جریان خون و حضور بیشتر گویچه‌های سفید می‌شود. **گزینهٔ (۲):** دومین خط دفاعی شامل سازوکارهایی است که بیگانه‌ها را براساس ویژگی‌های عمومی آن‌ها شناسایی می‌کند. بنابراین از نوع دفاع غیراختصاصی است. پوست و مخاط (نخستین خط دفاعی)، در برابر نفوذ میکروب‌ها، بدون توجه به نوع آن‌ها، سدّی ایجاد می‌کنند. به این نوع دفاع، دفاع غیراختصاصی می‌گویند. با توجه به پاراگراف آخر گفتار اول، در دفاع غیراختصاصی، روش‌هایی به کار گرفته می‌شود که در برابر طیف وسیعی از میکروب‌ها مؤثر است. **گزینهٔ (۳):** لنفوسیت‌ها انواع مختلفی دارند. لنفوسیتی را که در دفاع غیراختصاصی نقش دارد، یاختهٔ کشندهٔ طبیعی می‌نامند و لنفوسیت‌های دفاع اختصاصی، لنفوسیت‌های B و T هستند. لنفوسیت‌ها از یاختهٔ بنیادی لنفوئیدی منشأ می‌گیرند؛ گویچه‌های سفید نه تنها در خون، بلکه در بافت‌های دیگر هم یافت می‌شوند. پس گویچه‌های سفید توانایی خروج از خون را دارند . فرایند عبور گویچه‌های سفید را از دیوارهٔ مویرگ‌ها دیاپدز می‌نامند. دیاپدز از ویژگی‌های همهٔ گویچه‌های سفید است.

خطوط ایمنی ۲۴۳

خطوط ایمنی	پروتئین‌های درگیر	یاخته ایمنی درگیر	بافت درگیر	نقش یاخته‌های مرده	فعال‌سازی خط دیگر	سرعت عمل
خط اول	لیزوزیم و موسین	.....	به‌طور کلی هر چهار نوع بافت اصلی	خارجی‌ترین یاخته‌های لایهٔ بیرونی اپیدرم پوست	.....	اولین با برخورد
خط دوم	اینترفرون نوع ۱ و ۲، پرفورین، آنزیم القاکنندهٔ مرگ برنامه‌ریزی شده و پروتئین‌های مکمل	درشت‌خوار، یاخته‌های دارینه‌ای، ماستوسیت، نوتروفیل، ائوزینوفیل، بازوفیل، مونوسیت و یاختهٔ کشندهٔ طبیعی	بافت پیوندی خون، بافت پوششی دیوارهٔ مویرگ و به‌طور کلی هر ۴ نوع بافت (به علت اینترفرون نوع یک)	.....	یاخته‌های دارینه‌ای با ارائه آنتی‌ژن به یاخته‌های ایمنی، آن‌ها را فعال می‌کنند.	سریع ولی عمومی
خط سوم	پادتن، پرفورین و آنزیم القاکنندهٔ مرگ برنامه‌ریزی شده	لنفوسیت B و T خاطره و عمل کننده (پلاسموسیت و T کشنده)	بافت پیوندی	.....	پروتئین‌های مکمل با اتصال به دم پادتن‌ها فعال می‌شوند.	کندتر از بقیه ولی خاطره‌دار

۲۱۲۹ (۳) در مغز استخوان یاخته‌های بنیادی وجود دارند که با تقسیمات خود RBCهای موجود در هماتوکریت خون را ایجاد می‌کنند. البته در دوران جنینی، یاخته‌های خونی در اندام‌های دیگری مثل کبد و طحال نیز ساخته می‌شوند. بنابراین یاخته‌های خونی در دورهٔ جنینی، توسط یاخته‌های بنیادی مغز استخوان، کبد و طحال ساخته می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گرده‌ها **قطعات** یاخته‌ای **بی‌رنگ و بدون هسته‌ای** هستند که درون خود دانه‌های زیادی دارند و از گویچه‌های خون کوچک‌ترند. گِرده‌ها در مغز استخوان، زمانی تولید می‌شوند که بخش سیتوپلاسمی یاخته‌های بزرگی به نام مگاکاریوسیت (نه یاختهٔ بنیادی میلوئیدی) قطعه‌قطعه و وارد جریان خون شوند. **گزینهٔ (۲):** پروتئین‌های خوناب نقش‌های گوناگونی دارند، از جمله **حفظ** فشار اسمزی خون، انتقال مواد، تنظیم pH، انعقاد خون و ایمنی بدن. آلبومین در حفظ فشار اسمزی خون و انتقال بعضی از داروها مثل پنی‌سیلین نقش دارد. فیبرینوژن در انعقاد خون و گلوبولین‌ها در ایمنی و مبارزه با عوامل بیماری‌زا اهمیت دارد. توجه کنید گلوبولین‌ها پروتئین‌های مؤثر در مبارزه با عوامل بیماری‌زا هستند ولی پروتئین آلبومین در حفظ فشار اسمزی خون نقش اصلی را دارد در حقیقت فشار اسمزی با پروتئین‌های فقط محلول در پلاسما صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** لنفوسیت‌ها گروهی از گویچه‌های سفید خون هستند که در دفاع اختصاصی شرکت می‌کنند. گروهی از این یاخته‌ها، یعنی لنفوسیت‌های T پس از تولید در مغز استخوان، به تیموس رفته و در آنجا بالغ می‌شوند.

۲۱۳۰: ۴ تست بیانگر مقایسهٔ خط سوم دفاعی یعنی مقایسهٔ دفاع اختصاصی با سایر دفاع‌ها می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در خط اول دفاعی می‌توان عملکرد آنزیم‌هایی مانند لیزوزیم را مشاهده کرد و در خط سوم دفاعی نیز انواع آنزیم‌ها و پروتئین‌هایی مانند پرفورین فعالیت دارند. **گزینهٔ (۲):** شناسایی **عمومی** عوامل بیگانه، فقط ویژگی خط **دوم** دفاع غیراختصاصی بدن می‌باشد. خط سوم شناسایی اختصاصی عوامل غیرعادی را دارد. **گزینهٔ (۳):** در خط دوم دفاعی نیز فعالیت لنفوسیت‌های کشندهٔ طبیعی دیده می‌شود. حتماً به یاد دارید که لنفوسیت‌ها مهم‌ترین یاخته در خط سوم دفاعی هستند. **گزینهٔ (۴):** خط اول دفاعی، بدن را از ورود عوامل زنده و غیرزندهٔ بیماری‌زا حفظ می‌کند. در خط سوم دفاعی نیز بر علیه ساختارهای غیرزنده مانند سم میکروب‌ها، فعالیت‌هایی صورت می‌گیرد.

۲۱۳۱: ۳ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** لنفوسیت‌های B در مغز استخوان ساخته و بالغ می‌شوند. (ب) **نادرست.** فقط لنفوسیت‌های T و کشندهٔ طبیعی قدرت تولید اینترفرون نوع ۲ را دارند. (ج) درست. همهٔ لنفوسیت‌ها، تنفس هوازی و قدرت تولید CO_2 دارند. (د) **نادرست.** لنفوسیت‌ها علاوه‌بر خون، در **بافت** یا **گره لنفی** و در برخورد با میکروب رشد و تکثیر می‌یابند.

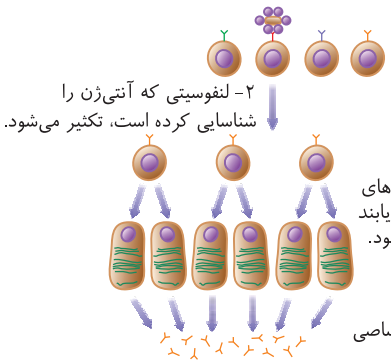
۲۱۳۲: ۱ فقط مورد (ج) صحیح است. مولکول‌های **هیستامین**، **اینترفرون** نوع ۱ و ۲ و همچنین **پادتن‌ها** و پرفورین‌ها می‌توانند از یاخته‌های دفاعی وارد خون شوند. (دقت کنید که پروتئین مکمل را نباید در نظر بگیرید چون این گروه، همواره در خونابه به صورت غیرفعال وجود دارند.)

بررسی موارد (الف) نادرست. اینترفرون به غشای بیگانه برخورد نمی‌کند بلکه دور یاختهٔ آلوده و سالم قرار می‌گیرد و یا هیستامین، رگ‌ها را گشاد می‌کند. (ب) نادرست. در بین آن‌ها فقط پادتن و پرفورین‌ها، ویژگی اختصاصی اتصال به پادگن را دارند. (ج) **درست.** هر عامل دفاعی در نهایت بر آنزیم‌ها و پروتئین‌های یاخته اثر می‌گذارند که این مولکول‌ها در تب دچار تغییر ساختار می‌شوند. (د) نادرست. ایجاد ساختار دفاعی حلقه‌مانند، ویژهٔ فعالیت **پروتئین‌های مکمل و پرفورین** است که پروتئین‌های مکمل همواره در خون به صورت غیرفعال وجود دارند و فقط در پاسخ به عفونت وارد خون نمی‌شوند.

۲۱۳۳: ۲ هم **پادتن** (تولید شده توسط پلاسموسیت) و هم **گیرندهٔ آنتی‌ژنی** (در لنفوسیت B خاطره) می‌توانند مستقیماً به آنتی‌ژن‌ها متصل گردند. **پلاسموسیت‌ها** و **لنفوسیت‌های خاطره**، از رشد، تقسیم و تغییر شکل لنفوسیت‌های B پس از برخورد با آنتی‌ژن ایجاد می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** طبق شکل، هستهٔ پلاسموسیت‌ها کاملاً در بخش مرکزی یاخته **نیست**. **گزینهٔ (۴):** این گزینه فقط برای **پادتن** (تولید شده توسط پلاسموسیت) برقرار است! **گزینهٔ (۴):** منظور این گزینه **پادتن** است! این گزینه برای یاختهٔ B خاطره برقرار نیست.

۱۳۳ شکل‌نامهٔ لنفوسیت B و پلاسموسیت



- در برخورد لنفوسیت B به آنتی‌ژن، ابتدا طی تکثیر فقط لنفوسیت B ایجاد می‌شود و سپس با تمایز پلاسموسیت ایجاد می‌شود.
- پادتن ترشح شده از هر پلاسموسیت، مشابه گیرندهٔ آنتی‌ژنی لنفوسیت B سازندهٔ آن پلاسموسیت است.
- پلاسموسیت یک یاختهٔ کشیده است و هستهٔ گرد پلاسموسیت‌ها در یک طرف یاخته قرار گرفته است و وسط نیست.
- پلاسموسیت‌ها، شبکهٔ آندوپلاسمی و دستگاه گلژی گسترده دارند (به منظور تولید و ترشح پادتن) که بیشتر حجم یاخته را اشغال کرده است.
- پلاسموسیت‌ها و یاخته‌های کشندهٔ طبیعی، لنفوسیت‌های بالغی هستند که گیرندهٔ آنتی‌ژنی ندارند.
- دقت کنید که پلاسموسیت، گیرندهٔ آنتی‌ژنی ندارد نه اینکه هیچ گیرندهٔ پروتئینی در غشای خود نداشته باشد!
- از تقسیم هر لنفوسیت B، الزاماً یاختهٔ خاطره تولید نمی‌شود.
- پلاسموسیت‌ها تقسیم نمی‌شوند در نتیجه دوک تقسیم تشکیل نمی‌دهند.
- پلاسموسیت‌ها مانند سایر گویچه‌های سفید، توانایی دیاپدز دارند.
- پلاسموسیت‌ها، در هر بخش بدن (درون بافت، مایع میان‌بافتی، لنف، خون و ...) می‌توانند تولید و مشاهده شوند.

۲۱۳۴: ۲ موارد (ج) و (د) صحیح‌اند.

بررسی موارد (الف) لنفوسیت B، آنتی‌ژن سطح میکروب‌ها یا ذرات **محلول** مثل سم میکروب‌ها را شناسایی می‌کند. (ب) لنفوسیت B که توانسته است آنتی‌ژن را شناسایی کند، **به سرعت** تکثیر می‌شود و پلاسموسیت‌ها (لنفوسیت B عمل‌کننده) را ایجاد می‌کند. (ج) پادتن‌هایی که توسط پلاسموسیت‌ها تولید شده‌اند، در **محیط داخلی** بدن (خون، لنف، مایع بین یاخته‌ای) به گردش در می‌آیند. (د) پادتن، توانایی نابود یا بی‌اثر ساختن آنتی‌ژن‌های **نامحلول** میکروب‌ها را ندارد و این متن کتاب درسی هم می‌باشد چون خود آن‌ها (پادتن‌ها) نیز در خونابه محلول هستند و فشار اسمزی ایجاد می‌کنند. در حقیقت پادتن‌ها با سه مکانیسم خنثی‌سازی، به هم چسباندن و رسوب، آنتی‌ژن‌ها را بی‌اثر می‌کنند ولی به کمک پروتئین مکمل آن‌ها را نابود می‌کند.

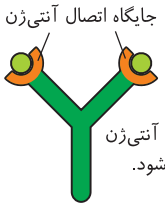
۲۱۳۵: ۳ با اتصال آنتی‌ژن به گیرندهٔ خود در لنفوسیت B، این یاخته شروع به تقسیم می‌کند و برای انجام تقسیم سیتوپلاسم کمربندی از رشته‌های اکتین و میوزین در یاخته تشکیل می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هر گیرندهٔ آنتی‌ژنی دارای **دو** جایگاه برای اتصال به تنها یک **نوع** آنتی‌ژن می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** یاخته‌های پادتن‌ساز می‌توانند بر علیه ساختارهای غیرزنده مانند ترشحات سمی نیز پادتن ترشح کنند. **گزینهٔ (۴):** با توجه به شکل ۱۳ این فصل، پادگن‌ها می‌توانند زوائدی با شکل‌های غیرمتقارن داشته باشند ولی هر پادتن یا گیرنده فقط به یک نوع آن وصل می‌شود.

چند نکتهٔ مهم در بررسی تست‌ها

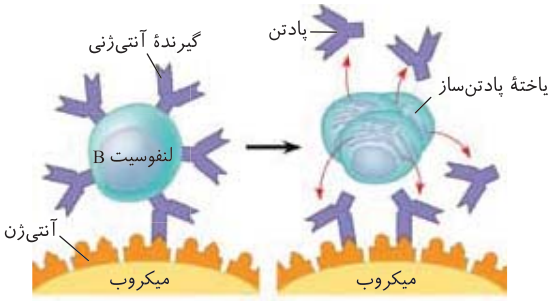
- دقت کنید که پلاسموسیت‌ها (یاخته‌های پادتن‌ساز) دارای یک هستهٔ گرد یا بیضی در یک سمت یاخته می‌باشند ولی شکل یاختهٔ آن‌ها نیز بیضی‌مانند است، پس هستهٔ مرکزی ندارند. (هستهٔ پلاسموسیت از هستهٔ لنفوسیت سازندهٔ آن کوچک‌تر است.)
- آنتی‌ژن‌ها به گیرندهٔ سطح لنفوسیت B بالغ متصل می‌شوند ولی به یاختهٔ پادتن‌ساز متصل نمی‌شوند چون این یاخته‌ها فاقد گیرندهٔ آنتی‌ژنی می‌باشند.
- یاخته‌های پادتن‌ساز مثل هر یاختهٔ دیگر بدن گیرنده‌های مختلفی مثل گیرندهٔ هورمون دارند ولی فاقد **گیرندهٔ آنتی‌ژنی** می‌باشند. این یاخته‌ها حجیم‌تر از یاخته‌های اولیه و خاطره بوده و **فاقد** قدرت میتوز هستند و همواره در مرحلهٔ G_0 چرخهٔ یاخته‌ای در اینترفاز باقی می‌مانند.
- پادتن‌ها مولکول‌هایی با **دو** جایگاه اتصال به آنتی‌ژن خاص میکروبی هستند که از جنس **پروتئین** و شبیه حرف Y انگلیسی می‌باشند.

انواع پروتئین‌های هم‌شکل (در لنفوسیت‌های B)
۱) نوعی که به غشای لنفوسیت B متصل هستند و گیرندهٔ آنتی‌ژن می‌باشند.
۲) پادتن ترشحی که توسط یاختهٔ پادتن‌ساز ترشح می‌شود.



«مولکول پادتن»

- هر لنفوسیت B در اثر برخورد با آنتی‌ژن اختصاصی خود تکثیر شده و به یاختهٔ پادتن‌ساز و یا لنفوسیت B خاطره تبدیل می‌شود. لنفوسیت اولیه و خاطره حاوی گیرنده‌هایی آنتی‌ژنی مشابه هستند ولی یاختهٔ پادتن‌ساز، تنها یاختهٔ لنفوسیتی است که گیرندهٔ آنتی‌ژنی ندارد و پادتن ترشحی خود را وارد خون یا لنف می‌کند.
- دقت کنید که پلاسموسیت یا یاختهٔ پادتن‌ساز نیز نوعی لنفوسیت B ولی بدون گیرندهٔ آنتی‌ژنی به حساب می‌آید. این یاخته هستهٔ کناری دیپلوئید دارد که حاوی همهٔ ژن‌های یک جاندار کامل است. مثلاً ژن ساخت پرفورین و پادتن دارد که ژن پادتن‌ساز آن برخلاف پرفورین‌ساز فعال می‌باشد.
- در ایمنی همراه لنفوسیت B، دو نوع پروتئین Yشکل پروتئینی یکسان وجود دارد و در حقیقت عامل بیگانه (غیرخودی) دوبار به دستگاه ایمنی برخورد می‌کند. گیرندهٔ اول همان گیرندهٔ آنتی‌ژن در غشای لنفوسیت B بالغ می‌باشد. نوع دیگر، پادتن است که از یاختهٔ پادتن‌ساز حاصل از تقسیم لنفوسیت B ترشح می‌شود. در حقیقت این دو نوع پروتئین، ساختاری مشابه هم دارند که هر دو مکمل آنتی‌ژن خاصی هستند. اولی به غشای لنفوسیت B متصل است و دومی در خون، لنف و مایع بافتی محلول می‌باشد و فشار اسمزی آن محیط‌ها را بالا می‌برد و هر دو هم در شبکهٔ آندوپلاسمی ساخته شده و در گلژی بسته‌بندی شده‌اند تا اگزوسیتوز شوند.



«هر لنفوسیت فقط یک نوع گیرندهٔ آنتی‌ژنی دارد که پس از تبدیل به پادتن‌ساز، پادتنی مشابه با گیرندهٔ خود ترشح می‌کند.»

- یاختهٔ پادتن‌ساز یا همان پلاسموسیت، توانایی شناسایی آنتی‌ژن را ندارد ولی محصول ژن آن (پادتن) واجد این توانایی می‌باشد.
- با توجه به شکل مشاهده می‌شود که هر پادتن به برخی زائده‌های آنتی‌ژن‌های یک میکروب متصل می‌شود. یعنی یک میکروب می‌تواند در پادگن خود، زوائد متنوع داشته باشد و توسط لنفوسیت‌ها و پادتن‌های متنوعی شناخته شود.
- هر عامل بیماری‌زا می‌تواند مولکول‌های آنتی‌ژنی متفاوتی داشته باشد ولی هر لنفوسیت دفاع اختصاصی (B یا T) فقط یک نوع پادتن علیه یک نوع آنتی‌ژن (پادگن) می‌تواند داشته باشد. اگر پادتن سطح لنفوسیت B با یک نوع از انواع آنتی‌ژن‌های سطح عامل بیگانه مکمل شود، مکانیسم دفاع اختصاصی با لنفوسیت B برای تولید پادتن و از بین بردن میکروب شروع می‌شود که در ادامه آن را بررسی می‌کنیم.
- لنفوسیت‌های خاطره و عمل‌کننده از وقتی ساخته می‌شوند، بالغ هستند. این لنفوسیت‌ها در هر جای بدن می‌توانند تولید شوند.

۲۱۳۶: (۲) پادتن‌ها از بخش دم خود که فاقد محل اتصال به پادگن است به پروتئین مکمل متصل می‌شوند تا سبب ایجاد منفذ و نابودی میکروب شوند. در شکل کتاب که روش‌های عمل پادتن‌ها را نشان داده است، درستی سه گزینهٔ دیگر را می‌توانید ببینید. در مورد گزینهٔ (۴) دقت کنید که پادتن‌ها به کمک پروتئین‌های مکمل، سبب نابودی عوامل بیگانه می‌شوند ولی با روش‌های دیگر چسباندن، رسوب دادن و خنثی کردن، سبب **بی‌اثر کردن** میکروب‌ها یا آنتی‌ژن‌ها می‌شوند. در نهایت همهٔ این راه‌ها به تسهیل عمل بیگانه‌خوارها برای بیگانه‌خواری عامل بیگانه و پادتن می‌پردازند.

فعالیت پادتن ۲۴۴

فعالیت پادتن	نوع عمل	بیگانه‌خوار
خنثی‌سازی	تعدادی پادتن از سمت جایگاه اتصال آنتی‌ژن به اطراف هر ویروس یا هر باکتری متصل می‌شود.	فقط درشت خوار ↓ سبب خنثی کردن عامل بیگانه می‌شوند.
به‌هم چسباندن	هر دو سر آنتی‌ژنی یک پادتن به یک باکتری یا هر سر آنتی‌ژنی آن به یک باکتری متصل شده و سر دیگر با اتصال به باکتری دیگر آن‌ها را به هم می‌چسباند.	
رسوب دادن	هر سر آنتی‌ژنی پادتن به یک آنتی‌ژن محلول متصل می‌شود تا رسوب دهند. هر آنتی‌ژن به دو پادتن وصل می‌شود.	
اثر بر پروتئین مکمل	از سمت گیرنده‌ها، پادتن به غشای میکروب متصل شده و از سمت دیگر به یک پروتئین مکمل وصل می‌شود. فقط یک پروتئین مکمل به دو پادتن وصل می‌شود و سایر پروتئین‌های مکمل با اتصال به یکدیگر فعال می‌شوند.	ایجاد منفذ ↓ نابودی میکروب ↓ هر نوع بیگانه‌خواری را فعال می‌کند.

۲۱۳۷ :(۱) همهٔ موارد نادرست‌اند. کلسترول هیچ پیوند پپتیدی ندارد. چون نوعی لیپید است. در گزینهٔ (۲)، فقط یک پل اکسیژنی، در دی‌ساکارید است. در گزینهٔ (۳)، سه مسیر بین گرهی و در گزینهٔ (۴)، یک دسته در دهلیز چپ در قلب وجود دارد.

بررسی موارد (الف) پادتن‌ها مولکول‌هایی Y شکل و از جنس پروتئین‌اند و هر پادتن دو جایگاه برای اتصال به دو آنتی‌ژن **یکسان** دارد. (ب) هر **لنفوسیت B** پس از تبدیل شدن به پلاسموسیت، می‌تواند پادتنی مشابه با گیرندهٔ آنتی‌ژنی سطح خود ترشح کند (پلاسموسیت گیرندهٔ آنتی‌ژنی و توانایی تقسیم ندارد. این نکته زیاد در تست‌ها استفاده می‌شود!). (ج) محلول حاوی **پادتن آماده** را **سرم** می‌نامند که به عنوان دارو استفاده می‌گردد و سبب **نابودی یا خنثی کردن** آنتی‌ژن مربوطه می‌شود. (د) در زخم‌های شدید، از سرم ضدکزاز و در مار گزیدگی، از پادزهر سم مار استفاده می‌شود که پادتن‌های آن سم مار را **خنثی** می‌کنند.

نکته
خیلی باید دقت کنید که پادتن به کمک پروتئین‌های مکمل، میکروب را نابود می‌کند ولی با اتصال در اطراف میکروب می‌تواند آن را خنثی کند!.

۲۱۳۸ :(۲) موارد (ج) و (د) درست هستند. پروتئین‌های مکمل سبب ایجاد منفذ در یاخته‌های بیگانه می‌شوند. فعال کردن آن‌ها توسط میکروب‌ها (باکتری‌ها). **پادتن‌ها** متصل به میکروب‌ها و پروتئین‌های مکمل فعال شده صورت می‌گیرد.

بررسی موارد (الف) پروتئین‌های مکمل نوعی پروتئین سراسری هستند که در هنگام فعالیت در عرض غشای میکروب قرار می‌گیرند. (ب) یاخته‌های پادتن‌ساز فاقد توانایی تقسیم هستند. (ج) پادتن‌ها از قسمت گیرنده و جایگاه اتصال آنتی‌ژن به یاختهٔ بیگانه متصل می‌شوند و از سمت دیگر خود پروتئین‌های مکمل را فعال می‌کنند. این پروتئین‌های مکمل هستند که در نهایت باعث تسهیل بیگانه‌خواری نیز می‌شوند. (د) میکروب‌ها و پروتئین‌های مکمل فعال شده توسط پادتن‌ها که از یاخته‌های پادتن‌ساز (هستهٔ آن‌ها در حاشیه قرار دارد) تولید می‌شوند به یکدیگر متصل می‌شوند.

۲۱۳۹ :(۳) بعضی پادتن‌ها طبق شکل کتاب می‌توانند از محلی به غیر از محل اتصال به آنتی‌ژن، به **پروتئین‌های مکمل** یا به **پروتئین‌های موجود بر سطح درشت‌خوارها** متصل شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** طبق شکل کتاب، یک پروتئین مکمل ممکن است فقط به یک نوع پروتئین یعنی فقط به پروتئین‌های مکمل دیگر متصل شود. **گزینهٔ (۲):** یک لنفوسیت **فقط یک نوع** گیرندهٔ آنتی‌ژنی دارد. **گزینهٔ (۴):** این مورد فقط در ارتباط با **یاخته‌های دارینه‌ای** برقرار است.

۲۱۴۰ :(۳) موارد (الف)، (ب) و (د) فقط در ارتباط با **بعضی** از گیرنده‌های آنتی‌ژنی Y مانند موجود در بدن انسان صحیح هستند. این گیرنده‌ها بر دو نوع‌اند. یک نوع از آن‌ها به غشای لنفوسیت B متصل است و نقش گیرندهٔ آنتی‌ژن غشایی را دارد. نوع دیگر ترشحی یا همان پادتن است.

بررسی موارد (الف) **درست.** پادتن‌های ترشحی برخلاف گیرنده‌های آنتی‌ژنی که به غشای لنفوسیت B متصل هستند، به‌طور مستقیم توسط یاخته‌های پلاسموسیت تولید می‌گردند؛ پس این مورد تنها دربارهٔ **بعضی** از این ساختارها صحیح است. (ب) **درست.** گیرنده‌هایی که به غشای لنفوسیت‌های B متصل هستند و نقش گیرندهٔ آنتی‌ژن را دارند، باعث شناسایی آنتی‌ژن شده و نقش مستقیمی در نابودی یاخته‌های بیگانه ندارند. طبق شکل، پادتن‌های ترشحی نیز نمی‌توانند به‌طور مستقیم و در اولین گام از مبارزه با آنتی‌ژن‌ها باعث نابودی یاخته‌های بیگانه گردند؛ بلکه باید با فعال کردن پروتئین‌های مکمل سبب نابودی میکروب شوند پس این با قید برخی در این مورد صحیح است. (ج) نادرست. همهٔ این ساختارها به دو آنتی‌ژن یکسان می‌توانند متصل شوند و از طرفی یا به غشای یاخته و یا به پروتئین مکمل وصل شوند (نه برخی از آن‌ها). (د) **درست.** ساختار Y مانندی که به غشای لنفوسیت متصل است و نقش گیرنده دارد، برخلاف پادتن ترشحی توسط یاختهٔ سازندهٔ خود به خون وارد نمی‌گردد؛ پس این مورد تنها دربارهٔ بعضی از پادتن‌ها صحیح است.

۲۴۵ مقایسهٔ لنفوسیت B و یاختهٔ پادتن‌ساز

یاخته	گیرندهٔ آنتی‌ژنی	ترشح پادتن	توانایی تکثیر	شکل یاخته	موقعیت هسته	شبکهٔ آندوپلاسمی
لنفوسیت B	✓	×	✓	کروی و کوچک	مرکزی	کوچک
لنفوسیت پادتن‌ساز	×	✓	×	کشیده و بزرگ	کناری	گسترده

۲۱۴۱ :(۳) پروتئین‌های مکمل فعال شده به کمک یکدیگر، ساختارهای حلقه‌مانندی را در غشای میکروب‌ها ایجاد می‌کنند که مشابه یک منفذ عمل می‌کند. این منفذها عملکرد غشای یاخته‌ای میکروب را در کنترل ورود و خروج مواد از بین می‌برند و سرانجام یاخته می‌میرد. بقایای میکروب به وسیلهٔ بیگانه‌خوارها جمع‌آوری می‌شود. دقت کنید که کتاب درسی برای تکمیل کار پروتئین‌های مکمل، بیگانه‌خواری را فقط منوط به عمل درشت‌خوار ندانسته است و هر بیگانه‌خواری را می‌توان برای آن در نظر گرفت.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌هایی به نام مونوسیت‌ها از یاخته‌های میلوئیدی مغز قرمز استخوان تولید می‌شوند. این یاخته‌ها در خون قرار دارند و پس از ورود به بافت به درشت‌خوارها و یا یاخته‌های دارینه‌ای تبدیل می‌شوند. یاخته‌های دارینه‌ای در بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط‌اند، مثل پوست و لولهٔ گوارش، به فراوانی یافت می‌شوند. این یاخته‌ها علاوه‌بر بیگانه‌خواری، قسمت‌هایی از میکروب را در سطح خود قرار می‌دهند. بنابراین یاخته‌های دارینه‌ای پس از شناسایی عامل میکروبی آن را از بین برده و قسمت‌هایی از میکروب را در سطح خود قرار می‌دهند. **گزینهٔ (۲):** یاخته‌های کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت‌های T کشنده علیه یاخته‌های خودی که دچار مشکل شده‌اند، پرفورین ترشح کرده و سبب مرگ برنامه‌ریزی شدهٔ یاخته‌های خودی می‌شوند. بنابراین مرگ برنامه‌ریزی شده در یاخته‌های **میکروبی** دیده نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** پادتن، آنتی‌ژن را با روش‌هایی بی‌اثر یا نابود می‌کند. دقت داشته باشید که در هنگام بی‌اثر کردن آنتی‌ژن فعالیت زیستی میکروب همچنان ادامه دارد، اما به علت غیرفعال شدن آنتی‌ژن‌ها بیماری‌زایی ندارد. از طرفی پس از سه روش بی‌اثر شدن میکروب‌ها، **فقط درشت‌خوارها** را کتاب برای بیگانه‌خواری به کار برده است.

۲۴۶ انواع بیگانه‌خوار

مکانیسم / نوع بیگانه‌خوار	پروتئین مکمل	اینترفرون ۱	اینترفرون ۲	مرگ برنامه‌ریزی شده	پادتن برای بی‌اثر کردن	پادتن به کمک پروتئین مکمل
درشت‌خوار	-	-	✓	✓	✓	-
هر بیگانه‌خواری	✓	-	-	-	-	✓
بدون نیاز به بیگانه‌خوار	-	✓	-	-	-	-

۲۱۴۲ (۴) لنفوسیت B در مغز استخوان بالغ و دارای گیرنده‌های آنتی‌ژنی شده که در ادامه لنفوسیت B بالغ شده با فعالیت خود می‌تواند فعالیت بیگانه‌خوارها را در هر جایی از جمله مغز استخوان زیاد کند (درستی گزینهٔ ۴).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پادتن‌ها اختصاصی‌اند و بر **یک نوع** آنتی‌ژن مؤثرند از طرفی برخی آنتی‌ژن‌ها با اثر لنفوسیت T از بین می‌روند. **گزینهٔ (۲):** در خون سه نوع یاخته یا بخش یاخته‌ای قرمز، سفید و پلاکت‌ها (به عنوان قطعات یاخته‌ای) وجود دارند که فقط **یک نوع** از آن‌ها یعنی گویچه‌های سفید در دفاع مؤثرند. **گزینهٔ (۴):** یاختهٔ دفاعی برای خروج از مویرگ، برون‌رانی نمی‌کند بلکه با تراگذری (دیاپدز) از فضای بین‌یاخته‌ای عبور می‌کند. دقت کنید که برون‌رانی یا درون‌بری از طریق ریزکیسه‌های غشایی صورت می‌گیرد.

۲۱۴۳ (۲) پس از فعال و تقسیم شدن لنفوسیت‌های B، لنفوسیت‌های B خاطره و پلاسموسیت‌ها ایجاد می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هستهٔ پلاسموسیت‌ها گرد ولی کناری می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** گیرنده‌های آنتی‌ژنی لنفوسیت‌های B خاطره و پادتن ساخته شده توسط پلاسموسیت‌ها، هر دو توانایی اتصال اختصاصی به دو آنتی‌ژن یکسان را دارا می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** پلاسموسیت‌ها فاقد گیرندهٔ آنتی‌ژنی می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** اینترفرون نوع ۲ توسط لنفوسیت‌های کشندهٔ طبیعی و T ترشح می‌شود.

۲۱۴۴ (۴) پادتن‌ها مولکول‌هایی Y شکل و از جنس پروتئین می‌باشند. در فصل ۷ می‌خوانید که برخی از این مولکول‌ها همانند داروها، گازهای تنفسی و مواد مغذی، می‌توانند از **جفت** عبور کرده و در محافظت از جنین نقش داشته باشند.

هر پادتن دارای دو جایگاه برای اتصال به آنتی‌ژن (پادگن) می‌باشد. همان‌طور که در شکل روبه‌رو ملاحظه می‌کنید، این دو جایگاه می‌توانند به غشای میکروب‌ها متصل شوند اما به پروتئین‌های مکمل متصل **نمی‌شوند**.

فعال کردن پروتئین‌های مکمل

چند نکتهٔ مهم

- پادتن‌ها از طریق انتهای خود (نه جایگاه‌های اتصال به آنتی‌ژن) می‌توانند به پروتئین‌های مکمل متصل و آن‌ها را فعال نمایند.
- با توجه به شکل، فقط یک پروتئین مکمل به دو پادتن متصل شده و سایر پروتئین‌های مکمل به پادتن وصل نمی‌شوند.

بیگانه‌خواری

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** همان‌طور که در شکل روبه‌رو مشاهده می‌کنید، میکروب‌ها پس از غیرفعال شدن (بی‌اثر شدن) توسط پادتن‌ها، توسط درشت‌خوارهای بافتی پاکسازی می‌شوند. در این شرایط مولکول‌های پادتن به همراه میکروب به داخل درشت‌خوارها می‌روند. **گزینهٔ (۲):** پادتن نوعی مولکول ترشحی می‌باشد، بنابراین توسط ریبوزوم‌های متصل به شبکهٔ آندوپلاسمی ساخته می‌شود و بعد از بسته‌بندی شدن توسط گلژی، ترشح می‌شود. **گزینهٔ (۴):** پادتن‌ها توسط پلاسموسیت‌ها (یاخته‌های پادتن‌ساز) ترشح می‌شوند. این یاخته‌های دارای شبکهٔ آندوپلاسمی گسترده و یک هستهٔ حاشیه‌ای بوده و توانایی تقسیم (عبور از نقطهٔ وارسی G_2) را ندارند.

۲۱۴۵ (۲) پادتن‌ها پروتئین‌های ترشحی حاصل از عمل یاخته‌های پادتن‌ساز می‌باشند (رد گزینهٔ ۱). هر مولکول پادتن دارای دو جایگاه اتصال آنتی‌ژن است پس می‌تواند به دو مولکول آنتی‌ژن یکسان متصل شود (درستی گزینهٔ ۲). پادتن‌ها با روش‌های مختلفی باعث از بین بردن عوامل بیماری‌زا می‌شوند که در هیچ‌کدام **ابتدا** یاخته‌های بیگانه‌خوار وارد عمل نمی‌شوند. از طرفی، **برخی** پادتن‌ها با رسوب دادن، به هم چسباندن یا خنثی‌سازی، سبب بی‌اثر شدن پادگن‌ها می‌شوند (رد گزینه‌های ۳ و ۴).

نکته

سرم، دفاع اختصاصی غیرفعال (بدون حافظه) اکتسابی می‌دهد. علت اکتسابی بودن، گرفتن پادتن از فرد دیگر است ولی چون در بدن شخص گیرندهٔ **یاخته خاطره** وجود ندارد، ایمنی غیرفعال یا غیردائمی ایجاد می‌کند. از طرفی به دلیل اینکه دارای پادتن می‌باشد ایمنی **اختصاصی** می‌دهد.

لنفوسیت‌های B در برخورد با آنتی‌ژن
- اگر مربوط به سطح ویروس باشد ← پادتن اختصاصی برای خنثی کردن آن‌ها می‌سازد.
- اگرخودش آلوده به ویروس شود ← اینترفرون نوع ۱ می‌سازد ← دفاع غیراختصاصی می‌دهد.
- اگر سبب مکانیسم تولید پادتن شود ← تکثیر شده‌اند و دفاع اختصاصی می‌دهند.

۲۱۴۶ (۳) منظور سؤال، پروتئین‌های مکمل هستند که به قسمت غیرگیرندهٔ آنتی‌ژنی پادتن متصل می‌شوند تا فعال شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پروتئین‌های مکمل ابتدا به صورت غیرفعال هستند و با ورود میکروب فعال می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** این گزینه ویژگی پرفورین را معرفی می‌کند. **گزینهٔ (۳):** پرفورین و پروتئین مکمل، آنزیم و نقش کاتالیزوری ندارند. پرفورین غشای یاخته را سوراخ کرده ولی برخلاف پروتئین مکمل آن را به تنهایی نابود نمی‌کند. **گزینهٔ (۴):** این عبارت در مورد پرفورین است چون پروتئین مکمل مربوط به خط دوم دفاعی می‌باشد.

۲۱۴۷ (۴) یکی از روش‌های پادتن برای مقابله با یاختهٔ هدف فعال کردن پروتئین‌های مکمل است تا در غشای یاخته، ایجاد منفذ کنند. با ایجاد منفذ در غشای یاخته، عملکرد غشا از بین می‌رود و یاختهٔ بیگانه نابود می‌شود و از طرفی در مکانیسم‌های بی‌اثر کردن نیز در نهایت طی عمل بیگانه‌خواری آن عامل بیگانه از بین می‌رود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های پادتن‌ساز دارای اندازه و مقدار مایع سیتوپلاسمی بیشتری نسبت به لنفوسیت‌های اولیه می‌باشند. **گزینهٔ (۲):** با ترشح پادتن، باکتری‌ها برای بی‌اثر شدن، یا خنثی‌سازی می‌شوند، یا به هم چسبانده می‌شوند و یا سم آن‌ها رسوب داده می‌شود تا بی‌اثر شوند. **گزینهٔ (۴):** پادتن‌ها برخلاف پرفورین‌ها، با اتصال به دور ویروس‌ها یا باکتری‌ها آن‌ها را خنثی می‌کنند. (نه یاختهٔ آلوده به ویروس!)

۲۱۴۸ (۴) پروتئین پرفورین باعث ایجاد منفذ در غشای یاخته‌های سرطانی و آلوده به ویروس می‌شود. پرفورین از لنفوسیت‌های کشندهٔ طبیعی و T کشنده ترشح می‌شود که هر دو یاخته هستهٔ تکی گرد و سیتوپلاسم بدون دانه دارند و مربوط به دومین یا سومین خط دفاعی بدن هستند.

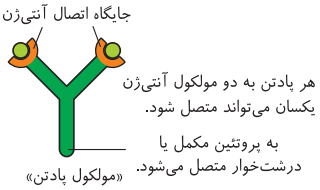
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پروتئین‌های مکمل باعث ایجاد منفذ در غشای یاختهٔ بیگانه می‌شوند که فعالیت آن مربوط به خط دوم دفاعی و کمک به پادتن‌ها در خط سوم است. **گزینهٔ (۲):** پادتن‌ها نیز با فعال کردن پروتئین‌های مکمل، در نهایت باعث تسهیل بیگانه‌خواری می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** پادتن‌ها طی روش‌های مختلفی باعث افزایش فعالیت درشت‌خوارها می‌شوند. پادتن‌ها از یاخته‌های پادتن‌ساز ترشح می‌شوند که توانایی تقسیم ندارند.

۲۱۴۹ (۲) یاخته‌های کشندهٔ طبیعی و یاخته‌های لنفوسیت T می‌توانند اینترفرون نوع دو ترشح کنند. هر دوی این یاخته‌ها با ترشح پروتئین‌هایی مانند پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی‌شده در از بین بردن یاخته‌های خودیِ تغییریافته مانند یاخته‌های سرطانی و آلوده به ویروس نقش دارند.

بیگانه‌خواری

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به شکل ۱۶، در نتیجهٔ برخورد لنفوسیت‌های B به آنتی‌ژن، لنفوسیت‌های B خاطره هم ساخته می‌شوند که گیرنده‌های آنتی‌ژنی خود را از دست نداده و می‌توانند عوامل بیگانه را شناسایی کنند. **گزینهٔ (۳):** با توجه به شکل مقابل، درشت‌خوارها هم می‌توانند در حین بیگانه‌خواریِ خود در تماس با بخش غیرگیرندهٔ آنتی‌ژنی پادتن‌ها قرار بگیرند. **گزینهٔ (۴):** همهٔ لنفوسیت‌های B و T اولیه و کشندهٔ طبیعی در مغز استخوان از یاخته‌های بنیادی لنفوئیدی ساخته می‌شوند. لنفوسیت‌های ایمنی **اختصاصی** B و T اولیه به ترتیب در مغزاستخوان یا تیموس فعال می‌شوند. اما دقت کنید که یاخته‌های کشندهٔ طبیعی هم لنفوسیت‌اند اما برخلاف لنفوسیت B و T اولیه، نیازی به بالغ شدن ندارند چون لنفوسیت‌های کشندهٔ طبیعی، گیرندهٔ آنتی‌ژنی ندارند.

۲۱۵۰ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** پلاسموسیت، گیرندهٔ آنتی‌ژنی ندارد. **گزینهٔ (۲):** یاخته‌های عمل‌کننده منظور هستند که توانایی تقسیم شدن را ندارند. **گزینهٔ (۳):** فقط پادتن و گیرندهٔ لنفوسیت B مستقیماً به ویروس (نه یاختهٔ آلوده به ویروس) متصل می‌شوند ولی یاختهٔ سازندهٔ پادتن یعنی پلاسموسیت، گیرندهٔ آنتی‌ژنی ندارد تا به ویروس متصل شود. **گزینهٔ (۴):** بخش اول این گزینه مربوط به لنفوسیت T و بخش دوم آن مربوط به پلاسموسیت می‌باشد.



۲۱۵۱ (۴) همهٔ موارد به نادرستی تکمیل می‌کنند. یاخته پادتن‌ساز (که فاقد گیرندهٔ آنتی‌ژنی است) تقسیم نمی‌شود (نادرستی (ب) و (ج)) ولی از تقسیم یاخته‌های B خاطره، تعداد زیادی یاختهٔ پادتن‌ساز و تعدادی نیز B خاطره ایجاد می‌شوند (نادرستی (الف) و (د)).

۲۱۵۲ (۴) *واقعاً متأسفم و نمی‌دانم چه بنویسم! آفه مگه میشه وقتی که یافته‌ای اینترفرون بسازه، بگیم در دفاع غیراختصاصی شرکت نمی‌کنه؟! لطفاً طراح کنکور که این تست را گزینهٔ (۴) زده است واقعاً برای بپهٔ خود می‌تواند در کنکور سال بعد این را قبول داشته باشد؟ آفه قید «بعضی» در این عبارت گزینهٔ (۴) قطعاً آن را نادرست کرده است (من فقط به دلیل پاسخ سازمان سنجش گزینهٔ (۴) را زده‌ام) و قطعاً منظور طراح این است که لنفوسیت* T *مربوط به دفاع اختصاصی و کشندهٔ طبیعی مربوط به غیراختصاصی است)*

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مغز استخوان نوعی اندام لنفی است و یاخته‌های دفاعی متنوعی مثل ائوزینوفیل، نوتروفیل و لنفوسیت‌های مختلف می‌توانند در آن ایجاد شوند. **گزینهٔ (۲):** یاخته با دانهٔ تیره همان بازوفیل است که به همراه **ماستوسیت** بیگانه‌خوار با تولید هیستامین در افزایش نفوذپذیری رگ‌ها مؤثر است. **گزینهٔ (۴):** خنثی کردن میکروب‌ها وظیفهٔ **پادتن‌ها** می‌باشد که توسط نوعی لنفوسیت به نام یاختهٔ پادتن‌ساز با هستهٔ تکی گرد یا بیضی تولید می‌شوند.

۲۱۵۳ (۲) لنفوسیت‌های T، به یاخته‌های بخش پیوند شده حمله می‌کنند. در ضمن لنفوسیت‌های T همانند یاختهٔ کشندهٔ طبیعی، توانایی مبارزه با یاخته‌های سرطانی و آلوده به ویروس و ترشح اینترفرون نوع ۲ را دارند ولی حمله به عوامل را به‌طور اختصاصی و در پی تکثیر خود انجام می‌دهند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لنفوسیت T **یاختهٔ آلوده به ویروس** را شناسایی می‌کند (نه خود ویروس را! خود ویروس را فقط لنفوسیت B و پادتن شناسایی می‌کنند.).
گزینهٔ (۳): لنفوسیت T پس از شناسایی آنتی‌ژن، تکثیر می‌شود و **لنفوسیت T کشنده** را پدید می‌آورد (نه یاختهٔ کشندهٔ طبیعی که مربوط به لنفوسیت خط دوم دفاعی بود!).
گزینهٔ (۴): لنفوسیت T، **همانند** یاختهٔ کشندهٔ طبیعی، توانایی اتصال به یاختهٔ هدف و ترشح پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده را دارند.

۲۱۵۴ (۳) آنفلوانزای پرندگان را نوعی **ویروس** پدید می‌آورد. عامل این بیماری سبب **فعالیت بیش از حد دستگاه ایمنی** می‌شود و به **تولید انبوه و بیش از حد** لنفوسیت‌های T می‌انجامد.

۲۱۵۵ (۳) هر یاخته‌ای در سطح خود دارای گیرنده‌های مختلف برای دریافت پیام از پیک‌های شیمیایی مثل هورمون‌های مختلف می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۴):** یاخته‌های لنفوسیت T در مغز استخوان تولید و در تیموس بالغ می‌شوند، از این‌رو می‌توان تعدادی لنفوسیت T نابالغ که به سمت غدهٔ تیموس حرکت می‌کنند را در خون مشاهده کرد. **گزینهٔ (۲):** پادتن‌ها می‌توانند به آنتی‌ژن ویروس و یا ترشحات سمی میکروب‌ها متصل شوند و آن‌ها را با خنثی‌سازی یا رسوب دادن، بی‌اثر کنند.

• لنفوسیت T

لنفوسیت‌های T نیز در **دفاع اختصاصی** شرکت می‌کنند. نوع T اولیه، در مغز استخوان توسط **یاخته‌های بنیادی لنفوئیدی** به صورت نابالغ ساخته می‌شوند. این یاخته‌های T نابالغ ابتدا وارد مویرگ خونی اطراف مغز استخوان شده و از طریق **خون** به غدهٔ تیموس در جلوی نای و پشت جناغ می‌رسند، در آنجا از خون وارد تیموس شده و با اثر هورمون تیموسین آن بالغ می‌شوند تا قدرت شناسایی **نوع خاصی از یاختهٔ غیرخودی** را پیدا کنند. لنفوسیت‌های T بالغ شده دوباره وارد مویرگ خونی یا لنفی می‌شوند تا در دفاع اختصاصی شرکت کنند.

نکته

تیموس

- تیموس غده‌ای درون‌ریز با توانایی تولید هورمون **تیموسین** می‌باشد. این غدهٔ درون‌ریز در جلوی نای و پشت جناغ وجود دارد و ظاهری با تقارن دو طرفی دارد. در دوران **نوزادی و کودکی** فعالیت زیادی دارد ولی **به تدریج** پس از کودکی همراه با رشد انسان، از فعالیت آن کاسته می‌شود و اندازهٔ آن تحلیل می‌رود. پس نتیجه می‌گیریم که **حفظ** لنفوسیت‌های T بالغ بسیار مهم می‌باشد.
- از زیست دهم به یاد دارید که تیموس به عنوان یک اندام لنفی بوده و توانایی ترشح هورمون نیز دارد. دقت کنید که غدهٔ تیموس برای لنفوسیت T، فقط به کمک هورمون **تیموسین** خود، توانایی بالغ کردن و تمایز این لنفوسیت‌ها (T) را دارد. این غدد درون‌ریز نوعی اندام لنفی در مسیر مجرای لنفی قطور سمت چپ بدن به حساب می‌آید و لنف خود را وارد سیاهرگ تحت ترقوه‌ای چپ می‌کند. از طرفی این غده پشت جناغ و در جلوی دهلیزهای قلبی می‌باشد.

۲۱۵۶ (۱) فقط مورد (ج) صحیح است. منظور سؤال، پروتئین‌های **مکمل** و **پرفورین‌ها** می‌باشند که منافذی در عرض غشای میکروب یا غشای یاختهٔ سرطانی یا آلوده به ویروس ایجاد می‌کنند. هردوی این عوامل شرایط را برای بیگانه‌خواری فراهم می‌کنند که یاخته‌های بیگانه‌خوار از نوع درشت‌خوار و دارینه‌ای، منشأ **مونوسیتی** دارند.

بررسی موارد (الف) این ویژگی مخصوص پادتن می‌باشد که به سطح خارجی آنتی‌ژن‌های غشای میکروب متصل می‌شود. (ب) در بین این دو عامل، پروتئین مکمل فقط در دفاع غیراختصاصی فعالیت دارد (دقت کنید نقش اصلی دفاع اختصاصی با لنفوسیت‌های B و T بوده و پرفورین در هر دو دفاع اختصاصی و غیراختصاصی نقش دارد). (د) فقط پرفورین سبب ورود آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده به یاختهٔ سرطانی یا آلوده به ویروس می‌شود.

نکته

پروتئین مکمل سبب ایجاد منفذ در غشای میکروب می‌شود ولی پرفورین‌ها غشای یاختهٔ خودی سرطانی شده یا یاختهٔ خودی آلوده به ویروس را سوراخ می‌کنند.

۲۱۵۷ (۴) در بدن انسان لنفوسیت‌هایی که توانایی شناسایی آنتی‌ژنی در عامل بیگانه را ندارند، عبارتند از: یاخته‌های کشندهٔ طبیعی، یاخته‌های پادتن‌ساز، لنفوسیت‌های T نابالغ و لنفوسیت‌های B نابالغ. دقت داشته باشید که همهٔ گویچه‌های سفید قادر به تشخیص یاخته‌های خودی از بیگانه هستند و در واقع آنچه که دفاع اختصاصی را از دفاع غیراختصاصی متمایز می‌کند، توانایی آن‌ها در شناسایی و افتراق یک عامل بیگانه از سایر عوامل بیگانه است. لنفوسیت‌ها در مغز قرمز استخوان در جمجمه و لگن در دو طرف دیافراگم همواره تولید می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لنفوسیت‌ها انواع مختلفی دارند. لنفوسیتی را که در دفاع غیراختصاصی نقش دارد، یاختهٔ کشندهٔ طبیعی می‌نامند که یاخته‌های سرطانی و آلوده به ویروس را نابود می‌کنند. همچنین لنفوسیت T یاخته‌های خودی را که تغییر کرده‌اند، مثلاً سرطانی یا آلوده به ویروس شده‌اند نابود می‌کند. همچنین به یاخته‌های بخش پیوند شده حمله می‌کند. این در حالی است که لنفوسیت‌های B نقشی در مبارزه با این یاخته‌ها ندارند. **گزینهٔ (۲):** لنفوسیت‌های T نابالغ پس از تولید شدن در مغز استخوان، با عبور از دیوارهٔ مویرگ‌های آن وارد جریان خون شده تا از آنجا به تیموس رفته و بالغ شوند. این در حالی است که لنفوسیت‌های B نابالغ قادر به خروج از محل تولید خود یعنی مغز استخوان نیستند و ابتدا در همان جا بالغ شده و سپس از آن خارج می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** یکی از روش‌های دفاع، ترشح پروتئینی به نام **اینترفرون** است. اینترفرون نوع یک، از یاختهٔ آلوده به ویروس ترشح می‌شود و علاوه‌بر یاختهٔ آلوده، بر یاخته‌های سالم مجاور هم اثر می‌کند و آن‌ها را در برابر ویروس مقاوم می‌کند. اینترفرون نوع دو، از یاخته‌های کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت‌های T ترشح می‌شود و درشت‌خوارها را فعال می‌کند. این نوع اینترفرون نقش مهمی در مبارزه علیه یاخته‌های سرطانی دارد. لنفوسیت‌های B قادر به تولید و ترشح این اینترفرون نیستند.

۲۱۵۸ (۴) در دفاع **غیراختصاصی** لنفوسیت‌های کشندهٔ طبیعی یاخته‌های سرطانی و آلوده به ویروس را نابود می‌کنند. این یاختهٔ کشندهٔ طبیعی، به یاختهٔ سرطانی یا آلوده به ویروس متصل می‌شود، با ترشح پروتئینی به نام پرفورین منفذی در غشای یاخته ایجاد می‌کند. سپس با وارد کردن آنزیم‌هایی به درون یاخته، سبب مرگ برنامه‌ریزی شدهٔ یاخته می‌شود. لنفوسیت T در دفاع **اختصاصی**، یاخته‌های خودی را که تغییر کرده‌اند، مثلاً سرطانی یا آلوده به ویروس شده‌اند، نابود می‌کند. لنفوسیت‌های T کشنده به یاختهٔ هدف متصل می‌شوند و با ترشح پرفورین و آنزیم القاکنندهٔ مرگ برنامه‌ریزی شده، آن را از پای در می‌آورند!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پروتئین‌های مکمل پس از فعالیت پادتن‌ها می‌توانند فعال شوند ولی یاختهٔ آلوده به ویروس توسط لنفوسیت‌های T شناسایی می‌شوند که پرفورین می‌سازند و به پروتئین مکمل کاری ندارند. **گزینهٔ (۲):** خنثی‌سازی آنتی‌ژن‌های ویروس توسط **پادتن‌ها** صورت می‌گیرد؛ پادتن‌ها از یاخته‌های پادتن‌ساز ترشح می‌شوند این عمل مستقیماً به خود ویروس برخورد می‌کند نه یاختهٔ آلوده به ویروس! **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که در دفاع اختصاصی، همان‌طور که از نامش مشخص است، لنفوسیتی که به یاختهٔ آلوده به ویروس حمله می‌کند چون اختصاصی است، دیگر نمی‌تواند به یاختهٔ سرطانی شده حمله کند.

۲۱۵۹ (۱) بیگانه‌خواری کلاً در خط **دوم** دفاعی و گاهی برای کمک به کامل شدن خط سوم انجام می‌شود ولی همواره یک پاسخ دفاعی غیراختصاصی در خط دوم می‌باشد.

نکته

در بین یاخته‌های **خونی**، بیگانه‌خواری مخصوص **نوتروفیل‌ها** می‌باشد که در سدّ دوم دفاع غیراختصاصی، نقش مهمی دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** ائوزینوفیل دانه‌های درشت **روشن** و خاصیت ضدانگلی دارد. **گزینهٔ (۳):** مونوسیت‌ها نیز برای تراگذری حرکات آمیبی دارند که پس از ورود به بافت، افزایش حجم یافته و مثلاً به درشت‌خوار یا یاختهٔ دارینه‌ای تبدیل می‌شود. **گزینهٔ (۴):** مرحلهٔ G_2 مربوط به آخر اینترفاز است و یاخته‌ای که می‌خواهد تقسیم کند به آن وارد می‌شود. مثلاً برای رد این گزینه می‌توان به لنفوسیت‌های T که قدرت تقسیم دارند و در مغز استخوان ساخته شده ولی در **تیموس**، بالغ می‌شوند، اشاره کرد چون در تیموس توانایی شناسایی مولکول خودی از غیرخودی را پیدا می‌کنند.

۲۱۶۰ (۳) پروتئین‌های ترشح شده توسط لنفوسیت‌های T که بر سیستم ایمنی اثر می‌گذارند (در سطح کتاب درسی) عبارتند از: (۱) آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده (۲) پروتئین پرفورین (۳) اینترفرون نوع دو (۴) اینترفرون نوع یک

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۲):** آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده و پرفورین با کمک به از بین بردن یاخته‌های سرطانی و آلوده به ویروس، در نهایت می‌توانند فعالیت بیگانه‌خوارها را در پاکسازی بقایای این یاخته‌ها افزایش دهند. اینترفرون نوع دو هم که مستقیماً درشت‌خوارها را فعال می‌نماید، اما اینترفرون نوع یک چنین نقشی ندارد. **گزینهٔ (۴):** تمام این پروتئین‌های اشاره شده توسط یاخته‌های کشندهٔ طبیعی موجود در خط دوم ایمنی غیراختصاصی انسان هم ترشح می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** تنها در رابطه با آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده صحیح می‌باشد. دقت کنید که حتی پروتئین‌های پرفورین هم در سطح یاخته منفذ ایجاد می‌کنند و وارد یاختهٔ دیگر نمی‌شوند.

نکته

دقت کنید که لنفوسیت T
- اگر آلوده به ویروس شود ← بدون تکثیر به تولید اینترفرون نوع ۱ می‌پردازد ← دفاع غیراختصاصی
- اگر به یاختهٔ آلوده به ویروس برخورد کند ← ابتدا تقسیم می‌شود ← پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی ترشح می‌کند ← دفاع اختصاصی
- اگر به یاختهٔ سرطانی برخورد کند
  - اینترفرون نوع ۲ بسازد ← دفاع غیراختصاصی
  - پرفورین‌سازی کند ← دفاع اختصاصی

۲۱۶۱ (۳) لنفوسیت‌های T و لنفوسیت‌های کشندهٔ طبیعی قادر به تولید و ترشح پرفورین می‌باشند. موارد (الف)، (ب) و (د) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** این گزینه در ارتباط با لنفوسیت‌های کشندهٔ طبیعی که در خط دفاع غیراختصاصی بدن حضور دارند صحیح می‌باشد. در حالی‌که در خط سوم، لنفوسیت‌ها فقط **یک نوع** میکروب را شناسایی می‌کنند. (ب) **نادرست.** گیرندهٔ آنتی‌ژنی تنها در یاخته‌های خط دفاع **اختصاصی** بدن یافت می‌شود. (ج) درست. هر دوی این لنفوسیت‌ها می‌توانند اینترفرون نوع (۲) را ترشح کنند که در مبارزه علیه یاخته‌های سرطانی نقش مؤثری دارد. (د) **نادرست.** تنها لنفوسیت‌های T در غدهٔ تیموس بالغ می‌شوند.

۲۱۶۲ (۱) فقط مورد (الف) صحیح است.

بررسی موارد (الف) ژن پرفورین را هر یاختهٔ هسته‌دار بدن دارد. (ب) لنفوسیت عمل کننده تقسیم نمی‌شود و همواره در G_0 باقی می‌ماند. (ج) هر لنفوسیت گیرندهٔ آنتی‌ژنی ندارد. (د) فقط لنفوسیت‌های اولیه در مغز استخوان ساخته می‌شوند.

۲۱۶۳: ۱) پادتن‌ها با فعال کردن پروتئین‌های مکمل و اینترفرون‌های نوع دو با فعال کردن **درشت‌خوارها**، در فعال شدن گروهی از اجزای دومین خط دفاعی بدن نقش دارند.

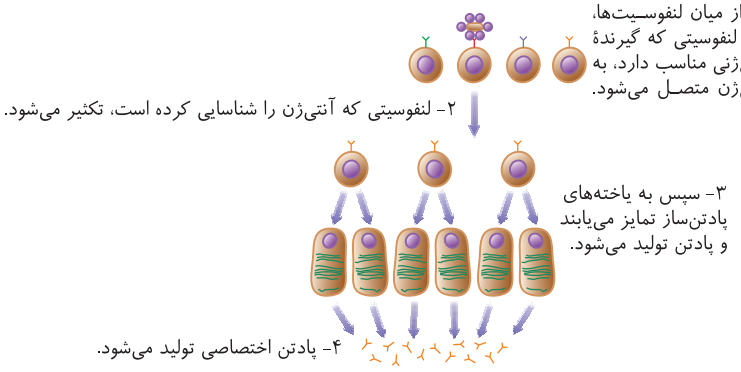
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** هر دو یاختهٔ درشت‌خوار و دارینه‌ای از دیاپدز مونوسیت‌ها به وجود آمده‌اند. **گزینهٔ (۳):** در فرایند التهاب، هیستامین از ماستوسیت‌های آسیب‌دیده رها می‌شود و نشت مواد خوناب را زیاد می‌کند. (نه خون‌بهر) **گزینهٔ (۴):** پروتئین‌های مکمل در غشای یاخته‌های بیگانه و پرفورین در غشای یاخته‌های خودی منفذ ایجاد می‌کنند.

۲۱۶۴: ۴) همهٔ موارد عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد **الف)** لنفوسیت‌های کشندهٔ طبیعی در خط دوم دفاعی می‌توانند در غشای یاخته‌های سرطانی و آلوده به ویروس منفذ ایجاد کنند و بر روی غشای میکروب‌ها فاقد تأثیرند. **ب)** در خط سوم دفاعی می‌توان لنفوسیت‌های عمل کننده، نظیر یاخته‌های پادتن‌ساز را دید که فاقد گیرندهٔ آنتی‌ژن بر روی سطح خود می‌باشند. **ج)** یاخته‌های موجود در خط دوم دفاعی، توانایی شناسایی **عمومی** عوامل بیگانه را دارند. **د)** این گزینه در ارتباط با لنفوسیت‌های عمل کننده صادق نمی‌باشد.

۲۱۶۵: ۲) لنفوسیت‌های *B* فعال در طی برخورد با آنتی‌ژن اختصاصی خود، به سرعت تکثیر شده و دو دسته یاخته ایجاد می‌کنند: یاخته‌های پادتن‌ساز (پلاسموسیت) و لنفوسیت‌های *B* خاطره. هر دو نوع این یاخته‌ها پروتئین‌های *Y* شکل تولید می‌کنند که به‌طور اختصاصی به آنتی‌ژن متصل می‌شوند. دقت کنید که لنفوسیت‌های *B* خاطره، گیرندهٔ آنتی‌ژنی تولید کرده و در سطح بیرونی غشای خود قرار می‌دهند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لنفوسیت‌های *B* خاطره، هستهٔ مرکزی دارند ولی یاخته‌های پادتن‌ساز هستهٔ کناری و شبکهٔ آندوپلاسمی و دستگاه گلژی گسترده دارند. **گزینهٔ (۳):** پادتن‌ها، درشت‌مولکول‌هایی (بسپارهایی) هستند که به‌طور آزادانه به یاخته‌های مهاجم حمله می‌کنند. پادتن‌ها فقط توسط پلاسموسیت‌ها تولید می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** پروتئین‌های مکمل، پروتئین‌هایی هستند که ساختارهای حلقه‌مانندی در غشای میکروب‌ها تشکیل می‌دهند. هیچ‌یک از این یاخته‌ها، پروتئین مکمل تولید نمی‌کنند.



۲۱۶۶: ۱) **همهٔ** گویچه‌های سفید، توانایی **دیاپدز** و عبور از دیوارهٔ مویرگ‌ها را دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** همهٔ عوامل بیماری‌زا را نمی‌توان با بیگانه‌خواری از بین برد (مانند انگل‌های درشت!). **گزینهٔ (۴):** دقت کنید! **هر** یاختهٔ زنده‌ای که توانایی پروتئین‌سازی دارد، در صورت آلوده شدن به **ویروس** می‌تواند **اینترفرون نوع ۱** ترشح کند. در نتیجه **لنفوسیت‌های B و T** نیز توانایی ترشح اینترفرون را دارند؛ اما در دفاع **اختصاصی** شرکت می‌کنند. همچنین **لنفوسیت‌های T**، توانایی ترشح **اینترفرون نوع ۲** را نیز دارند. **گزینهٔ (۴):** **لنفوسیت T کشنده** نیز پرفورین ترشح می‌کند؛ اما در خط دوم دفاعی نمی‌تواند بیگانه‌خواری را فعال کند، زیرا مربوط به **خط سوم دفاعی** (دفاع اختصاصی) است.

پروتئین‌های نخاعی	محل تولید	ویژگی
لیزوزیم	مخاط - غدد بزاقی - غدد عرق - غدد اشکی	در هر دو قسمت خط اول دفاعی در پوست و مخاط وجود دارد - آنزیمی مخصوص از بین بردن باکتری‌هاست. در اشک نیز وجود دارد که در دفاع از قرنیه مؤثر است.
مادهٔ مخاطی	مخاط لولهٔ گوارش، تنفس - ادراری	ماده‌ای چسبناک است که میکروب‌ها را به دام می‌اندازد - درون خود آنزیم لیزوزیم هم دارد.
پروتئین مکمل	-	همواره در خون به صورت غیرفعال وجود دارد - در غشای میکروب به صورت دسته جمعی منفذ ایجاد می‌کنند - در خط دوم فعالیت دارد - پس از عمل پادتن‌ها نیز فعال می‌شود - در التهاب نقش دارد - بیگانه‌خوارها را فعال می‌کند.
اینترفرون نوع ۱	هر یاختهٔ آلوده به ویروس	بر یاختهٔ آلوده و سالم مؤثر است - فعالیت بیگانه‌خوارها را زیاد نمی‌کند.
اینترفرون نوع ۲	لنفوسیت‌های *T* و کشندهٔ طبیعی	مخصوص خط دوم دفاعی است - در مقابله با سرطان مؤثر است - فعالیت درشت‌خوارها را زیاد می‌کند.
پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده	لنفوسیت‌های *T* و کشندهٔ طبیعی	پرفورین نوع اختصاصی و غیراختصاصی دارد - غشای یاختهٔ آلوده به ویروس، سرطانی یا بافت پیوند شده را تخریب می‌کند پرفورین وارد یاختهٔ هدف نمی‌شود - آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده فعالیت درشت‌خوار را زیاد می‌کند.
پادتن	پلاسموسیت	مستقیم بر ویروس و باکتری مؤثر است - پروتئین مکمل را فعال می‌کند - فعالیت درشت‌خوارها را زیاد می‌کند.

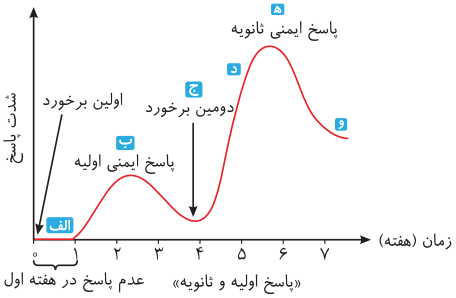
۲۱۶۷: ۴) فقط مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد **الف)** نادرست. نوتروفیل‌ها **چابک‌ترین** یاخته‌های شرکت‌کننده در التهاب هستند. دقت کنید که نوتروفیل **بیگانه‌خوار** است نه درشت‌خوار! **ب)** نادرست. یاختهٔ دارینه‌ای آنتی‌ژن را به یاختهٔ ایمنی **غیرفعال** ارائه می‌دهد و سبب فعال شدن آن می‌شود. **ج)** **درست.** بزرگ‌ترین لنفوسیت‌های پاسخ ایمنی اولیه، **پلاسموسیت‌ها** هستند که هستهٔ غیرمرکزی و شبکهٔ آندوپلاسمی وسیع دارند. **د)** نادرست. یاختهٔ کشندهٔ طبیعی، لنفوسیت دفاع **غیراختصاصی** است!

۲۱۶۸ (۱) فقط مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد (الف) دفاع اختصاصی **برخلاف** دفاع غیراختصاصی، دفاعی آهسته است، زیرا برای شناسایی آنتی‌ژن و تکثیر لنفوسیت‌ها به زمان نیاز دارد. (ب) اگر آنتی‌ژنی که قبلاً وارد بدن شده است دوباره وارد شود، پاسخ ایمنی نسبت به آن **سریع‌تر و قوی‌تر** است. (ج) همواره لنفوسیت‌های خاطره‌ای که علاوه‌بر لنفوسیت‌های عمل‌کننده پدید می‌آیند، به عنوان حافظهٔ دفاع اختصاصی محسوب می‌شوند. (د) وجود تعداد **زیادی** لنفوسیت خاطره در خون، سبب می‌شود شناسایی آنتی‌ژن سریع‌تر صورت گیرد.

۱۳۴ شکل‌نامهٔ پاسخ ایمنی اختصاصی اولیه و ثانویه



- در اولین برخورد به مدت یک هفته پاسخ ایمنی دیده نمی‌شود و بعد از هفتهٔ اول این پاسخ شروع می‌شود (الف).
- حدود دو هفته بعد از اولین برخورد، شدت پاسخ ایمنی اولیه به حداکثر خود می‌رسد (ب).
- در پایان پاسخ ایمنی اولیه، به دلیل وجود یاختهٔ خاطره و لنفوسیت عمل‌کننده، شدت پاسخ بیشتر از زمانی است که اولین برخورد صورت گرفته است (ج).
- در دومین برخورد پاسخ ایمنی ثانویه از همان ابتدا با سرعت زیاد آغاز می‌شود. (برخلاف پاسخ ایمنی اولیه در اولین برخورد که به مدت یک هفته پاسخ ایمنی دیده نمی‌شود.) (د)
- در دومین برخورد شدت پاسخ ایمنی ثانویه بعد از حدود دو هفته به حداکثر خود می‌رسد. (همانند شدت پاسخ ایمنی اولیه که آن هم بعد از حدود دو هفته به حداکثر می‌رسد.) (ه)
- حداکثر پاسخ ایمنی اولیه بعد از ۲/۵ هفته از اولین برخورد و حداکثر پاسخ ایمنی ثانویه بعد از ۲ هفته از دومین برخورد می‌باشد.
- در پایان پاسخ ایمنی ثانویه شدت پاسخ خیلی بیشتر از زمانی است که دومین برخورد صورت گرفته است (و).
- حداکثر شدت پاسخ ایمنی ثانویه بیشتر از حداکثر شدت پاسخ ایمنی اولیه می‌باشد و یاخته‌های خاطرهٔ بیشتری دارد. (و)

۲۱۶۹ (۲) فقط مورد (ب) صحیح است.

بررسی موارد (الف) در فرایند دفاعی اختصاصی و حافظهٔ ایمنی، کافی است یک‌بار میکروب را در **شرایط کنترل شده** به دستگاه ایمنی بدن معرفی کنیم تا یاخته‌های خاطره پدید آیند. (ب) واضح است که به دلیل خاطرهٔ ایمنی، پس از واکسیناسیون، اگر دوباره همان میکروب وارد بدن شود، تعداد لنفوسیت‌های خاطرهٔ **بیشتری** ایجاد می‌شود. (ج) واکسن، میکروب ضعیف شده، کشته شده، آنتی‌ژن میکروب یا **سم خنثی شدهٔ** آن است که پس از ورود آن به بدن، سبب ایجاد پادتن و یاختهٔ خاطره می‌شود. (د) ایمنی حاصل از سرم **برخلاف** واکسن، **غیرفعال** است زیرا طی آن یاختهٔ خاطره تولید نمی‌شود. (ه) **بعضی** واکسن‌ها را باید تکرار کرد.

۲۴۸ مقایسهٔ واکسن و سرم

موارد مقایسه	واکسن	سرم
جنس	میکروب ضعیف شده، کشته شده، آنتی‌ژن میکروب یا سم خنثی شده آن	پادتن آماده
نوع ایمنی	فعال	غیرفعال
زنده یا غیرزنده	زنده یا غیرزنده	غیرزنده
میزان پادتن در خون	به‌طور طبیعی افزایش می‌دهد.	توسط سرم افزایش می‌دهد.
موجب تحریک ایمنی بدن	می‌شود	نمی‌شود
میزان یاختهٔ خاطره در خون	افزایش می‌دهد.	افزایش نمی‌دهد.
ایمنی آن	دائمی یا موقت	موقت

۲۱۷۰ (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** منظور از یاختهٔ پرفورین‌ساز، لنفوسیت کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت T می‌باشد که توانایی ترشح اینترفرون نوع ۱ و ۲ را دارند. **گزینهٔ (۲):** پرفورین آنزیم نمی‌باشد و انرژی فعال‌سازی را کم نمی‌کند. **گزینهٔ (۳):** *یه رونه پروتئین مکمل که نمی‌تونه، چند تا باید باشن.* **گزینهٔ (۴):** یاخته‌های دیوارهٔ مویرگ هم هستند که در التهاب پیک شیمیایی ترشح می‌کنند که این یاخته‌ها از سطح درونی با یاختهٔ خونی در تماس‌اند.

۲۱۷۱ (۲) لنفوسیت‌هایی که در فصل ایمنی می‌خوانیم عبارتند از: یاخته‌های کشندهٔ طبیعی، لنفوسیت‌های B و T، لنفوسیت‌های T کمک‌کننده و انواع عمل‌کننده و خاطره که همهٔ آن‌ها در مغز استخوان می‌توانند تولید شوند اندام حاوی مغز استخوان در حقیقت خود استخوان است و برای هر هورمون غدد درون‌ریز گردنی مثل تیروئید و پاراتیروئید گیرنده دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۴):** لنفوسیت کشندهٔ طبیعی گیرندهٔ آنتی‌ژنی ندارد. **گزینهٔ (۳):** آهن در تولید گویچهٔ قرمز نقش دارد. (نه لنفوسیت‌ها) ولی دقت کنید که فولیک‌اسید و ویتامین B_{12} برای تقسیم طبیعی هر یاختهٔ بدن مؤثر می‌باشند.

۲۱۷۲ (۳) انواع لنفوسیت‌های نوع T: لنفوسیت T اولیه - T خاطره - T کشنده - T کمک‌کننده

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. لنفوسیت‌های خاطره در اثر تقسیم لنفوسیت T اولیه و خاطره در هر جای بدن در برخورد با میکروب تولید می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** نادرست. این نکته برای لنفوسیت T کمک‌کننده همواره صادق است ولی مثلاً برای T کشنده صادق نیست. **گزینهٔ (۳): درست.** دقت کنید که محتوای ژنتیکی تمام یاخته‌های هسته‌دار پیکری انسان یکسان می‌باشد؛ بنابراین تمام این یاخته‌های ژن‌های سازندهٔ پادتن و سایر پروتئین‌های دفاعی (مانند اینترفرون‌ها) را دارا می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** نادرست. فقط لنفوسیت‌های T کشنده به یاختهٔ هدف چسبیده و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده ترشح می‌کنند.

۲۱۷۳ (۲) موارد (الف) و (د) صحیح‌اند.

بررسی موارد (الف) **درست.** (ب) و (ج) نادرست می‌باشند. در ایمنی ناشی از سرم و پادتن ورودی از بدن مادر به بدن جنین، یاختهٔ خاطره، یاختهٔ پادتن‌ساز و پادتن تولید نمی‌شوند چون اصلاً آنتی‌ژنی به بدن وارد نمی‌شود تا بدن تحریک شود و خاطره بسازد! (د) **درست.** در صورت وارد شدن آنتی‌ژن به بدن (طبیعی یا با تزریق واکسن)، پس از شناسایی آنتی‌ژن، یاخته‌های خاطره و یاختهٔ پادتن‌ساز و پادتن تولید می‌شوند.

نکتهٔ مهم

روش‌های قدیمی تولید واکسن شامل ضعیف کردن میکروب‌ها، کشتن آن‌ها و یا غیرفعال کردن سموم خالص شدهٔ آن‌ها با روش‌هایی خاص بود. واکسن تولید شده باید بتواند دستگاه ایمنی را برای مقابله با عامل بیماری‌زا تحریک کند، اما منجر به ایجاد بیماری نشود. چنانچه در مراحل تولید واکسن خطایی رخ دهد، احتمال بروز بیماری در اثر مصرف آن وجود دارد. واکسن‌های تولید شده با روش مهندسی ژنتیک چنین خطری ندارند. در این روش، ژن مربوط به پادگِن سطحی عامل بیماری‌زا به یک باکتری یا ویروس غیربیماری‌زا منتقل می‌شود. واکسن نوترکیب ضد هپاتیت B با این روش تولید شده است.

۲۱۷۴ (۲) در لنفوسیت‌ها، انواع اولیه و خاطره برخلاف انواع عمل‌کننده (T کشنده و پلاسموسیت) قدرت میتوز دارند ولی تولید پرفورین یا پادتن ویژهٔ لنفوسیت‌های عمل‌کننده است.

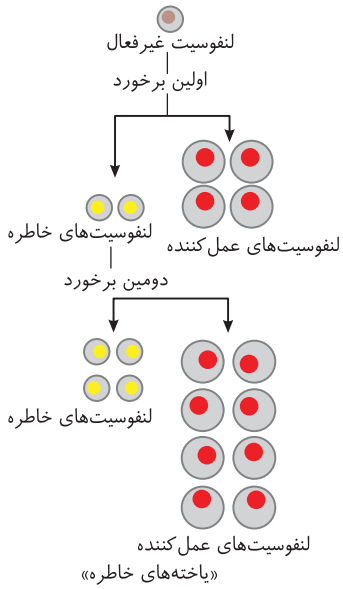
بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۳):** در دفاع اختصاصی، به‌جز لنفوسیت‌های عمل‌کننده، بقیهٔ لنفوسیت‌ها قدرت تقسیم دارند. **گزینهٔ (۴):** لنفوسیت‌ها همگی قدرت تولید اینترفرون دفاعی نوع ۱ در هنگام آلوده شدن به ویروس را دارند.

۲۱۷۵ (۲) با توجه به شکل ۱۵ در صفحهٔ ۷۴ زیست یازدهم، در پاسخ ایمنی اولیه و ثانویه بیش از یک هفته زمان نیاز است تا شدت پاسخ به حداکثر برسد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در هر دو پاسخ ایمنی، یاخته‌های عمل‌کنندهٔ بیشتری نسبت به یاخته‌های خاطره ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** لنفوسیت‌های عمل‌کننده تقسیم نمی‌شوند. **گزینهٔ (۴):** همواره تعداد عمل‌کننده‌ها از خاطره‌ها بیشتر است.

نکتهٔ مهم در بررسی تست‌ها برای حافظهٔ ایمنی

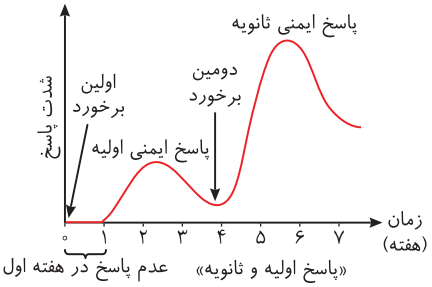
در مکانیسم عمل لنفوسیت‌های T و B پس از برخورد لنفوسیت اولیه با آنتی‌ژن ابتدا تکثیر می‌شوند و علاوه‌بر یاخته‌های خاطره می‌توانند لنفوسیت‌های عمل‌کننده‌ای مثل لنفوسیت T کشنده یا یاختهٔ پادتن‌ساز بسازند که پروتئین‌های دفاعی ترشح می‌کنند. در حقیقت لنفوسیت‌های عمل‌کننده در اینجا همان یاخته‌های T کشنده یا یاخته‌های پادتن‌ساز می‌باشند.



- لنفوسیت‌های اولیه
  - B: نوعی گیرندهٔ آنتی‌ژنی دارند، تقسیم می‌شوند. / در مغز استخوان تولید و بالغ می‌شوند ولی پادتن ترشح نمی‌کنند.
  - T: نوعی گیرندهٔ آنتی‌ژنی دارند و تقسیم می‌شوند. / در مغز استخوان تولید و در تیموس بالغ می‌شوند. / پرفورین تولید نمی‌کنند ولی اینترفرون نوع ۱ و ۲ می‌سازند.
- لنفوسیت‌های خاطره ← B و T: گیرندهٔ آنتی‌ژنی دارند ولی از عمل‌کننده‌ها کوچک‌ترند. / تقسیم سریع‌تری از نوع اولیه دارند. / در محل برخورد با میکروب تولید شده‌اند. / پرفورین یا پادتن نمی‌سازند. / همیشه نصف لنفوسیت‌های عمل‌کننده تولید می‌شوند.
- لنفوسیت‌های عمل‌کننده
  - پلاسموسیت ← گیرندهٔ آنتی‌ژنی و تقسیم ندارد ← پادتن ترشح می‌کند (البته در مقابله با ویروس، اینترفرون نوع ۱ می‌سازد).
  - T کشنده ← گیرندهٔ آنتی‌ژنی دارد ولی تقسیم نمی‌شود ← پرفورین، آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده و اینترفرون نوع ۱ و ۲ می‌سازد.

۲۱۷۶ (۳) با توجه به شکل ۱۵ کتاب درسی می‌توان گفت که تقریباً ده روز تا دو هفته بعد از دومین برخورد با پادگن وارد شده به بدن، شدت پاسخ ایمنی ثانویه به بیشترین مقدار خود می‌رسد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** شاید کمی غیرمنطقی باشد ولی با توجه به سؤالات کنکور سال‌های اخیر و با توجه به شکل ۱۶ کتاب درسی، نسبت هر دو لنفوسیت تولید شده در پاسخ ثانویه نسبت به پاسخ اولیه برابر است و دو برابر می‌باشد. **گزینه‌های (۲) و (۴):** با توجه به شکل ۱۵ کتاب درسی، یک هفته بعد از اولین برخورد با پادگن پاسخ ایمنی اولیه نشان داده می‌شود.



مقایسهٔ پاسخ ایمنی اولیه و ثانویه ۲۴۹

موارد مقایسه	پاسخ ایمنی اولیه	پاسخ ایمنی ثانویه
زمان شروع پاسخ	یک هفته پس از برخورد اول	بلافاصله پس از برخورد دوم
زمان رسیدن به حداکثر شدت پاسخ	دو هفته پس از برخورد	کمتر از دو هفته پس از برخورد
زمان رسیدن به حداقل شدت پاسخ	تقریباً دو هفته پس از حداکثر پاسخ	تقریباً دو هفته پس از حداکثر پاسخ
مدت پاسخ	کم	زیاد

۲۱۷۷ (۲) *البته در این سؤال من در گزینهٔ (۴)، یک کلمهٔ «میزان» اضافه کرده‌ام تا تست درست شود وگرنه گزینهٔ (۴) نیز می‌توانست نادرست باشد.* منظور تست **مغز قرمز استخوان** است که در استخوان اسفنجی قرار دارد از طرفی مغز استخوان، حاوی انواع یاخته‌های بنیادی برای ایجاد انواع بافت‌ها می‌باشد. حتماً به یاد دارید که هر انگل خونی با بیگانه‌خواری از بین نمی‌رود، مثلاً ائوزینوفیل‌ها با ترشح موادی، سعی در از بین بردن انگل دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مغز استخوان، با ایجاد گویچهٔ قرمز و هموگلوبین درون آن و آنزیم کربنیک انیدراز در تولید بیکربنات، در انتقال گازهای تنفسی و تنظیم pH مؤثر است. **گزینهٔ (۳):** ماستوسیت و بازوفیل حاصل از مغز استخوان، می‌توانند **در از بین بردن تحمل ایمنی** نقش ایفا کنند و یا تولید پادتن‌های غیرعادی توسط پلاسموسیت‌ها در بیماری‌های **خودایمنی** را می‌توان اشاره کرد که همهٔ این عوامل توسط یاخته‌هایی تولید می‌شوند که منشأ آن‌ها از مغز استخوان بوده است. **گزینهٔ (۴):** اگر مغز استخوان کم‌کار شود، تولید هورمون **اریتروپویتین** در کبد و کلیه‌ها زیاد شده تا سبب تنظیم میزان تولید گویچهٔ قرمز شوند.

۲۱۷۸ (۲) **بررسی موارد** (الف) **نادرست.** پادتن‌ها و گیرنده‌های آنتی‌ژنی نمی‌توانند به **انواعی** از پادگن‌ها متصل شوند چون اختصاصی هستند. (ب) **نادرست.** برای رد این عبارت به‌طور مثال اتصال پادتن به ویروس را در نظر بگیرند که ویروس اصلاً زنده نیست و هم‌ایستایی ندارد. (ج) درست. دربارهٔ پادتن‌ها و اثر فعال کردن پروتئین مکمل توسط آن‌ها صحیح است. (د) درست. این ویژگی همهٔ پروتئین‌هاست که در ساختار نهایی خود دارند (فصل ۱ دوازدهم).

۲۱۷۹ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** لیزوزیم و پروتئین مکمل این فعالیت را دارند. **گزینهٔ (۲):** در خط اول فقط ورود ممنوع رخ می‌دهد ولی شناسایی عوامل بیگانه مربوط به خط دوم و سوم است. **گزینهٔ (۳):** درشت‌خوار و گویچهٔ سفید در هر دو خط هستند! **گزینهٔ (۴):** در هر دو خط دوم و سوم مرگ برنامه‌ریزی شده به ترتیب توسط لنفوسیت‌های کشندهٔ طبیعی و T کشنده داریم.

۲۱۸۰ (۳) غدهٔ درون‌ریز پشت جناغ، **تیموس** است که لنفوسیت T را بالغ می‌کند. در هفتهٔ اول از برخورد اول با میکروب، پاسخی دفاعی از پرفورین‌های آن ایجاد نمی‌شود، اما در هفتهٔ اول برخورد دوم، افزایش شدت پاسخ مشهود است (کتاب درسی نمودار شکل ۱۵ را برای هر لنفوسیت B و T اختصاصی به کار برده است).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تیموس در بلوغ لنفوسیت T نقش دارد که پادتن توسط آن‌ها تولید نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** همواره دفاع اختصاصی حتی در برخورد دوم هم، سرعت کمتری از دفاع غیراختصاصی دارد. **گزینهٔ (۴):** پادتن‌ها در هر دفاع اختصاصی از یک نوع می‌باشند (نه متنوع).

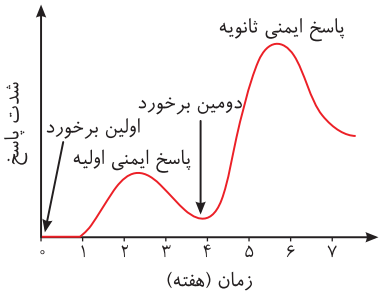
۲۱۸۱ (۴) در صورت برخورد لنفوسیت B با آنتی‌ژن اختصاصی در گره‌های لنفی، هم یاخته‌های پادتن‌ساز و هم یاخته‌های لنفوسیت خاطره در این گره‌ها تولید می‌شوند. یاخته‌های پادتن‌ساز توانایی تقسیم ندارند و نمی‌توانند کروموزوم‌ها را در مرحلهٔ متافاز میتوز در استوای یاخته ردیف کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های پادتن‌ساز فاقد گیرندهٔ آنتی‌ژنی بوده و اندازهٔ بزرگ‌تری نسبت به لنفوسیت‌های خاطره دارند. **گزینهٔ (۲):** تنها لنفوسیت‌های B که در مغز استخوان تولید می‌شوند در همانجا بالغ نیز می‌شوند. یاخته‌های پادتن‌ساز قابلیت تقسیم ندارند. **گزینهٔ (۳):** هر دوی این یاخته‌ها در انواع بافت‌ها می‌توانند فعالیت کنند و شبکهٔ آندوپلاسمی دارند و وجه تمایز آن‌ها در میزان گستردگی این شبکه است.

۲۱۸۲ (۲) لنفوسیت‌های T کشنده و لنفوسیت‌های کشندهٔ طبیعی بر علیه یاخته‌های خودی آلوده به ویروس و یا سرطانی عمل می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های لنفوسیت T کشنده و لنفوسیت‌های کشندهٔ طبیعی می‌توانند پرفورین را ترشح کنند. لنفوسیت‌های کشندهٔ طبیعی قابلیت شناسایی اختصاصی عوامل بیگانه را ندارند. **گزینهٔ (۳):** پرفورین برخلاف پادتن باعث ایجاد منافذی در غشا و ورود آنزیم‌های مرگ برنامه‌ریزی شده به یاخته می‌شود. **گزینهٔ (۴):** برای صدمین‌بار یاخته‌های پادتن‌ساز نمی‌توانند تقسیم شوند.

۲۱۸۳ (۱) موارد (ج) و (د) برای تکمیل عبارت ذکر شده مناسب می‌باشند.



بررسی موارد (الف) در اولین برخورد پادگن‌ها اصلاً از قبل لنفوسیت‌های عمل کنندهٔ آن نسبت به همان پادگن مورد نظر اصلاً در بدن وجود ندارند بلکه نیاز است تا ابتدا لنفوسیت‌ها تقسیم شوند و سپس لنفوسیت‌های عمل کننده تولید شوند. (ب) در بارهای دوم به بعد، به دلیل پاسخ شدیدتر بدن نسبت به پادگن، میزان فعالیت درشت‌خوارهای بافتی برای از بین بردن عوامل بیگانه، نسبت به دفعهٔ اول برخورد بیشتر می‌باشد. (ج) مطابق با شکل مقابل سرعت افزایش میزان پاسخ ایمنی بدن در برخورد دوم با پادگن نسبت به برخورد اول بدن با پادگن بیشتر می‌باشد (شیب نمودار مربوط به پاسخ ایمنی بیشتر است). (د) همانطور که از شکل پیداست، در برخورد اول حدود ۲ تا ۲/۵ هفته و در برخورد دوم حدود ۲ هفته نیاز است تا بیشترین پاسخ بدن در برابر عوامل بیگانه دیده شود.

۲۱۸۴ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** ماستوسیت دیاپدز ندارد. **گزینهٔ (۲):** در مورد تولید و ترشح آنزیم و مرگ برنامه‌ریزی شده توسط لنفوسیت T کشنده نادرست است. **گزینهٔ (۳):** لنفوسیت T دفاع اختصاصی گیرندهٔ آنتی‌ژنی دارد و اینترفرون نوع ۲ می‌سازد. **گزینهٔ (۴):** ماستوسیت، درشت‌خوار و یاخته‌های سنگ‌فرشی مویرگ، طی التهاب به تولید پیک شیمیایی می‌پردازند که هیچ‌کدام یاختهٔ خونی نمی‌باشند.

۲۱۸۵ (۱) پادتن‌ها مولکول‌هایی **Yشکل** و از جنس پروتئین‌اند. هر پادتن **دو** جایگاه برای اتصال به پادگن دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** ممکن است پادتن در **لنف** یا **مایع میان‌بافتی** تولید شود. **گزینهٔ (۳):** فقط **پلاسموسیت‌ها** توانایی تولید پادتن را دارند. **گزینهٔ (۴):** هر پادتن به دو مولکول پادگن **یکسان** می‌تواند متصل شود.

۲۱۸۶ (۱) **بررسی موارد** (الف) نادرست. بازوفیل‌ها هپارین ضدانعقاد خون (ضدتولید فیبرین و لخته!) ترشح می‌کنند. توجه داشته باشید هر دوی این یاخته‌ها برای هورمون‌های تیروئیدی با نقش تنظیم تنفس یاخته‌ای گیرنده دارند. (ب) درست. ائوزینوفیل دانه‌های درشت روشن و بازوفیل هستهٔ دوقسمتی روی هم افتاده و توانایی تولید هیستامین دارد. گویچه‌های سفید توانایی خروج از خون را دارند بنابراین طی فرایند تراگذری از یک لایه بافت پوششی سنگ‌فرشی عبور می‌کنند. (ج) نادرست. درشت‌خوار و یاختهٔ دارینه‌ای همانند یاختهٔ کشندهٔ طبیعی ژن اینترفرون نوع دو (ضدسرطان) را دارند ولی این ژن تنها در یاخته‌های کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت‌های T **بیان** می‌شود و فعال است. (د) درست. گویچه‌های سفیدی که دانه‌های روشن **ریز** دارند، نوتروفیل‌ها هستند. مگاکاریوسیت‌ها (منشأ پلاکت‌ها) و بازوفیل‌ها هر دو از یاخته‌های بنیادی میلوئیدی منشأ می‌گیرند. مطابق مطالب کتاب درسی دو نوع دیابت شیرین وجود دارد (درستی گزینهٔ (۱)). بازوفیل یک هستهٔ دوقسمتی دارد (نادرستی گزینهٔ (۲)). چهار نوع دریچهٔ قلبی در بدن انسان وجود دارد (نادرستی گزینهٔ (۳)). دو نوع یاختهٔ درشت‌خوار و دارینه‌ای از مونوسیت حاصل می‌شوند. (نادرستی گزینهٔ (۴)).

۲۱۸۷ (۳) لنفوسیت‌های B عملکرد اختصاصی دارند و هر لنفوسیتی نمی‌تواند بیش از یک نوع گیرندهٔ پادگنی داشته باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گاهی پروتئین‌های مکمل هم به پادتن‌ها برخورد می‌کنند و فعال می‌شوند و هم به یک پروتئین مکمل دیگر برخورد می‌کنند و آن را فعال می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** هنگامی که پادتن‌ها پروتئین‌های مکمل را فعال می‌کنند، از دم خود به آن‌ها متصل می‌شوند. همچنین در زمان بیگانه‌خواری به گیرنده‌های یاختهٔ خودی وصل می‌شوند که بیگانه‌خواری را تسهیل کنند. **گزینهٔ (۴):** یاخته‌های دارینه‌ای که به عنوان نوعی بیگانه‌خوار طبقه‌بندی می‌شوند، می‌توانند با قرار دادن بخش‌هایی از میکروب در سطح خود، آن را به گره‌های لنفی ببرند تا به یاخته‌های ایمنی اختصاصی ارائه کنند.

۲۱۸۸ ۲ موارد (ب) و (د) نادرست‌اند.

بررسی موارد (الف) درست. نیروهای واکنش سریع شرکت کننده در فرایند التهاب، **نوتروفیل‌ها** هستند که نوعی بیگانه‌خوار می‌باشند. نوتروفیل‌ها می‌توانند در خون و لنف مشاهده شوند. (ب) **نادرست.** یاخته‌ای که با ارائهٔ آنتی‌ژن به یاختهٔ ایمنی غیرفعال، زمینهٔ شناسایی میکروب را فراهم می‌کند، یاختهٔ بیگانه‌خوار (نه درشت‌خوار!) دارینه‌ای است. (ج) درست. همهٔ لنفوسیت‌های B حاصل از پاسخ اولیه، یاخته‌های B خاطره و پادتن‌ساز هستند. باتوجه به شکل ۱۶ فصل ۵ یازدهم، همهٔ این یاخته‌ها، فاقد هستهٔ دقیقاً در مرکز یاخته‌اند. (د) **نادرست.** لنفوسیت‌های B، T و کشندهٔ طبیعی، لنفوسیت‌های حاصل از یاختهٔ بنیادی لنفوئیدی‌اند. یاختهٔ کشندهٔ طبیعی، در ایمنی غیراختصاصی فعالیت دارد و نمی‌تواند عامل بیگانه را به‌طور اختصاصی شناسایی کند.

۲۱۸۹ ۳ تنها مورد (الف) نادرست است.

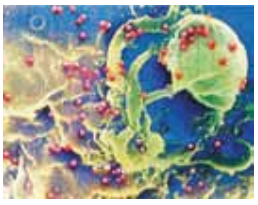
بررسی موارد (الف) نادرست. یاخته‌های خونی انسان که هستهٔ دوقسمتی **روی هم افتاده** دارند، **بازوفیل‌ها** هستند. یاخته‌های خونی که هستهٔ دوقسمتی دمبلی‌شکل دارند، **ائوزینوفیل‌ها** هستند. دقت کنید برخی یاخته‌های خاطره در خود مغز استخوان و در صورت مواجهه با عاملی مخرب به لنفوسیت عمل‌کننده تمایز می‌یابند.
(ب) **درست.** یاختهٔ خونی با هستهٔ بیش از دوقسمتی، نوتروفیل می‌باشد که برخلاف یاخته‌های پادتن‌ساز توانایی بیگانه‌خواری عوامل بیگانهٔ خونی و بافتی را دارد.
(ج) **درست.** منظور بازوفیل است که سیتوپلاسم با دانه‌های تیره دارد. این یاخته‌ها همانند ماستوسیت‌ها (یاخته‌هایی با توانایی بیگانه‌خواری) می‌توانند با ترشح هیستامین سبب افزایش نفوذپذیری رگ‌ها شوند. (د) **درست.** نوتروفیل‌ها و ائوزینوفیل‌ها دارای دانه‌های روشن در سیتوپلاسم خود هستند. یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ اینترفرون نوع دو عبارتند از: یاختهٔ کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت‌های T. یاختهٔ کشندهٔ طبیعی در دفاع غیراختصاصی شرکت می‌کند.

۲۱۹۰ ۳ موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست می باشند. *این تست برای فطای چشم فیلی فوبها* در ایدز، به دنبال اختلال در دستگاه ایمنی فرد، حتی ابتلا به **کم‌خطرترین** بیماری‌های واگیر می‌تواند منجر به مرگ شود (درستی مورد (ب)).

بررسی موارد (الف) ایدز، نقص ایمنی اکتسابی یا **AIDS** نام دارد که ویروس ایجاد کنندهٔ آن **HIV** نامیده می‌شود (*می‌دونم شاید الان بگید این چیه دیگه؟ ولی فیلی دقت شما رو زیاد می‌کنه!*). (ج) ویروس ایدز پس از ورود به بدن ممکن است **۶ ماه تا ۱۵ سال** (*این هم واسه معاینهٔ چشمتون لازمه تا هرچی دوست دارید نفونیدا*) به صورت نهفته باقی بماند اما فرد می‌تواند سبب انتشار آن شود. (د) **تنها راه** تشخیص ایدز در زمانی که فرد آلوده است اما هیچ علامتی ندارد، انجام آزمایش پزشکی است.

۲۱۹۱ ۱ فقط مورد (الف) سبب انتقال ویروس HIV می‌شود. دقت کنید که انتقال از مادر به فرزند طی **بارداری، زایمان و شیردهی** می‌تواند روی دهد. همهٔ موارد خیلی واضح است ولی در مورد (ب) دقت کنید که باید این موارد آغشته به ویروس HIV باشند تا احتمال انتقال داشته باشند.

نکات تکمیلی ایدز از فصل ۷ دوازدهم



- ایدز بیماری خطرناکی است و هنوز درمان قطعی برای آن وجود ندارد. فرد مبتلا به ایدز توانایی دفاع در مقابل عوامل بیماری‌زا را از دست می‌دهد. برای تشخیص ایدز در مراحل اولیه، **دنای** موجود در خون فرد مشکوک را استخراج می‌کنند. دنای استخراج شده شامل دنای یاخته‌های بدن خود فرد و احتمالاً دنای ساخته شده از **رنای ویروس** است. سپس با استفاده از روش‌های زیست‌فناوری دنای ویروس تشخیص داده می‌شود. 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.
- در بیماری ایدز، یاخته‌هایی که منجر به درک بهتری از نحوهٔ عملکرد دستگاه ایمنی می‌شوند یعنی لنفوسیت T کمک‌کننده، آسیب می‌بینند.
- یاخته‌های T کمک‌کنندهٔ آلوده شده با HIV به تولید اینترفرون نوع ۱ می‌پردازند.
- نوعی یاخته‌های لنفوسیت T مواجه شده با این یاختهٔ T کمک‌کنندهٔ آلوده به ویروس، به تولید پرفورین اختصاصی و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده می‌پردازد.

۲۱۹۲ ۱ فقط مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد (الف) ویروس ایدز فقط به نوع خاصی از لنفوسیت T به نام T **کمک کننده** حمله می‌کند. (ب) ویروس ایدز به لنفوسیت‌های B حمله نمی‌کند.
(ج) ویروس ایدز، فقط به نوع خاصی از لنفوسیت‌های T به نام T کمک کننده حمله می‌کند که به فعالیت لنفوسیت B نیز کمک می‌کند. (د) با حملهٔ ویروس ایدز به لنفوسیت T کمک کننده، **عملکرد سایر لنفوسیت‌های T نیز دچار اختلال می‌شود.**

۲۱۹۳ (۴) انتقال ویروس *HIV* از طریق بزاق و ترشحات بینی اثبات نشده است و نمی‌توان نظری قطعی در ارتباط با انتقال ویروس از این طریق داد.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۲):** ممکن است فرد دارای علائم بیماری نباشد ولی آلوده به ویروس باشد و بتواند این ویروس را به افراد دیگری منتقل کند.

گزینهٔ (۳): *شاید فکر کنید نکتهٔ مسخره‌ای است ولی دقت کنید که ویروس بیماری ایدز **HIV** نام دارد (ویروسی به نام ایدز نداریم!).*

۲۱۹۴ (۱) شکل سؤال نشان دهندهٔ **فعال** شدن لنفوسیت‌ها توسط یاخته‌های دارینه‌ای است. لنفوسیت *T* کمک‌کننده، لنفوسیت‌های *B* و *T* غیرفعال را فعال می‌کند. در حالی‌که بالغ شدن لنفوسیت‌ها در مغز استخوان برای نوع *B* و در تیموس برای نوع *T* صورت می‌گیرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۲) و (۴):** لنفوسیت‌های *B* و *T* به ترتیب در مغز استخوان و تیموس بالغ می‌شوند و توانایی شناسایی عوامل بیگانه را کسب می‌کنند. به تفاوت **بالغ شدن و فعال شدن** توجه داشته باشید. **گزینهٔ (۳):** اینترفرون نوع ۱ یاخته‌های بدن را نسبت به ویروس‌ها مقاوم می‌سازد و ارتباطی با فرایند فعال‌سازی ندارد.

۲۱۹۵ (۳) در صورت ورود ویروس آنفلوانزای پرندگان به بدن انسان، ویروس به شش‌ها حمله می‌کند و سبب می‌شود دستگاه ایمنی **بیش از حد** معمول فعالیت کند. بدین‌ترتیب، به تولید انبوه و بیش از اندازهٔ لنفوسیت‌های *T* می‌انجامد. در این حالت یاخته‌های ششی آلوده، اینترفرون نوع (۱) می‌سازند و یاخته‌های لنفوسیت کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت *T* با تولید پرفورین با آن‌ها مبارزه می‌کنند.

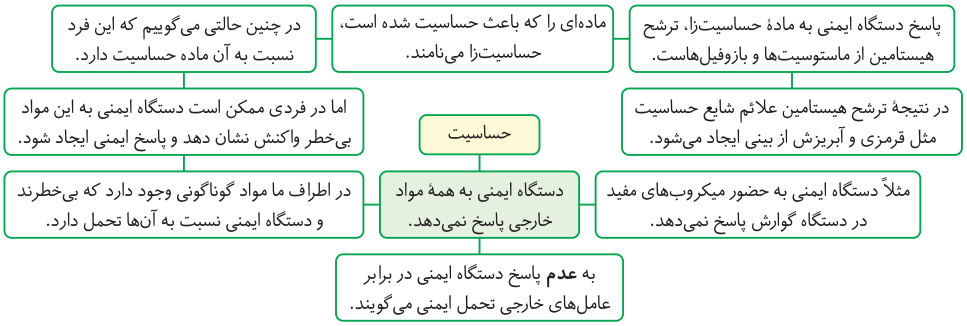
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در صورت عدم بلوغ غدهٔ تیموس، لنفوسیت *T* بالغ تولید نمی‌شود، بنابراین ویروس *HIV* مقدار کمتری از یاخته‌ها را می‌تواند آلوده کند.
گزینهٔ (۲): روند فعال‌سازی لنفوسیت‌های *T* کمک‌کننده ارتباطی به آلودگی به ویروس *HIV* ندارند، در واقع این ویروس لنفوسیت‌های *T* کمک‌کنندهٔ فعال را شناسایی و آلوده می‌کند. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید در حالت عادی دستگاه ایمنی نسبت به یاخته‌های خودی واکنش نشان نمی‌دهد. (پس واژهٔ **بیش از قبل** نادرست است.)

۲۱۹۶ (۴) لنفوسیت کشندهٔ طبیعی می‌تواند در خط دوم دفاعی، یاخته‌های سرطانی و آلوده به ویروس (مثل عامل آنفلوانزا) را با وارد کردن آنزیم به درون آن‌ها و فرایند مرگ برنامه‌ریزی‌شده، از بین ببرد. در شکل صورت سؤال یاختهٔ (۱) و (۲) به ترتیب نوتروفیل و مونوسیت می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لنفوسیت کشندهٔ طبیعی توانایی ترشح اینترفرون نوع ۲ (ضدسرطانی مثل ملانوما) و فعال کردن درشت‌خوارها را دارد ولی یاختهٔ شمارهٔ یک یعنی نوتروفیل این توانایی را ندارد. **گزینهٔ (۲):** ویروس *HIV* به نوع خاصی از لنفوسیت‌ها یعنی لنفوسیت *T* کمک کننده حمله می‌کند. **گزینهٔ (۳):** لنفوسیت کشندهٔ طبیعی همانند یاخته شمارهٔ (۲) یعنی مونوسیت، سیتوپلاسم بدون دانه دارد ولی دقت کنید که لنفوسیت‌های کشندهٔ طبیعی از یاختهٔ بنیادی لنفوئیدی به‌وجود می‌آیند. (منشأ مگاکاریوسیت از یاختهٔ میلوئیدی است).

۲۱۹۷ (۳) موارد (الف) و (د) صحیح‌اند.

بررسی موارد (الف) به عدم پاسخ ایمنی در برابر برخی عوامل خارجی، تحمل ایمنی می‌گویند مانند عدم پاسخ ایمنی به میکروب‌های مفید لولهٔ گوارش یا میکروب‌های مفید سطح پوست! (ب) در برخی افراد، به دنبال **کاهش** تحمل ایمنی نسبت به برخی مواد بی‌خطر محیط و پاسخ دفاعی به آن‌ها، واکنش حساسیت روی می‌دهد. (ج) **هیستامین مادهٔ حساسیت‌زا محسوب نمی‌شود!** بلکه بر ضد عامل حساسیت‌زا ترشح می‌شود. (د) قرمزی و آبریزش بینی، از اثرات ترشح هیستامین است که در فرایند حساسیت مشاهده می‌شوند.



۲۱۹۸ (۲) بازوفیل‌ها و ماستوسیت‌ها مسئول ترشح هیستامین در **حساسیت‌ها** هستند. بازوفیل و ماستوسیت‌ها مربوط به دومین خط دفاعی بدن می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پیک‌های شیمیایی التهابی از یاخته‌های دیوارهٔ مویرگ نیز ترشح می‌شوند که فاقد توانایی بیگانه‌خواری می‌باشد. **گزینهٔ (۳):** لنفوسیت کشندهٔ طبیعی مربوط به دومین خط دفاعی است. **گزینهٔ (۴):** اینترفرون نوع ۱ از هر یاختهٔ آلوده به ویروس می‌تواند ترشح شود.

۲۱۹۹ (۲) یاخته‌های بیگانه‌خوار خونی، فقط **نوتروفیل‌ها** هستند که در دفاع **غیراختصاصی** نقش دارند. این گروه عوامل بیگانهٔ متعدد را از یاخته‌های خودی شناسایی می‌کنند اما نمی‌توانند عوامل بیگانه را از یکدیگر تشخیص دهند و فقط روی یک میکروب خاص اثر کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مورد **مونوسیت‌ها** که پس از دیاپدز به درشت‌خوارهای بافتی یا یاخته‌های دارینه‌ای تبدیل می‌شوند، نادرست است. **گزینهٔ (۳):** در مورد لنفوسیت‌ها که قدرت تقسیم و گیرندهٔ آنتی‌ژنی دارند، رد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در مورد **بازوفیل‌ها** با دانه‌های تیره و توانایی تولید هیستامین رد می‌شود.

۲۲۰۰ (۱) منظور سؤال، لنفوسیت‌های *B* می‌باشند که به نسبت لنفوسیت‌های *T* و کشندهٔ طبیعی، اهمیت کمی در مبارزه با یاخته‌های سرطانی دارند.

بررسی گزینه‌ها در حساسیت‌ها بازوفیل و ماستوسیت اثر دارند (نه نوتروفیل). لنفوسیت *B* از گیرندهٔ آنتی‌ژنی خود در دفاع **اختصاصی** استفاده می‌کند (رد گزینهٔ (۳)) و پرفورین هم در مکانیسم لنفوسیت *T* و کشندهٔ طبیعی نقش دارد (نه لنفوسیت *B*!) (رد گزینهٔ (۴)).

۲۲۰۱ (۲) نوتروفیل‌ها می‌توانند با بیگانه‌خواری عوامل بیماری‌زای داخل خون را از بین ببرند. این گروه یاخته‌ها با اثر پیک‌های شیمیایی رها شده در فرایند التهاب، با تراگذری از خون خارج می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تنها یاخته‌های پادتن‌ساز می‌توانند پادتن (نوعی مولکول Y شکل) را ترشح نمایند. در حالی که ویروس *HIV* می‌تواند با ورود به لنفوسیت‌های کمک‌کننده و از بین بردن آن‌ها، در عملکرد کل لنفوسیت‌های *B* و *T* انسان اختلال ایجاد نماید. **گزینهٔ (۳):** در طی عفونت‌های ویروسی، لنفوسیت‌های *B* به خود ویروس و لنفوسیت‌های *T* به یاخته‌های آلوده به ویروس حمله می‌نمایند. ترشح پرفورین و ایجاد منفذ در غشای یاخته، از وظایف لنفوسیت‌های *T* می‌باشد.
گزینهٔ (۴): یاخته‌های دیوارهٔ مویرگ‌ها، درشت‌خوارها و ماستوسیت‌ها در فرایند التهاب پیک شیمیایی آزاد می‌نمایند. ماستوسیت‌ها و بازوفیل‌ها با ترشح هیستامین در پاسخ‌های ایمنی نسبت به مواد بی‌خطر (حساسیت) نقش دارند.

۲۲۰۲: (۲) موارد (ب) و (د) از ویژگی **ماستوسیت‌ها** نمی‌باشند. منظور سؤال یاختهٔ **بیگانه‌خواری** است که در حساسیت نقش دارد پس بازوفیل که بیگانه‌خوار نیست مطرح نمی‌باشد. چون در حساسیت‌ها تحمل ایمنی بدن کاهش می‌یابد. در این سؤال باید به ویژگی‌های ماستوسیت‌ها دقت کنید که بیگانه‌خوار بوده و با ترشح هیستامین، گشادی و نفوذپذیری رگ‌های خونی را در بدن زیاد می‌کنند. دقت کنید که این عمل هیستامین در التهاب، به خروج همهٔ مواد از جمله پروتئین مکمل از خون کمک می‌کند (پس موارد (الف) و (ج) از ویژگی‌های ماستوسیت می‌باشند). مورد (ب) ویژگی بازوفیل است نه ماستوسیت! و مورد (د) ویژگی درشت‌خوارهای موجود در کبد و طحال است.

۲۲۰۳: (۳) منظور سؤال **بازوفیل‌ها** است که در حساسیت‌ها باعث ترشح هیستامین، پاسخ و واکنش دستگاه ایمنی به مواد بی‌خطر می‌شوند. در این حالت، تحمل ایمنی به مادهٔ مورد نظر از بین می‌رود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بازوفیل‌ها برخلاف لنفوسیت‌ها قدرت تکثیر و گیرندهٔ آنتی‌ژنی ندارند. **گزینهٔ (۲):** این عبارت در مورد **مونوسیت‌ها** مصداق دارد. **گزینهٔ (۴):** بازوفیل‌ها قادر به تولید و ترشح پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده نیستند (این عمل ویژهٔ لنفوسیت‌های T و کشندهٔ طبیعی است).

۲۲۰۴: (۱) **ماستوسیت‌ها**، بیگانه‌خوارهایی هستند که در بروز پاسخ ایمنی به مواد بی‌خطر اطراف ما (واکنش‌های حساسیت) نقش مؤثری دارند. ماستوسیت‌ها **همانند** یاخته‌های دارینه‌ای، در **بخش‌های مرتبط با محیط بیرون بدن** به فراوانی وجود دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** ماستوسیت‌ها با ترشح **هیستامین**، سبب گشاد شدن رگ‌ها و افزایش نفوذپذیری آن‌ها می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** **نوتروفیل‌ها**، **نیروهای واکنش سریع** در خط دوم دفاع غیراختصاصی‌اند. **گزینهٔ (۴):** ماستوسیت‌ها در بافت‌ها مستقرند در نتیجه توانایی عبور از دیوارهٔ مویرگ‌ها و ورود به خون را **ندارند** زیرا فرایند دیاپدز، **یک‌طرفه** است و همواره از **درون مویرگ به سمت بیرون آن** می‌تواند روی دهد.

۲۲۰۵: (۱) **علائم التهاب:** (۱) **قرمزی** (۲) تورم (۳) گرما (۴) درد

علائم شایع حساسیت: (۱) **قرمزی** (۲) آب‌ریزش از بینی

۲۲۰۶: (۳) در بیماری خود ایمنی دیابت شیرین نوع ۱، دستگاه ایمنی در برابر برخی از یاخته‌های موجود در جزایر لانگرهانس (انسولین‌ساز) تحریک می‌شود و در حقیقت با تولید عوامل دفاعی نابه‌جا به یاخته‌های انسولین‌ساز آن حمله می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دیابت شیرین نوع ۲ خودایمنی نیست که در فصل ۴ آموختید در اثر چاقی، ارثی و عدم تحرک ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۲):** MS دستگاه عصبی **مرکزی** را درگیر می‌کند در حالی که اعصاب پیکری، **محیطی** هستند. **گزینهٔ (۴):** در MS، فقط میلین **قسمت‌هایی** از مغز و نخاع از بین می‌رود.

۲۲۰۷: (۳) MS بیماری خودایمنی است که میلین اعصاب مرکزی به تدریج از بین می‌رود ولی عمل ماستوسیت‌ها و بازوفیل‌ها در بیماری‌های حساسیتی مهم می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در دیابت نوع ۱ فقط یاخته‌های انسولین‌ساز لوزالمعده آسیب می‌بینند ولی یاخته‌های گلوکاگون‌ساز دچار نقص نمی‌شوند. **گزینهٔ (۲):** دیابت نوع ۱، خودایمنی و وابسته به انسولین است. **گزینهٔ (۴):** در MS، یاختهٔ پشتیبان آسیب می‌بیند که از یاخته‌های بافت عصبی ولی به عنوان یک یاختهٔ غیرعصبی است.

۲۲۰۸: (۳) در فرد مبتلا به ایدز به دلیل از بین رفتن تدریجی ایمنی‌های مختلف بدن، امکان مرگ در اثر بیماری بسیار کم‌خطر وجود دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در فرد مبتلا به MS، یاختهٔ نوروگلیا (غیرعصبی) و میلین حاصل از پیچ خوردن آن دور نورون از بین می‌روند. **گزینهٔ (۲):** در افراد مبتلا به آنفلوانزای پرندگان، شش‌ها و یاخته‌های آن‌ها آلوده به ویروس می‌شوند که یاخته‌های آلودهٔ شش به ترشح اینترفرون نوع (۱) می‌پردازند. **گزینهٔ (۴):** در فرد مبتلا به دیابت بی‌مزه، احساس تشنگی وجود دارد، این احساس به وسیلهٔ **هیپوتالاموس** کنترل و تنظیم می‌شود ولی در ارتباط با اختلال عملکرد تالاموس‌ها و سامانهٔ کناره‌ای نمی‌باشد.

بیماری‌ها ۲۵۰

نام بیماری	عامل بیماری	خودایمنی	قابلیت انتقال	ترشح هیستامین	یاخته‌های درگیر
MS	ارثی	+	−	−	یاخته‌های پشتیبان میلین‌ساز دستگاه عصبی مرکزی
دیابت نوع ۱	ارثی	+	−	−	یاخته‌های تولیدکنندهٔ انسولین در لوزالمعده
حساسیت	مادهٔ حساسیت‌زا	−	−	+	بازوفیل و ماستوسیت
ایدز	ویروس	−	+	−	کل دستگاه ایمنی به ویژه لنفوسیت T
آنفلوانزای پرندگان	ویروس	−	+	−	لنفوسیت T

۲۲۰۹: (۳) همهٔ یاخته‌ها در تولید **اینترفرون نوع ۱** در دفاع **غیراختصاصی**، نقش دارند. **نخستین** یاخته‌های ایمنی بدن که به منظور دادن پاسخ التهابی مناسب وارد عمل می‌شوند، **بیگانه‌خوارهای بافتی** همانند **درشت‌خوارها** هستند. این یاخته‌ها توانایی **دیاپدز ندارند**. در این سؤال کلاً منظور ماستوسیت و درشت‌خوار است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بیگانه‌خوارهای بافتی، در **بافت‌ها** مستقرند و ماستوسیت در گره لنفاوی مستقر نیست. **گزینهٔ (۲):** این یاخته‌ها در خون مشاهده **نمی‌شوند**. **گزینهٔ (۴):** بیگانه‌خوارهای بافتی عوامل بیگانه را بر اساس **ویژگی‌های عمومی** آن‌ها شناسایی می‌کنند پس نمی‌توانند یک نوع میکروب خاص را از سایر میکروب‌ها شناسایی نمایند.

۲۲۱۰: (۱) همهٔ گویچه‌های سفید توانایی **دیاپدز** دارند. در مورد گزینهٔ (۱) به نقش پادتن و اتصال آن‌ها به آنتی‌ژن‌ها یا سموم خنثی شده در واکسن‌ها یا غیرفعال دقت کنید که پادتن می‌تواند به غشای درشت‌خوار هم برخورد کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** ممکن است گیرندهٔ آنتی‌ژنی یا پادتن، به **دو آنتی‌ژن یک یاخته** متصل شوند (مانند اتصال پادتن مقابل). **گزینهٔ (۳):** در مورد پروتئین‌های مترشحه از لنفوسیت‌ها، پرفورین، آنزیم نیست! ولی می‌تواند منفذ ایجاد کند. **گزینهٔ (۴):** در فرایند التهاب، از **ماستوسیت‌ها** هیستامین آزاد می‌شود در حالی که ماستوسیت‌ها گویچهٔ سفید محسوب نمی‌شوند!

۲۲۱۱: (۱) فقط مورد (ب) عبارت را به درستی کامل می‌کند.

بررسی موارد (الف) در MS، دستگاه عصبی **مرکزی** آسیب می‌بیند در حالی که عصب بینایی مربوط به دستگاه عصبی محیطی است. البته که در MS بینایی هم دچار مشکل می‌شود ولی این اشکال در اثر عصب بینایی نبوده است. (ب) در بیماری سلیاک، جذب کلسیم نیز در روده کاهش می‌یابد در نتیجه به دنبال کاهش غلظت کلسیم خون، ترشح هورمون پاراتیروئیدی **افزایش** می‌یابد. (ج) تنها بیگانه‌خواری که توانایی دیاپدز دارد، **نوتروفیل** است که هیستامین ترشح نمی‌کند. (د) به دنبال کم‌کاری یاخته‌های کناری غدد معده، ترشح اسید معده کاهش می‌یابد در نتیجه غلظت یون هیدروژن در خون **افزایش** یافته و خون حالت **اسیدی** پیدا می‌کند. پس ترشح یون هیدروژن در کلیه‌ها باید **افزایش** یابد.

۲۲۱۲ (۳) موارد (الف)، (ج) و (د) صحیح هستند. بخش مشخص شده نوعی **غدهٔ برون‌ریز عرق** است که به سطح راه پیدا کرده است. بافت پوششی در برخی از بخش‌های بدن غده تشکیل می‌دهد.

بررسی موارد (الف) یاخته‌های بافت پوششی، به یکدیگر بسیار نزدیک‌اند و بین آن‌ها فضای بین‌یاخته‌ای اندک وجود دارد. (ب) بافت پوششی غدهٔ عرق، فاقد هرگونه مخاط است. (ج) یاخته‌ها در غدهٔ برون‌ریز عرق مشابه یاختهٔ ترشح‌کنندهٔ بزاق از نوع بافت پوششی هستند. (د) یکی از ترشحات پوست، عرق است که نمک دارد. نمک برای باکتری‌ها مناسب نیست.

۲۲۱۳ (۲) موارد (ج) و (د) صحیح‌اند. شکل (۱)، نشان‌دهندهٔ یک درشت‌خوار در حال فعالیت و شکل (۲)، نشان‌دهندهٔ تعداد زیادی ائوزینوفیل در حال فعالیت است.

بررسی موارد (الف) نادرست. یاختهٔ (۲) (ائوزینوفیل) هم داخل خون و هم خارج خون پس از دیاپدز فعالیت دارد اما یاختهٔ (۱) (درشت‌خوار)، قطعاً خارج از خون فعالیت دارد و اصلاً درشت‌خوار در خون وجود ندارد. (ب) نادرست. هیچ‌کدام از این دو یاخته، توانایی تقسیم و عبور از مرحلهٔ G_2 چرخهٔ یاخته‌ای را ندارند.

(ج) **درست.** درست است که ائوزینوفیل‌ها محتویات خود را روی انگل می‌ریزند، اما حواستان باشد که هر دو می‌توانند در صورت آلوده‌شدن به ویروس، اینترفرون نوع ۱ تولید و ترشح کنند. (د) **درست.** درست است که درشت‌خوار آنزیم‌هایی درون‌یاخته‌ای برای مواد خورده شده! دارد، اما حواستان باشد که هر دو برای گوارش اندامک‌های پیر و مرده، آنزیم‌هایی درون‌یاخته‌ای در لیزوزیم خود دارند.

۱۳۵ شکل‌نامهٔ ائوزینوفیل

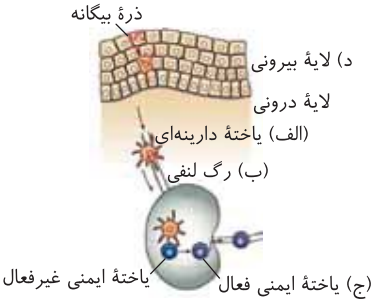
«ائوزینوفیل‌ها لارو انگل را احاطه کرده‌اند.»

- ائوزینوفیل هستهٔ دوقسمتی روی هم افتاده و سیتوپلاسمی با دانه‌های تیره دارد و اندازهٔ دانه‌های سیتوپلاسمی آن از یاخته‌های ائوزینوفیل و نوتروفیل بزرگ‌تر است.
- اندازهٔ ائوزینوفیل‌ها کوچک‌تر از ۱۵ میکرومتر می‌باشد.
- بخش‌های میانی لارو انگل از بخش‌های کناری آن پهن‌تر است.
- در افراد آلوده شده به کرم کبد، مالاریا و سایر انگل‌ها زیاد می‌شود.
- هر انگلی بسیار بزرگ نیست برخی مثل عامل مالاریا حتی درون گویچهٔ قرمز هم جای می‌گیرند.

۲۲۱۴ (۳) موارد (الف) تا (د) به ترتیب یاختهٔ دارینه‌ای، رگ لنفی، یاختهٔ ایمنی فعال و لایهٔ بیرونی پوست می‌باشند. دقت کنید که یاختهٔ لنفوسیتی فعال توانایی تقسیم شدن دارد پس به فولیک‌اسید و ویتامین B_{12} نیاز دارد. دقت کنید تولید درشت‌خوار یا یاختهٔ دارینه‌ای از مونوسیت، در اثر تقسیم نبوده است و به فولیک‌اسید نیازی ندارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هر رگ ورودی و خروجی متصل به گره لنفی واجد دریچه می‌باشند. **گزینهٔ (۲):** بیگانه‌خواری یاختهٔ دارینه‌ای با توجه به شکل در اپیدرم هم کامل می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** دیاپدز فقط از رگ خونی صورت می‌گیرد. (نه لنفی)

۱۳۶ شکل‌نامهٔ یاختهٔ بیگانه‌خوار دارینه‌ای



- این یاخته‌ها، همانند درشت‌خوارها، بعد از خروج مونوسیت از خون طی تمایز (نه تقسیم!) ایجاد می‌شوند.
- در اپیدرم بیگانه‌خواری و حرکت می‌کنند و قسمتی از میکروب را در سطح خود نگه می‌دارند.
- در درم و زیر آن وارد رگ لنفی شده و در گره لنفی سبب فعال شدن برخی لنفوسیت‌ها می‌شوند.
- یاختهٔ دندریتی از بخش فرورفتهٔ گره لنفی خارج می‌شود (*دیگه اینم گیر اکلی آگه طراح دارا*).
- یاختهٔ دندریتی برخلاف ماستوسیت می‌تواند باعث فعال شدن لنفوسیت‌های غیرفعال شود.
- آنتی‌ژن در گره لنفی توسط انشعابات دندریت‌مانند نزدیک به هسته به یاختهٔ ایمنی تحویل داده می‌شود.
- یاختهٔ دارینه‌ای هستهٔ گرد مرکزی و سیتوپلاسم بی‌دانه دارد و منشأ اصلی آن یاختهٔ میلوئیدی مغز استخوان است.

۲۲۱۵ (۱) فقط مورد (ج) درست است. شکل مورد نظر فرایند دیاپدز یا تراگذری را نشان می‌دهد که از ویژگی‌های یاخته‌های خونی سفید است.

بررسی موارد (الف) یاخته‌های درشت‌خوار در دیوارهٔ حبابک‌ها حضور دارند ولی توانایی دیاپدز را ندارند چون در خون وجود ندارند. (ب) ائوزینوفیل نوعی یاختهٔ خونی سفید با هستهٔ دوقسمتی دمبلی‌شکل است ولی طی برون‌رانی ترشحات خود بر روی انگل، با آن‌ها مبارزه می‌کند (نه با بیگانه‌خواری). (ج) مونوسیت‌ها بزرگ‌ترین گویچه‌های سفید خون هستند که توانایی دیاپدز را دارند. (د) گویچه‌های قرمز نیز منشأ میلوئیدی دارند، اما توانایی دیاپدز ندارند.

۱۳۷ شکل‌نامهٔ نوتروفیل

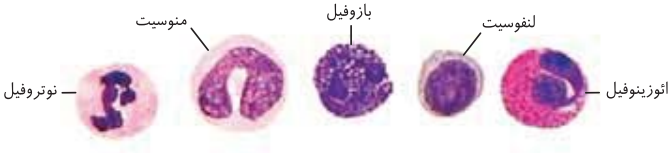
«بیگانه‌خواری نوتروفیل‌ها»

- نوتروفیل دارای هستهٔ چندقسمتی و سیتوپلاسمی با دانه‌های روشن ریز می‌باشد. این دانه‌ها مواد دفاعی زیادی را حمل نمی‌کنند.
- علاوه‌بر نوتروفیل، پلاکت هم دارای دانهٔ کوچک می‌باشد ولی پلاکت یاخته به حساب نمی‌آید.
- نوتروفیل تنها بیگانه‌خوار خونی است. این یاخته در التهاب هم نقش دارد و پیک شیمیایی ترشح می‌کند.
- تحت تأثیر هیستامین ترشح شده از ماستوسیت و پیک‌های ترشح شده از مویرگ‌ها و درشت‌خوارها، ورود نوتروفیل به بافت زیاد می‌شود.

۲۲۱۶ :(۲) بـه ترتیـب (الـف) = بازوفیـل (دانه‌ها ویژه) / (ب) = ائوزینوفیل (هسـتهٔ دمبلی) / (ج) = مونوسـیت (زائده دراز) / (د) = نوتروفیل (هسـتهٔ چند قسـمتی) / (هـ) = لنفوسیت (بزرگ‌ترین نسبت هسته به سیتوپلاسم)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ائوزینوفیل برخلاف نوتروفیل، در سیتوپلاسـم خود دانه‌های روشـن **درشت** دارد و بر علیه انگل مثل عامل مالاریا مؤثر اسـت، اما هر دو آن‌ها، در خط دوم دفاعی بدن حضور دارند و بیگانه‌ها را براساس ویژگی‌های عمومی آن‌ها شناسایی می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** مونوسیت پس از خروج از مویرگ پیوسته با دیاپدز (طبق شکل ۴ فصل ۵ کتاب درسی زیست‌شناسی ۲، گویچه‌های سفید می‌توانند از شکاف بین یاخته‌های مویرگ پیوسته دیاپدز کنند)، به درشت‌خوار یا یاخته‌های دارینه‌ای تبدیل می‌شود که هیچ‌کدام در طول زندگی خود هرگز توانایی دیاپدز ندارند (زیرا همواره در بافت هستند و در خون یافت نمی‌شوند) پس گویچهٔ سفید (یاختهٔ‌دفاعی خونی) محسوب نمی‌شـوند، اما لنفوسـیت‌ها پس از خروج از مویرگ پیوسـته با دیاپدز، همچنان گویچهٔ سفید محسوب می‌شوند زیرا می‌توانند از طریق لنف مجدد وارد گردش خون شوند و دوباره دیاپدز کنند. **گزینهٔ (۳):** لنفوسیت برخلاف بازوفیل، بیشترین نسبت هسته به سیتوپلاسم را دارد اما لنفوسیت‌ها نیز به‌طور غیر مستقیم با تولید اینترفرون‌ها در مکانیسم‌های خط دوم دفاعی بدن (واکنش‌های عمومی اما سریع نسبت به محرک بیگانه) و دفاع غیراختصاصی مؤثرند. **گزینهٔ (۴):** بازوفیل همانند ماستوسیت، هیستامین ترشح می‌کند که سبب حساسیت به عوامل غیربیماری‌زا در اثر از بین بردن تحمل ایمنی می‌شود. دقت کنید که هیستامین ابتدا با گشاد کردن رگ، سبب کاهش نسبی فشار خون در آن رگ می‌شود و در پی آن با افزایش جریان خون به آن قسمت، این کاهش فشار خون جبران می‌شود و قرمزی ایجاد می‌شود.

۱۳۸ شکل‌نامهٔ گویچه‌های سفید



- مونوسـیت از بیـن گویچه‌هـای سـفید دارای بلندتریـن و بیشـترین انشعابات سیتوپلاسمی می‌باشد و از همه بزرگ‌تر است.
- بازوفیل از بین گویچه‌های سـفید، واجد درشت‌ترین دانه می‌باشد و از بین گویچه‌های سفید دانه‌دار، بازوفیل از همه کوچک‌تر است.
- از بین گویچه‌های سفید، مونوسیت از همه بزرگ‌تر و لنفوسیت از همه کوچک‌تر می‌باشد و نسبت اندازهٔ هسته به اندازهٔ یاخته در لنفوسیت از همه بیشتر است.
- در نوتروفیل می‌توان دید که بخش‌های هسته با رشته‌هایی به یکدیگر متصل می‌باشند.
- همهٔ گویچه‌های سفید تک‌هسته‌ای هستند ولی هستهٔ گویچه‌های سفید دانه‌دار بیش از یک قسمت دارد.
- به‌طور کلی اندازهٔ گویچه‌های سفید خون به ترتیب زیر می‌باشد:
  مونوسیت > نوتروفیل = ائوزینوفیل > بازوفیل > لنفوسیت
- در بین گویچه‌های سفید فقط لنفوسیت اولیه و خاطرهٔ B و T توانایی تقسیم شدن دارند.
- گویچه‌های قرمز از هر گویچهٔ سفیدی کوچک‌ترند و پلاکت‌ها از همهٔ همه کوچک‌ترند.

۲۲۱۷ :(۳) شـکل حملهٔ لنفوسـیت‌های کشندهٔ طبیعی (۱) به یاختهٔ آلوده به ویروس یا سـرطانی (۲) را نشان می‌دهد. هر یاخته‌ای که به ویروس آلوده شود، اینترفرون نوع یک تولید و ترشح می‌کند و یاختهٔ آلوده به ویروس می‌تواند توسط یاخته‌های کشندهٔ طبیعی دیگری از بین برود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پروتئین‌های مکمل با اتصال به بخش غیرگیرندهٔ آنتی‌ژنی پادتن فعال می‌شـوند. این پروتئین‌ها در غشـای یاخته‌های بیگانه و میکروب‌ها منفذ ایجاد می‌کنند (نه یاخته‌های خودی). **گزینهٔ (۲):** یاخته‌های هدف لنفوسـیت کشـندهٔ طبیعی می‌توانند یاختهٔ آلوده به ویروس یا سـرطانی باشـند در حالی‌که فعالیت زیاد دنابسپاراز ناشی از یاختهٔ سرطانی برای سرعت تقسیم بالا تنظیم نشده می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** *ریزکیسه که ترشح نمیشه عزیزم!* بلکه مواد درون آن برون‌رانی می‌شود!

۱۳۹ شکل‌نامهٔ لنفوسیت کشندهٔ طبیعی

یاختهٔ کشندهٔ طبیعی به یاختهٔ هدف متصل می‌شود.

ریزکیسه‌های حاوی پرفورین و مولکول‌های آنزیم، محتویات خود را با برون‌رانی ترشح می‌کنند.

پرفورین‌ها، منافذی را در غشا ایجاد می‌کنند.

۱) یاختهٔ کشـندهٔ طبیعی به یاختهٔ هدف که سـرطانی یا آلوده به ویروس است متصل می‌شود. این اتصال از طریق گیرنده‌ها و ویژگی‌های **عمومی** این یاخته‌ها اسـت. دقت کنید این موضوع از گیرندهٔ آنتی‌ژنی نیسـت و براساس ویژگی‌های عمومی می‌باشد و به این دلیل به آن دفاع غیراختصاصی می‌گویند.

- همان‌طور که می‌بینید در یاختهٔ کشـندهٔ طبیعی نسـبت هسته به سیتوپلاسم بسیار بسیار بالا است. همچنین می‌بینید که یاختهٔ هدف این یاخته بزرگ‌تر از خودش است.

۲) ریزکیسه‌هایی از یاختهٔ کشندهٔ طبیعی ترشح می‌یابند. البته دقت کنید این ترشح به مایع سیتوپلاسمی یا به خون نیسـت، بلکه مسـتقیم به روی یاختهٔ هدف اسـت. همچنین دقت کنید در یک ریزکیسه هم پرفورین بدون نقش آنزیمی و هم آنزیم‌هایی برای مرگ برنامه‌ریزی شده وجود دارند.

- ریزکیسـه با غشـای لنفوسیت کشـندهٔ طبیعی ادغام می‌شـود و دو نوع پروتئین با هم برون‌رانی شده و مقدار غشای لنفوسیت سازنده زیاد می‌شود.

۳) پرفورین‌هـا به‌طـور منظـم و یکی پس از دیگـری به‌طور عمودی در عرض غشـای یاختـهٔ خودی هدف می‌نشـینند و منفذی بر سـطح یاختهٔ هدف می‌سـازند. این منفذ هم کوچک‌تر از منفذ پروتئین مکمل است و هم کمتر است و هم نشت مواد به بیرون ندارد. پرفورین‌ها به صورت جدا جدا ترشح می‌شوند ولی در غشای یاخته کنار هم منفذی را می‌سازند. دقت کنید که پرفورین برخلاف پروتئین مکمل، یاختهٔ هدف را نمی‌کشد.

آنزیم از منافذ عبور کرده، به یاخته وارد می‌شود و باعث مرگ یاخته می‌شود.

۴ سپس آنزیم القا کنندهٔ مرگ برنامه‌ریزی شده بدون صرف انرژی وارد یاخته می‌شود. این آنزیم به بیرون نمی‌ریزد و پخش نمی‌شود. این آنزیم نوعی پیک شیمیایی است که از راه منفذ ایجاد شده توسط پرفورین، به درون یاختهٔ بعدی می‌رود و باعث مرگ برنامه‌ریزی درون‌یاخته‌ای در طی چند ثانیه می‌شود.

پس از مرگ برنامه‌ریزی شده، برجستگی‌هایی در سطح یاختهٔ مرده دیده می‌شوند که پلاسمولیز شده و توسط درشت‌خوار تکه‌تکه شده و سپس قطعات آن جدا جدا بیگانه‌خواری می‌شوند.

یاختهٔ مرده توسط درشت‌خوار، بیگانه‌خواری می‌شود.

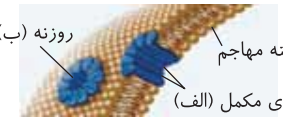
۵ یاختهٔ کشته شده چروکیده شده و به صورت وزیکول وزیکول درمی‌آید. یاختهٔ درشت‌خوار (نه هر بیگانه‌خواری!) آن را با ویژگی‌های عمومی یک یاختهٔ کشته‌شده شناسایی می‌کند و وزیکول‌های باقیمانده از مرگ برنامه‌ریزی شده را پاکسازی می‌کند.

پرفورین ساختار L مانند دارد و از آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده بزرگ‌تر است.

درون‌ریز کیسهٔ ترشحی، هم آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده هست و هم پرفورین، نه در ریزکیسه‌های جداگانه.

به یاختهٔ آلوده به ویروس یا سرطانی، ابتدا لنفوسیت کشندهٔ طبیعی متصل شده و سپس جدا می‌شود تا پس از مرگ این یاخته، درشت‌خوار به آن متصل شود.

۲۲۱۸ (۲) شکل مورد نظر، نحوهٔ فعالیت **پروتئین‌های مکمل** را نشان می‌دهد. (الف) پروتئین‌های مکمل می‌باشند که همگی با هم یک ساختار حلقه‌مانند که در وسط آن یک منفذ (ب) وجود دارد را در غشای میکروب ایجاد کرده‌اند.



۲۵۱ **پروتئین‌های دفاعی**

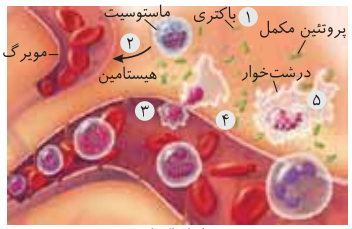
نوع پروتئین	تأثیر بر یاختهٔ خودی سالم	یاخته سازنده	وظیفه	نقش در فاگوسیتوز	حضور در فرد سالم	تأثیر مستقیم بر یاخته‌های آلوده خودی
مکمل	−	سالم	ایجاد منفذ بر روی غشای میکروب	+	فعال: − غیرفعال: +	−
پرفورین	−	سالم (کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت T)	ایجاد منفذ بر روی یاختهٔ خودی آلوده یا سرطانی	+	−	+
اینترفرون نوع ۱	+	آلوده به ویروس	افزایش مقاومت یاختهٔ سالم و آلوده	−	−	+
اینترفرون نوع ۲	+	سالم (کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت T)	فعال کردن درشت‌خوار	+	−	−

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. پروتئین‌های مکمل در **پلاسما** (خونـاب) محلول می‌باشند (نه در هماتوکریت!) که درصد حجمی یاخته‌های خونی می‌باشد.

گزینهٔ (۲): درست. منفذ حاصل از پروتئین مکمل سبب ایجاد حلقه و ایجاد منفذ در غشای میکروب می‌شود. **گزینهٔ (۳):** نادرست. منافذ در فعالیت پروتئین مکمل فعال شده نقش ندارند. بلکه این اجتماع پروتئین‌های مکمل است که منفذ ایجاد می‌کند. **گزینهٔ (۴):** نادرست. بخش (ب) منفذ ایجاد شده در غشا است که حاصل عمل پروتئین‌های مکمل **فعال** شده می‌باشد. چون افراد سالم پروتئین مکمل غیرفعال دارند. پس این شکل مربوط به فرد حاوی میکروب بوده است و وضعیتی طبیعی ندارد.

۲۲۱۹ (۴) دقت کنید که شکل، التهاب را نشان می‌دهد. قسمت A، هیستامین و سایر مواد شیمیایی است که رگ را گشاد کرده و دیاپدز را سریع می‌کنند. البته طبق شکل، این ماده به رگ خونی وارد شده و فعالیت آن سبب خروج پروتئین مکمل هم می‌شود. قسمت B مویرگ خونی است که یاخته‌های آن با ترشح پیک شیمیایی برخلاف هیستامین، گویچه‌های سفید را به التهاب فرامی‌خوانند (نادرستی گزینهٔ (۱)). قسمت C، گویچهٔ سفید در حال دیاپدز می‌باشد که می‌تواند مونوسیت یا نوتروفیل باشد ولی پیک شیمیایی در این فرایند التهابی نمی‌سازند (نادرستی گزینهٔ (۲)). قسمت D، باکتری‌ها هستند که اغلب آن‌ها توسط لیزوزیم موجود در عرق از بین می‌روند. از طرفی در التهاب، گرما در همان موضع است نه اینکه سبب تب در کل بدن شود (نادرستی گزینهٔ (۳)).

۱۴۰ شکل‌نامهٔ التهاب



«مراحل التهاب»

در التهاب، از بین یاخته‌های بیگانه‌خوار، فقط دارینه‌ای‌ها و سرتولی نقش ندارند.

هیستامین آزاد شده از ماستوسیت‌ها وارد رگ خونی هم می‌شود.

ماستوسیت‌های آسیب دیده، در التهاب ابتدا هیستامین آزاد می‌کنند تا با گشاد کردن رگ‌ها، نفوذپذیری رگ خونی را زیاد کنند و خوناب و گویچهٔ سفید بیشتری به بیرون رگ برود.

در التهاب، هماتوکریت و پلاکت از رگ خارج نمی‌شوند.

براساس شکل کتاب درسی، درشت‌خوار از مونوسیت بزرگ‌تر است و در التهاب پروتئین‌های مکمل هم نقش دارند.

درشت‌خوار می‌تواند به شکل هم‌زمان چندین باکتری بیگانه‌خواری کند. دقت کنید که پیک شیمیایی درشت‌خواران، سبب افزایش مقدار درشت‌خوار با دیاپدز مونوسیت‌ها می‌شود.

پس از عمل هیستامین، پیک شیمیایی درشت‌خوارها و یاخته‌های سنگ‌فرشی مویرگ سبب فراخواندن سایر گویچه‌های سفید به محل آسیب می‌شوند.

در التهاب، گویچه‌های سفید دانه‌دار نوتروفیل و بی‌دانهٔ ماستوسیت، بیگانه‌خوارهای درشت‌خوار و ماستوسیت و پروتئین مکمل مؤثرند.

چرک شامل لاشهٔ گویچه‌های سفید و میکروب‌هاست.

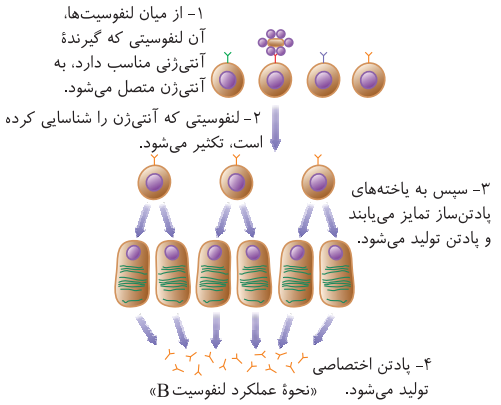
۲۲۲۰: ۴ در شکل موردنظر، (۱) بیانگر غدهٔ تیموس (۲) بیانگر مغز قرمز استخوان است. غدهٔ تیموس و پاراتیروئید در کنار نای که دارای غضروف‌های C‌شکل است قرار دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید که کلسی‌تونین روی استخوان گیرنده دارد. (نه روی تیموس یا مغز استخوان!) **گزینهٔ (۲):** طحال مدنظر این گزینه است که فقط در دوران جنینی توانایی تولید یاخته‌های خونی را دارد. **گزینهٔ (۴):** منظور این گزینه آپاندیس است، دقت کنید که در غدهٔ تیموس هر دو لنفوسیت T بالغ و نابالغ و در آپاندیس فقط لنفوسیت T بالغ مشاهده می‌شود.

۲۲۲۱: ۴ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** بعد از شناسایی آنتی‌ژن توسط لنفوسیت ابتدا باید تکثیر شود و دوباره فقط لنفوسیت B ایجاد کند تا جای قبلی را پر کند و سپس متمایز شود و به پلاسموسیت تبدیل شود. **گزینهٔ (۲):** پادتن‌های اختصاصی توسط یاخته‌های پادتن‌ساز تولید می‌شوند (نه لنفوسیت Bیی که آنتی‌ژن را شناسایی کرده است). **گزینهٔ (۳):** تغییر در شکل و اندازهٔ لنفوسیت به معنای **تمایز** لنفوسیت به یاخته‌های پادتن‌ساز می‌باشد. در حقیقت اول آنتی‌ژن به لنفوسیت برخورد می‌کند، سپس تمایز می‌یابد. **گزینهٔ (۴):** لنفوسیتی که به آنتی‌ژن متصل شده است تکثیر می‌شود و ابتدا مثل خودش را می‌سازد و سپس تمایز می‌یابد تا پلاسموسیت و خاطره را بسازد.

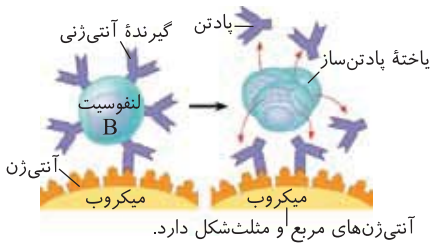
۱۴۱ شکل‌نامهٔ لنفوسیت B

- اندازهٔ هستهٔ لنفوسیت B اولیه، از هستهٔ پلاسموسیت حاصل از آن بزرگ‌تر می‌باشد.
- لنفوسیت B می‌تواند چند عدد گیرندهٔ آنتی‌ژنی داشته باشد، اما همه از یک نوع‌اند.
- لنفوسیت‌های B با شناسایی پادگن (آنتی‌ژن) سطح میکروب‌ها یا ذرات محلول بیگانه توسط گیرنده‌های اختصاصی آن‌ها کار خود را آغاز می‌کنند. سپس آن لنفوسیتی که گیرندهٔ پادگنی مناسبی داشته و عامل بیگانه را شناسایی کرده به سرعت تقسیم و تکثیر می‌شود. در مرحلهٔ بعدی یاخته‌های به وجود آمده از تکثیر، مجدداً تقسیم و باز هم لنفوسیت B مثل اولیه هستند و پس از چندبار تقسیم برخی از آن‌ها B خاطره هستند و برخی به یاخته‌های **پادتن‌ساز** تمایز پیدا می‌کنند. یاخته‌های پادتن‌ساز می‌توانند پادتن ترشح کنند و به‌طور اختصاصی به عنوان لنفوسیت عمل‌کننده با عوامل بیگانه به مبارزه بپردازند.



«نحوهٔ عملکرد لنفوسیت B»

- لنفوسیت‌هایی که به یک آنتی‌ژن **متصل** می‌شوند همگی از یک نوع نیستند. در واقع لنفوسیت با گیرنده‌های آنتی‌ژنی مختلفی به یک آنتی‌ژن متصل می‌شوند و در نهایت لنفوسیتی که گیرندهٔ آنتی‌ژنی مناسبی دارد **تکثیر** و تمایز می‌یابد.
- پلاسموسیت گیرندهٔ آنتی‌ژنی ندارد، اما گیرندهٔ هورمونی مثل هورمون تیروئیدی و ژن تولید گیرندهٔ آنتی‌ژنی را دارد.
- پلاسموسیت، یک یاختهٔ لنفوسیت B عمل کننده کشیده است و هستهٔ گرد پلاسموسیت‌ها در یک طرف یاخته قرار گرفته است و وسط نیست.
- پلاسموسیت‌ها تقسیم نمی‌شوند در نتیجه دوک تقسیم تشکیل نمی‌دهند (همواره در مرحلهٔ G_0 قرار می‌گیرد و تک‌کروماتیدی است).
- پلاسموسیت‌ها مانند سایر گویچه‌های سفید، توانایی دیاپدز دارند و در خون و لنف و آب میان‌بافتی وجود دارند.
- پلاسموسیت‌ها، در هر بخش بدن (درون بافت، مایع بین‌یاخته‌ای، لنف، خون و ...) می‌توانند تولید و مشاهده شوند.
- یاخته‌های پادتن‌ساز نسبت به یاخته‌های لنفوسیت B بزرگ‌تر بوده و شبکهٔ آندوپلاسمی و جسم گلژی گسترده‌تری دارند. (به منظور اگزوسیتوز پادتن) هسته در این یاخته‌ها به کنار رانده می‌شود.
- پادتن‌هایی که از یک یاختهٔ پادتن‌ساز ترشح می‌شوند مشابه گیرنده‌های آنتی‌ژنی سطحی روی لنفوسیت‌های B اولیه و خاطره می‌باشند.
- یک میکروب در هر پادگن خود زائده‌های متنوعی می‌تواند داشته باشد که هر گیرندهٔ آنتی‌ژنی یک لنفوسیت یا پادتن ترشحی، از هر جایگاه اتصال خود فقط به یک نوع از این زائده‌ها می‌تواند متصل شود.



آنتی‌ژن‌های مربع و مثلث‌شکل دارد.

- یک جایگاه اتصال پادگن یا گیرندهٔ آنتی‌ژنی لنفوسیت B به یک نوع از زائده‌های یک آنتی‌ژن متصل می‌شود (نه هر زائدهٔ آن!).

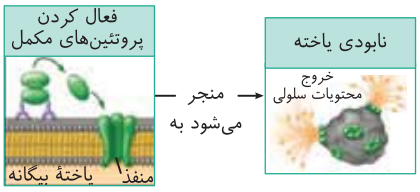
۲۲۲۲: ۲ موارد (الف) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد **الف** درست. گیرندهٔ آنتی‌ژنی مشابه با پادتن ترشح شده از یاختهٔ پادتن‌ساز می‌باشد. تفاوت آن‌ها در محل فعالیت آن‌هاست که پادتن محلول در محیط داخلی است ولی گیرنده در سطح لنفوسیت اولیه و خاطره است. **ب** **نادرست.** هر لنفوسیت فقط یک نوع گیرندهٔ آنتی‌ژنی دارد ولی حاوی گیرنده‌های دیگر مثل گیرندهٔ هورمونی هم می‌باشد. **ج** **نادرست.** با توجه به شکل هر گیرنده و پادتن به یک نوع زائدهٔ اختصاصی هر آنتی‌ژن وصل می‌شوند. **د** درست. لنفوسیت پس از تمایز به یاختهٔ پادتن‌ساز، پادتن ترشح می‌کند که مشابه گیرندهٔ آنتی‌ژن است. در حقیقت چون یاختهٔ پادتن‌ساز به آنتی‌ژن وصل نمی‌شود، اتصال آنتی‌ژن به گیرندهٔ آنتی‌ژنی، سبب ایجاد پیام برای بیان ژن تولید پادتن در یاخته‌های پادتن‌ساز شکل بعد می‌شود.

۲۲۲۳: ۲ رسوب دادن آنتی‌ژن‌های محلول، خنثی‌سازی باکتری‌ها و ویروس‌ها (عامل آنفلوانزا) و به هم چسباندن باکتری‌ها (عامل کزاز یا سینه‌پهلو) باعث افزایش بیگانه‌خواری می‌شود و فعال کردن پروتئین‌های مکمل منجر به نابودی یاخته و خروج محتویات آن می‌شود و سپس بیگانه‌خواری می‌شود.

نکته
شکل در مورد پروتئین دفاعی Yمانند یعنی پادتن می‌باشد، پس عمل اینترفرون‌ها و لنفوسیت‌های T و کشندهٔ طبیعی به آن ربطی ندارد (نادرستی موارد (الف) و (ه)).

۱۴۲ شکل‌نامهٔ مکانیسم عمل پادگن



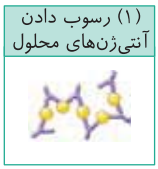
الف) فعال کردن پروتئین‌های مکمل و نابودی میکروب نیز نوعی غیرفعال کردن آنتی‌ژن‌ها می‌باشد.

پادتن از دو جایگاه اتصال به پادتن به دو آنتی‌ژن یکسان از غشای یک باکتری متصل می‌شود.

با توجه به شکل دو پادتن از سمت غیرگیرندهٔ آنتی‌ژنی خود می‌توانند یک پروتئین مکمل را فعال کنند و با فعال شدن تعدادی پروتئین مکمل، ابتدا با ایجاد چند منفذ، میکروب را می‌کشند و سپس به کمک بیگانه‌خوارها به همراه پروتئین‌های مکمل، بیگانه‌خواری می‌شوند.

پروتئین‌های مکمل، به بخشی از پادتن که جایگاه اتصال به آنتی‌ژن نیست متصل می‌شوند. در این سه حالت هر بیگانه‌خواری می‌تواند میکروب نابود شده را بیگانه‌خواری کند.

ب) بی‌اثر کردن آنتی‌ژن



این سه روش هم آنتی‌ژن را غیرفعال می‌کند. سه مکانیسم خنثی‌سازی، به هم چسباندن و رسوب دادن.

۱ رسوب دادنِ آنتی‌ژن‌های محلول روش خاصی است که این‌ها آنتی‌ژن‌های محلول سموم میکروب و یا سم میکروب و . . .اند. همان‌طور که می‌بینید دو پادتن به دو آنتی‌ژن جدا از هم متصل شده و زنجیروار آن‌ها را به هم وصل کرده و از حالت محلول به نامحلول در می‌آورند. (این آنتی‌ژن‌ها و پادتن هر دو محلول‌اند و وقتی زنجیرهای بزرگ به هم وصل شوند رسوب می‌کنند) همچنین در دو سر این زنجیره، دو جایگاه اتصال آنتی‌ژن در دو سمت رشته ایجاد شده، به صورت آزاد است که اگر باز هم آنتی‌ژنی بود به آن بپیوندند. سپس با گیرندهٔ پادتن بر سطح بیگانه‌خواران مثل درشت‌خوار بیگانه‌خواری افزایش می‌یابد.

۲ به هم چسباندن میکروب‌ها که عملاً برای **باکتری‌ها** تعریف شده است. در رسوب آنتی‌ژن و به هم چسباندن میکروب‌ها؛ اتصالات متعددی بین میکروب یا سم با پادتن می‌بینیم. همانطور که می‌بینید در این حالت حتی ممکن است یک پادتن از هر دو جایگاه اتصال خود به **یک میکروب** یا به دو میکروب مجاور وصل شود. ولی در مجموع با در هم تنیدن میکروب‌ها و با اتصال بخش غیرگیرندهٔ پادتن بر سطح درشت‌خوارها، بیگانه‌خواری افزایش می‌یابد.

در روش‌های به هم چسباندن و رسوب دادن پادگن محلول، ممکن است دو جایگاه اتصال به آنتی‌ژن در یک پادتن، به دو عامل بیگانه مجزا متصل شده باشند.

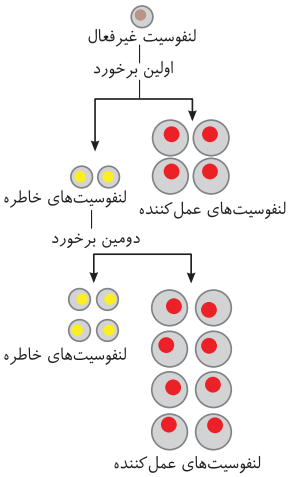
۳ خنثی سازی روش دیگری است. در این روش با چسبیدن پادتن به مولکول‌های میکروب؛ از اتصال آن به یاخته‌های خودی جلوگیری می‌شود، که هم مستقیماً برای ویروس است (نه مثل پرفورین برای یاختهٔ آلوده به ویروس!) و هم برای باکتری و سم. این موضوع هم سپس با اتصال پادتن بر سطح درشت‌خوارها موجب افزایش بیگانه‌خواری می‌شود.

۴ پروتئین تولید شده توسط پلاسموسیت، می‌تواند به غشای یاختهٔ خودی نیز اتصال داشته باشد مثل درشت‌خوار.

۲۲۲۴ : ۱ یاخته‌های (۱) نشان دهندهٔ لنفوسیت‌های خاطره و یاخته‌های (۲) نشان دهندهٔ لنفوسیت‌های عمل‌کننده (یاخته‌های پادتن‌ساز یا T کشنده) می‌باشند. فقط مورد (ج) عبارت را به درستی تکمیل می‌نماید.

بررسی موارد **الف** برای شناسایی عوامل بیماری‌زا از یکدیگر، یاخته باید گیرنده‌های آنتی‌ژنی را داشته باشد. لنفوسیت‌های T کشنده این گیرنده‌ها را دارند، اما یاخته‌های پادتن‌ساز فاقد آن‌ها می‌باشند. (به دلیل اینکه گیرنده‌های خود را تحت عنوان پادتن ترشح می‌نمایند.) **ب** در برخورد اول از لنفوسیت‌های T اولیه، لنفوسیت‌های T خاطره ساخته می‌شود، اما در برخوردهای بعدی، یاختهٔ خاطره می‌تواند از تقسیم لنفوسیت‌های خاطرهٔ قبلی به وجود بیایند. **ج** در بیماری آنفلوانزای پرندگان نوعی ویروس به شش‌ها حمله می‌کند و سبب می‌شود تا دستگاه ایمنی بیش از اندازه فعالیت نماید. بدین‌ترتیب به تولید انبوه و بیش از اندازهٔ لنفوسیت‌های T می‌انجامد. بنابراین در این بیماری لنفوسیت‌های B و در پی آن یاخته‌های پادتن‌ساز مستقیماً با ترشح پادتن با خود ویروس مبارزه می‌کنند و لنفوسیت‌های T و T کشنده هم با یاخته‌های آلوده به ویروس در شش‌ها مقابله می‌کنند. **د** لنفوسیت‌های خاطره تا مدت‌ها در خون باقی می‌مانند و باعث می‌شوند تا تشخیص پادگن (آنتی‌ژن) سریع‌تر صورت پذیرد. این لنفوسیت‌ها در تماس با آنتی‌ژن تقسیم شده و می‌توانند لنفوسیت‌های عمل‌کنندهٔ بیشتر و مقداری هم یاخته‌های خاطرهٔ جدید را بسازند.

۱۴۳ شکل‌نامهٔ لنفوسیت‌های خاطره و عمل‌کننده



در اولین برخورد با لنفوسیت غیرفعال، این یاخته تکثیر شده و در نهایت به لنفوسیت فعال و لنفوسیت خاطره تبدیل می‌شود

دقت کنید که این اولین برخورد می‌تواند ناشی از تماس مستقیم خود لنفوسیت غیرفعال با میکروب‌ها یا یاختهٔ خودیِ آلوده به ویروس یا سرطانی باشد یا ناشی از ارائهٔ قسمت‌هایی از میکروب به یاخته‌های لنفوسیت غیرفعال توسط یاخته‌های دارینه‌ای!

لنفوسیت‌های فعال، خود **تکثیر** می‌شوند و در نهایت به یاخته‌های لنفوسیت عمل‌کننده تبدیل می‌شوند پس لنفوسیت غیرفعال مستقیماً پادتن یا پرفورین تولید نمی‌کند!

لنفوسیت T کشنده همانند پلاسموسیت از نوع لنفوسیت‌های عمل‌کننده است و تقسیم و تکثیر ندارد.

لنفوسیت‌های خاطره کوچک‌تر از لنفوسیت‌های فعال می‌باشند پس تقسیم سیتوپلاسم نامساوی صورت گرفته است!

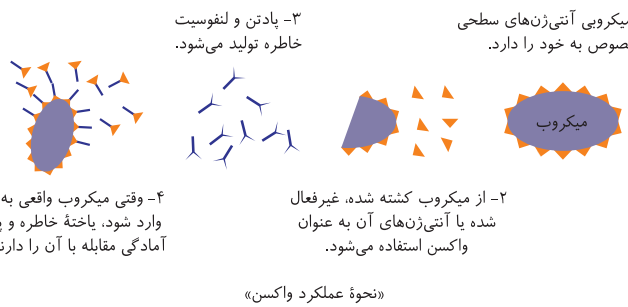
در دومین برخورد، یاخته‌های لنفوسیت خاطره‌ای که در اثر اولین برخورد تشکیل شده بودند، تکثیر شده و به یاخته‌های لنفوسیت فعال بیشتر و یاخته‌های لنفوسیت خاطرهٔ بیشتری تبدیل می‌شوند.

هم تعداد یاختهٔ لنفوسیت فعال و هم تعداد یاختهٔ لنفوسیت خاطره در اثر دومین برخورد بیشتر از تعداد یاخته‌های لنفوسیت فعال و لنفوسیت خاطره‌ای است که در اثر اولین برخورد ساخته می‌شوند!

دقت کنید که در دومین برخورد همانند اولین برخورد تعداد لنفوسیت‌های فعال دو برابر لنفوسیت‌های خاطره می‌باشد!
لنفوسیت‌های فعال نمی‌توانند لنفوسیت خاطره تولید کنند ولی لنفوسیت خاطره می‌تواند لنفوسیت فعال تولید کند!
لنفوسیت‌های غیرفعال و لنفوسیت‌های خاطره برخلاف لنفوسیت‌های فعال می‌توانند لنفوسیت فعال و لنفوسیت خاطره تولید کند!
دقت کنید که این فرایندها برای لنفوسیت‌های نوع B و نوع T صدق می‌کند نه همهٔ انواع لنفوسیت‌ها! (یاختهٔ کشندهٔ طبیعی که نوعی لنفوسیت می‌باشد این فرایندها را ندارد!)
تعداد لنفوسیت‌های فعال دو برابر تعداد لنفوسیت‌های خاطرهٔ تشکیل شده می‌باشد. راستی در شکل می‌بینید که هستهٔ همهٔ آن‌ها (خاطره و عمل‌کننده‌ها) در یک سمت یاخته است.
در اولین برخورد، یاخته‌های لنفوسیت خاطره‌ای که تولید شده‌اند فعالیت نمی‌کنند!
از بین لنفوسیت‌های دفاع اختصاصی، فقط یاختهٔ پادتن‌ساز گیرندهٔ آنتی‌ژنی ندارد و فقط یاختهٔ پادتن‌ساز و T کشنده توانایی تقسیم شدن ندارند.

۲۲۲۵ : ۴ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** از میکروب کشته شده یا ضعیف شده یا آنتی‌ژن آن‌ها به عنوان واکسن استفاده می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** ممکن است اصلاً واکسن وارد بدن نشده باشد و یا اصلاً یاختهٔ خاطره وجود نداشته باشد. **گزینهٔ (۳):** ممکن است آنتی‌ژن میکروب یا میکروب ضعیف شده به بدن وارد شده باشد. **گزینهٔ (۴):** هر میکروبی آنتی‌ژن‌های مخصوص به خود را دارد که از آن‌ها به عنوان واکسن می‌توان استفاده کرد.

۱۴۴ شکل‌نامهٔ واکسن و سرم



«نحوهٔ عملکرد واکسن»

محتویات سرم همواره غیرزنده حاوی پادتن آماده می‌باشد اما محتویات واکسن می‌تواند زنده حاوی میکروب هم باشند.
واکسن سبب تولید پادتن توسط خود فرد می‌شود و یاختهٔ خاطرهٔ حاصل از آن، ایمنی **فعال** ایجاد می‌کند ولی سرم پادتن آماده دارد و یاختهٔ خاطره ایجاد نمی‌کند، پس ایمنی موقتی **غیرفعال** می‌دهد.

۲۵۲ مقایسهٔ واکسن قدیمی و نوترکیب

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

۲۲۲۶ : ۳ شمارهٔ (۱) مربوط به ویروس HIV و شمارهٔ (۲) مربوط به لنفوسیت T کمک‌کننده است. مادری که آلوده به HIV است، می‌تواند در جریان بارداری، زایمان و شیردهی، ویروس را به فرزند خود منتقل کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** عامل آنفلوانزای پرندگان همانند عامل ایدز نوعی ویروس است که ساختار زیستی تقریباً مشابه دارند. **گزینهٔ (۲):** لنفوسیت T کمک‌کننده سبب فعال‌سازی لنفوسیت‌های B و T می‌شود. **گزینهٔ (۴):** یاختهٔ دارینه‌ای در گره لنفاوی با ارائه کردن بخشی از میکروب به لنفوسیت‌ها، سبب فعال شدن گروهی از لنفوسیت‌های مستقر در آنجا می‌شود. لنفوسیت T کمک‌کننده نیز همان‌طور که گفتیم نقش مشابه این یاخته را در بدن ایفا می‌کند.

۲۲۲۷ : ۴ همهٔ موارد نادرست هستند. پادتن پروتئین دفاعی موجود در سرم می‌باشد که ایمنی غیرفعال تا وقتی آن پادتن در بدن وجود دارد، ایجاد می‌کند.

بررسی موارد الف) هر پادتن می‌تواند به دو آنتی‌ژن مشابه ولی از یک یا دو باکتری کزاز متصل شود و آن را بی‌اثر کند. ب) پادتن می‌تواند آنتی‌ژن و باکتری را بی‌اثر کند ولی نابودی آن توسط پروتئین مکمل رخ می‌دهد. ج) پادتن اختصاصی است و بر سایر میکروب‌ها و سموم اثری ندارد. د) دقت کنید که در زخم‌های شدید احتمال وجود باکتری کزاز وجود دارد. پس قطعاً آنتی‌ژنی آن وجود ندارد.

۲۲۲۸ : ۴ یاخته‌های بیگانه‌خوار دارینه‌ای با معرفی قطعات عامل بیگانه به یاخته‌های ایمنی از جمله لنفوسیت‌ها، در پی فعال کردن آن‌ها تولید لنفوسیت‌های عمل کننده (T کشنده یا پادتن‌ساز) را زیاد می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** عرق و اشک، حاوی نمک و آنزیم لیزوزیم هستند، پس مواد اسیدی ندارند. **گزینهٔ (۲):** وجود رشته‌های کلاژن و کشسان ویژه قسمت درم در پوست می‌باشد (نه اپیدرم). **گزینهٔ (۴):** درشت‌خوار نوعی گویچهٔ سفید نمی‌باشد بلکه منشأ آن از گویچهٔ سفید مونوسیت است.

۲۲۲۹ : ۱ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** تولید پادتن فقط توسط یاختهٔ پادتن‌ساز صورت می‌گیرد که تنها لنفوسیتی در دفاع اختصاصی است که گیرندهٔ آنتی‌ژنی ندارد. **گزینهٔ (۲):** شاید لنفوسیت‌های T کشنده در گره لنفی در برخورد با میکروب ساخته شده‌اند. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که پادتن محلول در خون، لنف و آب میان‌بافتی است و به غشای یاختهٔ سازنده متصل نمی‌باشد. **گزینهٔ (۴):** لنفوسیت عمل کننده (T کشنده یا پلاسموسیت) توانایی تقسیم ندارد.

۲۲۳۰ (۴) دقت کنید که یاختهٔ آلوده به ویروس تحت تأثیر پرفورین حاصل از لنفوسیت کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت T کشنده می‌تواند قرار بگیرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تولید اینترفرون نوع ۱ در بیماری آنفلوانزای پرندگان، یاختهٔ آلوده به ویروس شش‌ها می‌باشند و در ایدز یاختهٔ لنفوسیت T کمک کننده می‌باشند. **گزینهٔ (۲):** در بیماری ایدز، لنفوسیت T کمک کنندهٔ آلوده به ویروس، اینترفرون نوع ۱ می‌سازد که این لنفوسیت T، بر فعالیت لنفوسیت‌های B و T دوردست نیز تأثیر دارد ولی اینترفرون نوع ۱ فقط روی یاخته‌های مجاور اثر دارد. **گزینهٔ (۴):** یاختهٔ آلوده به ویروس، پس از آلوده شدن، اینترفرون نوع ۱ را می‌سازد و ترشح می‌کند.

۲۲۳۱ (۴) منظور سؤال بخش درم است که در عمق آن گیرندهٔ فشار وجود دارد. همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) گیرندهٔ درد سازش‌ناپذیر منظور است که در حس پیکری وجود دارد (نه حس ویژه!). (ب) اولاً که از پوست حیوانات چرم ایجاد می‌کنند (نه انسان). ثانیاً این رشته‌ها همواره موازی نیستند. (ج) یاختهٔ دارینه‌ای از لایهٔ اپیدرم پوست به سمت درم حرکت می‌کند. تا میکروب را در گره لنفی به یاخته‌های دفاعی معرفی کند (نه برعکس). (ج) مویرگ خونی وارد اپیدرم نمی‌شود.

۲۲۳۲ (۴) منظور سؤال پروتئین مکمل است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** کاملاً درست است؛ چون پپسینوژن معده و پروتئازهای لوزالمعده همانند پروتئین‌های مکمل ابتدا غیرفعال ترشح می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** پروتئین مکمل همانند آنزیم مرگ برنامه‌ریزی مترشحه از لنفوسیت‌های T کشنده و کشندهٔ طبیعی سبب مرگ یاختهٔ هدف می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** پروتئین مکمل برخلاف پرفورین در مکانیسم التهاب که پاسخ موضعی است نقش دارد. **گزینهٔ (۴):** هر دو در تحریک فعالیت بیگانه‌خوارها نقش دارند.

۲۲۳۳ (۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) مناسب هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** در اولین برخورد آنتی‌ژن، اصلاً یاختهٔ خاطره وجود ندارد ولی از بار دوم به بعد، یاختهٔ خاطره تحریک و تقسیم می‌شود تا خاطره و عمل کننده ایجاد کند. (ب) **درست.** براساس شکل کتاب درسی صحیح است چون بالاخره پاسخ ایمنی کم می‌شود. (ج) نادرست. در برخورد اول، اصلاً یاختهٔ خاطره نداریم که تقسیم شود. (د) **درست.** با توجه به شکل‌نامه مشخص است که در برخورد دوم، از همان هفتهٔ اول شدت پاسخ ایمنی زیاد است.

۲۲۳۴ (۴) همهٔ موارد درست هستند.

بررسی موارد (الف) لنفوسیت B اولیه و خاطره که تقسیم می‌شوند گیرندهٔ آنتی‌ژنی Yمانند غشایی دارند ولی به آن پادتن نمی‌گویند. پادتن پروتئین ترشحی از پلاسموسیت‌هاست. (ب) هر دو نوع یاخته، پادتن یا پروتئین گیرندهٔ آنتی‌ژنی Yمانند یکسانی را تولید و برون‌رانی می‌کنند که از ژن یکسانی بیان شده‌اند. (ج) با توجه به شکل ۱۱ کتاب کاملاً صحیح است. (د) هم پادتن و هم گیرنده‌های آنتی‌ژنی لنفوسیت‌های B اولیه و خاطره، به یک نوع از زائده‌های مشخص یک نوع آنتی‌ژن (نه به هر زائده‌ای) متصل می‌شوند (شکل ۱۳ فصل ۵ در مورد برخورد زائده‌های مثلثی‌شکل).

۲۲۳۵ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در ارتباط با لنفوسیت‌های T نادرست است چون گیرنده‌ها را در تیموس کامل می‌کنند نه در محل تولید خود در مغز استخوان. **گزینهٔ (۲):** ماستوسیت بیگانه‌خوار با توانایی آزاد کردن هیستامین است. **گزینهٔ (۴):** درشت‌خوار و هر یاختهٔ هسته‌دار بدن دارای ژن‌های بیان شده می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** پلاسموسیت توانایی شناسایی پادگن را ندارد.

۲۲۳۶ (۲) منظور سؤال یاخته‌های T کشنده و پلاسموسیت‌ها هستند که به عنوان لنفوسیت‌های عمل کننده معرفی می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نوتروفیل توانایی شناسایی آنتی‌ژن ندارد. **گزینهٔ (۲):** براساس شکل و متن کتاب درسی صحیح است چون یاختهٔ دارینه‌ای، سبب فعال شدن لنفوسیت‌ها در گره لنفی می‌شود. **گزینهٔ (۴):** ماستوسیت بیگانه‌خوار محسوب می‌شود و در حساسیت نقش دارد که پاسخ به مواد بی‌خطر است. **گزینهٔ (۴):** پلاسموسیت توانایی ایجاد مرگ برنامه‌ریزی شده در یاختهٔ هدف را دارا نیست.

۲۲۳۷ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** نوتروفیل توانایی دیاپدز از فضای بین یاخته‌های سنگ‌فرشی مویرگ را دارا می‌باشد، اما نمی‌تواند از منافذ موجود در یاخته‌های مویرگ عبور کند. **گزینهٔ (۲):** ائوزینوفیل توانایی ترشح هپارین و هیستامین را ندارد. **گزینهٔ (۴):** درشت‌خوار در خون دیده نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** در مورد لنفوسیت‌های کشندهٔ T و طبیعی صحیح است.

۲۲۳۸ (۱) فقط (ب) نادرست است.

بررسی موارد (الف) درست. وقتی پس از بیگانه‌خواری، درشت‌خوار یک باکتری نابوده شده توسط پروتئین مکمل و پادتن را از بین می‌برد، پس همهٔ آن‌ها در سیتوپلاسم درشت‌خوار دیده می‌شوند. (ب) **نادرست.** این مورد در ارتباط با پرفورین فقط صحیح می‌شود. (ج) درست. پروتئین مکمل می‌تواند به پادتن (خط سوم) و پروتئین مکمل دیگر (خط دوم) متصل باشد. (د) درست. کلاً پروتئین‌های مکمل و اینترفرون‌ها در خط دوم واکنش‌های سریع عمومی به عنوان پروتئین‌ها تقسیم‌بندی می‌شوند.

۲۲۳۹ (۱) موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند. ماستوسیت و یاختهٔ دندریتی در این بخش‌ها وجود دارند. پس منظور سؤال نوتروفیل، درشت‌خوارها و سرتولی بیضه‌ها می‌باشد.

بررسی موارد (الف) نادرست. این نکته فقط در رابطه با بیگانه‌خوارهای دارینه‌ای صحیح است. (ب) نادرست. این موضوع فقط در رابطه با درشت‌خوار صحیح است. (ج) نادرست. دوتای اول در التهاب نقش دارند ولی سرتولی نقش ندارد. (د) **درست.** در رابطه با نوتروفیل، درشت‌خوار و سرتولی (برای باکتری‌ها) صحیح است.

۲۲۴۰ (۴) همهٔ موارد نادرست می‌باشند. مونوسیت‌ها و لنفوسیت‌ها گویچه‌های سفید بدون دانه توانایی عبور از خون را دارند. فرایند عبور گویچه‌های سفید از دیوارهٔ مویرگ را دیاپدز می‌نامند. دیاپدز از ویژگی‌های **همهٔ** گویچه‌های سفید است.

بررسی موارد (الف) **بیشتر** گویچه‌های سفید، از تقسیم یاخته‌های بنیادی ایجاد می‌شوند. در صورت برخورد عوامل بیماری‌زا به برخی لنفوسیت‌ها، آن‌ها تقسیم می‌شوند و تعدادی لنفوسیت‌های دیگر را ایجاد می‌کنند. (ب) طی التهاب مونوسیت و نوتروفیل از رگ خونی خارج می‌شوند. (ج) تولید گویچه‌های **قرمز** (نه سفید!) توسط هورمون اریتروپویتین که از کبد و کلیه‌ها ترشح می‌شود، تنظیم می‌گردد. (د) لنفوسیت‌ها کوچک‌ترین و مونوسیت‌ها بزرگ‌ترین یاخته‌های دفاعی یا گویچهٔ سفید هستند ولی گویچهٔ قرمز کوچک‌ترین یاختهٔ خون می‌باشد.

۲۲۴۱ (۳) واکنش‌های عمومی اما سریع = سدّ **دوم** دفاع غیراختصاصی / ورود ممنوع = سدّ اول دفاع غیراختصاصی. به دلیل اینکه در سدّ دوم نسبت به سدّ اول، انواع بیشتری از یاخته‌ها فعالیت می‌کنند، این سدّ به انرژی بیشتری نیاز دارد و سدّ سوم دفاع اختصاصی در مقابل یک عامل خاص است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** خارجی‌ترین یاخته‌های سدّ اول دفاعی (ورود ممنوع)، یاخته‌های مرده‌اند و بنابراین نمی‌توانند انرژی موجود در مواد مغذی را آزاد نمایند ولی سدّ دوم خارجی‌ترین یاخته ندارد و اگر هم باشد زنده است. **گزینهٔ (۲):** هر دو سدّ دفاع غیراختصاصی، در برابر طیف وسیعی از میکروب‌ها مؤثر هستند. **گزینهٔ (۴):** فقط سدّ اول دفاعی توانایی تشخیص عوامل خودی از بیگانه را ندارد. سدّ دوم دفاعی می‌تواند عوامل بیماری‌زا را از خودی تشخیص دهد، اما نمی‌تواند میکروب‌های مختلف را از همدیگر شناسایی کند. **گزینهٔ (۴):** فقط سدّ سوم به زمان زیادی برای پاسخ نیاز دارد.

۲۲۴۲: (۲) موارد (ج) و (د) عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند. بیگانه‌خوارهای موجود در بخش‌هایی از بدن انسان که با محیط بیرون در ارتباط‌اند عبارتند از: یاخته‌های بیگانه‌خوار دارینه‌ای و ماستوسیت‌ها. *ضب در این تست باید به کلمهٔ هر انسان دقت کنید. طی تاریخچهٔ کنکور وقتی در بیماری‌ها از هر انسان صحبت می‌شود باید فرد سالم و بیمار را در نظر بگیرید.*

بررسی موارد (الف) نادرست. یاخته‌های بیگانه‌خوار دارینه‌ای و ماستوسیت‌ها، هر دو در سدّ دوم دفاعی فعالیت دارند، اما در صورت سؤال گفته **هر انسان بالغ**؛ یعنی باید حواسمان هم به انسان‌های سالم و هم بیمار باشد. ممکن است در فرد بیمار، یاخته‌های بیگانه‌خوار دارینه‌ای و ماستوسیت‌ها در سدّ دوم دفاعی، بهترین فعالیت خود را نداشته باشند. (ب) نادرست. هر دوی این یاخته‌ها هنگام آلوده شدن به ویروس، اینترفرون نوع ۱ (نوعی پیک شیمیایی کوتاه‌برد) ترشح می‌کنند. البته علاوه‌بر این، ماستوسیت‌ها در فرایند التهاب، هیستامین (نوعی پیک شیمیایی کوتاه‌برد) هم آزاد می‌کنند. (ج) **درست.** یاخته‌های بیگانه‌خوار دارینه‌ای و ماستوسیت‌ها، هر دو بیگانه‌خوارند؛ در نتیجه برای هضم عوامل بیگانه‌خواری شده، نیازمند آنزیم‌های قوی درون‌یاخته‌ای هستند. (د) **درست.** فرایندی که به از بین بردن و جلوگیری از انتشار میکروب‌ها و تسریع بهبودی می‌انجامد، **التهاب** است؛ در فرایند التهاب یاختهٔ بیگانه‌خوار دارینه‌ای برخلاف ماستوسیت فعالیتی ندارد.

۲۲۴۳: (۱) فقط مورد (الف) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کند. *عجب تستی!* اتصال پادتن به آنتی‌ژن، با روش‌های مختلفی باعث **غیرفعال** شدن آنتی‌ژن می‌شود؛ این روش‌ها عبارت‌اند از: (۱) خنثی‌سازی؛ (۲) به هم چسباندن میکروب‌ها؛ (۳) رسوب‌دادن آنتی‌ژن‌های محلول (۴) فعال کردن پروتئین‌های مکمل.

نکته
- روش‌های غیرفعال شدن پادگن با پادتن ← چهار روش بالاست.
- روش بی‌اثر شدن پادگن با پادتن ← سه روش اول است.
- روش نابود شدن پادگن و سپس بیگانه‌خواری شدن ← فقط با کمک پروتئین مکمل است.
- روش نیاز نهایی و فعال کردن بیگانه‌خوارها ← چهار روش بالاست.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** در روش‌های خنثی‌سازی، به هم چسباندن میکروب‌ها و فعال کردن پروتئین مکمل، چندین پادتن به یک باکتری متصل می‌شوند ولی دوتای اول مربوط به بی‌اثر کردن پادگن است چون پروتئین مکمل، پادگن را نابود می‌کند (نه بی‌اثر). (ب) درست. با توجه به شکل کتاب در مورد رسوب دادن پادگن‌های محلول، این مورد درست است. (ج) درست. روش‌های خنثی‌سازی، به هم چسباندن میکروب‌ها و رسوب‌دادن آنتی‌ژن‌های محلول، در نهایت منجر به افزایش فعالیت و بیگانه‌خواری **درشت‌خوارها** می‌شوند؛ اما روش فعال کردن پروتئین‌های مکمل، در نهایت منجر به افزایش فعالیت **بیگانه‌خوارها** (نه لزوماً درشت‌خوارها) می‌شوند. (د) درست. در روش‌های به هم چسباندن میکروب‌ها و رسوب دادن آنتی‌ژن‌های محلول برخلاف روش خنثی‌سازی، پادتن‌ها با دو جایگاه اتصال ژنی خود، می‌توانند به دو آنتی‌ژن مشابه از **دو میکروب** متصل شوند. در روش‌های به هم چسباندن میکروب‌ها و خنثی‌سازی برخلاف روش رسوب دادن آنتی‌ژن‌های محلول، پادتن‌ها با دو جایگاه اتصال ژنی خود، می‌توانند به دو آنتی‌ژن مشابه از یک میکروب متصل شوند. در همهٔ این سه روش اول هم پادتن‌ها و هم عامل بیگانه توسط درشت‌خوار بیگانه‌خواری می‌شوند.

۲۲۴۴: (۱) فقط مورد (ب) عبارت را به درستی تکمیل می‌کند.

بررسی موارد (الف) نادرست. با توجه به شکل ۹ همین فصل، مشاهده می‌کنید که در سیتوپلاسم ماستوسیت‌ها نیز دانه‌هایی وجود دارد. ماستوسیت‌ها توانایی دیاپدز ندارند. (ب) **درست!** می‌دانید که اینترفرون نوع ۲ توسط یاخته‌های کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت‌های T ترشح می‌شود و می‌دانید این فرایند هم نوعی پاسخ غیراختصاصی است؛ ولی از بین آن‌ها، لنفوسیت‌های T عمل اختصاصی هم دارند. (ج) نادرست. بازوفیل‌ها و ماستوسیت‌ها با تولید هیستامین، در گشاد کردن رگ‌ها و نیز افزایش نفوذپذیری آن‌ها نقش دارند؛ لنفوسیت‌های پادتن‌ساز با تولید پادتن، در خنثی‌سازی میکروب‌ها نقش اساسی دارند. (د) نادرست. نوتروفیل، بازوفیل و ائوزینوفیل، فاقد هستهٔ تک‌قسمتی‌اند و همگی سیتوپلاسم دانه‌دار دارند.

یاخته‌های خونی ۲۵۳

یاختهٔ سفید خونی	شکل هسته	شکل دانه	محصولات و کارها
نوتروفیل	چندقسمتی	روشن ریز	چابک هستند - نیروی دفاع سریع - بیگانه‌خوار خونی و بافتی - در التهاب هم نقش دارند.
ائوزینوفیل	دوقسمتی دمبلی	درشت روشن	در عفونت انگلی فعال است. کوچک‌تر از ۱۵ میکرومتر است.
بازوفیل	دوقسمتی روی هم افتاده	تیره	در حساسیت‌ها هیستامین آزاد می‌کنند. هپارین ضدانعقاد خون یعنی ضد ایجاد لخته در دانه‌های خود دارند.
مونوسیت	یک‌قسمتی لوبیایی یا خمیده	ندارد	پس از دیاپدز به درشت‌خوار یا بیگانه‌خوار دارینه‌ای تبدیل می‌شود.
لنفوسیت کشندهٔ طبیعی	یک‌قسمتی بیضی یا گرد	ندارد	اینترفرون نوع ۲، پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده ترشح می‌کند.
لنفوسیت B	یک‌قسمتی بیضی یا گرد	ندارد	با تقسیم به یاختهٔ خاطره و پلاسموسیت تبدیل می‌شود که پادتن ترشح کند.
لنفوسیت T	یک‌قسمتی بیضی یا گرد	ندارد	اینترفرون نوع ۲، ترشح می‌کند پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده نیز توسط لنفوسیت T کشنده ترشح می‌شود.

۲۲۴۵: (۳) هر یاخته‌ای که در بدن انسان پرفورین می‌سازد= یاختهٔ کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت T کشنده

در دیابت نوع ۱ که نوعی بیماری خودایمنی است، دستگاه ایمنی به یاخته‌های انسولین‌ساز در جزایر لانگرهانس حمله می‌کند. در دیابت شیرین ممکن است از چربی‌ها و **پروتئین‌ها** برای انرژی استفاده شود؛ در این صورت پرفورین‌ها ممکن است نتوانند عملکرد مناسب سابق خود را انجام دهند چون مقداری تجزیه می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لنفوسیت T کشنده برخلاف یاختهٔ کشندهٔ طبیعی نوعی لنفوسیت عمل‌کننده محسوب می‌گردد. **گزینهٔ (۲):** منشأ لنفوسیت‌ها، یاختهٔ بنیادی لنفوئیدی و منشأ مگاکاریوسیت‌ها، یاختهٔ بنیادی میلوئیدی است. **گزینهٔ (۴):** لنفوسیت‌های T به‌طور اختصاصی فعالیت می‌کنند اما یاخته‌های کشندهٔ طبیعی به‌طور غیراختصاصی عمل می‌کنند.

۲۲۴۶ (۱) فقط مورد (د) عبارت را به درستی تکمیل می‌کند. بازوفیل و ائوزینوفیل، یاخته‌های خونی با هستهٔ دوقسمتی و سیتوپلاسم دانه‌دار هستند. طبق کنکور ۱۴۰۰، نوتروفیل هستهٔ بیش از دوقسمتی دارد.

بررسی موارد (الف) نادرست. در **همهٔ** یاخته‌های هسته‌دار بدن انسان، ژن‌هایی که مورد نیاز هستند، بیان می‌شوند و ژن‌هایی که مورد نیاز نیستند، بیان نمی‌شوند؛ بنابراین این عبارت در مورد هر دو نوع یاختهٔ فوق درست است. (ب) نادرست. همهٔ یاخته‌های هسته‌دار پیکری بدن انسان، مجموعه ژن‌های یکسانی دارند که با توجه به نیاز یاخته بیان می‌شوند. (ج) نادرست. هر دوی این یاخته‌ها (در کل همهٔ گویچه‌های سفید به‌جز B و T اصلی و B و T خاطره) توانایی تقسیم و همانندسازی دنای خطی هسته را ندارند و در مرحلهٔ G_0 می‌مانند. (د) **درست.** در همهٔ یاخته‌های هسته‌دار بدن انسان، محصول بعضی ژن‌ها یکسان است؛ مثلاً در غشای همهٔ یاخته‌های زنده، پمپ سدیم - پتاسیم وجود دارد یا مثلاً آنزیم‌های مورد نیاز تنفس یاخته‌ای.

۲۲۴۷ (۴) همهٔ موارد عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد (الف) بیگانه‌خوارها، عواملی را که خورده‌اند! توسط آنزیم‌های درون‌یاخته‌ای هضم می‌کنند. پروتئین‌هایی مثل پرفورین، اینترفرون‌های نوع ۱ و ۲ و آنزیم‌های مرگ برنامه‌ریزی شده، به صورت **برون**یاخته‌ای فعالیت می‌کنند. (ب) پروتئین‌ها طی فرایند ترجمه در سیتوپلاسم ساخته می‌شوند؛ فرایند ترجمه نیاز به انرژی زیستی دارد. (ج) در سدّ سوم دفاعی (دفاع اختصاصی)، بعضی از پروتئین‌ها پس از تولید در غشای یاخته قرار می‌گیرند (مثل گیرنده‌های آنتی‌ژنی) و بعضی از پروتئین‌ها از یاخته خارج می‌شوند (مثل پادتن‌ها). (د) در سدّ دوم دفاعی، **هر** یاختهٔ هسته‌دار آلوده به ویروس در بدن انسان، اینترفرون نوع ۱ تولید می‌کند.

۲۲۴۸ (۲) موارد (ب) و (د) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند. به‌طور معمول در یک انسان سالم و بالغ، لنفوسیت‌های *B* موجود در نوعی اندام لنفی یک انتها بسته وقتی برای نخستین‌بار با نوعی آنتی‌ژن ویژه مواجه می‌گردند، پس از رشد، تقسیم و تغییر شکل، تعدادی یاخته را به وجود می‌آورند؛ این یاخته‌ها، **پادتن‌ساز**(پلاسموسیت) و **B خاطره‌اند.**

بررسی موارد (الف) درست. پادتن‌ها که از یاخته‌های پادتن‌ساز ترشح می‌شوند، می‌توانند پروتئین‌های مکمل را فعال کنند. پروتئین‌های مکمل فعال شده به کمک یکدیگر و گروهی، با ایجاد ساختارهای حلقه‌مانند در غشای میکروب‌ها، منافذی به وجود می‌آورند؛ اما حواستان باشد که خود پادتن‌ها، چیزی را سوراخ نمی‌کنند بلکه در این فرایند نقش دارند. (ب) **نادرست.** در انسان، *ATP* (شکل رایج و قابل استفادهٔ انرژی در یاخته‌ها) فقط به دو طریق (در سطح پیش‌ماده و اکسایشی) ساخته می‌شود. روش سوم ساخته شدن *ATP*، روش نوری است که مربوط به فتوسنتزکنندگان می‌باشد (فصل ۶ دوازدهم). (ج) درست. یاختهٔ *B* خاطره برخلاف پادتن‌ساز تقسیم می‌شود و یاخته برای تقسیم، نیاز به همانندسازی دنای خطی موجود در هسته دارد. همانندسازی به کمک آنزیم‌هایی مانند هلیکاز و دنابسپاراز انجام می‌شود. (د) **نادرست.** یاخته‌های پادتن‌ساز و *B* خاطره، به ترتیب پادتن و گیرندهٔ آنتی‌ژنی می‌سازند که هر دو توانایی اتصال مستقیم **به یک نوع** آنتی‌ژن (نه انواع مختلفی آنتی‌ژن!) را دارند.

۲۲۴۹ (۱) یاخته‌های حاصل از تمایز مونوسیت‌ها، یاخته‌های بیگانه‌خوار دارینه‌ای و درشت‌خوار هستند که هر دو در خارج از خون ایجاد می‌شوند و فعالیت می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** همهٔ یاخته‌های زندهٔ بدن انسان می‌توانند در نبود اکسیژن و طی قندکافت، *ATP* تولید کنند. **گزینهٔ (۳):** در جریان بیماری‌های **میکروبی** (نه در هر نوع بیماری!)، تعداد گویچه‌های سفید افزایش می‌یابد اصلاً ممکن است یک بیماری سبب کم‌کاری مغز استخوان و کاهش گویچه‌های خونی شود. **گزینهٔ (۴):** هیچ‌کدام از گویچه‌های سفید در سدّ اول دفاعی بدن شرکت ندارند.

۲۲۵۰ (۳) موارد (ب)، (د) و (ه) عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند. **همهٔ** گویچه‌های سفید توانایی دیاپدز دارند؛ حواستان باشد که از بین بیگانه‌خوارها، فقط نوتروفیل توانایی دیاپدز دارد و جزء گویچهٔ سفید به حساب می‌آید.

بررسی موارد (الف) نادرست. درشت‌خوارها در کبد و طحال به تجزیهٔ *RBC*های پیر می‌پردازند که درشت‌خوار اصلاً در خون نیست و توانایی دیاپدز ندارند. (ب) **درست.** ممکن است لنفوسیت‌های *B* و *T* اصلی و *B* و *T* خاطره دنابسپارازهای موجود در هستهٔشان فعال باشند؛ اما دقت کنید که در سایر گویچه‌های سفید، ممکن است میتوکندری مستقل از یاخته و هسته تقسیم شود. (ج) نادرست. یاخته‌های بیگانه‌خوار دارینه‌ای این وظیفه را دارند که توانایی دیاپدز ندارند. (د) **درست.** خط کتاب درسی زیست دهم در مورد گویچه‌های سفید می‌باشد. (ه) **درست.** نقش اصلی گویچه‌های سفید، دفاع است که در خون، لنف و آب میان‌یاخته‌ای یعنی در هر قسمت محیط داخلی انجام می‌دهند.

۲۲۵۱ (۱) فقط مورد (الف) صحیح است. لایهٔ خارجی پوست، اپیدرم و لایهٔ داخلی آن، درم نام دارد.

بررسی موارد (الف) **درست.** لایهٔ داخلی از بافت پیوندی رشته‌ای و لایهٔ خارجی از بافت پوششی سنگ‌فرشی چندلایه تشکیل شده است. فضای بین‌یاخته‌ای در بافت پیوندی نسبت به بافت پوششی بیشتر است. (ب) نادرست. لایهٔ مورد استفاده در تولید چرم، لایهٔ محکم و بادوام و عملاً سدّی محکم و غیرقابل نفوذ است، همگی از ویژگی‌های لایهٔ درم پوست می‌باشد و قید برخلاف برای آن‌ها بی‌معنی است. (ج) نادرست. لایهٔ حاوی گیرندهٔ سازش‌ناپذیر درد، در اپیدرم است که این لایه‌ها به ترتیب از خارج به یاخته‌های مردهٔ بافت پوششی سطح پوست و غشای پایه متصل‌اند. دقت کنید که گیرنده‌های وضعیت در ماهیچه‌های اسکلتی، زردپی و کپسول پوشانندهٔ مفصل (نه پوست!) وجود دارند. (د) نادرست. در پوست لایهٔ اپیدرم از سمت داخل و لایهٔ درم از سمت خارج به غشای پایه متصل است.

۲۲۵۲ (۱) فقط مورد (ب) عبارت را به درستی تکمیل می‌کند. شکل صورت سؤال، ویروس‌های *HIV* را در حال آزادشدن از یاختهٔ هدف‌شان که لنفوسیت‌های *T* کمک‌کننده‌اند، نشان می‌دهد.

بررسی موارد (الف) نادرست. ویروس آنفلوانزای پرندگان، به **شش‌ها** (نه لنفوسیت‌های T کمک‌کننده!) حمله می‌کند. این ویروس در صورت حمله به انسان، سبب می‌شود دستگاه ایمنی **بیش از حد معمول** فعالیت کند؛ بدین ترتیب، به تولید انبوه و بیش از حد **لنفوسیت *T*** می‌انجامد. (ب) **درست.** فعالیت لنفوسیت‌های *B* و سایر لنفوسیت‌های *T*، به کمک لنفوسیت *T* کمک‌کننده انجام می‌شود؛ ویروس *HIV* با از بین بردن این لنفوسیت‌ها،عملکرد لنفوسیت‌های *B* و *T* و در نتیجه سیستم ایمنی را مختل می‌کند. (ج) نادرست. ویروس ایدز پس از ورود به بدن، ممکن است بین ۶ ماه تا ۱۵ سال نهفته باقی بماند و بیماری ایجاد نکند. (د) نادرست. مادر مبتلا به *HIV* می‌تواند در جریان بارداری، زایمان و **شیردهی**، ویروس را به فرزند خود منتقل کند. *قلب شیر خوردن هم از راه دهان است دیگه!*

نکته

نمی‌توان گفت که بیماری ایدز هیچ‌گاه از طریق مواد خوراکی منتقل نمی‌شود.

۲۲۵۳ (۳) مراحل نحوهٔ عملکرد یاختهٔ کشندهٔ طبیعی:

(۱) یاختهٔ کشندهٔ طبیعی به یاختهٔ هدف متصل می‌شود؛ (۲) ریزکیسه‌های حاوی پرفورین و مولکول‌های آنزیم، محتویات خود را با برون‌رانی ترشح می‌کنند؛ (۳) **پرفورین‌ها منافذی را در غشا ایجاد می‌کنند؛** (۴) آنزیم از منافذ عبور کرده، به یاخته وارد می‌شود و باعث مرگ یاخته می‌شود (۵) یاختهٔ مرده توسط درشت‌خوار بیگانه‌خواری می‌شود.

مراحل التهاب:

(۱) ورود باکتری به بدن؛ (۲) ماستوسیت‌های آسیب‌دیده، هیستامین رها می‌کنند؛ (۳) نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها از مویرگ خارج می‌شوند؛ (۴) **پروتئین مکمل فعال‌شده به غشای باکتری متصل می‌شود** (۵) درشت‌خوارها ضمن تولید پیک‌های شیمیایی، باکتری‌ها را بیگانه‌خواری می‌کنند.

۲۲۵۴ (۲) موارد (الف) و (ب) عبارت را به **نادرستی** تکمیل می‌کنند. بخش **قشری** غدهٔ فوق‌کلیه به تنش‌های **طولانی** مدت مثل غم از دست دادن نزدیکان، با ترشح **کورتیزول** پاسخ دیرپا می‌دهد. این هورمون گلوکز خوناب را افزایش می‌دهد. اگر تنش‌ها به مدت زیادی ادامه یابند، **کورتیزول دستگاه ایمنی را تضعیف** می‌کند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه به تنش‌های طولانی مدت مثل غم از دست دادن نزدیکان، با ترشح **کورتیزول** (نه آلدوسترون!) پاسخ دیرپا می‌دهد. آلدوسترون بازجذب سدیم را از کلیه‌ها افزایش می‌دهد. به دنبال بازجذب سدیم، آب هم بازجذب می‌شود و درنتیجه فشار خون هم بالا می‌رود. (ب) **نادرست.** ادرار فراوان غلیظ می‌تواند علامت دیابت شیرین باشد از طرفی کاهش قدرت سیستم ایمنی، منجر به کاهش علائم و نیز کاهش احتمال ابتلا به بیماری‌های خودایمنی می‌شود. دقت کنید دیابت نوع دو که معمولاً در افراد بالای چهل سال (مثل زنان یائسه) ایجاد می‌شود، بیماری خودایمنی نیست؛ بلکه دیابت نوع اول که اغلب در سنین زیر چهل سال ایجاد می‌شود، نوعی بیماری خودایمنی است و با کاهش قدرت سیستم ایمنی، احتمال ابتلا به آن کاهش می‌یابد. (ج) درست. در حالت معمول، دستگاه ایمنی به حضور برخی میکروب‌ها (مثل میکروب‌های مفید موجود در دستگاه گوارش) پاسخ نمی‌دهد و به اصطلاح نسبت به آن‌ها، تحمل دارد؛ با کاهش توانایی سیستم ایمنی، احتمال پاسخ به آن‌ها کمتر هم می‌شود و تحمل ایمنی افزایش می‌یابد. (د) درست. در صورت تضعیف سیستم ایمنی، سرعت تقسیم بافت پوششی پوست در محل بریدگی کم می‌شود.

نکته

کاهش قدرت سیستم ایمنی، می‌تواند باعث افزایش بافت‌مردگی شود.

۲۲۵۵ (۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) درست‌اند. شاید بهترین راه در امان ماندن بدن انسان از میکروب‌ها، جلوگیری از ورود آن‌ها به بدن باشد که مربوط به **خط اول** دفاعی بدن (ورود ممنوع) است.

بررسی موارد (الف) **درست.** پل‌مغزی با ترشح بزاق و اشک و بصل‌النخاع با انعکاس‌های عطسه و سرفه در سدّ اول دفاعی بدن مؤثرند. (ب) **درست.** بلع باعث می‌شود میکروب‌ها از دهان به معده بروند و آنجا توسط اسید معده از بین بروند. دفع مدفوع هم هم‌جهت با بلع است و باعث خروج میکروب‌ها از بدن می‌شود. جهت حرکت لولهٔ گوارش طی استفراغ برخلاف دو فرایند ذکر شده است و طی آن میکروب‌ها از بدن خارج می‌شوند. (ج) **درست.** بافت پوششی: در اپیدرم پوست؛ بافت پیوندی: در درم پوست؛ بافت ماهیچه‌ای: اسفنکترهای داخلی و خارجی میزراه و مخرج و بافت عصبی: تنظیم ترشحات موادی مثل بزاق و اشک و نیز فعالیت‌های عطسه، سرفه و ... . (د) نادرست. مثلاً پروتئین‌های کلاژن موجود در لایهٔ درم که به طرز محکمی به هم تابیده‌اند، آنزیم محسوب نمی‌شوند.

نکته

در لایهٔ درم پوست علاوه‌بر رشته‌های کلاژن، رشته‌های کشسان نیز وجود دارند.

۲۵۴ نخستین خط دفاعی؛ ورود ممنوع

ساختار		ویژگی	نکات تکمیلی
پوست	لایهٔ بیرونی	لایهٔ بیرونی شامل چندین لایه یاختهٔ پوششی است که خارجی‌ترین یاخته‌های آن مرده‌اند. یاخته‌های مرده به تدریج می‌ریزند و به این ترتیب، میکروب‌هایی را که به آن چسبیده‌اند، از بدن دور می‌کنند.	○ پوست فقط یک سدّ ساده نیست و ترشحاتی هم دارد: (۱) سطح پوست را ماده‌ای چرب می‌پوشاند که به علت داشتن اسیدهای چرب، خاصیت اسیدی دارد که برای زندگی میکروب‌ها مناسب نیست. (۲) عرق که دارای نمک و لیزوزیم است. ○ در سطح پوست میکروب‌هایی سازش‌یافته و زندگی می‌کنند که شرایط را برای میکروب‌های بیماری‌زا سخت می‌کنند.
	لایهٔ درونی	در لایهٔ درونی، بافت پیوندی رشته‌ای وجود دارد که رشته‌ها در آن به طرز محکمی به هم تابیده‌اند. این لایه محکم و بادوام است و سدّی محکم و غیرقابل نفوذ را تشکیل می‌دهد.	
مخاط		سطح مجاری دستگاه‌های تنفسی، گوارشی، ادراری و تناسلی را مخاط پوشانده است که از یک بافت پوششی با آستری از بافت پیوندی تشکیل شده است و مادهٔ مخاطی ترشح می‌کند. مادهٔ مخاطی چسبناک است و میکروب‌ها را به دام می‌اندازد.	○ ترشحات مخاط با داشتن لیزوزیم میکروب‌ها را می‌کشند. ○ سازوکارهای اختصاصی هر دستگاه: (۱) دستگاه تنفس: مخاط مژک‌دار، عطسه و سرفه (۲) دستگاه گوارش: لیزوزیم، بزاق، اسید معده، استفراغ و مدفوع (۳) دستگاه اداری تناسلی: ادرار
اشک هم با داشتن لیزوزیم و نمک (مثل عرق پوست) از چشم محافظت می‌کند.			

۲۲۵۶ (۴) شکل مقابل نشان‌دهندهٔ دیاپدز (تراگذری) است. تزریق نوعی ماده به بدن انسان که منجر به کاهش مکانیسم مقابل گردد، منجر به کاهش قدرت سیستم ایمنی می‌شود. اگر فرایند دیاپدز کاهش یابد، مونوسیت‌های کمتری از خون خارج و وارد بافت می‌شوند و در نتیجه یاخته‌های بیگانه‌خوار دارینه‌ای که ارائه دهندهٔ میکروب‌ها به یاخته‌های ایمنی هستند (نادرستی گزینهٔ (۱)) و درشت‌خوار کمتری تولید می‌شوند. درشت‌خوارها در کبد (اندام ذخیره‌کنندهٔ آهن و برخی ویتامین‌ها) و طحال (نوعی اندام لنفی) گویچه‌های قرمز مرده را پاک‌سازی می‌کنند؛ در صورت کاهش تعداد درشت‌خوارها، گویچه‌های قرمز مرده در کبد و طحال افزایش می‌یابند و در نتیجه ممکن است عملکرد این اندام‌ها مختل گردد (درستی گزینهٔ (۴)).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** همان‌طور که ذکر کردیم، این فرایند منجر به کاهش قدرت سیستم ایمنی می‌شود. در صورت کاهش قدرت سیستم ایمنی، علائم و شدت بیماری‌های خودایمنی (که خود دستگاه ایمنی علت آن است) کاهش می‌یابد. *MS* نوعی بیماری خودایمنی است که در آن، یاخته‌های پشتیبان میلین‌ساز در دستگاه عصبی مرکزی از بین می‌روند؛ درنتیجه ارسال و هدایت (نه انتقال!) پیام‌های عصبی به درستی (نه به‌طور کامل!) انجام نمی‌شود. **گزینهٔ (۳):** پادتن، نوعی پروتئین است که درصورت برخورد با میکروب یا آنتی‌ژن‌های محلول، آن‌ها را نابود یا بی‌اثر می‌کند. تولید پادتن توسط یاختهٔ پادتن‌ساز در خون ارتباط خاصی با دیاپدز ندارد.

۲۲۵۷ (۲) موارد (الف) و (ج) صحیح‌اند.

بررسی موارد (الف) مونوسیت‌ها بزرگ‌ترین یاخته‌هایی هستند که از یاخته‌های بنیادی میلوئیدی منشأ می‌گیرند. این یاخته‌ها در ساخت یاخته‌های دارینه‌ای نقش دارند و می‌توانند در ساختار اپیدرم پوست دیده شوند. (ب) دقت کنید که ماستوسیت‌ها در خون نیستند و در بیگانه‌خواری **یاخته‌های موجود در خون** نقشی ندارند. (ج) لنفوسیت‌های خاطره کم‌تعدادترین یاخته‌هایی هستند که در پاسخ ایمنی اولیه ساخته می‌شوند. این یاخته‌ها تا مدت‌ها در خون می‌مانند و با کمک گیرنده‌های خود می‌توانند منجر به شناسایی سریع‌تر عوامل بیگانه شوند. (د) لنفوسیت‌های *T* و یاخته‌های کشندهٔ طبیعی، با ترشح آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده این ویژگی را دارند. اما دقت کنید که پادتن به سطح یاخته‌ها متصل می‌شود و وارد یاختهٔ هدف نمی‌شود، بنابراین این ویژگی در رابطه با لنفوسیت *B* صحیح نیست.

۲۲۵۸ (۴) بیگانه‌خوارهای اشاره شده در کتاب درسی عبارتند از، درشت‌خوار و انواع آن (مانند یاخته‌های سرتولی)، یاخته‌های دارینه‌ای، ماستوسیت‌ها، نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها. تمامی این یاخته‌ها در صورت آلوده شدن به ویروس می‌توانند با ترشح اینترفرون نوع یک مانع عملکرد ویروس شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** درشت‌خوارها در تکمیل فعالیت پادتن‌ها در ایمنی اختصاصی بدن هم نقش دارند. **گزینهٔ (۲):** تنها در رابطه با ماستوسیت‌ها و یاخته‌های دارینه‌ای صحیح است. **گزینهٔ (۳):** نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها توانایی دیاپدز دارند و می‌توانند با عبور از دیوارهٔ مویرگ‌ها خود را به عامل بیگانه برسانند.

تقسیم یاخته

۲۲۵۹ ۴ موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) انسان در ابتدا شامل یک یاختهٔ تخم بوده است. در نوزادی میلیاردها یاخته دارد ولی یک فرد بالغ، دارای صدها میلیارد یاخته است. (ب) کروموزوم شامل *DNA* و پروتئین است که هر دو نیتروژن‌دار هستند. (ج) هنگامی که یاخته در حال تقسیم نیست، مادهٔ وراثتی به صورت شبکهٔ توده‌ای از رشته‌ها با **فشردگی کمتر** (پس فشردگی دارند) به نام کروماتین دیده می‌شود. (د) نوکلئوزوم، **چه در ساختار کروماتین و چه در ساختار کروموزوم** دیده می‌شود.

۲۵۵ مقایسهٔ کروموزوم و کروماتین

موارد مقایسه	کروموزوم فشرده	کروماتین
جنس	دنا و پروتئین	دنا و پروتئین
تعداد در هر هستهٔ یاختهٔ پیکری انسان	۴۶ تا	به صورت یک شبکهٔ درهم است
در چه زمانی مشاهده می‌شود؟	در تقسیم یاخته	در اینترفاز
حداکثر انواع مونومر	۲۴ نوع (۲۰ نوع آمینواسید و ۴ نوع نوکلئوتید)	۲۴ نوع (۲۰ نوع آمینواسید و ۴ نوع نوکلئوتید)
نوکلئوزوم	دارد	دارد
نکات	فشرده و به صورت مضاعف (دو کروماتیدی) و یا غیرمضاعف (تک‌کروماتیدی) می‌باشد.	به صورت توده‌ای از رشته‌های درهم می‌باشد که فشردگی کمی در حالت مضاعف (در S و G_2) و غیرمضاعف (در G_1) دارد.

۲۲۶۰ ۴ کروموزوم مضاعف شده دارای دو کروماتید خواهری است که در محلی به نام سانترومر به هم متصل‌اند. این کروماتیدها، ژن‌های یکسانی دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: در ساختار نوکلئوزوم، یک مولکول *DNA* **حدود** ۲ دور در اطراف ۸ پروتئین هیستون پیچیده است. **گزینهٔ (۲)**: مادهٔ وراثتی هسته در تمام مراحل زندگی یاخته **به‌جز تقسیم**، به صورت شبکهٔ کروماتین است. **گزینهٔ (۳)**: رشته‌های فامینه پیش از تقسیم یاخته **دو برابر** و حین تقسیم، **فشرده‌تر** می‌شوند و به صورت کروموزوم دیده می‌شوند.

در هر کروموزوم **یوکاریوتی**، در اغلب مناطق آن مولکول *DNA* حدود دو دور در اطراف ۸ مولکول پروتئینی (در دو ردیف ۴تایی) به نام هیستون پیچیده قرار گرفته است و واحدهایی تکرار شونده به نام **نوکلئوزوم** (هسته‌تن) را ایجاد کرده است. نوکلئوزوم‌ها سبب استحکام کروموزوم می‌شوند. در نوکلئوزوم *DNA* و پروتئین وجود دارد ولی بین دو نوکلئوزوم فقط رشتهٔ *DNA* وجود دارد.

نکته

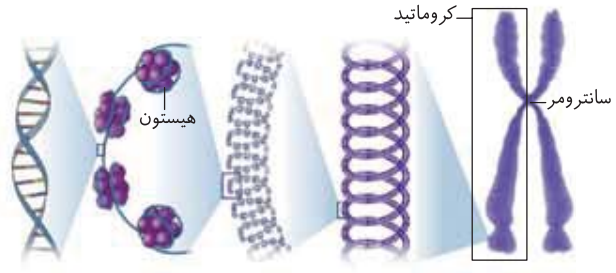
در یاخته‌های یوکاریوتی، کروموزوم‌های هسته به صورت خطی وجود دارند ولی مقدار کمی *DNA* سیتوپلاسمی به صورت حلقوی نیز درون میتوکندری و کلروپلاست وجود دارد ولی واژهٔ نوکلئوزوم و هیستون فقط مخصوص واحدهای تکرار شونده در کروموزوم خطی **هسته** می‌باشد و پروکاریوت‌ها فاقد هسته، هیستون و کروموزوم خطی می‌باشند.

وضعیت کروموزوم‌ها در مراحل مختلف زندگی یاختهٔ یوکاریوتی

در ابتدا دقت کنید این یاخته در طی زندگی خود دو مرحلهٔ استراحت (اینترفاز) و تقسیم دارد که جلوتر به‌طور کامل در مورد آن مطلب می‌آموزید.

هنگامی که یاخته **در حال استراحت** می‌باشد و تقسیم را شروع نکرده است کروموزوم‌های آن به صورت **رشته‌های نوکلئوپروتئینی** همراه با هیستون ولی **با فشردگی** بسیار **کم** می‌باشند. این رشته‌ها به صورت **توده‌ای دراز و نازک و در هم رفته** قرار دارند که به شبکهٔ آن‌ها **کروماتین** (فامینه) می‌گویند. هر رشته در این شبکه از همدیگر قابل رؤیت و تفکیک نیستند. **قبل** از اینکه یاخته وارد مرحلهٔ تقسیم شود، به تدریج مولکول *DNA* و تعداد رشته‌های کروماتینی آن، ابتدا **دو برابر** و سپس با شروع تقسیم **به هم فشرده‌تر، ضخیم‌تر و کوتاه‌تر** می‌شوند.

می‌توانید واژهٔ کروموزوم را در همهٔ مراحل چرخهٔ یاخته‌ای به‌کار ببرید ولی در مرحلهٔ اینترفاز بهتر است از واژهٔ کروماتین استفاده کنید. ولی دقت کنید که در مرحلهٔ تقسیم، فقط برای ابتدای پروفاز و انتهای تلوفاز حق استفاده از واژهٔ کروماتین را دارید.



۲۲۶۱ ۲ موارد (ب) و (ج) صحیح‌اند.

بررسی موارد (الف) **هر گونه از** جانداران، تعداد معینی از کروموزوم در هر هستهٔ یاخته‌های پیکری خود دارند که به آن عدد کروموزومی می‌گویند. (ب) تعداد کروموزوم‌های موجود در یاخته‌های جنسی یک فرد، الزاماً عدد کروموزومی او نیست. چون در بیشتر موارد (به‌جز در زنبور نر)، یاختهٔ جنسی نصف تعداد کروموزوم در عدد کروموزومی را دارد. (ج) در یاخته‌های پیکری انسان همانند درخت زیتون، ۴۶ کروموزوم وجود دارد، اما قطعاً ژن‌های آن‌ها بسیار متفاوت‌اند. (د) تعداد کروموزوم‌های جانداران مختلف **به‌جز باکتری‌ها**، از ۲ تا بیش از ۱۰۰۰ عدد متغیر است.

تعداد کروموزوم

- به تعداد کروموزوم‌های هر گونه از جانداران در هر هسته یاخته‌های پیکری آن‌ها، عدد کروموزومی می‌گویند که تعداد معینی می‌باشد ← البته در زنبورعسل، ماده دو برابر نر، کروموزوم دارد.
- به‌جز در باکتری‌ها، در سایر جانداران عدد کروموزومی از ۲ تا بیش از ۱۰۰۰ عدد متغیر است.
- معمولاً جانوران در یاخته‌های پیکری و جنسی خود دارای کروموزوم‌های غیرجنسی و کروموزوم‌های جنسی می‌باشند.
- ممکن است در گونه‌های مختلف تعداد کروموزوم یا عدد کروموزومی آن‌ها با هم یکسان باشد ولی نوع و فعالیت ژن‌های آن‌ها بسیار متفاوت است. (انسان و درخت زیتون، عدد کروموزومی ۴۶ دارند.)

۲۲۶۲: ۱) عبارت صورت سؤال **نادرست** است. اگر در یک جاندار، فقط یاخته‌های **پیکری** از هر کروموزوم دو نسخه داشته باشند، جاندار $2n$ است. فقط مورد (ب) صحیح است.

بررسی موارد **الف)** در یک یاختهٔ $2n=46$، **دو** مجموعه کروموزوم داریم که دو به دو با یکدیگر همتا هستند و هر مجموعه شامل ۲۳ کروموزوم غیرهمتاست.

ب) در یک جاندار $4n$، ممکن است دو مجموعه کروموزوم از مادر و دو مجموعه کروموزوم از پدر آمده باشد و یا از خودباروری یک فرد (گیاه) به‌دست آمده باشد.

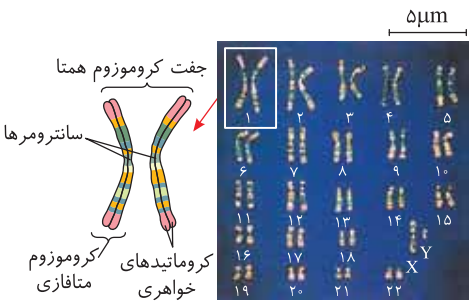
ج) کروموزوم‌های جنسی، فقط در انسان و **برخی** جانداران دیده می‌شوند. **د)** کروموزوم‌های جنسی **انسان** را با X و Y نشان می‌دهیم.

۲۲۶۳: ۴) کروموزوم‌های همتا، کروموزوم‌هایی **شبیه به هم‌اند** اما الزاماً کاملاً دارای ژن‌های یکسان نیستند و می‌توانند حاوی ژن‌هایی با دستورالعمل متفاوت ناخالص Aa یا یکسان خالص AA یا aa باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید که در یاخته‌های دیپلوئید نیز، مثلاً در یک مرد، **کروموزوم‌های X و Y همتای** هم نیستند. **گزینهٔ (۲):** کاریوتیپ، تصویری از کروموزوم‌ها در حداکثر فشردگی است که براساس **اندازه، شکل و محل سانترومر** مرتب و شماره‌گذاری شده‌اند و معمولاً در مرحلهٔ متافاز تقسیم بررسی و کشیده می‌شود. **گزینهٔ (۴):** از کاریوتیپ می‌توان برای تعیین تعداد کروموزوم‌ها و تشخیص **برخی** ناهنجاری‌های کروموزومی استفاده کرد.

کاریوتیپ

تصویری از ردیف کردن کروموزوم‌های **مضاعف** با حداکثر فشردگی یک جاندار برحسب اندازه، شکل و محل قرارگیری سانترومرها می‌باشد. معمولاً کاریوتیپ را در **مرحله‌ای از تقسیم** که کروموزوم‌ها به کوتاه‌ترین، قطورترین و فشرده‌ترین حالت می‌رسند (یعنی مرحلهٔ متافاز) تهیه می‌کنند. با کاریوتیپ می‌توانیم تعداد کروموزوم‌ها و برخی ناهنجاری‌های کروموزومی (مثل نشانگان داون) را بررسی کنیم.



«کاریوتیپ انسان»

نکته

- در کاریوتیپ به‌جز جفت کروموزوم آخر که کروموزوم‌های جنسی هستند، سایر کروموزوم‌ها را برحسب اندازه از بزرگ‌ترین (جفت ۱) به کوچک‌ترین (جفت ۲۲ در انسان) ردیف می‌کنند.
- هر جفت کروموزوم همتا، اندازه و شکل مشابهی دارند و محل قرارگیری سانترومر آن‌ها روبه‌روی هم می‌باشد پس جفت کروموزوم جنسی X و Y با هم همتا نمی‌باشند.

۲۲۶۴: ۲) در یک مرد سالم و بالغ، هر یاختهٔ جنسی یا همان اسپرم دارای کروموزوم X یا Y است و قطعاً هر دو را با هم ندارد چون ۲۳ کروموزوم از یک مجموعه دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در یک مرد، کروموزوم‌های جنسی به صورت XY است که **همتا نیستند**. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید! **کروموزوم‌های یک مجموعه، با یکدیگر همتا نیستند**. **گزینهٔ (۴):** در انسان، تعداد کروموزوم‌های هر مجموعهٔ کروموزومی در یاختهٔ n **همانند** $2n$، برابر با ۲۳ است.

نکته

هر مجموعه کروموزومی، دارای تعدادی کروموزوم غیرهمتا می‌باشد که یک کروموزوم جنسی و تعدادی کروموزوم غیرجنسی می‌تواند داشته باشد.

۲۲۶۵: ۱) فقط موارد (ب) و (د) صحیح می‌باشند.

بررسی موارد **الف)** نادرست. در یک کروموزوم مضاعف، دو کروماتید خواهری باید دستورالعمل ژنی **مشابه** داشته باشند (A و a نباید در دو کروماتید خواهری وجود داشته باشد).

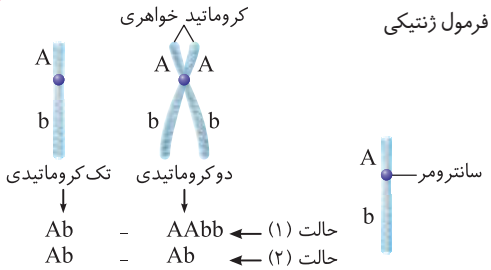
نکتهٔ مهم

در فصل ۴ دوازدهم با فرایند کراسینگ‌اور آشنا می‌شوید که در میوز برای اسپرماتوسیت یا اووسیت اولیه می‌توان دو الل متفاوت در یک جایگاه ژنی یک کروموزوم مشاهده کرد ولی در یاختهٔ پودوسیتی کلیه نه!

ب) **درست.** در **یک جفت کروموزوم** همتا دستورالعمل ژن‌های روبه‌روی هم می‌تواند مشابه یا متفاوت باشد اما باید از نظر جایگاه قرارگیری ژن‌های صفت مورد نظر در آن جایگاه، یکسان باشند. **ج)** نادرست. دستورالعمل یک جایگاه ژنی (A و a) نمی‌تواند زیر هم روی یک کروموزوم باشد بلکه با ژن‌های صفات دیگر می‌تواند روی یک کروموزوم پیوسته در زیر هم قرار بگیرد. **د)** **درست.** هر کروموزوم دو کروماتیدی، یک دستورالعمل مشابه از ژن اول و یک دستورالعمل مشابه از ژن دوم دارد. **هـ)** نادرست. این دو ژن روی یک کروموزوم هستند نه روی کروموزوم‌های مستقل جدا از هم!

نکات و مثال بسیار مهم در تست‌ها و طراحی آن‌ها

کروموزومی در حالت تک‌کروماتیدی و مضاعف ژن‌های مقابل را دارا می‌باشد، کدام حالت (۱) یا (۲)، فرمول ژنتیکی (ژنوتیپ) فرد دارای این کروموزوم‌ها را به‌طور صحیح نشان می‌دهد؟

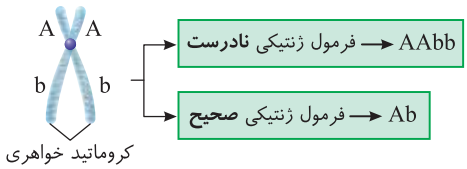


پاسخ حالت (۲) صحیح می‌باشد.

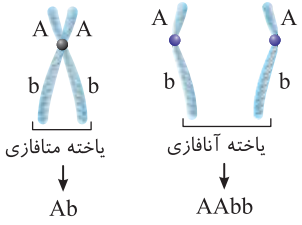
۱ البته این شناخت فرمول‌های ژنتیکی یا ژنوتیپ را در فصل ۳ سال دوازدهم کامل می‌خوانید ولی به‌طور کلی وقتی کروموزومی تک‌کروماتیدی است فرمول ژنتیکی آن مشخص و واضح است و همان ژن‌های روی کروموزوم را برای آن می‌نویسیم که به صورت *Ab* می‌باشند.

کروموزوم مقابل دارای یک مولکول *DNA*، یک سانترومر و دو رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی می‌باشد.

۲ تا هنگامی که دو کروماتید یک کروموزوم به هم متصل هستند، این دو مولکول *DNA* مشابه را به عنوان **یک کروموزوم** مضاعف حساب می‌کنیم و فرمول ژنتیکی یا ژنوتیپ آن باز هم به صورت *Ab* می‌باشد و نباید دو دستورالعمل ژنی یکسان آن‌ها را متفاوت بنویسیم (البته این کروموزوم دو ژن A و دو ژن b دارد ولی فرمول ژنتیکی آن تا هنگامی که کروماتیدها به هم متصل‌اند، یکی از هر نوع ژن آن را دربر می‌گیرد).

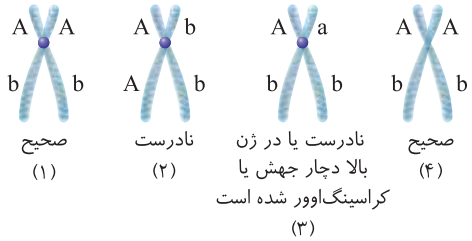


ولی وقتی در انتهای تقسیم (مرحلهٔ آنافاز) این دو کروماتید خواهری از هم جدا شدند، دیگر هرکدام یک **کروموزوم دختری** مستقل جداگانه به حساب می‌آیند و **کل یاخته در این حالت، دو کروموزوم جدا شده حاوی آن‌ها** با فرمول ژنتیکی ***AAbb*** دارد. باز هم دقت کنید که هر کروموزوم (چه تک‌کروماتیدی و چه دوکروماتیدی) فرمول ژنتیکی *Ab* دارند.



۳ در حقیقت با جدا شدن دو کروماتید خواهری، تعداد ژن‌های درون یاخته زیاد نمی‌شود ولی تعداد کروموزوم‌ها، سانترومرها و دستورالعمل مستقل ژنی (الل‌ها)، دو برابر می‌شوند.

۴ همواره دو کروماتید خواهری محتوای ژنتیکی یکسانی دارند (به‌جز کراسینگ‌اور یا جهش!) اگر جهشی در حین همانندسازی *DNA* رخ داده باشد یا طی میوز یاخته دچار فرایند کراسینگ‌اور شده باشد که جلوتر و در سال بعد می‌خوانید ممکن است حالت (۳) را در اووسیت اولیه یا اسپرماتوسیت اولیه ببینید! ولی نه در یاختهٔ دیگر!



۲۲۶۶ (۲) هنگام تقسیم، مادهٔ وراثتی به صورت کروموزوم دیده می‌شود و تعداد رشته‌های کروموزوم فقط در مرحلهٔ S دو برابر می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به شکل کتاب درسی، بخش بیشتری از مولکول دنا در تشکیل نوکلئوزوم‌ها نقش داشته است. **گزینهٔ (۳):** گیاه زیتون و انسان دو گونهٔ متفاوت می‌باشند که دارای ۴۶ کروموزوم هستند. **گزینهٔ (۴):** در کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی تعداد کروماتید با تعداد سانترومر مساوی است.

۲۲۶۷ (۲) موارد (ب)، (د) و (ه) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. در یاختهٔ $xn=y$ ، نماد y، معرف تعداد همهٔ کروموزوم‌ها در حالت تک یا دوکروماتیدی است. (ب) **درست.** x تعداد مجموعه کروموزومی است. (ج) نادرست. اگر یاختهٔ فوق، یک یاختهٔ پیکری باشد در آن صورت y، عدد کروموزومی جاندار است. (د) **درست.** در این یاخته، کروموزوم‌های غیرجنسی، x تا x تا همتا هستند. (ه) **درست.** تعریفی جز این برای n نیست!

۲۲۶۸ (۴) در ساختار کروموزوم، پروتئین‌های مختلف از جمله هیستون و پروتئین‌های اتصالی در محل سانترومر وجود دارند. آمینواسیدها طی فرایند ترجمه به یکدیگر متصل می‌شوند و با آزاد کردن گروه‌های *OH* و *H* مولکول آب تولید می‌کنند. (در فصل ۲ دوازدهم می‌خوانید که پروتئین‌های درون هسته توسط ریبوزوم‌های آزاد در سیتوپلاسم تولید می‌شوند.)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مورد پروتئین‌های اتصالی منطقهٔ سانترومر صدق نمی‌کند. **گزینهٔ (۲):** فقط پروتئین‌های هیستون را به‌طور قطعی می‌توان گفت که در پروکاریوت‌ها وجود ندارند. **گزینهٔ (۴):** در مورد پروتئین‌های هیستون صدق نمی‌کند.

۲۲۶۹ (۴) همهٔ موارد نادرست هستند.

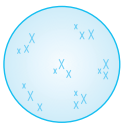
بررسی موارد (الف) یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی که چندهسته‌ای و گروهی از یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی که دو هسته‌ای هستند بیش از دو تا کروموزوم شمارهٔ ۱ دارند و از طرفی یاخته‌ای که تقسیم نمی‌شود، کروموزوم مضاعف ندارد (مثل پلاسموسیت). و وارد مرحلهٔ S برای مضاعف شدن کروموزوم‌ها نمی‌شود. (ب) گویچه‌های قرمز فاقد هسته هستند. (ج) کروموزوم‌های جنسی در مردان با یکدیگر همتا نیستند. (د) باکتری‌ها فقط یک عدد یاخته و یک کروموزوم اصلی متصل به غشا دارند.

۲۵۶ مقایسهٔ کروموزوم مضاعف و غیرمضاعف

موارد مقایسه	کروموزوم غیرمضاعف	کروموزوم مضاعف
چند کروماتیدی؟	۱	۲
چند مولکول دنای خطی؟	۱	۲
چند زنجیرهٔ پلی نوکلئوتیدی دنا؟	۲	۴
چند سانترومر	۱	۱
پروتئین اتصالی سانترومر؟	دارد	دارد
در کدام مراحل اینترفاز؟	G_1 و ابتدای مرحلهٔ S	انتهای مرحلهٔ S و G_2
در کدام مراحل میتوز؟	انتهای آنافاز و تلوفاز	پروفاز، پرومتافاز، متافاز و ابتدای آنافاز
در کدام مراحل میوز ۱؟	هیچکدام	همهٔ مراحل
در کدام مراحل میوز ۲؟	آنافاز ۲ و تلوفاز ۲	پروفاز ۲ و متافاز ۲

۲۲۷۰: (۲)

نکتهٔ خوب



خب نکته‌ای که تو این سؤال باید دقت کنید این است که در یاختهٔ $xn=y$! هر کدام از این ۳ حرف چه چیزی را به ما نشان می‌دهند.

$x=$ تعداد کروموزوم‌های همتا از هر نوع، *یعنی اگه مثلاً x بشه ۲، کروموزوم‌ها ۲تا ۲تا با هم، همتا میشن*، البته x تعداد الل‌های هر جایگاه ژنی صفات و یا تعداد مجموعه‌های کروموزومی را هم شامل می‌شود *که این‌ها به درد نمی‌خورن!*

$n=$ بیانگر تعداد کروموزوم هر مجموعه است که درون آن مجموعه، nتا کروموزوم‌های **غیرهمتا** وجود دارد.

$y=$ تعداد کل کروموزوم‌ها و عدد کروموزومی یاخته می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها *حالا میریم دوباره یه نگاه به شکل میندازیم (فقط یه نگاه!)، ۶تا کروموزوم (xمانند) بلند داریم، ۶تا متوسط و ۶تا کوتاه. خب چی می‌فهمیم؟ اولاً می‌فهمیم در کل ۱۸تا کروموزوم داریم که بیانگر y است. دوماً اینکه کروموزوم‌ها ۶تا ۶تا مثل هم هستند یعنی ۶تا x بزرگ با هم، ۶تا x متوسط با هم و ... همتا هستن! پس تا این‌جا فهمیدیم در فرمول $xn=y$ ، نماد x برابر با ۶ میشه یعنی یافته $6n$ شد. پس سریعاً گزینهٔ (۲) رو انتخاب می‌کنیم و وقتی ۱۸ کروموزوم داریم، پس باید $6n=18$ باشه راستی $n=3$ است یعنی تو هر مجموعه ۳تا کروموزوم غیرهمتا وجود دارد! (یه دونه بزرگ، یه دونه متوسط و یه دونه کوتاه).*

۲۲۷۱: (۳) هر یاخته‌ای در انسان که هسته دارد دارای ۲۲ نوع کروموزوم غیرجنسی و یک یا دو نوع کروموزوم جنسی در هستهٔ خود می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اگر فرد ذکر شده مرد باشد در کاریوتیپ خود دارای ۲۲ جفت کروموزوم همتا و ۲ عدد کروموزوم جنسی غیرهمتا می‌باشد (کلاً ۲۴ نوع کروموزوم دارد). **گزینهٔ (۲):** در صورتی که یاختهٔ ذکر شده اسپرم باشد، تنها یکی از دو نوع کروموزوم جنسی را دارا می‌باشد (کلاً ۲۳ نوع کروموزوم است). **گزینهٔ (۴):** برخی از یاخته‌های هسته‌دار و پیکری نمی‌توانند تقسیم شوند، مانند نورون‌ها و تارهای اسکلتی و لنفوسیت‌های عمل‌کننده، گویچه‌های سفید (به‌جز لنفوسیت B و T اولیه) و ...

در انسان، یاختهٔ سالم	
بدون کروموزوم X	گویچه‌های قرمز و اسپرم دارای کروموزوم Y
دارای یک کروموزوم X	یاخته‌های پیکری هسته‌دار مردان و نیمی از اسپرماتوسیت‌های ثانویه و اووسیت ثانویه و نیمی از اسپرماتیدها و اسپرم‌ها
دارای دو کروموزوم X	یاخته‌های پیکری هسته‌دار زنان و یاختهٔ تخم لقاح یافته دختر و یاخته‌های پیکری مردان در مرحله آنافاز میتوز و برخی از یاخته‌های قلبی مردان
دارای سه کروموزوم X	برخی یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی مردان
دارای چهار کروموزوم X	برخی یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی زنان و مردان
بدون کروموزوم Y	گویچه‌های قرمز، نیمی از اسپرم‌ها، اسپرماتیدها، اسپرماتوسیت ثانویه، یاخته‌های جنسی و پیکری هسته‌دار زنان
دارای یک کروموزوم Y	یاخته‌های تک‌هسته‌ای پیکری مردان، نیمی از اسپرم‌ها، اسپرماتیدها و اسپرماتوسیت ثانویه
دارای دو کروموزوم Y	برخی از یاخته‌های قلبی مردان، یاخته‌های پیکری آقایان در مرحله آنافاز میتوز و اسپرماتوسیت ثانویه در حال آنافاز ۲
چند کروموزوم X و یا چند کروموزوم Y	یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی

تغییرهای طراحی تست ۲۵۷

۲۲۷۲: (۴) کاریوتیپ در حداکثر فشردگی کروموزوم‌ها قابل مشاهده است. بیشترین فشردگی کروموزوم‌ها در مرحلهٔ متافاز تقسیم یاخته‌ای ایجاد می‌شود و در نتیجه یاخته‌ای که به تقسیم یاخته‌ای وارد می‌شود، قطعاً دارای کروموزوم‌های مضاعف است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گونه‌های مختلف از جانداران، می‌توانند دارای عدد کروموزومی یکسانی باشند. برای مثال درخت زیتون و انسان در یاخته‌های پیکری خود ۴۶ عدد کروموزوم دارند. **گزینهٔ (۲):** در صورتی که کاریوتیپ مربوط به بدن یک مرد را مشاهده کنیم، می‌بینیم که کروموزوم Y کوچک‌ترین کروموزوم در کاریوتیپ فرد است. **گزینهٔ (۳):** در صورتی که کاریوتیپ مربوط به بدن مرد باشد ۲۲ جفت کروموزوم همتا و دو عدد کروموزوم جنسی غیرهمتا مشاهده می‌شوند و از طرفی کاریوتیپ، جهش‌های کوچک (درون ژنی) را نشان نمی‌دهد.

۲۲۷۳: (۱) همهٔ موارد نادرست می‌باشند.

بررسی موارد (الف) کاریوتیپ زمانی تهیه می‌شود که کروموزوم‌ها به حداکثر فشردگی می‌رسند. (متافاز)، نه وقتی شروع به فشرده شدن در مرحلهٔ پروفاز می‌کنند. (ب) در کاریوتیپ، کروموزوم‌ها بر اساس شکل، اندازه و محل سانترومر مرتب می‌شوند. (ج) کروموزوم‌های غیرجنسی، از شمارهٔ ۱ تا ۲۲ شماره‌گذاری می‌شوند و کروموزوم‌های جنسی با X و Y نام‌گذاری می‌شوند. (د) برخی یاخته‌های بدن (مانند گویچه‌های قرمز خونی) فاقد هسته می‌باشند.

۲۲۷۴: (۱) از هیچ یک از موارد گفته شده، جهت تهیهٔ کاریوتیپ ژنوم هسته‌ای انسان نمی‌توان استفاده کرد. توجه کنید کاریوتیپ، تصویری از کروموزم‌ها با **حداکثر فشردگی** است. حداکثر فشردگی کروموزم‌ها نیز در مرحلهٔ متافاز تقسیم قابل مشاهده است.

بررسی موارد (الف) گویچهٔ قرمز از تقسیم یاختهٔ میلوئیدی مغز استخوان تولید می‌شود. گویچهٔ قرمز هسته ندارد و قدرت تقسیم هم ندارد. (ب) یاخته‌های پادتن‌ساز از تقسیم لنفوسیت B اولیه و خاطره ایجاد می‌شوند. یاخته‌های پادتن‌ساز قدرت تقسیم ندارد. (ج) یاخته‌های سازندهٔ لنفوسیت‌ها در مغز قرمز استخوان، یاخته‌های لنفوئیدی هستند. این یاخته‌ها، یاخته‌هایی بنیادی بوده و قدرت تقسیم بالایی دارند. ولی توجه کنید ژنوم (ژنگان) هسته‌ای انسان شامل ۲۲ کروموزم غیرجنسی به‌علاوهٔ ۲ کروموزم جنسی می‌باشد. (فصل ۴ دوازدهم) می‌دانید که در یاختهٔ زنان سالم، فقط کروموزم جنسی از نوع X موجود است! بنابراین از یاخته‌های بدن زنان نمی‌توان برای تهیهٔ ژنوم هسته‌ای انسان استفاده نمود (چون Y ندارند!). (د) یاخته‌هایی با توانایی داشتن حالت تتراد در بدن زنان، اووسیت‌های اولیه از دوران جنینی می‌باشند. توجه کنید بسیاری از اووسیت‌های اولیه در بدن زنان بالغ، تقسیم هسته خود را تکمیل نمی‌کنند! از طرفی هیچ‌گاه در یک زن بالغ، تتراد تشکیل نمی‌شود چون مرحلهٔ پروفاز (۱) در مرحلهٔ جنینی ایجاد می‌شود.

۲۲۷۵ (۲) موارد (ج) و (د) صحیح‌اند.

بررسی موارد (الف) مراحلی که یک یاخته از **پایان یک تقسیم تا پایان تقسیم بعدی** می‌گذراند، چرخهٔ یاخته نام دارد. (ب) چرخهٔ یاخته شامل مراحل اینترفاز و تقسیم (هسته و سیتوپلاسم) است که در یاخته‌های مختلف مدت زمان **متفاوتی** دارند. (ج) مرحله‌ای از چرخهٔ یاخته که در آن، انجام کارهای **معمول** یاخته روی می‌دهد، **اینترفاز** است که طولانی‌ترین مرحله است. (د) مرحله‌ای از چرخهٔ یاخته که در آن رشد و ساخت مواد مورد نیاز روی می‌دهد، **اینترفاز** است شامل مراحل G_1، S و G_2 است.

۲۲۷۶ (۱) همهٔ موارد نادرست‌اند.

بررسی موارد (الف) مرحلهٔ G_1، مرحلهٔ **رشد** یاخته به صورت حجمی برگشت‌ناپذیر است و یاخته مدت زمان زیادی در آن می‌ماند اما دقت کنید که یاخته‌هایی که تقسیم نمی‌شوند، **معمولاً** در این مرحله متوقف می‌شوند پس آن‌ها هم رشد حجمی دارند و وارد قسمت G_0 آن می‌شوند. (ب) ورود یاخته‌هایی که تقسیم نمی‌شوند به مرحلهٔ G_0، می‌تواند **موقتی یا دائمی** باشد. دقت کنید که اگر دوباره به چرخه برگردند از G_0 ابتدا وارد G_1 می‌شوند. (ج) در مرحلهٔ S، همانندسازی **دنای هسته** روی می‌دهد نه کل دنای یاخته! (د) مرحلهٔ G_2، **کوتاه‌تر** از سایر مراحل اینترفاز است و طی آن، یاخته برای تقسیم آماده می‌شود و ساخت عوامل مورد نیاز برای تقسیم یاخته **افزایش** (نه آغاز!) می‌یابد.

• چرخهٔ یاخته‌ای در یک نگاه

چرخهٔ یاخته، در کل دو مرحلهٔ اول (اینترفاز) و دوم (تقسیم) دارد ولی هرکدام از آن‌ها دارای مراحل کوچک‌تری مثل G_1، G_2 و میتوز، تقسیم و ... سیتوپلاسم می‌باشند.

۲۲۷۷ (۴) یاختهٔ لنفوسیتِ عمل‌کننده از نوع پادتن‌ساز که تولیدکنندهٔ پادتن می‌باشد یا لنفوسیتِ T کشنده که پرفورین می‌سازد، فاقد قدرت تقسیم یاخته‌ای می‌باشد و همانند بسیاری از یاخته‌های عصبی و ماهیچه‌ای اسکلتی پس از تولید همواره در قسمت G_0 از مرحلهٔ G_1 قرار دارد.

بررسی گزینه‌ها سایر گزینه‌ها قدرت تقسیم دارند. **گزینهٔ (۱):** در مورد یاخته‌های بدن است که آلوده به ویروس یا سرطان شده‌اند و معمولاً تقسیم انجام می‌دهند مثلاً یاختهٔ سرطانی قدرت تقسیم زیادی دارد. **گزینهٔ (۲):** در مورد هر یاختهٔ پشتیبان بافت عصبی بدن نادرست است، چون همگی برای هورمون تیروئیدی گیرنده دارند. **گزینهٔ (۳):** در مورد یاخته‌های پوششی با قدرت تقسیم می‌باشد.

۲۲۷۸ **۱)** حداکثر مدت زمان رشد یاخته‌ها در مرحلهٔ G_1 یاخته‌ای صورت می‌گیرد. اول دقت کنید که یاخته‌های پوششی سطح درونی لولهٔ گوارش انسان به مانند یاخته‌های عصبی نیستند، چون به G_0 وارد نمی‌شوند و به تقسیم شدن خود ادامه می‌دهند. همچنین بدانید که یک یاخته نمی‌تواند به‌طور دائم در مرحلهٔ G_1 متوقف بشود چون در این صورت تا ابد رشد خواهد کرد! بلکه یاخته‌هایی که به‌طور موقت یا دائم تقسیم نمی‌شوند به مرحله‌ای به نام G_0 وارد می‌شوند (مانند یاخته‌های عصبی).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** حداکثر میزان فعالیت آنزیم‌های هلیکاز و دنابسپاراز در زمان همانندسازی یعنی در مرحلهٔ S مشاهده می‌شود. در این مرحله برای عمل این آنزیم‌ها، با جدا شدن مولکول‌های هیستون پیچ‌خوردگی نوکلئوزومی باز می‌شود. **گزینهٔ (۴):** تولید پروتئین‌های یاخته‌ای در مرحلهٔ G_2 افزایش می‌یابد؛ بنابراین حداکثر فعالیت ریبوزوم‌ها در این مرحله دیده می‌شود. در این مرحله برخی اندامک‌ها مانند میتوکندری دوبرابر می‌شوند. از آنجایی که میتوکندری دنا دارد با دوبرابر شدن آن، محتوای وراثتی سیتوپلاسم یاخته هم افزایش می‌یابد. **گزینهٔ (۴):** حداکثر فشردگی کروموزوم‌ها در مراحل متافاز و آنافاز میتوز دیده می‌شود؛ در این مراحل رشته‌های دنا در تماس با مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم قرار دارند چون غشای هسته در پرومتافاز ناپدید شده است.

موارد مقایسه	G_1 (وقفه اول)	S	G_2 (وقفه دوم)
پروتئین‌سازی	+	+	+++
امکان همانندسازی دنا	+ سیتوپلاسمی	+ هسته و سیتوپلاسمی	+ سیتوپلاسمی
مدت زمان از بیشتر به کمتر	۱ <	۲ <	۳
هر رشته در کروماتین به چه شکلی است؟	غیرمضاعف	ابتدا غیرمضاعف و سپس مضاعف	مضاعف
اعمال یاخته	افزایش ابعاد و رشد	همانندسازی دنای هسته‌ای	افزایش پروتئین‌سازی و آمادگی برای تقسیم
تعداد کروموزوم (سانترومر) در یاختهٔ پیکری انسان	۴۶	۴۶	۴۶
تعداد کروماتید (مولکول دنا) در یاختهٔ پیکری انسان	۴۶	ابتدا ۴۶ سپس ۹۲	۹۲
میزان فشردگی مادهٔ وراثتی	کم	کم	کم
تعداد سانتریول	یک جفت	یک جفت	یک جفت یا دو جفت
واجد نقطهٔ وارسی اصلی	بله	خیر	بله

۲۵۸ مراحل چرخهٔ سلولی

۲۲۷۹ **۱)** در مرحلهٔ G_1، یاخته‌هایی که تقسیم نمی‌شوند در قسمت G_0 آن باقی می‌مانند. در این مرحله یاخته‌ها رشد می‌کنند و گروهی از پروتئین‌های لازم برای یاخته ساخته می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ G_1 یاخته‌ها مدت زمان زیادی را می‌گذرانند تا ضمن رشد، نقطهٔ وارسی، سلامت دناها را بررسی کند و اگر مشکلی داشت اصلاح شود. **گزینهٔ (۳):** مرحلهٔ متافاز تقسیم هسته، بهترین زمان برای تهیهٔ کاریوتیپ است. در مرحلهٔ S، کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی موجود در شبکهٔ کروماتینی، طی فعالیت دنابسپاراز، در فرایند همانندسازی دوکروماتیدی می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ آنافاز میوز ۲ و آنافاز میتوز، تعداد کروموزوم‌های یاخته دو برابر می‌شود. سانتریول‌ها در مرحلهٔ G_2 و در وقفهٔ بین میوز ۱ و ۲ همانندسازی می‌کنند.

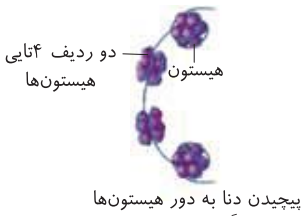
۲۲۸۰ **۴)** در مرحلهٔ G_1، سطح غشای یاخته به حداکثر مقدار خود می‌رسد چون بیشترین رشد رخ داده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** کوتاه‌ترین مرحلهٔ اینترفاز، G_2 است. در مرحلهٔ G_1 نیز گروهی از پروتئین‌ها مثل پروتئین‌های غشا تولید می‌شوند. کلاً در مرحلهٔ G_2 همه چیز **افزایش** می‌یابد (نه شروع). **گزینهٔ (۲):** در یاختهٔ فاقد هسته مثل گویچه‌های قرمز، مادهٔ وراثتی وجود ندارد (نه هسته دارند و نه راکیزه!). **گزینهٔ (۳):** کوتاه‌ترین مرحلهٔ اینترفاز G_2 است. در مرحلهٔ S طی همانندسازی محتوای ژنتیکی هستهٔ یاخته دو برابر می‌شود.

۲۲۸۱ **۱)** رشد یاخته و افزایش اندازهٔ یاخته در مرحلهٔ G_1 صورت می‌گیرد که مدت زمان بیشتری نسبت به سایر مراحل دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** فعالیت آنزیم هلیکاز هسته در مرحلهٔ S است. کوتاه‌ترین مرحلهٔ اینترفاز G_2 است (نه مرحلهٔ S). **گزینهٔ (۳):** پروتئین‌های هیستون، در مرحلهٔ S ولی قبل از شروع عمل هلیکاز در همانندسازی از دنا جدا می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** ساختار لازم برای جدا کردن کروماتیدهای خواهری از هم، ساختار دوک است. رشتهٔ دوک در مرحلهٔ تقسیم تشکیل می‌شود (در مرحلهٔ G_2 هر پروتئین مورد نیاز برای ایجاد رشتهٔ دوک تولید می‌شود).

۲۲۸۲ **۴)** مولکول دنا به علاوهٔ پروتئین‌های هیستون **نوکلئوزوم‌ها** را تشکیل می‌دهند که این نوکلئوزوم‌ها در ساختار کروماتین دیده می‌شوند، پس در نتیجه مولکول دنا به تنهایی کروماتین را تشکیل نمی‌دهد.

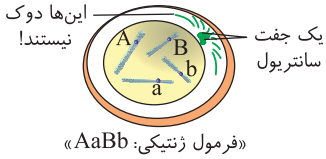


پیچیدن دنا به دور هیستون‌ها

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید که مطابق با شکل مقابل قسمتی از مولکول دنا وجود دارد که بین دو نوکلئوزوم قرار گرفته است و در تماس مستقیم با هیستون نمی‌باشد. **گزینهٔ (۲):** نوکلئوزوم به مجموعهٔ دنا و ۸ هیستون گروی (در دو ردیف ۴تایی) گفته می‌شود (نه فقط دنا). **گزینهٔ (۳):** از آنجایی که یاخته در مرحلهٔ G_1 است و همانندسازی دنا انجام نشده است، کروموزوم‌ها همگی تک‌کروماتیدی می‌باشند.

مرحلهٔ G_1

این مرحله شروع یک چرخهٔ یاخته‌ای است. در این مرحله یاخته تازه از تقسیم قبلی هسته و سیتوپلاسم فارغ شده است. یاختهٔ $2n=4$ مورد نظر ما دارای چهار رشتهٔ تک‌کروماتیدی به شکل یک شبکهٔ کروماتینی با فشردگی کم می‌باشد. یاختهٔ مورد نظر رشد می‌کند و مدت **زمان زیادی** از اینترفاز را در G_1 می‌گذراند. اگر یاختهٔ جانوری در حال بررسی باشد، دارای **یک جفت** سانتریول عمود بر هم در اطراف هسته می‌باشد. فرض کنید این یاخته در مورد فردی است که از پدر ژن‌های A و B و از مادر ژن‌های a و b را گرفته است.



«فرمول ژنتیکی: AaBb»

۲۲۸۳ (۲) یاخته‌ها مثل لنفوسیت‌های خاطره، ممکن است به صورت موقت نیز وارد مرحلهٔ G_0 شوند که در این صورت پس از مدتی چرخهٔ یاخته‌ای را ادامه می‌دهند و ممکن است دوباره با ورود به G_1 و عبور از اینترفاز، تقسیم شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ممکن است یاخته مشکل داشته باشد که در این صورت در نقطهٔ وارسی G_2، با تشخیص این مشکل به سمت مرگ برنامه‌ریزی شده هدایت می‌شود و وارد تقسیم یاخته‌ای نمی‌شود. **گزینهٔ (۳):** تشخیص **بعضی** از ناهنجاری‌های کروموزومی با مشاهدهٔ کاریوتیپ امکان پذیر است. **گزینهٔ (۴):** ممکن است یاخته تقسیم سیتوپلاسمی را انجام ندهد، (مانند آندوسپرم نارگیل (فصل ۸))

مرحلهٔ تقسیم یاخته

بعد از اینترفاز مرحلهٔ تقسیم یاخته آغاز می‌شود که به تدریج کروموزوم‌های مضاعف به فشردگی بیشتر درمی‌آیند و رشته‌های درون کروماتین از هم مجزا و قابل رؤیت می‌شوند. این مرحله دو قسمت میتوز یا تقسیم هسته با ۵ مرحله (پروفاز، پرومتافاز، متافاز، آنافاز، تلوفاز) و تقسیم سیتوپلاسم دارد.

۲۲۸۴ (۴) کوتاه‌ترین مرحلهٔ اینترفاز G_2 است که بعد از همانندسازی دناهای هسته قرار دارد و کروموزوم‌های هسته دوکروماتیدی می‌باشند. یاخته‌ای با کروموزوم‌های مضاعف دو برابر تعداد سانترومرها، کروماتید دارد. دقت کنید که در کل اینترفاز، همهٔ کروموزوم‌ها به صورت یک شبکه درهم تابیده به نام کروماتین می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** برخی یاخته‌های پیکری دارای چند هسته می‌باشند، مانند یاخته‌های ماهیچه‌ای اسکلتی. این یاخته‌ها درون خود (نه درون هر هستهٔ خود) دارای بیش از دو مجموعهٔ کروموزومی می‌باشند. **گزینهٔ (۲):** یاخته‌های پادتن‌ساز توانایی تقسیم ندارند و نمی‌توانند از دناهای هستهٔ خود همانندسازی کنند. **گزینهٔ (۴):** در بدن زن سالم یاختهٔ پیکری با کروموزوم Y دیده نمی‌شود.

جدول بررسی کروموزوم یاخته $2n=46$ در اینترفاز ۲۵۹

مرحله	شکل کروموزوم‌ها در یاخته	تعداد کروماتید هر رشتهٔ آن	نقطهٔ وارسی اصلی (معرفی شده در کتاب)	تعداد کروموزوم = سانترومر	تعداد کروماتید = مولکول DNA	رشتهٔ نوکلئوتیددار DNA
G_1	کروماتینی با فشردگی کم	تک‌کروماتیدی	دارد	۴۶	۴۶	۹۲
S	کروماتینی با فشردگی کم	دوکروماتیدی	ندارد	۴۶	۹۲	۱۸۴
G_2	کروماتینی با فشردگی کم	دوکروماتیدی	دارد	۴۶	۹۲	۱۸۴

۲۲۸۵ (۲) در مرحلهٔ S، کروماتین‌ها، فشردگی‌های کامل را پیدا نکرده‌اند بلکه فقط مادهٔ ژنتیکی دنای هستهٔ آن‌ها دو برابر شده است (درستی گزینهٔ (۲)).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** درخت انجیر سانتریول ندارد. **گزینهٔ (۳):** در گیاهان، همواره دور صفحهٔ یاخته‌ای، غشا وجود دارد. **گزینهٔ (۴):** رشته‌های دوک در یوکاریوت‌ها، در خارج هسته شکل می‌گیرند (نه در درون هسته!).

۲۲۸۶ (۱) ژن هموفیلی در کروموزوم X و ژن گروه خونی ABO در کروموزوم شمارهٔ ۹ قرار دارد. طول کروموزوم شمارهٔ ۹ بیشتر از کروموزوم X است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** با توجه به شکل کاریوتیپ در کتاب، ضخامت کروموزوم‌ها یکسان نیست. **گزینهٔ (۳):** در صورت عمل کراسینگ‌اور، دو کروماتید خواهری می‌توانند برخی ژن‌های روبه‌روی هم را به صورت دستورالعمل متفاوت داشته باشند. **گزینهٔ (۴):** در هنگام تقسیم یاخته، همهٔ کروموزوم‌ها با تجزیهٔ غشای هسته در تماس با مایع سیتوپلاسمی قرار می‌گیرند.

۲۲۸۷ (۳) آنزیم دنابسپاراز حین فرایند همانندسازی، نوکلئوتیدهای تک‌فسفاته را به هم متصل می‌کند.

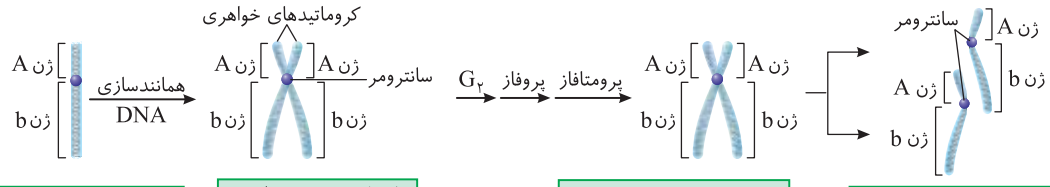
بررسی گزینه‌ها ***گزینه‌های (۱)، (۲) و (۴):*** *حواست باااشه که مولکول‌های هیستون را در پروکاریوت‌ها نداریم. (در همهٔ تست‌هایی که صحبت از کل جانداران دنیا می‌شه باید حتماً به پروکاریوت‌ها هم دقت کنید. این‌طور به راحتی چند گزینه حذف می‌شوند.)*

۲۲۸۸ (۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند. *چندبار تا الان تکرار کردم و باز هم تکرار می‌کنم!* که چرخهٔ یاخته‌ای **دو مرحلهٔ اصلی** اینترفاز (استراحت) و تقسیم (میتوز و تقسیم سیتوپلاسم) دارد.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** همانندسازی DNA اصلی در مرحلهٔ S ولی آماده‌سازی ورود یاخته به تقسیم در G_2 رخ می‌دهد که هر دو در یک مرحلهٔ چرخهٔ یاخته‌ای یعنی در **اینترفاز** رخ می‌دهند. (ب) **نادرست.** حداکثر فشردگی کروموزوم در متافاز و جدا کردن کروماتیدها نیز در آنافاز رخ می‌دهد که هر دو جزء مرحلهٔ **دوم** چرخهٔ یاخته‌ای یا تقسیم می‌باشند. (ج) **نادرست.** جداسازی هیستون‌ها از دنا مخصوص همانندسازی در مرحلهٔ S اینترفاز می‌باشد که مرحلهٔ G_1 آن نیز بیشترین زمان چرخهٔ یاخته را دربر دارد (هر دو در اینترفاز است). (د) درست. مرحلهٔ G_1 اینترفاز توانایی قرار دادن یاخته‌ای مانند یاختهٔ عصبی در خود به نام مرحلهٔ G_0 دارد ولی جدا کردن سیتوپلاسم قسمت آخر مرحلهٔ تقسیم یاخته‌ای می‌باشد.

نکات تکمیلی مهم

دوکروماتیدی بودن یا مضاعف بودن رشته‌ها در کروماتین یا کروموزوم‌های مجزا، از وسط اینترفاز (در مرحلهٔ S) تا آخر مرحلهٔ متافاز تقسیم (میتوز) ادامه دارد ولی در مرحلهٔ آنافاز تقسیم، دو کروماتید خواهری از هم جدا شده و دیگر هرکدام یک **کروموزوم** دختری تک‌کروماتیدی به حساب می‌آیند.



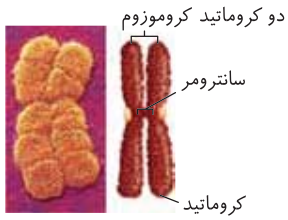
دو کروموزوم دختری تک‌کروماتیدی فشرده جدا شده در مرحلهٔ آنافاز	یک کروموزوم مضاعف با حداکثر فشردگی در مرحلهٔ متافاز (دوکروماتیدی)	یک کروموزوم مضاعف دوکروماتیدی غیرفشرده مرحلهٔ S اینترفاز	یک کروموزوم تک‌کروماتیدی غیرفشرده مرحلهٔ G_1 اینترفاز
کروموزوم تک‌کروماتیدی (غیرکروماتینی)	کروموزوم دوکروماتیدی (غیرکروماتینی)	دوکروماتیدی کروماتینی	تک‌کروماتیدی کروماتینی

با توجه به شکل‌های بالا مشاهده می‌کنید که کروموزوم **تک‌کروماتیدی یا دوکروماتیدی** برحسب **نوع مرحله** چرخه یاخته می‌توانند به صورت **فشردگی کم در شبکهٔ کروماتینی یا فشرده در کروموزوم‌های مجزا شده** باشند.

کروموزوم‌ها در مرحلهٔ متافاز، در وسط یاخته با حداکثر فشردگی به صورت شکل روبه‌رو قرار می‌گیرند.

در جانوران (به‌جز زنبور نر)، یاخته‌های جنسی (گامت‌ها) معمولاً نصف تعداد کروموزوم یاخته زاینده یا اولیه خود را دارند. در گیاهان عادی، هر قسمت مربوط به بخش هاپلوئیدی یعنی گرده نارس، گرده رسیده، اندام‌های جنسی و یاخته‌های جنسی دارای یاخته یا یاخته‌های هاپلوئیدی می‌باشند.

گامت، معمولاً قدرت لقاح و تشکیل یاخته تخم (زیگوت) دارد. در **گیاهان**، یاخته حاصل از میوز، گامت نمی‌باشد و قدرت انجام تقسیم میتوز دارد. البته در فصل بعد می‌خوانیم که در زنبور ماده، برخی تخمک‌ها قدرت تقسیم شدن دارند و طی بکرزایی، بدون لقاح به تولید زنبور نر می‌پردازند. (به‌طور کلی در گیاهان و زنبور نر، گامت محصول مستقیم تقسیم میتوز می‌باشد.)



«ساختار یک کروموزوم دوکروماتیدی»

۲۲۸۹ (۳) سانتریول‌ها استوانه‌های پروتئینی عمود برهم می‌باشند که تعدادشان در مرحلهٔ G_2 چرخهٔ یاخته‌ای دو برابر می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در همهٔ مراحل چرخهٔ یاخته‌ای می‌توان ساخت پروتئین‌ها و عوامل مورد نیاز برای تقسیم یاخته‌ای را مشاهده کرد. در مرحلهٔ G_2 ساخت این عوامل در یاخته **افزایش** می‌یابد. **گزینهٔ (۲):** پروتئین‌هایی که در ساختار رشته‌های دوک شرکت می‌کنند در مرحلهٔ G_2، تولیدشان تکمیل می‌شود ولی کنار هم آمدن آن‌ها و تشکیل **رشتهٔ** دوک در شروع تقسیم در پروفاز صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** با همانندسازی مادهٔ وراثتی در هسته، مقدار این ماده در هسته افزایش می‌یابد و در نتیجه تراکم مولکول‌های دنا در هسته افزایش می‌یابد.

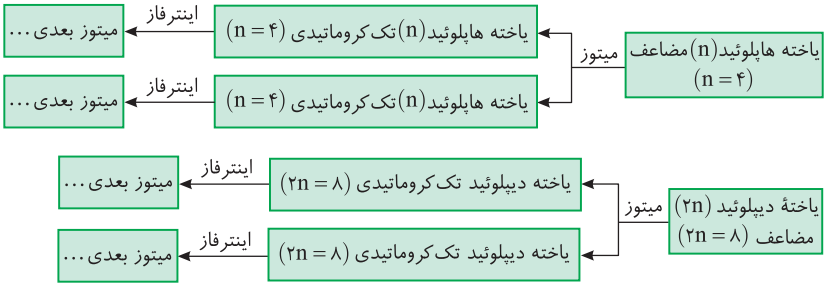
۲۲۹۰ (۲) در مرحلهٔ G_2 پروتئین‌های مجزا و واحد سازندهٔ مورد استفاده برای ایجاد رشته‌های دوک تقسیم ساخته می‌شوند. در تقسیم، رشتهٔ دوک تقسیم می‌تواند به سانترومر کروموزوم‌ها متصل شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌هایی که به مرحلهٔ G_0 وارد می‌شوند ممکن است به صورت موقت یا دائم در این مرحله بمانند و به بقیهٔ مراحل اینترفاز وارد نشوند. در صورتی که یاخته به‌طور دائمی در این مرحله بماند نمی‌توان همانندسازی دنای هسته را در آن مشاهده کرد. **گزینهٔ (۳):** در همهٔ مراحل اینترفاز می‌توان پروتئین‌سازی را مشاهده کرد. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ G_2 از اینترفاز می‌توان تکمیل ساخت پروتئین‌های موردنیاز برای تقسیم یاخته‌ای، از جمله پروتئین‌های اکتین و میوزین برای ایجاد حلقهٔ انقباضی تقسیم سیتوپلاسم را مشاهده کرد.

۲۲۹۱ (۲) فقط مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد (الف) همانندسازی مادهٔ ژنتیک مربوط به **پیش از** تقسیم میتوز است! (ب) مجموعه‌ای از **ریزلوله‌های** پروتئینی، برای حرکت و جدا شدن صحیح کروموزوم‌ها در میتوز لازم‌اند. (ج) به دنبال کوتاه‌شدن رشته‌های دوک متصل به سانترومر، دو کروماتید هر کروموزوم از هم جدا می‌شوند و به قطبین می‌روند. (د) جهت انجام این نوع تقسیم، کروموزوم‌ها باید **دقیقاً** در وسط یاخته آرایش یابند و به‌طور مساوی به یاخته‌های جدید برسند. *بالا استثنائاتی وجود دارد ولی به‌طور معمول و فقط کتاب اینطوری درسته!*

نکته



تقسیم میتوز در هر یاخته‌ای از نظر هاپلوئید یا دیپلوئید بودن و ...، می‌تواند صورت بگیرد و همواره در حالت عادی دو یاخته مشابه ایجاد می‌کند.

یاخته‌های فاقد هسته مثل گویچه قرمز بالغ و یاختهٔ آوند آبکش بالغ گیاهان قدرت میتوز ندارند.

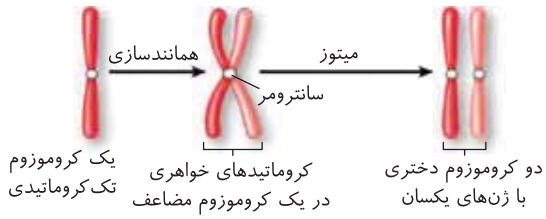
برخی یاخته‌های هسته‌دار تمایز یافته مثل یاخته‌های عصبی نیز بعد از تولد میتوز ندارند و با افزایش حجم رشد می‌کنند. این یاخته‌ها در مرحلهٔ G_0 می‌مانند و همانندسازی DNA و کروموزوم مضاعف تشکیل نمی‌دهند.

برخی یاخته‌ها مثل یاخته پادتن‌ساز سیستم ایمنی، درشت‌خوارها و... نیز هسته دارند و پس از تمایز میتوز نمی‌کنند.

تقسیم میتوز دارای ۵ مرحله پروفاز، پرومتافاز، متافاز، آنافاز و تلوفاز می‌باشد که در ادامه آن‌ها را به‌طور مفصل بررسی می‌کنیم. البته میتوز فرایندی **پیوسته** می‌باشد ولی زیست‌شناسان برای سادگی فهم، آن را به مرحله‌هایی تقسیم‌بندی می‌کنند.

به یاخته اولیه‌ای که می‌خواهد میتوز کند، یاخته مادر می‌گویند و به دو یاختهٔ حاصل از تقسیم میتوز آن، یاخته‌های دختری اطلاق می‌شود. DNA موجود در کروموزوم‌های این یاخته، در مرحله S اینترفاز همانندسازی کرده و کروموزوم مضاعف دوکروماتیدی ایجاد می‌کنند. طی میتوز این کروموزوم‌ها فشرده‌تر شده و در وسط یا استوای یاخته به خط می‌شوند و توسط عواملی به نام دوک (در ادامه می‌خوانیم!) حرکت کرده و از هم جدا می‌شوند و به صورت تک‌کروماتیدی به دو یاخته دختری می‌رسند.

دو کروماتید خواهری تا وقتی گفته می‌شود که توسط سانترومر به هم متصل باشند ولی وقتی این دو کروماتید از هم جدا شدند، به هرکدام یک کروموزوم دختری با سانترومر مخصوص به آن گفته می‌شود.



«طرح ساده‌ای از تقسیم کروموزوم‌ها و جدا شدن کروماتیدهای خواهری در میتوز»

خلاصهٔ میتوز

یاخته مادر $2n$ کروموزومی مضاعف ← میتوز ← یاخته دختری $2n$ کروموزومی تک‌کروماتیدی + یاخته دختری $2n$ کروموزومی تک‌کروماتیدی

یاخته(های) حاصل از میتوز:
- همواره تک‌کروماتیدی است.
- برخی وارد اینترفاز می‌شوند و دوباره میتوز می‌کنند (اغلب یاخته‌های پیکری انسان).
- برخی ممکن است در اندام جنسی، پس از اینترفاز، میوز کنند. ← مثل اسپرماتوسیت و اووسیت اولیه
- برخی می‌توانند مثل اسپرم زنبور، یاختهٔ جنسی باشند و لقاح کنند (فصل ۷).
- در گیاهان، یاختهٔ جنسی حاصل میتوز است و لقاح می‌کند (فصل ۸).

۲۲۹۲ (۴) سانتریول، جزء اندامک‌های سیتوپلاسمی است اما برخلاف دستگاه گلژی، فاقد غشا است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** طبق متن کتاب درسی باید سانتریول را فقط ویژهٔ یاختهٔ **جانوری** در نظر بگیریم! **گزینهٔ (۲):** سانتریول‌ها، یک جفت استوانهٔ عمود بر هم‌اند که در **اینترفاز** برای تقسیم یاخته، دو برابر می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** هر سانتریول از تعدادی **لولهٔ** کوچک‌تر پروتئینی تشکیل شده است که لوله‌های پروتئینی دیگری به نام رشته‌های دوک را سازمان‌دهی می‌کنند.

۲۲۹۳ (۱) در یک یاختهٔ انسانی در حال تقسیم میتوز، دو نوع از رشته‌های دوک و یک نوع رشته‌های اطراف سانتریولی قابل مشاهده است که در شکل مقابل با رنگ‌های قرمز، آبی و سبز از هم تفکیک شده‌اند. برخی از این رشته‌ها که در شکل مقابل با رنگ قرمز مشخص شده‌اند به سانترومر کروموزم‌های مضاعف شده متصل می‌شوند. گروهی دیگر از رشته‌ها که با رنگ آبی مشخص شده‌اند از رشته‌های قرمز **طویل‌ترند** و این گروه از رشته‌ها به سانترومر متصل نمی‌شوند. دقت کنید طبق شکل، این رشته‌ها در قسمت‌هایی که به همدیگر می‌رسند، هم پوشانی دارند. نوع سوم رشته‌ها دوک نیستند که با رنگ سبز مشخص شده‌اند برخلاف دو گروه دیگر به وسط یاخته و به نزدیکی کروموزوم‌ها نمی‌آیند بلکه به صورت شعاعی انتشار یافته‌اند. (گروه سوم رشته‌ها به رشته‌های ستاره‌ای شکل نیز معروف‌اند!) دقت کنید که همهٔ رشته‌های **گفته شده** طبق متن کتاب توسط سانتریول‌ها سازمان می‌یابند. سانتریول‌ها دو جفت استوانهٔ عمودبرهم می‌باشند ولی باز هم توجه کنید تمام ریزلوله‌های پروتئینی درون یاخته توسط سانتریول سازمان‌یابی نمی‌شود به همین دلیل در صورت سؤال به‌طور واضح «رشته‌های میتوزی» ذکر شده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** فقط رشته‌هایی که به کروموزم‌ها متصل هستند با کوتاه شدنشان باعث فاصله گرفتن کروموزم‌ها از یکدیگر می‌شوند. این اتفاق در مرحلهٔ آنافاز میتوز رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۳):** دقت کنید که تقسیم یاخته‌ای، مرحله‌ای نیست بلکه پیوسته است ولی زیست‌شناسان برای سادگی آن را مرحله‌بندی می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** در مراحل آنافاز و تلوفاز، رشته‌های دوک در مجاور کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی هستند.

نکته

در آنافاز برخی از رشته‌های دوک نه تنها کوتاه نمی‌شوند بلکه طویل‌تر نیز می‌شوند. این رشته‌های طویل شده همان رشته‌های گروه دوم (مشخص شده با رنگ آبی) هستند.

دوک

درون یاخته‌های یوکاریوتی، اسکلت یاخته‌ای از رشته‌ها و ریزلوله‌های **پروتئینی** تشکیل شده است که **باعث استحکام یاخته** می‌شود. این اسکلت از دو نوع مختلف پروتئین تشکیل شده است. یک نوع ریزرشته‌های زیر غشای یاخته و یک نوع ریزلولهٔ سیتوپلاسم هستند *(تا اینجا برای اطلاع شما بود و کمی خارج از کتاب!)*. از طرف دیگر ساختاری از ریزلوله‌های پروتئینی به نام **دوک** در **هنگام تقسیم یاخته** ایجاد می‌شود که سبب **حرکت و جدا شدن صحیح کروموزوم‌ها** طی تقسیم می‌شود.

چند نکتهٔ مهم در بررسی تست‌ها از دوک و مشابه آن

- دوک تقسیم، مجموعه‌ای از ریزلوله‌های پروتئینی می‌باشد که در هنگام تقسیم یاخته در **سیتوپلاسم** پدیدار می‌شود. **هر رشتهٔ** دوک از **یک** ریزلولهٔ پروتئینی تشکیل شده است که از یک طرف در یک قطب یاخته و از طرف دیگر، **گروهی از آن‌ها** به سانترومر کروموزوم‌ها متصل می‌شوند و گروهی نیز به صورت آزاد بین دو کروموزوم قرار دارند. کوتاه شدن رشته‌های دوک سبب فاصله انداختن بین کروماتیدهای خواهری هر کروموزوم مضاعف شده که در این حالت به آن‌ها کروموزوم‌های دختری گفته می‌شود. (قبل از این کار باید در ناحیهٔ سانترومر پروتئین‌های اتصالی تجزیه شوند تا دو کروماتیدهای خواهری از هم جدا شوند.)
- دوک تقسیم در مرحلهٔ اینترفاز (G_1، S و G_2)، تلوفاز میتوز و همچنین در جانوران در تقسیم سیتوپلاسم وجود ندارد.
- هر رشتهٔ دوک، یک رشتهٔ پروتئینی است. واحدهای سازندهٔ آن پروتئین‌هایی هستند که اغلب در مرحلهٔ G_2 و در ریبوزوم آزاد در سیتوپلاسم تولید می‌شوند ولی سازماندهی آن‌ها و رشته‌ای شدن آن‌ها در جانوران توسط سانتریول‌ها و در سایر یوکاریوت‌ها توسط عوامل موجود در هر قطب یاختهٔ بدون سانتریول صورت می‌گیرد. دقت داشته باشید که شروع تشکیل رشتهٔ دوک با شروع تقسیم یاخته همراه می‌باشد ولی پروتئین‌های سازندهٔ آن در اینترفاز تولید شده است.
- با توجه به شکل‌ها می‌بینید که یک‌سری ریزلوله که دوک نیستند، همیشه در اطراف سانتریول‌ها قرار دارند. این رشته‌ها حتی در مرحلهٔ اینترفاز هم وجود دارند.
- تولید پروتئین دوک: اینترفاز / تولید رشته‌های دوک: از پروفاز / اتصال دوک به سانترومر: پرومتافاز / درازترین دوک: آنافاز / کوتاه شدن دوک‌ها: آنافاز (برخی که به سانترومر متصل‌اند) / تخریب دوک: تلوفاز

۲۲۹۴ : ۴ رشته‌های دوک تقسیم از ریزلوله‌های پروتئینی تشکیل شده‌اند بنابراین زیرواحدهای پروتئینی آن‌ها آمینواسید است. این رشته‌ها در هنگام تقسیم یاخته، در پروفاز پدیدار شده و در حرکت و جداشدن صحیح کروموزوم‌ها نقش دارند. تمام این رشته‌ها با کشیده‌شدن به بخش‌های مختلف یاخته در **حفظ شکل آن** نقش ایفا می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های گیاهی، فاقد سانتریول (یک جفت استوانهٔ عمود بر هم موجود در قطبین یاخته) می‌باشند. **گزینهٔ (۲):** تنها گروهی از رشته‌های دوک تقسیم به سانترومر کروموزوم‌ها در تماس‌اند. سانترومر جایگاهی از یک کروموزوم است که کروماتیدهای خواهری یک کروموزوم مضاعف شده از طریق آن به هم متصل می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** این گزینه تنها در رابطه با گروهی از رشته‌های بلند دوک تقسیم صحیح می‌باشد. برخی از رشته‌های کوتاه وارد قطب دیگر یاخته نمی‌شوند.

نکته

در تست‌ها اشتباه نکنید و هر سانتریول را یک جفت استوانهٔ عمود بر هم در نظر نگیرید بلکه هر سانتریول فقط یک استوانه است و دو تا عمود بر هم آن‌ها یک جفت سانتریول می‌شوند.

۲۲۹۵ : ۳ در مرحلهٔ پرومتافاز، پوشش هسته و شبکهٔ آندوپلاسمی کاملاً تجزیه می‌شوند. در این مرحله، اتصال رشته‌های دوک به سانترومر مشاهده می‌شود. دقت کنید که دستگاه گلژی تجزیه نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در پروفاز، رشته‌های کروماتین فشرده، ضخیم و کوتاه می‌شوند و **به تدریج** می‌توان آن‌ها را با میکروسکوپ **نوری** مشاهده کرد. **گزینهٔ (۲):** در پروفاز، با دور شدن جفت سانتریول‌ها، دوک تقسیم شکل می‌گیرد و پوشش هسته **شروع به تخریب** می‌کند. **گزینهٔ (۴):** در متافاز، کروموزوم‌ها بیشترین فشردگی را پیدا می‌کنند اما در آنافاز، با تجزیهٔ پروتئین اتصالی در ناحیهٔ سانترومر، کروموزوم‌ها از هم جدا می‌شوند و سپس با کوتاه شدن دوک‌ها، کروماتیدها از هم فاصله می‌گیرند.

مراحل تقسیم میتوز ۲۶۰

مراحل میتوز ($2n$)	پروفاز	پرومتافاز	متافاز	آنافاز	تلوفاز
عدد کروموزومی	$2n=46$	$2n=46$	$2n=46$	از $2n=46$ به $4n=92$	یاختهٔ $4n=92$ هر هسته: $2n=46$
وجود هسته در یاخته	وجود دارد.	غشای آن تخریب می‌شود.	وجود ندارد.	وجود ندارد.	تشکیل می‌شود.
مضاعف یا غیرمضاعف؟	مضاعف	مضاعف	مضاعف	از مضاعف به غیرمضاعف	غیرمضاعف
دارای نقطهٔ وارسی اصلی؟	خیر	خیر	بله	خیر	خیر
تعداد کروموزوم‌های جنسی یاخته	۲	۲	۲	از ۲ به ۴	۴ هر هسته دو تا دارد.
تعداد مولکول دنای خطی	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲
تعداد سانترومر	۴۶	۴۶	۴۶	۹۲	۹۲
فشردگی کروموزوم	شروع به افزایش	در حال افزایش	به حداکثر در حالت مضاعف می‌رسد.	در حداکثر به صورت تک‌کروماتیدی می‌ماند.	شروع به کاهش
ویژگی	شروع فشردگی کروموزوم‌ها	اتصال سانترومر به دوک	قرارگیری کروموزوم‌ها در استوای یاخته	جداشدن کروماتیدهای خواهری	تشکیل پوشش هسته اطراف کروموزوم‌های غیرمضاعف
وضعیت جفت سانتریول‌ها	شروع به دورشدن از هم	در قطبین یاخته مستقرند.	در قطبین یاخته می‌مانند.	از هم کمی دورتر می‌شوند.	مجاور هسته‌ها قابل مشاهده‌اند.

۲۲۹۶ : ۴ عبارت صورت سؤال نادرست است. در آنافاز میتوز، با کوتاه‌شدن رشته‌های دوک، کروموزوم‌های **تک کروماتیدی** به قطبین یاخته کشیده می‌شوند. موارد (الف) و (ج) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) در متافاز، کروموزوم‌ها بیشترین فشردگی را پیدا می‌کنند و در سطح استوای یاخته ردیف می‌شوند. (ب) در آخرین مرحلهٔ میتوز، به دنبال تشکیل مجدد پوشش هسته، **یک یاخته با دو هستهٔ مشابه** خواهیم داشت. (ج) در تلوفاز، رشته‌های دوک تخریب می‌شوند و کروموزوم‌ها نیز باز می‌شوند تا به صورت شبکهٔ کروماتین درآیند.

۲۲۹۷ : ۱ شکل، مرحلهٔ متافاز میتوز در اسپرماتوگونی را نشان می‌دهد. در مرحلهٔ آنافاز میتوز، با تجزیهٔ پروتئین اتصالی در ناحیهٔ سانترومر و جدا شدن کروماتیدهای خواهری تعداد کروموزوم‌های داخل یاخته دو برابر می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** ترادها قرارگیری طولی کروموزوم‌های همتا هستند که در مرحلهٔ آنافاز میوز ۱ از بین رفته‌اند ولی سؤال در مورد میتوز است. **گزینهٔ (۴):** جفت سانتریول‌ها در خارج از هسته از هم دور می‌شوند و رشته‌های دوک را تشکیل می‌دهند. **گزینهٔ (۴):** گروهی از رشته‌های دوک بلندتر به سانترومر کروموزوم‌ها متصل نیستند ولی با دوک سمت مقابل در تماس با هم هستند.

۲۲۹۸ (۳) در مرحلهٔ پرومتافاز شبکهٔ آندوپلاسمی و پوشش هسته به‌طور کامل تخریب می‌شوند. دوک میتوزی در مرحلهٔ پروفاز و در پی حرکت سانتریول‌ها شروع به ایجاد شدن می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** رشته‌های دوک در مرحلهٔ تلوفاز تخریب می‌شوند. در این مرحله کروموزوم‌ها شروع به باز شدن کرده و به صورت کروماتین در می‌آیند. **گزینهٔ (۲):** پروتئین اتصالی سانترومر در مرحلهٔ آنافاز تخریب می‌شود. در مرحلهٔ آنافاز کروموزوم‌ها به سمت قطبین یاخته جابه‌جا می‌شوند بنابراین می‌توان جابه‌جایی کروموزوم‌ها را مشاهده کرد. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ پرومتافاز شبکهٔ آندوپلاسمی و پوشش هسته تخریب می‌شوند. در همین مرحله سانترومر کروموزوم‌ها به رشته‌های دوک متصل می‌شود.

۲۲۹۹ (۳) مرحله‌ای که در آن افزایش طول یاخته مشاهده می‌شود **آنافاز** است و مرحله‌ای که پایان تخریب غشای هسته را شامل می‌شود **پرومتافاز** می‌باشد. در هر دو مرحلهٔ گفته شده از فرایند میتوز، محتویات وراثتی موجود در هستهٔ یاخته، در تماس مستقیم با مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم قرار دارند، زیرا پوشش هسته از بین رفته و هیچ غشایی بین مواد موجود درون هسته و سیتوپلاسم وجود ندارد، اما فقط در پرومتافاز می‌توان گفت فام‌تن‌های مضاعف (دارای دو کروماتید) به گروهی از رشته‌های دوک تقسیم متصل‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید که در آنافاز، کروموزم‌های مضاعف به کروموزوم‌های غیرمضاعف و تک‌کروماتیدی تبدیل می‌شوند، به همین دلیل یاختهٔ دیپلوئید اولیه، دارای ۴ مجموعهٔ کروموزومی در این مرحله می‌باشد. (۲ مجموعه در هر قطب یاخته نه کلاً ۲ مجموعهٔ کروموزومی!) (قسمت دوم در مورد تخریب دوک، در مورد مرحلهٔ تلوفاز صحیح است) **گزینهٔ (۲):** حداکثر فشردگی کروموزم‌ها را در مرحلهٔ متافاز و آنافاز می‌توان مشاهده کرد، پس این ویژگی، شباهت دو مرحله‌ای که در صورت سؤال گفته شده است، نمی‌باشد. **گزینهٔ (۴):** اتصال پیدا کردن رشته‌های دوک تقسیم به سانترومرهای کروموزم‌ها، فقط در مرحلهٔ پرومتافاز دیده می‌شود، پس می‌توان گفت این ویژگی نیز شباهت دو مرحله‌ای که در صورت سؤال گفته شده است، نمی‌باشد.

نکته

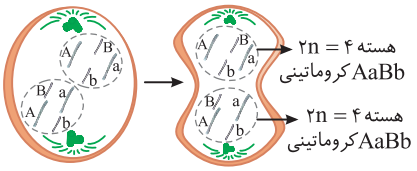
توجه کنید میان دو عبارت «اتصال رشته‌ها» و «متصل بودن رشته‌ها» تفاوت بزرگی وجود دارد، اتصال رشته‌ها مربوط به پرومتافاز است، اما متصل بودن رشته‌ها شامل پرومتافاز، متافاز و آنافاز است. یا مثلاً به حداکثر فشردگی **رسیدن**، در مرحلهٔ متافاز است ولی این عمل در آنافاز هم طی می‌شود.

۲۳۰۰ (۴) در طی تقسیم میتوز، مرحله‌ای که کروموزوم‌ها شروع به بازشدن می‌کنند، مرحلهٔ **تلوفاز** است. در مرحلهٔ بعد از تلوفاز، ما شاهد تقسیم سیتوپلاسم هستیم که چون یاختهٔ ما در این سؤال، جانوری است، کمربند پروتئینی ایجاد می‌شود پس می‌توان گفت بعد از تلوفاز تقسیم میتوز، تنگ‌شدن کمربندی پروتئینی در درون سیتوپلاسم، باعث تقسیم سیتوپلاسم می‌شود. (دقت کنید که تقسیم شامل دو قسمت تقسیم هسته و تقسیم سیتوپلاسم می‌باشد.)

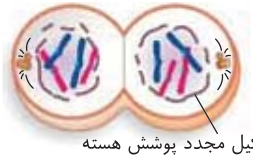
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مرحلهٔ پرومتافاز، پوشش هسته یا بخش‌هایی از آن تجزیه می‌شوند و از بین می‌روند. **گزینهٔ (۲):** جدا شدن کروموزوم‌های همتا به دنبال کوتاه شدن رشته‌های دوک مربوط به آنافاز تقسیم میوز ۱ است (نه میتوز). **گزینهٔ (۴):** در مرحله آنافاز، کروموزوم‌ها تک‌کروماتیدی شده و تعداد سانترومرها (نه سانتریول‌ها) دو برابر می‌شوند.

چند نکتهٔ مهم در بررسی تست‌ها در مرحلهٔ تلوفاز میتوز

- در تلوفاز برخلاف پروفاز، ابتدا کروموزوم غیرکروماتینی فشرده وجود دارد که در هستهٔ در حال تشکیل دو قطب یاخته قرار گرفته‌اند ولی در انتهای این مرحله شبکهٔ کروماتین با کروموزوم‌های باز شده ایجاد می‌شود که کاملاً درون غشای هسته وجود دارند.
- یاخته در آخر مرحلهٔ تلوفاز، دو هستهٔ $2n=4$ با مقدار DNA مشابه $AaBb$ دارد. دقت کنید که یاختهٔ تلوفازی، یک یاختهٔ دوهسته‌ای با هسته‌های کاملاً مشابه می‌باشد که اطراف هر هستهٔ جانوری یک جفت سانتریول وجود دارد.



- دقت کنید که یاخته در مرحلهٔ تلوفاز دارای دو هستهٔ مشابه با کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی می‌باشد که هرکدام به اندازهٔ یاختهٔ مادر اولیه کروموزوم دارند ولی مقدار دنای آن نصف شده است.
- در دو مرحلهٔ پروفاز و تلوفاز میتوز، هم کروماتین و هم کروموزوم وجود دارند. در پروفاز کروماتین‌های مضاعف با فشرده شدن به کروموزوم مضاعف تبدیل می‌شوند ولی در تلوفاز، کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی با باز شدن، به کروماتین با رشته‌های تک‌کروماتیدی تبدیل می‌شوند.



- تمام مراحل اینترفاز و میتوز در یاختهٔ جانوری و گیاهی مشابه هم می‌باشند، فقط اولاً در یاختهٔ جانوری برخلاف گیاهی **سانتریول** وجود دارد و ثانیاً در یاختهٔ گیاهی تمام موارد چرخهٔ یاخته‌ای در فضای محاصره شده از دیوارهٔ یاخته‌ای قرار می‌گیرد. البته تقسیم سیتوپلاسم یاختهٔ گیاهی و ایجاد صفحهٔ بین‌یاخته‌ای نیز از آنافاز شروع می‌شود.
- شروع چین‌خوردگی غشا در این مرحله در تلوفاز یاختهٔ جانوری رخ می‌دهد ولی شروع تقسیم سیتوپلاسم یاختهٔ گیاهی از مرحلهٔ آنافاز صورت می‌گیرد.
- در این مرحله دوک‌ها ناپدید شده‌اند ولی در اطراف هر جفت سانتریول، تعدادی ریزلوله همواره وجود دارند که به آن‌ها دوک گفته نمی‌شود.

۲۳۰۱ (۳) در مراحل آنافاز و تلوفاز تقسیم میتوز، کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی در هر قطب یاخته دیده می‌شوند. از آنجایی که انسان $2n=46$ می‌باشد، پس در هر قطب ۴۶ کروموزوم تک‌کروماتیدی قرار گرفته است.

نکته

شروع کوتاه شدن رشته‌های دوک تقسیم از مرحلهٔ آنافاز و تجزیه یا تخریب آن‌ها در مرحلهٔ تلوفاز مشاهده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به شکل کتاب در مرحلهٔ پرومتافاز به برخی از کروموزوم‌ها دو رشته دوک متصل است و به برخی یک رشتهٔ دوک وصل است، ولی در مرحلهٔ متافاز به سانترومر همهٔ کروموزوم‌ها دو رشته دوک متصل دیده می‌شود. برای تهیهٔ یک تصویر کاریوتیپی باید کروموزوم‌ها در حداکثر فشردگی باشند که این اتفاق در مراحل متافاز قابل مشاهده می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** شروع فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ غشایی در مرحلهٔ پروفاز و تکمیل آن در مرحلهٔ پرومتافاز می‌باشد. در انتهای مرحلهٔ پرومتافاز است که کروموزوم‌ها به رشته‌های دوک متصل می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** در ابتدای مرحلهٔ پروفاز و انتهای مرحلهٔ تلوفاز، فشردگی مادهٔ وراثتی کم است و به شکل کروماتین دیده می‌شود. در مرحلهٔ تلوفاز ۹۲ کروموزوم تک‌کروماتیدی و ۹۲ عدد سانترومر در یاخته دیده می‌شود. در مرحلهٔ پروفاز هم ۴۶ کروموزوم دو کروماتیدی (۹۲ کروماتید) و ۴۶ عدد سانترومر قابل مشاهده می‌باشد.

۲۳۰۲ : ۳ بعد از آنافاز، مرحلهٔ **تلوفاز** است، در این مرحله تعداد ۹۲ عدد کروموزوم در **یاخته** وجود دارند که این تعداد دو برابر ۴۶ کروموزوم یاخته در مرحلهٔ S است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مرحلهٔ آنافاز که بعد از متافاز قرار دارد، دو جفت (چهار عدد) سانتریول در یاخته مشاهده می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** بعد از پروفاز مرحلهٔ پرومتافاز قرار دارد. قرارگیری کروموزوم‌ها در استوای یاخته مربوط به متافاز است. **گزینهٔ (۴):** بعد از متافاز، مرحلهٔ آنافاز قرار دارد. در این مرحله کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی به دو سمت یاخته کشیده می‌شوند.

۲۳۰۳ : ۴ در مرحلهٔ آنافاز گروهی از رشته‌های دوک به بیشترین طول می‌رسند. در مرحلهٔ متافاز کروموزوم‌ها به بیشترین فشردگی می‌رسند پس در ابتدای مرحلهٔ آنافاز هم کروموزوم‌ها در بیشترین مقدار فشردگی قرار دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مرحلهٔ آنافاز با جدا شدن کروماتیدهای خواهری، تعداد کروموزوم‌ها دو برابر می‌شود. کروماتیدهای خواهری با تجزیهٔ پروتئین اتصالی در محل سانترومر از یکدیگر جدا می‌شوند (با کوتاه شدن رشته‌های دوک فقط این کروماتیدها از هم فاصله می‌گیرند.) **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ تلوفاز از میزان فشردگی مادهٔ وراثتی کمتر می‌شود. در این مرحله برخی پروتئازها به دلیل تخریب رشته‌های پروتئینی دوک فعالیت بیشتری نسبت به مرحلهٔ قبل دارند ولی مثلاً پروتئازی که سبب تجزیهٔ پروتئین اتصالی در سانترومر می‌شود، در آنافاز فعال است. (نه تلوفاز!) **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ متافاز منظور است که به هر کروموزوم ۲ رشتهٔ دوک متصل است.

چند نکتهٔ کلیدی برای شناسایی مراحل میتوز (نه اینترفاز)

- وجود غشای هسته: پروفاز، تلوفاز
- دوکروماتیدی بودن کروموزوم‌ها: پروفاز، پرومتافاز، متافاز
- تک‌کروماتیدی بودن: آنافاز، تلوفاز
- شروع به:
  - فشرده شدن کروماتین‌ها ← پروفاز *(البته بحث ما الان فقط مراحل تقسیم است وگرنه در اینترفاز هم کمی فشرده می‌شوند.)*
  - باز شدن کروموزوم‌ها ← تلوفاز (کاهش فشردگی)
  - تشکیل دوک و شروع تجزیهٔ غشای هسته ← پروفاز
  - تجزیهٔ کامل غشای هسته و شبکهٔ آندوپلاسمی ← پرومتافاز
  - کوتاه شدن دوک ← آنافاز ← سبب فاصله گرفتن کروماتیدهای خواهری می‌شود.
  - تخریب دوک ← تلوفاز
  - تجزیهٔ پروتئین سانترومری ← آنافاز ← سبب جداشدن کروماتید خواهری می‌شود.
  - دو برابر شدن سانترومرها و کروموزوم‌ها ← آنافاز
- بیشترین:
  - فشردگی کروموزوم ← متافاز
  - طول دوک ← پرومتافاز و آنافاز (با درازتر شدن یاخته)

۲۳۰۴ : ۴ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** برعکس گفته است در آنافاز ابتدا پروتئین‌های اتصالی تجزیه می‌شوند سپس بعد دوک‌ها کوتاه می‌شوند! **گزینهٔ (۲):** در تلوفاز ابتدا کروموزوم‌ها باز می‌شوند و سپس پوشش هسته در اطراف کروماتین‌های با فشردگی کم قرار می‌گیرند. **گزینهٔ (۳):** هر رشتهٔ دوک به سانترومر وصل نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** در میتوز با تجزیهٔ پروتئین‌های اتصالی در سانترومرها، تعداد کروموزوم‌ها و سانترومرها دو برابر می‌شود.

۲۳۰۵ : ۱ در مرحلهٔ تلوفاز رشته‌های دوک تخریب و پوشش هسته تشکیل می‌شود. در این مرحله فعالیت شبکهٔ آندوپلاسمی صاف برای ساخت لیپیدهای غشا و دستگاه گلژی برای ارسال ریزکیسه‌ها بیشتر می‌شود. (از مراحل پرومتافاز تا تلوفاز که شبکهٔ آندوپلاسمی وجود ندارد، پروتئین‌سازی برای برون‌رانی و خروج مواد دیگر متوقف می‌شود.)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ پروفاز رشته‌های دوک شروع به تشکیل شدن می‌کنند ولی تخریب پوشش هسته و شبکهٔ آندوپلاسمی و اتصال رشته‌های دوک به سانترومر در مرحلهٔ پرومتافاز رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۳):** کوتاه شدن دوک در آنافاز است ولی در پایان تلوفاز یک یاخته با دو هستهٔ جدید وجود دارد. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ پروفاز، دوک در **اطراف** هسته قابل رویت می‌باشد. در این مرحله جفت میانک‌ها از جفت دیگر جدا شده و به یک سمت یاخته حرکت می‌کند.

۲۶۱ دورهٔ تقسیم

دوک	مرحله
تشکیل پروتئین آن	مرحلهٔ G_2
شروع تشکیل رشتهٔ آن و دراز شدن	پروفاز
اتصال به سانترومر و درازتر شدن	پرومتافاز
کوتاه شدن و درازتر شدن	آنافاز
تخریب شدن	تلوفاز

۲۳۰۶ : ۳ در مرحلهٔ متافاز که کروموزوم‌ها در استوای یاخته قرار می‌گیرند، کروموزوم‌ها دو کروماتیدی می‌باشند و هر دو کروماتید با یک سانترومر به یکدیگر متصل می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** علاوه‌بر رشته‌های دوکی که به کروموزوم‌ها متصل می‌باشند (۴۸ عدد) رشته‌های دوک دیگری نیز وجود دارند که به سانترومر متصل نیستند. **گزینهٔ (۲):** در **انتهای** مرحلهٔ S و پس از دو برابر شدن تعداد دناها می‌توان ۴۸ عدد دنا را در هسته مشاهده کرد. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ G_1 تعداد یک جفت سانتریول در یاخته مشاهده می‌شوند و هر سانتریول از ۹ دستهٔ سه‌تایی ریزلوله تشکیل شده است.

۲۳۰۷ : ۳ قبل از آنافاز، مرحلهٔ متافاز است. در متافاز کروموزوم‌ها به وسیلهٔ رشته‌های دوک حرکت می‌کنند تا در استوای یاخته ردیف شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** قبل از متافاز، مرحلهٔ پرومتافاز است. در این مرحله برخی از رشته‌های دوک کوتاه‌تر از دیگر رشته‌ها می‌باشند و تا میانهٔ یاخته کشیده نشده‌اند. **گزینهٔ (۲):** بعد از پروفاز، مرحلهٔ پرومتافاز است. در مرحلهٔ متافاز کروموزوم‌ها به حداکثر فشردگی می‌رسند. **گزینهٔ (۴):** بعد از آنافاز، مرحلهٔ تلوفاز است. با تک‌کروماتیدی شدن کروموزوم‌ها در آنافاز، ۴ مجموعهٔ کروموزومی و در مجموع ۹۶ عدد کروموزوم در یاخته قابل مشاهده می‌باشند.

یاختهٔ $2n=4$ ($AaBb$)	عدد کروموزومی (فرضی)	فرمول ژنتیکی (فرضی)	وضعیت کروموزومی	سانتریول (جانوران)	فشردگی کروموزوم	تعداد کروموزوم = تعداد سانترومر	تعداد کروماتید = تعداد مولکول DNA	تعداد رشتهٔ نوکلئوتیددار DNA	نقاط وارسی (اصلی)	تعداد دوک متصل به هر کروموزوم (سانترومر)
G_1, G_0	$2n=4$	$AaBb$	کروماتین	۲	کم	۴	۴	۸	**دارد**	ندارد
S	$2n=4$	$AaBb$	کروماتین	۲	کم	۴	۸	۱۶	ندارد	ندارد
G_2	$2n=4$	$AaBb$	کروماتین	۴	کم	۴	۸	۱۶	**دارد**	ندارد
پروفاز	$2n=4$	$AaBb$	**کروماتین و کروموزوم**	۴	در حال زیاد شدن.	۴	۸	۱۶	ندارد	ندارد
پرومتافاز	$2n=4$	$AaBb$	کروموزوم	۴	در حال زیاد شدن.	۴	۸	۱۶	ندارد	یک یا دو عدد
متافاز	$2n=4$	$AaBb$	کروموزوم	۴	حداکثر فشردگی دارد.	۴	۸	۱۶	**دارد**	دو عدد
آنافاز	$4n=8$ (هر قطب $2n=4$)	هر قطب $AaBb$ کل یاخته = $AAaaBBbb$	کروموزوم	۴	در ابتدا فشردگی زیاد دارد.	۸	۸	۱۶	ندارد	یک عدد
کل یاخته تلوفازی	دو تا هسته $2n=4$	هر هسته $AaBb$	**کروموزوم و در آخر کروماتین**	۴	ابتدا دارد در انتها کم می‌شود.	۸	۸	۱۶	ندارد	ندارد
هر هسته تلوفاز	$2n=4$	$AaBb$	در آخر کروماتین	سانتریول در هسته وجود ندارد.	ابتدا دارد در انتها کم می‌شود.	۴	۴	۸	ندارد	ندارد
هر یاختهٔ دختر	$2n=4$	$AaBb$	کروماتین	۲	بسیار کم	۴	۴	۸	ندارد	ندارد

۲۳۰۸ (۲) در این تست باید کلمهٔ **«بلافاصله»** دقت کنید! در متافاز کروموزوم‌ها به حداکثر فشردگی می‌رسند و در ابتدای آنافاز نیز این فشردگی حفظ می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بلافاصله بعد از آنافاز، مرحلهٔ تلوفاز آغاز می‌شود. در ابتدای مرحلهٔ تلوفاز هنوز هسته‌ها تشکیل نشده‌اند. چون اول باید دوک‌ها تخریب شوند. **گزینهٔ (۳):** در ابتدای پرومتافاز که بعد از مرحلهٔ پروفاز قرار دارد هنوز پوشش هسته کاملاً تجزیه نشده است و کروموزوم‌ها به رشته‌های دوک متصل نیستند. **گزینهٔ (۴):** اگر یاختهٔ گیاهی باشد، حلقهٔ انقباضی برای تقسیم سیتوپلاسم تشکیل نمی‌دهد.

۲۳۰۹ (۲) در مرحلهٔ آنافاز، کروموزوم‌ها تک‌کروماتیدی می‌شوند و مطابق با شکل کتاب یاخته حالتی کشیده‌تر پیدا می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مرحلهٔ متافاز بعد از اینکه کروموزوم‌ها به حداکثر فشردگی رسیدند، فشرده شدنشان متوقف می‌شود. در مرحلهٔ متافاز رشته‌های دوک توسط سانتریول‌ها سازمان‌یابی می‌شوند و از یک طرف با این ساختارها در مجاورت هستند (با توجه به شکل کتاب، دوک با سانتریول تماس ندارند). **گزینهٔ (۳):** در مرحلهٔ S که جزء میتوز نیست کروماتیدها و دناهای هسته دو برابر می‌شوند. در آنافاز کروموزوم‌ها به دو قطب یاخته کشیده می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ پرومتافاز رشته‌های دوک به سانترومرها متصل می‌شوند. در مرحلهٔ پروفاز کروموزوم‌ها شروع به فشرده‌تر شدن می‌کنند.

۲۳۱۰ (۳) تجزیهٔ کامل پوشش هسته مربوط به پرومتافاز، افزایش طول رشته‌های دوک مربوط به مرحله‌های پروفاز، پرومتافاز و آنافاز است. تجزیهٔ پروتئین اتصالی ناحیهٔ سانترومر و تک‌کروماتیدی شدن کروموزوم‌ها مربوط به **آنافاز** و شروع انقباض یا تنگ‌شدن حلقهٔ انقباضی اکتین و میوزین مربوط به **تقسیم سیتوپلاسم** است که می‌تواند هم‌زمان با تلوفاز رخ دهد. هم‌چنین رسیدن به بیشترین فشردگی کروموزوم‌ها مربوط به متافاز است.

۲۳۱۱ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینه‌های (۱) و (۲):** لنفوسیت T عمل‌کننده (کشنده) و پلاسموسیت‌ها قدرت تقسیم ندارند. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ آنافاز تقسیم یاخته‌ای، ابتدا پروتئین‌های اتصالی در ناحیهٔ سانترومرها تجزیه می‌شوند که این امر سبب جداشدن کروماتیدهای خواهری از یکدیگر می‌شود و کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی به‌وجود می‌آیند و سپس با کوتاه شدن دوک‌ها از هم فاصله می‌گیرند. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ پرومتافاز، دوک‌ها به سانترومر وصل می‌شوند.

۲۳۱۲ (۳) در یاختهٔ گیاهی، تقسیم سیتوپلاسم با تشکیل صفحهٔ یاخته‌ای همراه است و با اتصال این صفحه به دیوارهٔ یاختهٔ مادری، دو یاختهٔ جدید ایجاد می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در یاختهٔ جانوری، تقسیم سیتوپلاسم با ایجاد فرورفتگی همراه است و کمربندی از اکتین و میوزین در آن نقش دارد که به غشا متصل است. **گزینهٔ (۲):** در یاختهٔ گیاهی، تقسیم سیتوپلاسم با تجمع ریزکیسه‌های گلژی و به هم پیوستن آن‌ها همراه است و این ریزکیسه‌ها دارای پیش‌سازهای **تیغهٔ میانی و دیوارهٔ یاخته‌اند**. **گزینهٔ (۴):** در یاختهٔ جانوری، تقسیم سیتوپلاسم به دنبال تنگ شدن حلقهٔ انقباضی اکتین و میوزین روی می‌دهد اما در تقسیم سیتوپلاسم یاختهٔ گیاهی، لان و پلاسمودسم در هنگام تشکیل دیوارهٔ جدید پایه‌گذاری می‌شوند.

موارد مقایسه	تقسیم سیتوپلاسم در گیاهان	تقسیم سیتوپلاسم در جانوران
ایجاد حلقهٔ انقباضی	−	+
ایجاد صفحهٔ یاخته‌ای	+	−
عامل انجام آن	تشکیل صفحهٔ یاخته‌ای و ادغام غشای آن با غشای یاختهٔ اولیه	ایجاد حلقهٔ انقباضی و تنگ شدن آن
در چه هنگامی آغاز می‌شود؟	هم‌زمان با مرحلهٔ آنافاز	هم‌زمان با مرحلهٔ تلوفاز
در چه هنگامی کامل می‌شود؟	پس از پایان تقسیم میتوز	پس از پایان تقسیم میتوز
پروتئین مؤثر در آن	دوک تقسیم که به وسیله ریزلوله‌های پروتئینی ایجاد می‌شود.	پروتئین‌های رشته‌ای اکتین و میوزین
اندامک(های) مؤثر در آن	دستگاه گلژی با ایجاد ریزکیسه‌های حاوی پیش‌ساز تیغهٔ میانی و دیواره یاخته‌ای	شبکهٔ آندوپلاسمی برای آزادسازی یون کلسیم و میتوکندری با تأمین ATP موردنیاز

۲۳۱۳ (۲) دقت کنید که صفحهٔ یاخته‌ای در صورت تقسیم نامساوی سیتوپلاسم، در وسط یاخته تشکیل نمی‌شود.

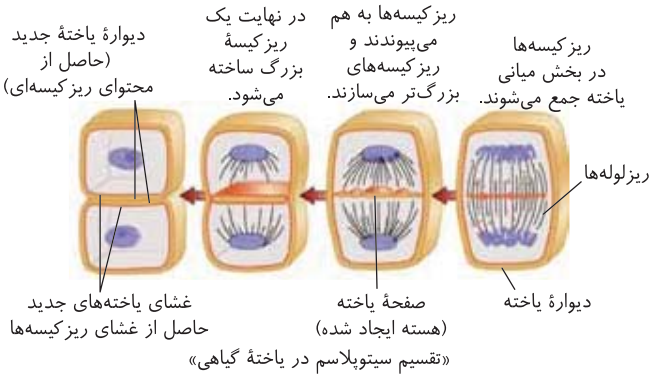
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مطابق با شکل تقسیم سیتوپلاسم در یاختهٔ گیاهی در زمانی که ریزکیسه‌ها در حال انتقال به محلی هستند که قرار است تقسیم سیتوپلاسم در آنجا انجام شود، رشته‌های دوک در یاخته قابل مشاهده هستند. **گزینهٔ (۲):** غشای دو یاخته در محل تقسیم سیتوپلاسم، همان غشای ریزکیسه‌ها می‌باشد . بخش اعظم غشا و دیوارهٔ یاخته‌های تشکیل شده از یاختهٔ مادری به ارث می‌رسد. **گزینهٔ (۴):** در نهایت ریزکیسه‌ها به یکدیگر می‌پیوندند و کیسهٔ غشادار واحدی را تشکیل می‌دهند که در ادامه دیواره و غشای یاخته را می‌سازد.

۲۳۱۴ (۴) سؤال هم‌زمانی و ترتیب فرایندهای مربوط به تقسیم سیتوپلاسم یاخته‌های گیاهی و جانوری را مورد بررسی قرار می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. در رابطه با تقسیم سیتوپلاسم در یاخته‌های گیاهی، دقت کنید که ساختارهایی مانند لان و پلاسمودسم در حین تشکیل دیوارهٔ جدید، پایه‌گذاری می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** نادرست. تقسیم سیتوپلاسم یاخته‌های جانوری در انتهای مرحلهٔ تلوفاز و قبل از تشکیل کامل پوشش اطراف هسته‌ها شروع می‌شود و شروع تقسیم سیتوپلاسم هم را با ایجاد فرورفتگی در غشای یاخته است. **گزینهٔ (۳):** نادرست. همچنین با توجه به شکل ۹، تشکیل یک ریزکیسهٔ بزرگ در میانهٔ یاخته قبل از تجزیهٔ کامل رشته‌های دوک رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۴): درست.** با ایجاد یک فرورفتگی در وسط یاخته شروع می‌شود. این فرورفتگی حاصل از انقباض حلقه‌ای از جنس اکتین و میوزین است که مانند کمربندی در سیتوپلاسم قرار می‌گیرد و به سیتوپلاسم متصل است. با تنگ شدن این حلقه در نهایت دو سمت غشای یاختهٔ مادری به هم نزدیک شده و با رسیدن آن‌ها به هم دو یاختهٔ دختری از هم جدا می‌شوند.

چند نکتهٔ مهم در طرح تست‌ها

- در هنگام تشکیل دیوارهٔ یاخته‌ای، ساختارهای میکروسکوپی **لان** و **پلاسمودسم** نیز برای ارتباط یاخته‌ای پایه‌گذاری می‌شوند. دقت داشته باشید که همواره در دو طرف دیواره، غشای یاخته وجود دارد.
- غشای ایجاد شده در بین دو یاخته همان غشای ریزکیسه‌های سازندهٔ دیوارهٔ یاخته‌ای بوده است که به تازگی ساخته شده است.
- در گیاهان تا هنگامی که در تقسیم سیتوپلاسم یک کیسهٔ بزرگ دیواره‌ای تشکیل شود هنوز ریزلوله‌هایی به صورت دوک در وسط یاخته بین کروموزوم‌ها قرار دارند. حتی هنگامی که یک ریزکیسه در وسط دو یاخته وجود دارد باز هم بقایای دوک دیده می‌شوند.
- در یاخته‌هایی از گیاه مثل تخم اصلی $2n$ که تقسیم سیتوپلاسم نامساوی دارند، صفحهٔ یاخته‌ای بیشتر به سمت یک یاخته ایجاد می‌شود.
- در مسیر دیواره‌سازی در گیاهان ابتدا تعداد زیادی ریزکیسه با اندازهٔ کوچک در وسط یاخته وجود دارد و به تدریج با اتصال آن‌ها به هم از تعداد ریزکیسه‌ها کم شده ولی حجم آن‌ها افزایش می‌یابد. در انتها و قبل از اتصال دیوارهٔ جدید به دیوارهٔ مادری فقط یک ریزکیسه حاوی پیش‌سازهای تیغهٔ میانی و دیوارهٔ یاخته‌ای بوده و سپس یک دیوارهٔ جدید که در دو طرف آن غشای ریزکیسه یا غشای جدید است، در بین دو یاختهٔ جدید ایجاد می‌شود و دوک‌ها ناپدید می‌شوند.



«تقسیم سیتوپلاسم در یاختهٔ گیاهی»

۲۳۱۵ (۴) در تقسیم سیتوپلاسم یاختهٔ گیاهی، دستگاه گلژی مؤثر است ولی در یاختهٔ جانوری، موارد درون سیتوپلاسم و پروتئین‌های اکتین و میوزین آن در ریبوزوم آزاد در سیتوپلاسم تولید می‌شوند و وارد شبکهٔ آندوپلاسمی و دستگاه گلژی نمی‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اووسیت اولیه، تقسیم میوز ۱ نامساوی دارد و حلقهٔ انقباضی حاوی اکتین و میوزین در وسط یاخته ایجاد نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** کمربند انقباضی یاخته‌های جانوری درون سیتوپلاسم و به سطح درونی غشا متصل می‌شوند و اگزوسیتوز ندارند. **گزینهٔ (۳):** یاختهٔ کلانشیمی اصلاً توانایی تقسیم ندارد. (در گیاه فقط مریستم و پارانشیم تقسیم می‌شوند.)

۲۳۱۶ (۱) اگر تقسیم سیتوپلاسم در یاخته‌های گیاهی به صورت نامساوی انجام شود، ریزکیسه‌ها در میانهٔ یاخته به هم برخورد نمی‌کنند مثلا گردهٔ نارس و یاختهٔ زیستای حاصل از میوز یاختهٔ $2n$ پارانشیم بافت خورش، یا اولین تقسیم تخم اصلی با تقسیم سیتوپلاسم نامساوی دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** مطابق شکل کتاب، واضح است که در زمان تقسیم سیتوپلاسم، گروهی از رشته‌های دوک مشاهده می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** مطابق شکل کتاب، گروهی از رشته‌های دوک در ابتدای تقسیم سیتوپلاسم در جابه‌جایی ریزکیسه‌های حاوی پیش‌ساز تیغهٔ میانی (پکتین) نقش دارند. **گزینهٔ (۴):** در یاخته گیاهان نهان‌دانه، سانتریول مشاهده نمی‌شود.

۲۳۱۷ (۴) برای اینکه رشته‌های دوک کوتاه شوند، ابتدا کروموزوم‌ها تک‌کروماتیدی می‌شوند و پروتئین اتصالی در ناحیهٔ سانترومر آن‌ها تجزیه می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مرحلهٔ پرومتافاز، پوشش هسته به‌طور **کامل** تجزیه می‌شود. در مرحلهٔ پروفاز رشته‌های دوک **شروع** به تشکیل می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** ابتدا نیاز است تا شبکهٔ آندوپلاسمی و پوشش هسته به‌طور کامل تجزیه شوند تا کروموزوم‌ها برای اتصال به رشته‌های دوک آماده شوند. **گزینهٔ (۳):** در یاخته‌های گیاهی، برای تقسیم سیتوپلاسم حلقهٔ انقباضی تشکیل نمی‌شود.

ترتیب مراحل تقسیم سیتوپلاسم در یاخته‌های گیاهی

۱) ابتدا ریزکیسه‌های دستگاه گلژی به میانهٔ یاخته می‌آیند و دوک بین آن‌هاست.
۲) پوشش هسته ایجاد می‌شود ولی هنوز دوک در هر یاخته وجوددارد و صفحهٔ یاخته‌ای ایجاد می‌شود.
۳) یک ریزکیسهٔ بزرگ تشکیل می‌شود که غشای آن به غشای یاختهٔ مادر متصل می‌شود.
۴) رشته‌های دوک به‌طور کامل از بین می‌روند و غشای دو یاخته کامل از هم جدا می‌شود (به‌جز در پلاسمودسم‌ها).

۲۳۱۸ (۱) از آن‌جایی‌که در محل ادغام ریزکیسه‌های جسم گلژی، دو یاخته با دو غشای حاوی دو لایهٔ فسفولیپیدی مجزا ایجاد می‌شوند، به همین علت، مولکول‌های فسفولیپید در دو لایهٔ غشایی قرار خواهند گرفت که هرکدام در ردیف بالایی یا پایینی ریزکیسه متحد شدهٔ آن‌ها به یک یاخته می‌رسد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** تنها بخش کمی از دیوارهٔ پکتینی که مجاور صفحهٔ یاخته‌ای است از محتویات درون‌ریزکیسه‌های جسم گلژی منشأ می‌گیرد، سایر قسمت‌ها از یاخته‌های مادری منشأ می‌گیرند. **گزینهٔ (۳):** جدایی ریزکیسه‌های دستگاه گلژی، پیش از تشکیل پوشش غشایی در اطراف فام‌تن‌های تک‌کروماتیدی صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** در مرحله‌ای که بزرگ‌ترین ریزکیسه در میانهٔ یاخته قرار می‌گیرد، برخی از ساختارهای لوله‌ای سیتوپلاسمی مشاهده می‌شوند که هنوز درون سیتوپلاسم وجود دارند.

نکته

دقت کنید که ریزکیسه‌های دستگاه گلژی برای فرایند تقسیم سیتوپلاسم، از یاخته اگزوسیتوز نمی‌شوند.

۲۳۱۹ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** ابتدا تجمع ریزکیسه‌ها رخ می‌دهد و سپس هسته ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۲):** یک تیغهٔ میانی مشترک بین دو یاخته وجود دارد. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ اول تقسیم سیتوپلاسم یاختهٔ گیاهی، دوک‌ها از بین ریزکیسه‌ها عبور کرده‌اند. **گزینهٔ (۴):** در حین تشکیل دیوارهٔ جدید لان و پلاسمودسم تشکیل می‌شود (نه پس از آن).

۲۳۲۰ (۱) بر طبق شکل کتاب که شروع تقسیم سیتوپلاسم در یاخته‌های گیاهی را نشان می‌دهد، نخستین ریزکیسه‌های دستگاه گلژی در مرحلهٔ آنافاز تقسیم میتوز ساخته شده و به سمت وسط یاخته حرکت می‌نمایند (مطرح شده در کنکور ۹۹). با توجه به شکل کتاب در این فصل، در مرحلهٔ آنافاز طول گروهی از رشته‌های دوک تقسیم که به کروموزوم‌ها متصل نیستند، افزایش می‌یابد. در حالی که در مرحلهٔ تلوفاز، این رشته‌ها تخریب می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ آنافاز با کوتاه شدن طول رشته‌های دوک متصل به کروموزوم‌ها، همپوشانی میان رشته‌های دوک کاهش می‌یابد. در حالی که در مرحلهٔ متافاز، این رشته‌ها حداکثر همپوشانی ممکن را دارند. **گزینهٔ (۳):** در مراحل متافاز و آنافاز تقسیم میتوز، کروموزوم‌ها حداکثر فشردگی را دارند. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ تلوفاز، اندامک‌های هسته و شبکهٔ آندوپلاسمی مجدداً تشکیل می‌شوند.

۲۳۲۱ (۴) با توجه به شکل کتاب درسی، ریزکیسه‌های مورد نیاز برای تقسیم سیتوپلاسم یاختهٔ گیاهی، از آنافاز و هم‌زمان با جدا شدن کروماتیدهای خواهری تشکیل می‌شود. از طرفی دقت کنید که منظور طراح، قطعاً تقسیم **میتوز** بوده است چون در برگ، میوزی صورت نمی‌گیرد. پس باید به وقایع قبل از آنافاز در پروفاز، پرومتافاز و متافاز بپردازیم.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. در میتوز، پوشش هسته‌ای در مرحلهٔ **تلوفاز** تشکیل می‌شود که چون معمولاً گیاهان دیپلوئید هستند، این پوشش در اطراف کروموزوم‌های هر قطب صورت می‌گیرد که **دو مجموعه** کروموزوم دارند. **گزینهٔ (۲):** نادرست. این عبارت در مورد مرحلهٔ **تلوفاز** می‌باشد که پس از شروع مراحل تولید دیواره و صفحهٔ بین‌یاخته‌ای می‌باشد (البته در ابتدای توضیح تقسیم سیتوپلاسم در کتاب درسی نیز عنوان شده است که این مرحله پس از پایان تقسیم هسته رخ می‌دهد اما در مورد گیاهان هر حرفی می‌زنیم، از شکل استنباط می‌کنیم). **گزینهٔ (۳):** نادرست. این عمل در مرحلهٔ **آنافاز** و با شروع ایجاد ریزکیسه‌های تقسیم سیتوپلاسم رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۴): درست.** طراح تست این گزینه را انتخاب کرده بود چون در مرحلهٔ **متافاز** که قبل از شروع تقسیم سیتوپلاسم است، کروموزوم‌های یاخته چه همتا (هم‌ساخت) و چه غیرهمتا (غیرهم‌ساخت) در وسط به صورت غیرتترادی قرار می‌گیرند و *واقعاً نمی‌دانیم منظور طراح چه بوده است؟ (احتمالاً منظورش این بوده که تترادی نیستن و یا اینکه چون قید فقط قرار نداره پس هم کروموزوم‌های همتا و هم غیرهمتا هر دو در وسط یافته قرار گرفته‌اند).*

۲۳۲۲ (۱) همهٔ موارد نادرست‌اند.

بررسی موارد (الف) به عنوان مثال، **تقسیم هسته، بدون تقسیم سیتوپلاسم** نیز از راه‌های ایجاد یاختهٔ چند هسته‌ای است. این عمل را می‌توان در شیر نارگیل در بافت آندوسپرم مشاهده کرد. (فصل ۸) (ب) در جانداران سالم، یاخته‌های بنیادی مغز استخوان یا یاخته‌های مریستمی، **همواره قدرت تقسیم را دارند** اما در شرایطی مثل افزایش مقدار محصولات یا نامساعد بودن محیط، می‌توانند آن را کاهش دهند یا متوقف کنند. (ج) به دنبال شرایط نامساعد محیطی یا افزایش بیش از حد تعداد یاخته‌ها، تقسیم یاخته‌های بنیادی **کاهش می‌یابد و یا متوقف می‌شود.** (د) یاخته‌های عصبی به دلیل ورود به مرحله G_0، **به ندرت** تقسیم می‌شوند.

پروتئین‌های تنظیم‌کنندهٔ تقسیم یاخته‌ای

در یاخته، **انواعی از پروتئین‌ها** وجود دارند که با **فرایندهای متنوع** سبب **افزایش** تقسیم یاخته‌ای یا در شرایط خاصی **مانع** تقسیم یاخته‌ای می‌شوند. (همانند پدال گاز و ترمز ماشین عمل می‌کنند.)

مثال در گیاهان اگر محلی دچار زخم شود، نوعی **عامل رشد** ایجاد می‌شود که به کمک تقسیم بافت **پارانشیمی**، ایجاد یک توده یاخته‌ای برای ممانعت از نفوذ میکروب به محل آسیب‌دیده می‌کند یا مثلاً نوعی دیگر از **عامل رشد** در پوست **زیر** محل زخم انسان تولید می‌شود که با افزایش سرعت تقسیم، سرعت بهبود زخم را افزایش می‌دهد.

نکته

از زیست **دهم** به یاد دارید که وقتی گیاه **زخمی** می‌شود، تقسیم یاخته‌های **پارانشیمی** سبب **ترمیم زخم** می‌شود. البته بافت‌های آسیب‌دیده گیاه، هورمون اتیلن نیز که نوعی ماده شیمیایی است ترشح می‌کنند که در فصل انتهایی این کتاب به آن می‌پردازیم.

یاخته‌های مغز استخوان یا مریستم گیاهان
- در شرایط مساعد ← معمولاً تقسیم سریع دارند.
- در افزایش بیش از حد یاخته‌ها / در شرایط نامساعد محیطی ← سرعت تقسیم خود را کاهش داده یا متوقف می‌کنند.

۲۳۲۳: (۴) تمام موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) به منظور فراهم شدن پروتئین‌های دوک و عوامل مورد نیاز میتوز، در پایان مرحلهٔ وقفه دوم، تنظیم چرخه صورت می‌گیرد. (ب) به منظور اطمینان از اینکه کروموزوم‌ها به صورت دقیق به رشته‌های دوک متصل هستند، در نقطهٔ وارسی **متافاز**، تنظیم چرخه صورت می‌گیرد. (ج) به منظور اطمینان از سلامت **دنای** همانندسازی شده، قبل از شروع مرحله S تنظیم چرخه در مرحلهٔ G_1 صورت می‌گیرد. (د) راه‌اندازی فرایندهای مرگ‌یاخته‌ای در صورت آسیب‌دیدگی دنا، در پایان مرحله وقفهٔ اول، تنظیم چرخه صورت می‌گیرد.

انواع نقاط وارسی اصلی و نکات آن‌ها

- نقاط وارسی کارهای انجام شدهٔ مرحلهٔ (مراحل) قبلی را بررسی می‌کنند و کارهای آماده‌سازی برای ورود به مرحلهٔ بعدی را نیز بررسی می‌کنند.
- دقت کنید که در چرخهٔ یاخته‌ای چندین نقطهٔ وارسی وجود دارد که سه‌تای اصلی آن‌ها به صورت زیر است:

(۱) نقطهٔ وارسی **انتهای** مرحلهٔ G_1، یاخته را از **سلامت** DNA خود و آمادگی آن برای همانندسازی در مرحلهٔ S مطلع می‌کند. اگر DNA یاخته آسیب‌دیده باشد و این آسیب **اصلاح** نشود، **فرایند مرگ یاخته‌ای** به صورت برنامه‌ریزی شده اتفاق می‌افتد تا یاختهٔ اختلال‌دار در بدن زیاد نشود.

نکتهٔ مهم

از فصل قبل (ایمنی) به یاد دارید که **مرگ یاخته‌ای** فرایندی است که در نوع برنامه‌ریزی شدهٔ آن، لنفوسیت‌های کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت T نقش دارند. لنفوسیت کشندهٔ طبیعی در دفاع غیراختصاصی (سدّ دوم) ولی لنفوسیت T در دفاع اختصاصی یعنی در سدّ سوم مؤثر می‌باشد. در هر دو سدّ دفاعی پرفورین و آنزیم تخریب‌کنندهٔ اجزای یاخته‌ای فعال می‌شوند. (البته ممکن است یک یاخته قصد مرگ برنامه‌ریزی شده داشته باشد.)

(۲) نقطهٔ وارسی **انتهای مرحلهٔ** G_2، بررسی ایجاد عوامل **پروتئینی** تولیدکنندهٔ دوک تقسیم یعنی **سانتریول‌ها** را انجام می‌دهد، تا ساخته شدن رشتهٔ دوک در شروع میتوز به درستی انجام شود و سایر **عوامل لازم برای میتوز** یعنی **شروع تقسیم هسته** را بررسی می‌کند. در حقیقت این نقطهٔ وارسی اجازهٔ ورود یاخته به مرحلهٔ تقسیم و فشرده شدن کروماتین را می‌دهد (دقت کنید که در این مرحله هنوز دوک به صورت **رشته‌ای** ایجاد نشده است ولی عوامل پروتئینی مورد نیاز برای تشکیل شدن آن فراهم شده‌اند).

(۳) نقطهٔ وارسی **آخر متافاز**، اتصال کروموزوم‌های قطور به دوک تقسیم و قرارگیری آن‌ها **در استوای یاخته** را بررسی می‌کند و اجازهٔ جدا شدن کروماتیدها از هم در مرحلهٔ آنافاز را صادر می‌کند.

نکتهٔ مهم

در مراحل دارای سه قسمت نقاط وارسی اصلی، یاخته با تولید و فعال کردن **پروتئین‌هایی** بر عملکرد تقسیم خود و چرخهٔ یاخته‌ای نظارت و کنترل می‌کند.

۲۳۲۴: (۲) برخی پروتئین‌ها همانند پدال گاز سبب تقسیم یاخته و برخی همانند پدال ترمز، مانع از تقسیم یاخته می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** برخی عوامل محیطی **همانند** مواد شیمیایی، قادرند سبب تنظیم سرعت تقسیم یاخته‌ها شوند. **گزینهٔ (۲):** در گیاهان، در محل آسیب، نوعی **عامل رشد** تولید می‌شود که با تقسیم **سریع** و ایجاد تودهٔ یاخته‌ای مانع نفوذ میکروب‌ها شود. **گزینهٔ (۴):** هنگام ایجاد زخم در انسان، نوعی عامل رشد در **زیر محل زخم** ایجاد می‌شود و با افزایش سرعت تقسیم، بهبودی تسریع می‌شود.

۲۳۲۵: (۲) نقطهٔ وارسی مرحلهٔ G_2 فراهم شدن پروتئین‌های مورد نیاز ساخت رشتهٔ دوک تقسیم را بررسی می‌کند و اگر عوامل لازم برای میتوز فراهم نباشند، اجازهٔ عبور از مرحلهٔ G_2 را نمی‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نقطهٔ وارسی مرحلهٔ G_1، یاخته را از سلامت دنا مطمئن می‌کند و اگر آسیبی به دنا وارد شود و **اصلاح نشود**، فرایندهای مرگ یاخته‌ای را به راه می‌اندازد (این نکته نشان می‌دهد که اصلاح دنا حتی بعد از تقسیم یاخته و قبل از همانندسازی جدید هم ممکن است رخ دهد). **گزینهٔ (۳):** نقطهٔ وارسی متافازی، **اتصال دقیق رشته‌های دوک به کروموزوم‌ها و آرایش یافتن کروموزوم‌ها در وسط یاخته** را بررسی می‌کند. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید! به‌جز این سه نقطهٔ وارسی، نقاط وارسی دیگری نیز در چرخهٔ یاخته وجود دارند.

چند نکته از تنظیم تقسیم یاخته

- یاخته‌های مریستمی همانند یاخته‌های بنیادی مغزاستخوان گیاهان می‌توانند در برخی موارد مثل محیط نامساعد یا تولید یاختهٔ زیاد، به‌طور موقت وارد مرحلهٔ G_0 شوند.
- پروتئین‌های دوک قبل از نقطهٔ وارسی G_2 ساخته شده است ولی رشتهٔ دوک در مرحلهٔ پروفاز ایجاد می‌شود.
- در مرحلهٔ G_1 ممکن است بدون همانندسازی در دنا، اصلاح صورت بگیرد که این عمل ویرایش نمی‌باشد.
- در مرحلهٔ S طی همانندسازی، اصلاح دنا با ویرایش توسط دنابسپاراز صورت می‌گیرد.
- نقطهٔ وارسی انتهای G_1 بعد از مرحلهٔ G_0 است.
- نقطهٔ وارسی تقسیم (انتهای متافاز) بین دو مرحله با عدد کروموزومی متفاوت رخ می‌دهد چون در آنافاز عدد کروموزومی دو برابر می‌شود.
- مرگ برنامه‌ریزی شده در مرحلهٔ G_1 بدون نیاز به پرفورین صورت می‌گیرد.

۲۳۲۶: (۳) تمام موارد به‌جز (د) درست هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** اگر در مرحلهٔ آنافاز، همهٔ فام‌تن‌ها بدون اینکه از هم جدا شوند به یک یاخته بروند، آن یاخته دو برابر کروموزم خواهد داشت و یاختهٔ دیگر فاقد کروموزم خواهد بود. در آزمایشگاه می‌توان با تخریب رشته‌های دوک تقسیم، این وضعیت را ایجاد کرد که **پلی‌پلوئیدی شدن** نام دارد. از آنجایی که دومین نقطهٔ وارسی با رشته‌های دوک سرکار دارد بنابراین با اختلال در آن و در نتیجه اختلال در رشته‌های دوک و در نهایت اختلال در آنافاز ممکن است یاختهٔ پلی‌پلوئیدی ایجاد شود.

(ب) **درست.** در ایجاد سرطان، ژن‌ها که قسمتی از دنا هستند، نقش دارند. سرطان در اثر آسیب به دنا اتفاق می‌افتد. از آنجایی که نقطهٔ وارسی اول، یاخته را از سلامت دنا مطمئن می‌کند بنابراین با اختلال در آن ممکن است دنای آسیب دیده اصلاح نشود و مرگ یاخته‌ای اتفاق نیفتد و در نهایت سرطان ایجاد شود. (ج) **درست.** از آن‌جایی که نقطهٔ وارسی اول، یاخته را از سلامت دنا مطمئن می‌کند ممکن است با ایجاد اختلال در عوامل آن، باعث ایجاد اختلال در تشخیص سلامتی دنا شود و به اشتباه دنای یاخته، آسیب دیده تشخیص داده شود که در این حالت ممکن است این یاخته برای جلوگیری از تکثیر شدن دچار مرگ برنامه‌ریزی شده شود. (د) نادرست. در نگاه اول عبارت درست به نظر می‌رسد چون ایجاد اختلال در نقطهٔ وارسی سوم ممکن است باعث این شود که یکی از کروموزم‌ها به درستی جدا نشود زیرا نقطهٔ وارسی متافازی برای اطمینان از این موضوع است که کروموزم‌ها به صورت دقیق به رشته‌های دوک متصل و در وسط یاخته آرایش یافته‌اند. اما در صورت سؤال عنوان شده است که یاخته مورد نظر، یاخته پوششی است که به نسل بعد منتقل نمی‌شود. برای ایجاد نشانگان داون باید این اختلال در یک یاختهٔ جنسی رخ دهد.

۲۳۲۷ (۱) شکل (۱) و (۲) به ترتیب مراحل پروفاز و آنافاز تقسیم میتوز در یک یاختهٔ گیاهی را نشان می‌دهند. تنها مورد (الف) عبارت را به درستی تکمیل می‌نماید.

بررسی موارد (الف) بلافاصله قبل از مرحلهٔ **آنافاز**، مرحلهٔ متافاز را داریم. در انتهای این مرحله کروموزوم‌ها با حداکثر میزان فشردگی خود در استوای یاخته ردیف می‌شوند. بنابراین رشته‌های دوکی که از دو سمت به سانترومر آن‌ها متصل می‌شوند که باید این عمل توسط آخرین نقطهٔ وارسی اصلی یاخته تأیید شود. (ب) در مرحلهٔ پروفاز، با کروموزوم‌ها فشرده و ضخیم شده و با میکروسکوپ نوری قابل مشاهده می‌شوند. در مرحلهٔ پرومتافاز (مرحلهٔ بعد پروفاز) کروموزوم‌ها با میکروسکوپ نوری قابل مشاهده می‌باشند. (نه اینکه قابل مشاهده می‌شوند!) (ج) مرحلهٔ G_2 چرخهٔ یاخته‌ای، قبل از پروفاز رخ می‌دهد. در این مرحله ساخت پروتئین‌ها و عوامل موردنیاز برای تقسیم افزایش می‌یابد (نه اینکه آغاز شود!) (د) دقت کنید که شکل سؤال، یک یاختهٔ گیاهی را نشان می‌دهد؛ در حالی که ایجاد یک کمربند انقباضی اکتین - میوزین در تلوفاز یاخته‌های **جانوری** دیده می‌شود.

۲۳۲۸ (۳) در مرحلهٔ متافاز که سومین نقطهٔ وارسی وجود دارد، برخلاف G_1 و G_2، کروماتین در هم پیچیده مشاهده نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. همواره هر جایگاه ژنی یک الل دارد اگر کروموزوم مضاعف باشد، دو نسخه از این الل را دارد. **گزینهٔ (۲):** نادرست. در مرحلهٔ متافاز نیز همانند G_2، کروموزوم‌ها مضاعف هستند و دو نیمه یا کروماتید مشابه دارند. **گزینهٔ (۴):** نادرست. فقط از مرحلهٔ متافاز می‌توان کاریوتیپ را مشخص کرد.

۲۳۲۹ (۴) در حدفاصل نقاط وارسی دوم و سوم، از انتهای G_2 تا آخر مرحلهٔ متافازی است که در مرحلهٔ پروفاز، پرومتافاز و متافاز، طبق شکل کتاب درسی بعضی از رشته‌های دوک از کنار هم می‌گذرند.(هم‌پوشانی برخی دوک‌ها)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پیدایش شیار تقسیم، در تلوفاز دیده می‌شود. **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ S، دنا همانندسازی می‌کند. **گزینهٔ (۴):** در آنافاز، پروتئین اتصالی ناحیهٔ سانترومر تجزیه می‌شود.

۲۳۳۰ (۱) فقط مورد (د) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نتیجهٔ برهم‌خوردن تعادل بین تقسیم یاخته و مرگ یاخته‌ها، **می‌تواند** ایجاد یک تومور باشد. (ممکن است مرگ یاخته‌ها بیشتر از تقسیم آن‌ها باشد.) (ب) تومور بدخیم **همانند** خوش‌خیم، در اثر تقسیمات تنظیم‌نشده ایجاد می‌شود. (ج) تومور خوش‌خیم، رشد **کمی** دارد و یاخته‌های آن در جای خود می‌مانند و منتشر نمی‌شوند. (د) تومور خوش‌خیم، ممکن است آن‌قدر بزرگ شود که به بافت‌های مجاور خود آسیب برساند.

۲۳۳۱ (۲) علت اصلی سرطان و ایجاد تومورهای بدخیم، تغییرات در مادهٔ ژنتیکی یاخته است که در هسته قرار دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** افزایش تعداد تقسیم ممکن است باعث ایجاد توده نشود و به صورت طبیعی و یا در واکنش به عوامل محیطی صورت بگیرد، مانند افزایش تقسیم یاخته‌ها در زیر محل زخم. **گزینهٔ (۳):** گویچه‌های قرمز بالغ، فاقد هسته و اکثر اندامک‌ها می‌باشند و تقسیم نمی‌شوند. این هورمون تقسیم یاخته‌های بنیادی سازندهٔ این گویچه‌ها را افزایش می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** تنظیم تقسیم یاخته‌های مختلف با یکدیگر متفاوت است، برای مثال یاخته‌های بنیادی به تعداد زیاد و یاخته‌های عصبی به ندرت تقسیم می‌شوند.

۲۳۳۲ (۲) ملانوما، نوعی تومور بدخیم یا سرطان است که به بافت‌های مجاور حمله می‌کند و توانایی متاستاز نیز دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لیپوما، یکی از انواع تومورهای خوش‌خیم است که در افراد **بالغ** متداول است و حاصل تقسیم یاخته‌های **چربی** است. **گزینهٔ (۳):** لیپوما، تومور خوش‌خیم است در حالی که علت اصلی **تومورهای بدخیم یا سرطان**، بعضی تغییرات در مادهٔ ژنتیکی یاخته است که باعث می‌شود چرخهٔ یاخته از کنترل خارج شود. **گزینهٔ (۴):** ملانوما، می‌تواند یاخته‌هایی از آن جدا شده و همراه با **جریان خون یا به ویژه لنف**، به نواحی دیگر بدن بروند.

مقایسهٔ تومور بدخیم و خوش‌خیم ۲۶۴

موارد مقایسه	تومور بدخیم	تومور خوش‌خیم
متاستاز	دارد	ندارد
میزان رشد	زیاد	معمولاً کم
جریان خون مورد نیاز	زیادتر	کمتر
آسیب‌رسانی به بافت‌های مجاور	دارد	معمولاً ندارد
برهم خوردن تعادل بین تقسیم و مرگ یاخته‌ها	دارد	دارد
تحریک فعالیت ایمنی	دارد	ندارد
مهم‌ترین مثال	لیپوما	ملانوما

• تومور

اگر در بخشی از بدن یا بافت، **تعادل** بین تقسیم یاخته و مرگ یاخته به نفع تقسیم یاخته به هم بخورد سبب **ایجاد تومور** می‌شود. **هر نوع تومور** توده‌ای است که در اثر **تقسیمات تنظیم نشده**، غیرعادی و کنترل نشده ایجاد شده است که به دو نوع خوش‌خیم و بدخیم تقسیم‌بندی می‌شود.

الف) تومور خوش‌خیم

نوعی از تومورها هستند که **معمولاً** آنقدر بزرگ نمی‌شوند که به **بافت‌های مجاور** خود آسیب برسانند. در این تومورها **رشد کمی** دیده می‌شود و یاخته‌ها در جای خود می‌مانند و در بدن منتشر نمی‌شوند. در **برخی موارد** اگر اندازهٔ این تومورها از حدی بزرگ‌تر شود می‌تواند سبب اختلال در اعمال طبیعی اندام شود.

مثال لیپوما نوعی از انواع تومورهای خوش‌خیم است که با افزایش یاخته‌های چربی و تشکیل توده یاخته‌ای در افراد ایجاد می‌شود که در افراد **بالغ** متداول می‌باشد (دوستان کنکوری همین کلمهٔ **بالغ** بسیار مهم است و از آن به سادگی عبور نکنید. می‌تواند در تست اعلام کند افرادی با محدودهٔ سنی که شیوع این تومور زیاد است ... و از آن حتی در تولید صفحات رشد، بلوغ جنسی و... سؤال طرح کند).

«تومور خوش‌خیم، لیپوما در نزدیکی آرنج»

ب) تومور بدخیم (سرطان)

این تومور در اثر **رشد بسیار زیاد** یاخته‌ها و **حملهٔ** آن‌ها به **بافت‌های مجاور** تشکیل می‌شود. این گروه قدرت **متاستاز**(دگرنشینی) دارند یعنی قسمتی از یاخته‌های تومور جدا شده و می‌توانند از راه خون یا **اغلب از راه لنف** به نواحی دیگر بدن بروند و در آنجا نیز پس از استقرار رشد کرده و تومور ایجاد کنند. در نتیجه **متاستاز** تومور بدخیم، فعالیت اندام‌های مختلف بدن مختل می‌شود. (پس اندازهٔ این تومور ربطی به کشندگی آن ندارد. بلکه پخش شدن آن در بدن کشنده است.)

«ملانوما: نوعی تومور بدخیم یاخته‌های رنگدانه‌دار پوست»

مثال ملانوما نوعی تومور بدخیم به صورت خال رنگی یا همان یاخته‌های رنگدانه‌دار پوست می‌باشد (دقت کنید که لیپوما قدرت متاستاز ندارد).

۲۳۳۳: (۱) در مرحلهٔ اول متاستاز و رشد تومور بدخیم، یاختهٔ سرطانی، شروع به تهاجم به یاخته‌های بافت می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ دوم، یاخته‌های سرطانی در بافت‌ها گسترش می‌یابند اما **هنوز به دستگاه لنفی مجاور راه نیافته‌اند**. **گزینهٔ (۳):** سرطانی شدن سایر بافت‌ها در مرحلهٔ **چهارم** دیده می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ چهارم، یاخته‌های سرطانی به کمک لنف به بافت‌های **دورتر** می‌روند.

۲۳۳۴: (۳) به دلیل اینکه یاخته‌های تومور به سرعت تقسیم می‌شوند، یاخته‌ها سوخت‌وساز بیشتری دارند و در نتیجه نیاز بیشتری به تولید ATP دارند تا فعالیت‌های خود را انجام دهند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تومورهای خوش‌خیم مانند لیپوما، **معمولاً** آنقدر بزرگ نمی‌شوند که به بافت‌های مجاور خود آسیب بزنند (نه همیشه!). **گزینهٔ (۲):** تومورهای سرطانی مانند ملانوما می‌توانند اندازهٔ کوچکی داشته باشند، ولی چیزی که آن‌ها را نسبت به بقیهٔ تومورهای خوش‌خیم متمایز می‌کند، توانایی دگرنشینی است. **گزینهٔ (۴):** دلیل اصلی ایجاد یاختهٔ سرطانی آسیب به مادهٔ ژنتیکی است.

۲۳۳۵: (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** منظور مرحلهٔ سوم متاستاز است که ممکن است به خون وارد شود. کتاب گفته به‌ویژه وارد لنف می‌شود! **گزینهٔ (۲):** با توجه به شکل ۱۲ کتاب در مورد مرحلهٔ ۲ متاستاز است. **گزینهٔ (۳):** اولی مربوط به مرحلهٔ ۳ ولی دومی در مورد اندام دیگر مربوط به مرحلهٔ ۴ است. **گزینهٔ (۴):** اولی مربوط به مرحلهٔ ۲ است ولی دومی مربوط به مرحلهٔ ۴ است.

۲۳۳۶: (۱) فقط مورد (الف) صحیح است.

بررسی موارد **الف)** ممکن است برای تشخیص یک سرطان، بافت‌برداری و آزمایش خون هر دو انجام شوند زیرا گاهی اوقات ترکیبی از روش‌ها استفاده می‌شود.

ب) در بافت‌برداری، ممکن است **تمام بافت سرطانی یا مشکوک به سرطان** برداشته شود. **ج)** در پرتودرمانی، **یاخته‌هایی که به سرعت تقسیم می‌شوند** (نه فقط سرطانی!) مستقیماً تحت تأثیر پرتوهای **قوی** (نه هر نوعی) قرار می‌گیرند. **د)** شیمی‌درمانی با استفاده از داروها، سبب **سرکوب تقسیم یاخته‌ها در همهٔ بدن** می‌شود.

روش‌های تشخیصی برای سرطان

بیوپسی یا بافت‌برداری

روشی است که در آن **همه یا بخشی** از بافت سرطانی یا مشکوک به سرطان برداشته و بررسی می‌شود.

نکته

آزمایش خون و **بررسی آنتی‌ژن‌های خاص** به شناسایی سرطان کمک می‌کنند.

روش‌های رایج درمان سرطان

۱) **جراحی** ← برداشتن بافت سرطانی می‌باشد.

۲) **شیمی‌درمانی** ← با استفاده **از برخی داروها** سبب **سرکوب تقسیم** یاخته‌های سرطانی در **همه جای بدن** می‌شود. (آلکالوئیدهای گیاهی می‌توانند در تولید مواد شیمی‌درمانی به‌کار روند.)

۳) **پرتودرمانی** ← در این روش یاخته‌هایی که سرطانی شده‌اند و سرعت تقسیم بالایی دارند، **به‌طور مستقیم** تحت اثر **پرتوهای قوی** قرار می‌گیرند تا جلوی تقسیم آن‌ها گرفته شود.

چند نکتهٔ مهم

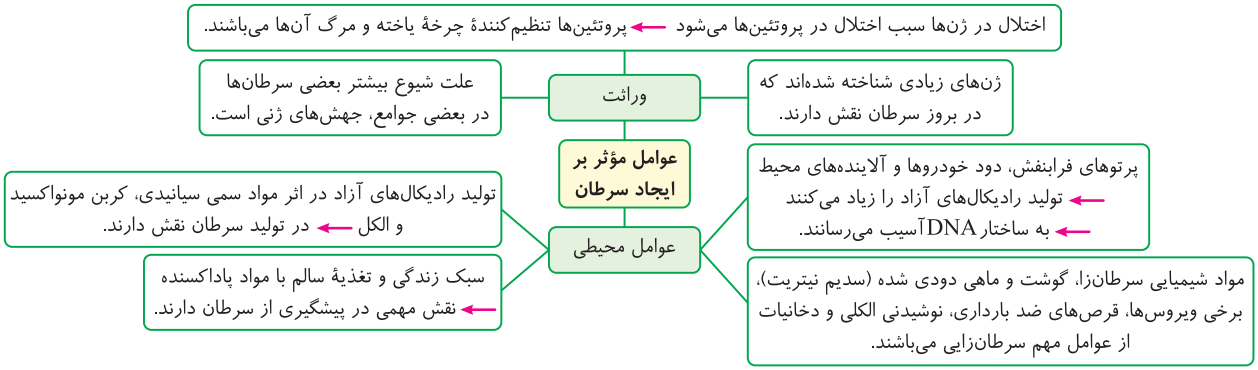
- در روش‌های پرتودرمانی و شیمی‌درمانی ممکن است یاخته‌های **مغز استخوان**، **فولیکول مو** و **پوشش مخاط دستگاه گوارش آسیب** ببینند.
- **شیمی‌درمانی** هر نوع سرطانی، سبب **مرگ** یاخته‌های پوشش لولهٔ گوارش، فولیکول مو و مغز استخوان شده و از عوارض جانبی آن‌ها می‌توان به **ریزش مو، تهوع و خستگی** اشاره کرد.
- بعضی افرادی که تحت تأثیر **پرتودرمانی** با تابش‌های **شدید** یا **شیمی‌درمانی قوی** قرار گرفته‌اند، ممکن است مغز استخوان خود را از دست بدهند و برای ساخت یاخته‌های خونی باید برای آن‌ها **پیوند مغز استخوان** انجام داد.

۲۳۳۷: (۲) تهوع، خستگی و ریزش مو، از عوارض جانبی مرگ یاخته‌ها توسط شیمی‌درمانی است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** شیمی‌درمانی می‌تواند سبب آسیب به مغز استخوان و پیاز مو **همانند** پوشش دستگاه گوارش شود. **گزینهٔ (۳):** افرادی که تحت پرتودرمانی قرار می‌گیرند، **اگر تابش‌ها شدید باشد**، ممکن است مجبور به پیوند مغز استخوان برای ساخت یاخته‌های خونی شوند. **گزینهٔ (۴):** **برخی** افرادی که تحت شیمی‌درمانی قرار می‌گیرند، در نهایت مجبور به پیوند مغز استخوان می‌شوند.

۲۳۳۸: (۲) عبارت صورت سؤال، صحیح است. وراثت و محیط، هر دو در ایجاد سرطان نقش دارند و برخی سرطان‌ها در بخش‌های خاصی از کشور ما شایع‌ترند. موارد (ج) و (د) نادرست‌اند.

بررسی موارد **الف)** مولکول‌هایی که محصول عملکرد ژن‌ها هستند (پروتئین‌ها)، تنظیم‌کنندهٔ چرخهٔ یاخته و مرگ آن هستند. **ب)** علت شیوع بیشتر بعضی سرطان‌ها در بعضی جوامع، نقش ژن‌ها در ایجاد سرطان است. **ج)** تا کنون، تعداد **زیادی** از ژن‌ها شناخته شده‌اند که در ایجاد سرطان مؤثرند. **د)** پرتوهای فرابنفش، گوشت و ماهی دودی، قرص‌های ضدبارداری **همانند برخی ویروس‌ها**، می‌توانند سبب آسیب به دنا و بروز سرطان شوند.



۲۳۳۹ (۴) در صورت اختلال در ساختار *DNA* و عدم بروز القای مرگ برنامه‌ریزی ممکن است یاختهٔ سرطانی ایجاد شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** داروهای شیمی‌درمانی در یاخته‌های مختلفی اثر دارند مثل یاخته‌های استخوانی، مو و ... و معمولاً برخلاف اریتروپویتین مترشحه از کلیه (لوبیایی شکل) مانع تقسیم می‌شود. **گزینهٔ (۲):** اگر تومور خوش‌خیم باشد متاستاز ندارند. **گزینهٔ (۳):** با ترشح بیش از حد هورمون کورتیزول و ضعف سیستم ایمنی احتمال متاستاز توده بیشتر خواهد شد.

۲۳۴۰ (۲) بعضی ویروس‌ها، دخانیات و قرص‌های ضد بارداری و ... از عوامل مهم سرطان‌زایی‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تفاوت مادهٔ ژنتیکی و ژن‌ها در جوامع مختلف باعث این می‌شود که بعضی سرطان‌ها در بعضی جوامع بیشتر باشند. **گزینهٔ (۳):** در شیمی‌درمانی‌های قوی مغز استخوان آسیب می‌بیند و تأمین یاخته‌های خونی با مشکل مواجه می‌شود. **گزینهٔ (۴):** پروتئین‌ها تنظیم کنندهٔ چرخهٔ یاخته‌ای و مرگ آن هستند.

۲۳۴۱ (۲) در مرگ برنامه‌ریزی شده، به دنبال رسیدن علائمی به یاخته، **در چند ثانیه** پروتئین‌های تخریب کننده شروع به تجزیهٔ یاخته می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بافت مردگی، مرگ **تصادفی** یاخته‌ها مثلا در اثر بریدگی است که برخلاف مرگ برنامه‌ریزی شده، در همهٔ یاخته‌های بدن می‌تواند روی دهد زیرا مرگ برنامه‌ریزی شده فقط در **برخی** یاخته‌ها و در شرایطی خاص می‌تواند روی دهد. **گزینهٔ (۳):** در **مرگ برنامه‌ریزی شده**، مانند آن چه در آفتاب سوختگی اتفاق می‌افتد، حذف یاخته‌های پیر و یاخته‌هایی که دنای آن‌ها آسیب دیده رخ می‌دهد زیرا اشعه فرابنفش سبب آسیب به دنای یاخته و بروز سرطان می‌شود. **گزینهٔ (۴):** مرگ برنامه‌ریزی شده، حذف یاخته‌های اضافی از بخش‌های عملکردی، مانند حذف پرده‌های انگشتان پا در **برخی** پرندگان مثالی از آن است.

انواع مرگ یاخته‌ای

الف) مرگ تصادفی

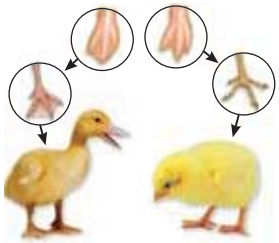
در اثر عوامل محیطی مثل **مصرف الکل یا بریدگی**، یاخته‌ها یا حتی بافت‌ها می‌توانند آسیب ببینند و از بین بروند که به این حالت بافت‌مردگی (*Necrosis*) و مرگ تصادفی یاخته‌ای می‌گویند. مثلاً در زیست دوازدهم می‌خوانیم که مصرف الکل به تدریج سبب نکروز کبدی و بافت‌مردگی آن می‌شود.

ب) مرگ برنامه‌ریزی شده (*Apoptosis*)

در این نوع مرگ یاخته‌ای، یک سری فرایندهای دقیق و برنامه‌ریزی شده در برخی یاخته‌ها و در شرایط خاص ایجاد می‌شود. این فرایندها با رسیدن علائمی به **یاخته** آغاز می‌شوند و طی **چند ثانیه**، **پروتئین‌های تخریب‌کننده‌ای** در یاخته فعال می‌شوند که شروع به تجزیه اجزای یاخته و مرگ آن می‌کنند.

چند نکتهٔ مهم در بررسی تست‌ها

- مرگ برنامه‌ریزی شده می‌تواند در اثر یاخته‌های لنفوسیت کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت *T* رخ دهد که در هر دو یاخته ابتدا پرفورین سبب ایجاد منفذ در یاختهٔ مورد نظر شده و سپس آنزیم‌های درونی فعال شده در یاخته سبب مرگ سریع یاخته می‌شوند.
- مرگ برنامه‌ریزی شده در **بعضی یاخته‌ها** و در **شرایط خاص** ایجاد می‌شود که مثلاً در اثر عمل نقطهٔ وارسی انتهای G_1 رخ می‌دهد.
- **حذف یاخته‌های اضافی** در پرده‌های بین انگشتان جنین نمونه‌ای از مرگ برنامه‌ریزی شده برای نمو جاندار می‌باشد که مثلاً در برخی پرندگان وجود دارد و در برخی انجام نمی‌شود پس مرگ برنامه‌ریزی شده نباید قطعاً برای یک یاخته آسیب‌دیده صورت بگیرد بلکه می‌تواند یاخته‌های سالم اضافی را نیز برای تمایز از بین ببرد.
- اگر مدت زمان زیادی در معرض پرتوهای نور خورشید که حاوی **اشعهٔ فرابنفش** هستند قرار بگیریم، ممکن است آسیب به *DNA* یاخته‌های پوست در اثر آفتاب سوختگی ایجاد شود و یاخته‌های سرطانی با سرعت تقسیم زیاد به وجود بیایند. بدن در این شرایط پروتئین‌هایی می‌سازد که با از بین بردن یاخته‌های آسیب‌دیده پوستی آن‌ها را حذف کرده و با مرگ برنامه‌ریزی شده مانع ایجاد سرطان در بدن می‌شوند. در واقع نور خورشید آن‌ها را نمی‌کشد، خود یاخته‌هایی هستند که فداکاری و خودکشی می‌کنند تا اگر سرطانی شدند، بقیه آسیب نبینند.
- در گیاهان نیز مواد تنظیم‌کننده‌ای مثل سالیسیلیک‌اسید وجود دارد که از یاختهٔ آلوده به ویروس رها شده و مرگ برنامه‌ریزی شده ایجاد می‌کند.



«حذف پرده‌های میانی انگشتان در دوران جنینی برخی پرندگان در اثر مرگ برنامه‌ریزی شده»

۲۳۴۲ (۳) مرگ یاخته‌ای در آفتاب سوختگی نمونه‌ای از فرایند مرگ برنامه‌ریزی شده می‌باشد. این فرایند با رسیدن علائمی به یاخته شروع می‌شود. به دنبال این رخداد، در چند ثانیه پروتئین‌های تخریب کننده در یاخته شروع به تجزیهٔ اجزای یاخته کرده و در نهایت منجر به مرگ یاخته می‌شوند.

نکتهٔ مهم

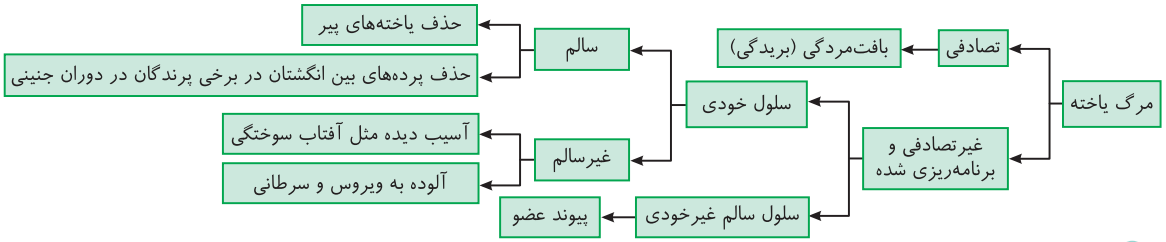
- عواملی که می‌توانند به راه‌افتادن مرگ برنامه‌ریزی شده شوند:
- شناسایی دنا آسیب دیده و غیر قابل اصلاح توسط نقطهٔ وارسی مرحلهٔ G_1
- آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شدهٔ ترشح شده توسط یاخته‌های کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت‌های *T* کشنده
- سالیسیک‌اسید آزاد شده در یاخته‌های گیاهی آلوده به ویروس

بنابراین مرگ برنامه‌ریزی شده می‌تواند توسط نقطهٔ وارسی و یا آنزیم ساخته شده توسط لنفوسیت‌ها القا نشود. (رد گزینه‌های (۱) و (۴)) همچنین این روش لزوماً یاخته‌های پیر و آسیب دیده را از بین نمی‌برد؛ مانند آنچه در حذف یاخته‌های پردهٔ میانی انگشتان پا در پرندگان اتفاق می‌افتد.

۲۳۴۳ (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** متن کتاب است و درست می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** در مورد همهٔ پرندگان است (فصل ۸ دوازدهم). **گزینهٔ (۳):** در بیشتر پرندگان سیستم تک‌همسری و سهم یکسان هر دو والد در انتخاب جفت وجود دارد. **گزینهٔ (۴):** در همهٔ پرندگان دو دهلیز و دو بطن کاملاً مجزا وجود دارد.

۲۳۴۴ (۴) در بافت‌مردگی یاخته‌هایی به صورت تصادفی از بین می‌روند که بدن به‌طور طبیعی آن‌ها را مضر شناسایی نمی‌کند که با مرگ برنامه‌ریزی شده از بین ببردشان!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مرگ برنامه‌ریزی شده برخلاف بافت مردگی پس از رسیدن **علائمی** به یاخته آغاز می‌شود. **گزینه‌های (۲) و (۳):** در بافت‌مردگی یاخته به صورت تصادفی آسیب می‌بیند و از بین می‌رود. در مرگ برنامه‌ریزی شده، حذف یاخته‌هایی مانند یاخته‌های پیر یا آسیب دیده اتفاق می‌افتد و همانطور که از نامش پیداست، غیرتصادفی می‌باشد.



۲۳۴۵: ۱) فقط مورد (ب) صحیح است.

بررسی موارد **الف)** نادرست است. پاسخ التهابی در آسیب‌دیدگی‌ها و مرگ یاخته‌ای در اثر بافت‌مردگی، **همواره** دیده می‌شود. **ب)** درست. مرگ برنامه‌ریزی شده برای مقابلهٔ بدن در مقابل میکروب‌ها و یا اشکال در دنای یاخته می‌باشد که مفید است. **ج)** نادرست. تغییر در غشا در مورد عمل پرفورین‌ها برای مرگ برنامه‌ریزی شده صحیح است ولی در این فصل در مورد نقاط وارسی مرحلهٔ G_1 که ذکر کرده باعث مرگ برنامه‌ریزی می‌شود، نادرست است و به تغییر در غشا ربطی ندارد. **د)** نادرست. در مرگ برنامه‌ریزی، یاخته در اثر آنزیم ویژهٔ این کار می‌میرد و سپس بیگانه‌خواری می‌شود.

۲۳۴۶: ۲) موارد (ب) و (ج) صحیح‌اند.

بررسی موارد **الف)** یاخته‌های مؤثر در تولیدمثل جنسی، با نوعی تقسیم کاهشی به نام **میوز** تولید می‌شوند. **ب)** در تولیدمثل جنسی، دو گامت با یکدیگر ترکیب و هسته‌های آن‌ها با هم ادغام می‌شود. **ج)** در میوز همانند میتوز، پس از تقسیم هسته، تقسیم سیتوپلاسم روی می‌دهد. **د)** قبل از میوز **همانند** میتوز، اینترفاز روی **می‌دهد**.

۲۳۴۷: ۱) در میوز ۱، عدد کروموزومی یاخته، نصف می‌شود. در پروفاز ۱، کروموزوم‌های همتا از طول کنار هم قرار می‌گیرند و فشرده می‌شوند و اتصال تترادها به رشته‌های دوک روی می‌دهد.

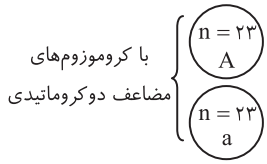
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در متافاز ۱، تترادها در استوای یاخته قرار می‌گیرند اما در آنافاز ۱، کروموزوم‌های همتا از یکدیگر جدا و به سمت قطبین یاخته حرکت می‌کنند. **گزینهٔ (۳):** در آنافاز ۱، رشته‌های دوک کوتاه می‌شوند و کروموزوم‌های همتا که **مضاعف‌اند**، از یکدیگر جدا می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** در تلوفاز ۱، با رسیدن کروموزوم‌ها به دو سوی یاخته، پوشش هسته دوباره تشکیل می‌شود اما **معمولاً** در پایان آن، تقسیم سیتوپلاسم روی می‌دهد.

۲۳۴۸: ۲) **بررسی موارد** **الف)** نادرست. وقایع آن بسیار شبیه میتوز است و شامل مراحل **پروفاز ۲، متافاز ۲، آنافاز ۲ و تلوفاز ۲** است. (میوز مرحلهٔ پرومتافاز ندارد و تمام وقایع پروفاز و پرومتافاز میتوز را برای مرحلهٔ پروفاز میوز بررسی می‌کنیم.) **ب)** نادرست. در پایان میوز (۲)، از هر یاخته، دو یاختهٔ شبیه هم ایجاد می‌شود که نصف کروموزوم‌های یاختهٔ مادر را به صورت **غیرمضاعف** دارند. **ج) درست.** در پایان میوز ۲ همانند میوز ۱، تقسیم سیتوپلاسم می‌تواند روی دهد. **د)** نادرست. در مجموع، حاصل میوز از یک یاختهٔ $2n$ کروموزومی مضاعف، **چهار** یاختهٔ n کروموزومی تک‌کروماتیدی است.

بررسی کلی میوز یاختهٔ $2n$

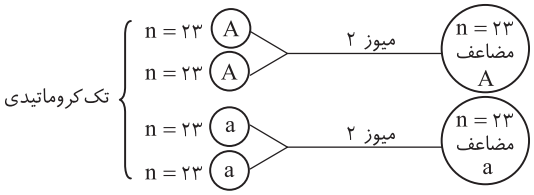
میوز ۱

- در این مرحله **کاهش عدد کروموزومی** رخ می‌دهد.
- از یاختهٔ زایندهٔ دیپلوئید ($2n$) با کروموزوم‌های مضاعف در نهایت دو یاختهٔ هاپلوئید (n) با کروموزوم‌های مضاعف ایجاد می‌شود که غالباً از نظر ژنتیکی با هم متفاوتند.
- در زنان این مرحله از دوران جنینی در تخمدان توسط اوسیت‌های اولیه آغاز شده و در مرحلهٔ پروفاز یک متوقف می‌شود. سپس از شروع بلوغ دوباره هر ماه یک میوز ادامه می‌یابد.
- حاصل این مرحله در زنان ایجاد یک اووسیت ثانویه و یک جسم‌قطبی اول می‌باشد.
- این مرحله در مردان از دوران بلوغ به مقدار فراوان در اسپرماتوسیت‌های اولیه روزانه صورت می‌گیرد که حاصل آن دو اسپرماتوسیت ثانویه است.



میوز ۲

- این مرحله بسیار شبیه میتوز در دو یاخته هاپلوئید می‌باشد.
- در پایان این مرحله مجموعاً چهار یاخته هاپلوئید تک‌کروماتیدی ایجاد می‌شود.
- یاخته‌های حاصل دوبه‌دو به هم شبیه هستند.
- در صورت انجام گرفتن کراسینگ‌اور (در پروفاز ۱)، هر چهار یاخته می‌توانند با هم متفاوت باشند.
- یاخته‌های حاصله حتی اگر تعداد مجموعهٔ کروموزومی زوج داشته باشند، دیگر قدرت انجام میوز دیگری را ندارند ولی در گیاهان و برخی تخمک‌ها در زنبور، قدرت میتوز دارند. به‌طور معمول در جانوران یاختهٔ جنسی می‌باشند و قدرت لقاح دارند.
- در جانوران، فقط در زنبور ماده برخی یاخته‌های حاصل از میوز یعنی برخی تخمک‌های آن‌ها قدرت میتوز و ساخت زنبور نر هاپلوئید را دارند (بکرزایی فصل بعد).
- در زنان این مرحله فقط در صورت برخورد اسپرم به اووسیت ثانویه در لولهٔ رحم رخ می‌دهد که حاصل آن یک گامت است.
- در مردان روزانه به مقدار فراوان در بیضه‌ها رخ می‌دهد که حاصل آن چهار اسپرماتید است.



۲۳۴۹ (۲) هم در مرحلهٔ متافاز میوز ۱ و هم در مرحلهٔ متافاز میوز ۲، کروموزوم‌های دو کروماتیدی توسط رشته‌های دوک در استوای یاخته ردیف می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در آخر مرحلهٔ پروفاز میوز ۲، هر کروموزوم در محل سانترومر و از دو طرف به رشته‌های دوک تقسیم متصل می‌شوند. در صورتی که در آخر پروفاز میوز ۱، پس از تشکیل تتراد، هر کروموزوم در محل سانترومر و از یک طرف به رشته‌های دوک تقسیم متصل می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** در مرحلهٔ آنافاز میوز ۲، با تجزیهٔ پروتئین‌های اتصالی در ناحیهٔ سانترومر، کروماتیدها از هم جدا می‌شوند و در نتیجهٔ این مرحله، تعداد کروموزوم‌ها دو برابر مرحلهٔ متافاز (۲) می‌شود. در آنافاز میوز ۱، تغییری در تعداد کروموزوم‌ها رخ نمی‌دهد چون فقط کروموزوم‌های همتا از هم جدا می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** در تلوفاز میوز ۲ غشای هسته در اطراف کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی شروع به تشکیل شدن می‌کند در حالی‌که در تلوفاز میوز ۱ غشای هسته در اطراف کروموزوم‌های مضاعف (دو کروماتیدی) شروع به تشکیل شدن می‌کند.

بررسی کل میوز یاختهٔ $2n$ ۲۶۵

یاختهٔ $2n$	کروموزوم = سانترومر	کروماتید = مولکول DNA	رشتهٔ نوکلئوتیددار DNA	فشردگی کروموزومی	ویژگی خاص
پروفاز ۱	$2n$ مضاعف	$4n$	$8n$	زیاد می‌شود.	تشکیل تتراد و کراسینگ‌اور
متافاز ۱	$2n$ مضاعف	$4n$	$8n$	به حداکثر می‌رسد.	ایجاد تنوع در گامت‌های حاصله
آنافاز ۱	$2n$ مضاعف	$4n$	$8n$	دارد	جدا شدن کروموزوم همتا مضاعف
هر هستهٔ تلوفاز ۱ (اسپرماتوسیت و اووسیت ثانویه یا اولین جسم‌قطبی)	n مضاعف	$2n$	$4n$	دارد	دو هسته با نصف شدن تعداد کروموزوم
هر یاختهٔ پروفاز ۲	n مضاعف	$2n$	$4n$	دارد	به هر سانترومر کروموزوم مضاعف دو دوک وصل می‌شود.
هر یاختهٔ متافاز ۲	n مضاعف	$2n$	$4n$	حداکثر در میوز ۲	به هر سانترومر کروموزوم مضاعف دو دوک وصل است
هر یاختهٔ آنافاز ۲	$2n$ تک‌کروماتیدی	$2n$	$4n$	دارد	به سانترومر هر کروموزوم تک‌کروماتیدی یک دوک وصل است.
هر یاختهٔ تلوفاز ۲ (اسپرماتید یا تخمک یا دومین جسم‌قطبی) (گرده نارس گیاهان)	n تک‌کروماتیدی	n	$2n$	در آخر فشردگی **کمی** دارد.	هر یاخته دو هسته با کروموزوم تک‌کروماتیدی دارد.

۲۳۵۰ (۲) در انسان، در مرحلهٔ پروفاز میوز ۱ به هر کروموزوم یک رشته دوک متصل می‌شود در حالی‌که در مرحلهٔ پروفاز میوز ۲ به هر کروموزوم ۲ رشتهٔ دوک متصل می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در هر دو مرحلهٔ تلوفاز میوز یک و دو، ۴۶ عدد کروموزوم و سانترومر در کل یاخته دیده می‌شود. **گزینهٔ (۳):** در متافاز میوز یک، ۴۶ کروموزوم دو کروماتیدی دیده می‌شود که هر کدام از آن‌ها به یک رشتهٔ دوک متصل می‌باشند (جمعاً ۴۶ رشته). در متافاز میوز دو، ۲۳ کروموزوم ۲ کروماتیدی دیده می‌شود که هر کدام به دو رشتهٔ دوک متصل می‌باشند. (جمعاً ۴۶ رشته) **گزینهٔ (۴):** در هر دو مرحلهٔ آنافاز میوز یک و آنافاز میوز ۲، ۲۳ کروموزوم در هر قطب یاخته دیده می‌شود.

۲۳۵۱ (۱) فقط مورد (ج) وجه افتراق تقسیم میتوز و میوز ۲ محسوب می‌شود.

بررسی موارد (الف) نادرست. جدا شدن دو کروماتید هر کروموزوم به کمک تجزیهٔ پروتئین‌های اتصالی در ناحیهٔ سانترومر است نه رشته‌های دوک تقسیم! دقت کنید تجزیه و کوتاه شدن رشته‌های دوک تقسیم متصل به کروموزوم‌ها سبب دور شدن و فاصله گرفتن این کروماتیدها از هم می‌شوند. (نه جدا شدن از یکدیگر!) (ب) نادرست. در طی هیچ تقسیم میتوز یا میوزی، مضاعف‌شدن کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی به صورت دوکروماتیدی مشاهده نمی‌شود. این عمل در مرحلهٔ S اینترفاز رخ می‌دهد. (ج) **درست.** تجزیهٔ شبکهٔ آندوپلاسمی در مرحله‌ای میان پروفاز و متافاز در پرومتافاز میتوز رخ می‌دهد. به دلیل عدم وجود مرحلهٔ پرومتافاز در میوز، تجزیهٔ شبکهٔ آندوپلاسمی در میوز ۱ و ۲، را در طی پروفاز در نظر می‌گیریم. (چون کتاب گفته تمام مراحل پروفاز و پرومتافاز در پروفاز میوز رخ می‌دهد.) (د) نادرست. هم در تلوفاز میتوز و هم در تلوفاز میوز ۲، تخریب رشته‌های دوک هم‌زمان با تشکیل پوشش هسته صورت می‌گیرد. (ه) نادرست. تجزیهٔ پروتئین‌های اتصالی در ناحیهٔ سانترومر در مرحله آنافاز میوز ۲ و آنافاز میتوز رخ می‌دهد.

تفاوت‌های میتوز با میوز

۱) برای میتوز یک یاختهٔ جانوری، سانتریول‌ها یک‌بار در اینترفاز مضاعف و همانندسازی می‌شوند ولی برای میوز سانتریول‌ها دو مرحلهٔ مضاعف شدن دارند. یک‌بار قبل از شروع میوز ۱ برای یاختهٔ زایندهٔ اولیه (در اینترفاز) و یک‌بار بین دو مرحلهٔ میوز ۱ و ۲ که برای دو یاختهٔ حاصل از میوز ۱ صورت می‌گیرد. (یعنی برای میوز در سه یاخته سانتریول‌ها مضاعف می‌شوند. یاخته‌ای که وارد میوز ۱ می‌شود و دو یاخته‌ای که وارد میوز ۲ می‌شوند.)

۲) در پروفاز ۱ میوز برخلاف پروفاز میتوز، تتراد تشکیل می‌شود.

۳) در متافاز ۱ میوز، برخلاف متافاز میتوز، آرایش کروموزوم‌های تترادی در استوای یاخته قرار می‌گیرند (اما در میتوز به دلیل نبود تتراد، کروموزوم‌ها تنها کنار هم و در یک لایهٔ کروموزومی هستند و روی هم قرار نمی‌گیرند).

۴) در آنافاز ۱ میوز برخلاف آنافاز میتوز، کروموزوم‌های همتا مضاعف از هم جدا می‌شوند و پروتئین‌های اتصالی سانترومر تجزیه نمی‌شوند. در این مرحله از میوز ۱، عدد کروموزومی یاخته برخلاف میتوز، دو برابر نمی‌شود.

۵) در تلوفاز ۱ میوز برخلاف تلوفاز میتوز، هر هسته دچار کاهش عدد کروموزومی می‌شود و هنوز دارای کروموزوم مضاعف می‌باشد.

نکته

دو مرحلهٔ آخر هر تقسیم میتوز و میوز (آنافاز ۲ و تلوفاز ۲) کروموزوم‌ها تک‌کروماتیدی می‌باشند.

۲۳۵۲ :(۲) این سؤال به بررسی حالات تقسیم میوز در جانداران مختلف می‌پردازد. یاختهٔ حاصل از میوز یک، به‌طور حتم دارای کروموزوم‌های دو کروماتیدی می‌باشد بنابراین دیگر همانندسازی نمی‌کند و وارد مرحلهٔ S چرخهٔ یاخته‌ای نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در بکرزایی و همچنین در گیاهان، یاخته‌های حاصل از میوز ۲ توانایی انجام تقسیم میتوز را دارند این یاخته‌ها وارد مرحلهٔ S چرخهٔ یاخته‌ای هم می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** اگر تعداد مجموعه‌های کروموزومی یاخته‌ای که وارد تقسیم میوز یک می‌شود، ۴، ۶، ۸، ... باشد، کروموزوم‌های همتا در انتهای میوز یک و دو مشاهده خواهندشد. در حقیقت یاختهٔ حاصل از میوز آن‌ها کروموزوم همتا خواهد داشت. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که معمولاً در انتهای میوز یک تقسیم سیتوپلاسم صورت می‌گیرد، پس یاختهٔ حاصل از این تقسیم می‌تواند تقسیم سیتوپلاسم را نگذارنده باشد.

۲۳۵۳ :(۴) در مرحلهٔ پروفاز ۱ تتراد تشکیل شده و سپس و در این مرحله غشای هسته و شبکهٔ آندوپلاسمی توسط آنزیم‌هایی تجزیه می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در آنافاز میوز ۱ عدد کروموزومی هر قطب یاخته کم می‌شود. در آنافاز میوز ۲ تعداد سانترومرها زیاد می‌شوند دقت کنید که آنافاز ۱ و ۲ هسته ندارند. **گزینهٔ (۲):** در زنبور نر بالغ تقسیم میوز نداریم و تقسیم یاخته‌های جنسی از طریق میتوز صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۳):** این مرحله بیانگر مرحلهٔ آنافاز ۲ است و در آنافاز کروموزوم‌ها در استوای یاخته ردیف نمی‌شوند بلکه در متافاز ردیف می‌شوند.

۲۳۵۴ :(۳) در مرحلهٔ متافاز ۱ تتراد‌ها در **استوای** یاخته ردیف می‌شوند. متافاز ۱ قبل از آنافاز ۱ و بعد از پروفاز ۱ قرار دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اگر یاختهٔ مورد نظر گیاهی باشد، فاقد سانتریول است. **گزینهٔ (۲):** در پروفاز ۱ پوشش هسته و شبکهٔ آندوپلاسمی زبر به‌طور کامل تجزیه می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** در آنافاز ۱، تنها کروموزوم‌های همتا از هم جدا می‌شوند ولی به تعداد کروموزوم‌ها اضافه نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** در پروفاز (۱) به دلیل اینکه کروماتیدها از هم جدا نمی‌شوند، به هر سانترومر یک رشتهٔ دوک متصل می‌شود.

۲۳۵۵ :(۳) عبارت سؤال **نادرست** است، زیرا در مرحلهٔ آنافاز **برخی** رشته‌های دوک دارای بیشترین طول خود می‌باشند ولی قرارگیری آن‌ها در استوای یاخته در مرحلهٔ متافاز اتفاق می‌افتد. از طرفی در بین میوز ۱ و ۲ مرحله‌ای برای همانندسازی دنا نمی‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مرحلهٔ پروفاز میوز ۲ رشته‌های پروتئینی دوک به پروتئین‌های سانترومر متصل می‌شوند. در این مرحله تعداد سانترومرها نصف تعداد کروماتیدها می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** در مراحل پروفاز، متافاز و آنافاز میوز ۱، یک رشتهٔ دوک به هر کروموزوم متصل است. جدا شدن کروماتیدهای خواهری در مرحلهٔ آنافاز میوز ۲ رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** منظور، یاختهٔ جانوری است که هم بین دو مرحلهٔ میوز همانندسازی و دو برابر شدن سانتریول دارد و هم کمربند انقباضی آن توسط پروتئین‌های اکتین و میوزین ایجاد می شود.

۲۳۵۶ :(۲) در تلوفاز ۱ و ۲ هنوز تقسیم سیتوپلاسم نشده است و هر هسته یک مجموعهٔ کروموزوم دارد، در نتیجه کل یاخته دارای دو مجموعه کروموزوم است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌ای که متافاز ۲ را انجام می‌دهد هاپلوئید است و یک مجموعهٔ کروموزومی دارد. **گزینهٔ (۳):** در آنافاز ۱ کروماتیدها از هم جدا نمی‌شوند و بعد از آن در یاخته دو مجموعهٔ کروموزومی مضاعف دیده می‌شود. در آنافاز ۱ کروماتیدها از هم جدا می‌شوند و بعد از آن در یاخته دو مجموعهٔ کروموزومی با کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی مشاهده می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** در هر دو مرحلهٔ ذکر شده کروموزوم‌های مضاعف به رشته‌های دوک متصل می‌شوند.

۲۳۵۷ :(۱) موارد (الف)، (ب) و (ج) وجه تمایز این دو تقسیم و مورد (د) وجه اشتراک این دو تقسیم است.

بررسی موارد (الف) تنها در پروفاز میوز ۱ کروموزوم‌ها از طول در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند و فشره می‌شوند و ساختار تتراد را ایجاد می‌کنند. (ب) برای تقسیم میوز ۱ به دلیل ایجاد حالت تتراد، هر کروموزوم مضاعف به یک رشتهٔ دوک متصل است. در تقسیم میتوز کروموزوم‌های مضاعف از دو جهت به دو رشتهٔ دوک اتصال دارند. (ج) در تقسیم میتوز برخلاف میوز ۱ کروماتیدهای خواهری با تجزیهٔ پروتئین اتصالی در ناحیهٔ سانترومر از یکدیگر جدا می‌شوند. (د) در هر دو نوع تقسیم در مرحلهٔ متافاز، در استوای یاخته دو مجموعهٔ کروموزومی قابل مشاهده می‌باشد.

۲۳۵۸ :(۲) در مرحله آنافاز ۱ برای اولین بار شکل یاخته دراز و دوکی‌شکل می‌شود. در ابتدای این مرحله ساختار تتراد از بین می‌رود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تقسیم سیتوپلاسم زنان برای تخمک‌زایی، بعد از میوز ۱ و ۲ به‌صورت نامساوی صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۳):** در مرحلهٔ پروفاز میوز ۱ رشته‌های دوک برای اولین‌بار کامل می‌شوند. در این مرحله از میوز ۱ بعد از تجزیهٔ غشای هسته، رشته‌های دوک به سانترومرها متصل می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** ریزلوله‌های پروتئینی دوک ساختارهای جداکنندهٔ کروموزوم‌ها از حالت تتراد می‌باشند که در مرحلهٔ تلوفاز توسط پروتئازها تجزیه می‌شوند و بعد از ایجاد پوشش هسته، ۴۶ کروماتید درون هر هستهٔ یاختهٔ تازه تشکیل شده قرار دارند.

۲۳۵۹ :(۱) فقط مورد (د) به درستی تکمیل می‌کند.

بررسی گزینه‌ها (الف) در یاخته‌های اسپرماتوسیت ثانویه طبق شکل ۲ صفحهٔ ۹۹ یازدهم بزرگ‌ترین بخش اسپرماتوسیت‌ها هسته هست و ما قبل از پروفاز شروع افزایش فشردگی در کروماتین نداریم چون کروموزوم‌ها مضاعف هستند و بین میوز (۱) و (۲) مراحل اینترفاز وجود ندارد. (ب) در یاخته‌های گیاهی سانتریول وجود ندارد. (ج) تبادل اطلاعات بین کروماتیدهای غیرخواهری یا همان کراسینگ‌اور در مرحلهٔ پروفاز (۱) است نه آنافاز که کروموزوم‌ها جدا می‌شوند. (د) در تلوفاز، دو یاختهٔ دو هسته‌ای با هسته‌های دارای محتوای ژنتیکی یکسانی دیده می‌شود که کروموزوم به علت تشکیل پوشش هسته با مایع سیتوپلاسمی در ارتباط نیستند.

۲۳۶۰ :(۱) در انتهای میوز ۱ اووسیت ثانویه تولید می‌شود. با فشرده شدن کروماتین‌ها و کوتاه و قطور شدن آن‌ها در مرحلهٔ پروفاز، فاصلهٔ سانترومر تا انتهای آن‌ها کم می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در زنبور نر برای تولید گامت، تقسیم **میتوز** صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۳):** طی میوز ۲ اسپرماتیدها که یاخته‌های دارای هستهٔ قلبی شکل هستند تولید می‌شوند. در میوز ۲ یاختهٔ دیپلوئید وجود ندارد و همهٔ یاخته‌ها هاپلوئید هستند. **گزینهٔ (۴):** میوز ۲ توسط اووسیت ثانویه در لوله‌های رحمی رخ می‌دهد. پروتئین‌های نقطهٔ وارسی فعالیت‌های مربوط به تقسیم یاخته را مدیریت می‌کنند.

۲۳۶۱ :(۴) در هر قطب یاخته در مرحلهٔ آنافاز (۱)، یک جفت (۲ عدد) سانتریول وجود دارد که رشته‌های دوکی را ایجاد کرده‌اند. این رشته‌های دوک، در این مرحله (آنافاز ۱) به فام‌تن‌های مضاعف و دوفامینکی متصل‌اند و در پی کوتاه شدن آن‌ها، کروموزوم‌های همتا در مجاورت سانتریول‌ها قرار می‌گیرند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید که در صورت ادامهٔ این فرایند، در این یاخته فقط در پروفاز ۲ ممکن است رشته‌های دوک تقسیم، به سانترومرها متصل **شوند**، اما نکتهٔ مهم این است که در زنان بالغ، ورود این یاخته به میوز ۲ حتمی نیست، یعنی ممکن است یاخته، میوز ۱ را تمام کند و پس از آن به میوز ۲ وارد نشود. (میوز ۲ زنان فقط در اثر برخورد اسپرم به یاختهٔ حاصل از میوز (۱) شروع می‌شود.) پس نمی‌توان این مورد را به‌طورحتم در رابطه با این یاخته بیان کرد. **گزینهٔ (۲):** توجه کنید که انجام فرایند کراسینگ‌اور در پروفاز ۱ دیده می‌شود که این یاخته از آن مرحله عبور کرده است، پس دیگر نمی‌تواند تحت تأثیر کراسینگ‌اور قرار بگیرد. **گزینهٔ (۳):** دقت کنید که به‌طور طبیعی در طی هر دورهٔ جنسی، فقط یک اووسیت ثانویه از تخمدان به یکی از لوله‌های رحمی آزاد می‌شود. پس این یاخته می‌تواند حداکثر ۱ عدد گامت را درون لولهٔ رحمی ایجاد کند. (نه گامت‌ها!)

۲۳۶۲ (۱) در تمام مراحل تخمک‌زایی، طی هر مرحله متافاز، کروموزوم‌های دو کروماتیدی در وسط (سطح استوایی) یاخته ردیف می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ آنافاز میوز ۱ اووسیت اولیه، تجزیهٔ پروتئین‌های اتصالی محل سانترومر و مضاعف شدن تعداد کروموزوم‌های یاخته رخ نمی‌دهد. **گزینهٔ (۳):** در مرحله تلوفاز میوز ۱ اووسیت اولیه، در اطراف کروموزوم‌هایی با یک سانترومر و چهار (نه دو) رشته پلی‌نوکلئوتیدی، پوشش هسته ایجاد می‌شود. (چون یاخته‌های حاصل دارای کروموزم مضاعف یا دوکروماتیدی هستند.) **گزینهٔ (۴):** در طی تخمک‌زایی، همان‌طور که می‌دانید، تقسیم سیتوپلاسم به صورت نابرابر بین اووسیت ثانویه و نخستین جسم‌قطبی صورت می‌گیرد، پس در طی تقسیم‌های سیتوپلاسم برای تخمک‌زایی، گروهی از پروتئین‌های اکتین و میوزین در قسمت میانی یاخته، کمربند انقباضی تشکیل نمی‌دهند.

۲۳۶۳ (۳) نخستین مقدمات تقسیم سیتوپلاسم در یاخته‌های گیاهی در مرحلهٔ **آنافاز** فراهم می‌شود. در این مرحله رشته‌های دوک به کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی اتصال دارند.

نکته

در یاخته‌های جانوری تقسیم سیتوپلاسم از اواخر مرحلهٔ تلوفاز آغاز می‌شود، اما در گیاهی‌ها از آنافاز شروع می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مرحلهٔ تلوفاز (نه آنافاز) پوشش هسته‌ای در اطراف کروموزوم‌ها بازسازی می‌شود. همچنین دقت کنید این پوشش هسته‌ای در اطراف هر مجموعهٔ کروموزومی تشکیل نمی‌شود بلکه اگر هسته دیپلوئید باشد هر دو مجموعهٔ کروموزومی را دربر می‌گیرد. **گزینهٔ (۲):** در تلوفاز (نه آنافاز) کروموزوم‌ها شروع به باز شدن می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ متافاز (نه آنافاز) کروموزوم‌ها در وسط یاخته ردیف می‌شوند.

۲۳۶۴ (۲) در این سؤال دقت کنید که یاختهٔ اولیه طی میوز دچار پلی‌پلوئیدی شدن شده است، پس یاختهٔ $2n$، دارای دو گامت $2n$ و دو گامت خالی از کروموزوم می‌شود، ولی اگر گامت‌های $2n$ با هم لقاح کنند. تخم $4n$ و آندوسپرم $6n$ ایجاد می‌شود ولی پوستهٔ دانه مانند والد ماده $2n$ است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پوستهٔ $2n$ از والد ماده است. **گزینهٔ (۲):** آندوسپرم گلوتن‌دار آن $6n$ است. **گزینهٔ (۳):** رویان $4n$ است و برای هر جایگاه ژنی، ۴ اللی دارد. **گزینهٔ (۴):** آندوسپرم آن $6n$ است.

۲۳۶۵ (۳) موارد (ب) و (ج) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. در مورد گیاه گندم زراعی $6n$ این مورد صحیح نیست چون گامت‌ها به‌طور عادی $3n$ و دارای کروموزوم همتا هستند. (ب) **درست.** چون یاختهٔ زایشی دانهٔ گرده در لولهٔ گرده تقسیم میتوز انجام می‌دهد و تتراد ایجاد نمی‌کند. (ج) **درست.** در صورتی که یاختهٔ زیادی ایجاد کرده باشند یا محیط نامناسب باشد حتی این یاخته‌ها نیز به‌طور موقت یا دائم وارد G_0 می‌شوند. (د) نادرست. زنبور نر هاپلوئید است و توانایی میوز و انجام کراسینگ‌اور ندارد.

۲۳۶۶ (۱) در هر متافاز و در هر تقسیمی، رشته‌های دوک به سانترومر کروموزوم‌های مضاعف متصل هستند ولی گزینهٔ (۲) نادرست است چون در مورد تلوفاز ۱ و ۲ فرد مبتلا به سندرم داون رخ می‌دهد که دو نوع یاختهٔ ۲۲ و ۲۴ کروموزومی ایجاد می‌کند. گزینهٔ (۳) نادرست است چون مضاعف شدن کروموزوم‌ها در S رخ می‌دهد و گزینهٔ (۴) نیز نادرست است چون که عامل جدا شدن کروماتیدها و دو مولکول دنا تجزیهٔ پروتئین اتصالی در ناحیهٔ سانترومر است و با کوتاه شدن ریزلوله‌ها این دو کروماتید و مولکول دنا از هم فاصله می‌گیرند.

چند نکته در بررسی تست‌ها

- رشته‌های ریزلوله‌ای که دوک نیستند، همیشه در اطراف سانتریول‌ها وجود دارند.
- یاخته‌های حاصل از میوز، قطعاً با هر عدد کروموزومی که باشند، دیگر توانایی انجام **میوز بعدی** را ندارند ولی در گیاهان محصول میوز، یاخته یا یاخته‌هایی می‌باشند که قدرت رشد یا میتوز با ورود به اینترفاز دارند. در جانوران، محصول میوز، یاخته‌های جنسی می‌باشند که معمولاً قدرت لقاح دارند.
- یک میوز کامل در مردان ۴ اسپرم یا یاختهٔ جنسی نر هم‌اندازه ایجاد می‌کند ولی در زنان یک یاختهٔ جنسی ماده (تخمک) بزرگ و سه جسم‌قطبی کوچک ایجاد می‌شود. (دقت کنید که همهٔ هسته‌های حاصله تعداد کروموزوم برابر دارند ولی تفاوت ممکن است در حجم سیتوپلاسم یاخته‌های حاصله اتفاق بیفتد.)
- در تست‌ها دقت کنید که مثلاً اگر گیاهی مثل گل مغربی، تتراپلوئید یا $4n$ بود، یاخته‌های حاصل از میوز آن به صورت $2n$ و حاوی کروموزوم‌های همتا می‌باشند، ولی این یاخته‌ها با اینکه $2n$ هستند، ولی بار دیگر قدرت میوز بعدی و ایجاد یاختهٔ n را ندارند.

۲۳۶۷ (۴) چون یاخته‌های حاصل از میوز در ایجاد نسل بعد نقش مستقیم دارند از اهمیت بیشتری برخوردارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تقسیم یاخته‌ای با دقت زیادی انجام می‌شود اما **به ندرت**، اشتباهاتی در روند تقسیم روی می‌دهد. **گزینهٔ (۲):** پلی‌پلوئیدی شدن و با هم ماندن کروموزوم‌ها، فقط **نمونه‌هایی** از خطاهای میوزی‌اند. **گزینهٔ (۳):** اشتباه در روند تقسیم، در تقسیم میتوز **همانند** تقسیم میوز، روی می‌دهد.

جهش

هرگونه تغییر در مادهٔ ژنتیکی یاخته را **جهش** می‌گویند. این جهش می‌تواند سبب تغییر در **یک یا چند نوع نوکلئوتید ژن** باشد که به آن جهش کوچک (ژنی) می‌گویند که در سال بعد آن را مطالعه می‌کنیم ولی نوعی دیگر نیز **جهش بزرگ** است که می‌تواند تغییر در **ساختار** یک کروموزوم یا تغییر در **تعداد** کروموزوم‌ها باشد (تغییر در ساختار کروموزوم را در سال آینده بررسی می‌کنید).

تغییر در تعداد کروموزوم

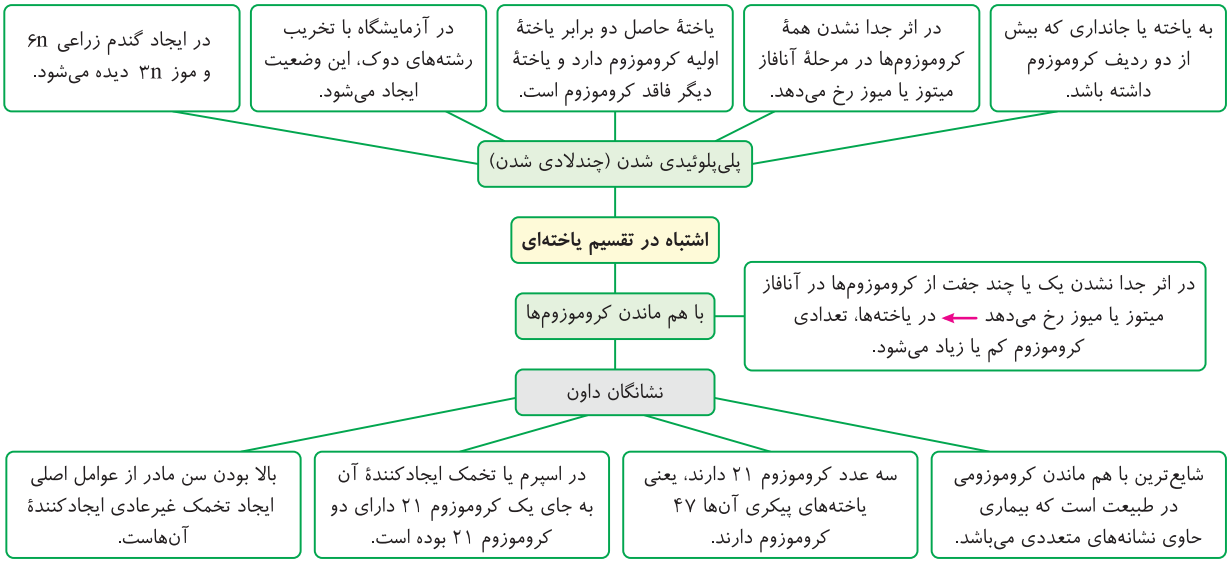
با اینکه تقسیم یاخته‌ای با دقت زیاد انجام می‌شود ولی **به ندرت** ممکن است در روند جدا شدن کروموزوم‌ها در **میتوز یا میوز** اشتباهاتی رخ دهد و در نتیجه تعداد یک یا چند کروموزوم بیشتر به یک یاخته برسد. این تغییرات به‌طور حتم با کاریوتیپ قابل بررسی می‌باشند.

نکته

اشکال در تقسیم میتوز سبب می‌شود خود فرد دچار مشکل شود (در ضمن، ایراد یک یاخته بین میلیاردها یاخته به چشم نمی‌آید و تأثیری هم ندارد) ولی اشکال در تقسیم میوز می‌تواند سبب اشکال در یاختهٔ جنسی و تولید فرزند و اشکال در نسل بعد شود. به همین دلیل **اختلالات میوزی اهمیت بیشتری دارند.** از اختلالات تغییر در تعداد کروموزوم‌ها، دو نوع پلی‌پلوئیدی شدن (چند لادی شدن) و با هم ماندن کروموزوم‌ها را بررسی می‌کنیم.

۲۳۶۸ :(۱) در چندلادی شدن طی آنافاز، همهٔ کروموزوم‌ها بدون آن که از هم جدا شوند به یک یاخته می‌روند و آن یاخته دو برابر کروموزوم خواهد داشت.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در چندلادی شدن، در **آزمایشگاه**، می‌توان با تخریب رشته‌های دوک، این وضعیت را ایجاد کرد. **گزینهٔ (۳):** در با هم ماندن کروموزوم‌ها، به دنبال با هم ماندن **یک یا چند** کروموزوم در آنافاز میتوز یا میوز، نشانگان داون می‌تواند ایجاد شود. **گزینهٔ (۴):** در با هم ماندن کروموزوم‌ها، یاخته‌های پیکری افراد مبتلا به نشانگان داون، از **کروموزوم شماره ۲۱**، ۳ عدد دارند.



۲۳۶۹ :(۲) موارد (ب) و (د) صحیح است. عبارت صورت سؤال نادرست است. به یاخته یا جانداری که یاخته‌های آن بیش از دو مجموعه کروموزوم داشته باشد، چندلاد می‌گویند مانند **گندم زراعی** $6n$ **و موز** $3n$. (برو چشمات رو بشور عزیزم، جای $3n$ و $6n$ رو عوض کردیم تو متن سؤال!)

بررسی موارد (الف) در سندروم داون، کروموزوم اضافی باید حتماً **شماره ۲۱** باشد! (ب) بالا بودن سن مادران در هنگام بارداری، از عوامل مهم جدا نشدن کروموزوم‌های ۲۱ هنگام میوز است. (ج) دخانیات، الکل، مجاورت با پرتوهای مضر و آلودگی‌ها می‌توانند سبب وقوع خطای کاستمانی در **هر دو جنس** شوند. (د) با افزایش سن مادر، احتمال وقوع خطای میوزی در تشکیل یاخته‌های جنسی وی بیشتر می‌شود.

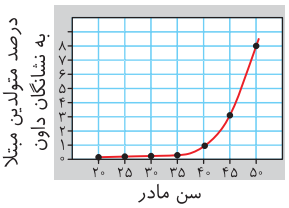
• نمونهٔ معروف با هم ماندن کروموزوم‌ها (نشانگان داون)

تریزومی

نشانگان به معنی یک بیماری با نشانه‌های مختلف می‌باشد. اگر در اثر تقسیم میوز پدر یا **اغلب مادر** در مرحلهٔ آنافاز ۱ میوز، جفت کروموزوم ۲۱ آن‌ها جدا نشود، اسپرم یا تخمک حاصله یک کروموزوم ۲۱ بیشتر می‌تواند داشته باشد. این حالت به دلیل شرایط خاص گامت‌زایی در زنان، بیشتر در اثر اختلال در میوز مادر رخ می‌دهد و با **افزایش سن مادر** احتمال این اختلال بیشتر می‌شود. زیگوت حاصله از آن‌ها ۴۷ کروموزوم دارد یعنی یک کروموزوم غیرجنسی **جفت شماره ۲۱** (تریزومی ۲۱) را اضافه دارند. این بیماری ربطی به پسر یا دختر شدن فرد ندارد و احتمال ابتلا در فرزند دختر و پسر یکسان است. این افراد درجات مختلفی از عقب افتادگی ذهنی و جسمی دارند.

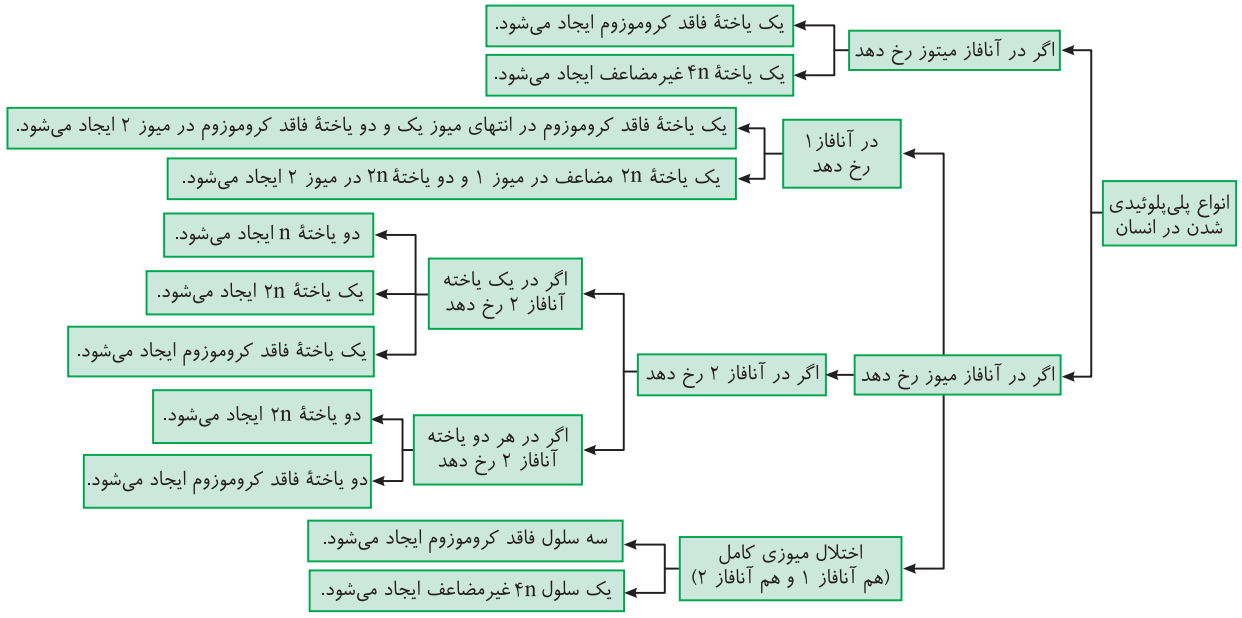
نکته

- دخانیات، الکل و مجاورت با پرتوهای مختلف و آلودگی‌ها از عوامل محیطی هستند که در روند جدا شدن کروموزوم‌ها در هر دو جنس در میتوز و میوز و ایجاد یاختهٔ جنسی مناسب اختلال ایجاد می‌کنند.
- در افراد مبتلا به نشانگان داون فقط جفت کروموزوم‌های ۲۱ به صورت تریزومی درآمده‌اند ولی سایر کروموزوم‌ها به صورت دیپلوئید و دوتایی می‌باشند.
- با توجه به نمودار احتمال تولد فرزند داون از مادر ۴۵ ساله ۳٪ ولی در مادر ۴۰ ساله ۱٪ می‌باشد ولی در یک زن ۲۵ ساله تقریباً احتمال تولد فرزند مبتلا به نشانگان داون یک هزارم می‌باشد.



۲۳۷۰ :(۳) باهم ماندن کروموزوم‌ها در مراحل آنافاز میوز ۱ و میوز ۲ می‌تواند رخ دهد؛ پس تا اینجا مشخص شد منظور صورت سؤال آنافاز میوز ۲ است چرا؟ دقت کنید که دو حالت وجود دارد: (۱) اگر باهم ماندن در آنافاز میوز ۱ رخ دهد، هیچ یک از گامت‌های حاصل، عدد کروموزومی طبیعی ندارند. (۲) اگر باهم ماندن در یک یاختهٔ آنافاز میوز ۲ رخ دهد، نیمی از گامت‌های حاصل، عدد کروموزومی طبیعی ندارد و نیمی دیگر دارای عدد کروموزومی طبیعی هستند. پس منظور صورت سؤال مرحلهٔ آنافاز میوز ۲ است. تعداد کروموزوم‌های موجود در یاخته، در ابتدای این مرحله با انتهای آن متفاوت است. چون با جدا شدن کروماتیدهای خواهری در این مرحله تعداد کروموزوم‌ها و سانترومرها دوبرابر می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ساختارهای چهار کروماتیدی در مرحلهٔ پروفاز از تقسیم میوز ۱، ایجاد می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** امکان افزایش حداکثری میزان فشردگی کروموزوم‌ها در مرحلهٔ متافاز از تقسیم وجود دارد. **گزینهٔ (۴):** در پی کوتاه شدن رشته‌های دوک تقسیم در مرحلهٔ آنافاز میوز ۱، کروموزوم‌های همتا به قطبین یاخته حرکت می‌کنند.



۲۳۷۱: (۱) در صورت باهم ماندن برخی از کروموزوم‌ها در آنافاز میتوز، از یک یاختهٔ $2n=14$، دو یاخته حاصل می‌شوند که عدد کروموزومی این دو یاخته هیچگاه دوبرابر هم نخواهد بود چون طی پلی‌پلوئیدی شدن که همهٔ کروموزوم‌ها جدا نمی‌شوند، یکی از یاخته‌ها دو برابر کروموزوم $2n=28$ دارد و یاختهٔ دیگر کروموزوم ندارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در صورت باهم ماندن کروماتیدهای یک کروموزوم در آنافاز میوز ۲، ما چهار یاخته در نهایت خواهیم داشت که نیمی دارای عدد کروموزومی $n=7$ و از دو یاختهٔ باقی‌مانده یکی $n=6$ و دیگری $n=8$ است. **گزینهٔ (۳):** در صورت باهم ماندن یک جفت کروموزوم همتا در آنافاز میوز ۱، ما چهار یاخته در نهایت خواهیم داشت که نیمی دارای عدد کروموزومی $n=6$ و نیمی دیگری $n=8$ است. **گزینهٔ (۴):** در صورتی که جدا نشدن همهٔ کروموزوم‌های همتا را در آنافاز میوز ۱ داشته باشیم، ۴ یاخته ایجاد می‌شود که دو یاختهٔ حاصل، فاقد هسته و کروموزوم‌اند و دو یاختهٔ دیگر هر کدام دارای دو مجموعه کروموزومی $(2n=14)$ در درون هستهٔ خود هستند.

نکته

- به صورت **مصنوعی** در اثر **تخریب رشته‌های دوک** می‌توان یاختهٔ پلی‌پلوئیدی در آزمایشگاه ایجاد کرد.
- گندم زراعی $6n$ و موز $3n$ جانداران پلی‌پلوئید هستند که موزهای $3n$ دارای دانه‌های ریز نارس می‌باشند. البته در سال بعد نیز یک مورد به نام گل مغربی $4n=28$ می‌خوانید که از جهش طبیعی در طبیعت ایجاد و سبب گونه‌زایی شده است.

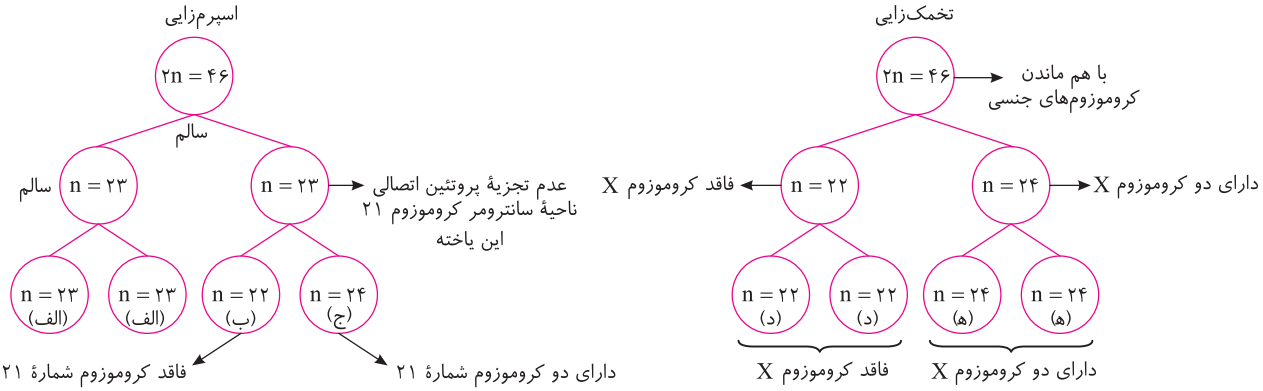
تغییر در تعداد کروموزوم از نوع با هم ماندن کروموزوم‌ها

در این حالت فقط **یک یا چند کروموزوم** در مرحلهٔ **آنافاز** (میتوز یا میوز) از هم جدا نمی‌شوند و یاخته‌های حاصل **کمبود یا افزایش** در یک یا چند کروموزوم دارند.

مثال اگر در اثر میوز انسان، جفت کروموزوم‌های ۳ و ۲۱ جدا نشوند، اسپرم‌هایی با چند کروموزوم ایجاد می‌شوند؟ و در اثر لقاح با تخمک عادی چه زیگوت‌هایی ایجاد می‌کنند؟

پاسخ در این حالت نیمی از اسپرم‌ها دو کروموزوم اضافی و نیم دیگر، دو کروموزوم کم دارند. در حالت عادی اسپرم انسان ۲۳ کروموزوم دارد پس در این حالت یک نوع اسپرم‌های ۲۵ کروموزومی و نوعی هم اسپرم‌های ۲۱ کروموزومی حاصل می‌شوند. در مورد قسمت دوم سؤال نیز کافی است این اسپرم‌ها را با تخمکی عادی که ۲۳ کروموزوم دارد آمیزش دهید که تخم‌های ۴۸ یا ۴۴ کروموزومی ایجاد می‌کنند.

۲۳۷۲: (۴) شکل سمت راست فرایند تخمک‌زایی و شکل سمت چپ فرایند اسپرم‌زایی را نشان می‌دهد.



دقت کنید که فرد مبتلا به سندروم داون، دارای سه کروموزوم شمارهٔ ۲۱ بوده و سایر کروموزوم‌هایش طبیعی می‌باشند، بنابراین ۴۷ کروموزوم دارد. یاختهٔ تخمی با این مشخصات از این گامت‌ها تولید نخواهد شد. سایر گزینه‌ها با توجه به شکل بالا ممکن می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اگر گامت‌های (ب) با (ه)! لقاح کنند تعداد کروموزوم ۴۶تا می‌شود. **گزینهٔ (۲):** اگر گامت‌های (ه) با اسپرم‌های xدار لقاح کنند حاوی ۳تا x می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** اگر گامت (ب) با گامت (د) لقاح کند کروموزوم ۲۱ و ۲۳ آن کمتر از حد نرمال است.

۲۳۷۳: ۴) کوچک‌ترین کروموزوم، کروموزم شمارهٔ ۲۱ و ۲۲ است و این اختلال در فرزندان به دلیل زیاد بودن یک کروموزوم شمارهٔ ۲۱ در گامت یکی از والدین است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پلی‌پلوئیدی شدن در اثر اختلال در فعالیت رشته‌های دوک‌های تقسیم یا از بین رفتن آن‌ها در مرحلهٔ آنافاز رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۲):** پلی‌پلوئیدی بودن همواره یک ناهنجاری نیست مانند گیاه گندم که در هر یاخته ۶ مجموعه کروموزومی دارد. **گزینهٔ (۳):** برخی مواقع امکان دارد ناهنجاری‌ها به نسل بعد منتقل نشوند.

۲۳۷۴: ۳) تخریب رشته‌های دوک منجر به پلی‌پلوئیدی شدن می‌شود. با پلی‌پلوئیدی شدن در میوز ۱ در یاخته‌ای دیپلوئید، یک یاخته فاقد مجموعهٔ کروموزومی و یک یاخته دارای دو مجموعهٔ کروموزومی تشکیل می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تقسیم میوز با کاهش تعداد کروموزوم‌های یاخته‌های تولیدی همراه است، ولی نوعی ناهنجاری نمی‌باشد. **گزینهٔ (۲):** در با هم ماندن کروموزوم‌ها یک یا چند کروموزوم در مرحلهٔ آنافاز از هم جدا نشده‌اند. **گزینهٔ (۴):** یاخته‌های مربوط به جانداران پلی‌پلوئید، بیشتر از دو مجموعهٔ کروموزومی دارند و در این جانداران پلی‌پلوئید بودن نوعی ناهنجاری نیست.

۲۳۷۵: ۲)

نکتهٔ مهم

در بررسی کاریوتیپ یک فرد سالم، با افزایش شمارهٔ کروموزوم‌ها، اندازهٔ آن‌ها کاهش می‌یابد. بنابراین بزرگ‌ترین کروموزوم، کروموزوم شمارهٔ ۱ است و کوچک‌ترین کروموزوم هم کروموزوم جنسی Y می‌باشد. جهش مضاعف‌شدگی نوعی جهش کروموزومی ساختاری می‌باشد (فصل ۴ دوازدهم) که در آن قسمتی از یک کروموزوم به کروموزوم **همتا** جابجا می‌شود، بطوریکه که در کروموزوم همتا دو نسخه از آن قسمت دیده می‌شود. دقت کنید که کروموزوم Y با کروموزوم X همتا نمی‌باشد و نمی‌تواند دچار این نوع جهش شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** جایگاه ژن‌های گروه‌خونی Rh بر روی کروموزوم ۱، و جایگاه ژن‌های گروه خونی ABO بر روی کروموزوم‌های شماره ۹ می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** تمام یاخته‌های هسته‌دار سالم، کروموزوم شماره ۱ را دارند اما یاخته‌ای داریم که کروموزوم Y را ندارد؛ چه یاخته‌ای؟ برخی یاخته‌های جنسی (اسپرم‌ها) **گزینهٔ (۴):** در طی تقسیم میوز ۱، کروموزوم‌های همتا با هم ساختاری چهارکروماتیدی به نام چهارتایه یا تتراد تشکیل می‌دهند. دقت کنید که کروموزوم‌های X و Y با اینکه با هم همتا نیستند، اما حالت آرایش چهارکروماتیدی مشابه تتراد تشکیل می‌دهند.

۲۳۷۶: ۴) همهٔ موارد نادرست است.

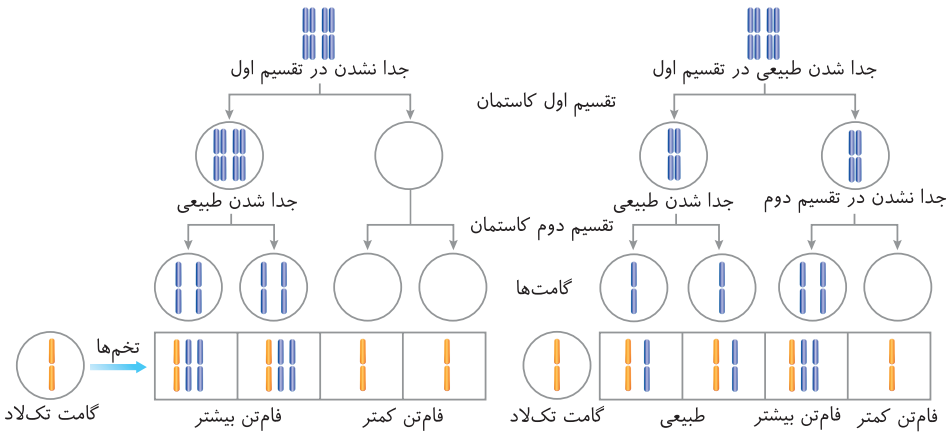
بررسی موارد (الف) ممکن است مادر دارای سن بالایی نباشد و دچار با هم ماندن کروموزوم‌ها شده باشد یا اینکه این ناهنجاری در حین تشکیل یاختهٔ جنسی در بدن پدر رخ داده باشد و اسپرم لقاح داده، یک کروموزوم شمارهٔ ۲۱ اضافه داشته باشد. (ب) برخی یاخته‌های پیکری فاقد هسته و برخی چند هسته‌ای می‌باشند. (ج) فرد ذکر شده مؤنث می‌باشد، درنتیجه در بدن این فرد کروموزوم Y که کروموزوم جنسی کوچک‌تر است، وجود ندارد. (د) دقت کنید اگر اسپرمی ۲۴ **نوع** کروموزوم دارد یعنی طی با هم ماندن x و y به همراه ۲۲ نوع کروموزوم غیرجنسی به آن رسیده است.

۲۳۷۷: ۳) همهٔ موارد به‌جز مورد (د) نادرست هستند. طی این سؤال مشخص است که خانه از پای‌بست ویران است و در آنافاز یک این اختلال رخ داده است که همهٔ گامت‌ها غیرعادی شده‌اند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** در مرحلهٔ آنافاز یک، فقط یک یاخته وجود دارد. (ب) **نادرست.** همواره در مراحل آنافاز در هر قطب یاخته، به هر سانترومر، یک دوک متصل است. (ج) **نادرست.** جدا شدن دو ژن **مختلف** A و a که روی دو کروموزوم همتا می‌باشد، فقط در مرحلهٔ آنافاز ۱ رخ می‌دهد. (د) درست. در آنافاز ۱ این یاخته در انسان ۴۶ کروموزوم دارد که یک قطب ۲۴ و قطب دیگر ۲۲ کروموزوم دارد ولی در آنافاز ۲ دو یاخته ایجاد می‌شود که یکی با جدا شدن کروماتیدهای خواهری دارای ۴۴ و دیگری دارای ۴۸ کروموزوم می‌شود که هیچ‌کدام مشابه یاختهٔ اولیه نیستند.

۲۳۷۸: ۴) فقط کافی است کمی زرنگ باشید! اگر خطای میوزی در میوز اول روی دهد، **گامت طبیعی نخواهیم داشت** و این گزینه جواب تست است! به همین سادگی!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** واضح است که اگر خطای میوزی در یکی از تقسیمات میوز ۲ روی دهد، گامت‌های حاصل از دیگر تقسیم میوز ۲ طبیعی خواهند بود. **گزینهٔ (۲):** اگر خطای میوزی در یکی از میوزهای ۲ روی دهد، از چهار گامت حاصل دوتا طبیعی، یکی با تعداد کروموزوم بیشتر و یکی با تعداد کروموزوم کمتر از حالت طبیعی خواهند بود (۳ نوع) اما اگر در میوز ۱ روی دهد، از چهار گامت حاصل دوتا با تعداد کروموزوم بیشتر از حالت طبیعی اما برابر با یکدیگر و دوتا با تعداد کروموزوم کمتر از حالت طبیعی و برابر با یکدیگر (مجموعاً ۲ نوع) خواهند بود. **گزینهٔ (۴):** طبق توضیحات گزینهٔ (۲)، اگر خطا در یکی از میوزهای ۲ باشد، **دو گامت غیرطبیعی** خواهیم داشت اما اگر در میوز ۱ باشد، **چهار گامت غیرطبیعی** خواهیم داشت.



۲۳۷۹: ۲) فقط مورد (ب) صحیح است. یاختهٔ هاپلوئید، یعنی یاخته‌ای که کروموزوم همتا ندارد و از طرفی، کروموزوم مضاعف یعنی دو کروماتیدی است.

بررسی موارد (الف) این یاخته دیپلوئید مضاعف است. (ج) این یاخته تریپلوئید غیرمضاعف است. (د) این یاخته دیپلوئید مضاعف است.

در یاختهٔ $Xn=Y$

۱) همواره Y بیانگر عدد کروموزومی یا همان تعداد کروموزوم آن **یاخته** است که با **تعداد سانترومرها** نیز برابر است. البته **برحسب مرحلهٔ چرخهٔ یاخته‌ای** که جلوتر می‌خوانید می‌تواند، در مراحل G_1 و دو مرحلهٔ آخر هر تقسیمی (آنافاز و تلوفاز میتوز) یا (آنافاز ۲ و تلوفاز ۲ میوز) به صورت تک‌کروماتیدی باشد ولی در مراحل دیگر چرخه، یعنی از S اینترفاز تا آخر متافاز میتوز یا متافاز ۲ میوز، کروماتین‌ها و سپس کروموزوم‌های آن به صورت دوکروماتیدی و مضاعف می‌باشند.

نکته

در رابطهٔ $Xn=Y$، فقط در یاخته‌های **پیکری** جاندار، Y بیانگر **عدد کروموزومی** جاندار می‌باشد. در حالی که اگر یاختهٔ مورد نظر اسپرم یا تخمک $n=۲۳$ باشد، ۲۳، عدد کروموزومی انسان نمی‌باشد بلکه عدد کروموزومی این یاخته بوده است.

۲) X که ضریب n است معانی متفاوتی دارد:

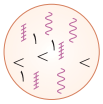
الف) تعداد مجموعهٔ کروموزومی یاخته است. مثلاً یاختهٔ دولاد یا دیپلوئید ($۲n$)، دارای دو مجموعه کروموزوم و یاختهٔ $۳n$ دارای سه مجموعهٔ کروموزومی می‌باشد.

ب) تعداد الل یا ژن مورد نیاز در هر جایگاه ژنی هر صفت بوده است که البته این نکته در مورد صفات روی **کروموزوم‌های جنسی مردان** صادق نیست ولی در صفات روی کروموزوم غیرجنسی صادق است (در مردان دو کروموزوم X و Y با همدیگر همتا نمی‌باشند و صفات مختلفی را حمل می‌کنند).

ج) بیانگر این است که کروموزوم‌ها Xتا Xتا با هم همتا هستند (مثلاً در انسان که دولاد هست دوتا دوتا) که باز هم به **XYها** توجه کنید که فقط کروموزوم‌های غیرجنسی کروموزوم همتا دارند.

۳) n بیانگر تعداد کروموزوم **هر مجموعه** است که با هم **غیرهمتا** می‌باشند. دقت کنید که همواره در **یک** مجموعه، کروموزوم‌ها از نظر طول و شکل متفاوتند و همتا نمی‌باشند پس در یاختهٔ $۲n=۴۶$ انسان، هر مجموعه کروموزومی دارای ۲۳ کروموزوم غیرهمتا در اسپرم و تخمک بوده است.

۲۳۸۰ ۱) دقت کنید که در هستهٔ یاختهٔ مقابل، کروموزوم‌ها تک‌کروماتیدی هستند، ولی اگر خوب به شکل نگاه کنید، می‌بینید که ۱۲ تا کروموزوم وجود دارد که ۳ تا ۳ تا همتا می‌باشند (<<< یا ... و ...) پس $۳n=۱۲$ است. هستهٔ این یاخته، سه مجموعهٔ کروموزومی دارد که در هر مجموعه به تعداد n یعنی ۴ کروموزوم غیرهمتا با ساختارهای ، ، ، ۱ وجود دارد.



۲۳۸۱ ۲) ریزلوله‌های پروتئینی توسط آنزیم‌های پروتئاز تجزیه می‌شوند. آنزیم‌های مترشحه از یاخته‌های اصلی دیوارهٔ معده نیز پروتئاز هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های گیاهی سانتریول ندارند. **گزینهٔ (۳):** در مرحلهٔ G_2 تعداد سانتریول‌ها دو برابر می‌شود. **گزینهٔ (۴):** رشته‌های دوک خارج از هسته در پروفاز تشکیل می‌شوند ولی دقت کنید که پروتئین‌های سازندهٔ دوک، درون یاخته در مرحلهٔ G_2 تولید می‌شوند. (نه درون هسته)

سانتریول (میانک)

- اندامکی بدون غشا و استوانه‌ای‌شکل ویژهٔ یاخته‌های جانوری است.
- سانتریول‌ها به یکدیگر متصل نیستند. در هر سانتریول، ریزلوله‌های پروتئینی به صورت ۹ دستهٔ سه‌تایی در محیط یک استوانه قرار گرفته‌اند و بخش داخلی سانتریول، خالی است.
- دقت کنید که همهٔ رشته‌های دوک به کروموزوم‌ها متصل نمی‌شوند و از طرفی بین سانتریول و دوک هم کمی فاصله است.
- هر دسته سه‌تایی ریزلوله‌ها در سانتریول به دور دسته سه‌تایی دیگر متصل است که مجموعاً ۲۷ ریزلوله می‌شوند.
- دقت کنید که ریزلوله‌هایی که همواره اطراف سانتریول‌ها هستند، دوک به حساب نمی‌آیند. (آن‌ها حتی در اینترفاز هم وجود دارند).
- یک یاختهٔ جانوری در مرحلهٔ G_1 و S دارای دو سانتریول است و در مراحل G_2 تا تلوفاز دارای دو جفت سانتریول می‌باشد.

۲۳۸۲ ۳) شکل مورد نظر، مرحلهٔ **پرومتافاز** را نشان می‌دهد. در مرحلهٔ پروفاز فاصلهٔ جفت سانتریول‌ها از یکدیگر بیشتر شده و بین آن‌ها رشته‌های دوک تشکیل می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مرحلهٔ پرومتافاز پوشش هسته و شبکهٔ آندوپلاسمی تجزیه می‌شود تا رشته‌های دوک به کروموزوم‌ها برسند. **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ آنافاز با فعالیت آنزیم پروتئاز، کروماتیدهای خواهری از یکدیگر جدا می‌شوند و با کوتاه شدن دوک‌ها از هم فاصله می‌گیرند. **گزینهٔ (۴):** تترادها در مرحلهٔ متافاز میوز ۱ در استوای یاخته ردیف می‌شوند.

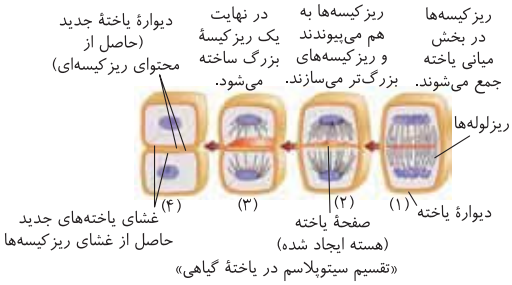
نکات ریز طراحی تست در مراحل میتوز

- در مرحلهٔ پروفاز در تعداد مجموعه‌های کروموزومی و تعداد کل کروموزوم‌های یاخته تغییری ایجاد نمی‌شود. دوک شروع به تشکیل کرده و غشای هسته و شبکهٔ آندوپلاسمی شروع به تجزیه شدن می‌کند.
- در پرومتافاز، پوشش هسته و شبکهٔ آندوپلاسمی (نه گلژی) به‌طور کامل تجزیه می‌شود که در نتیجه کروموزوم‌ها در مجاورت اندامک‌های یاخته و مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم قرار می‌گیرند. در این حالت برخی دوک‌ها به سانترومر متصل می‌شوند. (با توجه به شکل کتاب، ممکن است یک یا دو دوک مختلف به سانترومر یک کروموزوم متصل باشد.)
- در مرحلهٔ متافاز به هر سانترومر، دو دوک با طول برابر از دو طرف یاخته متصل شده است.
- در آنافاز، طول برخی از رشته‌های دوک افزایش و طول برخی از رشته‌های دوک کاهش می‌یابد. یاخته کمی کشیده‌تر می‌شود و عدد کروموزومی و تعداد مجموعه کروموزومی دو برابر می‌شود. در این مرحله تعداد دنا، ژن‌ها و کروماتیدها تغییر نمی‌کنند.
- در مرحلهٔ آنافاز میتوز، همهٔ رشته‌های دوک هم‌زمان کوتاه نمی‌شوند، بلکه فقط آن‌هایی که به سانترومر متصل‌اند کوتاه می‌شوند.
- در مرحلهٔ آنافاز میتوز، یاخته تغییر شکل می‌دهد و کشیده‌تر می‌شود. در این حالت طول برخی دوک‌ها نیز درازتر می‌شود.
- در مرحلهٔ تلوفاز میتوز، باز شدن فشردگی کروموزوم‌ها پس از تجزیهٔ رشته‌های دوک و بازسازی غشای هسته روی می‌دهد. در این مرحله دوک نداریم.
- فشردگی کروموزوم‌ها در پروفاز و پرومتافاز و متافاز افزایش می‌یابد و در آنافاز در حداکثر فشردگی به صورت تک‌کروماتیدی ثابت باقی می‌ماند و در تلوفاز فشردگی کاهش می‌یابد.
- در تمامی مراحل آنافاز، کروموزوم‌ها خمیده می‌شوند و سانترومر آن‌ها نزدیک‌ترین قسمت آن‌ها به سانتریول‌ها (دو قطب یاخته) می‌باشد.
- در همهٔ مراحل به‌جز تلوفاز رشته‌های دوک مشاهده می‌شوند ولی رشته‌های اطراف سانتریول در کل چرخهٔ یاخته وجود دارد.
- در آنافاز طول یاخته نیز افزایش می‌یابد ولی رشته‌های دوک در تماس مستقیم با سانتریول‌ها قرار ندارند در این مرحله فرمول ژنتیکی دو قطب یاخته یکسان است.
- در مرحلهٔ S اینترفاز مقدار دنا، تعداد ژن‌ها و کروماتیدها دو برابر می‌شوند ولی در آنافاز، تعداد الل‌ها، سانترومرها و کروموزوم‌ها و مجموعهٔ کروموزومی دو برابر می‌شود.
- در مرحلهٔ تلوفاز فرورفتگی غشای یاختهٔ جانوری در وسط آن شروع می‌شود.

۲۳۸۳ : ۴ مرحلهٔ متافاز (شکل ۲) بهترین زمان برای تهیهٔ کاریوتیپ است که گروهی از ناهنجاری‌های کروموزومی را می‌توان با آن تشخیص داد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مرحلهٔ متافاز، کروموزوم‌ها در بیشترین فشردگی و کمترین طول قرار دارند شکل ۱ مربوط به پروفاز است. **گزینهٔ (۲):** شکل شمارهٔ (۱) مرحلهٔ پروفاز را نشان می‌دهد. تجزیهٔ کامل پوشش هسته و شبکهٔ آندوپلاسمی در مرحلهٔ پرومتافاز است. **گزینهٔ (۴):** تعداد سانترومرها و کروموزوم‌ها در مرحلهٔ متافاز و پروفاز مساوی و ۴۶ تا است اما تعداد کروماتیدها به علت مضاعف بودن کروموزوم‌ها ۹۲ تا است.

۱۴۵ شکل‌نامهٔ تقسیم سیتوپلاسم در گیاهان



«تقسیم سیتوپلاسم در یاختهٔ گیاهی»

۱ در یاخته‌های گیاهی برخلاف یاخته‌های جانوری حلقهٔ انقباضی تشکیل نمی‌شود.

۲ تقسیم سیتوپلاسم در یاختهٔ گیاهی، از آنافاز (یعنی زمانی که هنوز پوشش هسته بازسازی نشده است و کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی قابل مشاهده‌اند) می‌تواند آغاز شود. در این حالت دوک وجود دارد ولی غشای هسته وجود ندارد. در این مرحله ابتدا تعدادی ریزکیسه در وسط یاخته قرار می‌گیرد و رشته‌های دوک از بین آن‌ها عبور می‌کند. (شکل (۱))

۳ در این یاخته نخست ساختاری به نام صفحهٔ یاخته‌ای در محل تشکیل دیوارهٔ جدید، ایجاد می‌شود. این صفحه با تجمع ریزکیسه‌های دستگاه گلژی و به هم پیوستن آن‌ها تشکیل می‌شود. در این حالت دوک و غشای هسته وجود دارند. دوک‌ها از بین ریزکیسه‌ها عبور نکرده‌اند و بزرگ‌ترین ریزکیسه در وسط است. (شکل (۲))

۴ این ریزکیسه‌ها، دارای پیش‌سازهای تیغهٔ میانی و دیوارهٔ یاخته (دیوارهٔ نخستین!)اند. با اتصال این صفحه به دیوارهٔ یاختهٔ مادری دو یاختهٔ جدید از هم جدا می‌شوند. در این حالت دوک و غشای هسته وجود دارند. یک ریزکیسهٔ بزرگ وجود دارد. (شکل (۳))

۵ می‌توان قبل از تشکیل ریزکیسهٔ بزرگ، صفحهٔ یاخته‌ای را دید.

- کمی پس از شروع تجمع ریزکیسه‌های دستگاه گلژی، پوشش هسته شروع به تشکیل می‌کند ولی دوک همچنان وجود دارد.
- پیش از تشکیل ریزکیسهٔ بزرگ، کوتاه شدن رشته‌های دوک از مرکز یاخته به سمت هسته‌ها آغاز شده است.
- هم در یاختهٔ گیاهی و هم در یاختهٔ جانوری، فرورفتگی در وسط یاخته را می‌توان مشاهده کرد.
- ریزکیسه‌های دستگاه گلژی، به رشته‌های پروتئینی متصل‌اند و در مسیرهای مشخصی جابه‌جا می‌شوند.
- هنگامی که دیوارهٔ یاخته‌ای جدید تشکیل شده است، رشته‌های پروتئینی دوک حرکت دهندهٔ ریزکیسه‌ها ناپدید شده‌اند. (شکل (۴))
- هنگامی که ریزکیسه‌ها شروع به پیوستن به یکدیگر کرده‌اند، پوشش هسته تشکیل شده است. (شکل (۲))
- دستگاه گلژی برخلاف شبکهٔ آندوپلاسمی در مراحل تقسیم یاخته ناپدید نمی‌شود. (شکل (۲))
- ابتدا تشکیل صفحهٔ یاخته‌ای را داریم، سپس ایجاد یک ریزکیسهٔ بزرگ و در نهایت تخریب کامل دوک با تشکیل تیغهٔ میانی صورت می‌گیرد.
- ریزکیسه‌ها در گیاه قبل از تشکیل پوشش هسته نیز می‌توانند به یکدیگر بپیوندند و حتی رشته‌های دوک از بین ریزکیسه‌ها عبور کرده است.
- ریزکیسه‌های دستگاه گلژی، از میانی‌ترین ریزکیسه شروع به پیوستن به یکدیگر می‌کنند (شکل (۲)).
- در یاخته‌های گیاهی تشکیل پوشش هسته قبل از تخریب کامل رشته‌های دوک انجام می‌شود (شکل (۲))!

۲۳۸۴ : ۳ شکل مربوط به مرحلهٔ **آنافاز** یک یاختهٔ گیاهی است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** برخی از رشته‌های دوک تقسیم به کروموزوم‌ها متصل نیستند. **گزینهٔ (۲):** مطابق با فعالیت صفحهٔ ۸۷ کتاب درسی، یاختهٔ نشان داده شده، نوعی یاختهٔ گیاهی می‌باشد. یاخته‌های گیاهی فاقد سانتریول می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** در این مرحله، در هر قطب یاخته (نه هسته!) می‌توان تعداد یکسانی از مجموعه‌های کروموزومی را مشاهده کرد. **گزینهٔ (۴):** قبل از این مرحله و در مرحلهٔ پرومتافاز، رشته‌های دوک به سانترومر متصل می‌شوند.

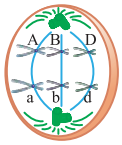
چند نکتهٔ مهم در بررسی مرحلهٔ آنافاز میتوز و طراحی آن‌ها

- در مرحلهٔ آنافاز تعداد کروموزوم و سانترومر درون یاخته دو برابر می‌شود ولی تعداد ژن‌ها، مولکول *DNA* و رشتهٔ نوکلئوتیددار دنای آن‌ها تغییر نمی‌کند.

یاختهٔ متافازی که ۴ کروموزوم مضاعف دارد. ← یاختهٔ آنافازی روبه‌رو در هر قطب چهار کروموزوم دارد. ← ۴ کروموزوم (تک‌کروماتیدی) ← تک‌کروماتیدی (۴DNA)؛ یاخته ۸ DNA دارد؛ ۴ کروموزوم ← تک‌کروماتیدی (۴DNA)

در متافاز هشت مولکول DNA دارد.

- در مرحلهٔ آنافاز **هر قطب** یاخته فرمول ژنتیکی همانند یاختهٔ اولیه را دارد ولی خود یاخته دو برابر یاختهٔ شروع‌کنندهٔ میتوز، کروموزوم دارد.
- در مرحلهٔ آنافاز، درون یاخته به جای $2n=4$ کروموزوم، به تعداد $4n=8$ کروموزوم وجود دارد که هر قطب به اندازهٔ $2n=4$ کروموزوم مادهٔ وراثتی دارد. یاخته از هر جایگاه ژن ۴ دستورالعمل دارد که دوتا دوتا به هم مشابه هستند و در دو قطب یاخته واقع شده‌اند.
- در زیست دوازدهم می‌آموزید که به دستورالعمل‌های یک ژن که روی دو کروموزوم همتا قرار گرفته‌اند، واژهٔ دگره یا الل گفته می‌شود. مثلاً A و a دو الل یک جایگاه ژنی از یک صفت می‌باشند. در آنافاز تعداد این الل‌ها همانند تعداد کروموزوم‌ها و سانترومرها دو برابر می‌شوند ولی تعداد ژن‌ها و کروماتیدها تغییر نمی‌کند.
- برای تعیین فرمول ژنتیکی دو ژن (با دستورالعمل A و A) تا وقتی در دو کروماتید خواهری متصل به یک سانترومر قرار دارند، به صورت یک حالت A در نظر می‌گیریم ولی وقتی در مرحلهٔ آنافاز، دو کروماتید خواهری از هم جدا می‌شوند، فرمول ژنتیکی یاخته را AA در نظر می‌گیریم. *(در نوشتن فرمول ژنتیکی، به هر کروموزوم دختری احترام می‌گذاریم ولی به دو کروماتید خواهری متصل به هم فقط یک احترام قائل می‌شویم!)*

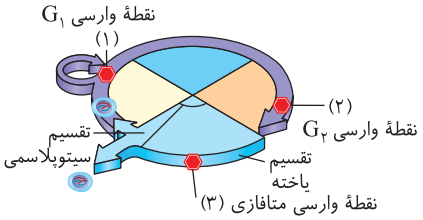


حالت اول

$\frac{A}{a}$ $\frac{B}{b}$ $\frac{D}{d}$

- در مرحلهٔ آنافاز فقط ریزلوله‌هایی کوتاه می‌شوند که به سانترومر کروموزوم‌ها متصل‌اند.
- کروماتیدهای خواهری در مرحلهٔ S اینترفاز طی همانندسازی ایجاد می‌شوند و در مرحلهٔ آنافاز از هم جدا شده و سبب ایجاد کروموزوم‌های دختری می‌شوند.
- با توجه به شکل کتاب درسی، در این مرحله اندازهٔ یاخته و طول رشته‌های دوک ابتدا کمی دراز می‌شود و سپس برخی که به سانترومر متصل‌اند، کوتاه‌تر می‌شوند.
- در مرحلهٔ آنافاز، پروتئازها سبب تجزیهٔ پروتئین‌های اتصالی در محل سانترومر می‌شوند تا دو کروماتید خواهری از هم جدا شوند.

۲۳۸۵ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** یاخته‌ای که وارد مرحلهٔ تقسیم یاخته‌ای نشده است فاقد **رشته‌های** دوک می‌باشد. این نقطهٔ وارسی از تأمین بودن پروتئین‌های لازم برای تولید رشته‌های دوک اطمینان حاصل می‌کند. **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ متافاز، هسته وجود ندارد. **گزینهٔ (۳):** در صورتی که دنا آسیب دیده باشد و اصلاح نشود این نقطهٔ وارسی فرایند مرگ برنامه‌ریزی شدهٔ یاخته‌ای را به راه می‌اندازد. **گزینهٔ (۴):** اگر یاخته از این نقطهٔ وارسی آخر G_2 عبور نکند وارد تقسیم یاخته‌ای و مرحلهٔ پروفاز نمی‌شود و پوشش هسته در آن شروع به تجزیه نمی‌کند.



مقایسهٔ نقاط وارسی ۲۶۶

نقاط وارسی اصلی	اول	دوم	سوم
مکان	در انتهای G_1 و پس از محل ورود یاخته‌ها به G_0 قرار دارد.	در اواسط به سوی انتهای G_2	در انتهای متافاز
وظیفه	یاخته را از سلامت دنا مطمئن می‌کند.	فراهم بودن پروتئین‌های دوک تقسیم و عوامل مورد نیاز میتوز را چک می‌کند.	برای اطمینان از این که کروموزوم‌ها به‌طور دقیق به رشته‌های دوک متصل‌اند و در وسط یاخته آرایش یافته‌اند.
نحوهٔ فعالیت	اگر دنای یاخته ناسالم باشد، موجب راه انداختن فرایند مرگ می‌شود.	اگر یاخته آمادهٔ ورود به میتوز نباشد، اجازهٔ ورود به میتوز را به آن نمی‌دهد.	اگر شرایط مهیا نباشد، اجازهٔ ورود به آنافاز میتوز را نمی‌دهد.
نکات	بیشترین نقطهٔ وارسی‌ای است که یاخته‌ها از آن عبور می‌کنند و تنها نقطهٔ وارسی اصلی است که موجب مرگ یاخته‌ای می‌شود.	اگر یاخته آمادهٔ ورود به میتوز نباشد، اجازهٔ ورود به میتوز را به آن نمی‌دهد و به آن فرصت می‌دهد تا لوازم آن را فراهم کند.	تنها نقطهٔ وارسی اصلی است که در مرحلهٔ تقسیم است و در اینترفاز نیست و کروموزوم‌ها در آن دارای حداکثر فشردگی هستند.

۲۳۸۶ (۴) شکل مربوط به **سومین** مرحلهٔ رشد و دگرنشینی یاخته‌های سرطانی است. دقت کنید در همین مرحله، ورود یاختهٔ سرطانی به جریان لنف مشاهده می‌شود که در واقع شروع فرایند متاستاز محسوب می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مطابق شکل ۱۲ این فصل، در مرحلهٔ دوم، آسیب یاخته‌های سرطانی به پردهٔ صفاق مشاهده نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ چهارم، یاخته‌های سرطانی در بافت‌های دورتر مستقر می‌شوند و رشد (تقسیم شدن) می‌کنند. **گزینهٔ (۳):** در مرحلهٔ دوم، تکثیر زیاد یاخته‌های سرطانی مشاهده می‌شود. علت تقسیم زیاد از حد یاخته‌های سرطانی، اختلال در فعالیت پروتئین نقاط وارسی است. هم چنین دقت کنید مرحلهٔ دوم جزئی از مراحل رشد محسوب می‌شود.

• متاستاز

- در مرحلهٔ اول سرطان لولهٔ گوارش، لایه‌های مخاط و زیرمخاط برخلاف لایه‌های ماهیچه‌ای درگیر می‌شوند.
- در مرحلهٔ دوم، لایه‌های ماهیچه‌ای طولی و حلقوی نیز درگیر می‌شوند اما لایهٔ پیوندی خارجی هنوز به‌طور کامل می‌تواند درگیر نشده باشد.
- در مرحلهٔ سوم، لایهٔ پیوندی خارجی نیز درگیر می‌شود و تودهٔ یاخته‌های سرطانی سبب ایجاد یک برآمدگی در نمای بیرونی لولهٔ گوارش می‌شود و به تدریج وارد لنف مجاور هم می‌شوند.
- یاخته‌های سرطانی را می‌توان در مرحلهٔ ۳ و ۴ متاستاز در خون یا لنف مشاهده کرد.
- در مرحلهٔ ۳ و ۴ متاستاز، می‌توان تودهٔ برجسته مشاهده کرد.
- متاستاز یاخته‌های سرطانی، یعنی یاخته‌هایی از تودهٔ سرطانی جدا شده و همراه با جریان خون، یا به ویژه لنف به نواحی دیگر بدن بروند، در آنجا مستقر شوند و رشد کنند. در نتیجه متاستاز در مرحلهٔ چهارم کامل می‌شود.

«یاختهٔ سرطانی شروع به تهاجم به یاخته‌های بافت می‌کند.»

«یاخته‌های تومور در بافت گسترش می‌یابند، ولی هنوز به دستگاه لنفی مجاور راه پیدا نکرده‌اند.»

«یاخته‌های سرطانی به بخش‌های لنفی مجاور محل تکثیر خود، دسترسی پیدا می‌کنند.»

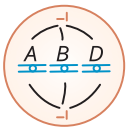
«یاخته‌های سرطانی از راه لنف به بافت‌های دورتر می‌روند و پس از استقرار موجب سرطانی شدن آن‌ها می‌شوند.»

۲۳۸۷ (۳) شکل مربوط به مرحلهٔ آنافاز از میوز ۱ است که کروموزوم‌های مضاعف از هم جدا شده‌اند. مثلاً اووسیت یا اسپرماتوسیت اولیه بوده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در آنافاز ۱ کروموزوم‌ها به سمت **سانتریول‌های** موجود در دو قطب یاخته حرکت می‌کنند (نه سانترومرها). **گزینهٔ (۲):** در آنافاز ۲ کروموزوم‌های دختری یا همان دو کروماتید خواهری از هم جدا می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ تلوفاز ۱ پس از آن، به دلیل ساخت غشای فسفولیپیدی هسته، تولید لیپید در شبکه‌های آندوپلاسمی صاف زیاد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** قبل از این، مرحلهٔ متافاز ۱ می‌باشد ولی تتراداها (ساختارهای چهارکروماتیدی) در مرحلهٔ پروفاز ۱ تشکیل می‌شوند.

۲۳۸۸ (۴) یاخته‌ای که می‌بینیم دارای چهار کروموزوم غیرهمتا می‌باشد یعنی در آخر میوز به صورت $n=4$ درآمده است، پس یاختهٔ اولیه آماده برای شروع میوز، دو برابر این یاخته کروموزوم داشته است و عدد کروموزومی آن $2n=8$ با دو مجموعه کروموزومی بوده است (رد گزینه‌های (۱) و (۲)).

- یاخته‌ای که $2n=8$ می‌باشد دارای دو مجموعه کروموزوم چهارتایی (مجموعاً هشت کروموزوم (رد گزینهٔ (۳))) است که این چهار کروموزوم در هر مجموعه با هم غیرهمتا می‌باشند.



۲۳۸۹: ۳) این شکل می‌تواند مربوط به متافاز میتوز در یک یاخته هاپلوئید $(n=۳)$ باشد و یا متافاز میوز ۲ در یک یاخته دیپلوئید اولیه $(۲n=۶)$ را نشان دهد ولی حتماً به یاد دارید که یاخته اولیهٔ **هاپلوئید**، قادر به انجام میوز نمی‌باشد.

• بررسی تست‌های شکلی از تقسیم یاخته:

در حل این تست‌ها ابتدا به داشتن یا نداشتن **سانتریول** دقت کنید. اگر یاختهٔ مورد نظر سانتریول داشت سؤال در مورد جانوران بوده است.

• برای پاسخ دادن به تست‌های شکلی

● علائم مختلف شناسایی:

۱) برای **پروفاز**، حالت‌های از بین رفتن تدریجی غشا، شروع تشکیل دوک، جدا شدن جفت سانتریول‌ها و پخش و پلا بودن کروموزوم‌های مضاعف در یاخته را در نظر بگیرید، برای **متافاز**، در استوا بودن کروموزوم‌های مضاعف مهم است، برای **آنافاز**، جدا شدن کروموزوم‌ها و به قطبین رفتن آن‌ها و برای تلوفاز دوباره‌سازی غشای هسته بدون وجود دوک دارای اهمیت می‌باشد.

۲) اگر **آرایش تترادی** دیدید مربوط به **پروفاز ۱ یا متافاز ۱ میوز** است و اگر در **دو قطب**، کروموزوم **مضاعف** دیدید **آنافاز ۱** است.

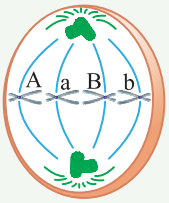
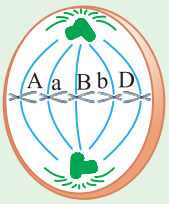
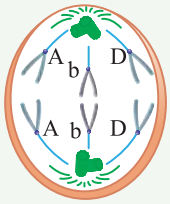
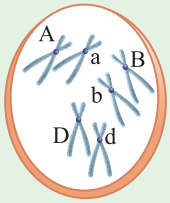
۳) اگر یاختهٔ شروع کنندهٔ تقسیم را به صورت n، $۳n$، $۵n$ و... دیدید مربوط به میتوز است.

۴) مراحل میوز ۲، همواره مانند مراحل میتوز می‌باشد.

۵) داشتن سانتریول مربوط به جانوران و عدم وجود آن در گیاهان دیده می‌شود.

شکل‌های زیر مفروض‌اند. در هر مورد به سؤالات خواسته شده پاسخ دهید.

تقسیم یاخته ۲۶۷

شکل یاخته	مربوط به گیاه یا جانور	عدد کروموزومی	ژنوتیپ (فرمول ژنتیکی)	مرحلهٔ تقسیم	عدد کروموزومی یاخته مادر	انواع یاخته حاصل از آن
	جانور (سانتریول‌دار)	$۲n=۴$	$AaBb$	متافاز میتوز ←	$۲n=۴$ ←	۱ نوع (دو قطب مشابه)
				متافاز میوز ۲ ←	$۴n=۸$ ←	۱ نوع
	جانور (سانتریول‌دار) (فرضی)	$۲n=۵$	$AaBbD$	متافاز میتوز ←	$۲n=۵$ ←	۱ نوع (دو قطب مشابه)
				متافاز میوز ۲ ←	$۴n=۱۰$ ←	۱ نوع
	جانور (سانتریول‌دار)	$۲n=۶$ هر قطب $n=۳$	هر قطب AbD کل یاخته: (AAbbDD)	آنافاز میتوز ←	$n=۳$ ←	۱ نوع (دو قطب مشابه)
				آنافاز میوز ۲ ←	$۲n=۶$ ←	۱ نوع
	گیاه (بدون سانتریول)	$۲n=۶$	$AaBbDd$	پروفاز میوز ۱ (تتراد دارد) ولی کروموزوم‌ها در وسط یاخته نیستند.	$۲n=۶$	توانایی ایجاد $۸=۲^۳$ نوع یاختهٔ جنسی را دارد ولی در هر تقسیم ۲ نوع یاخته می‌دهد.

۲۳۹۰: ۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) درست می‌باشند. منظور سؤال مرحلهٔ پرومتافاز است چون در پروفاز که اولین‌بار کروموزوم‌ها در هسته دیده می‌شوند.

بررسی موارد الف) **درست.** در مرحلهٔ پرومتافاز هسته از بین رفته و رشته‌های دوک به سانترومر وصل می‌شوند. ب) **درست.** پس از پرومتافاز، مرحلهٔ متافاز است که کروموزوم‌ها با حداکثر فشردگی در ایجاد تصویر کاریوتیپ به‌کار می‌روند. ج) **درست.** دستگاه گلژی هیچ‌گاه حذف نمی‌شود و کروموزوم‌ها در پرومتافاز به آن‌ها نیز متصل می‌شوند. د) نادرست. این مرحله مربوط به متافاز است.

۲۳۹۱: ۱) فقط مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد الف) نادرست. ملانوما یک تومور بدخیم پوستی است که در مرحلهٔ سوم متاستاز وارد لنف مجاور خود می‌شود ولی دقت کنید که در پوست، اپیدرم فاقد رگ خونی و لنفی است. ب) نادرست. استقرار بافت سرطانی در منطقهٔ دورتر در مرحلهٔ چهارم متاستاز است. ج) **درست.** گسترش یاخته‌های سرطانی در بافت‌های اطراف در مرحلهٔ دوم است، پس در مرحلهٔ سوم از قبل این کار انجام گرفته است. د) نادرست. ملانوما در پوست رخ می‌دهد که پوست چهار لایه ندارد.

۲۳۹۲ (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** اتصال صفحهٔ یاخته‌ای به دیواره‌ها در مرحلهٔ آخر واکنش رخ می‌دهد. در این مرحله دیگر ریزکیسه وجود ندارد. **گزینه‌های (۲)، (۳) و (۴):** در مرحلهٔ سوم، دوک‌ها شروع به کوتاه شدن از مرکز به سمت هسته می‌کنند و غشای یک ریزکیسه وسط یاخته به غشای یاخته مادر متصل می‌شود.

۲۳۹۳ (۳) چون در متافاز، کروموزوم‌ها به کوتاه‌ترین و فشرده‌ترین حالت می‌رسند، پس فاصلهٔ سانترومر تا دو انتهای کروموزوم کم می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** قسمت اول درست است ولی قسمت دوم، رنا از یک رشتهٔ دنا ساخته می‌شود که می‌تواند از دنای خطی هسته یا دنای حلقوی سیتوپلاسم باشد. **گزینهٔ (۲):** قسمت اول درست است، ولی در قسمت دوم دقت کنید که هسته نوعی اندامک به حساب نمی‌آید بلکه بخشی از یاخته است. **گزینهٔ (۴):** قسمت اول به دلیل کوتاه و ضخیم شدن کروموزوم‌ها درست است ولی قسمت دوم در مورد دنای سیتوپلاسمی غلط است!

۲۳۹۴ (۱) موارد (ب) و (ج) صحیح می‌باشد.

بررسی موارد (الف) نادرست. در فصل ۸ می‌خوانید که پارانشیم خورش میوز دارد، پس در پروفاز (۱)، کروموزوم‌های همتا به صورت طولی در تتراد کنار هم قرار می‌گیرند. (ب) **درست.** وقتی کروموزوم یاخته‌ای مضاعف است، یعنی از مرحلهٔ G_1 و وارسی آن عبور کرده است. (ج) **درست.** یک کروموزوم مضاعف، دو مولکول دنا و چهار رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی با طول یکسان دارد. (د) نادرست. اگر در پارانشیم خورش طی میوز، کراسینگ‌اور رخ داده باشد، در این صورت نمی‌توان گفت به‌طور قطع دو کروماتید یکسان دارد.

۲۳۹۵ (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** تومور بدخیم ملانوما برخلاف تومور خوش‌خیم لیپوما، توانایی متاستاز دارد. **گزینهٔ (۲):** درشت‌خوار در مبارزه با سرطان نقش دارد! **گزینهٔ (۳):** سرطان از طریق متاستاز (نه دیاپدز یا تراگذاری) از طریق لنف یا خون خود را به جای دیگر می‌رساند و با التهاب در قسمت اول این گزینه متفاوت است. **گزینهٔ (۴):** پروفورین که مرگ را راه‌اندازی نمی‌کند، بلکه یاخته را سوراخ می‌کند! ولی قسمت اول در مورد پروتئین مکمل است.

۲۳۹۶ (۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند. در هر گزینه محل انجام هر فرایند را در مراحل میتوز مشخص کرده‌ایم!

بررسی موارد (الف) **نادرست.** پروفاز - پرومتافاز (ب) **نادرست.** پروفاز - آنافاز *(رفت کن قسمت اول در مورد دوک نیست در مورد کوتاه شدن یعنی فشرده شدن کروموزوم‌ها!)* (ج) **نادرست.** هر دو مورد در مرحلهٔ S اینترفاز است ولی سؤال در مورد مرحلهٔ تقسیم است. (د) درست. هر دو مورد در مرحلهٔ آنافاز است.

۲۳۹۷ (۳) یاخته‌های بنیادی تقسیم میتوز دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لزوماً هر سانترومر در وسط کروموزوم نیست، ممکن است به یکی از دو انتها نزدیک‌تر باشد! **گزینهٔ (۲):** در مراحل پرومتافاز، متافاز و آنافاز، دوک به سانترومر متصل است، ولی در آنافاز فقط به یک سمت سانترومر، دوک وصل است. **گزینهٔ (۳):** چون شبکهٔ آندوپلاسمی در مراحل پرومتافاز، متافاز و آنافاز نداریم، پس در این مراحل که دوک وجود دارد، ساخت پروتئین لیزوزوم‌ها صورت نمی‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** یاختهٔ لنفوئیدی مونوسیت نمی‌سازد!

۲۳۹۸ (۴) سؤال در مورد مرحلهٔ آنافاز میتوز است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** طبق متن کتاب، شروع باز شدن فام‌تن‌های تک‌کروماتیدی در مرحلهٔ تلوفاز است. (لازم به ذکر است که وقتی کروموزوم از حالت مضاعف به تک‌کروماتیدی درمی‌آید، فشردگی کروموزوم کم می‌شود ولی سؤال در مورد کروموزوم تک‌کروماتیدی است.) **گزینهٔ (۲):** دو فرورفتگی در مرحلهٔ تلوفاز در دو سمت یاخته ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۳):** شاید جهش مثل با هم ماندن کروموزوم‌ها اتفاق افتاد و محتوای دو طرف یاخته یکسان نشد *(فلاصه به قیدهای ۱۰۰ درصد و صفر درصد، اعتماد نکنید!)* **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ آنافاز، دوک‌هایی که به سانترومر متصل نیستند، در انتهای خود به هم مماس هستند.

۲۳۹۹ (۱) غشای منفذدار مربوط به هسته است که به‌طور ناقص شروع تجزیهٔ آن در پروفاز و تجزیهٔ کامل آن در پرومتافاز رخ می‌دهد.

بررسی موارد (الف) در پرومتافاز همانند پروفاز، فام‌تن‌ها با میکروسکوپ نوری دیده می‌شوند. (نه کروماتین‌ها!) (ب) در مرحلهٔ پرومتافاز، چون شبکهٔ آندوپلاسمی از بین رفته است پروتئین‌های درون واکوئل مثل گلوتن نیز تولید نمی‌شوند. (ج) این عبارت مقایسهٔ پروفاز و مرحلهٔ G_2 اینترفاز است. دقت کنید که نقاط وارسی متعدد در یاخته وجود دارد و سه‌تای معرفی شده در کتاب نقاط معروف می‌باشند. (د) مقایسهٔ پرومتافاز است که چون غشای هسته وجود ندارد، هر دنابسپارازی می‌تواند در مجاورت رناتن سیتوپلاسم در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم، راکیزه یا دیسه‌ها باشد.

۲۴۰۰ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در ارتباط با گیاهان می‌تواند نادرست باشد. **گزینهٔ (۲):** تقسیم سیتوپلاسم قطعی نیست مثل شیر نارگیل. **گزینهٔ (۴):** در میوز ۱ یاختهٔ مثلاً $2n$ کروموزومی مضاعف به n تبدیل می‌شوند و در مرحلهٔ میوز ۲ یاخته‌های n مضاعف به n تک‌کروماتیدی تبدیل می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** در رابطه با میوز ۱ نادرست است، چون در میوز ۱ به هر کروموزوم مضاعف، یک دوک وصل است.

۲۴۰۱ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** آنافاز ۲ منظور قسمت اول سؤال است که کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی دور می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** در آنافاز ۲ که منظور قسمت است، هسته وجود ندارد. **گزینهٔ (۳):** در طی آنافاز میتوز به چهار مجموعه کروموزومی می‌رسیم ولی قسمت اول که در مورد مرحلهٔ S اینترفاز است، دو مجموعه کروموزوم یکسان در یاخته وجود دارد. **گزینهٔ (۴):** قسمت اول در مورد مرحلهٔ S اینترفاز است ولی بررسی تولید **پروتئین دوک** (نه رشته دوک!) در نقطهٔ وارسی مرحلهٔ G_2 صورت می‌گیرد.

۲۴۰۲ (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** طی میوز، اتصال یک رشتهٔ دوک به سانترومر، در مرحلهٔ پروفاز ۱ رخ می‌دهد که چون غشای هسته نداریم در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۲):** در تلوفاز ۱ و ۲ کنار هر هسته دو جفت سانتریول وجود دارد. **گزینهٔ (۳):** در لولهٔ اسپرم‌ساز، سمت خارج لوله میوز ۱ و سمت داخل دیواره و همان مجرا، میوز ۲ و تبدیل اسپرماتید به اسپرم دیده می‌شود. در میوز ۲ در مرحلهٔ آنافاز دوک به کروموزوم تک‌کروماتیدی متصل است. **گزینهٔ (۴):** در آنافاز ۱ با جداشدن کروموزوم‌های همتا (الل‌ها)، ساختار تتراد از بین می‌رود ولی جداشدن دو نسخهٔ یکسان ژن مربوط به آنافاز ۲ و جداشدن کروماتیدهای خواهری است.

۲۴۰۳ (۳) موارد (الف) و (د) صحیح هستند. منظور سؤال مرحلهٔ پروفاز ۱ و عمل کراسینگ‌اور است.

بررسی موارد (الف) **درست.** با توجه به شکل کتاب، در پروفاز ۱ تترادها در هسته همزمان با تشکیل دوک دیده می‌شوند. (ب) نادرست. تتراد در استوای یاخته، ویژهٔ متافاز ۱ است. (ج) نادرست. ممکن است یاختهٔ گیاهی باشد که سانتریول ندارد! (د) **درست.** وقایع پروفاز ۱ میوز مانند پروفاز و پرومتافاز میتوز است، پس هر دو مورد صحیح است.

۲۴۰۴ (۲) معنی سؤال: به‌طور طبیعی، به هنگام تقسیم میوز ۱ هسته در زامیاختهٔ اولیه در لوله‌های اسپرم‌ساز یک فرد، کدام مورد مشاهده می‌شود؟

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** براساس شکل کتاب نادرست است! چون اول فام‌تن‌ها در تترادها در طول کنار هم قرار می‌گیرند سپس دوک‌ها کامل می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** طبق شکل کتاب در پروفاز ۱، تشکیل تتراد قبل ناپدید شدن غشای هسته می‌باشد. **گزینهٔ (۳):** هر فام‌تن مضاعف دو نسخهٔ یکسان از ژن‌های یکسان دارند که در آنافاز از هم جدا می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** در میوز ۱ کروماتیدهای خواهری جدا نمی‌شوند و پروتئین‌های اتصالی سانترومر هم تجزیه نمی‌شوند.

۲۴۰۵: ۴ قسمت اول در مورد متافاز ۱ است که نحوهٔ آرایش تتراداها در استوای یاخته مشخص می‌شود و مرحلهٔ دوم مربوط به پروفاز ۱ و کراسینگ‌اور است که در فصل ۴ دوازدهم بررسی شده‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در متافاز ۱ تخریب هسته و شبکهٔ آندوپلاسمی و پروتئین غشایی نداریم. **گزینهٔ (۲):** در متافاز و پروفاز ۱، هر کروموزوم و سانترومر، به یک رشتهٔ دوک متصل است. **گزینهٔ (۳):** فقط در مورد متافاز ۱ صحیح است چون در ابتدای پروفاز ۱ غشای هسته وجود دارد. **گزینهٔ (۴):** صحیح است چون در ابتدای پروفاز ۱ هنوز کروموزوم‌ها کروماتینی هستند و به‌طور مشخص با میکروسکوپ نوری قابل رویت نیستند.

۲۴۰۶: ۴ همهٔ موارد نادرست است.

بررسی موارد (الف) طی بافت مردگی و مرگ تصادفی ممکن است برخلاف مرگ برنامه‌ریزی شده، علائم و برنامه‌ریزی وجود نداشته باشد. (ب) این موضوع دنای آسیب‌دیده فقط در مرگ برنامه‌ریزی شده طی نقطهٔ وارسی مرحلهٔ G_1 صحیح است. (ج) تقسیم بی‌رویه در تومور بدخیم و خوش‌خیم وجود دارد. (د) دقت کنید که دومین نقطهٔ وارسی **اصلی** در مرحلهٔ G_2 است.

۲۴۰۷: ۱ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** قسمت اول در مورد پروفاز و قسمت دوم در مورد پرومتافاز است که کاملاً صحیح می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** متافاز و حداکثر فشردگی کروموزوم‌ها بعد از پروفاز و تشکیل دوک است. **گزینهٔ (۳):** در تلوفاز دوک تخریب می‌شود و سپس تولید فسفولیپید برای تشکیل غشای هسته زیاد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** قسمت اول در مورد آنافاز و تجزیهٔ پروتئین سانترومری است ولی مرحلهٔ دوم در مورد پروفاز تا متافاز است.

۲۴۰۸: ۴ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** T کشنده و پلاسموسیت که لنفوسیت‌های عمل‌کننده هستند، هیچ‌گاه تقسیم نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** در تلوفاز که پس از آنافاز است رشته‌های دوک تخریب می‌شوند، نه پروتئین‌های آن! **گزینهٔ (۳):** در آنافاز ساخت هسته انجام نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** در رابطه با پرومتافاز صحیح است.

۲۴۰۹: ۳ صورت سؤال ابتدا مرحلهٔ تلوفاز را برای باز کردن فام‌تن معرفی می‌کند که مرحلهٔ قبل آن **آنافاز** است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مورد کشیده شدن دو کروموزوم تک‌کروماتیدی به قطبین یاختهٔ آنافازی در میتوز صحیح است. **گزینهٔ (۲):** طبق شکل کتاب در آنافاز مقداری به طول غشا و برخی دوک‌ها افزوده می‌شود. **گزینهٔ (۳):** این عبارت در مورد تلوفاز صحیح است ولی سؤال در مورد آنافاز است. **گزینهٔ (۴):** متن کتاب درسی است و صحیح است. چون در آنافاز آن‌ها با تجزیهٔ پروتئین سانترومری در نهایت دو مگاکاریوسیت مؤثر در تولید پلاکت برای انعقاد خون ایجاد می‌شود.

۲۴۱۰: ۴ **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** نادرست. اگر سؤال در مورد زنبور نر باشد، دو گامت غیرعادی در میتوز ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۲):** نادرست. وقتی اشکال در آنافاز ۱ باشد، همهٔ یاخته‌های حاصله غیرعادی خواهند شد. **گزینهٔ (۳):** نادرست. *از کجا می‌دونید که سؤال در مورد گیاه نیست و اصلاً یافته‌های حاصل از میوز گامت نیستند.* **گزینهٔ (۴):** **درست.** اگر در میوز ۲ هر دو یاخته تقسیم اشتباه انجام دهند، دو یاختهٔ $2n$ و دو یاختهٔ بدون کروموزوم هسته‌ای ایجاد می‌شود که از چهار یاخته، دو تا مثل یاختهٔ اولیه می‌شود.

۲۴۱۱: ۴ تمامی موارد ممکن است! کلاً این موارد خیلی کلی را اگر مثال خاصی برایش پیدا نکردید، صحیح در نظر بگیرید.

بررسی موارد (الف) اتصال رشته‌های پروتئینی اکتین و میوزین به غشای یاختهٔ اووسیت اولیه این مورد را ممکن می‌کند. (ب) اتصال رناتن‌ها به شبکهٔ آندوپلاسمی و انتقال پروتئین‌ها به آن این مورد را ممکن می‌کند. (ج) تجزیهٔ محتویات یاخته توسط آنزیم‌های مرگ برنامه‌ریزی شده این مورد را ممکن می‌کند. (د) این مورد هم در رابطه با قرارگیری پروتئین‌ها به داخل غشای درونی میتوکندری صحیح است.

تولیدمثل

۲۴۱۲ (۲) فقط مورد (الف) صحیح است.

بررسی موارد (الف) فرایند تولیدمثل جنسی به‌طور حتم نیاز به تولید یاخته(های) جنسی (گامت) دارد. در برخی مثل بکرزائی حتی با وجود یک نوع گامت (تخمک) نیز انجام می‌شود. (ب) اگر دستگاه تولیدمثل درست کار نکند، و یا **بخشی از** آن را از بدن خارج کنیم، زندگی فرد به خطر نمی‌افتد. (ج) تولید اسپرم، **همانند** ایجاد محیطی مناسب برای نگهداری از اسپرم‌ها، از وظایف دستگاه تولیدمثل در مردان است. (د) تولید هورمون جنسی مردانه (تستوسترون) همانند انتقال اسپرم‌ها به خارج از بدن، از وظایف دستگاه تولیدمثل در مردان است. *(توی سؤال در مورد (د) عبارت پروژسترون توی پرانتز رو برو دوباره ببین بعد فورت فعالت می‌کشی!)*

۲۴۱۳ (۴) در صورت وجود بیضه‌ها در حفرهٔ شکم، علاوه‌بر تولید اسپرم، سایر فعالیت‌های بیضه نیز می‌تواند دچار اختلال شود، چون دمای مورد نیاز فعالیت آن در درون شکم تأمین نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** کار اصلی دستگاه تولیدمثل مردان، **تولید اسپرم** است! **گزینهٔ (۲):** یک جفت بیضه، درون کیسهٔ بیضه در **خارج و پایین محوطهٔ شکمی** قرار دارند و در حالت طبیعی در دمای ۳۴ درجه (سه درجه زیر دمای بدن)، فعالیت می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** علاوه‌بر استقرار بیضه‌ها در خارج از محوطهٔ شکمی، **وجود شبکه‌ای از رگ‌های کوچک** در کیسهٔ بیضه (نه خود بیضه‌ها) نیز به تنظیم این دما کمک می‌کند.

- وظایف دستگاه تولیدمثلی مردان
  - تولید اسپرم ← این وظیفه توسط بیضه‌ها و درون لوله‌های اسپرم‌ساز انجام می‌شود.
  - ایجاد محیط مناسب برای نگهداری از اسپرم‌ها ← این وظیفه توسط اپیدیدیم‌ها انجام می‌شود و اسپرم‌ها حداقل ۱۸ ساعت می‌مانند تا متحرک بشوند و در ادامه توسط مجاری اسپرم‌بر صورت می‌گیرد.
  - انتقال اسپرم به خارج از بدن ← این وظیفه توسط **میزراه** انجام می‌شود و اسپرم‌های بالغ توسط دو مجرای اسپرم‌بر به میزراه رفته و از طریق آن به خارج از بدن می‌روند.
  - تولید هورمون جنسی مردانه ← این وظیفه توسط یاخته‌های **بینابینی** موجود در بیضه‌ها انجام می‌شود و تستوسترون موجب تحریک رشد اندام‌های جنسی و اسپرم‌زایی می‌شود.

۲۴۱۴ (۲) موارد (ب) و (ج) صحیح هستند.

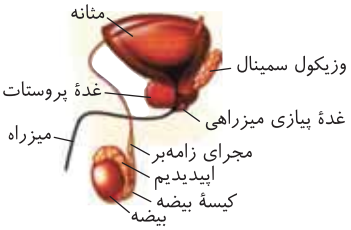
بررسی موارد (الف) با اینکه می‌دانیم **مثانه** جلوتر از استخوان‌های لگن قرار دارد اما مثانه جزء دستگاه تولیدمثل مرد نیست. (ب) با توجه به شکل کتاب درسی، مواد و ترشحات تولید شده در فوقانی‌ترین **غدد** دستگاه تولیدمثل مرد (وزیکول سمینال) همراه با لوله‌های اسپرم‌بر (طویل‌ترین و بالاترین لوله‌های آن) یکی شده و سپس به میزراه وارد می‌شوند.

نکتهٔ مهم

بالاترین قسمت مربوط به دستگاه تولیدمثلی مرد، مجرای اسپرم‌بر، بالاترین غدد، وزیکول‌های سمینال و بالاترین اندام مؤثر بر کار آن‌ها هیپوتالاموس است.

(ج) مجرای اسپرم‌بر در بخشی از خود خارج کیسهٔ بیضه با دمای نرمال بدن و در بخشی از خود درون این کیسه با دمای پایین‌تر از بدن قرار دارد. این لوله تنها دارای اسپرم‌های **متحرک** است چون از اپیدیدیم عبور کرده‌اند. (د) دقت کنید که منظور، **کیسهٔ بیضه** است و تنها در لولهٔ اپیدیدیم آن می‌توان از نظر حرکت دو نوع اسپرم یافت که ابتدا غیرمتحرک و سپس متحرک هستند. پس لفظ چند نوع نادرست است (در لولهٔ اسپرم**ساز**، فقط اسپرم غیرمتحرک و در مجاری اسپرم**بر**، فقط اسپرم‌های متحرک وجود دارند در حالی‌که هر دو تاژک‌دار هستند.).

۲۴۱۵ (۴) بالاترین لوله در دستگاه تولیدمثل مردان، مجرای **اسپرم‌بر** می‌باشد که با توجه به شکل، در هر طرف مثانه از بالای محل اتصال میزنای به مثانه عبور می‌کند.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مورد بخش‌های مختلف و قطور فوقانی اپیدیدیم صحیح است. **گزینهٔ (۲):** در مورد بالاتر بودن غدد پیازی میزراهی از محل شروع مجرای اسپرم‌بر صحیح است. **گزینهٔ (۴):** در مورد اتصال پروستات (بزرگ‌ترین غده) از قسمت فوقانی خود به دو غدهٔ وزیکول سمینال صحیح است.

۲۴۱۶ (۱) عبارت صورت سؤال و همهٔ موارد مطرح شده نادرست می‌باشند. در بیضه‌ها تعداد زیادی لولهٔ پر پیچ و خم به نام لوله‌های اسپرم**ساز** وجود دارند که از شروع بلوغ تا پایان عمر، اسپرم‌سازی را آغاز می‌کنند ولی تولید هورمون را همواره حتی از دوران جنینی انجام می‌دهند.

بررسی موارد (الف) یاخته‌های **سرتولی** که در دیوارهٔ لوله‌های اسپرم‌ساز قرار دارند، با ترشحات خود، تمایز اسپرم‌ها را هدایت می‌کنند. از طرفی یاختهٔ بینابینی در بین لوله‌ها قرار دارد. (ب) یاخته‌هایی زاینده به نام اسپرماتوگونی، نزدیک سطح **خارجی** لولهٔ اسپرم‌ساز قرار دارند و تقسیم میتوز را انجام می‌دهند. (ج) اسپرماتوسیت اولیه، دو اسپرماتوسیت ثانویه ایجاد می‌کند که هاپلوئیدند و کروموزوم‌های **مضاعف** با دو نسخه کروماتید خواهری مشابه دارند. (د) تمایز اسپرم‌ها در دیوارهٔ لوله از خارج به سمت وسط لولهٔ اسپرم‌ساز (نه لولهٔ اسپرم‌بر) انجام می‌شود و **همهٔ** یاخته‌های زاینده (زامه‌زا) به همین صورت عمل می‌کنند.

۲۴۱۷ : ۴ یاختهٔ سرتولی، در دیوارهٔ لولهٔ اسپرم‌ساز، پشتیبانی و تغذیهٔ گامت‌ها را انجام می‌دهد و در همهٔ مراحل اسپرم‌زایی، **بیگانه‌خواری باکتری‌ها** *(فیلی این باکتری‌ها در طراحی تست مهم‌اند)* را انجام می‌دهد. همان‌طور که در فصل پنجم خواندید، بیگانه‌خواری نوعی فعالیت دفاعی در خط **دوم** دفاعی به صورت عمومی و سریع با شناسایی عمومی باکتری‌ها برای یاخته‌ها می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اسپرماتوگونی، تقسیم میتوز انجام می‌دهد و در هر بار تقسیم خود، **یک اسپرماتوسیت اولیه** (با تمایز) **و یک یاختهٔ زایندهٔ دیگر** تولید می‌کند که سبب حفظ لایهٔ زاینده می‌شود. **گزینهٔ (۲):** اسپرماتوسیت ثانویه، حاصل میوز ۱ است و با انجام میوز ۲، دو یاختهٔ اسپرماتید ایجاد می‌کند که هاپلوئیدند و کروموزوم‌های **غیرمضاعف** دارند. **گزینهٔ (۳):** از یک اسپرماتوسیت اولیه، ۴ اسپرماتید تولید می‌شود که هر کدام با **تمایز** خود (نه تقسیم!) به اسپرم تبدیل می‌شوند.

مروری بر مراحل اسپرم‌زایی ۲۶۸

موارد مقایسه	یاختهٔ سرتولی	اسپرماتوگونی	اسپرماتوسیت اولیه	اسپرماتوسیت ثانویه	اسپرماتید	اسپرم
عدد کروموزومی	$2n=46$	$2n=46$	$2n=46$	$n=23$	$n=23$	$n=23$
کروموزوم جنسی	هم X و هم Y	هم X و هم Y	هم X و هم Y	یا X و یا Y	یا X و یا Y	یا X و یا Y
نوع تقسیمی که انجام می‌دهد	.....	میتوز	میوز ۱ (تتراد می‌دهد)	میوز ۲	ندارد (تمایز دارد)	ندارد
یاخته‌ای که ایجاد می‌کند؟	.....	یک اسپرماتوسیت اولیه و یک اسپرماتوگونی	دو تا اسپرماتوسیت ثانویه	دو تا اسپرماتید	یک اسپرم	طی لقاح تخم ایجاد می‌کند.
تاژک؟	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	ابتدا ندارد، سپس دارد	دارد
تعداد سانتریول	یک جفت	دو جفت	دو جفت	دو جفت	یک جفت	یک جفت
مضاعف یا غیرمضاعف؟	.....	ابتدا غیرمضاعف سپس طی تقسیم مضاعف	مضاعف	مضاعف	غیرمضاعف	غیرمضاعف
تعداد دنای خطی	۴۶ تا	۴۶ یا ۹۲	۹۲	۴۶	۲۳	۲۳
اندازهٔ هسته	بزرگ‌ترین	متوسط	متوسط	متوسط	کوچک و در انتها فشرده	کوچک‌ترین و فشرده
اتصال به	در شکل نشان نداده است.	به سطح خارجی دیوارهٔ لوله یا اسپرماتوگونی یا اسپرماتوسیت اولیه	به اسپرماتوگونی و اسپرماتوسیت ثانویه	به اسپرماتوسیت اولیه و اسپرماتید	به اسپرماتوسیت ثانویه و اسپرماتید کناری	اتصال سیتوپلاسمی ندارد.

۲۴۱۸ : ۳ در حین حرکت زام یاختک‌ها به سمت وسط لوله‌های زامه‌ساز تمایزی در آن‌ها رخ می‌دهد تا به زامه تبدیل شوند. به این صورت که یاخته‌ها **از هم جدا** و **تاژک‌دار** می‌شوند؛ سپس **مقدار زیادی از سیتوپلاسم خود را از دست می‌دهند. هستهٔ آن فشرده شده در سر زامه به صورت مجزا قرار می‌گیرد و یاخته حالت کشیده پیدا می‌کند.**

۲۴۱۹ : ۲ در دیوارهٔ لولهٔ اسپرم‌ساز، یاخته‌های اسپرماتوگونی، اسپرماتوسیت اولیه و سرتولی، **دیپلوئید** می‌باشند. محتوای وراثتی تمام یاخته‌های پیکری هسته‌دار بدن یکسان می‌باشد. (همگی دنای خطی هسته و سیتوپلاسمی حلقوی در راکیزه دارند.) بنابراین همهٔ این یاخته‌ها ژن یا ژن‌های سازندهٔ تاژک را دارند.

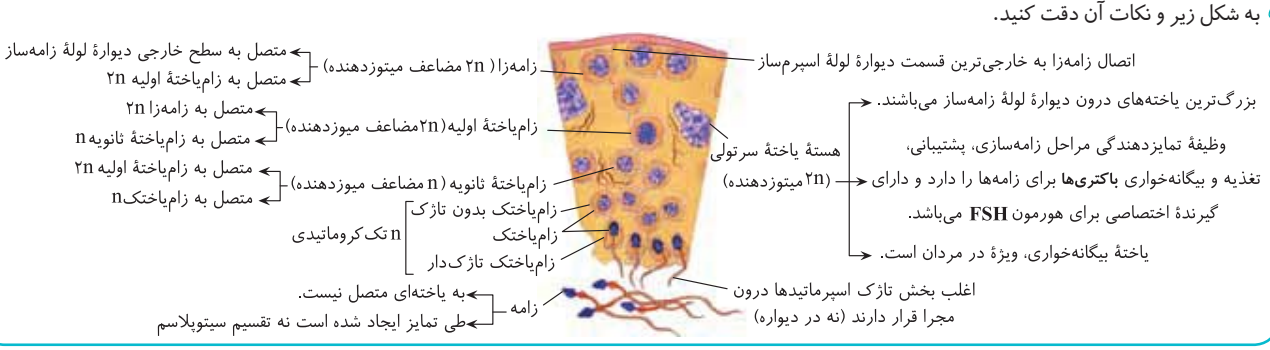
نکتهٔ مهم

با توجه به شکل کتاب، در دیوارهٔ لولهٔ اسپرم‌ساز، تنها گروهی از اسپرماتیدها و تمامی اسپرم‌ها دارای هسته‌ای فشرده می‌باشند. (مطرح شده در کنکور سراسری ۱۴۰۰) بنابراین یاخته‌های دیپلوئید نام برده شده هسته‌شان غیرفشرده می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های اسپرماتوگونی با تقسیم خود، یک یاختهٔ اسپرماتوگونی دیگر و یک یاختهٔ اسپرماتوسیت اولیه را می‌سازند که هر دو دیپلوئید می‌باشند. **گزینهٔ (۳):** یاخته‌های اسپرماتوگونی در سطح خارجی دیوارهٔ لولهٔ اسپرم‌ساز دیده می‌شوند، اما یاخته‌های سرتولی در بخش‌های مختلف دیوارهٔ لوله دیده می‌شوند. از بین این سه نوع یاخته، اتصال به یاخته‌های کناری هم ویژگی اسپرماتوگونی‌ها و هم اسپرماتوسیت‌های اولیه می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** یاخته‌های سرتولی دارای توانایی ترشح پیک شیمیایی **کوتاه‌برد** برای تمایز اسپرم‌ها می‌باشند.

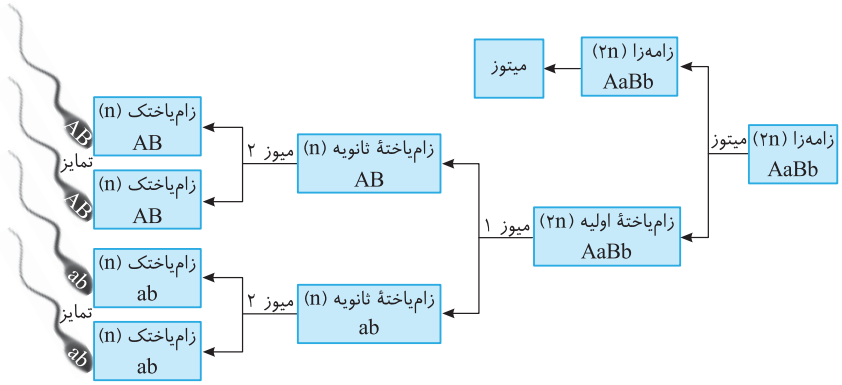
چند نکتهٔ مهم در بررسی تست‌ها و شکل‌ها از لولهٔ اسپرم‌ساز

- به دلیل اینکه تعداد زیادی یاخته زاینده (زامه‌زا) تقسیم می‌شوند، تعداد زامهٔ تولید شده در بدن یک مرد بالغ **بسیار زیاد** است.
- زام‌یاختک‌ها در ابتدا وسیلهٔ حرکتی یا تاژک ندارند ولی به دلیل تولید زیاد از دیواره به سمت وسط لولهٔ زامه‌ساز رانده می‌شوند و در حین این حرکت غیرفعال درون سطح درونی دیوارهٔ لولهٔ زامه‌ساز، طی تمایز **ابتدا از هم جدا شده** و تاژک‌دار می‌شوند. سپس مقدار **زیادی** از سیتوپلاسم خود را از دست داده و هستهٔ آن فشرده می‌شود و در سر **زامه** به صورت مجزا قرار می‌گیرد. اسپرم در این حالت تاژک‌دار با سیتوپلاسم کم است که هستهٔ آن فشرده می‌باشد و در مجرای وسط لوله به صورت **زامه** با شکل کشیده درمی‌آید که مراحل تمایز آن را در شکل زیر نیز می‌توانید مشاهده کنید. (زام‌یاختک‌ها از قسمت تاژک خود از دیوارهٔ لوله به فضای مجرای وسط آن وارد می‌شوند).
- زامه از تقسیم سیتوپلاسم یاختهٔ قبل از خود ایجاد نشده است. پس برای ایجاد آن از زام‌یاختک، **دو برابر شدن سانتریول‌ها و کمربند انقباضی ایجاد نمی‌شود.** از طرفی زام‌یاختک و زامه دارای دو سانتریول هستند چون دیگر تقسیم نمی‌شوند.
- به شکل زیر و نکات آن دقت کنید.



۲۴۲۰ (۴) یاختهٔ سازندهٔ اسپرماتوگونی، خود اسپرماتوگونی است. یاخته‌های اسپرماتوگونی با تقسیم میتوز به دو یاخته تقسیم می‌شوند، یکی از این یاخته‌ها اسپرماتوسیت اولیه است و دیگری اسپرماتوگونی جدید؛ هردوی این یاخته‌ها برای دستگاه تولیدمثل ضروری هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاختهٔ سازندهٔ اسپرماتوسیت اولیه، یاختهٔ اسپرماتوگونی است. یاختهٔ اسپرماتوگونی هیچ‌گاه تقسیم میوز انجام نمی‌دهد. **گزینهٔ (۲):** یاختهٔ سازندهٔ اسپرماتید، اسپرماتوسیت ثانویه است. در طی تقسیم میوز ۲ از هر اسپرماتوسیت ثانویه، ۲ اسپرماتید به وجود می‌آید که همهٔ آن‌ها بقا پیدا می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** یاختهٔ سازندهٔ اسپرماتوسیت ثانویه، اسپرماتوسیت اولیه است. اسپرماتوسیت اولیه تقسیم میوز ۱ انجام می‌دهد.



۲۴۲۱ (۳) از دو یاختهٔ حاصل از تقسیم میتوز اسپرماتوگونی، فقط یکی که اسپرماتوسیت اولیه است، توانایی **تشکیل تتراد** را دارد؛ یکی دیگر از آن‌ها یعنی زامه‌زا (اسپرماتوگونی) لایهٔ زاینده را حفظ می‌کند و تقسیم میوز انجام نمی‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اسپرماتیدها و اسپرماتوسیت ثانویه یاخته‌های هاپلوئیدی هستند که از تقسیم یاخته‌های مضاعف به وجود آمده‌اند. اسپرماتیدها ابتدا فاقد تاژک بوده و اسپرماتوسیت‌ها نیز هیچ‌گاه تاژک ندارند. **گزینهٔ (۲):** اسپرم‌ها و اسپرماتیدها توانایی تقسیم و ورود به مرحلهٔ G_0 برای دو برابر کردن سانتریول‌ها را ندارند. **گزینهٔ (۴):** یاخته‌های سرتولی هستهٔ گلابی شکل دارند. با توجه به شکل ۲ کتاب درسی یاخته‌های سرتولی به سایر یاخته‌ها متصل نیستند. (دقت کنید که ژن(های) مربوط به تولید تاژک، فقط در اسپرماتید فعال می‌شوند.)

اسپرم‌زایی ۲۶۹

یاخته	نوع تقسیم	تعداد زامهٔ حاصل	انواع زامهٔ حاصل
زامه‌زا	میتوز	تعداد زیادی	انواع زیادی
زاماياختهٔ اولیه	میوز ۱	۴	۲ ← در صورت عدم کراسینگ‌اور ۴ ← در صورت کراسینگ‌اور
زاماياختهٔ ثانویه	میوز ۲	۲	۱ ← در صورت عدم کراسینگ‌اور ۲ ← در صورت کراسینگ‌اور
زاماياختک	تمایز	۱	۱

۲۴۲۲ (۳) اسپرماتوسیت‌های اولیه و ثانویه دارای کروموزوم‌های دو کروماتیدی‌اند و در این کروموزوم‌ها تعداد کروماتیدها دو برابر تعداد سانترومرهاست.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اسپرماتید ابتدا بدون تاژک و سپس تاژک‌دار است و در نهایت به اسپرم تمایز می‌یابد. **گزینهٔ (۲):** کروموزوم‌های جنسی X و Y با یکدیگر همتا محسوب نمی‌شوند. **گزینهٔ (۴):** اسپرم تاژک‌دار طی تمایز به وجود آمده است نه تقسیم میوز دو.

۲۴۲۳ (۲) اسپرماتیدها تحت تأثیر ترشحات یاخته‌های سرتولی به اسپرم تمایز می‌یابند. اسپرم‌ها و اسپرماتیدها توانایی تقسیم ندارند.

توجه طبق متن کتاب درسی یاخته‌های سرتولی با ترشحات خود، تمایز زامه‌ها را هدایت می‌کنند. یاخته‌های سرتولی در همهٔ مراحل زامه‌زایی، پشتیبانی و تغذیهٔ یاخته‌های جنسی و نیز بیگانه‌خواری را بر عهده دارند. از بین وظایف یاخته‌های سرتولی فقط هدایت تمایز زامه‌ها تحت تأثیر ترشحات یاخته‌های سرتولی انجام می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** زاماياخته‌های ثانویه، مستقیماً از تقسیم زاماياخته‌های اولیه به وجود می‌آیند. زاماياخته‌های اولیه، یاخته‌های دولاد هستند. این یاخته‌ها از تقسیم میتوز ایجاد می‌شوند. سپس از طریق کاستمان ۱ تقسیم می‌شوند. دقت کنید زاماياخته‌های اولیه هنگام تشکیل، فام‌تن‌های تک‌فامینکی دارند اما هنگامی که وارد مرحلهٔ تقسیم می‌شوند، فام‌تن‌های آن‌ها مضاعف شده‌اند. **گزینهٔ (۴):** در دیوارهٔ لوله‌های اسپرم‌ساز، یاخته‌های اسپرماتوگونی هنگام تقسیم میتوز، اسپرماتوسیت اولیه هنگام میوز ۱ و اسپرماتوسیت ثانویه هنگام میوز ۲ رشته‌های دوک را تشکیل می‌دهند. از بین این یاخته‌ها، اسپرماتوسیت‌های ثانویه هاپلوئیدند و ۲۲ کروموزوم غیرجنسی و یک کروموزوم جنسی دارند. **گزینهٔ (۴):** جدایی فام‌تن‌های همتا در آنافاز کاستمان ۱ انجام می‌شود و در لوله‌های اسپرم‌ساز، فقط زاماياخته‌های اولیه کاستمان ۱ انجام می‌دهند. زاماياخته‌های اولیه قبل از این مرحله، در پروفاز ۱ تتراد تشکیل داده‌اند.

چند نکتهٔ مهم در بررسی تست‌ها

- ترشحات یاخته‌های سرتولی به عنوان پیک شیمیایی کوتاه‌برد، سبب تمایز و تغییرات زاماياختک برای تبدیل به زامه می‌شوند. البته این یاخته در همهٔ مراحل زامه‌سازی از زامه‌زا تا ایجاد و تمایز زامه نقش دارد.

مراحل تمایز زاماياختک به زامه:

جدا شدن زاماياختک‌ها ← تاژک‌دار شدن زاماياختک‌ها ← از دست دادن مقدار زیادی از سیتوپلاسم ← و قرارگیری هستهٔ فشرده در سر به صورت مجزا ← ایجاد زامه به صورت یاخته‌ای با حالت کشیده

- یاخته‌های سرتولی علاوه‌بر کمک به تمایز زامه‌ها، در همهٔ مراحل زامه‌زایی، پشتیبانی، تغذیه و بیگانه‌خواری باکتری‌ها از اطراف یاخته‌های جنسی (زامه‌ها) را نیز انجام می‌دهند. این یاخته‌ها برخلاف یاخته‌های مسیر زامه‌سازی، معمولاً به یاختهٔ دیگری متصل نیستند و قدرت تقسیم میوز نیز ندارند.
- یاخته‌های سرتولی را می‌توان تنها یاخته‌های متحرک لولهٔ اسپرم‌ساز در نظر گرفت چون یاخته‌ای که بیگانه‌خوار است، توانایی حرکت دارد.

۲۴۲۴: (۲) یاخته‌های قبل از اسپرماتید و اسپرماتیدهای درحال تمایز با یاخته‌های دیگر دارای اتصالات سیتوپلاسمی می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اسپرماتوگونی با تقسیم میتوز، یاخته‌های اسپرماتوسیت اولیه و اسپرماتوگونی را به وجود می‌آورد که تنها یاخته‌های اسپرماتوسیت اولیه توانایی انجام تقسیم میوز ۱ را دارند. **گزینهٔ (۳):** اسپرماتیدها تقسیم نمی‌شوند. **گزینهٔ (۴):** **همهٔ یاخته‌های مسیر اسپرم‌زایی تحت تأثیر یاخته‌های سرتولی قرار دارند** و این یاخته‌ها تغذیه و پشتیبانی یاخته‌ها را بر عهده دارند.

۲۴۲۵: (۳) اسپرماتوسیت‌های اولیه و اسپرماتوگونی‌ها، هسته‌ای **مرکزی** با دو مجموعه کروموزوم و اسپرماتوسیت‌های ثانویه و اسپرماتید تمایزنیافته هسته‌ای مرکزی با یک مجموعه کروموزوم دارند. در حالی‌که اسپرماتید در حال تمایز، یاخته‌های سرتولی و اسپرم‌ها هستهٔ مرکزی ندارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در ارتباط با یاخته‌های سرتولی و بیگانه‌خوارهای بافتی برقرار نیست. **گزینهٔ (۲):** در ارتباط با بیگانه‌خوارهای بافتی و اسپرماتیدها برقرار نیست. **گزینهٔ (۴):** همهٔ یاخته‌های بدن انسان از یاخته‌هایی با دو مجموعه کروموزوم منشأ گرفته‌اند (در اینجا منشأ یعنی یاختهٔ اولیهٔ تخم!).

۲۴۲۶: (۳) اسپرماتیدها در مرحلهٔ نهایی و اسپرم‌ها در همهٔ حالات دارای تاژک هستند که اسپرماتیدهای تاژک‌دار، هستهٔ فشرده دارند و هنوز به غیر از تاژک آن‌ها بقیهٔ قسمت‌های آن در دیوارهٔ لولهٔ اسپرم‌ساز می‌باشد ولی اسپرم‌ها همگی و همهٔ قسمت‌های آن از دیواره خارج شده و در مجرای وسط لوله قرار دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تنها اسپرم‌ها از لولهٔ اسپرم‌ساز وارد لولهٔ اپیدیدیم می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** یاختهٔ جنسی (اسپرم) تنها دارای یک کروموزوم جنسی X یا Y می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** هیچ‌کدام از یاخته‌های تاژک‌دار مسیر اسپرم‌سازی، اتصال سیتوپلاسمی با یاختهٔ دیگر ندارند و از هم جدا شده‌اند.

۲۴۲۷: (۴) لوله‌های اسپرم‌ساز، اپیدیدیم و قسمتی از ابتدای لولهٔ اسپرم‌بر در کیسهٔ بیضه قرار دارند. دمای کیسهٔ بیضه حدود ۳ درجه کمتر از دمای بدن است؛ در نتیجه محتویات آن دارای یاخته‌هایی می‌باشند که آنزیم‌هایی با توانایی فعالیت در دمای ۳۴ درجه را دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های هاپلوئیدی اسپرماتید و اسپرماتوسیت ثانویه در **دیوارهٔ** لولهٔ اسپرم‌ساز یافت می‌شوند ولی اسپرم در مجاری لوله‌های اسپرم‌ساز، اپیدیدیم و اسپرم‌بر وجود دارد. **گزینهٔ (۲):** تولید اسپرم در مجرای لولهٔ اسپرم‌ساز و به دست آوردن توانایی حرکت در اپیدیدیم رخ می‌دهد ولی مجرای اسپرم‌بر فقط محل عبور اسپرم‌های متحرک است. **گزینهٔ (۴):** یاخته‌های سرتولی تغذیهٔ یاخته‌ها در مسیر اسپرم‌زایی را بر عهده دارند که فقط در دیوارهٔ لولهٔ اسپرم‌ساز دیده می‌شوند (یعنی در بین لوله‌ها در مجرای وسط لوله قرار ندارند).

۲۴۲۸: (۱) فقط مورد (الف) صحیح است. (از ریزلوله‌های اسپرماتید می‌توان به سانتریول‌ها اشاره کرد ولی رشتهٔ دوک در آن وجود ندارد.)

بررسی موارد (الف) **درست.** ریزلوله‌ها از جنس **پروتئین**اند در نتیجه در رناتن که اندامکی بدون غشا و فسفولیپید است، تولید می‌شود. (ب) نادرست. در بخش **مرکزی** سانتریول‌ها ریزلوله مشاهده نمی‌شود. (ج) نادرست. اسپرماتید توانایی حرکت در مایع پیرامونی را **ندارد!** (د) نادرست. اسپرماتید **تقسیم نمی‌شود** که رشته‌های دوک بتوانند به سانترومر کروموزوم‌ها متصل شوند!

۲۴۲۹: (۴) یاخته‌های اسپرماتوگونی در مسیر اسپرم‌زایی نزدیک‌ترین یاخته‌ها به دیوارهٔ **خارجی** لوله می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اسپرماتیدها با تمایز، مقدار **زیادی** از سیتوپلاسم خود را از دست می‌دهند. **گزینهٔ (۲):** اسپرماتوگونی، تقسیم میتوز را انجام می‌دهد. یاختهٔ حاصل از تقسیم میتوز، در ابتدا دارای کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** مطابق با شکل ۲ صفحهٔ ۹۹، اسپرماتوگونی با یاخته‌های سرتولی که دارای درشت‌ترین هسته هستند مجاورت دارند. **گزینهٔ (۴):** به دلیل اینکه این یاخته‌ها با تقسیم میتوز، یک اسپرماتوگونی و یک اسپرماتوسیت اولیه را تولید می‌کنند، تعداد اسپرماتوگونی‌های دیواره ثابت باقی می‌ماند.

۲۴۳۰: (۱) در مراحل زامه‌زایی، فقط اسپرماتیدهای تمایزیافتهٔ تاژک‌دار و اسپرم‌ها از هم جدا هستند. یاخته‌های زامیاخته اولیه همانند زامه‌زاها در لوله‌های زامه‌ساز به یکدیگر متصل هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** زامه‌زاها هستهٔ فشرده ندارند (با توجه به شکل کتاب، هستهٔ فشرده در زامه‌ها و اسپرماتیدهای تمایزیافته دیده می‌شود). **گزینهٔ (۴):** زامه‌ها از ابتدا متحرک نبوده و در اپیدیدیم متحرک می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** در زامیاخته‌های اولیه **همانند** زامیاخته‌های ثانویه، کروموزوم‌ها **دوکروماتیدی** و مضاعف هستند.

۲۴۳۱: (۴) در مسیر اسپرم‌سازی، یاخته‌های دولاد، اسپرماتوگونی و اسپرماتوسیت اولیه هستند که هستهٔ فشرده ندارند و به یاختهٔ دیگری اتصال دارند. دقت کنید که فقط اسپرماتیدهای تمایزیافته و اسپرم‌ها که تاژک‌دار هستند، هستهٔ فشرده دارند. (یاخته‌های سرتولی در مسیر اسپرم‌زایی نیستند.)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مورد اسپرماتوگونی که میتوز می‌کند صادق نیست. **گزینهٔ (۲):** ایجاد اسپرم از اسپرماتید که هر دو کروموزوم غیرمضاعف دارند حاصل تمایز است (نه تقسیم) از طرفی تولید اسپرماتوسیت اولیه از اسپرماتوگونی با میتوز می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** یاخته‌های اسپرماتوگونی و اسپرماتوسیت اولیه که دولاد هستند نیز به هم متصل‌اند. جدایی از تبدیل اسپرماتید به اسپرم شروع می‌شود.

۲۴۳۲: (۲) سانتریول‌ها و ریبوزوم‌ها از ساختارهای درون‌یاخته‌ای بدون غشا هستند. سرنوشت و محل عملکرد پروتئین‌های تولید شده تعیین می‌کند که محل تولید آن‌ها توسط ریبوزوم کجا باشد. پروتئین‌های ترشحی و پروتئین‌های غشایی توسط ریبوزوم‌های متصل به غشای شبکهٔ آندوپلاسمی زبر تولید می‌شوند. طبق شکل ۱۴ فصل ۲ زیست دوازدهم، رناتن از سمت **زیرواحد بزرگ** خود به غشای شبکهٔ آندوپلاسمی زبر متصل می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** سانتریول‌ها با تشکیل دوک تقسیم و سازمان‌دهی ریزلوله‌ها، کروموزوم‌ها را به قطبین یاخته هدایت می‌کنند، ولی بسیار توجه کنید اسپرماتید و اسپرم تقسیم نمی‌شوند! **گزینهٔ (۳):** ریزلوله‌ها، سانتریول‌ها و ریبوزوم‌ها همگی شامل پروتئین‌اند و در ساختارشان پیوند پپتیدی قابل مشاهده است. **گزینهٔ (۴):** منظور از زائدهٔ بلند حرکتی، **تاژک** است. اولاً طبق شکل ۳ فصل ۷ زیست یازدهم، بخش اعظم تاژک اسپرم را غشای یاخته احاطه می‌کند و فقط در بخش **انتهایی** تاژک، غشای یاخته آن را پوشش نمی‌دهد؛ دوماً، اسپرماتید **تازه تشکیل شده** طبق شکل ۲ فصل ۷ زیست یازدهم، اصلاً تاژک ندارد!!

۲۴۳۳: (۴) بزرگ‌ترین یاخته در این لوله، سرتولی است. این یاخته تحت تأثیر هورمون FSH تمایز اسپرم‌ها را هدایت می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های اسپرماتید در حال تمایز و اسپرم دارای تاژک می‌باشند. اسپرماتید در حال تمایز ممکن است هنوز به مرحله‌ای نرسیده باشد که مقداری از سیتوپلاسم خود را از دست داده باشد. **گزینهٔ (۲):** یاخته‌های اسپرماتوگونی، اسپرماتوسیت اولیه و سرتولی در دیوارهٔ این لوله، دیپلوئید می‌باشند. اتصال به یاخته‌های مجاور در ارتباط با اسپرماتوگونی و اسپرماتوسیت اولیه، صحیح می‌باشد. **گزینهٔ (۳):** یاخته‌های اسپرماتوسیت ثانویه، اسپرماتید و اسپرم، هاپلوئید می‌باشند. کروموزومی که از دو رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید (یک مولکول دنا) تشکیل شده است، **تک‌کروماتیدی** می‌باشد. کروموزوم‌های یاختهٔ اسپرماتوسیت ثانویه دو کروماتیدی می‌باشند.

۲۴۳۴ (۳) موارد (الف)، (ج) و (د) درست هستند. در مردان، یاخته‌هایی از لولهٔ اسپرم‌ساز که در تقسیم شرکت می‌کنند یا حاصل می‌شوند به همراه یاخته‌های سرتولی، جزء یاخته‌های دیوارهٔ لوله‌های اسپرم‌ساز هستند (فقط اسپرم در دیوارهٔ لوله قرار ندارد و در مجرا می‌باشد.).

بررسی موارد (الف) **درست.** یاخته‌های سرتولی مستقیماً در تقسیم و تولید اسپرم شرکت نمی‌کنند. (ب) نادرست. بر حسب کتاب درسی، اسپرماتیدها و یاخته‌های سرتولی فاقد توانایی تقسیم می‌باشند. (کلاً کتاب درسی در مورد تقسیم برای بیگانه‌خوارها صحبتی نکرده است.) (ج) **درست.** منشأ مستقیم یا اولیهٔ همهٔ یاخته‌های ذکر شده، یاخته‌های دیپلوئیدی با دو مجموعهٔ کروموزومی تخم می‌باشد. (د) **درست.** بعضی یاخته‌ها مثل اسپرماتیدهای تازه تشکیل شده (تمایز نیافته) هستهٔ مرکزی ندارند.

۲۴۳۵ (۲) برای تمایز **اسپرماتید** به اسپرم، ابتدا این یاخته‌ها **از هم جدا** و تاژک‌دار می‌شوند. اسپرماتیدها **تک‌هسته‌ای** و **هاپلوئیدند** و تقسیم نیز **نمی‌شوند**؛ در نتیجه برای هر جایگاه ژنی در هر صفت مستقل از جنس، **یک الل** دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اسپرماتیدها تقسیم **نمی‌شوند!** **گزینهٔ (۳):** توانایی حرکت در **اسپرم‌ها**، در **اپیدیدیم** ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** **یاخته‌های سرتولی** که در دیوارهٔ لوله‌های زامه‌ساز وجود دارند با ترشحات خود **تمایز** زامه‌ها را هدایت می‌کنند.

۲۴۳۶ (۴) هستهٔ فشرده فقط در اسپرماتیدهای تاژک‌دار و اسپرم‌ها دیده می‌شود که کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی دارند، پس هر یاخته‌ای جز آن‌ها اولاً کروموزوم مضاعف دارد و ثانیاً هنوز با یاخته‌های دیگر مسیر اسپرم‌سازی، ارتباط سیتوپلاسمی دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های اسپرماتوگونی، اسپرماتوسیت اولیه، ثانویه و اسپرماتیدها به هم اتصال دارند. از طرفی اسپرماتوگونی و اسپرماتیدها میوز انجام نمی‌دهند. **گزینهٔ (۲):** یاخته‌هایی که کروموزوم **غیر**مضاعف دارند عبارتند از اسپرماتیدها و اسپرم‌ها که اسپرم‌ها در اثر تغییر شکل و جدا شدن اسپرماتیدها به وجود می‌آیند. **گزینهٔ (۳):** اسپرماتیدها، اسپرماتوسیت‌های ثانویه و اسپرم‌ها هاپلوئید هستند اما هستهٔ اسپرماتوسیت‌های ثانویه هنوز فشرده نشده است.

۲۴۳۷ (۲) تنه، قطعهٔ میانی اسپرم است و تعداد زیادی میتوکندری دارد که انرژی لازم برای حرکات تاژک را فراهم می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** سر اسپرم، دارای یک هستهٔ بزرگ و کیسه‌ای پر از آنزیم به شکل کلاه در جلوی هسته است و **دارای مقدار کمی سیتوپلاسم** است. **گزینهٔ (۴):** کیسهٔ آکروزوم، در **جلوی** هسته قرار دارد! **گزینهٔ (۴):** دم اسپرم، با حرکات خود، اسپرم را به **جلو** حرکت می‌دهد.

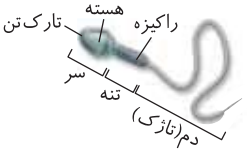
• ساختار زامه (اسپرم)

اسپرمِ تمایزیافته، دارای سه قسمت **سر، تنه و دم** می‌باشد.

● الف) سر زامه

بیشتر فضای درون سر زامه از یک هسته با ۲۳ کروموزوم تک‌کروماتیدی اشغال شده است. مقدار **کمی** سیتوپلاسم دارد و یک کیسه پر از آنزیم در جلوی هسته به نام آکروزوم (تارک‌تن) وجود دارد که مثل کلاه روی **بخشی** از هسته قرار گرفته است. موقع لقاح، وقتی زامه به مام‌یاختهٔ ثانویه نزدیک می‌شود و به لایهٔ خارجی آن برخورد می‌کند، کیسهٔ سر زامه پاره شده و آنزیم‌های خارج شده از آکروزوم می‌توانند سبب نفوذ زامه در لایهٔ داخلی حفاظت‌کنندهٔ مام‌یاخته شوند.

نکته
در سر اسپرم، آکروزوم مانند مخروطی است که رأس آن در جلوی هسته و بخش پهن آن دور قسمت انتهایی هسته است.



«ساختار زامهٔ انسان»

● ب) تنه یا قطعهٔ میانی زامه

قسمتی پر از راکیزه (میتوکندری) و کمی سیتوپلاسم می‌باشد که با تنفس یاخته‌ای **هوازی** مقدار **زیادی** *ATP* برای فعالیت و حرکت زامه فراهم می‌کند.

نکته
تمام مراحل تنفس هوازی زامه بعد از عمل قندکافت (گلیکولیز) از جمله اکسایش پیرووات، چرخهٔ کربس، تولید استیل *CoA*، تولید و مصرف $FADH_2$ و تولید *ATP* اکسایشی فقط در قسمت تنهٔ زامه یعنی درون میتوکندری‌ها رخ می‌دهد (مراحل تنفس یاخته‌ای را در فصل ۵ زیست دوازدهم می‌خوانید).

● ج) دم زامه

قسمت تاژک‌دار و غشادار می‌باشد که به کمک انرژی حاصل از بخش تنه، سبب حرکت زامه می‌شود. دقت کنید که قسمت انتهایی دم زامه فاقد غشا می‌باشد.

نکته
- اسپرم‌های موجود در مجرای وسط لولهٔ زامه‌ساز، همگی به صورت تاژک‌دار می‌باشند ولی این زامه‌های موجود در بیضه، قدرت حرکت فعال ندارند بلکه چون به مقدار زیاد ساخته می‌شوند پشت سر هم همدیگر را به جلوتر می‌رانند تا از لوله‌های زامه‌ساز بیضه به سمت مجرای **اپیدیدیم** رفته و در آنجا پس از حداقل ۱۸ ساعت، تحت تأثیر ترشحات پیک شیمیایی **کوتاه‌برد** این مجرا، قدرت تحرک و بارور نمودن مام‌یاخته و تخمک را به دست بیاورند.
- آکروزوم دور **قسمتی** از هستهٔ زامه را فراگرفته است و **اندامکی غشادار** از نوع وزیکول یا ریزکیسه می‌باشد.
- *شاید از خودتون بپرسید که چرا آقای هاشمی هم از کلمات فارسی و هم علمی استفاده می‌کنه؟! اولاً که ببخشید! ثانیاً چون واقعاً به کلمات فارسی در علم، عادت و اعتقاد ندارم ثالثاً می‌خوام به هر دو عادت کنید و تکرار کنید!*

۲۴۳۸ (۲) راکیزه‌ها منبع تولید انرژی در یاخته هستند تا انرژی لازم برای زنش (حرکات) دم را فراهم کنند. راکیزه‌ها برای تولید انرژی مورد نیاز جهت حرکت دم از فروکتوز ترشح شده از غدد وزیکول سمینال استفاده می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بخشی که طول بیشتری نسبت به بقیه دارد، دم اسپرم است. اسپرم در لوله‌های اسپرم‌ساز تاژک‌دار می‌شود، اما دم در اپیدیدیم توانایی حرکت را به دست می‌آورد. **گزینهٔ (۳):** بخشی که دارای هسته‌ای بزرگ و مقداری سیتوپلاسم است؛ سر اسپرم می‌باشد. در سر و در بخش هسته ۲۳ کروموزوم غیرمضاعف (نه ۲۳ جفت) وجود دارد. **گزینهٔ (۴):** بخشی که با حرکت خود اسپرم را به جلو می‌راند؛ دم اسپرم است. با توجه به شکل ۳ صفحه ۱۰۰ کتاب زیست‌شناسی (۲)، بخش انتهای دم فاقد سیتوپلاسم و پوشش غشایی است.

۲۴۳۹: ۴ عبارت صورت سؤال و هم‌چنین همهٔ موارد مطرح شده، نادرست هستند. **اپیدیدیم، بخشی از بیضه نیست!**

بررسی موارد الف) اسپرم‌ها هنگام ورود به اپیدیدیم **هنوز قدرت حرکت ندارند.** ب) پس از گذشت **حداقل ۱۸** ساعت از **حضور** (نه تولید!) اسپرم‌ها در اپیدیدیم، اسپرم‌ها توانایی حرکت را پیدا می‌کنند. ج) مجرای اسپرم‌بر، **پیچیده نیست!** د) در بدن یک مرد، دو مجرای اسپرم‌بر وجود دارد که در حین عبور از کنار و **پشت** مثانه، ترشحات غدهٔ وزیکول سمینال را دریافت می‌کنند.

• اندام‌های کمکی یا ضمیمهٔ دستگاه تناسلی مرد

نکته

بیضه‌ها و اجزای درون آن‌ها مثل لولهٔ زامه‌ساز، یاخته‌های بینابینی و سرتولی همگی با هم به عنوان اندام **اصلی** یا قسمت اصلی دستگاه تولیدمثل مرد هستند. سایر بخش‌های دستگاه تناسلی مرد، غده‌ها و اندام‌های کمکی یا ضمیمه‌ای برای خروج زامه از بدن و نگهداری آن دارند که به ترتیب آن‌ها را بررسی می‌کنیم.

- دستگاه تناسلی مرد
  - اندام اصلی ← دو عدد بیضه
    - لوله‌های زامه‌ساز
      - یاخته‌های زاینده ← مراحل زامه‌سازی را انجام می‌دهند.
      - یاخته‌های سرتولی
        - در انجام همهٔ مراحل زامه‌سازی مؤثر هستند.
        - تمایز یاخته‌های مراحل زامه‌سازی را انجام می‌دهند.
    - یاخته‌های بینابینی لوله‌ها ← تحت تأثیر *LH* به تولید هورمون جنسی تستوسترون می‌پردازند.
  - اندام‌های ضمیمه (کمکی)
    - غدد
      - وزیکول سمینال ← ۲ عدد
      - پروستات ← ۱ عدد
      - پیازی میزراهی‌ها ← ۲ عدد
    - مجاری
      - اپیدیدیم ← ۲ عدد
      - زامه‌بر ← ۲ عدد
      - میزراه ← ۱ عدد (البته کتاب درسی میزراه را اندامی ویژهٔ تولیدمثل در نظر نگرفته است.)

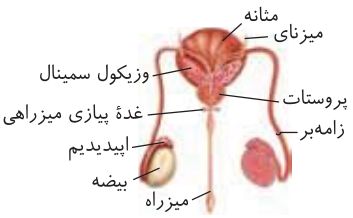
۲۴۴۰: ۳ غدد پیازی میزراهی، ترشحات **قلیایی و روان‌کننده‌ای** به مجرای میزراه اضافه می‌کنند و به همراه ترشحات دو نوع غدهٔ دیگر، مایع منی را به‌طور کامل تشکیل می‌دهند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** غدد وزیکول سمینال، مایع غنی از **فروکتوز** را از طریق مجرای اسپرم‌بر به اسپرم‌ها اضافه می‌کنند که انرژی لازم برای فعالیت **اسپرم‌ها** را فراهم می‌کند. **گزینهٔ (۲):** پروستات فقط **یک غده** است و کلمهٔ **غدد** برای آن نادرست است! **گزینهٔ (۴):** دو مجرای اسپرم‌بر در زیر مثانه، وارد **پروستات** می‌شوند و به میزراه متصل می‌گردند.

۲۷۰ غدد ضمیمهٔ برون‌ریز

ویژگی‌ها / غدد	وزیکول سمینال	پروستات	پیازی میزراهی
تعداد	۲ تا	یکی	۲ تا
حالت ترشحات	مایع	مایع (شیری رنگ)	مایع روان‌کننده
pH ترشحات	.....	قلیایی	قلیایی
وظیفه	تأمین انرژی برای حرکت و فعالیت اسپرم	خنثی کردن مواد اسیدی موجود در مسیر اسپرم به سوی گامت ماده	تسهیل حرکت و خنثی کردن مسیر اسیدی اسپرم

۲۴۴۱: ۴ تمامی موارد عبارت را به درستی تکمیل می‌نمایند. ترشحات غدد وزیکول سمینال در نهایت به انتهای مجرای **اسپرم‌بر** سمت **خود** تخلیه می‌شود. ترشحات غدد پیازی میزراهی هم به مجرای **میزراه** وارد می‌شود.



بررسی موارد الف) همانطور که در شکل مشاهده می‌کنید، مجرای اسپرم‌بر، بعد از ورود به محوطهٔ شکمی، از بین مثانه (کیسهٔ ذخیره کنندهٔ ادرار) و مجرای میزنای متصل به آن عبور می‌نماید. ب) مجاری اسپرم‌بر از اپیدیدیم موجود در کیسه‌های بیضه منشأ می‌گیرند، بنابراین در ابتدای مسیر خود در خارج از محوطهٔ شکمی قرار دارند؛ اما در نهایت با خروج از کیسهٔ بیضه به محوطهٔ شکمی وارد می‌شوند. **میزراه** هم در ابتدا از مثانه مبدأ گرفته و وارد پروستات می‌شود، بنابراین در داخل محوطهٔ شکمی قرار دارد. اما در نهایت با خروج از محوطهٔ شکمی به آلت تناسلی وارد می‌شود. ج) ترشحات قلیایی غدهٔ برون‌ریز پروستات به خنثی‌کردن مسیر اسیدی اسپرم‌بر تا گامت ماده می‌پردازد. این ترشحات توسط غدد پیازی - میزراهی و غدهٔ پروستات به مجرای مشترک اسپرم و ادرار (میزراه) تخلیه می‌شوند. د) انتهای دو مجرای اسپرم‌بر وارد پروستات می‌شود؛ میزراه هم که بعد از مبدأ گرفتن از مثانه به پروستات وارد می‌شود تا دو مجرای اسپرم‌بر به آن متصل شوند.

۲۴۴۲: ۳ عبارت مورد سؤال، **نادرست** است؛ چون در قسمت سر اسپرم فقط یک کیسهٔ پر از آنزیم به نام آکروزوم وجود دارد. در بین عبارات، موارد (الف)، (ج) و (د) هم نادرست هستند.

بررسی موارد الف) **نادرست.** زامه‌ها وارد بخش *A* یعنی وزیکول سمینال نمی‌شوند بلکه ترشحات مایع حاوی فروکتوز غدد وزیکول سمینال، درون مجرای اسپرم‌بر با اسپرم‌های متحرک می‌شوند. ب) درست. مجاری اسپرم‌بر، در پروستات به میزراه متصل می‌شوند که همگی در **زیر** بندارهٔ داخلی ابتدای میزراه قرار دارند. ج) **نادرست.** پروستات به خنثی کردن مواد اسیدی موجود در مسیر عبور زامه به سمت گامت ماده می‌پردازد ولی قسمت *A* یعنی وزیکول سمینال قبل از پروستات قرار دارد. د) **نادرست.** فقط ترشحات *B* (اپیدیدیم) در بلوغ و حرکت اسپرم‌ها مؤثر می‌باشند.

۲۴۴۳ (۱) غـدد وزیکـول سـمینال، مایعی غنی از فروکتوز را به اسـپرم‌ها اضافه می‌کنند. فروکتوز انرژی لازم برای فعالیت اسـپرم‌ها را فراهـم می‌کند، بنابراین فعالیت میتوکندری‌های اسپرم که در قسمت تنه قرار دارند، افزایش می‌یابد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** غدد وزیکول سمینال، مایعی غنی از فروکتوز را به اسپرم‌ها اضافه می‌کنند و تأثیری بر روی مجرای اسپرم‌بر ندارند. **گزینهٔ (۴):** یک جفت غده به نام پیازی میزراهی دو طرف به میزراه متصل می‌شوند. این غده‌ها، ترشحات قلیایی و روان‌کننده‌ای را به مجرا اضافه می‌کنند. به تفاوت مجرای اسپرم‌بر و میزراه توجه داشته باشید. در حقیقت مجرای اسپرم‌بر در پروستات تمام می‌شود و اصلاً به غدد پیازی میزراه نمی‌رسد. **گزینهٔ (۴):** دم و یا تاژک در لولهٔ اسپرم‌ساز ایجاد می‌شود اما غیرفعال است، با نگهداری اسپرم‌ها در اپیدیدیم، توانایی حرکت در اسپرم‌ها ایجاد می‌شود.

نکته

ابتدای مجرای میزراه در اتصال با مثانه بندارهٔ داخلی دارد ← از پروستات می‌گذرد ← ترشحات دو غدهٔ پیازی میزراهی به آن وارد می‌شود ← اولین برآمدگی در آن ایجاد می‌شود ← در انتهای آن برآمدگی با بندارهٔ خارجی ارادی وجود دارد.

۲۴۴۴ (۴) پروستات ترشحات شیری رنگ دارد و در مردان یک غده از آن وجود داشته و مایعی قلیایی و شیری رنگ تولید می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** غدد پیازی میزراهی مایع روان‌کننده ترشح می‌کنند اما پروسـتات سـبب شیری رنگ شـدن مایع منی می‌شود ولی هر دو قلیایی هستند. **گزینهٔ (۲):** مثانه حالتی کیسـه‌ای ماهیچه‌ای دارد و ادرار در آن تجمع می‌یابد ولی توجه کنید که مثانه جزء دسـتگاه تولیدمثلی مردان نیسـت. **گزینهٔ (۴):** اولین بخش در مسیر تولید مایع مغذی منی، غدد وزیکول سمینال است که در خارج کیسهٔ بیضه ولی در داخل حفرهٔ شکمی قرار دارد.

۲۴۴۵ (۴) غدهٔ پروستات و غدد پیازی میزراهی سبب قلیایی شدن مسیر حرکت اسپرم می‌شوند ولی غدد وزیکول سمینال توانایی ترشح مادهٔ قندی را دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** غدهٔ پیازی میزراهی **کوچک‌ترین** غدهٔ برون‌ریز است. دومین بخش کمک‌کننده در مسیر تولید مایع منی غدهٔ پروستات است. مواد مترشحه از غدد پیازی میزراهی به قسمت پایین‌تری از میزراه می‌ریزند. **گزینهٔ (۲):** غدد وزیکول سمینال با ترشح فروکتوز سبب تأمین انرژی لازم برای حرکت دم اسپرم می‌شوند که فقط از نمای پشتی مثانه قابل مشاهده هستند. پروستات **بزرگ‌ترین** غدهٔ دستگاه تناسلی مردان است که از نمای جلویی و عقبی هم قابل مشاهده می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** مجرای غدهٔ وزیکول سمینال در مجاورت مجرای اسپرم‌بر مشاهده می‌شود. این غده برخلاف یاخته‌های بینابینی که تستوسترون می‌سازند توانایی ترشح هورمون را ندارد.

بررسی اندام‌های تولیدمثلی مردان ۲۷۱

موارد مقایسه	کیسهٔ بیضه	بیضه	اپیدیدیم	مجاری اسپرم‌بر	غدد وزیکول سمینال	غدهٔ پروستات	غدد پیازی میزراهی	میزراه
تعداد	یک عدد	۲ عدد	۲ عدد	۲ عدد	۲ عدد	یک عدد	۲ عدد	یک عدد
مکان	پایین و خارج از حفرهٔ شکمی قرار دارد.	درون کیسهٔ بیضه و در پایین و خارج حفرهٔ شکمی قرار دارند.	درون کیسهٔ بیضه قرار دارند و در بالا و کنار بیضه‌ها در یک سمت آن قرار دارند.	ابتدای آن درون کیسهٔ بیضه و خارج محوطهٔ شکمی قرار دارد و ادامه آن درون محوطهٔ شکمی قرار می‌گیرد.	پشت مثانه و پایین‌تر از محل اتصال میزنای‌ها به مثانه قرار دارند.	زیر مثانه و غدد وزیکول سمینال و بالای غدد پیازی میزراهی قرار دارد.	زیر پروستات قرار دارند.	جلوترین بخش دستگاه تولیدمثلی مردان است.
ویژگی	بیضه‌ها و اپیدیدیم‌ها و ... درون آن قرار دارند.	غدد درون‌ریز اصلی هستند. از قسمت بالای خود با اپیدیدیم مرتبط‌اند.	پیچیده و طویل‌اند و از قسمت قطور خود با بیضه و از قسمت باریک خود با مجرای اسپرم‌بر مرتبط‌اند.	ابتدای آن پیچ‌خورده و سپس صاف می‌شود و از جلو، پشت و کنار بیضه عبور می‌کند.	اولین غدد برون‌ریز دستگاه تولیدمثلی مردان هستند و در مجاورت مجاری اسپرم‌بر هستند.	دومین غدهٔ برون‌ریز دستگاه تولیدمثلی مردان است و در مجاورت مجاری اسپرم‌بر هستند.	پایین‌ترین غدد برون‌ریز دستگاه تولیدمثلی مردان محسوب می‌شوند.	بین دستگاه ادراری و تولیدمثلی مشترک است.
نکات	با دمای ۳۴ درجهٔ سانتی‌گراد در تمایز صحیح اسپرم‌ها نقش دارد. (البته به کمک اپیدیدیم) شبکه‌ای از رگ‌های کوچک خونی دارد.	پایین‌ترین غدد درون‌ریز مردان هستند. کار آن‌ها تولید اسپرم و هورمون است.	اسپرم‌های غیرمتحرک به آنجا وارد می‌شوند و حداقل ۱۸ ساعت در آن باقی می‌مانند تا متحرک شوند. ترشحات پیک شیمیایی کوتاه‌برد دارند.	اسپرم بالغ و متحرک را از اپیدیدیم می‌گیرند و به سمت میزراه می‌برند و ترشحات وزیکول سمینال را از آن دریافت می‌کنند.	بالاترین غدد دستگاه تولیدمثلی‌مردان هستند و مایع غنی از **فروکتوز** را به درون مجاری اسپرم‌بر می‌ریزند و انرژی لازم برای فعالیت اسپرم‌ها را فراهم می‌کنند.	با ترشحات قلیایی خود، مواد اسیدی موجود در مسیر اسپرم‌ها را خنثی می‌کند.	ترشحات قلیایی و روان‌کننده‌ای دارند که موجب خنثی کردن مسیر اسپرم‌ها و حرکت راحت‌تر اسپرم‌ها می‌شوند.	دارای دو بندارهٔ است. بندارهٔ داخلی آن از نوع ماهیچهٔ صاف و بندارهٔ خارجی آن از نوع ماهیچهٔ اسکلتی است.

۲۴۴۶ (۱) فقط مورد (ب) صحیح است. هر لولهٔ پرپیچ و خم دستگاه تولیدمثل یک مرد جوان، عبارت است از: لوله‌های اسپرم‌ساز و اپیدیدیم.

بررسی موارد (الف) نادرست. اپیدیدیم برخلاف لوله‌های اسپرم‌ساز نمی‌تواند یاخته‌های هاپلوئید **تولید** نماید (ولی در خود اسپرم هاپلوئید دارد.). (ب) **درست.** در دیوارهٔ اپیدیدیم و لوله‌های اسپرم‌ساز، یاخته‌های دیپلوئید وجود دارند که همهٔ ژن‌های یک مرد را دارند. بنابراین ژن‌های تعیین‌کنندهٔ جنسیت نیز در آن‌ها موجود است. (ج) نادرست. لوله‌های اسپرم‌ساز برخلاف اپیدیدیم، در تماس با یاخته‌های بینابینی (یاخته‌های سازندهٔ تستوسترون) می‌باشند. (د) نادرست. اسپرم‌های تولید شده در لوله‌های اسپرم‌ساز متحرک نیستند و پس از انتقال به اپیدیدیم، توانایی حرکت را به دست می‌آورند.

۲۴۴۷: (۱) تمام موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) اسپرم‌ها با خروج از هر بیضه وارد **یک** لولهٔ (نه لوله‌های) طویل به نام اپیدیدیم می‌شوند. (ب) ترشح مایع شیری رنگ به میزراه، توسط پروستات صورت می‌گیرد که غدهٔ **منفرد** است. (ج) درون کیسهٔ بیضه، لوله‌های اسپرم‌ساز (درون بیضه‌ها)، اپیدیدیم و بخشی از مجرای اسپرم‌بر قرار دارند. مجرای اسپرم‌بر در تولید یا تمایز اسپرم‌ها نقشی ندارد. (د) غدد پیازی میزراهی ترشحات خود را در طول (کمی بعد از عبور از پروستات) میزراه، به آن وارد می‌کند (نه ابتدای آن).

نکته

- در بدن یک مرد، علاوه‌بر بیضه‌ها که مقدار زیادی تستوسترون می‌سازند، غدد فوق‌کلیه نیز از بخش قشری خود مقدار **اندکی** هورمون تستوسترون را وارد خون می‌کنند.
- قند **فروکتوز** ترشحی از غدد وزیکول سمینال سبب تولید *ATP* زیادی در میتوکندری‌های بخش تنهٔ زامه می‌شود. این *ATP*ها سبب حرکت و فعالیت‌های زیستی زامه‌ها می‌شوند.
- دقت کنید که در زنان برخلاف مردان مجاری ادراری و تناسلی همواره مجزا می‌باشند. یعنی میزراه زن فقط مجرای عبور ادرار است در حالی که میزراه مرد بعد از پروستات مجرای مشترک عبور ادرار و زامه می‌باشد.
- در تست‌ها لطفاً دقت داشته باشید که **میزراه** را با **میزنای** اشتباه نگیرید. میزنای مجرایی است که ادرار تشکیل شده در هر کلیه را وارد مثانه می‌کند ولی میزراه، مجرای مشترک برای عبور ادرار و زامه از زیر مثانه می‌باشد.

نکتهٔ ترکیبی با زیست دوازدهم

تولید *ATP* به دو صورت در بدن انسان رخ می‌دهد:
- *ATP* تولید شده در سطح پیش‌مادهٔ‌ای ← در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم و چرخهٔ کربس بسترهٔ راکیزه
- *ATP* اکسایشی ← در واکنش‌های مربوط به غشای درونی راکیزه

۲۴۴۸: (۱) در بخش پشتی مثانه، غدد وزیکول سمینال قرار گرفته‌اند که اولین غدد برون‌ریز ترشح کنندهٔ مایع به مجرای اسپرم‌بر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** بخش شمارهٔ ۲ غدهٔ پروستات را نشان می‌دهد که بزرگ‌ترین غدهٔ برون‌ریز دستگاه تولیدمثل مردان و دارای ترشحات شیری رنگ و قلیایی است اما حواستان باشد که هنوز مایع منی به‌طور **کامل** تشکیل نشده است. **گزینهٔ (۳):** اسپرم‌زایی و ترشحات غدد برون‌ریز بعد از سن بلوغ در مردان انجام می‌شود (ولی پسربچهٔ نوزاد هم کروموزوم دارد!). **گزینهٔ (۴):** غدهٔ پیازی میزراهی ترشحات خود را **مستقیماً** به میزراه وارد می‌کند و قبل (نه بعد) از اولین بخش متسع در میزراه قرار گرفته است.

۲۴۴۹: (۱) اسپرم‌ها بعد از خروج از لولهٔ اسپرم‌ساز به اپیدیدیم وارد می‌شوند. در اپیدیدیم اسپرم‌ها حداقل بعد از ۱۸ ساعت قابلیت حرکت را به دست می‌آورند. در نتیجه در این لوله هم اسپرم‌هایی با قابلیت حرکت و هم اسپرم‌هایی فاقد قابلیت حرکت قابل مشاهده هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** بعد از اپیدیدیم، لولهٔ اسپرم‌بر قرار دارد که وقتی از **پشت** مثانه می‌گذرد، محتویات غدهٔ وزیکول سمینال (شامل فروکتوز) را دریافت می‌کند. **گزینهٔ (۳):** اسپرم‌ها اصلاً در دیوارهٔ لولهٔ اسپرم‌ساز وجود ندارند و فقط در مجرای لوله هستند. در دیوارهٔ این لوله یاخته‌های هاپلوئید و دیپلوئید دیگر قابل مشاهده‌اند. **گزینهٔ (۴):** بعد از لولهٔ اسپرم‌بر، میزراه قرار دارد که ادرار را از مثانه دور می‌کند.

۲۴۵۰: (۲) موارد (ج) و (د) صحیح هستند.

بررسی گزینه‌ها (الف) نادرست. غدهٔ وزیکول سمینال هر سمت، محتویات حاوی **فروکتوز** خود را به مجرای اسپرم‌بر می‌ریزد که قبل از پروستات و پیازی میزراهی با ترشحات قلیایی قرار دارند. (ب) نادرست. منظور از قسمت اول، غدد وزیکول سمینال است که در پشت مثانه هستند (نه در زیر آن). (ج) **درست.** مطابق با شکل کتاب درسی میزراه در دو قسمت، کمی متسع می‌شود که یکی از آن‌ها بلافاصله بعد از محل ارتباط با غدد پیازی میزراهی است. دیگری در انتهای مجرای میزراه قرار دارد. (د) **درست.** غدد پروستات و پیازی میزراهی، در زیر مثانه هستند که هر دو در بالای بیضه‌ها قرار دارند.

۲۴۵۱: (۴) همهٔ موارد صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) **طویل‌ترین** لوله‌های دستگاه تولیدمثلی یک مرد، مجرای اسپرم‌بر بوده و **قطورترین** لوله‌های این دستگاه، اپیدیدیم می‌باشد. اسپرم‌بر به انتهای اپیدیدیم متصل می‌شود. (ب) طبق شکل کتاب درسی، غدد پیازی میزراهی که ترشحات قلیایی آن‌ها برخلاف ترشحات پروستات شیری رنگ نیست، قبل از هر دو قسمت متسع میزراه قرار دارد. (ج) کوچک‌ترین غدد دستگاه تولیدمثل مرد، پیازی میزراهی‌ها و بزرگ‌ترین غدد، بیضه‌ها می‌باشند. در هیچ یک از این دو غدد، اسپرم متحرک یافت نمی‌شود، چون اسپرم درون بیضه غیرمتحرک است و از پیازی میزراهی، اصلاً اسپرمی رد نمی‌شود. (د) اسپرم‌ها از غدد برون‌ریزِ وزیکول سمینال و پیازی میزراهی برخلاف پروستات عبور نمی‌کنند، این دو نوع غده و پروستات بالای مجرای اپیدیدیم قرار دارند.

چند نکتهٔ مهم در بررسی تست‌ها

- به ترشحات ۵ عدد غدهٔ **برون‌ریز** (سه نوع) وزیکول سمینال (۲ عدد)، پروستات (۱ عدد) و پیازی میزراهی (۲ عدد) به همراه زامه‌ها **مایع منی** گفته می‌شود.
- به‌جز بیضه‌ها به سایر غدد و مجاری خارج از بیضه **اندام‌های ضمیمه یا کمکی** می‌گویند.
- مجرای اسپرم‌بر از جلو و بالای محل اتصال میزنای به مثانه رد می‌شود و بعد از کنار و پشت مثانه به پروستات وارد می‌شود.
- میزراه دارای دو برآمدگی و دو بنداره می‌باشد:
  - برآمدگی‌ها:
    - یکی بلافاصله زیر غدد پیازی میزراهی
    - یکی در انتهای منفذ خروج ادرار (بندارهٔ خارجی ارادی)
  - بنداره:
    - داخلی:
      - در محل اتصال مثانه به میزراه می‌باشد.
      - تحت کنترل اعصاب خودمختار منقبض می‌شود.
      - از ماهیچهٔ صاف حلقوی تشکیل شده است.
    - خارجی:
      - در محل خروج ادرار و زامه در انتهای میزراه می‌باشد.
      - از ماهیچهٔ مخطط ارادی با آرایش حلقوی ایجاد شده است.
      - تحت کنترل اعصاب پیکری به انقباض درمی‌آید و تنگ می‌شود.

۲۴۵۲ (۳) هورمون‌های *FSH* و *LH*، هورمون‌های جنسی هستند (نه هورمون جنسی). هورمون *LH*، به‌طور غیرمستقیم و با تحریک ترشح تستوسترون از یاخته‌های بینابینی، سبب رشد اندام‌های جنسی و اسپرم‌زایی می‌شود. ترشح و تولید *LH* و *FSH*، توسط **یک** هورمون آزادکنندهٔ مشترک تنظیم می‌شود. (در شکل ۵ این فصل هم مشخص است.)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هورمون *FSH*، یاخته‌های سرتولی را تحریک می‌کند؛ اما دقت کنید که *LH* و *FSH* **هورمون جنسی محسوب نمی‌شوند!** بلکه **محرک جنسی** هستند. **گزینهٔ (۲):** هورمون *LH* یاخته‌های بینابینی را تحریک می‌کند و **همانند** *FSH*، نام‌گذاری آن بر اساس وظیفهٔ آن در زنان انجام شده است. **گزینهٔ (۴):** هورمونی که **مستقیماً** سبب بروز صفات ثانویهٔ جنسی در مردان می‌شود، **تستوسترون** است که روی استخوان‌ها و ماهیچه‌ها نیز گیرنده دارد (نه هورمون‌های محرک جنسی).

تنظیم هورمونی اعمال بیضه‌ها

در فصل هورمون‌ها خواندید که هورمون آزادکنندهٔ غدهٔ هیپوتالاموس، سبب ترشح هورمون‌های محرک جنسی *FSH* و *LH* از هیپوفیز پیشین می‌شود. این دو هورمون در حقیقت براساس فعالیت آن‌ها در جنس ماده نام‌گذاری شده‌اند که به *FSH* هورمون محرک فولیکولی و به *LH* هورمون لوتئینی‌کننده (رشد جسم زرد) می‌گویند. در مردان با اینکه فولیکول و جسم زرد وجود ندارند ولی این دو هورمون در فعالیت دستگاه تناسلی مرد عمل **ضروری** دارند.

الف) نقش هورمون *FSH* در مردان

این هورمون روی یاخته‌های **سرتولی** دیوارهٔ لولهٔ زامه‌ساز اثر کرده و با تحریک آن‌ها سبب تسهیل **تمایز مراحل مختلف زامه‌زایی** از جمله در تبدیل زامیاختک به زامه می‌شود.

هورمون آزادکننده از هیپوتالاموس ← خون ← هیپوفیز پیشین ← هورمون FSH ← خون ← اثر بر یاختهٔ سرتولی لولهٔ زامه‌ساز بیضه ← ترشح مواد (پیک کوتاه‌برد) ← تبدیل زامیاختک به زامه و کمک در همهٔ مراحل زامه‌سازی ← تاژک‌دار کردن آن‌ها / تولید سر، تنه و دم زامه

ب) نقش هورمون *LH* در مردان

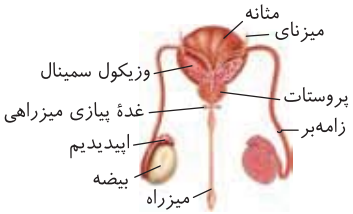
این هورمون با تحریک یاخته‌های بینابینی بیضه‌ها، ترشح و تولید هورمون تستوسترون را در مرد زیاد می‌کند.

هورمون آزادکنندهٔ هیپوتالاموس ← خون ← غدهٔ هیپوفیز پیشین ← LH ← خون ← یاختهٔ بینابینی ← تستوسترون ← خون ← صفات ثانویهٔ جنسی مردان

- در مردان، یک هورمون آزادکننده با تحریک ترشح *FSH* و *LH* سبب ترشح تستوسترون زیاد از بیضه‌ها می‌شود و هورمون آزادکنندهٔ دیگری با اثر بر قشر غدد فوق‌کلیه نیز هورمون تستوسترون کمی ترشح می‌کند.
- دقت کنید که تستوسترون تولیدی علاوه‌بر استخوان، ماهیچه و تار صوتی روی رشد بیضه‌ها و خود هیپوتالاموس و هیپوفیز پیشین هم اثر بازخوردی دارد.

۲۴۵۳ (۲) اسپرم‌ها در اپیدیدیم توانایی حرکت کردن را پیدا می‌کنند. بنابراین در این بخش هم اسپرم‌های متحرک و هم اسپرم‌های غیرمتحرک دیده می‌شوند. با توجه به شکل زیر، اپیدیدیم در بالای بیضه قرار گرفته است و بیشترین ضخامت را در قسمت فوقانی‌اش دارد. ضخامت اپیدیدیم از بالا به پایین کاهش می‌یابد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** غدد برون‌ریز پیازی - میزراهی در زیر پروستات قرار گرفته‌اند و ترشحات خود را به میزراه تخلیه می‌کنند. در ساختار میزراه دو برجستگی دیده می‌شود که یکی از آن‌ها در بخش انتهایی و یکی هم بلافاصله در زیر غدد پیازی - میزراهی می‌باشد (شکل مقابل) ولی دقت کنید که بندارهٔ داخلی میزراه در محل اتصال با مثانه است و هیچ‌کدام از این دو برآمدگی نمی‌باشد. **گزینهٔ (۴):** یاخته‌های سرتولی موجود در لوله‌های اسپرم‌ساز برای هورمون *FSH* گیرنده دارند. با توجه به شکل کتاب، اسپرم‌ها جزئی از یاخته‌های **دیوارهٔ** لوله‌های اسپرم‌ساز به حساب نمی‌آیند. این یاخته‌ها در مجرای لوله قرار می‌گیرند و در نهایت به اپیدیدیم وارد می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** ترشحات غدد وزیکول سمینال به لوله‌های اسپرم‌بر تخلیه می‌شوند. با توجه به شکل، این لوله‌ها از بین سطح **پشتی** مثانه و میزنای عبور می‌نمایند.



۲۴۵۴ (۲) در مرحلهٔ آخر تقسیم برای اسپرم‌زایی، چهار عدد اسپرماتید ایجاد می‌شود که تنها یاخته‌هایی هستند که با تمایز (نه تقسیم) سبب ایجاد اسپرم می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اسپرماتوسیت ثانویه میوز ۲ را آغاز می‌کند و همچنین قبل از فشرده شدن هسته، یاخته‌های دارای تاژک دیده می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** این عبارت، مسیر اسپرم از اپیدیدیم تا پروستات را شامل می‌شود ولی مواد روان‌کنندهٔ پس از آن توسط غدد پیازی میزراهی ترشح می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در مسیر اسپرم‌زایی یاخته‌های سرتولی که تحت تأثیر هورمون *FSH* هستند همیشه ترشحات خود را آزاد می‌کنند.

۲۴۵۵ (۴) منظور از صورت سؤال، یاخته‌های **بینابینی** (با ترشح تستوسترون) و یاخته‌های **سرتولی** (با ترشح پیک‌های مؤثر در اسپرم‌زایی) می‌باشد. تمام موارد صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) دقت کنید کروموزوم‌ها تنها در هستهٔ یک یاخته نگهداری می‌شوند، بنابراین این مورد صحیح است. (ب) سرتولی برای *FSH* و یاختهٔ بینابینی برای *LH* ترشح شده از غدهٔ هیپوفیز (غیرعصبی و زیر مخ) گیرنده دارند. (ج) یاخته‌های بینابینی از خارج به سطح خارجی لوله‌ها و سرتولی در داخل لوله، به این سطح نزدیک است. (د) هر دونوع یاخته می‌توانند در صورت آلوده شدن به ویروس، اینترفرون نوع **اول** را ترشح کرده که چون دفاع غیراختصاصی است، بر طیف وسیعی از یاخته‌های بیگانه اثرگذار است.

۲۴۵۶ (۱) به‌طور مثال، در مردان، افزایش غلظت هورمون تستوسترون با تأثیر بر هیپوتالاموس سبب کاهش ترشح هورمون آزادکننده و با اثر بر هیپوفیز پیشین سبب کاهش ترشح هورمون *LH* می‌شود. همچنین در زنان کاهش غلظت هورمون استروژن و پروژسترون با تأثیر بر هیپوتالاموس سبب افزایش ترشح هورمون آزادکننده (نه هورمون‌های!) و با اثر بر هیپوفیز پیشین سبب افزایش ترشح هورمون *LH* و *FSH* می‌شود. (هر دو هورمون LH و FSH، در زنان و مردان، یک نوع هورمون آزادکننده دارند.)

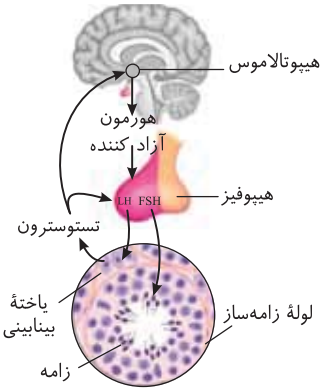
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** هورمون‌های اپی‌نفرین و نورا‌پی‌نفرین سبب افزایش فشار خون و تعداد ضربان قلب می‌شوند. این هورمون‌ها می‌توانند، به دلیل نبودن غضروف، سبب افزایش قطر **نایژک** با اثر بر فعالیت ماهیچه‌های آن شوند (نه نایژه‌ها). **گزینهٔ (۳):** در مردان، هورمون *FSH* بر یاخته‌های سرتولی دیوارهٔ لوله‌های اسپرم‌ساز اثر می‌گذارد و ترشحات یاخته‌های سرتولی تمایز اسپرم‌ها را هدایت می‌کند. در طی تمایز اسپرماتید به اسپرم، ابتدا اسپرماتیدها از هم جدا می‌شوند و سپس تاژک‌دار می‌شوند. ترتیب وقایع مربوط به تمایز اسپرماتید به اسپرم عبارتند از: (۱) جدا شدن اسپرماتیدها ازهم (۲) تاژک‌دار شدن اسپرماتیدها (۳) از دست دادن مقدار زیادی سیتوپلاسم (۴) قرارگیری هستهٔ فشرده شده در سر اسپرم (۵) حالت کشیده پیدا کردن اسپرم. **گزینهٔ (۴):** سازمان‌یابی یاخته‌های عصبی در دیوارهٔ لولهٔ گوارش به صورت دو شبکهٔ عصبی یکی در لایهٔ زیرمخاط و دیگری در لایهٔ ماهیچه‌ای لوله می‌باشد. شبکهٔ عصبی روده‌ای از مری تا مخرج تشکیل می‌شود. بنابراین این شبکهٔ عصبی در شروع انعکاس دفع مدفوع برخلاف شروع انعکاس بلع نقش دارد. شروع انعکاس بلع توسط اعصاب **پیکری** در حلق می‌باشد چون دهان، حلق و ابتدای مری حاوی بافت ماهیچه‌ای اسکلتی است (نه صاف).

۲۴۵۷ : (۲) هورمون تستوسترون، سبب ایجاد صفات ثانویهٔ جنسی در مردان می‌شود، ولی دقت کنید، هورمون‌هایی که در زنان سبب رشد دیوارهٔ داخلی رحم و ضخیم شدن آن می‌شوند، پروژسترون و استروژن هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هورمون *FSH* در مردان، یاخته‌های **سرتولی** را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در زنان، موجب افزایش تقسیم یاخته‌های دربرگیرندهٔ اووسیت **اولیه** می‌شود (باعث رشد و بالغ شدن فولیکول). **گزینهٔ (۳):** هورمون تستوسترون، سبب رشد اندام‌های جنسی در مردان می‌شود، این هورمون در زنان از طریق بخش **قشری** فوق‌کلیه تولید و ترشح می‌شود، پس در زنان این هورمون از غده‌ای که در سطحی پایین‌تر از محل ترشح تیموسین (تیموس) است به خون وارد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** هورمون *LH* در مردان بر یاخته‌های بینابینی اثر می‌گذارد، این هورمون در زنان عامل اصلی تخمک‌گذاری و آزادشدن اووسیت ثانویه به داخل محوطهٔ شکمی است.

چند نکتهٔ مهم در بررسی تست‌ها و شکل کتاب

- میزان ترشح هورمون *LH* به کمک سازوکارهای بازخوردی منفی (خودتنظیمی منفی) برحسب نیاز به مقدار تستوسترون خون تنظیم می‌شود ولی دقت کنید که تستوسترون‌های تولیدی از بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه تحت تأثیر *LH* قرار نمی‌گیرند. در حقیقت *LH* فقط روی تولید تستوسترون از **بیضه‌ها** مؤثر می‌باشد.
- هورمون *FSH* با اثر بر سرتولی و *LH* با تحریک تستوسترون‌سازی در تولید اسپرم نقش دارند.



«تنظیم فعالیت دستگاه تولیدمثل در مرد»

بازخوردی منفی:
- تستوسترون ↑ ← آزادکننده ↓ ← *LH* ↓ ← مقدار تستوسترون مناسب می‌شود.
- تستوسترون ↓ ← آزادکننده ↑ ← *LH* ↑ ← مقدار تستوسترون مناسب می‌شود.

اعمال تستوسترون:
- تحریک رشد اندام‌های جنسی و زامه‌زایی (این‌ها صفات **اولیهٔ** جنسی هستند).
- بروز صفات ثانویهٔ جنسی: **بم شدن صدا** (اثر بر قسمتی از حنجره در زیر اپیگلوت)؛ روییدن مو در صورت و قسمت‌های دیگر؛ رشد ماهیچه‌ها و استخوان‌ها

- هورمون تستوسترون، یاختهٔ سرتولی، هورمون‌های محرک جنسی (*FSH*، *LH*) و تأمین دما توسط کیسهٔ بیضه، در زامه‌زایی مؤثر می‌باشند.
- هورمون تستوسترون با اثر بر هیپوفیز پیشین و هیپوتالاموس سبب بازخورد منفی می‌شود ولی تولید اسپرم توسط *FSH* بازخورد منفی یا مثبت ندارد.

۲۴۵۸ : (۴) در مردان هورمون تستوسترون با هورمون آزادکنندهٔ هیپوتالاموسی و هورمون محرک جنسی *LH* هیپوفیز، رابطهٔ بازخوردی دارد. همان‌طور که می‌دانید هیپوتالاموس بالاتر از هیپوفیز است و از غدد جنسی (بیضه‌ها) دورتر است. گزینهٔ (۴) صحیح است چون تنظیم ترشح تستوسترون و *LH* (مترشحه از هیپوفیز) در گودی استخوانی از جمجمه صورت می‌گیرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بازخورد منفی هورمون جنسی مردان، فقط با *LH* است. (*FSH* و تولید اسپرم بازخورد ندارند.) **گزینهٔ (۲):** تستوسترون با هورمون‌های *LH* و آزادکننده عمل بازخوردی دارد نه هورمون *FSH* که روی یاختهٔ سرتولی مؤثر است. **گزینهٔ (۳):** این مورد دربارهٔ هورمون محرک قشر فوق‌کلیه صحیح است (نه هورمون محرک جنسی!).

۲۴۵۹ : (۲) در دستگاه تولیدمثل مردان، فقط یاخته‌های بینابینی بیضه‌ها با ترشح تستوسترون، سبب تحریک رشد اندام‌های جنسی می‌شوند. دقت کنید که **همهٔ** (نه فقط بعضی از) این یاخته‌ها در فعالیت اسپرم‌ها نقش دارند. از طرفی دقت کنید که تستوسترون از غدد فوق‌کلیه هم ترشح می‌شود ولی این غدد مربوط به دستگاه تولیدمثلی نیستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های **سرتولی** و **بینابینی** با ترشحات خود در تمایز اسپرم‌ها نقش دارند. یاخته‌های سرتولی برخلاف بینابینی در داخل لوله‌های اسپرم‌ساز قرار دارند (البته در دیواره قرار دارند.). **گزینهٔ (۳):** یاخته‌های **سرتولی** و **غدد وزیکول سمینال** در تأمین انرژی اسپرم‌ها نقش دارند در حالی‌که فقط یاخته‌های سرتولی تحت تأثیر **مستقیم** *FSH* قرار می‌گیرند. **گزینهٔ (۴):** غدد **پروستات** و **پیازی میزراهی** ترشحات خود را وارد میزراه می‌کنند در حالی‌که فقط پروستات در مجاورت مثانه است.

۲۷۲ مقایسهٔ هورمون محرک جنسی (مردان)

موارد مقایسه	*LH*	*FSH*
محل ترشح	هیپوفیز پیشین	هیپوفیز پیشین
تحت تنظیم	آزادکنندهٔ هیپوتالاموسی و تستوسترون	آزادکنندهٔ هیپوتالاموسی
اندام هدف	بیضه‌ها	بیضه‌ها
یاختهٔ هدف	یاختهٔ بینابینی بین لوله‌های اسپرم‌ساز	یاختهٔ سرتولی دیوارهٔ لولهٔ اسپرم‌ساز
تحریک ترشح هورمون دیگر	دارد ← تستوسترون	ندارد ← تمایز اسپرم‌ها
تأثیر مستقیم بر لوله‌های اسپرم‌ساز	خیر	بله ← همهٔ مراحل اسپرم‌زایی

۲۴۶۰ : (۳) واژن در جنس مؤنث، محل ورود یاخته‌های جنسی نر، خروج خون قاعدگی و در هنگام زایمان طبیعی، محل خروج جنین می‌باشد. همانطور که در شکل دستگاه تولیدمثل زن مشاهده می‌کنید در محل اتصال واژن به گردن رحم، یک گشادشدگی (فرورفتگی عریض) دیده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دیوارهٔ **داخلی** رحم، در دوران قاعدگی و بارداری دچار تغییراتی می‌شود. در حالی‌که بر طبق شکل دستگاه تولیدمثل زن، گردن رحم دارای مجرای باریک و ضخیم‌ترین لایهٔ ماهیچه‌ای در دیوارهٔ خود می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** لقاح بین اسپرم و تخمک در داخل **لولهٔ رحمی** صورت می‌گیرد. دقت کنید که انتهای لولهٔ رحمی شیپورمانند است و به تخمدان‌ها متصل می‌باشد و **ابتدای آن به رحم متصل است.** (خیلی در طراحی تست استفاده می‌شود.) **گزینهٔ (۴):** هر تخمدان از طریق **یک** طناب پیوندی - ماهیچه‌ای به دیوارهٔ خارجی رحم متصل می‌باشد. معمولاً در یک زن سالم، بین ۴۵ تا ۵۰ سالگی تخمدان‌ها از کار می‌افتند که یعنی این اندام‌ها حدود ۳۰ تا ۳۵ سال در طول زندگی یک زن، به فعالیت می‌پردازند.

نکته

با توجه به شکل دستگاه تولیدمثل زن بخش ماهیچه‌ای این طناب به سمت رحم و بخش پیوندی آن به سمت تخمدان می‌باشد.

موارد مقایسه	تخمدان	لولهٔ رحمی		واژن	رحم	
		بخش شیپورمانند	بخش‌های دیگر		رحم	گردن رحم
تعداد	۲ عدد	۲ عدد	۲ عدد	یک عدد	یک عدد	یک عدد
مکان	پایین‌تر از لوله‌های رحمی و در طرفین رحم	هم‌سطح تخمدان‌ها	بالاتر از تخمدان‌ها و در طرفین رحم	پایین‌ترین و سطحی‌ترین بخش	بالاتر از واژن و بین دو تخمدان	بالاتر از واژن
وظیفه	تولید هورمون‌های جنسی زن و بلوغ مام‌یاختهٔ اولیه و تغذیهٔ آن	جابه‌جایی مام یاختهٔ ثانویه به کمک مژک‌ها و زوائد انگشت‌مانند	جابه‌جایی مام‌یاختهٔ ثانویه و **تخم** و محل لقاح	محل ورود اسپرم و خروج خون قاعدگی و محل خروج جنین در زایمان طبیعی	محل ارتباط خونی و تغذیه‌ای جنین و مادر و خونریزی جدار داخلی آن	محل عبور جنین در زایمان طبیعی
نکات	سفیدرنگ و تخم‌مرغی شکل است و از بخش پهن خود با بخش شیپورمانند لولهٔ رحمی و از بخش باریک خود توسط یک طناب با رحم مرتبط است.	بخش انتهایی لولهٔ رحم است و دارای زوائد انگشت‌مانند است و قطورترین بخش لولهٔ رحم به حساب می‌آید.	تخمدان و رحم را با هم مرتبط می‌کند و دارای پوشش مخاطی و مژک‌دار می‌باشد و فاقد زوائد انگشت‌مانند است.	دارای چین‌های حلقوی است که گشادترین آن بالاتر است.	گلابی‌شکل و کیسه‌ای با ماهیچه‌ای صاف می‌باشد. برای هورمون‌های جنسی گیرنده دارد.	بخش باریک رحم است و دیوارهٔ ضخیمی را داراست و فضای درونی آن تنگ است.

۲۴۶۱ (۴) تخمدان‌ها توانایی ترشح هورمون‌های جنسی زنانه دارند که این هورمون‌ها توسط غدد فوق‌کلیه نیز ترشح می‌شوند؛ غدد فوق‌کلیه همچنین با ترشح کورتیزول، اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین سبب افزایش گلوکز خون می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در بدن هر نوزاد دختر دو تخمدان وجود دارد و هر تخمدان دارای یک میلیون **مام‌یاختهٔ اولیه** می‌باشد در نتیجه در بدن نوزاد تازه متولد شدهٔ دختر حدود ۲ میلیون مام‌یاختهٔ اولیه دیده می‌شود. **گزینهٔ (۲):** لولهٔ فالوپ دارای زوائد انگشت‌مانند در انتهای خود (نه در طول) است ولی مخاط مژک‌دار را در طول خود دارد. **گزینهٔ (۳):** با توجه به شکل دستگاه تولیدمثل زن، فضای درون رحم از واژن بیشتر است و کمترین فضا در گردن رحم است.

۲۴۶۲ (۳) موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست می‌باشند. همان‌طور که در شکل‌نامه می‌بینید، بخش باریک یا گردن رحم حد فاصل واژن و بخش پهن بالای رحم می‌باشد (درستی مورد (ب)).

نکته

واژن
- بخش نزدیک به سطح بدن در زنان می‌باشد.
- به گردن رحم (بخش باریک رحم) متصل است.
- محل ورود زامه، خروج خون قاعدگی و خروج جنین در زایمان طبیعی می‌باشد.

بررسی موارد (الف) واژن از یک طرف به سطح خارجی بدن راه دارد و از یک طرف به گردن رحم متصل است. (ج) لولهٔ رحم از یک طرف به بخش پهن بالای رحم متصل است و از یک طرف به سمت تخمدان می‌باشد ولی به واژن اتصالی ندارد. (د) رابط پیوندی ماهیچه‌ای، بین تخمدان (محل تولید مام‌یاختهٔ ثانویه) و **رحم** وجود دارد ولی با لولهٔ رحم که محل برخورد مام‌یاختهٔ ثانویه و زامه برای شروع لقاح است، اتصالی ندارد.

۱۴۶ شکل‌نامهٔ آناتومی دستگاه تولیدمثل زن

- لولهٔ فالوپ (لولهٔ رحم) به‌طور مستقیم و ناپیوسته به تخمدان متصل نیست ولی ابتدای آن به بالای رحم متصل است.
- بالایی‌ترین قسمت واژن نسبت به سایر قسمت‌های آن، عریض‌تر است و یک قسمت گشاد شده دارد.
- ضخامت دیواره از بیشتر به کمتر: سقف رحم - گردن رحم - میانهٔ رحم - واژن - لوله‌های رحمی
- تخمدان به بخش پیوندی و رحم به بخش ماهیچه‌ای طناب متصل است.
- واژن چین‌خوردگی‌های عرضی دارد ولی در قاعدگی دیوارهٔ داخلی آن تخریب نمی‌شود.
- یاخته‌های مژک‌دار در لولهٔ فالوپ، مجاری تنفسی و گیرنده‌های شنوایی و تعادلی وجود دارند.
- طناب اتصال تخمدان به بخش بالای رحم در سمت تحتانی آن متصل می‌شود.
- قطر لولهٔ رحم در نزدیکی تخمدان بیشترین و در نزدیکی رحم، کمترین است.

۲۴۶۳ (۳) **رحم** اندام کیسه‌ای‌شکل **گلابی‌مانند** و ماهیچه‌ای دستگاه تناسلی زنان می‌باشد که از سمت بالا در دو طرف خود توسط دو طناب ماهیچه‌ای پیوندی به تخمدان‌ها متصل می‌شود ولی در ادامه به لولهٔ رحم می‌رسد. این اندام توسط گردن یا بخش باریک خود به واژن متصل می‌شود که محل ورود زامه می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بخش بالای رحم، پهن است و از دو طرف به لوله‌های رحم متصل می‌باشد ولی بخش پایین آن به نام گردن رحم، کلاً باریک می‌باشد که به واژن متصل می‌شود. **گزینهٔ (۲):** این عبارت در مورد لولهٔ رحم صحیح است (نه رحم!) **گزینهٔ (۴):** این عبارت در مورد تخمدان‌هاست (نه رحم!)

نکته

توجه داشته باشید که گردن رحم، بخش پایینی متصل به رحم است؛ اما لوله‌های رحم، اندام‌هایی جدا از رحم می‌باشند و خودِ رحم، لوله ندارد.

۲۴۶۴ :۱) اندام کیسه‌ای‌شکل دستگاه تولیدمثلی زن، رحم است، اما علاوه‌بر رحم، اندام‌های کیسه‌ای‌شکل دیگری هم در بدن زنان وجود دارند که عبارتند از معده و کیسهٔ صفرا. میزان فعالیت رحم، معده و کیسهٔ صفرا در پاسخ به پیک‌های شیمیایی تغییر می‌کند. به عنوان مثال (۱) رشد و نمو دیوارهٔ داخلی رحم تحت کنترل هورمون‌های تخمدان است. (۲) فعالیت ترشحی معده توسط هورمون گاسترین و حرکات معده توسط پیک‌های شیمیایی نورون‌ها تغییر می‌کند. (۳) کیسهٔ صفرا در پاسخ به پیک‌های شیمیایی نورون‌ها، محتویات خود را به دوازدهه می‌ریزد و یا همگی تحت تأثیر هورمون‌های تیروئیدی قرار دارند.

نکته

درون یاخته بخش‌های کیسه‌ای اندامکی مثل وزیکول (ریزکیسه)، واکوئول، لیزوزوم، شبکهٔ آندوپلاسمی و دستگاه گلژی وجود دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** یاخته‌هایی با فاصلهٔ اندک، در بافت پوششی وجود دارند. رحم، معده و کیسهٔ صفرا بافت پوششی دارند، اما کیسهٔ صفرا برخلاف معده و رحم، ماده مخاطی ترشح نمی‌کند. **گزینه‌های (۳) و (۴):** معده و کیسهٔ صفرا جزء دستگاه تولیدمثل نیستند و دیوارهٔ آن‌ها برخلاف رحم، در دوران قاعدگی و بارداری دچار تغییر نمی‌شود.

۲۴۶۵ :۱) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) دورهٔ جنسی با قاعدگی یا عادت ماهیانه **آغاز** می‌شود (نه پایان!). (ب) نظم عادت ماهیانه مهم‌ترین شاخص کارکرد فعالیت دستگاه تولیدمثلی است (نه در کل فعالیت زنان!) (ج) در یائسگی تخمدان‌ها پیر می‌شوند و از کار می‌افتند (نه اینکه از بین بروند). (د) در شرایط محیطی، عاطفی و اجتماعی سخت، یک زن، دیرتر بالغ و زودتر یائسه می‌شود و طول دوران باروری آن کم می‌شود.

دستگاه تولیدمثلی زن ۲۷۴

اجزا	تخمدان	غدد جنسی ماده‌اند که درون محوطهٔ شکم قرار دارند و با کمک طنابی پیوندی و ماهیچه‌ای به دیوارهٔ خارجی رحم متصل‌اند. نکته: پردهٔ صفاق اندام‌های موجود در حفرهٔ شکمی را از خارج به هم متصل می‌کند.
	لولهٔ رحم	بخش پهن و بالای رحم به دو لوله متصل است که به آن لوله‌های رحمی یا فالوپ می‌گویند و انتهای آن‌ها دارای زوائد انگشت‌مانند و شیپورمانند است.
	رحم	اندام کیسه‌مانند و گلابی‌شکل است که از جنس ماهیچهٔ صاف می‌باشد و دیوارهٔ داخلی آن در دوران قاعدگی دچار تغییراتی می‌شود. نکته: یاخته‌های ماهیچهٔ صاف دوکی‌شکل، صورتی‌رنگ و تک‌هسته‌ای هستند که هسته‌ها در مرکز یاخته قرار دارند. نکته: ماهیچهٔ صاف تحت تأثیر دستگاه عصبی خودمختار و یا هورمون اکسی‌توسین به صورت غیرارادی منقبض می‌شود.
	واژن	محل ورود یاخته‌های جنسی نر، خروج خون قاعدگی و در هنگام زایمان طبیعی، محل خروج جنین است.
دورهٔ جنسی		○ این دوره با قاعدگی یا عادت ماهانه شروع می‌شود که در آن دیوارهٔ داخلی رحم همراه با رگ‌های خونی تخریب شده و خارج می‌شوند. ○ معمولاً در زن‌های سالم بین ۴۵ تا ۵۰ سالگی عادت ماهانه متوقف می‌شود که این پدیده را یائسگی می‌نامند. پس دورهٔ باروری و تولیدمثل در زن حدود ۳۰ تا ۳۵ سال است. تغذیهٔ نامناسب، کار زیاد و سخت، فشار روحی و جسمی به گونه‌ای چشمگیر از طول این مدت می‌کاهد. ○ عادت ماهانه با بلوغ جنسی آغاز می‌شود. ابتدا نامنظم، ولی کم‌کم منظم می‌شود. نظم آن مهم‌ترین شاخص کارکرد صحیح دستگاه تولیدمثلی زن است.

۲۴۶۶ :۴) تجزیهٔ پوشش هستهٔ اووسیت ثانویه در پروفاز میوز ۲ و جدا شدن کروماتیدهای خواهری در آنافاز میوز ۲ رخ می‌دهد. در میوز ۲ در مرحلهٔ متافاز ۲، کروموزوم‌های دو کروماتیدی به بیشترین فشردگی و کمترین طول خود می‌رسند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** طی تقسیم میوز ۱ و مرحلهٔ آنافاز آن پروتئین اتصالی سانترومر تجزیه نمی‌شود. این پروتئین در مرحلهٔ **آنافاز** میوز ۲ تجزیه می‌شود در حالی‌که این گزینه پایان میوز ۱ را معرفی می‌کند. **گزینهٔ (۲):** فقط در مرحلهٔ **آنافاز** میوز ۲ تعداد کروموزوم‌ها و سانترومرها دو برابر می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** در مرحلهٔ آنافاز میوز یک رشته‌های دوک کوتاه شده و در تلوفاز توسط پروتئازها تجزیه و تخریب می‌شوند.

۲۴۶۷ :۲) یاخته‌های تک‌کروماتیدی که در فرایند تخمک‌زایی تولید می‌شوند عبارتند از: (۱) تخمک (۲) جسم‌قطبی ساخته شده توسط اووسیت ثانویه (۳) اجسام قطبی ساخته شده توسط جسم‌قطبی اولیه.

نکته

تمام این یاخته‌ها در خارج از فضای تخمدان (محل اصلی ساخت هورمون‌های جنسی) ساخته می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در تقسیم میوز ۲ جسم‌قطبی اولیه، برای ساخت اجسام قطبی ثانویه، تقسیم سیتوپلاسم به صورت **مساوی** انجام می‌شود. **گزینهٔ (۴):** تخمک پس از لقاح با اسپرم، یاختهٔ تخم را تشکیل داده که پس از مدتی جنین چندیاخته‌ای در دیوارهٔ داخلی رحم جایگزین می‌شود، اما اجسام قطبی در صورت لقاح، یک تودهٔ یاخته‌ای **بی‌شکل** را می‌سازند که پس از مدتی از بدن دفع می‌شود. **گزینهٔ (۴):** این گزینه تنها در رابطه با اووسیت ثانویه صحیح می‌باشد. دقت کنید که تخمک در اثر برخورد اووسیت ثانویه با اسپرم ساخته می‌شود و بلافاصله با اسپرم لقاح می‌کند (بنابراین برای تشکیل آن برخوردی حتماً صورت گرفته است!).

۲۴۶۸ :۴) اووسیت ثانویه، یاختهٔ هاپلوئید است و فقط یک فام‌تن X دارد، اما کروموزوم‌های آن دو فامینکی‌اند. بنابراین پروتئین‌هایی اتصالی دارد که کروماتیدهای خواهری آن را به هم متصل نگه می‌دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اووسیت ثانویه، در پاسخ به حداکثر مقدار هورمون LH تشکیل و سپس وارد لولهٔ فالوپ می‌شود. دقت کنید که محل انجام تقسیم میوز ۲، لولهٔ فالوپ است، اما اووسیت ثانویه فقط در صورت برخورد با اسپرم تقسیم میوز ۲ را انجام می‌دهد. در طول زندگی زنان، در بیشتر دوره‌های جنسی، اووسیت ثانویه بدون برخورد با اسپرم از بدن دفع می‌شود و اصلاً میوز ۲ انجام نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** اووسیت ثانویه، توانایی آغاز لقاح را دارد، اما فقط در صورت برخورد با اسپرم و آغاز لقاح می‌تواند تقسیم شود و طی تقسیم میوز ۲، ردیفی از کروموزوم‌های دو کروماتیدی را در سطح استوایی خود ایجاد می‌کند. **گزینهٔ (۴):** اووسیت اولیه، درون تخمدان و اووسیت ثانویه، درون لولهٔ فالوپ **تقسیم** می‌شود. بنابراین اووسیتی که دوک تقسیم را درون تخمدان می‌سازد، اووسیت اولیه است که درون هستهٔ خود، ۴۶ فام‌تن دارد (نه ۲۳ فام‌تن). دقت کنید که هر دو اووسیت در تخمدان تولید می‌شوند.

موارد مقایسه	اووگونی	اووسیت اولیه	اووسیت ثانویه	اولین جسم‌قطبی	دومین جسم‌قطبی	تخمک
نوع کروموزوم جنسی	XX	XX	X	X	X	X
عدد و مجموع کروموزومی	$2n=46$	$2n=46$	$n=23$	$n=23$	$n=23$	$n=23$
کروموزوم همتا	دارد	دارد	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد
مضاعف یا غیرمضاعف؟	می‌تواند مضاعف یا غیرمضاعف باشد.	مضاعف	مضاعف	مضاعف	غیرمضاعف	غیرمضاعف
مکان	تخمدان	تخمدان	تخمدان و خارج از آن	تخمدان و خارج از آن	لولهٔ رحمی	لولهٔ رحمی و برای خروج به رحم می‌رود.
تعداد تتراد	۰	۲۳ تا	۰	۰	۰	۰
تعداد دنای خطی	۴۶ یا ۹۲ تا (موقع تقسیم)	۹۲ تا	۴۶ تا	۴۶ تا	۲۳ تا	۲۳ تا
تقسیمی که انجام می‌دهد؟	میتوز	میوز ۱	میوز ۲	میوز ۲	تقسیم نمی‌شود.	تقسیم نمی‌شود.
یاخته‌ای که ایجاد می‌کند؟	اووگونی و اووسیت اولیه	اووسیت ثانویه و اولین جسم‌قطبی	تخمک و دومین جسم‌قطبی	دومین جسم‌های قطبی	.....	تخم

۲۴۶۹ (۳) یاخته‌های (۱) تا (۴) به ترتیب، اووگونی، اووسیت اولیه، اووسیت ثانویه و جسم‌قطبی اول می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اووسیت ثانویه تنها در صورتی تقسیم می‌شود که فرایند لقاح آغاز شده باشد. **گزینهٔ (۲):** اولین جسم‌قطبی ممکن است با اسپرم لقاح انجام دهد که حاصل آن تودهٔ یاخته‌ای بی‌شکل خواهد شد که پس از مدتی از بدن دفع می‌شود. **گزینهٔ (۴):** اووسیت اولیه از تخمدان خارج نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** ویژگی ذکر شده متناسب با یاختهٔ اووسیت اولیه می‌باشد.

۱۴۷ شکل‌نامهٔ تخمک‌زایی

«مراحل تخمک‌زایی»

- در دوران جنینی اووگونی (مامه‌زا) همواره ایجاد می‌شود ولی همهٔ آن‌ها در همان دوران جنینی هم از بین می‌روند.
- اووسیت و جسم‌قطبی به علت وجود یاخته‌های فولیکولی اطرافشان در تماس مستقیم با مژک‌های لولهٔ رحمی قرار نمی‌گیرند.
- تولید تخمک بالغ در زنان و اسپرم متحرک مردان، خارج از غدد جنسی به ترتیب در لولهٔ رحم و اپیدیدیم انجام می‌شود.
- نوع آرایش کروموزوم‌ها در متافاز میوز ۱، می‌تواند بر تنوع گامتی مؤثر باشد. همچنین اگر در میوز ۱، کراسینگ‌اور روی داده باشد، نوع آرایش کروموزوم‌ها در متافاز میوز ۲ نیز بر تنوع گامتی می‌تواند مؤثر باشد.
- دقت کنید که در زنان از هر میوز اووسیت اولیه، حداکثر یک گامت تولید می‌شود و بقیه جسم‌قطبی خواهند بود.
- اووگونی برخلاف اووسیت اولیه، نمی‌تواند الل‌های متفاوت یک جایگاه ژنی را از هم جدا کند زیرا میوز انجام نمی‌دهد.
- اووگونی همانند اووسیت اولیه، دیپلوئید است و کروموزوم‌های مضاعف دارد و هر دو تقسیمات خود را در دوران جنینی آغاز می‌کنند ولی تقسیم اووسیت اولیه در پروفاز ۱ متوقف می‌شود.
- اووسیت ثانویه همانند اولین جسم‌قطبی، هاپلوئید است و کروموزوم‌های مضاعف دارد. البته هر دو توانایی لقاح با اسپرم و شروع میوز ۲ را دارند.
- دومین جسم‌قطبی، هاپلوئید است و کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی دارد.
- تتراد، فقط در اووسیت اولیه قابل مشاهده است که در مرحلهٔ پروفاز ۱ در دوران جنینی تشکیل می‌شوند.
- در مردان بالغ و سالم، در فرایند اسپرم‌زایی طبیعی، ۴ اسپرم تولید می‌شود اما در فرایند تخمک‌زایی، حداقل صفر و حداکثر ۱ گامت از هر بار میوز تولید می‌شود.
- در یک زن بالغ امکان تشکیل و تولید تتراد وجود ندارد ولی تتراد در بدن زن بالغ دیده می‌شود (چون تشکیل تتراد در دورهٔ جنینی و قبل از تولد انجام می‌شود!).
- ممکن است یک اووسیت اولیه هیچ‌وقت میوز ۱ را کامل نکند پس هر اووسیت اولیه حتماً در نهایت به گامت تبدیل نمی‌شود و حتماً میوز ۱ خود را ادامه نمی‌دهد.
- کامل شدن میوز ۱ در غدهٔ جنسی تخمدان ولی کامل شدن میوز ۲ در خارج غدهٔ جنسی در لولهٔ رحم (لولهٔ فالوپ) می‌باشد.
- مدت زمان انجام شدن میوز ۱ طولانی‌تر از انجام شدن میوز ۲ می‌باشد. پس در زنان فرایند میوز، دارای دو توقف می‌باشد. یک توقف طولانی‌مدت از دوران جنینی در پروفاز میوز ۱ تا شروع دوره‌های جنسی و یک توقف کوتاه‌مدت از پایان میوز ۱ تا هنگامی که اووسیت ثانویه با اسپرم لقاح پیدا کند!
- تکمیل میوز ۱ موجب تولید یک جسم‌قطبی می‌شود نه جسم**های** قطبی!
- طی تخمک‌زایی **حداکثر** ۴ تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌شود: دو تقسیم مساوی (میتوز اووگونی و تقسیم میوز ۲ اولین جسم‌قطبی و تبدیل شدن به دو جسم‌قطبی) و دو تقسیم سیتوپلاسم نامساوی (تقسیم میوز اووسیت اولیه و تقسیم میوز اووسیت ثانویه!).
- در طی تخمک‌زایی **حداقل** یک تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌شود: تقسیم سیتوپلاسم میتوز اووگونی (چون هر فولیکول بالغ نمی‌شود و تخمک‌گذاری روی آن انجام نمی‌شود!)
- در فرایند تخمک‌زایی همواره گامت‌های ایجاد شده، فاقد کروموزوم Y به شکل طبیعی هستند اما در اسپرم‌زایی نیمی از گامت‌ها فاقد کروموزوم Y می‌باشند.
- از بین یاخته‌های مسیر تخمک‌زایی، فقط اووسیت اولیه توانایی انجام کراسینگ‌اور و جدا کردن کروموزوم‌های همتا در میوز ۱ را دارد.
- آرایش تتراد‌گونه تشکیل شده توسط کروموزوم‌های X و Y، از کروموزوم‌های غیرهمتا تشکیل شده است.
- با رسیدن به سن بلوغ، هر ماه فقط یک اووسیت اولیه میوز را **ادامه** می‌دهد نه اینکه آغاز کند (و این بدان معناست که تشکیل تتراد نداریم).

۲۴۷۰: (۲) اووسیت اولیه **همانند** اووسیت ثانویه **دو جفت سانتریول** دارد زیرا هر دو توانایی تقسیم دارند. دقت کنید که اووسیت ثانویه **همانند** اووسیت اولیه، **درون تخمدان** به وجود آمده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** **اووسیت ثانویه** می‌تواند در **لولهٔ فالوپ دیده** شود. ولی اووسیت ثانویه ممکن است **با اسپرم برخورد نکند** و میوز ۲ خود را تکمیل نکند. **گزینه‌های (۳) و (۴):** اووسیت ثانویه **همانند** اووسیت اولیه، کروموزوم‌های **مضاعف‌شده** دارد و اطراف آن‌ها، یاخته‌های **پیکری** (یاخته‌های فولیکولی) یافت می‌شوند. دقت کنید که **تعداد زیادی** از اووسیت‌های اولیه به دلایل نامعلومی از بین می‌روند و **نمی‌توانند میوز را خود را کامل کنند**. همچنین اووسیت ثانویه ممکن است **با اسپرم برخورد نکند** و میوز ۲ خود را تکمیل نکند.

۲۴۷۱: (۴) اووسیت اولیه در زنان بالغ دارای دو مجموعهٔ کروموزومی است و در مرحلهٔ پروفاز ۱ در دوران جنینی متوقف شده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اووسیت ثانویه و اولین جسم‌قطبی دارای کروموزوم‌های دوکروماتیدی می‌باشند، اووسیت ثانویه و جسم‌قطبی می‌توانند در خارج از تخمدان نیز دیده‌شوند. **گزینهٔ (۲):** اووسیت ثانویه، تخمک و اولین جسم‌قطبی حاصل تقسیم نامساوی سیتوپلاسم یاختهٔ ماقبل خود می‌باشند ولی تقسیم هستهٔ آن‌ها مساوی است. **گزینهٔ (۳):** اووسیت ثانویه و اولین جسم‌قطبی، هاپلوئید دوکروماتیدی می‌باشند. با برخورد اسپرم با جسم‌قطبی تخمک تشکیل نمی‌شود.

۲۴۷۲: (۴) یاخته‌های هاپلوئید موجود در تخمدان شامل اووسیت ثانویه و اولین جسم‌قطبی می‌باشند. یاخته‌های ذکر شده دارای ۲۳ کروموزوم دو کروماتیدی (دو نیمهٔ همسان) در هستهٔ خود می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** این گزینه در ارتباط با اووسیت اولیهٔ دیپلوئید صحیح است. **گزینهٔ (۲):** توقف دوم مسیر تخمک‌سازی، از مرحلهٔ پایان میوز ۱ تا برخورد یاخته‌ها با اسپرم است که سبب شروع میوز ۲ شود. این عمل در لولهٔ رحم رخ می‌دهد (نه تخمدان!). **گزینهٔ (۴):** اووسیت ثانویه با انجام لقاح تقسیم شده و تخمک را به وجود می‌آورد. در صورت برخورد اسپرم با جسم‌قطبی، تخمک ایجاد نمی‌شود ولی لقاح انجام می‌شود.

۲۴۷۳: (۳) منظور اووسیت ثانویه است که کروموزوم‌های مضاعف دارد یعنی از هر نسخهٔ ژنی، دوتا دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** توقف اولیه در مسیر تخمک‌زایی از شروع میوز در دوران جنینی دختران شروع می‌شود و رسیدن به سن بلوغ سبب پایان توقف اول در یکی از فولیکول‌های آن‌ها می‌شود. **گزینهٔ (۲):** تشکیل تتراد در دوران جنینی و در پروفاز ۱ رخ می‌دهد ولی پایان توقف اول با شروع دوره‌های جنسی می‌باشد و میوز ۱ از مرحلهٔ انتهای پروفاز ۱ به بعد **ادامه** می‌یابد. **گزینهٔ (۴):** اگر یاخته‌ای توقف دوم را به پایان نرساند، یعنی میوز ۲ را انجام نداده است و کروماتیدهای خواهری را جدا نکرده است.

- توقف‌های تخمک‌گذاری
  - توقف اول
    - شروع: از دوران جنینی در پروفاز ۱ مام‌یاختهٔ اولیه
    - پایان: شروع دورهٔ جنسی آن فولیکول و ادامهٔ میوز ۱ آن
  - توقف دوم
    - شروع: پایان میوز ۱ و ایجاد مام‌یاختهٔ ثانویه
    - پایان: برخورد زامه به مام‌یاختهٔ ثانویه و شروع مکانیسم لقاح

۲۴۷۴: (۲) موارد (الف) و (ج) صحیح‌اند. به ندرت ممکن است زامه با **جسم‌قطبی اول** (حاصل میوز ۱ اووسیت اولیه) نیز لقاح یابد و **تودهٔ یاخته‌ای بی‌شکلی** را ایجاد کند که پس از مدتی از بدن دفع می‌شود. به قید **به‌طور معمول** در صورت سؤال دقت کنید!

بررسی موارد **الف) درست.** جسم‌قطبی اول، به‌طور معمول **یک کروموزوم X** دارد که حاوی ژن‌های مسئول تعیین جنسیت است. **ب)** نادرست. در صورتی که صفت، تحت تأثر **بیش از یک جایگاه ژنی** در یک جفت کروموزوم یا در کروموزوم‌های مختلف باشد، جسم‌قطبی اول **الزاماً فقط یک الل مربوط به آن صفت را دریافت نکرده است.** **ج) درست.** جسم‌قطبی اول، کروموزوم‌های **مضاعف** دارد و هر کروموزوم هستهٔ آن، از دو نیمهٔ همانند (کروماتیدهای خواهری) تشکیل شده است. **د)** نادرست. **استروژن**، هورمونی است که از **تخمدان** و **بخش قشری فوق‌کلیه** ترشح می‌شود و در تخمک‌گذاری مؤثر است.

۲۴۷۵: (۲) یاخته‌های اووسیت اولیه و ثانویه ممکن است در مرحلهٔ پروفاز میوز قرار داشته باشند. هر دو نوع اووسیت تقسیم نامساوی سیتوپلاسم را انجام می‌دهند و حلقهٔ انقباضی در میانه یا وسط یاخته به‌طور دقیق تشکیل نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های اووسیت ثانویه در زمان بلوغ فرد ایجاد شده‌اند. در این زمان فرد قادر به تولیدمثل جنسی می‌باشد. **گزینهٔ (۳):** اووسیت ثانویه با تکمیل تقسیم خود تخمک دارای کروموزوم X را ایجاد می‌کند ولی اووسیت اولیه می‌تواند تقسیم خود را تمام کند و یاختهٔ Xدار ایجاد کند ولی به تولید یاختهٔ جنسی (تخمک) نرسد. **گزینهٔ (۴):** فقط اووسیت اولیه با افزایش هورمون LH تقسیم شده و بعد از آن تخمک‌گذاری اتفاق می‌افتد.

۲۴۷۶: (۴) در هر دورهٔ جنسی، تنها فولیکولی که نسبت به باقی فولیکول‌ها **بیشترین رشد** (هم حجمی، هم تعداد یاخته) را داشته است شروع به رشد و تمایز می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هورمون‌های آزادکننده بر روی یاخته‌های هیپوفیز پیشین گیرنده دارند و ترشح هورمون‌های هیپوفیزی را تنظیم می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** فولیکولی که تمایز می‌یابد علاوه‌بر تقسیم اووسیت اولیهٔ موجود در آن یاخته‌های فولیکولی آن نیز تقسیم می‌شوند و تعدادشان افزایش می‌یابد. **گزینهٔ (۳):** اووسیت اولیه در طی فرایند تخمک‌گذاری از تخمدان خارج نمی‌شود. در حقیقت اووسیت ثانویهٔ فولیکول از آن خارج می‌شود.

۲۴۷۷: (۳) در مرحلهٔ آنافاز میتوز و میوز ۲، تجزیهٔ پروتئین اتصالی ناحیهٔ سانترومر قبل از کوتاه شدن رشته‌های دوک متصل به کروموزوم در محل سانترومر صورت می‌گیرد.

توجه در مرحلهٔ آنافاز میوز ۱، تجزیهٔ پروتئین اتصالی ناحیهٔ سانترومر نداریم؛ چون در میوز ۱ صرفاً کروموزوم‌های همتا از هم جدا می‌شوند و کاری با کروماتیدها نداریم!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** *رام اول سوتی نداری که!* با اینکه حرکت سانتریول‌ها به طرفین یاخته قبل از تکمیل تجزیهٔ پوشش هسته صورت می‌گیرد ولی تکمیل تجزیهٔ پوشش دولایهٔ هسته در مرحلهٔ پرومتافاز می‌باشد (نه پروفاز!!). **گزینهٔ (۲):** *امیروارم بعد رام اول تو رام دوم گیر نکرده باشی!* آرایش تترادی در استوا مربوط به متافاز اول است ولی بسیار توجه کنید که مرحلهٔ پروفاز میوز ۱ یاختهٔ اووسیت اولیه در دوران **جنینی** دختر رخ می‌دهد و در **زن بالغ** خبری از پروفاز میوز ۱ اووسیت اولیه نیست! **گزینهٔ (۴):** ترتیب مراحل تلوفاز عبارتند از: (۱) تخریب رشته‌های دوک (۲) تشکیل مجدد پوشش هسته (۳) شروع بازشدگی کروموزوم‌ها و مشاهده شدن رشته‌های **کروماتین** (البته با توجه به شکل کتاب درسی، هنگام تشکیل پوشش هسته، هنوز کروموزوم‌ها باز نشده‌اند.)

۲۴۷۸ (۳) منظور سؤال، **جسم‌های قطبی** اول و دوم می‌باشد که هیچ‌کدام کروموزوم همتا ندارند؛ چون هر دو **هاپلوئید** هستند، اما از نظر تعداد کروماتیدها با یکدیگر متفاوت می‌باشند.

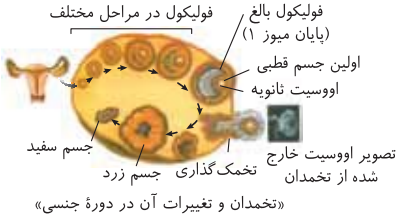
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. جسم‌قطبی اول کروموزوم‌های **دوکروماتیدی** و جسم‌های قطبی دوم کروموزوم‌های **تک**‌کروماتیدی دارند ولی هر دو هاپلوئید بوده و کروموزوم همتا ندارند. **گزینهٔ (۲):** نادرست. مقدار *DNA* در جسم‌قطبی اول (به خاطر داشتن کروموزوم‌های دوکروماتیدی) با جسم‌قطبی دوم برابر نیست بلکه دو برابر آن است. **گزینهٔ (۳): درست.** تعداد سانترومرها در جسم‌های قطبی اول و دوم طبیعی **۲۳ عدد** است ولی محل به وجود آمدن آن‌ها متفاوت می‌باشد. اولین جسم‌قطبی در تخمدان و دومین آن‌ها در صورت برخورد زامه به مام‌یاختهٔ ثانویه در لولهٔ فالوپ تولید می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** نادرست. عدد کروموزومی هر دو نوع جسم‌قطبی، مشابه **هم** و $n=۲۳$ است.

۲۴۷۹ (۱) دقت کنید که تعداد فولیکول‌های موجود در بدن جنین با فرد بالغ یکسان نیست. چون پس از تولد تعداد زیادی از فولیکول‌ها به دلیل نامعلوم از بین می‌روند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** مطابق شکل، تعداد حفرات فولیکول در حال رشد ابتدا از صفر به ۳ عدد و با حجیم‌تر شدن فولیکول به یک حفرهٔ واحد تغییر می‌یابد. **گزینهٔ (۳):** مطابق شکل، فولیکول بالغ کاملاً به دیوارهٔ تخمدان چسبیده است و آمادهٔ تخمک‌گذاری می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** در فولیکول‌های درحال رشد یاخته‌های فولیکولی تقسیم میتوز انجام می‌دهند و اووسیت اولیهٔ دولاد تقسیم میوز ۱ خود را کامل می‌کند.

(۱) (۲) (۳) (۴)

۱۴۸ شکل‌نامهٔ تغییرات در تخمدان



«تخمدان و تغییرات آن در دورهٔ جنسی»

در هر دورهٔ جنسی یکی از فولیکول‌هایی که از همه رشد بیشتری پیدا کرده است، چرخهٔ تخمدانی را آغاز کرده و ادامه می‌دهد.

لایه‌های یاخته‌ای تغذیه‌کنندهٔ اووسیت اولیهٔ این فولیکول تکثیر و حجیم می‌شوند.

در فولیکول‌های نابالغ در ابتدا در مرکز فولیکول یاختهٔ اووسیت اولیه قرار دارد که فاقد حفره می‌باشد. با رشد لایه‌های یاخته‌ای اطراف آن، اووسیت اولیه به حاشیهٔ فولیکول رانده می‌شود و حفره‌ای دور آن قرار می‌گیرد.

در فولیکول‌های نابالغ در ابتدا درون فولیکول حفرهٔ حاوی مایع وجود ندارد! به تدریج این حفره‌های حاوی مایع تشکیل می‌شوند و به یکدیگر متصل می‌گردند، در همین زمان با رشد حفرهٔ حاوی مایع، یاختهٔ اووسیت اولیه از مرکز به حاشیهٔ فولیکول منتقل می‌شود.

حفرهٔ فولیکولی، قبل از فولیکول بالغ نیز دیده می‌شود ولی اووسیت با مایع موجود در حفرهٔ فولیکولی در تماس مستقیم نیست.

جسم‌های قطبی همانند اووسیت ثانویه توسط یاخته‌های فولیکولی احاطه شده‌اند.

فولیکول بالغ برخلاف فولیکول‌های نابالغ، در دیوارهٔ تخمدان برآمدگی ایجاد کرده است. دقت کنید که هم فولیکول بالغ و هم فولیکول نابالغ، می‌توانند حفرهٔ هلالی داشته باشند.

فولیکول بالغ برخلاف فولیکول‌های نابالغ دارای یاختهٔ اووسیت ثانویه به همراه اولین جسم‌قطبی می‌باشد!

یک فولیکول در تخمدان می‌تواند علاوه‌بر یاخته‌های پیکری، حاوی اووسیت اولیه یا حاوی اووسیت ثانویه به همراه اولین جسم‌قطبی باشد!

در فولیکول بالغ، حفرهٔ حاوی مایع دارای حداکثر اندازه می‌باشد و هلالی‌شکل است.

هم‌زمان با رشد فولیکول‌ها، فولیکول‌ها از منطقه‌ای از تخمدان که به طناب پیوندی ماهیچه‌ای اتصال دارد، به سمت منطقه‌ای از تخمدان که به زوائد انگشت‌مانند لوله‌های رحم نزدیک است حرکت می‌کنند!

حین تخمک‌گذاری، یاختهٔ اووسیت ثانویه (n) به همراه اولین جسم‌قطبی (n) همراه با برخی از یاخته‌های تغذیه‌کنندهٔ فولیکول ($۲n$) و مایعی که درون حفرهٔ هلالی‌شکل فولیکول بالغ تجمع پیدا کرده بود، آزاد می‌شود و وارد حفرهٔ شکمی می‌شوند! تا با حرکات انتهای لولهٔ فالوپ به آن وارد شود.

باقی‌ماندهٔ فولیکول باقی‌مانده در تخمدان به صورت تودهٔ یاخته‌ای بدون اووسیت درمی‌آید که به آن جسم زرد می‌گویند.

در صورت عدم لقاح، جسم زرد از اواسط نیمهٔ دوم دورهٔ جنسی تحلیل می‌رود و به جسمی غیرفعال به نام جسم سفید تبدیل می‌شود. جسم زرد برخلاف جسم سفید، با دیوارهٔ تخمدان در تماس می‌باشد.

جسم زرد بزرگ‌تر از فولیکول بالغ می‌باشد ولی جسم سفید از فولیکول اولیهٔ نابالغ بزرگ‌تر است.

درون تخمدان‌های یک زن بالغ و سالم، اووگونی دیده نمی‌شود و همهٔ اووسیت‌های اولیه در مرحلهٔ پروفاز ۱ قرار دارند.

رشد فولیکول با رشد لایه‌های فولیکولی انجام می‌شود (نه مام‌یاخته!). بزرگ‌ترین فولیکول تخمدان، حالت بالغ آن است که مام‌یاختهٔ ثانویه را داراست.

۲۴۸۰ (۲) در دوران جنینی، اووسیت‌های اولیهٔ موجود در تخمدان در مرحلهٔ پروفاز میوز یک متوقف می‌شوند و تا دوران بلوغ به همین صورت باقی می‌مانند. تمام این یاخته‌ها توسط یاخته‌های پیکری فولیکولی احاطه می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** **تمام یاخته‌های فولیکولی برای هورمون *FSH* گیرنده دارند، اما دقت کنید که در طول زندگی تنها گروهی از آن‌ها بالغ شده و در طی یک چرخهٔ جنسی فقط یکی از آن‌ها به ترشح هورمون استروژن می‌پردازند.** **گزینهٔ (۳):** برای مثال جسم‌قطبی هم در لولهٔ رحمی دیده می‌شود و توانایی شرکت در لقاح را دارد اما با تقسیم مساوی سیتوپلاسم تشکیل شده است. **گزینهٔ (۴):** گروهی از یاخته‌های دیپلوئید فولیکولی نیز در طی تخمک‌گذاری همراه با اووسیت ثانویه به فضای لولهٔ رحمی آزاد می‌شوند، اما در برخورد با اسپرم، تقسیم نمی‌شوند.

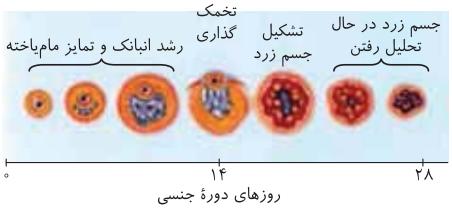
۲۴۸۱ (۳) مطابق با شکل ۹ صفحهٔ ۱۰۵ فولیکول بالغ به صورت برجستگی زرد رنگی در سطح تخمدان مشخص است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در نیمهٔ دورهٔ جنسی تنها افزایش استروژن باعث تأثیر بازخوردی مثبت *LH* می‌شود. **گزینهٔ (۲):** علاوه‌بر جسم‌قطبی و اووسیت ثانویه که توانایی لقاح دارند گروهی از یاخته‌های فولیکولی نیز از تخمدان خارج می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** جسم زرد تحت تأثیر مستقیم هورمون *LH* (محرک غدد جنسی) ایجاد می‌شود.

۲۴۸۲: ۱) بعد از تبدیل جسم زرد به جسم سفید، مقدار هورمون‌های جنسی کاهش و مقدار هورمون‌های هیپوفیزی افزایش پیدا می‌کند. مقدار هورمون‌های جنسی در خون به دلیل ترشح از بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه هیچ وقت به صفر نمی‌رسد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** هورمون *FSH* بر یاخته‌های سرتولی در مردان اثر می‌گذارد. یاخته‌های سرتولی در همهٔ مراحل اسپرم‌زایی وظیفهٔ تغذیهٔ آن یاخته‌ها را دارند. **گزینهٔ (۳):** هورمون استروژن در میانهٔ چرخهٔ تخمدانی به هنگام افزایش یک‌باره، باعث افزایش ترشح هورمون‌های *FSH* و *LH* می‌شود. **گزینهٔ (۴):** هورمون *FSH* باعث رشد فولیکول‌ها می‌شود که مقدار آن‌ها در هنگام قاعدگی افزایش می‌یابد (نه کاهش).

۱۴۹ شکل‌نامهٔ چرخهٔ تخمدانی



- در فاصلهٔ تبدیل جسم زرد به سفید (روز ۲۱ تا ۲۸)، سرعت رشد جدار رحم کاهش، فعالیت ترشحی رحم افزایش و فعالیت ترشحی تخمدان کاهش می‌یابد.
- با توجه به شکل حفرهٔ درون جسم زرد ابتدا حجیم بوده و سپس کوچک می‌شود.
- ابتدا جسم زرد به حداکثر اندازهٔ خود در روز ۲۱ می‌رسد و سپس رحم به حداکثر ضخامت خود در روز ۲۶ می‌رسد.
- حفرهٔ حاوی مایع در هفتهٔ اول به صورت سه فضای جدا از هم است و سپس یکی می‌شود.
- از شروع هفتهٔ چهارم دورهٔ جنسی در صورت عدم لقاح، جسم زرد شروع به تحلیل رفتن می‌کند.

۲۴۸۳: ۱) در هنگام خروج اووسیت ثانویه از تخمدان، یاخته‌های فولیکولی همراه اووسیت نیز خارج می‌شوند که دولاد بوده و ۴۶ کروموزوم و ۹۲ مولکول دنا دارند ولی جسم‌قطبی دوم تک‌لاد بوده و ۲۳ کروموزوم مضاعف دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** تودهٔ یاخته‌ای که پس از تخمک‌گذاری در تخمدان باقی می‌ماند، جسم زرد را تشکیل می‌دهد که همانند غدد فوق‌کلیه (که بالاتر از پانکراس هستند) توانایی ترشح پروژسترون را دارد. **گزینهٔ (۴):** هورمونی که باعث خروج اووسیت ثانویه و جسم‌قطبی اول از تخمدان می‌شود، هورمون ***LH*** است و *FSH* هورمون مؤثر در رشد و بالغ شدن فولیکول‌هاست. هورمون *LH* همانند هورمون *HCG* در جسم زرد گیرنده دارد. **گزینهٔ (۴):** منظور قسمت اول گزینه یاختهٔ اووسیت اولیه می‌باشد که میوز ۱ را انجام می‌دهد و همچنین اولین یاخته‌ای که کوچک است همان جسم‌قطبی اول می‌باشد که آن نیز هاپلوئید است. از طرفی دقت کنید که همیشه تعداد کروموزوم با تعداد سانترومر در هر شرایطی برابر است.

تغییرات چرخهٔ تخمدانی ۲۷۶

هفته‌های دوره	تغییرات استروژن از تخمدان	تغییرات پروژسترون از تخمدان	تغییرات *FSH*	تغییرات *LH*	تغییرات لایهٔ داخلی جدار رحم	نوع بازخورد	نکات
هفتهٔ اول	مقدار ترشح کمی دارد.	ندارد	افزایش اندک	افزایش اندک	کاهش (قاعدگی)	منفی	قاعدگی رحم به همراه رشد کم فولیکول در تخمدان
هفتهٔ دوم	ابتدا اندک و سپس افزایش	ندارد	ابتدا کم از روز ۱۳ زیاد	ابتدا کم از روز ۱۳ زیاد	افزایش با بیشترین سرعت	ابتدا منفی و سپس مثبت	رسیدن استروژن به حداکثر و تنظیم بازخوردی ابتدا منفی و سپس مثبت
روز چهاردهم	حداکثر	ندارد	افزایش شدید	افزایش شدید	افزایش	مثبت	تشکیل فولیکول بالغ و تکمیل میوز ۱ و تخمک‌گذاری و پاره شدن فولیکول بالغ و بیشترین میزان *LH* و *FSH* در خون
هفتهٔ سوم	کمتر از هفتهٔ دوم	افزایش (حداکثر)	کاهش	کاهش	افزایش	منفی	ایجاد جسم زرد و ترشح هورمون استروژن و پروژسترون از آن و افزایش ترشحات جدار داخل رحم
هفتهٔ چهارم	به‌تدریج کاهش می‌یابد.	به‌تدریج کاهش می‌یابد.	کاهش اندک و سپس در انتها افزایش اندک	کاهش اندک و سپس در انتها افزایش اندک	ابتدا افزایش و سپس کاهش	منفی	حداکثر ضخامت جدار داخل رحم (روز ۲۶) و ایجاد جسم سفید و شروع کاهش ضخامت جدار داخل رحم از روز ۲۶ به بعد (ولی خونریزی شروع نمی‌شود.)

۲۴۸۴: ۳) در چرخهٔ جنسی زنان، با رشد جسم زرد، مقدار هورمون‌های محرک جنسی *FSH* و *LH* کاهش می‌یابند تا فولیکول دیگری در تخمدان رشد نکند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** حدود اواسط نیمهٔ لوتئال و در صورت عدم بروز حاملگی، جسم زرد تحلیل می‌رود و به تدریج مقدار استروژن و پروژسترون نیز کاهش می‌یابد. **گزینهٔ (۲):** در دورهٔ جنسی، ابتدا میزان *LH* بالا می‌رود و سپس میوز ۱ کامل می‌شود تا اولین جسم‌قطبی ایجاد شود. در حقیقت شروع افزایش *LH* قبل از تشکیل جسم‌قطبی است. **گزینهٔ (۴):** پس از تخمک‌گذاری، باقی‌ماندهٔ فولیکول به جسم زرد تبدیل می‌شود که فقط یاخته‌های پیکری دارند. دقت کنید که **مام‌یاختهٔ ثانویه** از تخمدان خارج می‌شود (نه تخمک!).

۲۴۸۵: ۴) آزاد شدن اووسیت ثانویه از تخمدان‌ها (تخمک‌گذاری) ناشی از افزایش ناگهانی هورمون *LH* است و افزایش این هورمون هم نتیجهٔ افزایش هورمون استروژن است. بنابراین اختلال در ترشح هورمون‌های استروژن و *LH*، می‌تواند مانع تخمک‌گذاری شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های مامه‌زا تقسیم میتوز انجام می‌دهند (نه میوز). **گزینهٔ (۲):** حداکثر قطر و اندازهٔ جسم زرد در حدود روز ۲۱ دوره می‌باشد ولی حداکثر قطر داخلی رحم در حدود روز ۲۶ می‌باشد، یعنی جسم زرد زودتر از رحم به حداکثر رشد خود می‌رسد. **گزینهٔ (۳):** جدایی کروموزوم‌های همتا در میوز ۱ رخ می‌دهد، در حالی که لولهٔ فالوپ محل انجام میوز ۲ است.

۲۴۸۶ (۴) در مرحلهٔ جسم زردی (لوتئال)، مقادیر زیاد هورمون‌های استروژن و پروژسترون سبب کاهش ترشح هورمون‌های *FSH* و *LH* می‌شود. همچنین کاهش مقدار هورمون‌های استروژن و پروژسترون در اواخر مرحلهٔ جسم زردی، منجر به افزایش ترشح هورمون‌های *FSH* و *LH* می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در اوایل مرحلهٔ فولیکولی یعنی هم‌زمان با قاعدگی، کمبود هورمون‌های استروژن و پروژسترون منجر به افزایش هورمون‌های *FSH* و *LH* می‌شود. سپس افزایش اندک هورمون استروژن مانع از افزایش ترشح این هورمون‌ها می‌شود و در اواخر این مرحله (حدود روز ۱۳ - ۱۴)، مقادیر زیاد استروژن سبب افزایش یکبارهٔ هورمون‌های *FSH* و *LH* می‌شود. بنابراین افزایش غلظت هورمون‌های *FSH* و *LH* در خون پیوسته نیست. **گزینهٔ (۲):** افزایش یکبارهٔ هورمون *LH* در مرحلهٔ فولیکولی، منجر به ورود اووسیت ثانویه (نه تخمک) به لولهٔ فالوپ می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در مرحلهٔ جسم زردی (لوتئال)، یاخته‌های درون‌ریز فعال تخمدان، در اطراف یاختهٔ جنسی قرار ندارند. دقت کنید در مرحلهٔ فولیکولی، یاخته‌های درون‌ریز، یک اووسیت را احاطه کرده‌اند، اما در مرحلهٔ جسم زردی، باقی‌ماندهٔ یاخته‌های فولیکولی به جسم زرد بدون اووسیت تبدیل شده‌اند و هورمون‌های جنسی ترشح می‌کنند.

۲۴۸۷ (۴) هورمون *LH* عامل اصلی تخمک‌گذاری است. انتهای دورهٔ جنسی تحت تأثیر بازخورد منفی، در پی کاهش میزان استروژن و پروژسترون در خون، مقدار *FSH* و *LH* افزایش می‌یابد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** این گزینه در ارتباط با فعالیت هورمون استروژن در دورهٔ جنسی صحیح است. **گزینهٔ (۲):** هورمون *LH* از هیپوفیز پیشین ترشح می‌شود. **گزینهٔ (۳):** هورمون *FSH* روی یاخته‌های سرتولی گیرنده دارد. یاخته‌های سرتولی تغذیه و پشتیبانی اسپرم‌ها را بر عهده دارند.

۲۷۷ هورمون‌های محرک جنسی

موارد مقایسه	مردان		زنان	
	LH	*FSH*	*LH*	*FSH*
اندام هدف	بیضه‌ها	بیضه‌ها	تخمدان‌ها	تخمدان‌ها
یاختهٔ هدف	یاختهٔ بینابینی	یاختهٔ سرتولی	یاختهٔ پیکری در فولیکول و جسم زرد	یاختهٔ پیکری فولیکول (نیمهٔ اول)
تحت تأثیر؟	آزادکننده و بازخورد تستوسترون	آزادکننده	آزادکننده و هورمون‌های جنسی زن	آزادکننده و هورمون‌های جنسی زن
بازخورد منفی یا مثبت؟	منفی با تستوسترون	ندارد	به‌جز در نیمهٔ دوره که مثبت است، بقیه روزها منفی است.	به‌جز در نیمهٔ دوره که مثبت است، بقیه روزها منفی است.
وظیفه	تحریک ترشح هورمون جنسی تستوسترون و ایجاد صفت جنسی	تحریک هدایت اسپرم‌زایی	تخمک‌گذاری و ایجاد جسم زرد و تحریک ترشح هورمون‌های استروژن و پروژسترون	رشد فولیکول و تحریک ادامهٔ میوز اووسیت اولیه و تحریک ترشح استروژن

۲۴۸۸ (۴) در وسط دورهٔ فولیکولی، از روز هفتم و پس از پایان قاعدگی، افزایش جزئی هورمون استروژن موجب سرکوب ترشح *LH* و *FSH* می‌شود. پس از این زمان اووسیت اولیه به کنار فولیکول رانده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** آغاز دورهٔ جنسی هم‌زمان با شروع خروج خون قاعدگی است. در روزهای آغازین، هورمون‌های *FSH* و *LH* (تحریک‌کنندهٔ غده‌های جنسی) در حال افزایش هستند که در نتیجهٔ ترشح هورمون آزادکنندهٔ هیپوتالاموسی صورت می‌گیرد ولی مقدار ترشح هورمون‌های جنسی استروژن و پروژسترون کم می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** حداکثر ترشح پروژسترون در نیمهٔ دوم مرحلهٔ لوتئال دوره است در حالی که در این زمان، رشد فولیکولی وجود ندارد و از باقی‌ماندهٔ آن با نام جسم زرد یاد می‌کنیم. تماس فولیکول با یاخته‌های سطحی تخمدان در روزهای پایانی نیمهٔ اول دیده می‌شود، زمانی که فولیکول، بالغ شده و به حداکثر رشد خود رسیده است. **گزینهٔ (۴):** آغاز از دست دادن یاخته‌های تغذیه‌کننده در فولیکول، هم‌زمان با آزادسازی اووسیت ثانویه رخ می‌دهد. در این زمان نخستین جسم قطبی، هم‌زمان با ایجاد اووسیت ثانویه به وجود **آمده است.**

۲۴۸۹ (۱) فقط مورد (ب) درست است.

بررسی موارد (الف) نادرست. این یاخته‌ها در دوران **جنینی** ایجاد شده‌اند (نه در دوره‌های جنسی پس از تولد!). (ب) **درست.** در زنان، یاخته‌های فراوان مام‌یاختهٔ اولیه $2n$ که میوز ۱ را در دوران جنینی آغاز کرده‌اند در پروفاز ۱ متوقف مانده‌اند که همهٔ آن‌ها در اطرافشان یاخته‌های پیکری وجود دارد ولی فقط **تعداد محدودی** از آن‌ها میوز را ادامه می‌دهند و در زمان حداکثر مقدار *LH* یک یاختهٔ بزرگ‌تر از زامه ایجاد می‌کنند. (ج) نادرست. بسیاری از فولیکول‌ها و مام‌یاخته‌ها بدون تکمیل میوز ۱، پس از تولد از بین می‌روند. (د) نادرست. حداکثر میزان *LH*، به‌طور معمول سبب خروج تنها یک اووسیت ثانویه در هر دوره می‌شود، اما گفتیم که این اتفاق در همهٔ مام‌یاخته‌ها رخ نمی‌دهد پس برای ادامهٔ میوز نیازی به حداکثر مقدار *LH* نیست.

۲۴۹۰ (۴) **جسم‌های قطبی اول** و **دوم**، در مراحل تخمک‌زایی و با **تقسیم نامساوی سیتوپلاسم** به وجود می‌آیند و در رشد و نمو جنین **فاقد** نقش‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** جسم قطبی اول، **هاپلوئید** و **مضاعف** است اما جسم قطبی دوم، **هاپلوئید** و **تک‌کروماتیدی** است. در نتیجه، میزان *DNA* هستهٔ جسم قطبی اول **بیشتر** است، اما هیچ‌کدام از آن‌ها، کروموزوم همتا ندارند. **گزینهٔ (۲):** جسم قطبی اول و دوم، هر دو **۲۳ کروموزوم** در هسته دارند. **گزینهٔ (۳):** جسم قطبی اول و دوم، هر دو عدد کروموزومی $n=۲۳$ دارند. **گزینهٔ (۴):** جسم قطبی اول، درون **فولیکول تخمدان** و جسم قطبی دوم، در **لولهٔ فالوپ** تولید می‌شود. تعداد **سانترومرها** همواره برابر با تعداد **کروموزوم‌ها**ست. در نتیجه هر دو، **۲۳ سانترومر** در هسته دارند.

۲۴۹۱ (۲) *این سؤال فقط نیاز به یک دقت ساده دارد! شاید در نگاه اول سخت بیاد اما کسی که خوب به دام‌های تستی مسلط باشه سریع میزنتش ....*

در صورت سؤال گفته شده از روز پنجم تا زمانی که فولیکول در حال رشد (خب این حرف یعنی چی؟ یعنی اینکه در مرحلهٔ فولیکولی هستیم ما هنوز!) *نوعی هورمون ترشح کند* (منظور این چیه؟ **استروژن!** اما کلاً برای حل تست به این یکی نیازی نداریم ...).

راستی دقت کنید که اندوفتهٔ فونی زیاد موجود در رحم، برای دورهٔ لوتئال (جسم زرد) *هست! پس ما در دورهٔ فولیکول، رحم پر از اندوفتهٔ فونی نداریم!*

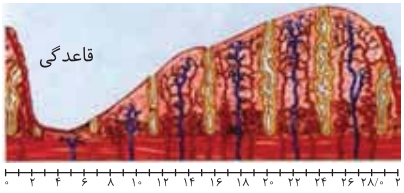
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** به‌طور معمول در هر تخمدان فقط یک فولیکول اجازهٔ رشد پیدا می‌کند. پس به‌طور معمول، از رشد و تمایز دیگر اووسیت‌های اولیه جلوگیری می‌شود!

نکته

در ابتدای دوره، چند فولیکول رشد را آغاز می‌کنند اما فقط یکی می‌تواند چرخه را ادامه بدهد و میوز اووسیت اولیهٔ خودش را تکمیل کند. چون کتاب گفته فولیکولی که بیشتر رشد کرده آن را ادامه می‌دهد.

گزینه‌های (۳) و (۴): کمی قبل از تخمک‌گذاری، مقدار هورمون‌های محرک جنسی یعنی *LH* و *FSH* افزایش ناگهانی و شدید پیدا می‌کنند و در این حالت با افزایش مقدار این هورمون‌ها، ترشح هورمون آزادکننده از هیپوتالاموس کاهش می‌یابد.

۱۵۰ شکل‌نامهٔ چرخهٔ رحمی



- در روزهای اول تا هفتم چرخه، ترشح *LH* و *FSH*، سبب شروع تخمک‌گذاری می‌شود ولی مقدار کم استروژن و پروژسترون سبب ریزش جدار داخلی رحم می‌شود.
- از روز ۷ الی ۱۲ چرخه، افزایش اندک ترشح استروژن با بازخورد **منفی**، مانع ترشح بیشتر *LH* و *FSH* می‌شود. افزایش ترشح استروژن سبب رشد با شیب **سرعت زیاد** در دیوارهٔ رحم می‌شود.
- در روزهای ۱۲ الی ۱۴ چرخه، افزایش استروژن با بازخورد مثبت، سبب افزایش ناگهانی *LH* و *FSH* می‌شود. در این حین، فولیکول حداکثر اندازهٔ خود را دارد (فولیکول بالغ) و میوز ۱ اووسیت اولیه تکمیل می‌شود. سپس حداکثر میزان *LH* در روز ۱۴، سبب پاره شدن فولیکول و آزاد شدن اووسیت ثانویه و جسم‌قطبی اول می‌شود.
- پس از روز ۱۴، ضمن کاهش *LH* و *FSH* که در حداکثر میزان خود بوده‌اند، جسم زرد تشکیل می‌شود و ترشح استروژن و پروژسترون را انجام می‌دهد. افزایش استروژن و پروژسترون، با بازخورد منفی مانع از ترشح *LH* و *FSH* می‌شود، تا فولیکول دیگری در تخمدان رشد نکند. استروژن و پروژسترون، سبب رشد دیوارهٔ رحم می‌شوند.
- اگر بارداری رخ ندهد، جسم زرد از اواسط نیمهٔ لوتئال شروع به تحلیل می‌کند تا به جسم سفید تبدیل شود. در دو روز آخر چرخه، ترشح استروژن و پروژسترون بسیار کاهش می‌یابد و استحکام دیوارهٔ داخلی رحم کم می‌شود ولی شروع قاعدگی و مشاهدهٔ خونریزی از روز اول دورهٔ بعدی می‌باشد.
- با کاهش استروژن و پروژسترون، ترشح هورمون‌های *LH* و *FSH* در روزهای ۲۶ تا ۲۸ چرخه مجدداً افزایش می‌یابد تا دورهٔ جنسی بعدی، آغاز شود.
- هر زمان که دیوارهٔ رحم در حال کاهش ضخامت است، الزاماً خونریزی قاعدگی دیده نمی‌شود (روزهای ۲۶ تا ۲۸).
- هر زمان که خونریزی قاعدگی دیده شود، الزاماً ضخامت دیوارهٔ رحم در حال کاهش نیست (روزهای ۵ تا ۷).
- حداکثر ضخامت دیوارهٔ رحم، مربوط به روز ۲۶ است.
- طول رگ‌ها و حفره‌های دیوارهٔ رحم به‌طور کلی در نیمهٔ لوتئالی بیشتر از نیمهٔ فولیکولی است.
- ترشح استروژن، پروژسترون و تستوسترون در همهٔ روزهای دورهٔ جنسی توسط بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه انجام می‌شود.
- سرخرگ‌ها نسبت به سیاهرگ‌ها در دیوارهٔ رحم، هم پیچیدگی و هم تعداد بیشتری دارند (در هر سیاهرگ، دوتا سرخرگ است).
- فقط ضخامت دیوارهٔ داخل رحم طی دورهٔ جنسی تغییر می‌کند و ضخامت دیوارهٔ ماهیچه‌ای ثابت است.
- بیشترین شدت کاهش ضخامت جدار داخل رحم در دو روز اول دوره قابل مشاهده است.
- بیشترین نسبت لایهٔ میانی به لایهٔ درونی رحم، در انتهای هفتهٔ اول چرخهٔ جنسی مشاهده می‌شود.

۲۴۹۲: ۳ به‌طور معمول پس از نیمهٔ هر چرخهٔ رحمی، از سرعت رشد و نمو دیوارهٔ داخلی رحم کاسته شده و برفعالیت ترشحی آن افزوده می‌شود، اما به هر حال، به‌طور هم‌زمان فعالیت ترشحی و افزایش ضخامت دیوارهٔ رحم انجام می‌شود.

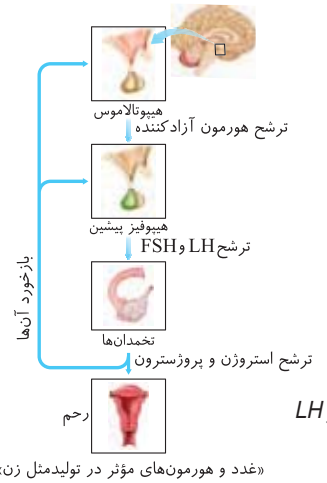
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** آغاز افزایش ضخامت دیوارهٔ داخلی رحم در چرخهٔ رحمی، پس از قاعدگی (یا دقیق‌تر از روز ۵ قاعدگی) و تحت تأثیر یکی از هورمون‌های تخمدانی به نام استروژن صورت می‌گیرد (نه هورمون‌های تخمدانی) **گزینهٔ (۲):** تقسیم کاستمان اووسیت اولیه در دوران جنینی آغاز شده است، بنابراین تخمدان زنان فاقد یاخته‌ای است که بتواند تقسیم کاستمان را **آغاز** کند. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که در چرخه‌های جنسی زنان، هورمون‌های جنسی استروژن و پروژسترون سبب بازخورد روی ترشح هورمون‌های محرک جنسی می‌شوند (نه برعکس!).

۲۴۹۳: ۲ موارد (ج) و (د) صحیح می‌باشند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** تأثیر بازخوردی مثبت استروژن حدود روز ۱۴ و با تخمک‌گذاری اتفاق می‌افتد، اما حداکثر ضخامت دیوارهٔ رحم در حدود روز ۲۵ یا ۲۶ دیده می‌شود. (ب) **نادرست.** با قاعدگی، فقط دیوارهٔ **داخلی** رحم که پوششی است، ریزش پیدا می‌کند. (ج) درست. در حدود نیمهٔ دورهٔ جنسی و با تخمک‌گذاری میزان هورمون‌های *LH* و *FSH* افزایش می‌یابند. در روز ۱۴ و بعد از تخمک‌گذاری رشد دیوارهٔ رحم با سرعت کمتری نسبت به روزهای ۷ تا ۱۴ ادامه می‌یابد. (د) درست. هورمون‌های استروژن و پروژسترون مسئول رشد و ضخیم شدن دیوارهٔ رحم و ایجاد آمادگی برای بارداری احتمالی می‌باشند.

۲۴۹۴: ۲ موارد (ج) و (د) باید صحیح باشند *(با توجه به نظر طراح کنکور)*. لطفاً به کلمهٔ **همواره** در متن سؤال دقت کنید.

بررسی موارد (الف) نادرست. در نزدیکی تخمک‌گذاری، *LH* و *FSH* با سازوکار بازخورد **مثبت** مقدارشان افزایش می‌یابد. (باز هم به قید همواره در سؤال دقت کنید!) (ب) نادرست. تکمیل مراحل تخمک‌گذاری فقط در حوالی روز ۱۴ دورهٔ جنسی صورت می‌گیرد. از طرفی کامل شدن مراحل تخمک‌سازی با برخورد اسپرم به اووسیت ثانویه صورت می‌گیرد (نه همواره). (ج) **درست.** هورمون‌های *LH* و *FSH* در یک فرد سالم همیشه تحت کنترل هورمون آزادکنندهٔ هیپوتالاموس می‌باشند *ولی متأسفانه طراح کنکور هم آزادکننده و هم مهارکننده را صحیح گرفته است. اگر به متن کتاب هم دقت کنید عنوان کرده که در طی بازخورد منفی از ترشح آزادکننده می‌کاهد و هرقی از وپور مهارکنندهٔ هیپوتالاموسی نزده است.* (د) **درست.** در کل چرخهٔ تخمدان و رحم، مقدار هورمون‌های محرک جنسی بر مقدار هورمون‌های جنسی مؤثر است.



«غدد و هورمون‌های مؤثر در تولیدمثل زن»

۱۵۱ شکل‌نامهٔ هورمون‌ها

- هورمون‌ها
  - آغاز چرخه ← کاهش هورمون‌های جنسی
    - قاعدگی
    - بازخورد منفی ← *LH* و *FSH* افزایش
  - نیمهٔ اول چرخه تا حدود روز ۱۲ ← افزایش اندک استروژن
    - بازخورد منفی ← مانع ترشح *FSH* و *LH*
    - رشد زیاد رحم
  - حدود روز ۱۳ و ۱۴ ← استروژن زیاد ← بازخورد مثبت ← افزایش *FSH* و *LH* ← تخمک‌گذاری
  - نیمهٔ دوم چرخه ← افزایش استروژن و پروژسترون از جسم زرد ← بازخورد منفی ← کاهش *FSH* و *LH* ← مانع رشد فولیکول دیگر می‌شود.
  - پایان چرخه (روز ۲۶ تا ۲۸) ← کاهش استروژن و پروژسترون از جسم سفید
    - بازخورد منفی ← افزایش *FSH* و *LH*
    - شروع ناپایداری دیوارهٔ داخلی رحم

- هورمون‌های جنسی استروژن و پروژسترون تخمدان مستقیماً در رشد رحم مؤثرند.
- وجود تستوسترون در خون زنان یا استروژن و پروژسترون در خون مردان، حاصل فعالیت بخش قشری غدد فوق‌کلیوی می‌باشد (نه غدد جنسی!).
- مقدار ترشح استروژن و پروژسترون با اثر بازخوردی روی میزان ترشح هورمون‌های هیپوتالاموس و هیپوفیز پیشین اثر گذاشته و مقدار آن‌ها را تنظیم می‌کنند.

۲۴۹۵ (۳) رشد و نمو دیوارهٔ داخلی رحم تا بعد از نیمهٔ دورهٔ جنسی نیز ادامه می‌یابد. پس از آن (با ورود به هفته سوم)، سرعت رشد آن کم می‌شود، ولی فعالیت ترشحی در آن افزایش می‌یابد. در نتیجه می‌توان گفت که بیشترین فعالیت ترشحی **غدد** موجود در دیوارهٔ رحم از **هفتهٔ سوم به بعد** مشاهده می‌شود. این فرایند رحم را برای پذیرش و پرورش جنین آماده می‌نماید.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** به‌طور معمول در هر دورهٔ جنسی، یک اووسیت از یک تخمدان آزاد می‌شود. اما ممکن است تخمدان‌های یک فرد در یک دوره بیش از یک اووسیت آزاد کنند که در صورت برخورد هر کدام از این اووسیت‌ها با اسپرم، چندقلوهای ناهمسان شکل می‌گیرند. **گزینهٔ (۲):** در صورتی که در حدود نیمهٔ دورهٔ جنسی، اسپرم در مجاورت با اووسیت ثانویه قرار گیرد، پس از تکمیل فرایند تخمک‌زایی، لقاح صورت می‌پذیرد و تخم پس از انجام تقسیماتی در دیوارهٔ رحم جایگزین می‌شود. در این حالت میزان ترشح هورمون پروژسترون پایین نخواهد آمد تا جنین جایگزین شده با تخریب دیوارهٔ رحم از بین نرود. **گزینهٔ (۴):** در ابتدای دورهٔ جنسی، با تأثیر هورمون *FSH*، یاخته‌های دیپلوئید فولیکولی تکثیر می‌شوند و تعدادشان افزایش می‌یابد.

۲۴۹۶ (۲) موارد (ب) و (د) عبارت را به نادرستی کامل می‌کنند. علاوه‌بر هورمون‌های *FSH* و *LH*، هورمون‌های **تیروئیدی** (یددارهای T_3 و T_4) نیز بر تخمدان‌ها اثر می‌کنند.

بررسی موارد **الف)** درست. ترشح هورمون‌های هیپوفیز پیشین (مانند *FSH* و *LH*) به‌طور مستقیم توسط هورمون‌های هیپوتالاموسی تنظیم می‌شود. ترشح هورمون‌های تیروئیدی نیز به‌طور مستقیم توسط هورمون محرک هیپوفیزی و به‌طور غیرمستقیم توسط هورمون هیپوتالاموسی تنظیم می‌شود. **ب)** **نادرست.** عامل اصلی تخمک‌گذاری، افزایش هورمون *LH* است. هورمون *FSH* و هورمون‌های تیروئیدی عامل تخمک‌گذاری محسوب نمی‌شوند. **ج)** درست. هر هورمون یا نوعی پروتئین است و یا پروتئین‌ها در تولید آن نقش دارند. بنابراین پروتئین‌های غیرآنزیمی که در بیان ژن‌های هسته‌ای نقش دارند، در تولید آن مؤثرند. (مثلاً آنزیم‌های مؤثر در رونویسی دنا) **د)** **نادرست.** اولاً هورمون‌های *FSH* و *LH* مانع از ترشح هورمون‌های جنسی نمی‌شوند، دوماً هورمون‌های تیروئیدی هم اثر بازخوردی بر ترشح هورمون‌های جنسی ندارند.

۲۴۹۷ (۲) شکل مربوط به فرایند **تخمک‌گذاری** می‌باشد که علت آن زیاد شدن هورمون *LH* در اثر افزایش استروژن می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در نیمهٔ دوم دورهٔ بعد از تخمک‌گذاری و لقاح می‌باشد. **گزینهٔ (۳):** در آخر دوره ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** بعد از تخمک‌گذاری رخ می‌دهد.

مراحل چرخهٔ تخمدان ۲۷۸

دستگاه تولیدمثل زن

چرخهٔ تخمدانی

بریم ترتیب مراحلشو خوب یاد بگیریم:

۱) در هر دورهٔ جنسی یکی از فولیکول‌ها از همه رشد بیشتری پیدا کرده است.

۲) تحت تأثیر هورمون *FSH* فولیکول بزرگ و بالغ می‌شود.

۳) با بزرگ شدن فولیکول، شروع به ترشح استروژن می‌کند.

- استروژن طی بازخورد منفی باعث کاهش ترشح هورمون‌های هیپوفیزی می‌شود.
- استروژن باعث افزایش ضخامت دیوارهٔ رحم می‌شود.
- استروژن با اثر بر فولیکولی که ازش تولید شده است، باعث بزرگ شدن و بالغ شدن آن می‌شود و درنتیجه مقدار ترشحی استروژن نیز بیشتر می‌شود.

۴) با افزایش ناگهانی مقدار هورمون استروژن، طی بازخورد مثبت باعث افزایش ترشح هورمون‌های محرک جنسی هیپوفیزی می‌شود.

۵) در روز ۱۴ام، حداکثر مقدار هورمون *LH*، باعث تکمیل میوز یک و پاره شدن فولیکول می‌شود.

۶) اووسیت ثانویه به همراه تعدادی از یاخته‌های فولیکولی وارد لوله‌های رحم می‌شوند.

۷) یاخته‌های فولیکولی باقی‌مانده در تخمدان تودهٔ یاخته‌ای تشکیل می‌دهند.

۸) تودهٔ یاخته‌ای بزرگ شده و جسم زرد را تشکیل می‌دهد.

۹) جسم زرد با اثر هورمون *LH* دو هورمون جنسی استروژن و پروژسترون را ترشح می‌کند که این هورمون‌ها:

- طی بازخورد منفی باعث کاهش ترشح هورمون‌های هیپوفیزی می‌شوند.
- با اثر بر دیوارهٔ رحم باعث افزایش قطر دیوارهٔ آن می‌شوند.

۱۰) در صورت لقاح ترشحات جسم زرد با اثر هورمون *HCG* مترشحه از کوریون تا مدتی ادامه پیدا می‌کند.

نکات مهم

- هورمون‌های هیپوفیزی تحت تأثیر هورمون آزادکنندهٔ مترشحه از هیپوتالاموس توسط هیپوفیز پیشین ترشح می‌شوند.
- هیپوتالاموس در تنظیم ضربان قلب، فشار خون و دمای بدن و تشنگی، گرسنگی و خواب نقش دارد.
- در زنان، هورمون استروژن از یاخته‌های فولیکولی، جسم زرد و بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه و هورمون پروژسترون از جسم زرد و بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه ترشح می‌شود.
- هورمون پروژسترون در چرخهٔ تخمدانی از جسم زرد در مرحلهٔ لوتئال ترشح می‌شود (البته با اجازه از غدد فوق‌کلیه).

۲۴۹۸ (۴) هورمون **استروژن** در نیمهٔ فولیکولی از تخمدان ترشح می‌شود، این هورمون بر روی هورمون آزادکنندهٔ ترشحی از هیپوتالاموس که مرکز تنظیم دمای بدن است تأثیر بازخوردی دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هورمون‌های استروژن و پروژسترون سبب رشد دیوارهٔ رحم می‌شوند و علاوه‌بر تخمدان از غدهٔ **فوق‌کلیه** نیز ترشح می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** هورمون *FSH* سبب رشد فولیکول می‌شود. عامل **اصلی** تخمک‌گذاری هورمون *LH* می‌باشد. **گزینهٔ (۳):** هورمون *LH* با تأثیر بر جسم زرد تداوم ترشح هورمون‌های جنسی را از این بخش سبب می‌شود. افزایش یک‌بارهٔ هورمون **استروژن** تأثیر بازخوردی مثبت دارد.

۲۴۹۹ (۴) هر چهار مورد صحیح می‌باشند.

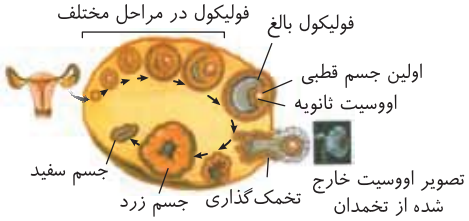
بررسی موارد **الف)** **تخمدان‌ها** برای *LH* گیرنده دارند و بسیار واضح است که حتماً می‌توانند مستقیماً تحت تأثیر *LH* یا *FSH* مترشحه از هیپوفیز پیشین قرار گیرند. **ب)** همهٔ اندام‌ها برای T_4 گیرنده دارند در نتیجه این مورد می‌تواند برای اندام‌هایی مانند استخوان‌ها و ماهیچه‌ها (هورمون رشد)، تخمدان (*LH* و *FSH*) و... برقرار باشد. **ج)** **کلیه‌ها** برای هورمون پاراتیروئیدی و همچنین برای هورمون ضدادراری مترشحه از هیپوفیز پسین گیرنده دارند. **د)** **کلیه‌ها** برای هورمون آلدوسترون (مترشحه از قشر فوق‌کلیه) و همچنین برای هورمون ضدادراری (مترشحه از هیپوفیز پسین) گیرنده دارند.

نکته

دقت کنید که هیپوفیز پسین هورمون نمی‌سازد ولی سبب ترشح هورمون‌های اکسی‌توسین و ضدادراری می‌شود.

۲۵۰۰ : ۱) در ابتدای دورهٔ جنسی، ترشح هورمون آزادکننده برای تولید *LH* و *FSH* رو به **افزایش** است و سبب افزایش ترشح *LH* و *FSH* در ابتدای دوره می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** طبق شکل، در فولیکول بالغ که در تماس با دیوارهٔ تخمدان است، جسم‌قطبی اول قابل رؤیت است. **گزینهٔ (۳):** هنگامی که اووسیت اولیه در مرکز فولیکول است، در حدود روزهای ۷ تا ۱۰ دورهٔ جنسی، افزایش استروژن با بازخورد منفی سبب کاهش ترشح *LH* و *FSH* می‌شود. **گزینهٔ (۴):** طبق شکل کتاب درسی، هنگامی که فولیکول شروع به از دست دادن تعدادی از یاخته‌های تغذیه‌کننده‌اش می‌کند و **تعدادی حفره پر از مایع** در آن ایجاد می‌شود، در حدود روزهای ۷ تا ۱۲ قرار داریم و ترشح استروژن رو به **افزایش** است.



۲۷۹ مقایسهٔ فولیکول و جسم زرد

موارد مقایسه	فولیکول	جسم زرد
یاختهٔ میوزدهنده دارد؟	بله	خیر
چه هورمون(هایی) را ترشح می‌کند؟	استروژن	استروژن و پروژسترون
می‌تواند به دیوارهٔ تخمدان متصل باشد؟	بله	بله
هاپلوئید یا دیپلوئید؟	در فولیکول بالغ هم یاختهٔ هاپلوئید و هم یاختهٔ دیپلوئید وجود دارد. در بقیهٔ فولیکول‌ها فقط یاختهٔ دیپلوئید موجود است.	فقط یاختهٔ دیپلوئید دارد.
تحت تأثیر ...	بیشتر *FSH* و کمی هم *LH* و استروژن	هورمون *LH* و البته *HCG*
در چه روزهایی در تخمدان دیده می‌شود؟	همواره	حدوداً در نیمهٔ دوم دوره

۲۵۰۱ : ۱) در مردان افزایش غلظت هورمون تستوسترون با تأثیر بر هیپوتالاموس، سبب کاهش ترشح هورمون آزادکننده و با اثر بر هیپوفیز پیشین سبب کاهش ترشح هورمون *LH* می‌شود. همچنین در زنان کاهش غلظت هورمون استروژن و پروژسترون با تأثیر بر هیپوتالاموس سبب افزایش ترشح هورمون آزادکننده و با اثر بر هیپوفیز پیشین سبب افزایش ترشح هورمون *LH* و *FSH* می‌شود. *(یادتون باشه هر دو هورمون FSH و LH، یک نوع هورمون آزادکننده دارند که کتاب هم اشاره کرده است.)*

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** هورمون‌های اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین سبب افزایش فشار خون و تعداد ضربان قلب می‌شوند. این هورمون‌ها سبب افزایش قطر فقط **نایژک‌ها** می‌شوند (چون نایژه‌ها و نای غضروف دارند و مجرای آن‌ها همیشه باز می‌ماند). **گزینهٔ (۳):** در مردان، هورمون *FSH* بر یاخته‌های سرتولی دیوارهٔ لوله‌های اسپرم‌ساز اثر می‌گذارد و ترشحات یاخته‌های سرتولی تمایز اسپرم‌ها را هدایت می‌کند. در تمایز اسپرماتید به اسپرم، ابتدا اسپرماتیدها از هم جدا می‌شوند و سپس تاژک‌دار می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** سازمان‌یابی یاخته‌های عصبی در دیوارهٔ لولهٔ گوارش به صورت دو شبکهٔ عصبی یکی در لایهٔ زیرمخاط و دیگری در لایهٔ ماهیچه‌ای لولهٔ گوارش می‌باشد. شبکهٔ عصبی روده‌ای از مری تا مخرج تشکیل می‌شود. بنابراین این شبکهٔ عصبی در شروع انعکاس بلع در دهان نقش ندارد. شروع انعکاس بلع توسط اعصاب پیکری می‌باشد چون دهان، حلق و ابتدای مری حاوی بافت ماهیچه‌ای اسکلتی می‌باشند (نه صاف).

۲۵۰۲ : ۴) تتراد (چهارتایه)، در پروفاز میوز ۱ اووسیت اولیه تشکیل می‌شود. دقت کنید که **شروع** رشد و تمایز اووسیت اولیه در دوران جنینی روی می‌دهد و پس از سن بلوغ، با تأثیر هورمون‌های محرک جنسی و هورمون استروژن تخمدانی، میوز خود را ادامه می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اووسیت ثانویه توانایی تشکیل جدار لقاحی دارد و پس از سن بلوغ طی هر میوز ۱ به وجود آمده است. **گزینهٔ (۲):** از بین یاخته‌هایی که قادرند در یک خانم جوان مراحل تخمک‌زایی را طی کنند، اووسیت اولیه دیپلوئید است که در دوران جنینی به وجود آمده است. دقت کنید که در یک دختر پس از تولد، اووگونی مشاهده نمی‌شود. **گزینهٔ (۳):** اووسیت اولیه و ثانویه دارای کروموزوم‌های مضاعف‌اند که **هر دو درون تخمدان** تشکیل شده‌اند.

۲۵۰۳ : ۲) هنگام ادغام **غشای** اووسیت و غشای اسپرم، جدار لقاحی در اطراف اووسیت شروع به تشکیل شدن می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پس از برخورد این دو یاخته، اووسیت تقسیم شده و هستهٔ تخمک ایجاد شده با هستهٔ اسپرم ادغام می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** کیسهٔ آکروزوم در هنگام عبور اسپرم از لایهٔ خارجی محافظت‌کننده از اووسیت پاره می‌شود. این لایه از تعدادی یاختهٔ فولیکولی ایجاد شده است. **گزینهٔ (۴):** فرایند لقاح هنگام تماس غشای اسپرم و غشای اووسیت ثانویه آغاز می‌شود.

۲۵۰۴ : ۳) ابتدا اووسیت ثانویه با انجام تقسیم نامساوی سیتوپلاسم، تخمک را ایجاد می‌کند تا سپس هستهٔ آن با هستهٔ اسپرم ادغام شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ابتدا این ریزکیسه‌ها برون‌رانی را انجام می‌دهند تا سپس جدار لقاحی تشکیل شود. **گزینهٔ (۲):** عبور اسپرم از بین یاخته‌های فولیکولی، هم‌زمان با پاره‌شدن کیسهٔ آکروزوم آن اتفاق می‌افتد ولی دقت کنید که آنزیم‌های آکروزومی با پاره شدن سر اسپرم و کیسهٔ کروموزوم خارج می‌شوند و فرایندی شبیه اگزوسیتوز نیست. **گزینهٔ (۴):** سر اسپرم به اووسیت ثانویه وارد می‌شود، نه تخمک!

چند نکته در بررسی تست‌ها و شکل کتاب در مورد لقاح

- تعداد بسیار زیادی زامه وارد رحم و سپس لولهٔ رحم می‌شوند، ولی تعداد کمی به مام‌یاخته می‌رسند و در حالت عادی تعدادی از آن‌ها از لایهٔ خارجی و فقط یکی از آن‌ها از لایهٔ **داخلی** ژله‌ای اطراف اووسیت عبور می‌کند.
- تا زمانی که غشای دو یاخته با هم ادغام نشوند و هستهٔ اسپرم وارد اووسیت نشود، تقسیم میوز۲ اووسیت ثانویه آغاز نشده است.

در حقیقت وقتی سر زامه وارد مام‌یاختهٔ ثانویه شود، هستهٔ زامه در مام‌یاخته رها می‌شود. در این حالت، خیلی سریع تقسیم میوز۲ مام‌یاختهٔ ثانویه درون لولهٔ رحم تکمیل می‌شود و به تخمک با ۲۳ کروموزوم تک‌کروماتیدی تبدیل می‌شود. برای این کار غشای هستهٔ مام‌یاخته تخریب و دوباره در تلوفاز ۲ تشکیل می‌شود. پس از پایان میوز۲، ابتدا غشای هستهٔ جدید تخمک و زامه ادغام شده و دو مجموعه کروموزومی تک‌کروماتیدی زامه و تخمک با هم مخلوط می‌شوند. پس از ادغام کروموزوم‌ها، هستهٔ یاختهٔ تخم $2n=46$ **تک‌کروماتیدی** ایجاد می‌شود. دقت داشته باشید که بیشتر سیتوپلاسم از جمله راکیزه‌ها و تنفس یاخته‌ای یاختهٔ تخم (زیگوت) را تخمک مادر تأمین کرده است *(پس ما تنفس یافته‌ای و ATPسازی فوق‌العاده مدیون مادرمون هستیم)*.

- برای لقاح، فقط هستهٔ درون سر زامه، وارد تخمک می‌شود، پس تقریباً تمام اندامک‌های تخم به‌جز هسته از تخمک والد ماده به ارث رسیده است ولی هستهٔ تخم، حاصل ادغام ژن‌های زامه و تخمک می‌باشد (در حقیقت ژنوم خطی یا هسته‌ای را زامه و تخمک تشکیل می‌دهند ولی ژنوم سیتوپلاسمی زیگوت را دنای حلقوی میتوکندری‌های تخمک مادر ایجاد می‌کنند).

- به‌طور معمول تشکیل تخم یا زیگوت در لولهٔ فالوپ در حدود روز ۱۴ یا ۱۵ دورهٔ جنسی صورت می‌گیرد. در حالی‌که مادر از باردار شدن خود اطلاع قطعی ندارد.
- فرایند لقاح از برخورد **غشای** زامه به **غشای** مام‌یاختهٔ ثانویه (نه لایهٔ داخلی مام‌یاخته!) آغاز می‌شود و با تولید جدار لقاحی و زیگوت یا تخم پایان می‌یابد. در تست‌ها دقت کنید که لایه‌های داخلی و خارجی اطراف مام‌یاخته جزء خود یاختهٔ مام‌یاختهٔ ثانویه به حساب نمی‌آیند.
- جدار لقاحی پس از تماس غشای دو یاخته و هم‌زمان با ورود هستهٔ زامه به سیتوپلاسم مام‌یاخته و با برون‌رانی ریزکیسه‌های درون مام‌یاخته ایجاد می‌شود. این جدار لقاحی سبب تغییراتی در سطح **لایهٔ ژله‌ای** مام‌یاخته می‌شود به‌طوری که زامهٔ دیگری قدرت ورود و عبور از این مام‌یاخته را ندارد.
- با توجه به شکل، بین یاخته‌های فولیکولی که اطراف مام‌یاختهٔ ثانویه هستند ارتباط سیتوپلاسمی وجود دارد. دقت کنید که ضخامت لایهٔ خارجی اووسیت از لایهٔ داخلی بیشتر و ضخامت لایهٔ داخلی از غشای اووسیت بیشتر است. از طرفی بعد از تشکیل جدار لقاحی، اسپرم دیگر (سمت چپ شکل) از لایهٔ خارجی عبور کرده ولی نتوانسته است به لایهٔ داخلی و جدار لقاحی نفوذ کند و برمی‌گردد.
- با توجه به شکل غشای اووسیت ثانویه دارای چین‌خوردگی می‌باشد.
- آکروزوم اسپرم‌هایی که پس از اسپرم اول به سمت اووسیت ثانویه می‌آیند، پاره نمی‌شود.
- جدار لقاحی در غشای اووسیت ثانویه نیست! بلکه در لایهٔ داخلی ژله‌ای ایجاد می‌شود.
- در برخی از بخش‌های لایهٔ خارجی، سه لایه یاخته و در برخی از بخش‌های آن، دو لایه یاخته وجود دارد.
- ضمن ادغام غشای اسپرم و اووسیت (در شروع لقاح نه پایان آن) با ادغام ریزکیسه‌هایی به غشای اووسیت ثانویه محتویات آن‌ها در لایهٔ ژله‌ای قرار گرفته و غشای یاخته‌ای به واسطهٔ اگزوسیتوز گسترش می‌یابد.

«برخورد و نفوذ زامه در مام‌یاخته»

- عبور اسپرم از لایهٔ خارجی با حرکات سر و دم اسپرم و عبور از لایهٔ داخلی به واسطهٔ آنزیم‌هایی آکروزومی است که در هنگام گذر از لایهٔ خارجی آزاد می‌شوند.
- در هنگام تخمک‌گذاری در میانهٔ چرخهٔ تخمدانی به همراه اووسیت ثانویه و نخستین جسم‌قطبی تعدادی از یاخته‌های فولیکولی هم از تخمدان خارج شده که به تغذیه و حفاظت از اووسیت ثانویه کمک می‌کنند (به عنوان لایهٔ خارجی محافظتی اووسیت ثانویه).
- لایهٔ ژله‌ای اطراف اووسیت ثانویه پس از لقاح تا مرحلهٔ تشکیل مورولا هم یاخته‌ها را دربرگرفته، اما به محض ورود مورولا به درون رحم و تشکیل بلاستوسیست پاره می‌شود.
- در هنگام پاره شدن کیسهٔ آکروزوم، لایهٔ داخلی محافظتی اووسیت ثانویه تنها در یک نقطه هضم می‌شود نه به‌طور کلی.
- تشکیل جدار لقاحی، همراه با اگزوسیتوز ریزکیسه‌های حاوی مواد سازندهٔ جدار لقاحی توسط اووسیت ثانویه است. این ریزکیسه‌ها از قبل با همکاری شبکهٔ آندوپلاسمی و دستگاه گلژی اووسیت ثانویه ساخته شده‌اند و در مجاورت غشا به صورت آماده برای ترشح قرار گرفته‌اند.

۲۵۰۵ (۳) موارد (الف)، (ب) و (ه) نادرست هستند.

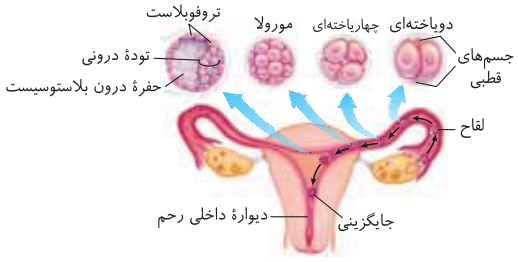
بررسی موارد (الف) **نادرست.** بعد از تخمک‌گذاری در نیمهٔ دوره، رشد دیوارهٔ رحم با سرعت **کمتری** ادامه می‌یابد ولی بر چین‌خوردگی‌های آن **اضافه** می‌شود. (ب) **نادرست.** دقت کنید که وقتی تخمک تشکیل می‌شود، هستهٔ اسپرم هم در آن یاخته از قبل بوده است و از قبل ۴۶ کروموزوم داشته است. (ج) درست. آنزیم‌های آکروزوم اسپرم روی لایهٔ ژله‌ای شفاف داخلی اطراف اووسیت مؤثر می‌باشند که مانند زجاجیهٔ چشم، ژله‌ای و شفاف است. (د) درست. با توجه دقیق به شکل، می‌توانید چین غشایی ریز در اووسیت ثانویه را ببینید که همانند ویژگی یاخته‌های سورفاکتانت‌ساز حبابک می‌باشد. (ه) **نادرست.** با توجه به شکل اول گفتار ۳ این فصل همواره این ریزکیسه‌ها در نزدیکی غشای اووسیت قرار دارند.

۲۵۰۶ (۴) همهٔ موارد صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) بلاستوسیست دارای یک لایهٔ خارجی (جدار لقاحی) پاره شده در بیرون خود است و همچنین به صورت کرهٔ توخالی می‌باشد. این کره در رحم تشکیل می‌شود. (ب) با توجه به شکل، علاوه‌بر دو یاختهٔ حاصل از میتوز تخم، دو جسم‌قطبی کوچک هم درون جدار لقاحی وجود دارد. (ج) با توجه به اینکه یاخته‌های حاصل از تقسیم تخم تا مرحلهٔ مورولا، رشد حجمی ندارند، پس اندازهٔ هر یاخته از انتها تا ابتدای لولهٔ رحم کوچک می‌شود و همگی روی هم به اندازهٔ یک یاختهٔ تخم اولیه‌اند. (د) با توجه به شکل مرحلهٔ بلاستوسیست کاملاً صحیح است.

۱۵۲ شکل‌نامهٔ رشد جنین در لولهٔ رحم

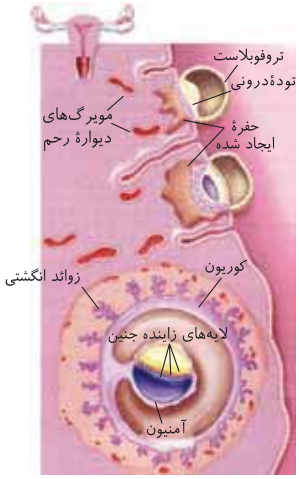
- در تخم تشکیل شده، دو یاختهٔ کوچک جسم‌قطبی هم درون جدار لقاحی دیده می‌شوند.
- یاخته‌های مورولا در مقایسه با یاخته‌های بلاستوسیست، بزرگ‌ترند.
- لولهٔ فالوپ در محل ارتباط با تخمدان، چین و قطر بیشتری نسبت به محل اتصال به رحم دارد.
- محل انجام لقاح در لولهٔ فالوپ، به تخمدان (انتهای لولهٔ فالوپ) نزدیک‌تر است.
- فرایند لقاح در بخش شیپورمانند لولهٔ فالوپ انجام نمی‌شود.
- بعد از گذشتن از قوس لولهٔ فالوپ، شاهد تقسیم میتوز تخم هستیم.
- در تودهٔ دویاخته‌ای، دو هستهٔ مربوط به جسم‌قطبی نیز مشاهده می‌شوند.
- هرچه از تخم به مورولا نزدیک‌تر شویم، فضای خالی بین یاخته‌ها کمتر می‌شود.
- پیش از اینکه جایگزینی آغاز شود، تقسیم‌بندی بلاستوسیست به دو بخش تودهٔ یاختهٔ درونی و تروفوبلاست انجام شده است.
- بیشترین حجم بلاستوسیست را حفرهٔ درون آن تشکیل می‌دهد و تودهٔ یاختهٔ درونی، در یک سمت بلاستوسیست قرار می‌گیرد.
- دقت کنید که مورولا در لولهٔ فالوپ قابل مشاهده است درحالی‌که بلاستوسیست در رحم قابل مشاهده است.
- یاخته‌های تروفوبلاست، کشیده‌تر از یاخته‌های تودهٔ درونی هستند.
- در مرحلهٔ مورولا و بلاستولا، تعداد نقاط شروع همانندسازی دنا و تعداد هلیکاز و دنابسپاراز بیشتری در یاخته ایجاد می‌شود.
- تعداد یاختهٔ تروفوبلاست از تودهٔ درونی بیشتر است. از تخم تا مورولا، جدار لقاحی وجود دارد ولی در بلاستولا، بلاستوسیست این جداره پاره شده است.
- نتیجهٔ تقسیمات اولیهٔ تخم در لولهٔ رحم، ایجاد تودهٔ یاخته‌ای است که تقریباً به اندازهٔ یاختهٔ تخم است؛ زیرا یاخته‌های حاصل از تقسیم، رشد نکرده‌اند.



«مراحل اولیهٔ رشد جنین»

۲۵۰۷ (۳): در مرحلهٔ جایگزینی، یاخته‌های سازندهٔ تروفوبلاست آنزیم‌هایی را برای تخریب دیوارهٔ رحم ترشح می‌کنند. یاخته‌های جنین در این مرحله مواد مغذی خود را از این بافت‌های هضم‌شده به دست می‌آورند. ایجاد جفت و پرده‌های محافظت‌کننده از جنین و لایه‌های زاینده، بعد از پایان عمل جایگزینی رخ می‌دهد.

۱۵۳ شکل‌نامهٔ جایگزینی در رحم



- فقط **گروهی** از یاخته‌های تروفوبلاست، آنزیم‌های هضم کننده ترشح می‌کنند و همین یاخته‌ها با تکثیر خود به درون حفرهٔ دیوارهٔ رحم وارد می‌شوند و حفره را بزرگ و بزرگ‌تر می‌کنند.
- در هنگام جایگزینی، تودهٔ درونی بلاستوسیست در مجاورت رحم قرار می‌گیرد.
- جایگزینی نمی‌تواند در محل غدد دیوارهٔ رحم انجام شود بلکه بین غدد انجام می‌شود.
- اتصال بلاستوسیست به دیوارهٔ رحم، از سمتی انجام می‌شود که در مجاورت تودهٔ درونی است.
- مویرگ‌های دیوارهٔ رحم، سطح مقطع کاملاً گرد ندارند و اندازهٔ متفاوتی دارند.
- غدد دیوارهٔ رحم، می‌توانند اندازهٔ متفاوتی داشته باشند.
- در حین جایگزینی، بین یاخته‌های تودهٔ درونی، حفره‌ای ایجاد شده است.
- پس از جایگزینی بلاستوسیست، تشکیل لایه‌های زایندهٔ جنین و زوائد انگشتی، مشاهده می‌شود که آن بخش دیوارهٔ رحم که محل جایگزینی بلاستوسیست و ایجاد حفره بود، ترمیم شده است.
- سه لایهٔ زایندهٔ جنینی پس از جایگزینی ایجاد می‌شوند و منشأ اندام‌های مختلف جنین می‌باشند.
- کوریون از یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ آنزیم یعنی از ترفوبلاست پس از جایگزینی به وجود می‌آید.
- آمنیون برخلاف کوریون، به‌طور کامل دورتادور لایه‌های جنینی را احاطه نکرده است.
- کوریون و آمنیون فقط مهم‌ترین پرده‌های محافظت‌کننده در اطراف جنین هستند که در حفاظت و تغذیه مؤثرند.
- کوریون از سمت بندناف برخلاف آمنیون با هر سه لایهٔ جنینی در تماس است.
- زوائد انگشتی کوریون، شکل‌های متفاوتی دارند و دورتادور کوریون یافت می‌شوند که به سمت خارج جنین می‌باشند.
- هر حفرهٔ موجود در دیوارهٔ داخلی رحم توسط بلاستوسیست ایجاد نمی‌شود.
- کوریون در تشکیل جفت و بندناف نقش بسیار مهمی دارد.
- کوریون هورمونی به نام *HCG* می‌سازد که وارد خون مادر شده و سبب تحریک ترشح پروژسترون از جسم زرد می‌شود و ضمن حفظ جسم زرد، با بازخورد منفی و کم کردن *LH* و *FSH* در مادر، مانع قاعدگی جدید و تخمک‌گذاری جدید می‌شود.
- تعداد و اندازهٔ زوائد انگشتی در سمت بندناف و جفت، بیشتر و بزرگ‌تر هستند.
- پردهٔ آمنیون از طریق بخشی که محل تشکیل بندناف است با پردهٔ کوریون ارتباط دارد.
- یاخته‌های سطحی دیوارهٔ رحم، از نوع پوششی مکعبی‌شکل هستند و فاقد مژک و تاژک می‌باشند.
- تغذیهٔ جنین، پیش از جایگزینی، اندوختهٔ غذایی سیتوپلاسم تخمک است و حین جایگزینی تا تشکیل جفت، مواد حاصل از هضم دیوارهٔ رحم است و از تشکیل جفت تا تولد، دریافت مواد غذایی از خون مادر می‌باشد.

۲۵۰۸ (۳): به دلیل عدم رشد یاخته‌ها در لولهٔ فالوپ حجم یاخته‌های موجود در تودهٔ توپر به وجود آمده، نسبت به یاختهٔ والد آن‌ها کمتر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: هورمون *HCG* تنها توسط پردهٔ **کوریون** ترشح می‌شود. **گزینهٔ (۲)**: ایجاد پرده‌های محافظت‌کننده از جنین و جفت **بعد از پایان** جایگزینی رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۴)**: بلاستوسیست بعد از رسیدن مورولا به رحم ایجاد می‌شود.

۲۸۰ انتقالات حین جایگزینی

درون لوله‌های رحمی		تقسیمات میتوزی تخم ← ایجاد تودهٔ ۲ و ۴ و ۸ و ۱۶ یاخته‌ای ← مورولا
درون رحم		مورولا ← تشکیل بلاستوسیست
	جایگزینی	ترشح آنزیم‌های هضم‌کننده از ترفوبلاست ← تأمین مواد مغذی جنین و تسهیل فرایند جایگزینی
	تشکیل پرده‌های محافظت‌کننده	آمنیون ← تغذیه و حفاظت جنین
	کوریون	تشکیل جفت و بندناف
	کوریون	ترشح *HCG* ← حفظ جسم زرد و تداوم ترشح پروژسترون و جلوگیری از تخمک‌گذاری و قاعدگی

۲۵۰۹ (۲): منظور صورت سؤال، پردهٔ کوریون است. **کوریون** جنین به همراه بخشی از دیوارهٔ رحم **جفت** را تشکیل می‌دهند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: کوریون هم *HCG* ترشح می‌کند و هم تحت تأثیر هورمون جنسی مادر قرار می‌گیرد. **گزینه‌های (۲) و (۳)**: خون مادر و جنین در جفت به دلیل وجود پردهٔ کوریون جنین، **مخلوط نمی‌شود**، ولی مبادلهٔ مواد بین دو طرف این پرده می‌تواند صورت گیرد. **گزینهٔ (۴)**: بلاستوسیست، یک لایهٔ بیرونی به نام **تروفوبلاست** دارد که در مراحل بعدی پردهٔ کوریون **جنین** را می‌سازد.

۲۸۱ قسمت‌های بلاستوسیست

اجزا		ویژگی‌ها
حفرهٔ درونی		توسط مایعات پر شده است.
تودهٔ یاخته‌ای	بیرونی (یک‌لایه‌ای)	ترشح آنزیم‌های هضم‌کنندهٔ دیوارهٔ رحم ← جایگزینی پس از جایگزینی ← ترشح هورمون *HCG* از کوریون و در نتیجه حفظ جسم زرد و پروژسترون ← جلوگیری از قاعدگی و تخمک‌گذاری
	درونی	یاختهٔ بنیادی جنینی ← تشکیل سه لایهٔ جنینی و یاخته‌های جنین

۲۵۱۰ **(۲)** هورمون *HCG* جنین با تأثیر بر جسم زرد مادر موجب **تداوم** (نه شروع!) ترشح پروژسترون از آن می‌شود. پروژسترون دیوارهٔ داخلی رحم و ساختارهای موجود در آن را از ریزش حفظ می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** *LH* نقش اصلی در تخمک‌گذاری و پاره شدن فولیکول دارد. این هورمون در مردان بر اسپرم‌زایی و یاخته‌های بینابینی نقش دارد. *FSH* بر یاخته‌های سرتولی و تمایز اسپرم‌ها نقش دارد. **گزینهٔ (۳):** استروژن هم تأثیر بازخوردی منفی دارد هم مثبت! این هورمون بعد از تخمک‌گذاری از جسم زرد همراه با پروژسترون ترشح می‌شود. **گزینهٔ (۴):** *FSH* موجب رشد فولیکول از ابتدای دوره تا اواسط دوره می‌شود. بعد از تخمک‌گذاری ترشح پروژسترون افزایش می‌یابد.

۲۵۱۱ **(۲)** موارد (الف) و (ج) نادرست هستند.

بررسی موارد **الف) نادرست.** در روز ۱۴ دورهٔ جنسی طی تخمک‌گذاری، مایع اشغال‌کنندهٔ بخش اعظم فضای مرکزی فولیکول بالغ آزاد می‌شود. هورمون جنسی مؤثر در تنظیم بازخورد مثبت هورمون‌های *LH*، *FSH* و هورمون استروژن می‌باشد (پروژسترون هیچ نقشی در تنظیم بازخورد مثبت ندارد!). هورمون استروژن قبل از تخمک‌گذاری توسط فولیکول درون تخمک تحت تأثیر هورمون *FSH* ترشح می‌شود و بعد از تخمک‌گذاری توسط جسم زرد تحت تأثیر هورمون *LH* ترشح می‌شود.

ب) درست. بیشترین قطر جدار داخلی رحم مربوط به روز ۲۶ چرخهٔ جنسی است. اووسیت اولیه در حوالی روز ۱۴ چرخهٔ جنسی بعدی تقسیم میوز ۱ را تکمیل می‌کند و دو یاختهٔ هاپلوئید (اووسیت ثانویه و جسم‌قطبی اول) تشکیل می‌دهد که این دو یاخته در فولیکول قرار می‌گیرند. در حد فاصل این دو اتفاق افزایش ترشح پروژسترون (که روزهای ۱۴ تا ۲۱ می‌باشد.) مشاهده نمی‌شود. **ج) نادرست.** طبق شکل ۱۵ فصل ۷ یازدهم، هنگام جایگزینی بلاستوسیست، تودهٔ درونی تقسیمات میتوزی انجام می‌دهد.

د) درست. کوریون و آمنیون پرده‌های **اصلی** و مهم‌ترین پرده‌های محافظت‌کنندهٔ جنین هستند که کوریون پردهٔ بیرونی محسوب می‌شود. توجه کنید آنزیم‌های هضم‌کنندهٔ جدار داخلی رحم، حین جایگزینی توسط **ترفوبلاست** ترشح می‌شوند (نه کوریون!!)

۲۵۱۲ **(۳)** در شکل سؤال بخش‌های (۱) تا (۴) به ترتیب بیانگر کوریون، آمنیون، لایهٔ خارجی از سه لایهٔ زایندهٔ جنینی و بندناف آینده می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** درست. آمنیون، کوریون و بندناف در تغذیهٔ جنین مؤثرند. **گزینهٔ (۲):** درست. کوریون با تولید هورمون *HCG*، مانع تولید *FSH* و *LH* شده و با تحریک تولید پروژسترون سبب حفظ رحم و ممانعت از تخمک‌زایی می‌شود. **گزینهٔ (۳): نادرست.** چون بخش (۳)، **فقط برخی** از اندام‌های آیندهٔ جنین را می‌سازد. (در شکل فقط یکی از سه لایهٔ زاینده را علامت زده است.) **گزینهٔ (۴):** درست. بندناف و کوریون دارای **دو نوع** رگ یعنی سرخرگ و سیاهرگ می‌باشند که به تدریج قطورتر می‌شوند.

۲۵۱۳ **(۱)** به‌طور معمول در یک خانم باردار، یاخته‌های بنیادی بلاستوسیست، پس از جایگزینی شروع به تمایز و ایجاد اندام‌های جنینی می‌کنند که در این زمان با تولید کوریون از هفتهٔ دوم بارداری، جفت نیز شروع به تشکیل شدن می‌کند.

توجه به کلمهٔ «در طی» دقت کنید! در طی معنی «هم‌زمان» می‌دهد ولی اگه می‌گفت «در پی» غلط می‌شد چون «در پی» معنی «به دنبال» و «پس از» می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** شروع تمایز جفت از هفتهٔ **دوم** می‌باشد ولی شروع به تشکیل اندام‌های اصلی در انتهای ماه اول یعنی از هفتهٔ **چهارم** می‌باشد. **گزینهٔ (۳):** پس از پایان جایگزینی، با تشکیل کوریون، زوائد انگشتی آن نیز ایجاد می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** اولاً که جایگزینی در یک حفرهٔ رحم مادر است و ثانیاً پس از پایان جایگزینی و در پی تشکیل کوریون، هورمون *HCG* تولید می‌شود.

۲۵۱۴ **(۱)** تنها مورد (ب) درست است.

بررسی موارد **الف)** نادرست. دو قلوهای همسان حاصل جدا شدن یاخته‌های بنیادی مورولا از هم یا دو قسمت شدن یاخته‌های بنیادی در تودهٔ درونی بلاستوسیست می‌باشند. در حالت دوم منشأ هر دو فرد از یک بلاستوسیست می‌باشد. **ب) درست.** هر دو مورد دارای برخی از ویژگی‌های متفاوت می‌باشند (مانند اثر انگشت). **ج)** نادرست. در هر دو مورد ممکن است در اثر درمان نازایی‌ها، انواع زاده‌ها ایجاد شوند. **د)** نادرست. کروموزوم‌های یاختهٔ پیکری دوقلوهای همسان کاملاً مشابه هم هستند.

۱۵۴ شکل‌نامه و نکات دوقلوزایی

«دوقلوهای همسان»

«دوقلوهای ناهمسان»

- اگر یاخته‌های بنیادی قبل از تشکیل بلاستوسیست از هم جدا شوند، طی تقسیمات آن‌ها چند بلاستوسیست و چند جنین همسان تشکیل می‌شود.
- دقت کنید که جدا شدن هر قسمت از یاخته‌های بلاستوسیست باعث تشکیل بیش از یک جنین نمی‌شود! (چون یاخته‌های تروفوبلاست در چندقلوزایی تأثیری ندارند!)
- دقت کنید یک خواهر و برادر دوقلو همواره دوقلوی ناهمسان می‌باشند ولی دو برادر یا دو خواهر دو قلو می‌توانند دوقلوی همسان یا ناهمسان باشند!
- این جمله که همواره در اثر برخورد اسپرم با تخمک یاختهٔ تخم ایجاد می‌شود صحیح نیست چون ممکن است لقاح موفقی صورت نگیرد!
- دقت کنید این جمله که همواره زنان جوان بالغ و سالم غیرحامله در وسط دورهٔ جنسی خود یک اووسیت ثانویه از تخمدان آزاد می‌کنند نادرست است چون ممکن است چند اووسیت آزاد شود!
- دوقلوهای همسان همواره از نظر جنسیت مشابه هم هستند ولی دوقلوهای غیرهمسان از نظر جنسیت می‌توانند مشابه یا متفاوت باشند!
- اگر در مرحلهٔ مورولا تودهٔ یاخته‌ای دوتا شود ← دوتا جفت و دوتا بندناف ایجاد می‌شود.
- اگر در مرحلهٔ بلاستوسیست تودهٔ یاخته‌ای دوتا شود ← می‌تواند یک جفت و دو بندناف ایجاد شود.
- همواره در دو یا چندقلوزائی، هر جنین یک بندناف اختصاصی خودش را دارد.

۲۵۱۵ : (۱) دوقلوهایی که از یک یاختهٔ تخم مشترک ایجاد شده‌اند یا قبل از تشکیل بلاستوسیست از هم جدا شده‌اند و یا بعد از تشکیل بلاستوسیست در اثر جدا شدن تودهٔ یاختهٔ درونی بلاستوسیست از هم جدا شده‌اند.

بررسی موارد (الف) نادرست. دقت کنید اگر این دو جنین، قبل از تشکیل بلاستوسیست از هم جدا شده باشند، چون هرکدام یک بلاستوسیست و در نتیجه تروفوبلاست مجزایی تشکیل می‌دهند، در نتیجه دارای دو جفت مجزا نیز می‌باشند. (ب) **درست.** دقت کنید بندناف رابط بین جفت و جنین است، در نتیجه هر یک از جنین‌ها (چه جفت یکسان و چه جفت مشترک) قطعاً یک بندناف مخصوص به خود دارند. (ج) نادرست. طبق فعالیت کتاب، برخی صفات دوقلوهای همسان مانند اثر انگشت آن‌ها می‌تواند با یکدیگر متفاوت باشد. (د) نادرست. اگر جدا شدن جنین‌ها پیش از تشکیل بلاستوسیست باشد، تودهٔ یاختهٔ درونی و پردهٔ کوریون هر یک به صورت مجزا تشکیل می‌شود.

۲۵۱۶ : (۱) در انتهای ماه اول بعد از لقاح، اندام‌های اصلی شروع به تشکیل شدن می‌کنند و ضربان قلب هم آغاز می‌شود. تمایز جفت از هفتهٔ دوم بعد از لقاح آغاز شده و تا هفتهٔ دهم ادامه دارد. بنابراین پایان تمایز جفت (در اواسط ماه سوم) بعد از شروع ضربان قلب (انتهای ماه اول) مشاهده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** با ترشح آنزیم‌های هضم کننده توسط تروفوبلاست، فرایند جایگزینی آغاز می‌شود. هورمون *HCG* هم توسط کوریون جنینی ترشح می‌شود؛ بنابراین مثبت شدن تست آن بعد از تشکیل این پرده مشاهده می‌شود. **گزینهٔ (۳):** هم‌زمان با تشکیل بلاستوسیست در رحم، جدار لقاحی اطراف آن پاره می‌شود. تشکیل تودهٔ مورولا قبل از تشکیل بلاستوسیست و شروع تمایز جفت در هفتهٔ دوم هم بعد از تشکیل بلاستوسیست صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** همانطور که در شکل جایگزینی جنین در رحم مشاهده می‌کنید، ابتدا آنزیم‌های هضم کنندهٔ ترفوبلاست ترشح می‌شوند، سپس تودهٔ درونی به دو لایه و سپس سه لایهٔ یاخته‌ای تمایز می‌یابد. در نهایت هم لایه‌های زایندهٔ جنینی و پرده‌های محافظت کننده تشکیل می‌شوند.

۲۵۱۷ : (۴) شروع نمو رگ‌های خونی و روده در ماه اول بارداری رخ می‌دهد که ممکن است مادر آگاهی از بارداری نداشته باشد.

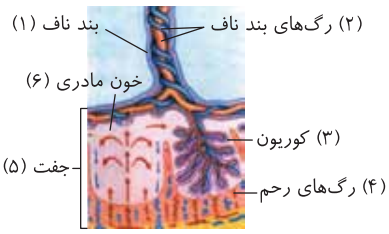
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های تودهٔ درونی در تماس مستقیم با پوشش ژله‌ای احاطه کننده نیستند. **گزینهٔ (۲):** پادتن‌های ورودی از طریق بدن مادر به جنین سبب ایمنی غیرفعال می‌شوند چون یاختهٔ خاطره و پادتن در بدن خود جنین ایجاد نشده است. پادتن‌ها از یاخته‌های پادتن‌ساز ترشح می‌شوند که فاقد تقسیم می‌باشند. **گزینهٔ (۳):** اتصال بلاستوسیست به جدار رحم از طرف تودهٔ درونی می‌باشد.

۲۵۱۸ : (۱) فقط مورد (ب) نادرست است. ممکن است برخی از ویروس‌ها و مواد مضر از جفت عبور کنند و به بدن جنین برسند.

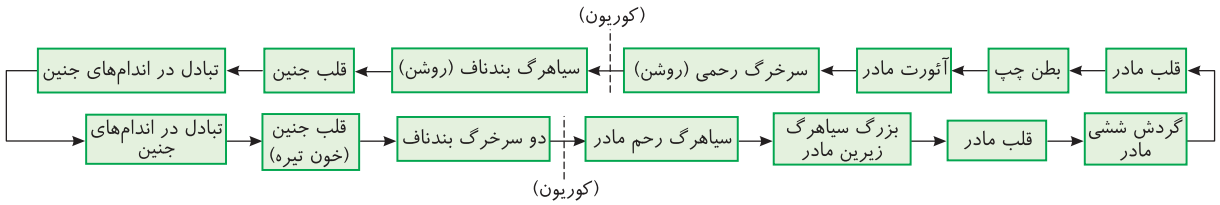
بررسی گزینه‌ها (الف) زوائد انگشت‌مانند مربوط به کوریون هستند که منشأ آن‌ها یاخته‌های تروفوبلاست می‌باشد. (ج) بعضی از پادتن‌ها توانایی عبور از جفت را دارند. در نتیجه این پادتن‌ها که در بدن مادر تولید شده‌اند باعث ایجاد ایمنی **غیرفعال** در بدن جنین می‌شوند. (د) در جفت خون تیره به خون روشن تبدیل می‌شود از این‌رو مولکول‌های اکسیژن به تعداد دفعات زیاد به هموگلوبین‌های بدن جنین متصل می‌شوند.

۲۵۱۹ : (۲) موارد (ب) و (ج) صحیح می‌باشند.

بررسی موارد (الف) نادرست. در ساختار جفت تنها پردهٔ کوریون و دیوارهٔ رحم شرکت می‌کنند (نه پرده‌ها!) (ب) **درست.** کوریون با ترشح *HCG* موجب حفظ جسم زرد و بالا نگه‌داشتن مقدار پروژسترون ترشحی از جسم زرد می‌شود. (ج) **درست.** در بندناف، دو سرخرگ و یک سیاهرگ قابل مشاهده هستند (مویرگ ندارد). (د) نادرست. پردهٔ کوریون از مخلوط شدن خون مادر و جنین جلوگیری می‌کند.



خلاصهٔ مسیر جریان خون مادر و جنین



۲۵۲۰ : (۴) کوریون جنین، هورمونی به نام *HCG* ترشح می‌کند که وارد خون مادر می‌شود و اساس تست‌های بارداری است. این هورمون سبب **حفظ جسم زرد** و **تداوم ترشح هورمون پروژسترون از آن** می‌شود. در نتیجه هنگام تشکیل پرده‌ها نیز پروژسترون از جسم زرد ترشح می‌شده است. (به کلمه **تداوم** دقت کنید!)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تودهٔ یاخته‌ای که **هنوز به رحم نرسیده است**، اصلاً بلاستوسیست نیست! **گزینهٔ (۲):** **بعد از** جایگزینی، پرده‌های محافظت‌کننده در اطراف جنین تشکیل می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** حدود **۳۶ ساعت پس از لقاح**، یاختهٔ تخم تقسیمات رشتمانی را شروع می‌کند. دقت کنید که در این هنگام، فرد در نیمهٔ **لوتئالی** دورهٔ جنسی است.

۲۵۲۱ : (۱) در شروع عمل جایگزینی، تودهٔ یاخته‌ای حاصل از تقسیمات یاختهٔ تخم به شکل بلاستوسیست درآمده است که در بلاستوسیست، تودهٔ یاخته‌ای درونی از یاخته‌های اطراف بلاستوسیست (تروفوبلاست) متمایز گشته است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** **بعد از** جایگزینی، پرده‌های محافظت کننده در اطراف جنین تشکیل می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** در شروع عمل جایگزینی، تودهٔ یاخته‌ای حاصل از تقسیمات یاختهٔ تخم به شکل بلاستوسیست درآمده است که توخالی است. تودهٔ یاخته‌ای توپر مربوط به مورولا است که در لولهٔ فالوپ قابل مشاهده است. **گزینهٔ (۴):** معمولاً خون مادر و جنین به علت وجود پردهٔ کوریون، با یکدیگر مخلوط نمی‌شوند! ولی در زمان شروع جایگزینی هنوز در جنین خونی تشکیل نشده است.

۲۵۲۲ : (۴) بخش‌های (۱) تا (۴) به‌ترتیب نشان‌دهندهٔ کوریون، آمنیون، **یک** لایهٔ زایندهٔ جنینی و یک راه ارتباطی بین جنین و مادر (که طی مدتی به بندناف تمایز می‌یابد) هستند. بندناف و کوریون هر دو در آینده دارای دو نوع رگ خونی سرخرگ و سیاهرگ می‌شوند که بر قطرشان افزوده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** آمنیون برخلاف کوریون نقشی در ایجاد قسمت اصلی جفت ندارد، اما لایه‌های زاینده با ایجاد رگ می‌توانند در ایجاد رگ‌های آن نقش داشته باشند. **گزینهٔ (۲):** دقت کنید بخش نشان داده شده تنها یک لایهٔ زایا است و بخشی از بافت‌های جنین را می‌سازد (این دام اصلی طراح بود). **گزینهٔ (۴):** دقت کنید جسم زرد مدتی پس از بارداری از بین رفته و وظیفهٔ تولید هورمون‌های جنسی را جفت بر عهده می‌گیرد.

۲۵۲۳ ۱) تنها مورد (الف) صحیح می‌باشد.

بررسی موارد الف) **درست.** به لفظ داده شده در سؤال خوب دقت کنید! در **طی** (یعنی هنگام - در همون زمان!) تمایز یاخته‌های درونی *(طب این یافته‌ها باید به صورت مداوم تمایز پیدا کنن تا یه جنین کامل رو بسازن!)* جفت به وجود می‌آید. تقریباً در جنین تا ماه سوم و چهارم تمایز زیاد یاخته‌های تودهٔ درونی را مشاهده می‌کنیم. همچنین تمایز جفت از **هفتهٔ دوم تا هفتهٔ دهم** است. ب) نادرست. دقت کنید، **شروع** تمایز جفت، از هفتهٔ دوم است! اما اندام‌های اصلی جنین در انتهای ماه اول (حدوداً هفتهٔ چهارم) **شروع** به تشکیل می‌کنند. ج) نادرست. آنزیم‌های لایهٔ تروفوبلاست چه موقع ترشح می‌شوند؟ جواب واضح است، قبل از جایگزینی جنین، برای هضم بخشی از دیوارهٔ رحم و ایجاد محل مناسب برای جایگزینی و تغذیهٔ اولیه فعال می‌شوند! اما پرده‌های جنینی بعد از جایگزینی (نه حین اون) تشکیل می‌شوند! د) نادرست. باز هم به لفظ سؤال دقت کنید! *با اتصال!* (یعنی هم‌زمان با اتصال!) *می‌شه چه زمانی؟ شروع جایگزینی!* اما هورمون *HCG* **بعد** از جایگزینی از کوریون که تشکیل شد، به خون وارد می‌شود چون اصلاً حین جایگزینی کوریونی تشکیل نشده که این هورمون رو تولید کند!

۲۸۲ اتفاقات در زمان رشد جنینی

زمان جنینی		اتفاقات
سه ماههٔ اول	ماه اول	هم‌زمان با تشکیل جفت، یاخته‌های تودهٔ درونی، لایه‌های زاینده را تشکیل می‌دهند که از رشد و تمایز آن‌ها بافت‌های مختلف جنین ساخته می‌شوند. در ماه اول، ابتدا رگ‌های خونی و روده شروع به نمو می‌کنند سپس جوانه‌های دست و پا ظاهر می‌شوند. در انتهای ماه اول، اندام‌های اصلی شروع به تشکیل شدن می‌کنند و ضربان قلب آغاز می‌شود.
	ماه دوم	در طی ماه دوم **همهٔ** اندام‌ها، شکل مشخص می‌گیرند.
	ماه سوم	اندام‌های جنسی مشخص شده و جنین دارای ویژگی‌های بدنی قابل تشخیص می‌شود. (هفتهٔ دهم، پایان فرایند تمایز جفت می‌باشد.)
سه ماههٔ دوم و سوم		جنین به سرعت رشد می‌کند و اندام‌های آن شروع به عمل می‌کنند به‌طوری که در انتهای سه ماههٔ سوم قادر است در خارج از بدن مادر زندگی کند.

۲۵۲۴ ۲) در انتهای ۳ ماههٔ اول اندام‌های جنسی مشخص می‌شوند و جنین دارای ویژگی‌های قابل تشخیص می‌شود. ظاهر شدن جوانه‌های دست و پا در طی ماه اول بارداری است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هردو نوع سرخرگ فوق (بندناف و ششی) دارای خون تیره می‌باشند. **گزینهٔ (۳):** در هنگام زایمان، هورمون اکسی‌توسین سبب ایجاد درد می‌شود که از بخش پسین هیپوفیز ترشح می‌شود. **گزینهٔ (۴):** کوریون با ترشح *HCG* سبب حفظ جسم زرد تا مدتی بعد از جایگزینی می‌شود (نه تا پایان بارداری).

۲۵۲۵ ۱) منظور از صورت سؤال، **سونوگرافی** می‌باشد. دقت کنید در این روش، با دریافت **بازتاب** امواج و نه خود امواج، تصویر ویدئویی تهیه می‌کنند!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در انتهای ماه اول، اندام‌های **اصلی** شروع به تشکیل شدن می‌کنند و ضربان قلب آغاز می‌شود. **گزینهٔ (۳):** با سونوگرافی می‌توان به **برخی** اختلالات حرکتی جنین پی برده و برای رفع آن‌ها اقدام کرد. **گزینهٔ (۴):** امواج سونوگرافی، برای جنین ضرری نداشته و برای اندازه‌گیری ابعاد و تعیین سن آن نیز استفاده می‌شوند.

۲۵۲۶ ۲) در سونوگرافی امواج صوتی با فرکانس **بالا** به جنین برخورد کرده و **بازتاب** آن‌ها توسط دستگاهی به صورت تصویر ویدئویی نشان داده می‌شود. این دستگاه حاملگی را در **ماه اول** (هفته چهارم) تشخیص می‌دهد (در مورد گزینهٔ (۳) دقت کنید که نوع امواج سونوگرافی اولتراسون یا ماوراء صوت می‌باشد نه اشعهٔ الکترومغناطیسی *X*).

انواع نازایی‌ها
- در اثر عدم تولید اسپرم یا تخمک در برخی زنان یا مردان رخ می‌دهد.
- می‌تواند در اثر عدم لقاح موفق بین اسپرم و تخمک نیز رخ دهد.
- با روش‌ها و فناوری‌هایی می‌توان برخی از آن‌ها را برطرف کرد.

سونوگرافی (صوتنگاری)
- روشی تشخیصی با استفاده از امواج **صوتی** با فرکانس **بالا** می‌باشد.
- برخلاف اشعهٔ *X* رادیولوژی، امواج سونوگرافی برای جنین ضرری ندارد.
- امواج با کمک دستگاهی وارد بدن شده و **بازتاب** آن‌ها را به صورت تصویر ویدئویی نشان می‌دهد.
- می‌تواند بارداری را در ماه **اول** تشخیص دهد.
- اندازه‌گیری ابعاد جنین برای تعیین سن، جنسیت جنین و سالم بودن جنین از لحاظ حرکتی و عملکردی برخی اندام‌ها (از جمله قلب، در ماه دوم) را نشان می‌دهد.
- ضربان قلب از هفتهٔ **چهارم** آغاز می‌شود ولی در **ماه دوم**، حرکات قلب با سونوگرافی، قابل مشاهده می‌باشد.

۲۵۲۷ ۴) بخش (۳) نشان‌دهندهٔ لایه‌های زایندهٔ جنینی می‌باشد. **هم‌زمان با** تشکیل جفت (نه پیش از آن!) تودهٔ یاختهٔ درونی، لایه‌های زاینده جنین را تشکیل می‌دهد. بخش (۱)، کوریون جنین را نشان می‌دهد که با ترشح هورمون *HCG* از قاعدگی و بارداری مجدد جلوگیری می‌نماید. بخش (۲)، نشان‌دهندهٔ زوائد انگشتی می‌باشد که از تمایز یاخته‌های کوریون منشأ می‌گیرند. بخش (۴) هم آمنیون را نشان می‌دهد که در زمان زایمان، با فشار سر جنین پاره شده و مایع درون آن خارج می‌شود.

۲۵۲۸ ۳) تزریق اکسی‌توسین **اضافی** توسط برخی از پزشکان برای تسریع زایمان انجام می‌شود و امری **ضروری نمی‌باشد**. مثلاً *خانم‌هایی که زمان قدیم در خانه بدون تزریق اکسی توسین زایمان می‌کردند، مشکلی داشتند؟!*

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پاره شدن کیسهٔ آمنیون نشان‌دهندهٔ نزدیک بودن زایمان است و جزء مراحل **قبل از زایمان** می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** جفت و اجزای مرتبط با آن **بعد از** خروج جنین از بدن مادر خارج می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** به‌طور معمول، ابتدا سر جنین و سپس بقیهٔ اندام‌های آن از رحم خارج می‌شوند.

۲۵۲۹ ۱) همهٔ موارد نادرست می‌باشند.

بررسی موارد الف) پایین آمدن سر جنین (نه نوزاد) در ابتدا رخ می‌دهد. ب) خروج مایع آمنیون، یک مرتبه صورت می‌گیرد (نه تدریجی). ج) شروع دردهای زایمان با شروع انقباض ماهیچه‌های رحم همراه است. د) مقدار اکسی‌توسین با بازخورد مثبت **زیاد** می‌شود (نه شروع). هـ) خروج نوزاد و سپس جفت و بندناف همگی از قسمت‌های زایمان می‌باشند.

۲۵۳۰ ۱) منظور اکسی‌توسین و پرولاکتین است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** کاملاً در مورد مکانیسم بازخورد مثبت ترشح این دو هورمون صحیح است. **گزینهٔ (۲):** دربارهٔ پرولاکتین نادرست است. **گزینهٔ (۳):** در رابطه با اکسی‌توسین نادرست است، چون اصلاً اکسی‌توسین و ترشح آن به هورمون آزادکننده نیازی ندارد. **گزینهٔ (۴):** در رابطه با هیپوفیز که هم‌عرض مغز میانی در بالای ساقهٔ مغز است، نادرست می‌باشد.

۲۵۳۱ : ۴ **بعد از جایگزینی**، **پرده‌های** محافظت‌کننده در اطراف جنین شروع به تشکیل شدن می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ترشح هورمون *HCG* از **کوریون** جنین، سبب حفظ جسم زرد و **تداوم** *(یعنی قبلش هم‌زمان با به وجود آمدن پرده‌ها پروژسترون در حال ترشح بوده!)* ترشح هورمون **پروژسترون** از آن می‌شود. **گزینهٔ (۲):** شروع تقسیمات میتوزی یاختهٔ تخم، در نیمهٔ **لوتئال** صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۳):** تودهٔ پریاخته‌ای **توپر** با نام **مورولا** در **لولهٔ رحم** به سمت رحم حرکت می‌کند. **پس از رسیدن به رحم به شکل کرهٔ توخالی درمی‌آید** و درون آن با مایعات پر می‌شود. در این مرحله، به آن **بلاستوسیست** گفته می‌شود.

۲۵۳۲ : ۱ فقط مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. باید ۲۸۴ روز به اولین روز آخرین قاعدگی اضافه کنیم تا مدت تقریبی زایمان ایجاد شود. (ب) نادرست. در مورد زایمان سزارین صادق نیست. (ج) **درست.** در سه ماههٔ دوم و سوم این دو اتفاق می‌افتند. (د) نادرست. شکلِ مشخص همهٔ اندام‌ها در ماه دوم رخ می‌دهد.

۲۵۳۳ : ۳ اندوختهٔ غذایی تخمک در هر جانوری، در تغذیهٔ جنین به میزان کم یا زیاد نقش دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لقاح داخلی در آبزیانی مثل برخی بی‌مهرگان و برخی از ماهی‌ها نیز قابل مشاهده است. **گزینهٔ (۲):** لقاح داخلی در اسبک‌ماهی در بدن فرد نر صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** در لقاح داخلی، به‌طور معمول یک عدد تخمک و مقدار زیادی اسپرم برای برقراری لقاح طبیعی مورد نیاز می‌باشند (البته اسبک‌ماهی استثنا است).

۲۵۳۴ : ۴ در جانوران تخم‌گذار، جنین هیچ‌گاه با مادر خود ارتباط خونی برقرار نمی‌کند. رابطهٔ خونی بین مادر و جنین ویژهٔ پستانداران جفت‌دار است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** برای آبزیان مثل برخی ماهی‌ها با لقاح داخلی صادق نیست (مثلاً اسبک‌ماهی). **گزینهٔ (۲):** انتقال گامت‌ها به آب در لقاح خارجی است ولی داشتن دستگاه تولیدمثل با اندام‌های تخصص‌یافته ویژهٔ لقاح داخلی می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** منظور اسبک‌ماهی نر است که وقتی نوزاد به دنیا می‌آورد یعنی مراحل رشد جنین قبل تولد انجام شده است.

۲۸۳ انواع لقاح در جانداران

ویژگی / انواع لقاح	نوع جانور	محل لقاح	محل تشکیل تخم	خروج گامت از بدن	استفادهٔ جنین از اندوختهٔ غذایی گامت	حفاظت از جنین به‌طور مستقیم
داخلی	مهره‌دار و بی‌مهره	خشکی و آب	معمولاً در ماده	معمولاً نر	+	+
خارجی	مهره‌دار و بی‌مهره	آب	آب	نر و ماده	+	−

۲۵۳۵ : ۳ بکرزایی نوعی تولیدمثل **جنسی** است که در آن فرد **ماده** به تنهایی به تولیدمثل می‌پردازد. در این حالت، یا مثل زنبور ماده، تخمک بدون لقاح شروع به تقسیم می‌کند و موجود تک‌لاد (زنبور نر) را به‌وجود می‌آورد یا اینکه مثل مار ماده، از روی کروموزوم‌های تخمک یک نسخه ساخته می‌شود تا کروموزوم‌های تخمک دو برابر شوند و سپس شروع به تقسیم می‌کند و موجودی دولاد را به وجود می‌آورد. موادغذایی موردنیاز جانداران تولید شده تا مدتی از اندوختهٔ غذایی تخمک تأمین می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در صورتی که مارحاصل از بکرزایی، خود به انجام بکرزایی بپردازد، زاده‌ای را به‌وجود می‌آورد که محتوای وراثتی آن کاملاً با خودش یکسان می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** تنها در رابطه با جانداران هاپلوئید مانند زنبورعسل نر صحیح است. مارهای حاصل از بکرزایی توانایی انجام تقسیم میوز را دارند. **گزینهٔ (۴):** زنبورهای عسل نر که حاصل از بکرزایی می‌باشند، برای تولیدمثل نیاز به گامت‌های زنبور عسل ملکه دارند.

۲۵۳۶ : ۴ جانوران هرمافرودیت دارای خودلقاحی (مانند کرم کبد) و جانوران دارای توانایی بکرزایی، می‌توانند به تنهایی به تولیدمثل جنسی بپردازند.

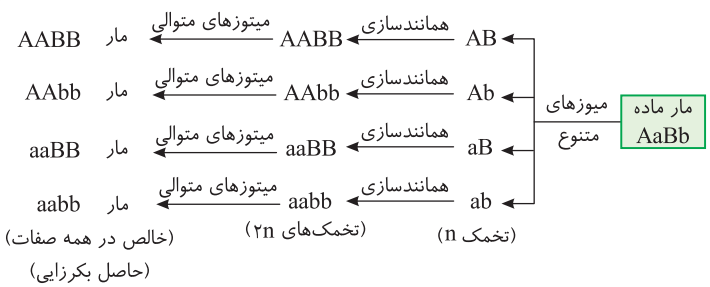
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** از بین موارد ذکرشده تنها زنبور عسل ملکهٔ دیپلوئید با بکرزایی زنبور عسل نر هاپلوئید را ایجاد می‌کند. **گزینهٔ (۲):** این گزینه به‌طور معمول در ارتباط با جانوران هرمافرودیت صحیح می‌باشد. **گزینهٔ (۳):** در جانوران هرمافرودیت برخورد اسپرم و تخمک و لقاح رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** اندوختهٔ غذایی تخمک، غذای هر جنینی را تا چند روز بعد از انجام لقاح تأمین می‌کند.

چند نکتهٔ مهم در بررسی تست‌ها

- زنبور عسل نر هاپلوئید است و ۱۰۰٪ ژن‌های خود را از ۵۰٪ ژن‌های ملکه گرفته است.
- زنبور عسل ماده (۲n) همانند سایر جانوران، نصف ژن‌های خود را از والد نر و نصف از والد ماده (ملکه) گرفته است.
- گونهٔ زنبور عسل نشان می‌دهد که عدد کروموزومی در افراد یک گونه ممکن است بین جنس‌های نر و ماده متفاوت باشد.
- زنبور نر همانند گیاهان، یاختهٔ جنسی خود را با میتوز ایجاد می‌کند (فصل بعد).
- 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 (زیست دوازدهم).

نسخه‌سازی از روی تخمک

این روش بکرزایی در **برخی مارهای ماده** دیده می‌شود که مدت طولانی از نر خود دور هستند. در این روش ابتدا مار مادهٔ $2n$ (مثلاً با فرمول ژنتیکی *AaBb*) با تقسیم میوز چهار نوع تخمک (*AB*، *Ab*، *aB*، *ab*) می‌تواند تشکیل دهد. سپس هر تخمک از روی کروموزوم‌های خود با همانندسازی دنا، یک نسخهٔ مشابه می‌سازد و آن‌ها را با هم ترکیب می‌کند تا کروموزوم‌های تخمک از حالت (n) به صورت دوتا یاختهٔ **n مشابه** هم تبدیل شود (مثلاً تخمکی که در دو صفت دستورالعمل *AB* دارد به صورت دوتا *AB* یعنی *AABB* درمی‌آید). از ادغام این دو یاختهٔ مشابه، تخمی با فرمول ژنتیکی (ژنوتیپ) *AABB* به صورت **خالص در همهٔ صفات** ایجاد می‌شود که شروع به تقسیم شدن می‌کند و موجود دیپلوئید را می‌سازد.



نکته

- در بکرزایی زنبورها، تخمک ملکه، به محض تولید، میتوز می‌کند ولی در بکرزایی مار، تخمک حاصله، ابتدا از روی کروموزوم خود یک ردیف می‌سازد و با هم ترکیب می‌کند و سپس یاختهٔ $2n$ شده شروع به میتوز می‌کند.
- در مارهای حاصل از بکرزایی، قطعاً در همهٔ جایگاه‌های ژنی فرمول ژنتیکی هر کروموزوم مشابه می‌باشد که در زیست دوازدهم به آن‌ها خالص گفته می‌شود.
- در این نوع بکرزایی، فرزند حاصل، دو مجموعه کروموزوم مشابه دارد، یعنی یک **نوع** مجموعهٔ کروموزومی دارد.

۲۵۳۷ (۳) دقت کنید طبق کتاب درسی که فقط بکرزایی زنبور و مار را گفته است، جانور حاصل از بکرزایی زنبور، فقط نر است. پس منظور این گزینه مار ماده می‌باشد، که در همهٔ صفات دو ژن یکسان از تخمک را دارد و در آینده طی تخمک‌گذاری فقط یک نوع گامت می‌دهد چون ژن‌های متفاوت ندارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اسبک‌ماهی دارای لقاح داخلی است و لقاح داخلی به دستگاه تخصص یافته نیاز دارد. ولی دقت کنید که تخم‌گذار نیست و نوزاد به دنیا می‌آورد. **گزینهٔ (۲):** زنبور نر از طریق **میتوز** گامت ایجاد می‌کند. **گزینهٔ (۴):** در کرم خاکی لقاح دوطرفه دیده می‌شود ولی شبکهٔ مویرگی فراوان در **زیر** پوست دارد (نه در پوست). **گزینهٔ (۴):** رفتارهای تولیدمثلی سبب افزایش احتمال برخورد یاخته‌های جنسی می‌شود (نه افزایش خروجشان).

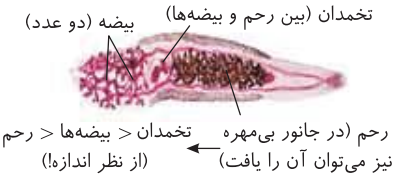
۲۵۳۸ (۴) برخی خزندگان و پرندگان دریایی و بیابانی که آب دریا یا غذای نمک‌دار مصرف می‌کنند، می‌توانند نمک اضافه را از طریق غدد نمکی نزدیک چشم یا زبان، به صورت قطره‌های غلیظ دفع کنند. آن‌ها دارای لقاح داخلی هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** کرم خاکی ساده‌ترین سامانهٔ گردش خون بسته را دارد. در ارتباط با قلب کرم‌خاکی فقط دو دریچه در ابتدای رگ‌های خروجی و انتهای رگ ورودی به قلب وجود دارد. (فصل ۴ دهم) **گزینهٔ (۲):** در کرم پهن ابتدا بیضه‌ها و سپس تخمدان‌ها و رحم قرار دارند و همچنین هرمافرودیتی با ویژگی خودلقاحی می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** ماهی‌ها در خط جانبی خود گیرنده‌های مکانیکی با مژک‌های غیرهم‌اندازه دارند ولی اغلب دارای لقاح خارجی هستند.

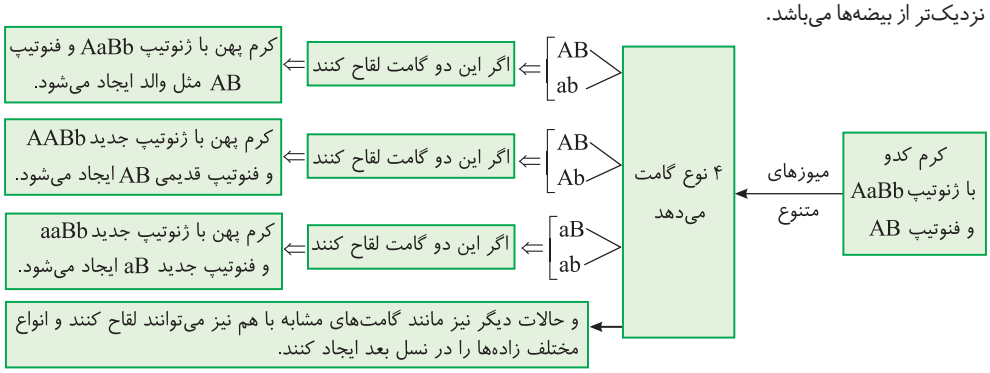
هرمافرودیت (نرماده) خودبارور ← کرم پهن:

در این حالت یک فرد هر دو نوع دستگاه تولیدمثلی نر و ماده را دارد که در کرم‌های پهن (کرم کبد و پلاناریا) دیده می‌شود.

در کرم **کبد** که از کرم‌های **پهن** می‌باشد **خودلقاحی** صورت می‌گیرد یعنی زامه‌های هر فرد سبب بارور شدن تخمک‌های همان فرد می‌شوند. در این حالت به دلیل تقسیم **میوز**، تنوع در هر نسل دیده می‌شود. این کرم پهن دارای تخمدان در بین بیضه‌ها و رحم خود می‌باشد.



- تخمدان در کرم کبد برخلاف بیضه و رحم، انشعاب ندارد.
- تخمدان به رحم نزدیک‌تر از بیضه‌ها می‌باشد.



نکته

- در بکرزایی کرم‌های پهن خودبارور، فقط یک والد وجود دارد و مانند اسبک‌ماهی نیازی به ورود یا خروج اسپرم به بدن نمی‌باشد.
- در این لقاح هیچ گامتی از هیچ فردی خارج نمی‌شود ولی فرزندان با تنوع جدید ایجاد می‌شوند.

۲۵۳۹ (۱) فقط مورد (ب) نادرست است.

بررسی موارد (الف) درست. منظور دوجنسی‌های کرم پهن و کرم خاکی است که طی میوز گامت‌های متنوع ایجاد می‌کنند و با لقاح، زاده‌های متنوع ایجاد می‌کنند. (ب) **نادرست.** منظور اسبک‌ماهی نر و کرم پهن خودلقاح است که فقط کرم پهن دو نوع گامت نر و ماده ایجاد می‌کند. (ج) درست. منظور لقاح دوطرفی کرم خاکی با خروج و دریافت اسپرم است که قلب پشتی با خون تیره دارد. (د) درست. منظور فقط کرم پهن خودبارور است، چون در بکرزایی تخم تشکیل نمی‌شود. کرم پهن دوجنسی است و در بیضه‌ها و تخمدان خود تتراد تشکیل می‌دهد.

۲۵۴۰ (۳) در مهره‌داران تخم‌گذار، تخمک اندوختهٔ غذایی زیادی دارد. خزندگان، پرندگان و گروهی از پستانداران مانند پلاتی‌پوس تخم‌گذار می‌باشند. تمام این جانداران دارای اسکلت استخوانی بوده که در حفاظت از دستگاه عصبی مرکزی آن‌ها نقش دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پلاتی‌پوس ماده با کمک غدد شیری موجود در بدن خود، به زاده‌هایش شیر می‌دهد. **گزینهٔ (۲):** در خزندگان جدایی کامل بطن‌ها فقط در برخی مثل کروکودیل‌ها مشاهده می‌شود. **گزینهٔ (۴):** برخی از خزندگان و پرندگان دریایی و بیابانی که آب دریا یا غذای نمک‌دار مصرف می‌کنند، دارای غدد نمکی در نزدیکی چشم یا زبان خود می‌باشند.

۲۵۴۱ (۴) در کرم پهن، در سمت خارج رحم، تخمدان‌ها قرار دارند که معمولا هر ۲۸ روز، دیوارهٔ آن‌ها به هنگام تخمک‌گذاری پاره می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در پرندگان جنین پس از خروج از تخم، مراحل نهایی رشد و نمو را تکمیل کرده است. از طرفی ویژگی ذکر شده در مورد پلاتی‌پوس صحیح است چون در پرندگان پس از لقاح، سریع تخم‌گذاری انجام می‌شود. **گزینهٔ (۲):** زنبورهای نر حاصل بکرزایی هستند و هاپلوئید. در نتیجه فقط یک دستورالعمل از هر ژن را دارند. **گزینهٔ (۳):** در اسبک‌ماهی لقاح درون جانور نر انجام می‌گیرد و دارای اندام تولیدمثلی هستند.

۲۵۴۲ (۱) همهٔ جانوران تخم‌گذار، دارای لقاح داخلی و اندام‌های تخصص‌یافته در دستگاه تولیدمثل می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** پلاتی‌پوس تخم‌گذار و پستاندار است و از غدد شیری برای تغذیهٔ نوزاد خود استفاده می‌کند. **گزینهٔ (۳):** جانورانی مثل لاک‌پشت‌ها روی تخم خود را با ماسه می‌پوشانند و روی آن نمی‌خوابند. **گزینهٔ (۴):** دورهٔ جنینی در جانوران تخم‌گذار طولانی است و از این‌رو اندوختهٔ تخمک زیاد است.

۲۸۴ مقایسهٔ تولیدمثل در جانداران

جاندار	نوع لقاح	شیوهٔ محافظت از جنین	نوع تولد	مرحلهٔ نهایی رشد و نمو	تغذیهٔ جنین
قورباغه	خارجی	تخم با لایهٔ ژله‌ای	تخم‌گذار	درون تخم	ذخیرهٔ غذایی و لایه ژله‌ای تخم
خزندگان	داخلی	تخم با پوستهٔ ضخیم و پوشاندن آن با ماسه و خاک	تخم‌گذار	درون تخم	اندوختهٔ غذایی تخمک
پرندگان	داخلی	تخم با پوستهٔ ضخیم و خوابیدن مادر بر روی تخم	تخم‌گذار	درون تخم	اندوختهٔ غذایی تخمک
پلاتی‌پوس	داخلی	تخم با پوستهٔ ضخیم و نگه داشتن آن درون شکم و خوابیدن روی تخم در مراحل پایانی رشد و نمو	تخم‌گذار	تخم از شکم مادر خارج شده و مادر بر روی آن می‌خوابد.	اندوختهٔ غذایی تخمک
کانگورو	داخلی	رحم ابتدایی و کیسه‌ای بر روی شکم	زنده‌زا	نوزاد از رحم ابتدایی خارج شده و در کیسهٔ روی شکم مادر قرار می‌گیرد.	شیر و رحم ابتدایی مادر
جفت‌داران	داخلی	درون رحم مادر	بچه‌زا	در رحم مادر و سپس بیرون از بدن مادر	از راه خونی با مادر

۲۵۴۳: ۴ در پستانداران به دلیل ارتباط خونی مادر و جنین (نادرستی مورد (ب)) و در ماهی‌ها و دوزیستان به دلیل کوتاه بودن دورهٔ جنینی (نادرستی مورد (ج))، اندوختهٔ غذایی تخمک اندک می‌باشد. در پستانداران به دلیل لقاح داخلی اندام‌های تخصص‌یافته برای تولیدمثل جنسی، مشاهده می‌شوند (نادرستی مورد (الف)). در جانورانی با لقاح خارجی، جنین بعد از تولد از مادهٔ ژله‌ای اطراف تخمک تغذیه می‌کند (نادرستی مورد (د)).

۲۸۵ اندوختهٔ تخمک جانداران

اندوختهٔ تخمک	نکات	مثال
زیاد	ارتباط غذایی و خونی بین مادر و جنین وجود ندارد و دوران جنینی در تخمی با پوستهٔ ضخیم رخ می‌دهد.	خزندگان و پرندگان - پلاتی‌پوس
کم	دورهٔ جنینی کوتاه است و بیشتر مراحل رشد و نمو بعد از دوران جنینی طی می‌شود.	دوزیستان و بسیاری از ماهی‌ها
	بخشی از مراحل رشد و نمو در بدن مادر انجام می‌شود اما ارتباط خونی بین مادر و جنین وجود ندارد.	کانگورو
	ارتباط خونی بین مادر و جنین وجود دارد.	بقیهٔ پستانداران

۲۵۴۴: ۲ مهره‌داران دارای لقاح خارجی و داخلی، برای انجام لقاح به محیط مایعی در اطراف یاختهٔ جنسی خود نیاز دارند. همهٔ مهره‌داران دارای لولهٔ گوارشی هستند و فعالیت آنزیم‌های گوارشی در خارج از یاخته‌های بدن نیز صورت می‌گیرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در **ماهی‌ها** و نوزاد دوزیست، خون پس از تبادل مویرگی از طریق سیاهرگ شکمی به قلب برمی‌گردد. **گزینهٔ (۳):** ماهیان غضروفی فاقد استخوان و مغز استخوان می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** در ماهیان آب شور آبشش‌ها نیز گروهی از یون‌ها را دفع می‌کنند.

۲۵۴۵: ۱ زنبور ملکه بکرزایی دارد و در جامعهٔ زنبورها زنبور نر فقط طی تقسیم میتوز گامت تولید می‌کند؛ زنبورها سامانهٔ گردشی باز دارند و در گردش مواد باز مویرگ وجود ندارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** ماهی‌ها دارای رفتاری به نام رقص عروسی هستند و طول شب و روز در خروج گامت‌های آن‌ها مؤثر است. لاک‌پشت نوعی خزنده است که تخم‌های خود را با ماسه می‌پوشاند. از قلب ماهی‌ها فقط خون تیره اما از قلب خزندگان خون روشن نیز عبور می‌کند. **گزینهٔ (۳):** در کرم‌خاکی و گروهی از آبزیان، سامانهٔ گردشی بسته وجود دارد (کلیه ویژهٔ مهره‌داران است). **گزینهٔ (۴):** پستانداران جفت‌دار کامل‌ترین نوع تغذیه در تولیدمثل جنسی را دارند و در پستانداران کیسه‌دار جنین آن‌ها ابتدا درون رحم ابتدایی مادر رشد و نمو خود را آغاز می‌کند. پستانداران جفت‌دار دارای پرده‌های محافظت‌کننده مثل کوریون و آمنیون هستند.

۲۸۶ لقاح خارجی و داخلی مهره‌داران

موارد مقایسه	مهره‌داران دارای لقاح خارجی	مهره‌داران دارای لقاح داخلی	
		تخم‌گذار	تخم‌نگذار!
نمونه	ماهی‌ها و دوزیستان	پرندگان، خزندگان و پلاتی‌پوس	پستانداران (به‌جز پلاتی‌پوس)
طول دورهٔ جنینی	کم	کم یا زیاد	زیاد
میزان اندوختهٔ غذایی تخمک	کم به علت دورهٔ جنینی کوتاه	زیاد به علت دورهٔ جنینی طولانی و عدم ارتباط غذایی با مادر	کم به علت ارتباط غذایی با مادر
منبع مواد غذایی مصرف شده در دورهٔ جنینی	مواد غذایی تخمک و لایهٔ ژله‌ای آن	مواد غذایی تخمک	مواد غذایی تخمک و بدن مادر

۲۵۴۶: ۲ عبارت مورد نظر در مورد لقاح خارجی است و درست می‌باشد. از طرفی در گزینهٔ (۲)، در لقاح زنبورهای عسل، زنبور نر میتوز می‌کند و تمام ژنوم خود را به جنین می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پلاتی‌پوس چون تخم‌گذار است، بزرگ‌ترین تخمک با اندوختهٔ غذایی زیاد را بین پستانداران دارد و دارای غدد شیری است. **گزینهٔ (۳):** در کرم پهن، بیضه‌ها و رحم منشعب هستند و ترتیب قرارگیری اندام به صورت بیضه‌ها، تخمدان‌ها و رحم است. **گزینهٔ (۴):** در خزندگان جدا شدن کامل بطن‌ها در برخی از آن‌ها مانند کروکودیل رخ داده است. در خزندگان مانند لاک‌پشت برای محافظت بیشتر از تخم‌ها، آن‌ها را با خاک و ماسه می‌پوشانند.

۲۵۴۷ (۲) پستانداران جفت‌دار ارتباط خونی با جنین خود برقرار می‌کنند. پستانداران تا مدتی بعد از تولد فرزند خود به آن شیر می‌دهند تا مراحل رشد آن تکمیل شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لقاح داخلی در جانوران تخم‌گذار نیز قابل مشاهده است که در آن‌ها تخمک دارای اندوختهٔ غذایی فراوان است. **گزینهٔ (۳):** جانورانی با لقاح خارجی اسپرم و تخمک را به آب وارد می‌کنند. ماهی‌ها، دوزیستان و بی‌مهرگان آبزی دارای لقاح خارجی می‌باشند. همان‌طور که می‌دانید، دوزیست بالغ، شش و پوست برای تنفس دارد. **گزینهٔ (۴):** قسمت دوم صورت سؤال مربوط به لقاح خارجی است. اما برخی از جانوران آبزی مانند ماهی‌ها نیز می‌توانند لقاح داخلی داشته باشند و آبشش کارآمد دارند.

۲۵۴۸ (۳) موارد (الف) و (ب) صحیح‌اند. دیوارهٔ یاخته‌ای در گیاهان، جلبک‌ها و بسیاری از باکتری‌ها می‌تواند دیده شود پس منظور صورت سؤال این جانداران نیست.

بررسی موارد (الف) **درست.** در **اسبک‌ماهی**، جانور ماده تخمک را به حفره‌ای در بدن جنس نر منتقل می‌کند. (ب) **درست.** **کرم کبد** هرمافرودیت خودبارور، می‌تواند با داشتن گامت‌هایی با ساختار متفاوت، به تنهایی تولیدمثل کند. (ج) نادرست. زنبور نر می‌تواند با **میتوز** (تقسیم یک‌مرحله‌ای) گامت تولید کند اما دقت کنید که زنبور نر هاپلوئید است! (د) نادرست. دقت کنید که زنبور نر از طریق تقسیم میتوز **گامت** می‌سازد **نه زاده!**

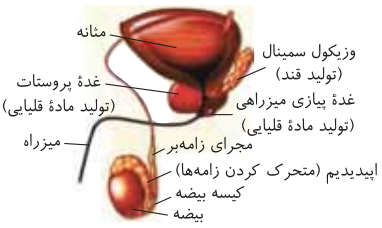
۲۵۴۹ (۲) غدد پیازی میزراهی و پروستات هر دو ترشحات قلیایی تولید می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مجرای اسپرم‌بر از پشت و کنار مثانه عبور می‌کند. **گزینهٔ (۳):** اپیدیدیم و بیضه‌ها هردو درون کیسهٔ بیضه قرار دارند. **گزینهٔ (۴):** مجاری اسپرم‌بر در پروستات با میزراه ادغام می‌شوند (نه وزیکول سمینال!).

مقایسهٔ پستانداران مختلف ۲۸۷

ویژگی‌ها / پستانداران	تخم‌گذار	کیسه‌دار	جفت‌دار
زایمان	−	+	+
رحم	−	+(ابتدایی)	+
شیردادن به نوزاد	+	+	+
جفت	−	−	+
مراقبت پس از تولد	+	+	+
بندناف	−	−	+
ارتباط خونی مادر با جنین	−	−	+
کوریون	−	−	+
اندوختهٔ غذایی تخمک	زیاد	کم	کم
آمنیون	−	−	+
مثال	پلاتی‌پوس	کانگورو	انسان

۱۵۵ شکل‌نامهٔ بررسی کلی دستگاه تولیدمثل مرد



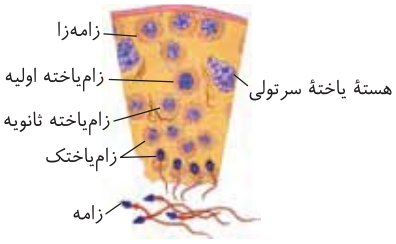
«اندام‌های دستگاه تولیدمثل در مرد (مثانه جزء آن نیست)»

- قسمت بالایی اپیدیدیم قطورتر و روی هر بیضه می‌باشد. مجرای اسپرم‌بر نیز در ابتدا قطورتر است.
- بالاترین بخش دستگاه تولیدمثلی مرد، مجرای اسپرم‌بر می‌باشد.
- مثانه دیوارهٔ ضخیم با سطح داخلی چین‌خورده دارد و بالاترین بخش مثانه، جلویی‌ترین بخش آن نمی‌باشد (البته مثانه قسمتی از دستگاه تولیدمثل نیست). مخاط مثانه سبب ایجاد دریچه در انتهای میزنای می‌شود.
- عقب‌ترین بخش دستگاه تولیدمثل مردان، غدد وزیکول سمینال می‌باشد.
- ابتدای مجرای اسپرم‌بر از انتهای مجرای اپیدیدیم پایین‌تر است.
- اسپرم‌ها از درون غدهٔ پروستات برخلاف غدد پیازی میزراهی و وزیکول سیمنال عبور می‌کنند.
- نوک تیز مثانه، به سمت جلوی بدن قرار می‌گیرد.
- همواره مجرای اسپرم‌بر جلوتر از غدهٔ وزیکول سمینال قرار دارد.
- جلویی‌ترین بخش دستگاه تولیدمثلی مردان، **میزراه** می‌باشد که ادرار را از بدن خارج می‌کند.
- مجرای اسپرم‌بر از روی محل اتصال میزنای به مثانه عبور می‌کند.

۲۵۵۰ (۱) یاخته‌های شمارهٔ (۱) تا (۴) به ترتیب، اسپرماتوگونی، اسپرماتوسیت اولیه، اسپرماتوسیت ثانویه و اسپرماتید می‌باشند. اسپرماتوگونی‌ها نزدیک‌ترین یاخته‌ها به سطح خارجی لولهٔ اسپرم‌ساز هستند که به یاخته‌های بینابینی در خارج از لوله‌ها نیز نزدیک می‌باشند.

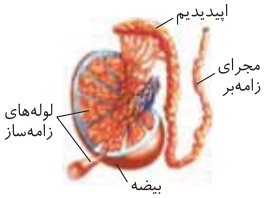
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** اسپرماتوسیت ثانویه هاپلوئید و مضاعف است. اسپرماتید هاپلوئید و تک‌کروماتیدی است. تعداد مولکول‌های دنای هسته همواره با تعداد کروماتیدها برابر است. در هستهٔ اسپرماتوسیت ثانویه ۴۶ عدد دنا و در هستهٔ اسپرماتید ۲۳ عدد مولکول دنا دیده می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** اسپرماتیدها به اپیدیدیم وارد نمی‌شوند. **گزینهٔ (۴):** در مراحل میوز ۱ اسپرماتوسیت‌های اولیه برخلاف پرومتافاز میتوز اسپرماتوگونی، به هر سانترومر یک رشتهٔ دوک متصل می‌شود.

۱۵۶ شکل‌نامهٔ مراحل اسپرم‌زایی



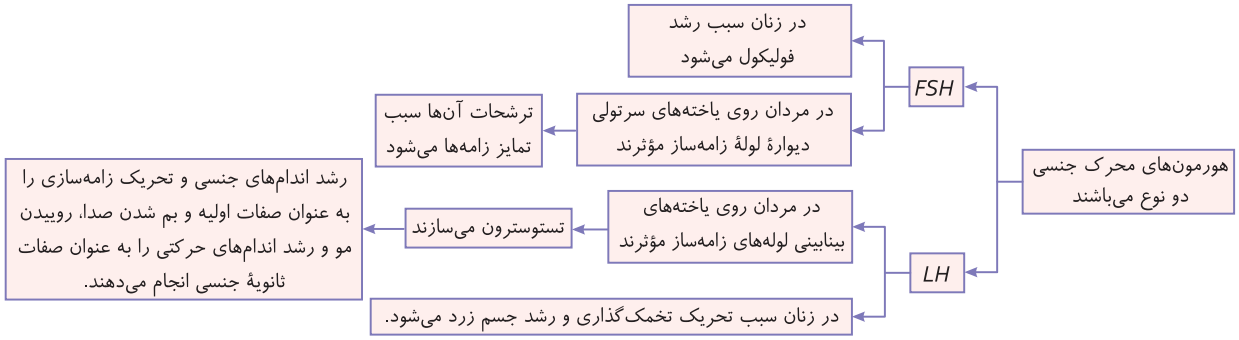
- میزان اندازهٔ هستهٔ یاخته در دیوارهٔ لولهٔ اسپرم‌ساز از بیشتر به کمتر:
  سرتولی ← اسپرماتوگونی و اسپرماتوسیت اولیه ← اسپرماتوسیت ثانویه ← اسپرماتید ← اسپرم
- اسپرماتوسیت ثانویه نسبت به اسپرماتوسیت اولیه، کوچک‌تر است.
- بزرگ‌ترین یاخته از میانِ یاخته‌های موجود در لولهٔ اسپرم‌ساز، یاختهٔ **سرتولی** می‌باشد.
- اسپرماتوسیت اولیه، دولایهٔ یاخته‌ای با سطح خارجی لولهٔ اسپرم‌ساز فاصله دارد.
- اسپرماتوگونی، نزدیک‌ترین یاختهٔ ردهٔ اسپرم‌زایی به یاخته‌های بینابینی است.
- اسپرماتوگونی‌ها به غشای پایه و دیوارهٔ خارجی لوله‌های اسپرم‌ساز متصل‌اند.
- فضای بین یاخته‌های اسپرماتوگونی می‌تواند زیاد یا کم باشد.
- هستهٔ یاختهٔ سرتولی، از هستهٔ همهٔ یاخته‌های مسیر اسپرم‌زایی بزرگ‌تر است و گرد نیست بلکه تقریباً گلابی‌شکل است.
- طی تمایز اسپرماتید، ابتدا هستهٔ آن فشرده‌تر می‌شود و تاژک پدیدار می‌گردد و سپس میزان سیتوپلاسم آن کاهش می‌یابد.

- هر یاخته‌ای که تاژک دارد، هستهٔ هاپلوئیدی تک‌کروماتیدی و فشرده دارد (اسپرماتید و اسپرم).
- سرتولی یاخته‌ای در مسیر اسپرم‌زائی نیست ولی در آن مؤثر است.
- سرتولی تنها یاختهٔ دیوارهٔ لولهٔ اسپرم‌ساز است که برای هورمون محرک جنسی (FSH) گیرنده دارد.
- سرتولی فقط باکتری‌ها را بیگانه‌خواری می‌کند (نه هر میکروبی).
- در طول اسپرم‌زایی، یاخته‌ها توسط رشته‌های سیتوپلاسمی به یکدیگر اتصال دارند.
- هم در اسپرماتید و هم در اسپرم، می‌توان تاژک مشاهده کرد. میزان سیتوپلاسم اسپرم از بقیهٔ یاخته‌های مسیر اسپرم‌زایی کمتر است.
- اولین قسمتی از اسپرماتید که از دیوارهٔ لولهٔ اسپرم‌ساز خارج می‌شود، **تاژک** آن است (نه تاژک‌های آن!).
- به دلیل اینکه تعداد زیادی یاختهٔ زاینده در مسیر تولید اسپرم تقسیم می‌شوند، تعداد زامهٔ تولید شده در بدن یک مرد بالغ بسیار زیاد است.
- لوله‌های اسپرم‌ساز، بیشتر حجم بیضه را تشکیل داده‌اند. *(لطفاً با اسپرم‌بر اشتباه نگیرید!)*
- بخش باریک‌تر مجرای اسپرم‌بر درون حفرهٔ شکمی قرار دارد و بخش قطورتر آن درون کیسهٔ بیضه وجود دارد.
- یاخته‌های بینابینی به نسبت اسپرماتوگونی، اندازهٔ بزرگ‌تر و هستهٔ کوچک‌تری دارند.
- اسپرماتوسیت اولیه و اسپرماتوسیت ثانویه، از یک طرف به یاختهٔ دیپلوئید و از طرف دیگر به یاختهٔ هاپلوئید متصل‌اند.
- بیضه‌ها از بخش‌های مجزایی تشکیل شده‌اند که در محل خروج لوله‌ها از آن، سرخرگ و سیاهرگ‌هایی با آن در ارتباط‌اند.
- در اندام‌هایی مثل کلیه، طحال و بیضه، ورود و خروج رگ‌های خونی از یک محل می‌باشد که معمولاً سرخرگ در سطح بالاتری است.



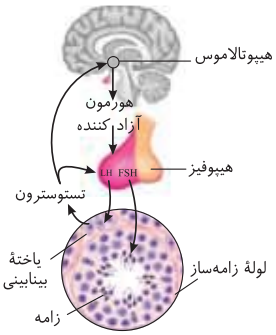
۲۵۵۱ (۲) موارد (الف) و (ب) صحیح هستند. شکل و علامت مورد نظر، مربوط به یاخته‌های بینابینی و مقطع عرضی لوله‌های اسپرم‌ساز می‌باشد.

بررسی موارد (الف) **درست.** درون بیضه قرار دارد که بیضه برای فعالیتش به دمای پایین‌تر از دمای بدن نیاز دارد. (ب) **درست.** در تولید هورمون تستوسترون که در بروز صفات ثانویهٔ جنسی و رشد ماهیچه و استخوان یعنی اندام‌های دستگاه حرکتی در مرد نقش دارد، مؤثر است. (ج) نادرست. هورمون *LH* با اثر بر یاخته‌های بینابینی تولید تستوسترون را افزایش می‌دهد (نه FSH). (د) نادرست. در بین لوله‌های اسپرم‌ساز درون بیضه قرار دارد (نه روی بیضه).



۱۵۷ شکل‌نامهٔ تنظیم هورمون‌ها

- بازخورد مستقیم تستوسترون روی هورمون *LH* هیپوفیز است.
- هورمون‌های *LH* و *FSH* دارای **یک** هورمون آزادکنندهٔ مشترک می‌باشند.
- تستوسترون روی هیپوتالاموس و هیپوفیز پیشین اثر بازخوردی و گیرنده دارد.
- تولید *FSH* و اسپرم‌زایی، بازخورد تنظیمی ندارد.
- تستوسترون و پرولاکتین در تنظیم فعالیت تولیدمثلی مردان مؤثر هستند.
- کیسهٔ بیضه، *LH*، *FSH*، تستوسترون و سرتولی در تمایز اسپرم نقش دارند.
- هورمون‌های آزادکننده، مهارکننده، *FSH*، *LH*، تستوسترون و پرولاکتین در تنظیم فعالیت تولیدمثلی مردان مؤثر هستند.



«تنظیم فعالیت دستگاه تولیدمثل در مرد»

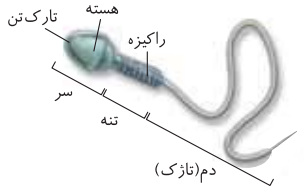
۲۵۵۲ (۱) در شکل صورت سؤال قسمت (۱) اپیدیدیم و قسمت (۲) لوله‌ای اسپرم‌بر را نشان می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در اپیدیدیم ترشحاتی کوتاه‌برد به روی اسپرم‌ها ترشح می‌شوند تا توانایی حرکت به‌دست آورند. درون لوله‌های اسپرم‌بر از هنگام بلوغ تا پایان عمر اسپرم متحرک وجود دارد. **گزینهٔ (۲):** در لوله های اسپرم‌ساز یاخته‌های اسپرماتوگونی قرار دارند. **گزینهٔ (۳):** غدهٔ وزیکول سمینال حاوی مایعی سرشار از فروکتوز است که به مجرای اسپرم‌بر می‌ریزد. **گزینهٔ (۴):** اسپرم‌ها برای متحرک شدن حداقل باید ۱۸ ساعت در اپیدیدیم بمانند.

۲۵۵۳ (۲) آکروزوم، آنزیم‌**هایی** دارد که لایهٔ ژله‌ای اطراف اووسیت ثانویه را از بین می‌برند، این کیسه قبل از رسیدن به این لایه با عبور از بین یاخته‌های اطراف، پاره می‌شود و محتویات خود را آزاد می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اسپرم‌ها در لوله‌های اسپرم**ساز** قابلیت حرکت به وسیلهٔ دم خود را ندارند. **گزینهٔ (۳):** بخش شمارهٔ (۳) تنهٔ اسپرم را نشان می‌دهد که حاوی راکیزه‌ها می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** کروموزوم‌های اسپرم تک‌کروماتیدی می‌باشند و کروماتیدها در آن به یکدیگر متصل نیستند.

۱۵۸ شکل‌نامهٔ ساختار اسپرم



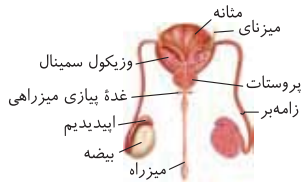
«ساختار زامهٔ انسان»

- آکروزوم در سر اسپرم به صورت مخروط، قسمتی از هسته را پوشانده است که قاعدهٔ آن به سمت انتهای هسته است.
- میتوکندری‌های اسپرم مارپیچ‌شکل کنار هم هستند و هسته یا سر اسپرم از بقیهٔ قسمت‌ها ضخیم‌تر است.
- دنابسپاراز و هلیکاز فعال در تنهٔ اسپرم در میتوکندری وجود دارند چون هسته تقسیم ندارد.
- تولید $FADH_2$، چرخهٔ کربس، زنجیرهٔ انتقال الکترون و اکسایش پیرووات در تنهٔ اسپرم رخ می‌دهد.
- قسمت انتهایی دم اسپرم تاژک بدون غشا می‌باشد.

۲۵۵۴: ۴ همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد **الف** با تجزیهٔ بیش از حد چربی اطراف کلیه امکان تاخوردگی میزنای و تخلیهٔ نامناسب ادرار وجود دارد نه اینکه کلاً تخلیه نشود. **ب** در مجرای اسپرم‌بر، اسپرم‌ها توانایی حرکت دارند و خودشان حرکت می‌کنند. دیوارهٔ این مجرا نیز فاقد لایهٔ ماهیچه‌ای است. **ج** لولهٔ برخاگ در کیسهٔ بیضه و خارج از حفرهٔ شکمی قرار دارد. **د** بندارهٔ ابتدایی میزراه در همهٔ افراد به صورت غیرارادی باز می‌شود.

۱۵۹ شکل‌نامهٔ غدد و مجاری ضمیمه



«مسیر عبور زامه (از نمای پشتی مثانه)»

- پروستات، مسیر اسپرم‌ها را قلیایی نمی‌کند بلکه **خنثی** می‌کند.
- از بین ۳ نوع غدهٔ ضمیمه، غدهٔ پروستات **بزرگ‌ترین** غده می‌باشد.
- از بین ۳ نوع غدهٔ ضمیمه، غدد پیازی میزراهی **پایین‌ترین و کوچک‌ترین** غده می‌باشند.
- از بین ۳ نوع غدهٔ ضمیمه، غدد وزیکول سمینال **بالاترین و عقبی‌ترین** غده می‌باشند.
- غدد وزیکول سمینال قبل از رسیدن مجرای اسپرم‌بر به میزراه، ترشحات خود را وارد آن می‌کنند.
- میزراه دارای دو برآمدگی می‌باشد که غدد پیازی میزراهی قبل آن‌ها قرار دارند ولی بندارهٔ ابتدای میزراه در محل اتصال آن به مثانه است.
- غدد وزیکول سمینال با غدهٔ پروستات در تماس است ولی با غدد پیازی میزراهی نه.
- قطر مجرای اسپرم‌بر در تمام طول خود یکسان نمی‌باشد.
- مجرای اسپرم‌بر از کنار و پشت مثانه ولی از روی محل اتصال میزنای به مثانه عبور می‌کند.
- در پروستات دو مجرای اسپرم‌بر و یک میزراه با هم یکی می‌شوند که باریک‌ترین قسمت پروستات به سمت غدد پیازی میزراهی می‌باشد.
- میزراه در طول خود در دو منطقه اتساع می‌یابد و گشاد می‌شود، غدد پیازی میزراهی ترشحات خود را به قبل از اولین نقطهٔ اتساع میزراه می‌ریزند.
- از غدهٔ پروستات فقط یک مجرا خارج می‌شود (میزراه) که حاصل تجمیع دو مجرای اسپرم‌بر و ابتدای میزراه بوده است.
- غدهٔ پروستات، زیر مثانه و غدد پیازی میزراهی زیر غدهٔ پروستات قرار دارند.
- حجیم‌ترین قسمت پروستات، قسمت بالایی آن می‌باشد که به غدد وزیکول سمینال نزدیک است.
- غدد وزیکول سیمنال زیر میزنای و محل عبور مجرای اسپرم مجاور آن قرار دارند. این غده بخش‌های حفره‌حفرهٔ مجزا دارد.
- ماهیچه‌های صاف دیوارهٔ مثانه که در هنگام فعال شدن فرایند تخلیهٔ مثانه دچار انقباض می‌شوند، از بالا به پایین قرار گرفته‌اند.
- مجرای اسپرم‌بر در نزدیکی پروستات دارای پیچ‌خوردگی فراوانی می‌باشد.
- غدهٔ پروستات در مجاورت بندارهٔ داخلی میزراه قرار دارد.

۲۵۵۵: ۱ شکل مرحلهٔ تخمک‌گذاری را نمایش می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پس از این مرحله بلافاصله جسم زرد تشکیل نمی‌شود. بلکه یک مرحلهٔ بینابینی دارد! **گزینهٔ (۲):** بلافاصله قبل از تخمک‌گذاری، فولیکول‌ها رشد حداکثری می‌کنند. **گزینهٔ (۳):** در این مرحله به همراه فولیکول سه نوع یاختهٔ پیکری، اووسیت ثانویه و جسم‌قطبی اول خارج می‌شود. **گزینهٔ (۴):** با توجه به شکل کتاب، کاملاً صحیح است.

۲۵۵۶: ۲ همهٔ موارد صحیح می‌باشند. در شکل صورت سؤال، یاختهٔ بالایی اسپرماتید است و یاختهٔ پایینی اسپرم است که چون یاختهٔ هاپلوئید اولیه یعنی اووسیت ثانویه متفاوتی دارند پس یکی حاوی کروموزوم X و دیگری حاوی کروموزوم Y است.

بررسی موارد **الف** اسپرماتیدها طی میوز ۲ و در پی تجزیهٔ پروتئین‌های سانترومری ایجاد می‌شوند. **ب** یاخته‌ای که کروموزوم Y را دارد به دلیل کوچکی کروموزوم نسبت به X، تعداد ژن‌های کمتری دارد. **ج** اسپرماتید و اسپرم‌ها تقسیم نمی‌شوند و در G_0 باقی می‌مانند. **د** اسپرم‌ها اگر لقاح کنند (فرایند خاص مورد نظر سؤال)، پس از ۳۶ ساعت، برای اولین میتوز تخم، کروموزوم‌های داده شده توسط اسپرم و تخمک همگی باید در اینترفاز مضاعف شوند.

نکات مهم

- اگر زامه به مام‌یاختهٔ ثانویه برخورد نکند، میوز ۲ آن انجام نمی‌شود و این مام‌یاختهٔ ثانویه به همراه جسم‌قطبی اول با قاعدگی یا خون‌ریزی ماهیانهٔ بعدی وارد رحم شده و از راه واژن دفع می‌شود.
- به ندرت ممکن است اسپرم با جسم‌یاخته‌ای اول برخورد کرده و فرایند لقاح را آغاز کند. در این صورت، یاختهٔ $2n$ حاصله توانایی میتوز دارد و تودهٔ یاخته‌ای بی‌شکلی ایجاد کرده و پس از مدتی از بدن از راه واژن دفع می‌شود.
- میوز ۱ زنان یک تقسیم با تقسیم **سیتوپلاسم** نامساوی است ولی میوز ۲، دو تقسیم همانند میتوز دارد. تقسیمی که مام‌یاختهٔ ثانویه انجام می‌دهد، همراه با تقسیم **سیتوپلاسم** نامساوی ولی تقسیم هسته به صورت مساوی است که یک تخمک و یک جسم‌قطبی ثانویه می‌سازد ولی تقسیم میوز ۲ که جسم‌قطبی اول انجام می‌دهد، همراه با تقسیم **سیتوپلاسم** و تقسیم هستهٔ مساوی است که در نهایت دو جسم‌قطبی دوم حاصل از آن به همراه جسم دیگر سبب ایجاد سه جسم‌قطبی دوم کوچک به همراه یک تخمک با سیتوپلاسم و اندامک زیاد می‌شود. زیاد بودن سیتوپلاسم و اندامک‌ها در تخمک به تأمین نیازهای **مراحل اولیهٔ رشد و نمو جنین** کمک می‌کند.

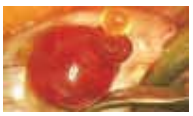
۲۵۵۷: ۴) همهٔ موارد صحیح هستند. یاخته‌ها به ترتیب *A* (اووسیت اولیه)، *B* (اولین جسم‌قطبی)، *C* (اووسیت ثانویه)، *D* (اسپرم)، *E* (تخم تشکیل شده) و *F* (دومین جسم‌قطبی) می‌باشند.

بررسی موارد (الف) منشأ *A*، اووگونی در دوران جنینی بوده است که از میتوز آن یک اووگونی و یک اووسیت اولیه ایجاد می‌شده است. (ب) اسپرماتید منشأ اسپرم است که همانند جسم‌قطبی دوم حاصل میوز ۲ با ۲۳ کروموزوم تک‌کروماتیدی است. (ج) در صورت شروع لقاح اسپرم با اووسیت ثانویه یا جسم‌قطبی اول، ابتدا تودهٔ یاخته‌ای کروی توپر مورولا یا تودهٔ یاخته‌ای بی‌شکل ایجاد می‌شود. (د) یاختهٔ تخم در ابتدا همراه با جسم‌قطبی اول و دوم در یک جدار لقاحی خواهد بود.

۲۵۵۸: ۲) شکل مورد نظر تخمک‌گذاری را نشان می‌دهد. کمی بعد از تخمک‌گذاری با اثر هورمون *LH* بر جسم زرد، استروژن و پروژسترون از آن ترشح می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** کمی قبل از تخمک‌گذاری فقط هورمون استروژن از یاخته‌های درون‌ریز تخمدان‌ها ترشح می‌شود. **گزینهٔ (۳):** قبل از تخمک‌گذاری هورمون استروژن طی بازخورد مثبت باعث افزایش مقدار هورمون‌های هیپوفیزی می‌شود. **گزینهٔ (۴):** بعد از تخمک‌گذاری با تشکیل جسم زرد و ترشح استروژن و پروژسترون از آن، مقدار هورمون‌های جنسی بیشتر می‌شود نه با بازخورد منفی (بازخورد منفی در این روزها فقط برای این است که فولیکول دیگری رشد نکند).

نکات مهم دو شکل مهم


تخمک‌گذاری تخمدان

- شکل بالا تخمک‌گذاری در اثر افزایش *LH* در روز ۱۴ دورهٔ جنسی را نشان می‌دهد.
- دستگاه تولیدمثل زن برخلاف دستگاه تولیدمثل مرد لولهٔ پیچ در پیچ ندارد ولی لوله دارد (لوله‌های رحم یا فالوپ!).
- تخمدان‌ها به دو طریق با رحم در ارتباط می‌باشند: ۱) لوله‌های فالوپ ۲) طناب پیوندی ماهیچه‌ای
- اندام تولیدکنندهٔ تخمک لولهٔ رحم (لولهٔ فالوپ) می‌باشد نه تخمدان! (تخمک هنگام برخورد اسپرم با اووسیت ثانویه در نزدیک انتهای لولهٔ رحم تشکیل می‌شود!).

جسم زرد در تخمدان

- بعد از تولد، تعداد فولیکول‌های تخمدان زیاد نمی‌شود بلکه تعدادشان کم می‌شود ولی یاخته‌های درون فولیکول می‌توانند زیاد شوند (تکثیر یاخته‌های احاطه کنندهٔ اووسیت اولیه).
- بعد از تولد و در دورهٔ جنسی زن در تخمدان هم تقسیم میتوز و هم تقسیم میوز دیده می‌شود! (تقسیم میوز اووسیت اولیه و تقسیم میتوز یاخته‌های فولیکولی)
- شکل پایین، جسم زرد بعد از خروج مواد فولیکولی و اووسیت آن از تخمدان را نشان می‌دهد.

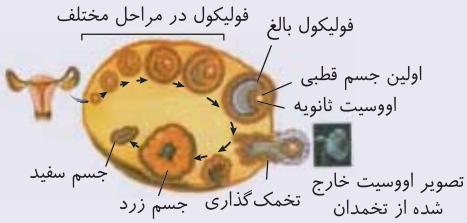
۲۵۵۹: ۳) هم در قسمت (الف) یعنی روز چهاردهم دورهٔ جنسی پس از چند روز ترشحات غدد داخلی رحم زیاد می‌شود تا در صورت بارداری، جنین در رحم جایگزین شود. از طرفی در قسمت (د) هم که آخر دوره است پس از چند روز ترشحات قاعدگی از بدن زن خارج می‌شوند.

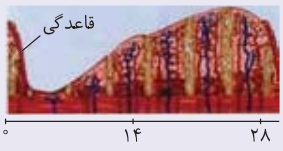
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در قسمت (ب) که در نیمهٔ لوتئال است برای عدم رشد فولیکول دیگر، مقدار هورمون‌های محرک جنسی کم می‌شود ولی در قسمت (د) با کاهش هورمون‌های محرک جنسی، مقدار هورمون‌های محرک جنسی زیاد می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** در قسمت‌های (ج) روزهای ۷ تا ۱۰ همانند (ب) یعنی هفتهٔ اول نیمهٔ لوتئال، هورمون استروژن مانع بالا رفتن هورمون‌های محرک جنسی می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در نیمهٔ اول دورهٔ جنسی اصلاً پروژسترون نقشی در بازخوردهای هورمونی ندارد.

روزها		مقدار هورمون جنسی	اثر هورمون جنسی بر رحم	اثر هورمون جنسی بر هیپوفیز	رشد فولیکول تخمدان
۷ روز اول		کمبود استروژن و پروژسترون	کاهش و ریزش جدار رحم و خون‌ریزی قاعدگی	محرک بر ترشح *FSH* و *LH* با بازخوردی منفی	رشد فولیکول تخمدانی و ادامهٔ میوز ۱
هفتهٔ دوم از نیمهٔ اول دورهٔ جنسی (۷ تا ۱۴)		ابتدا ← افزایش **اندک** در مقدار استروژن	رشد سریع جدار رحم و پایان خون‌ریزی	ممانعت از ترشح *FSH* و *LH* با بازخوردی منفی	ادامهٔ رشد و میوز فولیکول در تخمدان
		نزدیک تخمک‌گذاری ← افزایش زیاد استروژن	رشد جدار رحم	زیادی ترشح *FSH* و *LH* با بازخوردی مثبت در حوالی روز ۱۲ تا ۱۴	پایان میوز ۱ و تولید فولیکول بالغ دارای مام‌یاختهٔ ثانویه و جسم‌قطبی اول
روز ۱۴		استروژن بالا	سرعت رشد دیوارهٔ رحم تقریباً ثابت است	حداکثر *LH* و *FSH*	پاره شدن فولیکول تخمدان و تخمک‌گذاری
نیمهٔ دوم دورهٔ جنسی (لوتئال)	هفتهٔ اول (۱۵ - ۲۱)	ترشح پروژسترون و استروژن از جسم زرد	رشد رحم و فعالیت ترشحی	کاهش *FSH* و *LH* و عدم رشد فولیکول دیگر تخمدانی	رشد جسم زرد و رسیده شدن آن
	هفتهٔ دوم (۲۱ - ۲۸)	در انتهای آن استروژن و پروژسترون کم می‌شود. (۲۶ تا ۲۸)	به حداکثر رسیدن قطر و رشد رحم در روز ۲۶ و سپس شروع ریزش جدار رحم از انتهای این هفته	افزایش *FSH* و *LH* با بازخوردی منفی در انتهای این هفته	جسم زرد در زن غیرباردار شروع به تحلیل رفتن کرده و به جسم سفید تبدیل می‌شود.
آخر دوره اگر لقاح صورت گرفته باشد		افزایش هورمون جنسی پروژسترون به دلیل عمل *HCG* کوریون جنین، ترشح *HCG* تقریباً از هفتهٔ چهارم دورهٔ جنینی مشاهده می‌شود.	رشد و حفظ دیوارهٔ رحم و جسم زرد تخمدانی	کاهش *FSH* و *LH*	فولیکول دیگری در تخمدان رشد نمی‌کند.

نکات

- اتصال تخمدان به رحم توسط طنابی، پیوندی و ماهیچه‌ای است نه لوله‌های رحمی.
- بخش اعظم حجم رحم را بافت ماهیچه‌ای تشکیل داده است.
- در دیوارهٔ بالایی رحم، بیشترین ضخامت در مرکز دیده می‌شود و بخش‌های کناری، ضخامت کمتری دارند.
- سطح درونی، رحم و واژن دارای چین‌خوردگی‌های واژن، حلقوی هستند.
- گردن رحم ماهیچهٔ ضخیم‌تر و واژن فضای درونی بیشتری دارد.
- محل اتصال طناب پیوندی ماهیچه‌ای به دیوارهٔ رحم، بالاتر از تخمدان‌ها است.
- فولیکول بالغ به دیوارهٔ تخمدان متصل است.
- اووسیت، در ابتدا در وسط فولیکول قرار دارد و سپس طی بزرگ شدن فولیکول، اووسیت به حاشیهٔ فولیکول می‌رود و درون فولیکول یک حفرهٔ هلالی‌شکل ایجاد می‌شود که به مرور زمان اندازهٔ آن بزرگ‌تر می‌شود.
- اندازهٔ جسم زرد تقریباً برابر با فولیکول بالغ است.
- نحوهٔ تغییر ضخامت رحم:
  - روزهای ۱ - ۵: کاهش
  - روزهای ۵ - ۱۴: افزایش
  - روزهای ۱۴ - ۱۵: ثابت
  - روزهای ۱۵ - ۲۶: افزایش
  - روزهای ۲۶ - ۲۸: کاهش
- بازهٔ بین روزهای ۲۶ - ۲۸ چرخهٔ رحمی، با این که استحکام و ضخامت دیوارهٔ رحم درحال کاهش است؛ اما جزء قاعدگی محسوب نمی‌شود و خونریزی مشاهده نمی‌شود.
- رگ‌های خونی به صورت عمودی نسبت به دیوارهٔ رحم قرار گرفته‌اند و از لایهٔ ماهیچه‌ای دیوارهٔ داخلی رحم رد می‌شوند.



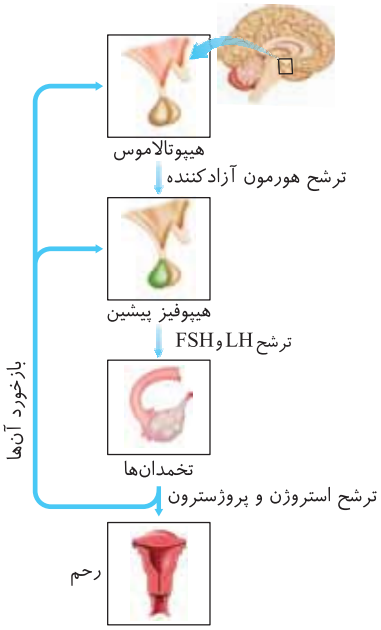


۲۵۶۰ (۳) شکل در مورد تنظیم بازخوردی هورمون‌های جنسی استروژن و پروژسترون با هورمون‌های محرک جنسی *FSH* و *LH* می‌باشد. در نیمهٔ دوم دورهٔ جنسی فولیکول بدون اووسیت رشد می‌کند و با تولید جسم زرد و با افزایش ترشح استروژن و پروژسترون از ترشح هورمون آزاد کنندهٔ *FSH* و *LH* می‌کاهند. این بازخورد از رشد و بالغ شدن فولیکول‌های جدید در طول دورهٔ جنسی جلوگیری می‌کند. (بازخورد منفی)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پروژسترون بازخورد مثبت در زنان ندارد. **گزینهٔ (۲):** در کل دورهٔ جنسی بازخورد منفی وجود دارد به‌جز آخر هفتهٔ دوم دورهٔ جنسی برای تخمک‌گذاری. **گزینهٔ (۴):** در روزهای اول دورهٔ جنسی مقدار استروژن و پروژسترون کم است و خونریزی قاعدگی ایجاد می‌شود.

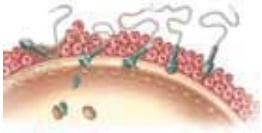
۱۶۰ شکل‌نامهٔ تنظیم هورمون جنسی زنانه

- هیپوتالاموس با ترشح هورمون آزادکننده **مستقیماً** سبب تنظیم ترشح هورمون *FSH* و *LH* از هیپوفیز پیشین می‌شود.
- هورمون‌های محرک جنسی *FSH* و *LH* **مستقیماً** در تنظیم ترشح مقدار هورمون‌های جنسی استروژن و پروژسترون تخمدان مؤثرند.
- هورمون‌های جنسی استروژن و پروژسترون تخمدان **مستقیماً** در رشد رحم مؤثرند.
- مقدار ترشح استروژن و پروژسترون با اثر بازخوردی روی هورمون‌های هیپوتالاموس و هیپوفیز پیشین اثر گذاشته و مقدار آن‌ها را تنظیم می‌کنند.
- استروژن و پروژسترون، روی رحم، هیپوفیز پیشین و هیپوتالاموس گیرندهٔ هورمونی اختصاصی دارند.
- وجود تستوسترون در خون زنان یا استروژن و پروژسترون در خون مردان، حاصل فعالیت غدد فوق کلیوی می‌باشد (نه غدد جنسی!).



«غدد و هورمون‌های مؤثر در تولیدمثل زن»

۲۵۶۱ (۲) مراحل برخورد و نفوذ اسپرم در تخمک: عبور اسپرم از لایهٔ خارجی اووسیت ثانویه، پاره شدن آکروزوم و آزاد شدن آنزیم‌هایش، هضم لایهٔ داخلی اووسیت ثانویه، تماس غشای اسپرم با غشای اووسیت ثانویه، اتصال ریزکیسه‌های داخلی اووسیت ثانویه و تشکیل جدار لقاحی، ورود سر اسپرم و هستهٔ آن به سیتوپلاسم اووسیت ثانویه، تکمیل میوز دو اووسیت ثانویه، ادغام شدن هستهٔ تخمک و اسپرم، تشکیل پوشش هستهٔ اطراف دو مجموعه کروموزوم و تشکیل تخم



۲۵۶۲ (۲) موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح هستند. در این شکل بخش‌های (۱) تا (۴) به‌ترتیب جدار لقاحی پاره شده، تروفوبلاست، فضای پرمایع بلاستوسیست و تودهٔ یاختهٔ درونی را نشان می‌دهد.

بررسی موارد (الف) **درست.** جدار لقاحی در موقع لقاح و تشکیل تخم در لولهٔ رحم ایجاد شده است. (ب) **درست.** تروفوبلاست منشأ تولید کوریون می‌شود که هورمون *HCG* می‌سازد. (ج) **درست.** مورولا، کره‌ای توپر است و این فضای پر از مایع را ندارد. (د) نادرست. تودهٔ یاخته‌ای درونی قبل از جایگزینی ایجاد شده است ولی شروع تشکیل جفت و لایه‌های زاینده بعد از جایگزینی رخ می‌دهد.

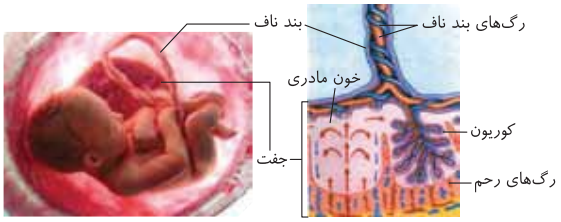
۲۵۶۳: ۳ در این شکل شماره‌های (۱) تا (۴) به‌ترتیب، انتهای لولهٔ رحم، ابتدای لولهٔ رحم، رحم و تخمدان می‌باشند. محل تشکیل کرهٔ توپر مورولا در (بخش (۲)) ابتدای لولهٔ رحم است. محل میوز ۲ اووسیت در انتهای لولهٔ رحم (بخش (۱)) است. محل ترشح آنزیم‌های تروفوبلاستی از کرهٔ توخالی بلاستولا در رحم (بخش (۳)) برای جایگزینی جنین است و محل بافت هدف هورمون هیپوفیزی محرک جنسی *FSH* و *LH*، تخمدان (بخش (۴)) است.

۲۵۶۴: ۲ بخش (۱) بندناف را نشان می‌دهد. بندناف دارای یک سیاهرگ و دو سرخرگ می‌باشد. دو سرخرگ بندناف در انتقال مواد دفعی از جنین به مادر و تک سیاهرگ قطور بندناف هم در تأمین مواد غذایی مورد نیاز جنین نقش دارد. بنابراین استفاده از اصطلاح **رگ‌ها** غلط است!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بخش (۴) کوریون جنین را نشان می‌دهد. این پرده با ترشح هورمون *HCG* در حفظ جسم زرد و تداوم ترشح پروژسترون از آن نقش دارد. **گزینهٔ (۳):** برخی از مواد بیماری‌زا مانند کوکائین، الکل و نیکوتین می‌توانند از خون مادر (بخش (۲)) به جنین منتقل شوند و بر رشد و نمو جنین تأثیر سو بگذارند. **گزینهٔ (۴):** در طی زایمان طبیعی ابتدا سر و سپس بقیهٔ بدن جنین از رحم مادر خارج می‌شوند. پس از خروج جنین، جفت و اجزای مربوط به آن هم از رحم خارج می‌شوند.

۱۶۱ شکل‌نامهٔ جفت و بندناف

- در اطراف بندناف، هم کوریون و هم آمنیون وجود دارند.
- هر زائدهٔ انگشتی تنها یک رگ خونی روشن و یک رگ خونی تیره دارد.
- سیاهرگ بندناف همانند سیاهرگ باب، دارای مواد مغذی فراوان است.
- سیاهرگ بندناف در جفت، از دو شاخهٔ مجزا ایجاد شده است.
- کوریون موجود در جفت، با بخش‌هایی از دیوارهٔ رحم اتصال دارد.
- سیاهرگ بندناف از سرخرگ‌های بندناف قطورتر است.
- دو سرخرگ بندناف از سیاهرگ آن نازک‌تر هستند و در اطراف سیاهرگ پیچیده‌اند.
- با توجه به شکل در این فضا مویرگی وجود ندارد و خون مادر و جنین در حوضچهٔ خونی آزاد شده تا توسط کوریون مواد مورد نیاز و زائد تبادل می‌شوند.



«جفت و ارتباط آن با مادر و جنین»

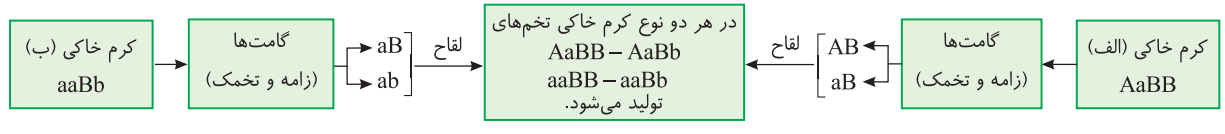
۲۵۶۵: ۴ شکل در مورد بکرزایی در بعضی مارها می‌باشد. که همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد **الف)** این نکته را در فصل ۸ دوازدهم برای لاک پشت ماده می‌خوانید (نه مارها). **ب)** کاملاً صحیح است چون مارها از فرومون در این موضوع برای جفت‌یابی استفاده می‌کنند ولی اگر موفق نشوند، برخی بکرزایی می‌کنند. **ج)** نوعی از این جانداران دارای **بقایای پا** (نه خود پا) در لگن هستند (اندام وستیجیال) ولی قسمت دوم صحیح است. **د)** بعضی از این جانداران دارای گیرنده‌های فروسرخ هستند (مار زنگی) ولی گیرندهٔ ماوراء بنفش ویژهٔ زنبور عسل می‌باشد که با گیاهان برای گرده‌افشانی همزیستی دارد.

۲۵۶۶: ۱ کرم خاکی را در شکل می‌بینید که قدرت خودباروری، داشتن همولنف، گردش مواد باز، قلب شکمی و لنفوسیت *B* و *T* و خاطره در دفاع اختصاصی را ندارد. این جانور نرماده (دوجنسی) بوده ولی توانایی **دگر**باروری دارد یعنی زامهٔ خود را به کرم دیگر می‌دهد و زامهٔ کرم دیگر را وارد بدن خود کرده تا توسط آن‌ها، تخمک‌های خود را بارور کند. این جانور گردش خون بسته و مویرگ خونی دارد.

نکته

- در مورد کرم‌های حلقوی مثل کرم خاکی، **لقاح دو طرفی** انجام می‌شود به این صورت که دو کرم خاکی به صورت برعکس در کنار هم قرار می‌گیرند و زامه‌های هرکدام سبب بارور شدن تخمک دیگری می‌شود.(در کرم خاکی برخلاف کرم پهن وجود دو والد الزامی است.)
- در این حالت نیز هر والد هر دو دستگاه تولیدمثل نر و ماده را دارد ولی قادر به خودباروری نیست. در این لقاح زامه از هر والد خارج شده و تخمک در هر والد (توسط زامهٔ جانور دیگر) بارور می‌شود. در این دو کرم خاکی که اسپرم‌های خود را به هم منتقل کرده‌اند، تنوع ژنتیکی در زاده‌های نسل بعد آن‌ها، یکسان می‌باشد.



۲۵۶۷: ۳ شکل مربوط به لایهٔ ژله‌ای اطراف تخم‌های **قورباغه** می‌باشد. باید هم‌زمان نر و ماده گامت‌گذاری در آب را انجام دهند. قورباغه در حالت بلوغ شش، تنفس پوستی، مثانه با بازجذب آب و قلب سه‌حفره‌ای و پمپ فشار مثبت تنفسی دارد. گزینهٔ (۱) در مورد ماهی، گزینهٔ (۲) در مورد سخت‌پوستان و گزینهٔ (۴) نادرست است چون قسمت اول در مورد لقاح داخلی ولی قسمت دوم در مورد لقاح خارجی است.

۲۵۶۸: ۱ شکل مربوط به پلاتی‌پوس است که پستانداری تخم‌گذار می‌باشد و تخم در بدن مادر نگه داشته می‌شود و چند روز مانده به تولد نوزاد تخم‌گذاری می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** چون پلاتی‌پوس تخم‌گذار است، پس اندوختهٔ غذایی تخمک زیادی دارد. **گزینهٔ (۳):** این عبارت در مورد لقاح خارجی است که در پستانداران وجود ندارد. **گزینهٔ (۴):** این عبارت در مورد کانگورو درست می‌باشد (نه پلاتی‌پوس).

۲۵۶۹: ۳ *در این سؤال دقت کنید که تولید اسپرم از اسپرماتید را نخواسته است که سریع گزینهٔ (۱) را انتخاب کردی!* در این سؤال تولید اسپرم از اولین یاختهٔ هاپلوئید یعنی از اسپرماتوسیت ثانویه را خواسته است. در این صورت ابتدا باید میوز ۲ رخ دهد که گزینهٔ (۳) در متافاز ۲ و گزینهٔ (۴) در آنافاز ۲ رخ می‌دهد.

مشخصات اسپرم ۲۹۰

ویژگی‌ها / بخش‌های اسپرم	سر	تنه	دم (تاژک)
غشا	دارد	دارد	دارد (در انتهای آن غشا وجود ندارد)
دنا	دارد (خطی)	دارد (حلقوی)	ندارد
سیتوپلاسم و آنزیم	دارد	دارد	دارد
طویل‌ترین یا قطورترین	قطورترین	هیچ‌کدام	باریک‌ترین
تشکیل شده از	هسته و آکروزوم و مقداری اندکی سیتوپلاسم	اندامک‌های سیتوپلاسمی از جمله میتوکندری‌های فراوان	یک تاژک بلند که دور آن را غشا احاطه کرده است (به‌جز بخش انتهایی آن).
نکات	تنها بخشی از اسپرم که در لقاح شرکت می‌کند، سر آن است.	با انرژی خود به‌طور غیرمستقیم باعث حرکت اسپرم می‌شود.	با زنش خود موجب حرکت اسپرم می‌شود.

۲۵۷۰ (۴) منظور یاخته‌های اسپرماتوگونی یا زامه‌زاست که در خارجی‌ترین قسمت دیوارهٔ لولهٔ اسپرم‌ساز بوده و به یاخته‌های بینابینی در بین دو لوله نزدیک‌ترند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در دیوارهٔ لولهٔ اسپرم‌ساز، سرتولی بزرگ‌ترین یاخته است. **گزینهٔ (۲):** از اسپرماتوگونی یا اسپرماتید به هم متصل‌اند. **گزینهٔ (۴):** از میتوز هر اسپرماتوگونی، یک اسپرماتوگونی جایگزین و یک اسپرماتوسیت اولیه ایجاد می‌شود.

۲۵۷۱ (۲) همهٔ موارد نادرست هستند.

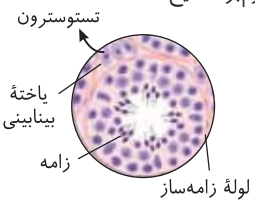
بررسی موارد (الف) اسپرم و اسپرماتید یک مجموعهٔ تک‌کروماتیدی دارند که اسپرم حاصل از تمایز اسپرماتید است. (ب) اسپرماتوگونی و اسپرماتوسیت اولیه منظور است که در مرحلهٔ G_1 ، دارای یک جفت سانتریول هستند. (ج) اسپرماتید که از میوز ۲ ایجاد می‌شود ابتدا تاژک ندارد. (د) یاختهٔ در حال میوز ۲ در مرحلهٔ آنافاز ۲ هم دو مجموعه کروموزوم تک‌کروماتیدی دارد.

۲۵۷۲ (۳) تستوسترون در مردان سبب صفات ثانویهٔ جنسی می‌شود که در زنان از قشر غدد فوق‌کلیه ترشح می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** FSH سبب تحریک سرتولی می‌شود ولی فعالیت ترشحی جسم زرد با LH است. **گزینهٔ (۲):** LH باعث تحریک یاختهٔ بینابینی می‌شود ولی FSH در زنان سبب تقسیم فولیکول می‌شود. **گزینهٔ (۴):** تستوسترون در مردان باعث رشد اندام جنسی می‌شود که در زنان از غدد فوق‌کلیه در بالای پانکراس و کلیه‌ها ترشح می‌شود.

۲۵۷۳ (۳) بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** طبق متن کتاب در مورد کیسهٔ بیضه و تنظیم‌های آن برای اسپرم‌سازی صحیح است. **گزینهٔ (۲):** در مورد اپیدیدیم صحیح است. **گزینهٔ (۳):** عبارت، مثانه را معرفی می‌کند که قسمتی از دستگاه دفع ادرار است (نه تولیدمثلی). **گزینهٔ (۴):** در مورد مجرای اسپرم‌بر صحیح است.

۲۵۷۴ (۱) سؤال در مورد یاخته‌های بینابینی در بیضهٔ مردان در بین لوله‌های اسپرم‌ساز است.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱): درست.** با توجه به شکل یاختهٔ بینابینی هستهٔ گرد مرکزی و سیتوپلاسم زیاد دارد ولی بیشتر حجم زامه‌زا را هسته در بر گرفته است. **گزینهٔ (۲):** نادرست. هم بینابینی و هم اسپرماتوسیت اولیه و اسپرماتوگونی، دیپلوئید هستند. **گزینهٔ (۳):** نادرست. یاختهٔ بینابینی با ترشح تستوسترون در تحریک زامه‌زایی نقش دارد (همانند سرتولی غذادهنده). **گزینهٔ (۴):** نادرست. هستهٔ فشرده ویژهٔ اسپرماتید و اسپرم است.

۲۵۷۵ (۴) مایع منی از مجموع ترشحات غدد پیازی میزراهی و پروستات به میزراه و غدد وزیکول سمینال به اسپرم‌بر ایجاد می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** غدد پیازی میزراهی به میزراه مواد خود را وارد می‌کنند (نه اسپرم‌بر). **گزینهٔ (۲):** غدد وزیکول سمینال، مواد قندی خود را به مجرای اسپرم‌بر وارد می‌کنند (نه میزراه). **گزینهٔ (۳):** تأمین انرژی وظیفهٔ وزیکول سمینال است (نه غدد پیازی میزراهی!).

۲۵۷۶ (۴) بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** فقط در مورد اسپرماتید صحیح است. **گزینهٔ (۲):** در مورد اسپرماتید که خودش هستهٔ فشرده دارد، نادرست است. **گزینهٔ (۳):** سرتولی در فرایند زامه‌زایی تقسیم نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** در مورد اسپرماتوسیت ثانویه حاصل از میوز ۱ است که برای ورود به میوز ۲ باید ابتدا سانتریول‌های خود را مضاعف کند.

۲۵۷۷ (۱) بررسی موارد (الف) در مورد اسپرماتوسیت ثانویه صحیح است. (ب) در مورد اسپرماتوگونی صحیح است. (ج) در مورد اسپرماتوسیت اولیه صحیح است. (د) در مورد اسپرماتوسیت ثانویه صحیح است. (هـ) این عبارت در مردان نادرست است و فقط در مورد اووگونی زنان صحیح است. (و) اسپرم در مجرای لوله تولید می‌شود ولی فقط یک جفت سانتریول دارد.

۲۵۷۸ (۴) بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** براساس متن کتاب، **گاهی** موارد این جانوران به تنهایی تولیدمثل از نوع بکرزایی می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** زاده‌های حاصل از بکرزایی زنبور عسل، همواره نر هستند. **گزینهٔ (۳):** طی میوز، تنها نیمی از کروموزوم‌های والد خود را به ارث می‌برد. **گزینهٔ (۴):** از ترکیب ژن‌های یکسان تخمک دو برابر شده ایجاد می‌شود.

۲۵۷۹ (۳) غدد وزیکول سمینال، پروستات و پیازی میزراهی‌ها منظور سؤال هستند. موارد (الف) و (د) صحیح می‌باشند.

بررسی موارد (الف) **درست.** در رابطه با دو غدهٔ پیازی میزراهی درست است. (ب) نادرست. فقط یک پروستات است که اسپرم از آن می‌گذرد. (ج) نادرست. بندارهٔ داخلی میزراه در محل اتصال با مثانه است که فقط ادرار را عبور می‌دهد. *برآمدگی میزراه را با بندارهٔ آن اشتباه نگیرید!* (د) **درست.** در مورد دو غدهٔ وزیکول سمینال صحیح است.

۲۵۸۰ (۱) بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** برخی پادتن‌ها از جفت عبور می‌کنند و سبب ایمنی غیرفعال در نوزاد می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** چون هر دو از رودهٔ مادر یا از سرخرگ رحمی مادر آمده‌اند. **گزینهٔ (۳):** طبق شکل کتاب صحیح است. **گزینهٔ (۴):** طبق شکل کتاب مشخص است که دو سیاهرگ قسمت خارجی جفت در بخش جنینی، سبب ایجاد سیاهرگ بندناف می‌شوند.

۲۵۸۱ (۲) موارد (الف) و (ج) صحیح هستند.

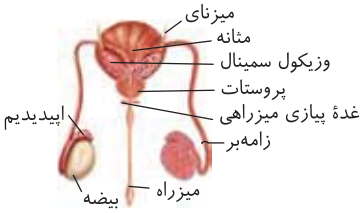
بررسی موارد (الف) **درست.** در مورد مورولا است که حجم آن به اندازهٔ تخم اولیه است چون رشد تقریباً ندارد. (ب) نادرست. منظور بلاستوسیست است که درون رحم ایجاد می‌شود (نه لولهٔ رحم). (ج) **درست.** منظور تودهٔ حاصل از لقاح اسپرم و جسم‌قطبی است که از بدن دفع می‌شود. (د) نادرست. منظور تودهٔ بی‌شکل و یا بلاستوسیست است که اولی هیچ‌گاه جایگزین نمی‌شود.

۲۵۸۲ (۱) موارد (ب)، (ج) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) در مورد خزندگانی مثل لاک‌پشت این طور نیست. (ب) در مورد تخم‌گذاران صحیح است. راستی در اسبک‌ماهی نوزاد متولد می‌شود و تخم‌گذار نیست. (ج) طبق متن کتاب صحیح است. (د) *بله در غیر این صورت علت تخم‌گذاری چیست؟*

۲۵۸۳ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** همهٔ این جانوران رقص عروسی انجام نمی‌دهند. این ویژهٔ برخی ماهی‌هاست. **گزینهٔ (۲):** طبق متن کتاب صحیح است. **گزینهٔ (۳):** این مورد مربوط به جانوران تخم‌گذار است. **گزینهٔ (۴):** هر تخمک، یک لایهٔ ژله‌ای دارد.

۲۵۸۴ (۳) موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند.



بررسی موارد (الف) درست. طبق شکل صحیح است. (ب) **نادرست.** هر مجرای اسپرم‌بر درون غدهٔ پروستات با میزراه یکی می‌شود (نه پس از عبور). (ج) **نادرست.** اسپرم‌بر از اپیدیدیم پیچ خورده خارج بیضه، اسپرم‌ها را دریافت می‌کند (نه خارج کیسهٔ بیضه). (د) **نادرست.** هر مجرای اسپرم‌بر، ترشحات قندی یک غدهٔ وزیکول سمینال را دریافت می‌کند (نه غدد).

۲۵۸۵ (۲) تخمدان کرم پهن در مرکز بدن قرار دارد نه در یکی از دو انتها ولی قسمت دوم با کرم خاکی مشترک است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** قسمت اول طبق شکل صحیح است و دقت کنید که چون این جانوران میوز می‌کنند، پس احتمال تولید زاده‌های متنوع از آن‌ها وجود دارد. **گزینهٔ (۳):** با توجه به شکل قسمت اول صحیح است و قسمت دوم هم مشترک با کرم خاکی است. **گزینهٔ (۴):** با توجه به شکل انشعابات بیضه‌ها برخلاف رحم و تخمدان علاوه‌بر بین دو طناب عصبی، در دو طرف هر طناب هم وجود دارد ولی قسمت دوم مشترک با کرم خاکی است چون لقاح داخلی دارند.

۲۵۸۶ (۴) منظور سؤال لقاح داخلی است.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۲):** دربارهٔ اسبک‌ماهی نادرست است. **گزینهٔ (۳):** دربارهٔ انسان نادرست است! چون ۳۶ ساعت زمان تا اولین تقسیم تخم لازم است. **گزینهٔ (۴):** متن کتاب است که هر تخمکی حاوی کمی یا زیادی اندوختهٔ غذایی می‌باشد.

۲۵۸۷ (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** طبق شکل کتاب صحیح است و از اسپرماتوگونی تا اسپرم، مقدار سیتوپلاسم و حجم یاخته کم می‌شود. **گزینهٔ (۲):** اسپرم‌ها از هم جدا هستند. **گزینهٔ (۳):** فقط اسپرماتوگونی اگر تقسیم شود دو نوع یاختهٔ مختلف اسپرماتوگونی و اسپرماتوسیت اولی می‌سازد. ولی سؤال در مورد میوز به بعد است. **گزینهٔ (۴):** اسپرماتید هم می‌تواند تاژک‌دار با هستهٔ فشرده باشد. طبق شکل کتاب در اسپرماتید هم آکروزوم دور هستهٔ فشرده وجود دارد.

۲۵۸۸ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** چنین اووسیتی وجود ندارد. اووسیت‌ها همواره کروموزوم مضاعف دارند. **گزینهٔ (۲):** لزوماً هر اووسیت اولیه تقسیم نمی‌شود. **گزینهٔ (۳):** در مورد اوسیت اولیه و ثانویه که یاخته‌های فولیکولی در اطراف آن‌هاست، صحیح است. **گزینهٔ (۴):** لزوماً هر اووسیتی تقسیم خود را تکمیل نمی‌کند.

۲۵۸۹ (۴) فقط مورد (ج)صحیح است. سؤال در مورد مقایسهٔ کوریون و آمینون می‌باشد.

بررسی موارد (الف) نادرست. هر دو پرده در این فعالیت مؤثرند. (ب) نادرست. هیچ‌کدام از سه لایهٔ زایندهٔ جنینی تشکیل نمی‌شوند. (ج) **درست.** هر دو پرده در محافظت و تغذیه مؤثرند. (د) نادرست. تا پایان بارداری نه بلکه تا مدتی.

۲۵۹۰ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** اگر لقاح صورت نگیرد، به تدریج جسم زرد تحلیل می‌رود و ترشح هورمون‌های آن کم می‌شود. **گزینهٔ (۲):** خود هورمون هیپوفیزی LH منظور است و از طرفی ترشحات آن‌ها افزایش می‌یابد (نه آغاز!). **گزینهٔ (۳):** دقت کنید که اولین تقسیم میتوز تخم ۳۶ ساعت پس از لقاح یعنی روز دوم لقاح آغاز می‌شود. **گزینهٔ (۴):** تعداد سرخرگ نسبت به سیاهرگ بیشتر است.

۲۵۹۱ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** تحلیل جسم زرد از اواخر دورهٔ جنسی (روز ۲۱) آغاز می‌شود اما مورد اول مربوط به دوران قاعدگی می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** مورد اول مربوط به نیمهٔ دورهٔ جنسی (روز ۱۴) و مورد دوم مربوط به نیمهٔ **دوم** دورهٔ جنسی (روز ۲۶) می‌باشد. **گزینهٔ (۳):** در مورد روز ۵ تا ۷ دورهٔ جنسی کاملاً صحیح است و یک آزادکننده برای هر دو محرک جنسی ترشح می‌شود. **گزینهٔ (۴):** مورد اول مربوط به نیمهٔ دوم دورهٔ جنسی و فعالیت جسم زرد است و مورد دوم مربوط به آخر نیمهٔ اول دورهٔ جنسی در روزهای تخمک‌گذاری می‌باشد.

۲۵۹۲ (۴) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** تخمدان بین **رحم** و بیضه‌ها قرار دارد. **گزینهٔ (۲):** تخمک را ماده به ماهی نر وارد می‌کند (نه یاختهٔ تخم را!). **گزینهٔ (۳):** براساس متن کتاب درسی در مورد اندوختهٔ غذایی زیاد تخم‌گذاران نادرست است. **گزینهٔ (۴):** در ارتباط با لقاح خارجی صحیح است.

۲۵۹۳ (۳) منظور دو هورمون اکسی‌توسین و پرولاکتین است.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** اکسی‌توسین در یاخته‌های ماهیچه‌ای گیرنده دارد ولی پرولاکتین در غدد برون‌ریز شیری پستان برای تولید شیر گیرنده دارد. (ب) درست. در مورد هیپوفیز که در مغز است و آن‌ها را ترشح می‌کند صحیح است. (ج) **نادرست.** در ارتباط با پرولاکتین نادرست است چون پس از تولد نوزاد فعالیت شیرسازی آغاز می‌شود. (د) درست. در زایمان و شیردهی این دو هورمون با بازخورد مثبت زیاد می‌شوند.

۲۵۹۴ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** شاید لقاح نداده باشد و اصلاً اسپرمی وارد نشود! **گزینهٔ (۲):** اووسیتی که به رحم رسیده است، لقاح نداده است و با قاعدگی بعدی خارج می‌شود! **گزینهٔ (۳):** می‌توان اووسیت ثانویه را درون غدد جنسی تخمدان مشاهده کرد که میوز ۱ آن را ایجاد کرده است. **گزینهٔ (۴):** اووسیتی که به واژن رسیده است لقاح نداده است و در حال خروج از بدن در طی قاعدگی است.

۲۵۹۵ (۱) اساس تولیدمثل جنسی و حرکت در همهٔ جانوران یکسان است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در رابطه با کرم خاکی نادرست است، چون هر کرم، اسپرم خود را به کرم مجاور می‌دهد. **گزینهٔ (۲):** در ارتباط با لقاح خارجی صحیح است، چون جنینی در بدن ایجاد نمی‌شود. **گزینهٔ (۳):** کانگورو، نوزاد نارس متولد می‌کند و غدد شیری با رحم ابتدایی دارد. **گزینهٔ (۴):** *بکرزایی که لقاح نداره آخه! و اگر هم خواست با روش عادی لقاح کنه در بدن ماده صورت می‌گیره!*

۲۵۹۶ (۴) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) منظور زنبور ملکه است که زادهٔ نر آن توانایی میوز و تتراد ندارد. (طی بکرزایی فقط زنبور نر ایجاد می‌شود.) (ب) زنبور نر و ماده (ملکه) لقاح می‌کنند ولی زنبور مادهٔ کارگر حاصل از آن‌ها توانایی میوز ندارد و عقیم است. (ج) منظور زنبور نر حاصل از تقسیم تخمک‌هاست. زنبور نر هاپلوئید است و گامت‌های خود را با میتوز ایجاد می‌کند و تنوع آن فقط در پی جهش ایجاد می‌شود. (د) فقط زنبور ملکه توانایی لقاح و بکرزایی را دارد.

۲۵۹۷ (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** به علت دریافت فروکتوز و افزایش تنفس یاخته‌ای و ATPزایی صحیح است. **گزینهٔ (۲):** میزراه با وزیکول سیمنال ارتباطی ندارد. **گزینهٔ (۳):** مجرای اسپرم‌بر با غدهٔ پیازی میزراهی ارتباطی ندارد. **گزینهٔ (۴):** *اسپرم قبل از ورود به اپیدیدیم دارای دمی بی‌بفار و غیرفعال است. میار تو اپیدیدیم که شارژ بشه و متحرک!*

۲۵۹۸ (۱) منظور فقط اووسیت ثانویه است چون اووسیت‌های اولیه در دوران جنینی ساخته شده‌اند. موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) و (ب) **درست.** همهٔ اووسیت‌های ثانویه هاپلوئیدند و یک مجموعه کروموزوم و کروموزوم مضاعف دارند. (ج) **درست.** براساس شکل کتاب صحیح است. (د) رحم زوائد انگشت‌مانند ندارد. *این را با لولهٔ رحم اشتباه نگیرید.*

۲۵۹۹ (۲) فقط مورد (الف) درست است.

بررسی موارد (الف) **درست.** براساس هاپلوئیدی بودن و شکل کتاب کاملاً صحیح است. (ب) نادرست. هردو فاقد تقسیم هسته هستند ولی در لولهٔ اسپرم‌ساز ایجاد می‌شوند. (ج) نادرست. تاژک هر دو می‌تواند مطابق شکل کتاب در مجرای لولهٔ اسپرم‌ساز باشد. (د) نادرست. تعداد سانتریول‌های برابری معادل یک جفت دارند.

۲۶۰۰ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** درست. هردو محصول میوز ۲ هستند و ۲۳ مولکول دنا و ۴۶ رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی دارند. **گزینهٔ (۲):** درست. اولی دیپلوئید و ۴۶ کروموزوم و سانترومر دارد ولی دومی هاپلوئید است و ۲۳ کروموزوم و سانترومر دارد. **گزینهٔ (۳): نادرست.** سرتولی دیپلوئید دو برابر اسپرماتید هاپلوئید، کروماتید دارد. **گزینهٔ (۴):** درست. واضح است که اولی xy و دومی xx است.

۲۶۰۱ (۲) فقط مورد (و) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. قسمت اول در ماه دوم و قسمت دوم در ماه اول رخ می‌دهد. (ب) نادرست. در اواخر دوران جنینی این ژن‌ها، بیشتر رونویسی می‌شوند. (ج) نادرست. کراسینگ‌اور را در دوران جنینی جنس مؤنث می‌توان دید. (د) نادرست. کتاب در فصل ۴ دهم، کبد، طحال و مغز استخوان را مثالی از اندام‌های گویچهٔ قرمزساز معرفی کرده است. (ه) نادرست. چون سرعت تقسیم در ابتدای دورهٔ جنینی زیاد است، پس تعداد نقاط شروع همانندسازی هم بیشتر است. (و) **درست.** اریتروپویتین در کبد و کلیه‌ها تولید می‌شود که به ترتیب مویرگ‌های ناپیوسته و منفذدار دارند.

۲۶۰۲ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** این مورد در ارتباط با یاخته‌های فولیکولی نادرست است. **گزینهٔ (۲):** متن کتاب درسی است. **گزینهٔ (۳):** حدود ۳۶ ساعت تقسیم رخ نمی‌دهد. **گزینهٔ (۴):** این مورد در ارتباط با یاخته‌های فولیکولی نادرست است.

۲۶۰۳ (۴) منظور سؤال اولین میتوزهای تخم است که در لولهٔ رحم ایجاد می‌شود. این یاخته‌ها در کنار دو جسم‌قطبی هاپلوئید قرار می‌گیرند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تخم قبلاً در لولهٔ رحم ایجاد شده است. **گزینهٔ (۲):** زوائد انگشتی لولهٔ رحم، سبب ورود اووسیت به لولهٔ رحم می‌شود ولی حرکت تخم و یاخته‌های حاصل از آن با مژک‌ها و انقباضات لولهٔ رحم است. **گزینهٔ (۳):** جدار لقاحی وقتی پاره می‌شود که بلاستوسیست در رحم ایجاد شده باشد.

۲۶۰۴ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** ممکن است در برخی ماه‌ها هر دو تخمدان فعال باشند و بیش از یک فولیکول در حال رشد باشند. **گزینهٔ (۲):** اسپرم‌ها به هم متصل نیستند. **گزینهٔ (۳):** در میوز اول و دوم تقسیم نامساوی سیتوپلاسم ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در لوله‌های اسپرم‌ساز این تمایزها انجام می‌شود (نه اپیدیدیم).

۲۶۰۵ (۱) فقط مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. تروفوبلاست اطراف تودهٔ درونی، موجب جایگزینی بلاستوسیست می‌شود. (ب) نادرست. کوریون هورمون HCG می‌سازد (نه بلاستوسیست). (ج) **درست.** با توجه به شکل کتاب حفره‌ای در بین یاخته‌های آن ایجاد می‌شود و سپس بعد از جایگزینی سه‌لایهٔ زاینده ایجاد می‌شود. (د) نادرست. بلاستوسیست از سمت تودهٔ درونی خود به لایهٔ داخلی رحم متصل شده تا جایگزین شود.

۲۶۰۶ (۲) منظور سؤال اووسیت اولیه و ثانویه هستند که هر کدام یک جسم‌قطبی ایجاد می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** این دو یاخته عدد کروموزومی متفاوت دارند. **گزینهٔ (۲):** در هر دو تخمدان ایجاد می‌شوند و به ترتیب ۴۶ و ۲۳ سانترومر دارند. **گزینهٔ (۳):** تعداد فام‌تن‌های آن‌ها ۴۶ و ۲۳ با هم متفاوت است. **گزینهٔ (۴):** تعداد کروماتید در اووسیت اولیه ۹۲ و در اووسیت ثانویه ۴۶ می‌باشد.

۲۶۰۷ (۲) منظور اووسیت ثانویه است چون اووسیت اولیه در دوران جنینی ایجاد می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اووسیت‌های اولیه در دوران جنینی تولید شده‌اند نه در شروع دورهٔ جنسی! **گزینهٔ (۲):** اووسیت ثانویه در پی آنافاز ۱ و جدا شدن کروموزوم‌های مضاعف ایجاد می‌شود. **گزینه‌های (۳) و (۴):** اووسیت ثانویه فقط اگر با اسپرم برخورد کند، تقسیم می‌شود.

۲۶۰۸ (۱) موارد (الف) و (ب) صحیح می‌باشند.

بررسی موارد (الف) **درست.** متن کتاب است. (ب) **درست.** هر قسمت جنین از سه لایهٔ زاینده تشکیل می‌شود. (ج) نادرست. در سه‌ماههٔ دوم و سوم اندام‌ها. شروع به عمل می‌کنند. *(با نمو آن‌ها اشتباه نگیرید)* (د) نادرست. ضربان قلب هفتهٔ چهارم آغاز می‌شود ولی در این هفته اندام‌های اصلی بدن، **شروع** به تشکیل می‌کنند.

۲۶۰۹ (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در رابطه با زنبور کارگر دیپلوئید از نر هاپلوئید و ملکهٔ دیپلوئید صحیح است. **گزینهٔ (۲):** گامت زنبور نر، یک مجموعهٔ کروموزومی دارد. **گزینهٔ (۳):** زنبور کارگر گامت تولید نمی‌کند ولی دیپلوئید است. **گزینهٔ (۴):** لزوماً هر زنبوری تولیدمثل نمی‌کند! مثلاً کارگرها عقیم هستند.

۲۶۱۰ (۴) منظور یاخته‌های سرتولی در دیوارهٔ لولهٔ اسپرم‌ساز می‌باشد. موارد (الف)، (ب) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** در مردان FSH و سرتولی با هم رابطهٔ بازخوردی ندارند و سرتولی هورمونی ترشح نمی‌کند. (ب) **درست.** سرتولی فقط طبق متن کتاب، بیگانه‌خواری باکتری‌ها را انجام می‌دهد. می‌دانید که پروتئین مکمل هم می‌تواند سبب ایجاد منفذ و حلقه و نابودی باکتری‌ها شود تا آمادهٔ بیگانه‌خواری شوند. (ج) نادرست. یاخته‌های سرتولی هورمون ترشح نمی‌کنند. (د) **درست.** سرتولی در تمام مراحل اسپرم‌زایی نقش ایفا می‌کند.

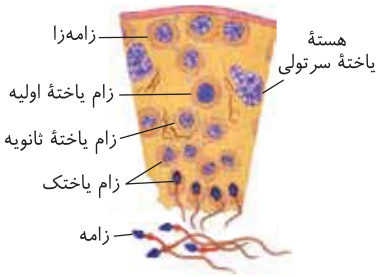
۲۶۱۱ **۴** در دستگاه تولیدمثلی یک زن، در نیمهٔ اول دورهٔ جنسی یاخته‌های فولیکولی به ترشح هورمون **استروژن** می‌پردازند. تمامی این یاخته‌ها (نه فقط بعضی از آن‌ها) تحت کنترل هورمون *FSH* هیپوفیز قرار دارند. *(دقت کنید که سؤال در مورد دستگاه تولیدمثل است و نیازی ندارید به غدد فوق کلیه فکر کنیدا)*

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اسپرم، تخمک و جسم‌قطبی در دستگاه تولید مثلی یک زن توانایی لقاح دارند. فقط تخمک و جسم‌قطبی داخل لولهٔ رحمی ساخته می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** اووسیت ثانویه و جسم‌قطبی به همراه گروهی از یاخته‌های **فولیکولی** در روز چهاردهم دورهٔ جنسی به لولهٔ رحمی وارد می‌شوند. فقط ساخته شدن در تقسیم میوز دو مرحله‌ای ویژگی اووسیت ثانویه و جسم‌قطبی است. **گزینهٔ (۳):** اسپرم‌ها و یاختهٔ تخم (و یاخته‌های حاصل از آن!) کروموزوم‌های متفاوت با کروموزوم مادری دارند. فقط اسپرم توانایی حرکت کردن به سمت تخمک را دارد.

۲۶۱۲ **۳** منظور سوال فاصلهٔ بین مراحل متافاز ۱ و متافاز ۲ در تقسیم میوز است. دقت کنید قرارگیری کروموزوم‌های یاخته بر روی یک خط، در مرحلهٔ متافاز ۲ و جدا شدن این کروموزوم‌ها، در مرحلهٔ **آنافاز ۲** رخ می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مراحل آنافاز ۱ و پروفاز ۲، گروهی از رشته‌های دوک از کنار هم می‌گذرند. **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ تلوفاز ۱، پوشش فسفولیپیدی غشایی اطراف کروموزوم‌ها تشکیل شده و هسته‌ها مجدداً شکل می‌گیرند. **گزینهٔ (۴):** در بین تقسیم میوز ۱ و میوز ۲، باید سانتریول‌های هر یک یاختهٔ حاصل از تقسیم، همانندسازی کنند.

۲۶۱۳ **۱** مطابق شکل، اسپرم‌ها و گروهی از اسپرماتیدها، هستهٔ فشرده دارند. تغذیه و پشتیبانی این یاخته‌ها برعهدهٔ یاخته‌های **سرتولی** می‌باشد.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** گروهی از اسپرماتیدها هم تاژک دارند، اما در اپیدیدیم (پیچ‌خوردهٔ طویل) مستقر نمی‌شوند! **گزینهٔ (۳):** یاخته‌های اسپرماتوگونی، اسپرماتوسیت اولیه، ثانویه و اسپرماتید از تقسیم یاخته‌های قبلی خود به‌وجود می‌آیند. دو مورد آخر کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی دارند. **گزینهٔ (۴):** تمامی یاخته‌های لوله به‌جز یاخته‌های تمایز یافتهٔ نهایی به هم متصل‌اند. مشابه این سوال در سال‌های ۹۸ و ۱۴۰۰ هم مطرح شده است.

۲۶۱۴ **۱** همهٔ موارد صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) مجاری اپیدیدیم و اسپرم‌بر طویل هستند که اسپرم متحرک در هر دوی آن‌ها دیده می‌شود. (ب) مجاری اسپرم‌ساز و اپیدیدیم، پرپیچ‌وخم هستند که فقط درون کیسهٔ بیضه قرار دارند. (ج) مجاری اسپرم‌بر و میزراه بدون پیچ‌خوردگی هستند که در هر دو اسپرم عبور، متحرک است. (د) مجاری اسپرم‌ساز، اپیدیدیم و ابتدای اسپرم‌بر در کیسهٔ بیضه قرار دارند ولی گیرندهٔ هورمون *LH* در یاخته‌های بینابینی بین لوله‌های اسپرم‌ساز است.

نکته

در دستگاه تولیدمثل مرد
- لولهٔ پرپیچ و خم ← پرپیچ و خم = لوله‌های اسپرم‌ساز درون بیضه‌ها
- مجرای طویل
  - پیچیدهٔ طویل ← اپیدیدیم روی بیضه‌ها
  - طویل بدون پیچ‌خورده ← اسپرم‌بر (از کیسهٔ بیضه به شکم می‌رود.)
- میزراه
  - مجرای بدون پیچ‌خوردگی با دو بنداره در دو انتهای خود
  - هم ادرار و هم اسپرم را عبور می‌دهد.

تولیدمثل نهان‌دانگان

۲۶۱۵ (۴) با توجه به جدول همهٔ موارد صحیح هستند.

توجه گامت نر یا اسپرم خزه برحسب کتاب درسی تاژک‌دار است و وسیلهٔ حرکتی دارد و برای لقاح به آب محیط نیاز دارد.

۲۶۱۶ (۴) انسان در روش‌های بخش‌های غیرتخصص‌یافته برای قلمه زدن، پیوند زدن، خوابانیدن و کشت بافت مؤثر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. روش خوابانیدن مدنظر است که در انتها گیاه را از مادر جدا می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** نادرست. منظور پیاز است که ساقه رشد افقی ندارد. **گزینهٔ (۳):** نادرست. منظور روش‌های قلمه زدن و کشت‌بافت است که در قلمه زدن فقط مریستم کافی است (مثل جوانه). **گزینهٔ (۴):** **درست.** در مورد شکل ساقهٔ روندهٔ توت‌فرنگی صحیح است.

۲۹۱ گروه‌بندی گیاهان

گیاهان	بدون گل			گل‌دار
	بدون دانه	دانه‌دارها		
	خزه‌ها	سرخس‌ها	بازدانگان	تک‌لپه‌ای‌ها / دولپه‌ای‌ها / نهان‌دانگان
	بدون آوند	آونددار		

- تولیدمثل غیرجنسی
  - توسط انسان
    - قلمه زدن
    - پیوند زدن
    - خوابانیدن
    - فن کشت‌بافت
  - توسط خود گیاه
    - توسط ریشه (درخت آلبالو)
    - توسط ساقه
      - ریزوم: زنبق
      - غده: سیب‌زمینی
      - پیاز: پیاز و لالهٔ نرگس
      - ساقهٔ رونده: توت‌فرنگی
    - توسط برگ ← کتاب مثال نگفته است!

۲۶۱۷ (۱) در روش خوابانیدن ساقه که در گیاهان تک‌لپه دارای آوندهای پراکنده است، گیاه جدید تا وقتی که از گیاه مادر جدا نشده است، متصل به آن در درون خاک رشد می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در روش خوابانیدن در محل گره، ریشهٔ جدید ایجاد می‌شود (نه فاصلهٔ بین دو گره). **گزینهٔ (۳):** این روش اشاره به پیوند زدن دارد که باید توجه نمود که در پیوند زدن جوانهٔ گیاه مطلوب روی گیاه مقاوم قرار می‌گیرد (نه برعکس). **گزینهٔ (۴):** در قلمه زدن با قرار دادن قسمت‌هایی از **ساقهٔ** جوانه‌دار دارای گره درون آب فقط از محل گره‌ها گیاه جدید ایجاد می‌شود (نه ریشه!).

۲۹۲ تکثیر یا بخش‌های روشی تخصص‌نیافته

روش تکثیر	قلمه زدن	تکثیر گیاه به واسطهٔ قراردادن قطعه‌هایی از ساقه در آب یا خاک
	پیوند زدن	قطعه‌ای از گیاه به نام پیوندک روی تنهٔ گیاه پایه، پیوند زده می‌شود.
	پایه	گیاه پایه با ویژگی‌هایی مثل مقاومت به بیماری‌ها و سازگاری با خشکی و شوری
	پیوندک	جوانه یا شاخهٔ گیاهی با ویژگی‌هایی نظیر میوهٔ مطلوب
	خوابانیدن	پوشاندن بخشی از ساقه یا شاخه دارای گره در خاک و ایجاد ریشه و ساقه برگ‌دار از محل گره و ایجاد پایهٔ جدید با جدا کردن ریشه و ساقهٔ برگ‌دار از گیاه مادر

۲۶۱۸ (۲) موارد (ج) و (د) صحیح می‌باشند. (منظور سوال روش پیوندزدن می‌باشد که دو گونهٔ مختلف استفاده می‌شود.)

بررسی موارد (الف) نادرست. گیاه حاصل برخی از ویژگی‌های گیاه پایه مانند مقاومت به خشکی، بیماری یا شوری را دارد. نمی‌توان گفت قطعاً گیاه حاصل به خشکی مقاوم است. (ب) نادرست. پیوندک برخی از ویژگی‌های مطلوب مانند میوهٔ خوب را دارد و گیاه پایه برخی از ویژگی‌ها مانند مقاومت به بیماری را دارد که هر دو دارای ویژگی مطلوب می‌باشند. (ج) **درست.** گیاه حاصل برخی ویژگی‌ها را از پیوندک و برخی ویژگی‌ها را از گیاه پایه دریافت می‌کند. (د) **درست.** مطابق با شکل کتاب درسی می‌توان ایجاد همهٔ اندام‌های گیاهی را از قسمت پیوندک مشاهده کرد.

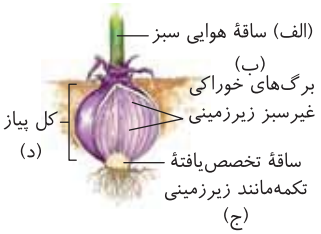
۲۶۱۹ (۲) زمین‌ساقه و ساقهٔ رونده، انواعی از ساقه‌های تخصص‌یافته برای تولیدمثل غیرجنسی می‌باشند که به صورت **افقی** به ترتیب در زیر و روی خاک رشد می‌نمایند. با توجه به شکل ۳ صفحهٔ ۱۲۲، در هر دو نوع این ساقه‌ها، به موازات رشد افقی ساقه، پایه‌های جدیدی در محل جوانه‌های ساقه تشکیل می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در تکثیر رویشی با کمک **قلمه زدن** از هورمون اکسین استفاده می‌شود. در این روش قطعه‌ای از ساقه در **داخل آب یا خاک** قرار می‌گیرد (پس قطعاً در خاک نیست!). **گزینهٔ (۲):** در تکثیر رویشی با کمک پیوند زدن، دو گیاه مختلف به عنوان پیوندک و پایه مورد استفاده قرار می‌گیرند. گیاه پایه، بسته به شرایط رشد در محیط می‌تواند مقاوم به بیماری، خشکی، **شوری** یا ... باشد بنابراین لزوماً به خشکی مقاوم نیست و می‌تواند ویژگی‌های دیگری نیز داشته باشد. **گزینهٔ (۴):** در ساقه‌های تخصص‌یافتهٔ پیاز و سیب‌زمینی، بخش خوراکی گیاه در زیر خاک قرار می‌گیرد. ساقهٔ کوتاه و تکمه‌مانند تنها متعلق به **پیاز** می‌باشد.

موارد مقایسه	محل انجام	از چه قسمت‌هایی از گیاه استفاده می‌شود؟	نقش انسان	چه قسمت‌هایی تشکیل می‌شود؟			ساختار تخصص‌یافته تولیدمثل جوانه ریشه	نکات تکمیلی
				ریشه	ساقه	برگ		
درخت آلبالو	خاک	جوانه‌های روی **ریشهٔ** درخت آلبالو	−	+	+	+	−	گیاهی دولپه با گل کامل
قلمه زدن	آب و خاک	قطعه‌ای از ساقه که مریستم‌دار باشد.	+	+	+	+	−	هورمون اکسین در ریشه‌زایی آن مؤثر است.
پیوند زدن	هوا	قطعاتی مریستم‌دار مثل جوانه یا شاخه	+	−	+	+	−	بین دو گونهٔ مختلف است .
خوابانیدن	خاک	بخشی از ساقه یا شاخهٔ دارای گره	+	+	+	+	−	از گره زیرزمین یک گیاه ایجاد می‌شود.
زمین‌ساقه (ریزوم)	خاک	جوانه‌های انتهایی یا جانبی ساقهٔ زیرزمینی	−	+	+	+	+	جوانهٔ جانبی و انتهایی زمینی و هوایی دارد.
غده	خاک	جوانه‌های سطح غده	−	+	+	+	+	ساقهٔ زیرزمینی قطور غده‌ای باریک دارد.
پیاز	خاک	ساقهٔ زیرزمینی کوتاه و تکمه‌مانند	−		+	+	+	از هر پیاز تعدادی پیاز کوچک و برگ زیرزمینی می‌آید.
ساقهٔ رونده	روی خاک	ساقهٔ دارای گره	−	+	+	+	+	همانند روش خوابانیدن از گره گیاه می‌آید.
کشت‌بافت	آب - محیط سترون	یاخته یا قطعه‌ای بافت گیاهی	+	+	+	+	−	باید از بافت تمایز نیافته در محیط سترون استفاده شود.

۲۶۲۰ (۳) در سیب‌زمینی دو نوع ساقه دیده می‌شود یک ساقهٔ تخصص‌یافتهٔ غده‌ای دارای ذخیرهٔ غدهٔ مغذی و ساقهٔ اصلی که در بخش هوایی توانایی فتوسنتز نیز دارد. البته ساقهٔ زیرزمینی باریک هم دارد قسمت دوم این گزینه در مورد ساقهٔ زیرزمینی زنبق است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در هر روشی که با ساقهٔ تخصص‌یافته صورت می‌گیرد، بخش‌های بیرون از خاک توانایی فتوسنتز را دارند. **گزینهٔ (۲):** در روش‌هایی که بخشی از ساقه زیر خاک قرار می‌گیرد در هر صورت ریشه ایجاد می‌شود که فاقد پوستک است. **گزینهٔ (۴):** در هر دو روش زمین ساقه و ساقهٔ رونده، قسمت تخصص‌یافته دارای جوانه‌های جانبی و انتهایی می‌باشد.



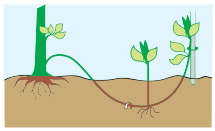
۲۶۲۱ (۴) گروهی از یاخته‌های روپوست ساقهٔ هوایی (بخش (الف)) طی تمایز به یاخته‌های نگهبان روزنه تبدیل می‌شوند که کمربند سلولزی شعاعی دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بخش (ج) خود ساقهٔ تخصص‌یافته است (نه بخشی از آن). **گزینهٔ (۲):** بخش (ب) برگ‌های خوراکی را نشان می‌دهد نه ساقهٔ تکمه‌مانند تخصص‌یافته. **گزینهٔ (۳):** از هر کدام تعدادی پیاز کوچک (پیازک) تشکیل می‌شود که هر کدام یک گیاه ایجاد می‌کند.

۲۶۲۲ (۴) با توجه به شکل‌های کتاب، ریشه در تکثیر رویشی ریزوم، پیاز و ساقهٔ رونده مستقیماً به آن‌ها متصل هستند اما در غدهٔ سیب‌زمینی اینگونه نیست. برای تکثیر سیب‌زمینی آن را به قطعه‌های جوانه‌دار (دارای مجموعه‌ای از یاخته‌های مریستمی) تقسیم می‌کنند و سپس می‌کارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** فقط در مورد زمین‌ساقه درست است. **گزینهٔ (۲):** در سیب‌زمینی، هر یک از غده‌های تشکیل شده در **سطح** آن (نه داخل) به یک گیاه جدید تبدیل می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** فقط در مورد پیاز درست است.

۲۶۲۳ (۴) هر چهار عبارت در مورد روش خوابانیدن که وجود گره لازم است صحیح می‌باشد.



بررسی موارد (الف) با توجه به متن کتاب صحیح است. (ب) با توجه به شکل و قهوه‌ای شدن این بخش زیر خاک صحیح است. (ج) با توجه به شکل صحیح است. (د) با توجه به شکل در مورد جوانهٔ انتهایی بیرون خاک که ریشه ایجاد نمی‌کند ولی شاخه و برگ می‌دهد صحیح است ولی گره و جوانهٔ کناری آن ریشه و ساقهٔ عمودی برگ‌دار ایجاد می‌کند.

۲۶۲۴ (۳) روش نشان داده شده در شکل، **زمین ساقه** است. زنبق گیاهی چند سالهٔ علفی است که در خاک باقی می‌ماند ولی اینکه گیاهی در سال اول رشد رویشی داشته و در سال دوم ساقهٔ گل‌دهنده ایجاد می‌کند ویژگی اصلی گیاه دو ساله است، از طرفی سیب‌زمینی نیز که با استفاده از غده تکثیر می‌شود اینگونه نیست.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به شکل کتاب درسی هردو روش ساقهٔ رونده و زمین ساقه، پایه‌های جدید را با استفاده از مریستم‌های نخستین خود به‌طور افقی ایجاد می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** برگ‌های دارای فتوسیستم‌های ۱ و ۲، منظور برگ های سبز دارای قدرت فتوسنتز است. در زنبق برگ‌های هوایی به ساقهٔ تخصص‌یافته متصل است ولی در پیاز اینگونه نیست. دقت کنید برگ‌های زنبق، نواری است (نه پهن). **گزینهٔ (۴):** در روش خوابانیدن، با قرار دادن بخشی از ساقهٔ دارای گره در خاک، می‌توان ریشه و ساقهٔ برگ‌دار ایجاد کرد ولی در روش زمین ساقه به جای گره، از جوانه استفاده می‌شود.

۲۶۲۵ (۴) ساقهٔ رونده روی خاک قرار دارد و اندام هوایی محسوب می‌شود که در پارانشیم آن می‌توان سبزدیسه و فتوسنتز را مشاهده کرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** غده، نوعی ساقهٔ زیرزمینی است. **گزینهٔ (۲):** پیاز علاوه‌بر ساقهٔ تکمه‌مانند شامل برگ‌های خوراکی متصل به آن نیز می‌شود. **گزینهٔ (۳):** ریشهٔ گیاه آلبالو جزء اندام‌های تخصص‌یافته برای تولیدمثل غیرجنسی است ولی جوانه‌های روی ریشهٔ آن نیز در زیر خاک قرار دارند.

۲۶۲۶ (۳) هر دو گیاه دولپه‌ای هستند (به دلیل برگ توت‌فرنگی و گلبرگ‌های آلبالو) ولی در توت‌فرنگی، از ساقه برای تولیدمثل رویشی استفاده شد که برخلاف ریشه، آوند چوبی تازه‌ای ندارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در توت‌فرنگی ساقهٔ رونده و در آلبالو ریشه به‌طور افقی رشد می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** گره تنها در ساقه یافت می‌شود (نه ریشهٔ گیاه آلبالو!). **گزینهٔ (۴):** برگ‌های کوچک محافظت‌کننده از مریستم نخستین جوانه‌های جانبی، تنها در اندام ساقه یافت می‌شوند.

۲۹۴ مقایسهٔ تک‌لپه و دولپه

موارد مقایسه	دانه	ریشه	آوند	شکل برگ	تعداد گلبرگ	ذخیره غذایی	گیاه نمونه
تک‌لپه‌ای	یک‌لپه	افشان	پراکنده	کشیده و بلند با رگبرگ موازی	۳ یا مضرب ۳	آندوسپرم	ذرت
دولپه‌ای	دولپه	راست	حلقوی	پهن با رگبرگ منشعب	۲ یا ۵ یا مضربی از این دو	لپه‌ها	لوبیا

۲۶۲۷ (۱) فقط مورد (ب) صحیح است چون مطابق شکل ۳ صفحهٔ ۱۲۲ از ساقهٔ تکمه‌مانند، ریشه‌های افشان خارج می‌شوند.

بررسی موارد (الف) در روش پیوند زدن قطعه‌ای از گیاه مانند جوانه یا **شاخه** به عنوان پیوندک مورد استفاده قرار می‌گیرد. (ج) در روش خوابانیدن ساقه در **زیر** خاک قرار داده می‌شود. (د) در گیاه لاله تولیدمثل غیرجنسی با پیاز است. علاوه‌بر تولیدمثل غیرجنسی تولیدمثل جنسی نیز در این گیاه وجود دارد.

۲۶۲۸ (۲) موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست هستند و فقط مورد (ب) صحیح است، چون غده در سطح خود دارای جوانه‌های متعدد و در نتیجه مقدار زیادی مریستم نخستین است.

بررسی موارد (الف) و (د) نشاسته در آمیلوپلاست که نوعی اندامک فاقد رنگیزه در یاخته‌های غدهٔ سیب‌زمینی است ذخیره می‌شود و در هنگام رشد گیاه جدید به مصرف می‌رسد. (ج) در این گیاه دو نوع ساقهٔ زیرزمینی به صورت باریک و حجیم غده‌ای تخصص‌یافته وجود دارد که ریشه‌ها فقط به ساقهٔ باریک متصل‌اند.

۲۶۲۹ (۴) همهٔ موارد صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) در تولیدمثل رویشی، تنوع زاده و والد فقط حاصل جهش بوده است.

(ب) در مورد ذخیرهٔ آرسنیک در نوعی سرخس صحیح است که در فصل ۷ دهم خواندید. (ج) در مورد پیوند زدن صحیح است چون ویژگی گیاه پایه را هم دارد. (د) با توجه به شکل اول فصل صحیح است.

۲۹۵ مقایسهٔ برخی صفات گیاهان

گیاه	آوند	دانه	گل
خزه	−	−	−
سرخس	+	−	−
بازدانگان	+	+	−
نهان‌دانگان	+	+	+

۲۶۳۰ (۱) در روش خوابانیدن، ساقه به صورت افقی در زیر خاک قرار داده می‌شود و شروع به رشد نمی‌کند بلکه از آن ریشه و ساقهٔ برگ‌دار عمودی ایجاد می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در توت‌فرنگی ساقهٔ هوایی رونده و در سیب‌زمینی غده به صورت ساقهٔ زیرزمینی نقش دارد. **گزینهٔ (۳):** گیاه پایه در رساندن مواد غذایی به پیوند نقش دارد و راه ارتباطی آن محسوب می‌شود. **گزینهٔ (۴):** برای تشکیل پایه‌های جدید نیاز است تا پیاز به چند قسمت تقسیم شود، در نتیجه، برگ‌های خوراکی پیاز برای تغذیهٔ آن در هنگام رشد نیازند.

۲۶۳۱ (۳) عبارت مورد نظر سوال صحیح است چون پیوندک مریستم دارد و اغلب ویژگی‌های گیاه را ایجاد می‌کند. گزینهٔ (۳) هم صحیح است، چون در گیاه زنبق، ساقهٔ تخصص‌یافته به‌طور افقی زیر خاک رشد می‌کند. طبق شکل ۳ (الف) کتاب درسی، ریشه‌ها به ریزوم متصل هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در فن کشت‌بافت فقط **میتوز** انجام می‌شود و نوعی تولیدمثل رویشی است ولی ساختارهای تتراد در تقسیم میوز ایجاد می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** در سیب‌زمینی به ازای هر جوانه یک گیاه ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در پیوند زدن، گیاه پیوند زده شده دارای ژنوم متفاوت با گیاه پایه است.

۲۶۳۲ (۴) همهٔ موارد صحیح هستند *(برو شکل کتاب رو ببین)*.

بررسی موارد (الف) با توجه به شکل زنبق صحیح است. (ب) با توجه به شکل پیاز تکمه‌مانند آن صحیح است. (ج) با توجه به سبز بودن آن در روی زمین صحیح است. (د) با توجه به شکل کتاب در غده‌های سیب‌زمینی صحیح است.

۲۶۳۳ (۳) فقط مورد (ب) نادرست است.

بررسی موارد (الف) **درست.** در گیاه لاله، مواد معدنی ابتدا از بخش تکمه‌مانند به برگ‌های خوراکی و سپس از آنجا به ساقهٔ هوایی فرستاده می‌شوند اما در ریزوم این اتفاق به صورت مستقیم رخ می‌دهد. (ب) نادرست. در فن کشت‌بافت طی تقسیم میتوز گیاهان با تنوع ژنتیکی ایجاد نمی‌شوند. (ج) **درست.** در فن کشت‌بافت از یاخته‌های پارانشیمی یا دارای قدرت تقسیم استفاده می‌شود. هستهٔ یاخته‌های مریستمی درشت است و توانایی تقسیم را دارند. (د) **درست.** در روش پیاز و غده و همچنین در روش تکثیر غیرجنسی درخت آلبالو، و هر روش دیگری بالاخره در گیاه جدید از محل گره، برگ به ساقه یا شاخه متصل شده است. (فقط در پیوندزدن گیاه جدید ایجاد نمی‌شود بلکه از رشد قسمت‌های پیوندک ویژگی مطلوب زیاد می‌شود.)

۲۶۳۴ (۲) با توجه به خط کتاب درسی، در این روش، توده‌ای از یاخته‌های هم‌شکل در محیطی کاملاً سترون با تقسیم میتوز به وجود می‌آید.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** روی ریشهٔ درخت آلبالو، جوانه‌هایی (نه گره‌هایی) تشکیل می‌شود که از رشد آن‌ها درخت‌های آلبالو ایجاد می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** به دلیل اینکه با توجه به شکل ۲ این فصل، انعطاف ناحیه‌هایی که خم می‌شود زیاد است بنابراین تراکم یاخته‌های اسکلرئیدی و فیبر در شاخه‌های مورد استفاده در این روش، کمتر است؛ زیرا ویژگی این یاخته‌ها سبب کاهش انعطاف‌پذیری و افزایش استحکام می‌شود. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید در روش پیوند زدن هیچ‌گاه گیاه جدیدی طی نوترکیبی ایجاد نمی‌شود، چون نوعی روش غیرجنسی است و میوز ندارد.

۲۶۳۵ (۴) همهٔ موارد صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) و (ب) و (ج) طبق شکل مقابل صحیح هستند ولی در سایر ساقه‌های تخصص‌یافته نکات این عبارات دیده می‌شوند. (د) برحسب کتاب درسی ساقهٔ غیرافقی تخصصی رشد، در مورد غدهٔ پیاز زیرزمینی است.

۲۶۳۶ (۳) در تکثیر غیرجنسی یا رویشی گیاهان، از قسمت‌هایی از ساقه، برگ یا ریشه استفاده می‌کنند که ممکن است مثل غده، پیاز، زمین‌ساقه و ساقهٔ رونده از نوع ساقه‌های تخصصی باشند و یا مانند روش‌هایی مثل پیوند زدن و خوابانیدن تخصص نیافته باشد و توسط انسان انجام شوند. (درستی گزینهٔ (۳) و نادرستی گزینه‌های (۲) و (۴)).

نکته
در انواع تکثیر رویشی گیاهان، فقط در **فن کشت‌بافت**، داشتن محیط سترون اجباری و لازم است (نادرستی گزینهٔ (۱)).

۲۶۳۷ (۲) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در پیوند زدن جوانه‌ها بر روی یک گیاه دیگر رشد می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** ریشه و ساقه ممکن است به موازات خاک رشد کنند و در محل جوانه‌ها گیاه جدیدی را به وجود آورند. در مورد ریشهٔ آلبالو و ساقهٔ زنبق و توت‌فرنگی در موازات خاک صحیح است. **گزینهٔ (۳):** پیاز نوعی بخش زیرزمینی است که در ساقهٔ کوچک تکمه‌مانند خود هیچ مادهٔ غذایی نگه نمی‌دارد. در واقع در برگ‌های خود مواد غذایی را نگه می‌دارد. **گزینهٔ (۴):** در طی قلمه زدن، از قطعاتی از ساقه نیز استفاده می‌شود.

۲۶۳۸ : (۲) در روش خوابانیدن بخشی از ساقه یا شاخه را که دارای گره است، با خاک می‌پوشانند. بعد از مدتی از محل گره، ریشه و ساقهٔ برگ‌دار ایجاد می‌شود که با جدا کردن از گیاه مادر، پایهٔ جدیدی ایجاد می‌شود. در واقع در ابتدا بخشی از مواد آلی مورد نیاز گیاه در حال رشد از گیاه مادر تأمین می‌شود. در حالی که در قلمه زدن بخشی از ساقهٔ جدا شده از مادر در آب یا خاک قرار می‌گیرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در هر دو روش از ساقه‌های حاوی یاخته‌های **مریستمی** استفاده می‌شود که هسته‌ای بزرگ و مرکزی دارند. **گزینهٔ (۳):** ساقه‌های استفاده شده در قلمه زدن و خوابانیدن هر دو برای تولیدمثل تخصصی نشده‌اند. **گزینهٔ (۴):** ساقه، ریشه و برگ، اندام‌های رویشی گیاه را تشکیل می‌دهند. ساقه‌ای که در هر دو روش قلمه زدن و خوابانیدن استفاده می‌شود، در ابتدا فاقد ریشه است.

۲۶۳۹ : (۱) مورد (الف) درست می‌باشد.

بررسی موارد **(الف) درست.** ساقه‌های رونده و ریزوم (زمین‌ساقه) به‌طور افقی رشد می‌کنند. ریزوم قدرت فتوسنتز ندارد. این ساقه‌ها دارای جوانه‌های جانبی و رأسی (انتهایی) هستند. **(ب)** نادرست. ریزوم، غده و پیاز ساقه‌های تخصص‌یافته برای تولیدمثل غیرجنسی هستند. با توجه به شکل ۳ صفحهٔ ۱۲۲ کتاب درسی یازدهم، در بخش زیرین ریزوم و پیاز ریشه‌های منشعبی وجود دارد اما غدهٔ سیب‌زمینی در بخش زیرین خود ریشه ندارد. **(ج)** نادرست. ساقهٔ روندهٔ توت‌فرنگی بر روی خاک و دارای یاختهٔ فتوسنتزکننده است، در این ساقه در محل گره‌ها (نه بین آن‌ها!) پایهٔ جدید ایجاد می‌شود. **(د)** نادرست. از هر پیاز تعدادی پیاز کوچک تشکیل می‌شود که از هر کدام، یک گیاه جدید ایجاد می‌شود. به این ساقه تعدادی برگ خوراکی در زیر خاک متصل است. دقت کنید از سایر ساقه‌های زیر زمینی نیز مانند سیب‌زمینی ممکن است بیش از یک گیاه ایجاد شود.

۲۶۴۰ : (۳) سؤال در مورد گل است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** این گزینه اصلاً مربوط به گل (ساختار اختصاص‌یافته برای انجام تولیدمثل جنسی در گیاهان) نیست و ارتباطی به آن ندارد. **گزینهٔ (۲):** نهان‌دانگان گامت تاژک‌دار ندارند. **گزینهٔ (۴):** گل گیاه آلبالو همانند گیاه کدوی نر حداکثر دارای یک تخمدان است. **گزینهٔ (۴):** تعداد کیسهٔ گرده در بساک آلبالو و کدوی نر همیشه ۴ عدد است و این گزینه به دلیل استفاده از کلمهٔ بیشتر نادرست است.

۲۶۴۱ : (۱) پایینی‌ترین بخش چهارمین حلقه، تخمدان است و میوهٔ آلبالو به علت حقیقی بودن از تخمدان ایجاد می‌شود که بخش حجیم انتهای مادگی است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** با توجه به شکل کتاب تخمک دارای پوشش سبز دو لایه است که مستقیماً به تخمدان متصل است (نه نهنج). **گزینهٔ (۴):** همهٔ ساختارهای گل روی نهنج قرار دارند که همواره **وسیع است** ولی ممکن است صاف، برآمده یا گود باشد. **گزینهٔ (۴):** همهٔ ساختارهای تخصص‌یافتهٔ تولیدمثل **جنسی** از تمایز مریستم (زایشی) تشکیل شده‌اند، ولی ممکن است ساختاری هم برای تولید مثل رویشی باشد که از مریستم رویشی ایجاد شده است.

۲۹۶ حلقه‌های گل

ویژگی‌ها / حلقه‌های گل	اول	دوم	سوم		چهارم		
نام	کاسبرگ	گلبرگ	میله	بساک	کلاله	خامه	تخمدان
نکات	خارجی‌ترین حلقهٔ گل که در حفاظت از اجزای گل نقش دارد.	می‌تواند جدا و یا متصل به هم باشند و رنگ‌های متفاوتی دارند.	بساک در انتهای آن قرار دارد.	چهار کیسه و تعداد زیاد دانهٔ گرده در آن تولید می‌شود. (میوز و میتوز دارد)	دانهٔ گردهٔ رسیده بر روی آن قرار می‌گیرد.	گامت نر و لولهٔ گرده در آن ایجاد می‌شود. (محل تولید اسپرم)	بخش متورم گل است و محل تولید تخمک و کیسه رویانی می‌باشد. (میوز و میتوز دارد)

۲۶۴۲ : (۱) فقط مورد (ج) نادرست است.

بررسی موارد **(الف)** درست. برچم (مادگی) و کاسبرگ دو بخش سبزرنگ اجزای گل آلبالو هستند که به نهنج وسیع فرو رفته آن متصل می‌باشند. **(ب)** درست. در گل آلبالو، در حلقهٔ چهارم، یعنی مادگی، هم اسپرم و هم تخم‌زا ایجاد می‌شود که یک برچه دارد. در برچه فقط کلالهٔ آن خارج از نهنج به طول کامل می‌باشد. **(ج) نادرست.** گلبرگ‌ها در گیاهان کدو به هم متصل هستند که حلقهٔ دوم است و مؤثر در جذب گرده‌افشان‌ها با رنگ زرد می‌باشند (نه در گیاه آلبالو). **(د)** درست. در گل آلبالو تعداد پرچم‌ها بیشتر از برچهٔ مادگی است.

۲۶۴۳ : (۳) ساختار تخصص‌یافته برای تولیدمثل جنسی در گیاهان، همان گل است. اگر گیاه چند برچه‌ای باشد، بیش از یک خامه وجود دارد.

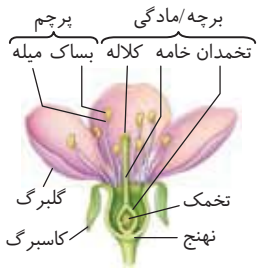
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در بساک، میوزهای متعددی در کیسه‌های گرده رخ می‌دهد ولی در هر تخمک، یک یاختهٔ $2n$ از بافت خورش میوز می‌دهد، چهار یاخته ایجاد می‌شود که ۳تای آن از بین می‌روند! **گزینهٔ (۲):** هر تخمدان معرف قسمت وسیع یک برچه است؛ بنابراین این جمله درست است. **گزینهٔ (۴):** بساک و تخمدان، بخش‌های میوزدهندهٔ گل هستند که هر کدام در یک انتهای پرچم و برچه قرار دارند.

۲۶۴۴ : (۱) تنها مورد (ج) درست است.

بررسی موارد **(الف)** نادرست. با توجه به شکل‌های کتاب، در گیاه کدو همانند آلبالو نهنج در سطحی پایین‌تر از کاسبرگ قرار دارد. **(ب)** نادرست. در هر گل گیاه کدو تنها می‌توان یکی از حلقه‌های جنسی را مشاهده کرد زیرا گل این گیاه برخلاف آلبالو تک‌جنسی است. **(ج) درست.** گلبرگ‌های زرد رنگ گیاه کدو متصل به یکدیگرند. **(د)** نادرست. دقت کنید یاخته‌های جنسی شامل یاختهٔ تخم‌زا، دوهسته‌ای و اسپرم‌ها می‌باشند که همگی تنها در مادگی گل تشکیل می‌شوند. اسپرم‌ها در لولهٔ گرده و از یاختهٔ زایشی ولی پس از گرده‌افشانی در خامه ایجاد می‌شوند.

۲۶۴۵ : (۴) همهٔ موارد صحیح هستند.

بررسی موارد **(الف)** در گل آلبالو پایین‌ترین قسمت نهنج است که در سیب سبب تولید میوهٔ کاذب می‌شود. **(ب)** پرچم فراوان‌ترین قسمت بوده که در حلقهٔ سوم است و همگی از میلهٔ خود به نهنج متصل‌اند. **(ج)** حلقهٔ گلبرگ و پرچم سبز نیستند (حلقهٔ دوم و سوم). **(د)** با توجه به شکل هر دو گل صحیح است.



«گل در گیاه آلبالو»

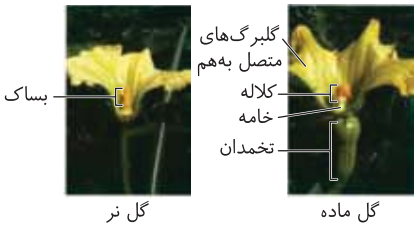
۲۹۷ عدد کروموزومی در نهان‌دانگان

گیاه	گردهٔ نارس	یاختهٔ تک‌هسته‌ای کیسهٔ رویانی از جمله تخم‌زا	دانهٔ گردهٔ رسیده	یاختهٔ دوهسته‌ای	یاختهٔ رویشی	یاخته‌های پارانشیمی اطراف کیسهٔ رویانی	یاختهٔ زایشی	پوشش تخمک	اسپرم
$2n$	n نر	n ماده	$n+n$ (مشابه)	$n+n$ (مشابه)	n نر	$2n$ ماده	n نر	$2n$ ماده	n نر

۲۶۴۶ (۱) وقتی گامت نر وسیلهٔ حرکتی دارد، دیگر برای هدایت شدن به لولهٔ گرده نیازی ندارد بلکه با حرکت در آب سطحی محیط به سوی گامت ماده می‌رود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** یاختهٔ همراه در نهان‌دانگان دیده می‌شود (در مجاور آوند آبکش) که اسپرم این گیاهان بدون وسیلهٔ حرکتی است. **گزینهٔ (۳):** منظور سؤال گل‌های تک‌جنسی است که در گل مادهٔ آن‌ها لقاح مضاعف دیده می‌شود. **گزینهٔ (۴):** گیاهان خودلقاح، هم حلقهٔ پرچم و هم حلقهٔ مادگی را دارند که اگر کاسبرگ و گلبرگ داشته باشند، چهارحلقه‌ای هستند.

۲۶۴۷ (۲) هر گل گیاه کدو، **تک‌جنسی** است در نتیجه حلقهٔ سوم (پرچم) و چهارم (مادگی) را نمی‌توان هم‌زمان در کنار یکدیگر مشاهده کرد.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گلبرگ‌های کدو (حلقهٔ دوم) به یکدیگر متصل‌اند. **گزینهٔ (۳):** در گل‌های کدوی ماده، تخمدان (پایین‌ترین بخش برچه) به صورت متورم درآمده است. دقت کنید که در این سؤال کنکور با اینکه گل ماده، سه حلقه دارد ولی برای آن حلقهٔ مادگی را حلقهٔ چهارم درنظر گرفته است. **گزینهٔ (۴):** در کدوی نر، بساک (بالاترین بخش پرچم) دارای گرده‌های رسیده است که دیوارهٔ آن‌ها می‌تواند منفذدار باشد.

۲۶۴۸ (۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) نامناسب هستند و فقط مورد (د) صحیح است. دقت کنید که منظور سؤال، تقسیم **میتوز** می‌باشد که سبب تولید ۸ هستهٔ مشابه برای ایجاد کیسهٔ رویانی نهان‌دانگان می‌شود. در مرحلهٔ پروفاز، پرومتافاز و متافاز، کروموزوم‌ها دوکروماتیدی هستند. در این مراحل کوتاه شدن رشته‌های دوک صورت نمی‌گیرد.

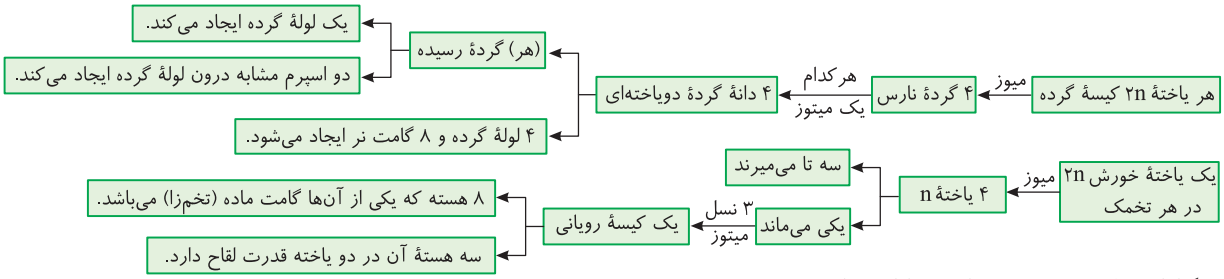
بررسی موارد (الف) فقط مرحلهٔ آنافاز با جداشدن کروماتیدهای خواهری سبب ایجاد کروموزوم‌های دختری می‌شود (فصل ۶). (ب) مرحلهٔ متافاز **حداکثر** فشردگی در کروموزوم دوکروماتیدی دارد. (ج) تقسیم سیتوپلاسم در یاختهٔ گیاهی از مرحلهٔ آنافاز استارت می‌خورد (فصل ۶).

۲۶۴۹ (۳) در نهان‌دانگان، اسپرم‌ها، تخم‌زا و یاختهٔ دوهسته‌ای، توانایی انجام لقاح مضاعف دارند که همواره در گیاهان دیپلوئید، یاختهٔ دوهسته‌ای کیسهٔ رویانی، دارای **دو مجموعه** کروموزوم مشابه می‌باشد (البته به این علت که در سؤال ذکر شده به‌طور معمول، ما گونه‌های گیاهی را دیپلوئید در نظر می‌گیریم).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هیچ گامتی در **نهان‌دانگان** وسیلهٔ حرکتی ندارد. **گزینهٔ (۲):** اسپرم و سایر یاخته‌های لقاح دهنده در بخش متورم برچه یعنی در **تخمدان** گیاه دیده می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** چون **به‌طور معمول** گیاهان، دیپلوئید هستند، هر یاختهٔ لقاح دهنده حاصل میتوز یاختهٔ هاپلوئید است.

گامت‌زایی و لقاح دوتایی نهان‌دانگان

- دانه‌های گردهٔ نهان‌دانگان، درون بساک (بخش تولیدمثلی نر) و کیسه‌های گردهٔ آن ایجاد می‌شوند ولی **یاخته‌های جنسی نر** این گیاهان **درون لولهٔ گرده‌ای** حاصل می‌شوند که در **بخش ماده** نفوذ کرده و تولید شده است، چون بعد از گرده‌افشانی ایجاد می‌شوند.
- **اسپرم و تخم‌زای نهان‌دانگان، هر دو در بخش تولیدمثل مادهٔ گیاه، یعنی در مادگی ایجاد می‌شوند.**
- در نهان‌دانگان، یاخته‌های حاصل از میوز، معمولاً قدرت میتوز دارند تا در نهایت یاختهٔ جنسی را تشکیل دهند. یاخته‌های هاپلوئید حاصل از میتوز در نهان‌دانگان نر، گردهٔ رسیده هستند که گرده‌افشانی می‌کنند و در زیر میکروسکوپ الکترونی به شکل‌های متفاوتی دیده می‌شوند.



- در گیاهان دیپلوئید، در کیسهٔ رویانی طی لقاح مضاعف:
  (۱) دو اسپرم با یک **نوع مجموعهٔ کروموزومی** در لقاح شرکت می‌کنند.
  (۲) دو یاختهٔ کیسهٔ رویانی یکی تخم‌زا و یکی دوهسته‌ای که هر دو یک نوع مجموعهٔ کروموزومی دارند در لقاح شرکت می‌کنند.
  (۳) **پنج مجموعهٔ کروموزومی** از دو نوع در لقاح شرکت می‌کنند.
- در لولهٔ گرده سه هسته وجود دارد، یکی هستهٔ یاختهٔ رویشی و دو تا اسپرم که همگی مجموعهٔ کروموزومی مشابهی دارند.

۲۶۵۰ (۴) داخلی‌ترین حلقهٔ تشکیل دهندهٔ گل (ساختار اختصاص یافته برای تولیدمثل جنسی) یکی از حلقه‌های جنسی پرچم یا مادگی می‌باشد. در گل‌های کامل و یا گل‌های تک‌جنسی ماده داخلی‌ترین حلقه مادگی و در گل‌های تک‌جنسی نر، داخلی‌ترین حلقه پرچم می‌باشد. در داخل پرچم تشکیل یاخته‌های رویشی و زایشی داخل گردهٔ رسیده با کمک تقسیم نامساوی سیتوپلاسم صورت می‌گیرد. در داخل مادگی هم تقسیم میوز یاختهٔ بافت خورش به همراه تقسیم سازندهٔ برخی از یاخته‌های کیسهٔ رویانی، همراه با تقسیم سیتوپلاسم نامساوی می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** حلقه‌های تشکیل دهندهٔ گل بر روی نهنج قرار گرفته‌اند. نهنج بخشی وسیع است و می‌تواند صاف، برآمده یا گود باشد. **گزینهٔ (۲):** دقت کنید که در داخل پرچم، یاخته‌های شرکت‌کننده در فرایند لقاح (اسپرم‌ها) ساخته نمی‌شوند. **گزینهٔ (۳):** گلبرگ‌های رنگارنگ در جذب جانوران گرده‌افشان نقش دارند، اما برخی از گیاهان ناکامل، فاقد گلبرگ می‌باشند.

۲۶۵۱ ۳: موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح می‌باشند.

بررسی موارد الف) با توجه به شکل گل آلبالو صحیح است. ب) با توجه به شکل گلبرگ‌های آن‌ها صحیح است حتی در بلوط که ریز زردرنگ است. ج) کاملاً برحسب شکل کتاب صحیح است. د) یاختهٔ دوهسته‌ای، به تخم‌زا و یک یاخته در قطب دیگر متصل نمی‌باشد ولی به چهار یاختهٔ دیگر متصل است.

۲۶۵۲ ۳: یاخته‌های رویشی و زایشی موجود در دانهٔ گردهٔ رسیده توسط دو لایهٔ داخلی و خارجی احاطه شده‌اند، این دو یاخته در قالب یک ساختار به نام گردهٔ رسیده می‌توانند با گرده‌افشانی بر روی کلاله قرار بگیرند و داخل حلقهٔ مادگی هم دیده شوند. دقت کنید که اسپرم‌های حاصل از تقسیم یاختهٔ زایشی در فرایند لقاح شرکت می‌کنند و هیچ‌کدام از یاخته‌های رویشی و زایشی توانایی لقاح ندارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاختهٔ هاپلوئید موجود در دانهٔ گردهٔ نارس به همراه یاختهٔ زایشی موجود در دانهٔ گردهٔ رسیده توانایی انجام تقسیم میتوز را دارند ولی یاختهٔ زایشی حاصل تقسیم کاهشی (میوز) نمی‌باشد. **گزینهٔ (۲):** یاخته‌های بافت خورش می‌توانند با تقسیم میوز، چهار یاختهٔ هاپلوئید را بسازند. از این چهار یاخته تنها یکی که بزرگ‌تر است، باقی می‌ماند و بقیه در ساخت کیسهٔ رویانی نقشی ندارند. **گزینهٔ (۴):** یاخته‌های موجود در کیسهٔ رویانی همگی حاصل تقسیم میتوز بوده و محتوای وراثتی یا ژنوم یکسانی با هم دارند. چون حتی اگر دو هسته داشته باشند، هر هسته مشابه هم می‌باشد.

۲۹۸ تقسیم انواع یاخته‌های گیاهان

نوع یاخته	تعداد مجموعهٔ کروموزومی	از چه تقسیمی به وجود آمده است؟	چه تقسیمی انجام می‌دهد؟	کجا به وجود آمده است؟	توسط چه یاخته‌ای به وجود آمده است؟	چه چیزی را به وجود می‌آورد؟	کجا تقسیم می‌شود؟
یاخته‌های اولیهٔ کیسهٔ گرده	۲	میتوز	میوز	درون بساک	-	گردهٔ نارس	درون کیسهٔ گرده (حلقهٔ سوم)
گردهٔ نارس	۱	میوز	میتوز	درون کیسهٔ گرده	یاخته‌های کیسهٔ گرده	یاختهٔ رویشی و زایشی	درون کیسهٔ گرده
یاختهٔ رویشی	۱	میتوز	رشد با افزایش حجم می‌یابد.	درون کیسهٔ گرده	گردهٔ نارس	لولهٔ گرده	تقسیم نمی‌شود.
یاختهٔ زایشی	۱	میتوز	میتوز	درون کیسهٔ گرده	گردهٔ نارس	دوتا اسپرم‌ها یکسان	درون لولهٔ گرده
اسپرم	۱	میتوز	-	درون لولهٔ گرده	یاختهٔ زایشی	طی لقاح دو نوع تخم می‌سازند.	-
یاخته‌های بافت خورش	۲	میتوز	میوز	درون تخمک	-	چهار یاختهٔ هاپلوئید که سه‌تای آن‌ها از بین می‌روند.	درون تخمک
یاختهٔ باقی‌مانده از میوز یاختهٔ بافت خورش	۱	میوز	سه نسل میتوز می‌کند.	درون تخمک	یاختهٔ بزرگ‌تر بافت خورش	یاخته‌های کیسه رویانی	درون تخمک
تخم‌زا	۱	میتوز	-	درون کیسهٔ رویانی	یاختهٔ باقیماندهٔ از میوز یاختهٔ بافت خورش	با لقاح ← تخم اصلی	-
یاختهٔ دوهسته‌ای	۲	میتوز	-	درون کیسهٔ رویانی	یاختهٔ باقیمانده از میوز یاختهٔ بافت خورش	با لقاح ← تخم ضمیمه $3n$	-
تخم اصلی	۲	-	میتوز	درون کیسهٔ رویانی	لقاح زامه و تخم‌زا	یک یاختهٔ بزرگ و یک یاختهٔ کوچک	درون تخمک
تخم ضمیمه	۳	-	میتوز	درون کیسهٔ رویانی	لقاح زامه و دوهسته‌ای	آندوسپرم	درون تخمک
یاختهٔ کوچک‌تر حاصل از تقسیم تخم اصلی	۲	میتوز	میتوز	تخمک	تخم اصلی	رویان	درون تخمک
یاختهٔ بزرگ‌تر حاصل از تقسیم تخم اصلی	۲	میتوز	میتوز	تخمک	تخم اصلی	بخش متصل‌کننده رویان به گیاه مادر	درون تخمک

۲۶۵۳ ۳: نهان‌دانگان، موفق‌ترین گیاهان خشکی‌زی هستند که همواره مانند سایر گیاهان در اثر میوز، یکی از یاخته‌های حاصل از پارانشیم خورش و هر چهار گردهٔ نارس آن‌ها قدرت میتوز و ایجاد دانهٔ گردهٔ رسیده دارند ولی گردهٔ نارس از کیسهٔ گرده خارج نمی‌شود. به یاد دارید که از چهار یاختهٔ حاصل از میوز پارانشیم خورش، فقط یکی که بزرگ‌تر است، باقی می‌ماند که قدرت میتوز و ایجاد کیسهٔ رویانی را دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مادگی می‌تواند **یک یا چند** برچه‌ای باشد مثلا در آلبالو، یک برچه‌ای است. **گزینهٔ (۲):** تولیدمثل رویشی معمولاً به دلیل عدم نیاز به پیدایش جفت، سریع‌تر از تولیدمثل زایشی صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** دانه‌های گردهٔ نارس آن‌ها درون کیسهٔ گرده میتوز کرده و **پس از رسیده شدن**، دانه‌های گردهٔ رسیده را از کیسه‌های گردهٔ خود خارج می‌کنند.

۲۶۵۴ (۳) بـا توجـه به متن کتاب درسـی، یکی از یاخته‌های بافت خورش رشـد کـرده و اندازهٔ بزرگ‌تری از سـایر یاخته‌ها پیدا می‌کند. این یاخته توسط پوشش دولایهٔ تخمک احاطه شده است و تقسیم کاهشی میوز را پشت سر می‌گذارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بزرگ‌ترین یاختهٔ کیسهٔ رویانی، یاختهٔ دوهسته‌ای است. این یاخته توسط شش یاختهٔ هاپلوئید احاطه شده است. با توجه به شکل، یاختهٔ تخم‌زا از سایر یاخته‌های هاپلوئید کیسهٔ رویانی اندازهٔ بزرگ‌تری دارد. **گزینهٔ (۲):** بزرگ‌ترین یاختهٔ دانهٔ گردهٔ رسیده، یاختهٔ **رویشی** است که برای ساخت لولهٔ گرده، تقسیم نمی‌شود، بلکه افزایش حجم یافته و هستهٔ آن در لوله باقی می‌ماند. **گزینهٔ (۴):** با توجه به شکل، اول یاختهٔ بافت خورش با تقسیم میوز چهار یاختهٔ ناهم‌اندازه را می‌سازد. یاختهٔ بزرگ‌تر فاصلهٔ بیشتری از منفذ تخمک دارد.

۲۶۵۵ (۱) فقط مورد (ج) صحیح است. یاخته‌های هاپلوئید حاصل از تقسیم میوز، در قسمت نر، گردهٔ نارس و در قسمت ماده، چهار یاختهٔ حاصل از میوز پارانشیم خورش است. دقت کنید که باید عباراتی را قبول کنید که در مورد **برخی** از آن‌ها درست باشد! (نه همه یا هیچ‌کدام)

بررسی موارد (الف) نادرست. گردهٔ نارس فقط یک میتوز می‌دهد و سه تا از یاخته‌های حاصل از میوز خورش می‌میرند. (ب) نادرست. در مورد هیچ‌کدام برای ساخت اسپرم یا تخم‌زا صحیح نیست. (ج) **درست.** همیشه در بافتی $2n$ محصورند. (د) نادرست. هم گردهٔ نارس و هم یاختهٔ باقی ماندهٔ حاصل از میوز در همان حلقهٔ خود میتوز می‌کنند ولی سه یاختهٔ حاصل میوز خورش، اصلاً تقسیم نمی‌شوند.

۲۶۵۶ (۳) موارد (ج) و (د) نادرست هستند. هر گل گیاه آلبالو، دو جنسی است. حلقهٔ سوم به نام پرچم و حلقهٔ چهارم مادگی آن است.

بررسی موارد (الف) درسـت. هم گردهٔ نارس و هم یاختهٔ رویشـی یا زایشـی به یاخته‌های گردهٔ نارس، زایشی یا رویشـی مجاور متصل است. (ب) درست. دقت کنید که یاختهٔ بزرگ باقی‌مانده از میوز پارانشیم خورش و یاخته‌های حاصل از میتوز آن، اگر از G_2 اینترفاز عبور کنند، میتوز می‌کنند. (ج) **نادرست.** در گل آلبالو برخی بسـاک‌ها زیر کلاله و برخی بالای کلاله هسـتند ولی همگی بالای نهنج و کاسـبرگ می‌باشـند. (د) **نادرست.** در حلقهٔ چهارم علاوه‌بر یاخته‌های حاصل از میوز پارانشیم خورش، میتوز یاختهٔ زایشی هم در لولهٔ گرده انجام می‌شود که در خامه و در خارج تخمدان (بخش متورم) می‌باشد.

۲۶۵۷ (۲) عبارت اصلی نادرسـت اسـت، زیرا نوع تقسـیم دانهٔ گردهٔ رسیده، میتوز و دانهٔ گردهٔ نارس، میوز اسـت. دانهٔ گردهٔ رسیده دو یاختهٔ هاپلوئید دارد که حاصل تقسـیم میتوز دانهٔ گردهٔ نارس اسـت و دانهٔ گردهٔ نارس حاصل تقسـیم میوز است، پس اگر گردهٔ نارس ۱۰ کروموزوم داشته باشد، گردهٔ رسیده ۲۰ کروموزوم دارد و یاختهٔ رویشی و زایشی دارد (هر کدام ۱۰ تا).

بررسی موارد (الف) درسـت. با توجه به شـکل ۷ و یاخته‌های گردهٔ نارس، هسـتهٔ یاخته‌ها در سـمت مرکز یاختهٔ دولاد قرار دارند. (ب) **نادرست.** در تخمدان که بخش حجیم اسـت، در هر تخمک، یک تخم‌زای تک‌هسـته‌ای و یک یاختهٔ دوهسـته‌ای قابلیت لقاح دارند که در تخمدان ایجاد شـده باشند چون اسپرم‌ها در لولهٔ گرده و خارج تخمدان ایجاد شده‌اند. (ج) درست، منظور خزه‌گیان می‌باشد که آوند و دانه ندارند و گامت آن‌ها وسیلهٔ حرکتی داشته و نیازی به لولهٔ گرده ندارند.

۲۶۵۸ (۲) همه تقسیمات سیتوپلاسم نابرابر ندارند و همچنین لزوماً همه تقسیم سیتوپلاسم را انجام نمی‌دهند (مانند یاختهٔ دوهسته‌ای).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به شکل ۷، تنها یک لایهٔ یاخته‌ای نارنجی رنگ مستقیماً با یاخته‌های هاپلوئید کیسهٔ رویانی قرار دارد. **گزینهٔ (۳):** با توجه به شکل ۷، دانهٔ گردهٔ رسـیده همانند تخمک این گیاه، لزوماً سـاختاری دولایه دارد. **گزینهٔ (۴):** یاختهٔ به وجود آورندهٔ اسـپرم گیاهان، یاختهٔ زایشـی است که با تقسیم میتوز گامت تولید می‌کند ولی اسپرماتید انسان، با تمایز گامت (اسپرم) را ایجاد می‌کند.

۲۶۵۹ (۴) شکل مربوط به مرحلهٔ آنافاز میتوز یا آنافاز میوز ۲ می‌باشد و چون سانتریول دارد، یاختهٔ جانوری است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یکی از یاخته‌های بافت خورش بزرگ می‌شود و با تقسیم میوز چهار یاختهٔ هاپلوئید را ایجاد می‌کند. در صورتی که یاخته در مرحلهٔ آنافاز ۲ باشـد دارای منشـأیی از بافت خورش اسـت. **گزینهٔ (۲):** در صورتی که یاختهٔ مورد نظر یاختهٔ دو هسته‌ای کیسهٔ رویانی در مرحلهٔ آنافاز باشد، تقسیم سیتوپلاسم و تشکیل صفحـهٔ یاختـه‌ای را انجام نمی‌دهد. **گزینهٔ (۳):** در یاخته‌های گیاهی سـانتریول وجود ندارد. **گزینهٔ (۴):** همهٔ مراحل تولید کیسـهٔ رویانـی در تخمک رخ می‌دهد که دارای پوشش دو هسته‌ای است که در ادامه پوشش دانه را تشکیل می‌دهد.

۲۶۶۰ (۲) موارد (ج) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) درست. اندازه و مقدار مایع سیتوپلاسمی یاختهٔ رویشی بیشتر از یاختهٔ زایشی است. لولهٔ گردهٔ حاصل از رویش یاختهٔ رویشی و یاختهٔ زایشی داخل لولهٔ گرده را می‌توان در خامه یافت. (ب) درست. یاختهٔ رویشی برخلاف یاختهٔ زایشی توانایی تقسیم سیتوپلاسم و تشکیل صفحهٔ یاخته‌ای را ندارد. از طرفی هر دو یاخته، هاپلوئید با یک مجموعه کروموزومی می‌باشند. (ج) **نادرست.** هر دو در گردهٔ رسیده قرار دارند و با پوششی دو لایه محافظت می‌شوند. هیچ یک از این دو یاخته، جنسی نمی‌باشند و در لقاح شرکت نمی‌کنند. (د) **نادرست.** شکل دو یاخته با یکدیگر متفاوت است و از تقسیم میتوز گردهٔ نارس ایجاد شده‌اند.

۲۶۶۱ (۴) یاخته‌های جنسی شناگر، در گیاهانی مانند **خزه‌ها** دیده می‌شوند که گیاه گل‌دار نیستند و برچه و تخمدان ندارند!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیاهانی مانند زنبق، زمین‌ساقه دارند که جزء گیاهان آونددار برای ترابری مواد محسوب می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** گیاهانی که برای گرده‌افشانی به حشرات نیازمندند، جزء گیاهان **گل‌دار**(نهان‌دانه تک‌لپه یا دولپه) هستند در نتیجه در تشکیل برگ(های) رویانی (لپه(ها)) نقش دارند. **گزینهٔ (۳):** نهان‌دانگان، برای تکثیر به یاختهٔ دوهسته‌ای نیازمندند و همگی دارای یاخته‌های مردهٔ آوند چوبی **تراکئید** هستند که یاخته‌هایی دوکی‌شکل و درازند.

۲۶۶۲ (۲) در تخمدان گیاهان، ابتدا یک سلول خورش انتخاب و سپس بزرگ می‌شود و میوز می‌کند ولی در تخمدان یک زن بالغ، ابتدا فولیکول‌ها رشد و سپس یکی از فولیکول‌ها که رشد بیشتری داشته، چرخه را ادامه می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در تخمدان زنان فقط میوز ۱ انجام می‌شود. **گزینهٔ (۲):** یاختهٔ حاصل از میوز در گیاهان گامت نمی‌باشد. **گزینهٔ (۴):** اسپرم گیاهان در لولهٔ گرده درون خامه تشکیل می‌شود.

۲۶۶۳ (۱) نکتـهٔ فـوق تکـراری! همهٔ یاخته‌هـای حاصل از میوز در یک گل دوجنسـی (گرده‌های نارس و یاخته‌های حاصل از میوز یاختهٔ خورش) توسـط یاخته‌هایی با دو مجموعه کروموزوم احاطه شده‌اند (یاخته‌های کیسهٔ گرده و تخمک که $2n$ هستند). البته این نکتهٔ سؤال فقط در مورد گیاه **دیپلوئید** صادق است که طراح دقت نکرده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** گرده‌های نارس در بساک میتوز می‌کنند در حالی که **تخمدان** بخش متورم گل است. **گزینهٔ (۳):** دقت کنید که از چهار یاختهٔ حاصل از میوز یاختهٔ بافت خورش، **فقط یکی از** آن‌ها توانایی میتوز و ایجاد کیسهٔ رویانی را دارد. **گزینهٔ (۴):** این مورد در ارتباط با **دانهٔ گردهٔ رسیده** برقرار است که حاصل تقسیم میوز نیست.

۲۶۶۴: ۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینه‌های (۱) و (۴):** در مراحل تشکیل تخم‌زا **همانند** مراحل تشکیل یاختهٔ جنسی نر، تقسیم میوز (جدا شدن کروموزوم‌های **همتا** در میوز ۱ و جدا شدن **کروماتیدهای خواهری** در میوز ۲) و سپس میتوز (جدا شدن **کروماتیدهای خواهری**) دیده می‌شود. در **پروفاز ۱ میوز**، کراسینگ‌اور می‌تواند سبب **افزایش** تنوع شود. دقت کنید که انتخاب طبیعی به‌طور معمول سبب **کاهش** تنوع در جمعیت می‌شود. **گزینهٔ (۲):** دقت کنید! **فقط یکی از** یاخته‌های حاصل از میوز یاختهٔ پارانشیم خورش باقی می‌ماند و با تقسیم میتوز کیسهٔ رویانی را ایجاد می‌کند. در نتیجه **نمی‌توان گفت** هر جهشی در یاختهٔ پارانشیم خورش الزاماً به **همهٔ** زاده‌ها منتقل می‌شود زیرا ممکن است آن کروموزومی که جهش در آن روی داده است، طی میوز به یکی از یاخته‌هایی برسد که از بین می‌روند. **گزینهٔ (۳):** حلقهٔ انقباضی اکتین و میوزین جهت تقسیم سیتوپلاسم، ویژهٔ یاختهٔ **جانوری** است!

۲۶۶۵: ۳) تخمک دارای یاخته‌های $2n$ است مانند **یاخته‌های پوشش دو لایهٔ** آن و **یاخته‌های پارانشیم خورش**.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۲):** ممکن است کلاله، دانهٔ گرده را **نپذیرد! گزینهٔ (۴):** تبدیل دانهٔ گردهٔ نارس به رسیده در **بساک** روی می‌دهد و سپس گرده‌افشانی کرده است.

۲۶۶۶: ۱) گردهٔ نارس حاصل تقسیم **میوز** است. در مرحلهٔ پروفاز ۱ **کراسینگ‌اور** با تبادل قطعات بین کروماتیدهای غیرخواهری کروموزوم‌های همتا می‌تواند روی دهد. **پرچم‌ها**، در حلقهٔ سوم گل تشکیل می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** دقت کنید! لولهٔ گرده حاصل **رشد** یاختهٔ **رویشی** است نه میتوز آن! **گزینهٔ (۴):** هر گردهٔ نارس نهان‌دانگان، **یک**‌بار میتوز می‌کند نه دو بار. **گزینهٔ (۴):** پارانشیم خورش در **مادگی** قرار دارد ولی گرده‌ها در قسمت نر حاصل می‌شوند.

قسمت‌های گل

- بخش‌های رویشی گل
  - **کاسبرگ‌ها:** خارجی‌ترین حلقهٔ گل می‌باشند که معمولاً سبزرنگ است و حفاظت از سایر قسمت‌ها را بر عهده دارند.
  - **گلبرگ‌ها:** حلقهٔ دوم می‌باشند که معمولاً به رنگ‌های متفاوت برای جلب توجه جانوران گرده‌افشان می‌باشند و می‌توانند رایحه‌های متنوعی ایجاد کنند.
- بخش‌های زایشی گل
  - **پرچم:** حلقهٔ سوم گل می‌باشد که مربوط به بخش تولیدمثلی نر بوده و از دو قسمت بساک و میله ایجاد شده است که دانه‌های گردهٔ نارس و رسیده را ایجاد می‌کند.
  - **مادگی:** حلقهٔ چهارم و داخلی‌ترین حلقهٔ گل می‌باشد که مربوط به بخش تولیدمثلی ماده گیاه می‌باشد. مادگی از واحدهایی به نام برچه به تعداد یک یا چند عدد ساخته شده است. در مادگی‌های چندبرچه‌ای، ممکن است دیوارهٔ برچه‌ها سبب جدا شدن فضای درون مادگی شده باشد.

«مادگی تک‌برچه‌ای و چندبرچه‌ای»

نکتهٔ مهم
با توجه به شکل‌های مقابل ممکن است در تخمدان یک برچه، یک تخمک یا چند تخمک وجود داشته باشد.

۲۶۶۷: ۲) سومین حلقهٔ گل، پرچم و چهارمین حلقهٔ گل، مادگی می‌باشد. یاخته‌های هاپلوئید پرچم در بساک قرار دارند که گرده‌های نارس زیستا نام دارند و در اثر تقسیم میوز نوعی یاختهٔ $2n$ حاصل می‌شوند. یاخته‌های حاصل از تقسیم میوز در مادگی، یاخته‌های هاپلوئید حاصل از تقسیم میوز یاختهٔ $2n$ بافت خورش می‌باشند که فقط یکی از آن‌ها زیستا می‌باشد. هر دو نوع یاختهٔ هاپلوئید باقی‌مانده (زیستا) توانایی تقسیم میتوز دارند؛ در مرحلهٔ آنافاز تقسیم میتوز یاختهٔ گیاهی، ریزکیسه‌های حاوی پیش‌سازهای دیوارهٔ یاخته‌ای توسط بعضی از ریزلوله‌های سیتوپلاسم منتقل شده و آنجا به هم متصل می‌شوند. در نهایت ریزکیسهٔ بزرگی در بین دو هسته تشکیل می‌شود که صفحهٔ یاخته‌ای نام دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گرده‌های نارس در بساک **فقط یک تقسیم میتوز** انجام می‌دهند. یاختهٔ هاپلوئید زیستای باقی‌مانده از تقسیم میوز در مادگی، برای ایجاد کیسهٔ رویانی، سه نسل (نه سه تا) تقسیم میتوز انجام می‌دهد. **گزینهٔ (۳):** فقط یاختهٔ هاپلوئید سازندهٔ کیسهٔ رویانی تخمدان در حلقهٔ چهارم در اثر تقسیم میوز یاختهٔ دیپلوئید بافت خورش به وجود می‌آید. **گزینهٔ (۴):** طبق شکل ۷ فصل ۸ زیست یازدهم، گرده‌های نارس کیسهٔ گرده و یاخته‌های زیستا و نازیستا هاپلوئید، توسط یاخته‌های دیپلوئید احاطه شده‌اند.

۲۶۶۸: ۲) موارد (ب) و (د) صحیح‌اند.

بررسی موارد **الف)** نادرست. دو یاختهٔ جنسی حاصل از میتوز یاختهٔ زایشی، هاپلوئیدند اما به یکدیگر متصل **نیستند**. همچنین، همهٔ یاخته‌های کیسهٔ رویانی نیز به یکدیگر متصل **نیستند**. **ب)** **درست.** هریک از **دانه‌های گردهٔ نارس** (هاپلوئید) با انجام دادن تقسیم رشتمان و **تغییراتی در دیواره** به **دانهٔ گردهٔ رسیده** تبدیل می‌شود. **ج)** نادرست. **یاخته‌های جنسی نر** و **یاخته‌های تشکیل دهندهٔ کیسهٔ رویانی** و **یاختهٔ رویشی**، هاپلوئیدند اما در ابتدای تشکیل میتوز انجام **نمی‌دهند**. **د)** **درست. گرده‌های نارس** و **یاخته‌های رویشی و زایشی**، در زمان تشکیل در **کیسهٔ گرده دیپلوئید** قرار دارند. همچنین **یاخته‌های تشکیل دهندهٔ کیسهٔ رویانی** نیز در **تخمک دیپلوئید** قرار دارند.

نکته
- دقت کنید یاخته‌های هاپلوئیدی که به هم اتصال دارند، یاخته‌های دانهٔ گردهٔ نارس و رویشی به زایشی هستند.
- گامت‌ها در گیاهان نهان‌دانه به‌طور حتم فاقد توانایی حرکت هستند.
- گامت‌های ماده در هیچ جانداری توانایی حرکت ندارند.
- گامت‌های نر فقط در گروهی از جانداران توانایی حرکت دارند (مثل خزه و مهره‌داران).

۲۶۶۹: ۳) در دانهٔ گردهٔ رسیدهٔ نهان‌دانگان دو یاخته با سیتوپلاسمی با حجم متفاوت وجود دارند. یاختهٔ **رویشی** بزرگ‌تر و یاختهٔ زایشی کوچک‌تر می‌باشد ولی هر دو حاصل میتوز از گردهٔ نارس بوده‌اند. یاختهٔ بزرگ‌تر طی تمایز و رشد حجمی (نه تقسیم!) به لولهٔ گرده تبدیل می‌شود. در این لوله دو هستهٔ اسپرم (از میتوز یاختهٔ زایشی) و یک هستهٔ خود یاختهٔ رویشی وجود دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** چهار یاختهٔ گردهٔ نارس متصل به هم، در اثر میوز در کیسهٔ گرده به وجود آمده‌اند. **گزینهٔ (۲):** برای ایجاد لولهٔ گرده، فقط باید یاختهٔ رویشی **افزایش حجم** یابد ولی تقسیم صورت نمی‌گیرد. **گزینهٔ (۴):** تقسیم میتوزی که در لولهٔ گرده صورت می‌گیرد مربوط به یاختهٔ زایشی کوچک‌تر است (نه رویشی!).

۲۶۷۰ (۲) گیاهان **نهان‌دانه**، گل‌دار و دارای لقاح مضاعف می‌باشند. در این گیاهان یاختهٔ همراه در مجاور یاختهٔ آبکش فاقد هسته وجود دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیاهان نهان‌دانه می‌توانند دانهٔ آندوسپرم‌دار (مثل ذرت) یا بدون آندوسپرم (مثل لوبیا) داشته باشند. **گزینهٔ (۳):** در هر برچه و تخمدان گیاهان نهان‌دانه به‌طور معمول تعدادی تخمک ایجاد می‌شود و مقدار آن می‌تواند بیش از یکی باشد. **گزینهٔ (۴):** پارانشیم خورش در **اطراف** کیسهٔ رویانی قرار دارد. کیسهٔ رویانی، از پارانشیم خورش ایجاد می‌شود ولی بخشی از آن نیست.

۲۶۷۱ (۱) مطابق شکل کتاب درسی، در لولهٔ گرده، سه هسته وجود دارد، یکی هستهٔ رویشی و دو اسپرم که همگی حاصل میتوز گردهٔ نارس و یاختهٔ زایشی مشابهی بوده‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در این دو یاخته تقسیم هسته مساوی و سیتوپلاسم نامساوی صورت می‌گیرد. **گزینهٔ (۳):** تخم ضمیمه هم از تخم اصلی حجیم‌تر است و هم یک ردیف کروموزوم بیشتر دارد. **گزینهٔ (۴):** گردهٔ نارس در همان کیسهٔ گرده ابتدا میتوز می‌کند و وقتی گرده رسیده شد، با گرده‌افشانی خارج می‌شود.

۲۶۷۲ (۲) موارد (ج) و (د) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌نمایند. یاخته‌های اسپرم، تخم‌زا و دو هسته‌ای توانایی انجام لقاح را دارند. یاخته‌های تخم اصلی و تخم ضمیمه‌ای هم حاصل از لقاح می‌باشند.

بررسی موارد (الف) درست. بعد از انجام لقاح مضاعف و تشکیل تخم اصلی و تخم ضمیمه‌ای، سایر یاخته‌های سازندهٔ کیسهٔ رویانی که در فرایند لقاح شرکت نمی‌کنند، همچنان باقی‌مانده و در اطراف این دو تخم دیده می‌شوند. (ب) درست. همهٔ یاخته‌های گیاهی که توانایی لقاح دارند، از تقسیم **میتوز** یاختهٔ مادری خود ساخته می‌شوند. بنابراین محتوای وراثتی مشابهی با آن دارند. (ج) **نادرست.** یاخته‌های تخم‌زا و دو هسته‌ای که در فضای تخمک ساخته می‌شوند. اسپرم‌ها هم از تقسیم میتوز یاخته‌های زایشی در داخل خامه تشکیل می‌شوند، ولی لولهٔ گرده در بخش متورم (تخمدان) ابتدا بیرون کیسهٔ رویانی قرار دارد. (د) **نادرست.** تعداد مجموعه کروموزوم‌های تخم اصلی و یاخته‌های سازندهٔ بافت خورش با هم برابر می‌باشد.

۲۶۷۳ (۳) درخت زیتون همانند انسان در یاخته‌های دیپلوئید خود ۴۶ کروموزوم دارد. گردهٔ نارس آن، حاصل **میوز** بوده و ۲۳ کروموزوم دارد و با میتوز به گردهٔ رسیده‌ای حاوی دو هستهٔ ۲۳ کروموزومی رویشی و زایشی تبدیل می‌شود. پس گردهٔ رسیده ۴۶ دنای خطی ولی گردهٔ نارس ۲۳ دنای خطی دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هر مجموعهٔ کروموزومی جانداران، فاقد کروموزوم **همتا** می‌باشد. مثلاً در این جاندار هر مجموعه، حاوی ۲۳ کروموزوم **غیرهمتا** می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** در این گیاه یاخته‌های پوستهٔ دانه **دیپلوئید** بوده و کروموزوم‌های خود را از **پوستهٔ تخمک** والد **مادر** می‌گیرند (نه پوستهٔ دانهٔ گرده که اصلاً دانهٔ گرده در لقاح شرکت نمی‌کند.). **گزینهٔ (۴):** یاخته‌های آندوسپرمی دانهٔ اولیه، پارانشیمی و تریپلوئید یا $3n$ می‌باشند که هر کروموزوم آن، با دو کروموزوم دیگر همتا است.

۲۶۷۴ (۳) موارد (ب)، (ج) و (د) صحیح هستند. درون کیسهٔ رویانی لقاح کرده، یاخته‌های n کیسهٔ رویانی (لقاح نکرده‌ها)، تخم اصلی $2n$ و تخم ضمیمهٔ $3n$ وجود دارد (البته گیاه اولیه را $2n$ در نظر گرفته‌ایم که معمولاً در کنکور هم همینطور است).

بررسی موارد (الف) نادرست. تخم‌های $2n$ و $3n$ حاصل از لقاح هستند و تا تقسیم نکنند صفحهٔ یاخته‌ای ندارند. (ب) **درست.** در مورد پنج یاختهٔ لقاح نکردهٔ کیسهٔ رویانی که هاپلوئید هستند، صحیح است. (ج) **درست.** در مورد تخم $2n$ و $3n$ که میتوز می‌کنند، صحیح است. (د) **درست.** تخمک لقاح کرده اگر رشد و نمو رویان آن کامل باشد، دانهٔ رسیده ایجاد می‌کند وگرنه مثل موز دانهٔ نارس ایجاد می‌کند.

۲۶۷۵ (۳) موارد (ب)، (ج) و (د) باهم برابر هستند.

بررسی موارد (الف) به دنبال تقسیمات متوالی میتوز یاختهٔ حاصل از تقسیم میوز بافت خورش، کیسهٔ رویانی ایجاد می‌شود که شامل ۷ یاخته و ۸ هسته با کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی است. (ب) هر چهار گردهٔ نارس حاصل از میوز در کیسهٔ گرده و یک یاختهٔ حاصل از میوز پارانشیم خورش زیستا هستند و قدرت میتوز دارند (مجموعاً ۵ تا زیستا و ۳ تا نازیستا). (ج) ۳ تا از یاخته‌های حاصل از تقسیم میوز بافت خورش از بین می‌روند و یکی از آن‌ها باقی می‌ماند. (د) در لولهٔ گرده ۳ هستهٔ هاپلوئید دیده می‌شود: هستهٔ یاختهٔ رویشی و دو گامت نر حاصل از تقسیم میتوز!

۲۶۷۶ (۳) گردهٔ رسیده از تقسیم میتوز گردهٔ نارس ایجاد می‌شود که همانند بافت خورش (که توسط پوشش دو لایهٔ تخمک احاطه شده است)، دارای یاخته‌هایی با اندازه‌های متفاوت است. در خورش یکی از یاخته‌ها و در گردهٔ رسیده، یاختهٔ رویشی رشد بیشتری دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاختهٔ دارای سیتوپلاسم بیشتر در دانهٔ گرده، یاختهٔ رویشی است که توانایی تقسیم ندارد و در G_0 متوقف است. **گزینهٔ (۲):** در نخستین تقسیم تخم در لوبیا تقسیم سیتوپلاسم به صورت نامساوی صورت می‌گیرد، پس صفحهٔ یاخته‌ای برای تقسیم سیتوپلاسم الزامی است. **گزینهٔ (۴):** زنبورهای عسل علائمی که در پرتوهای **فرابنفش** دیده می‌شوند را مشاهده می‌کنند نه پرتوهای فروسرخ که مار زنگی حس می‌کند.

۲۶۷۷ (۴) یکی از یاخته‌های بافت خورش تقسیم میوز را انجام می‌دهد و از ۴ یاختهٔ حاصل، ۳ یاختهٔ کوچک‌تر از بین می‌روند تا تنها یک یاخته باقی بماند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید که یاختهٔ دو هسته‌ای که در لقاح شرکت می‌کند، حاصل عدم تقسیم سیتوپلاسم بعد از تقسیم میتوز یاختهٔ مادر می‌باشد و یاخته‌ای دو هسته‌ای است. **گزینهٔ (۲):** یاختهٔ زایشی تقسیم می‌شود و یاخته‌های جنسی نر را تولید می‌کند تا در لقاح شرکت کنند. **گزینهٔ (۳):** گامت نر بر روی کلاله نمی‌نشیند. گردهٔ رسیده با دو یاختهٔ زایشی و رویشی بر روی کلاله می‌نشیند و در صورت پذیرش گیاه، لولهٔ گرده را تشکیل می‌دهد که در آن گامت نر ایجاد می‌شود.

نکته

گرده‌افشانی ← رشد یاختهٔ رویشی ← ایجاد لولهٔ گرده ← میتوز یاختهٔ زایشی و ایجاد دو اسپرم در لولهٔ گرده ← لولهٔ گرده دو اسپرم را به سمت کیسهٔ رویانی هدایت می‌کند ← لقاح اسپرم‌ها با تخم‌زا و یاختهٔ دوهسته‌ای ← تشکیل تخم اصلی و ضمیمه ← تشکیل رویان و آندوسپرم ← تغییر پوشش دولایهٔ تخمک و تشکیل دانهٔ بالغ

۲۶۷۸ (۴) گیاه آلبالو گل دوجنسی دارد و گل ماده و نر برای آن تعریف نمی‌شود. باید می‌گفت بخش مادهٔ گل!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مسیر رسیدن اسپرم تا یاختهٔ تخم‌زا کوتاه‌تر از مسیر رسیدن اسپرم تا یاختهٔ دو هسته‌ای از طریق لولهٔ گرده است، چون در بدو ورود به کیسهٔ رویانی به تخم‌زا برخورد می‌کند. **گزینهٔ (۲):** یاختهٔ دو هسته‌ای حجیم‌ترین یاختهٔ درون کیسهٔ رویانی است که بعد از لقاح و تشکیل تخم ضمیمه آندوسپرم که از یاخته‌های پارانشیم تشکیل شده است را تولید می‌کند. **گزینهٔ (۳):** مطابق با شکل ۸ صفحهٔ ۱۲۴ نهنج گل آلبالو حالتی مقعر دارد که بخشی از مادگی (تخمدان و بخشی از خامه) را درون خود جا داده است.

۲۶۷۹ (۲) فقط مورد (ج) صحیح است، چون برای مثال در صورتی که گیاه دیپلوئید باشد تخم اصلی نیز دیپلوئید است و پوشش بیرونی تخمک به دلیل منشأش از یاخته‌های پیکری گیاه نیز دیپلوئید می‌باشد.

بررسی موارد (الف) بافت خورش بعد از بارور شدن تخمک نیز در اطراف کیسهٔ رویانی قابل مشاهده است. (ب) در تخمک بارور شده به جای یاختهٔ دوهسته‌ای تخم ضمیمه‌ای مشاهده می‌شود. (د) بافت خورش یک تخمک، بعد از بارور شدن تخمک و تشکیل تخم‌ها دیگر تقسیمی را انجام نمی‌دهد.

۲۶۸۰: (۴) گرده‌های نارس در پرچم گل آلبالو، حاصل از تقسیم میوز می‌باشند و مطابق با شکل ۷ صفحهٔ ۱۲۶ در دسته‌های چهارتایی قرار دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیاه آلبالو علاوه‌بر تولیدمثل جنسی تولیدمثل غیرجنسی را نیز با جوانه‌های روی ریشهٔ خود انجام می‌دهد. **گزینهٔ (۲):** گل کدو تک جنسی است و تنها کدوهای ماده دارای تخمدان می‌باشند. **گزینهٔ (۳):** آندوسپرم نارگیل از دو قسمت تشکیل شده است. شیر نارگیل حاصل تقسیم یاخته‌های آندوسپرم بدون انجام تقسیم سیتوپلاسم است و بخش گوشتی نارگیل حاصل تقسیم یاخته‌های آندوسپرم با انجام تقسیم سیتوپلاسم است.

۲۶۸۱: (۲) موارد (ج) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** فقط تخم ضمیمه‌ای در صورت عدم تقسیم سیتوپلاسم، بافتی مایع را ایجاد می‌کند (مثل شیر نارگیل). (ب) **نادرست.** هیچ‌یک از دو تخم در ایجاد پوستهٔ دانه نقش ندارند و این پوسته همان پوشش دولایهٔ تخمک می‌باشد. (ج) درست. یک مجموعه کروموزومی که اسپرم به تخم اصلی و ضمیمه داده است، همانند مجموعه کروموزوم گردهٔ نارس، رسیده، یاختهٔ رویشی و زایشی می‌باشد چون از همدیگر با میتوز ایجاد شده‌اند. (د) درست. تخم اصلی نیمی از مجموعه‌های کروموزومی را از گیاه نر دریافت کرده است ولی تخم ضمیمه‌ای یک سوم مجموعه‌های کروموزومی خود را از گیاه نر دریافت کرده است.

۲۶۸۲: (۱) نهان‌دانگان، لقاح مضاعف دارند و دو یاختهٔ تخم (اصلی و آندوسپرم) در کیسهٔ رویانی آن‌ها ایجاد می‌شود. در این گیاهان، یاخته‌های جنسی نر پس از خروج دانهٔ گرده، در **لولهٔ گرده** ایجاد شده در بخش مادگی به وجود می‌آیند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** ممکن است. در نهان‌دانگان، بخش پریاخته‌ای هاپلوئید (گردهٔ رسیده یا کیسهٔ رویانی) همواره درون یا روی یک بخش دیپلوئیدی ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۳):** ممکن است. در تقسیم میوز کیسهٔ گرده اگر یاختهٔ دیپلوئید فرمول ناخالص مثل Aa داشته باشد، دو نوع گردهٔ نارس A و a در اثر میوز ایجاد می‌کند. **گزینهٔ (۴):** ممکن است. یاخته‌های جنسی نر و مادهٔ نهان‌دانگان، بدون وسیلهٔ حرکتی یا تاژک هستند ولی همواره مانند یاختهٔ جنسی سایر گیاهان محصول میتوز می‌باشند.

۲۶۸۳: (۲) یاخته‌هایی که در پایان تقسیم میوز حاصل می‌شوند شامل دانهٔ گردهٔ نارس و یاخته‌های حاصل از تقسیم میوز یاختهٔ بافت پارانشیم خورش می‌باشند. در بین آن‌ها فقط یاختهٔ باقی‌ماندهٔ حاصل از تقسیم میوز پارانشیم خورش **چندین** تقسیم میتوز متوالی انجام می‌دهد (گردهٔ نارس فقط یک میتوز انجام می‌دهد.).

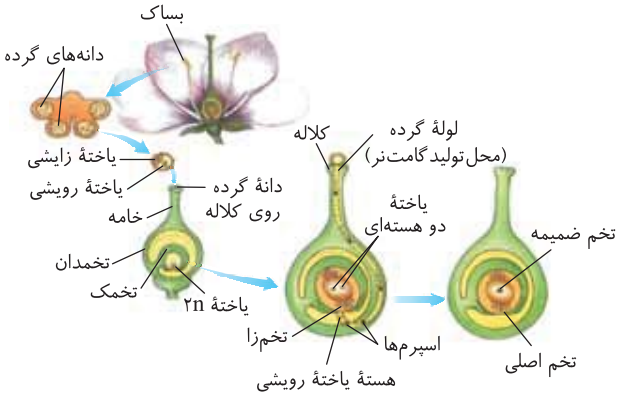
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** فقط دانه‌های گردهٔ نارس در اطراف خود دو دیوارهٔ داخلی و خارجی دارند. **گزینهٔ (۳):** سه‌تا از یاخته‌های حاصل از تقسیم میوز پارانشیم خورش از بین می‌روند. از طرفی گردهٔ نارس در کیسهٔ گرده میتوز خود را انجام می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** **همهٔ** یاخته‌های حاصل از تقسیم میوز توسط یاخته‌های دیپلوئیدی محافظت شده‌اند (البته این نکته در مورد گیاهان دیپلوئید صحیح می‌باشد.).

۲۶۸۴: (۱) فقط مورد (الف) صحیح است.

بررسی موارد (الف) **درست.** در نهان‌دانگان (گیاهان گل‌دار) تخمک دارای **پوشش دو لایه** است و ارتباطی به وجود یا نبود دانهٔ گرده روی کلاله ندارد. (ب) نادرست. لقاح که در کلاله صورت نمی‌گیرد! (ج) نادرست. ممکن است کلاله، دانهٔ گرده را **نپذیرد!** (د) نادرست. تبدیل دانهٔ گردهٔ نارس به رسیده در **بساک** روی می‌دهد و سپس گرده‌افشانی می‌کند.

گرده‌افشانی و لقاح

- درون کیسه‌های گرده با میوز و میتوز، سرانجام دانه‌های گردهٔ زیادی ایجاد می‌شوند، سپس همراه با شکوفایی بساک، دیوارهٔ بساک می‌شکافد و دانه‌های گردهٔ رسیده در محیط پخش می‌شوند.
- دانه‌های گرده دارای دیواره‌هایی با ظاهر متفاوت می‌باشند. با میکروسکوپ **الکترونی** می‌توانیم بفهمیم که دیوارهٔ خارجی همهٔ آن‌ها **منفذدار می‌باشد و ممکن است صاف و یا دارای تزئینات مختلف** بوده باشد. دانه‌های گرده، پس از شکفتن بساک می‌توانند به وسیلهٔ **باد، آب و یا جانوران گرده‌افشان** در محیط پراکنده شوند و از گلی به گل دیگر منتقل گردند. به قرار گرفتن دانهٔ گرده از بساک به روی کلاله **گرده‌افشانی** می‌گویند. وقتی گرده‌افشانی صورت گرفت، اگر دانهٔ گرده روی کلاله گلی **هم‌گونهٔ** خود قرار بگیرد و آن گل ماده قدرت پذیرش دانهٔ گردهٔ هم‌گونهٔ خود را داشته باشد، در این صورت **یاختهٔ رویشی** دانهٔ گرده، با افزایش حجم و تمایز (نه با میتوز!!) رشد می‌کند و از رشد آن لوله‌ای به نام **لولهٔ گرده** ایجاد می‌شود. این لوله درون **بافت کلاله و خامه** نفوذ می‌کند و در این حین **یاختهٔ زایشی** دانهٔ گرده، **درون** لولهٔ گرده **میتوز** کرده و دو یاختهٔ جنسی نر یا **اسپرم** (زامه) مشابه ایجاد می‌کند. این دو یاختهٔ جنسی نر به سمت تخمدان و کیسهٔ رویانی می‌روند تا یکی از آن‌ها با تخم‌زا (یاختهٔ جنسی ماده) لقاح کند و **تخم اصلی $2n$** را ایجاد کند که این تخم به **رویان** یا گیاه اصلی نمو می‌یابد. یک یاختهٔ جنسی نر دیگر نیز درون کیسهٔ رویانی با یاختهٔ دوهسته‌ای آمیزش می‌کند که نتیجهٔ آن تشکیل تخم $3n$ یا تخم ضمیمه است. این **تخم $3n$** با تقسیمات **میتوز** متوالی خود بافتی از **یاخته‌های پارانشیمی** پر از ذخیرهٔ غذایی به نام **آندوسپرم** (درون‌دانه) ($3n$) ایجاد می‌کند که **در نهایت غذای مورد نیاز رشد رویان یا گیاه اصلی $2n$ می‌باشد.**



«مراحل تشکیل تخم اصلی و تخم ضمیمه»

۲۶۸۵: (۴) تمامی این یاخته‌ها مانند یاخته‌های **کیسهٔ رویانی** یا دانهٔ گردهٔ نارس و یاختهٔ **زایشی** و **رویشی**، در زمان تشکیل توسط یاخته‌های **دیپلوئید** (تخمک یا کیسهٔ گرده بساک) احاطه شده‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** به عنوان مثال، همهٔ یاخته‌های تشکیل دهندهٔ **کیسهٔ رویانی** الزاماً به هم متصل نیستند. **گزینهٔ (۲):** این گزینه فقط دربارهٔ تبدیل دانهٔ گردهٔ نارس به دانهٔ گردهٔ رسیده صادق است. **گزینهٔ (۳):** مثلاً یاخته‌های تشکیل دهندهٔ **کیسهٔ رویانی** یا یاختهٔ **رویشی** و حتی یاختهٔ **زایشی**، در ابتدای تشکیل میتوز انجام نمی‌دهند.

۲۶۸۶: (۱) یاخته‌های لقاح‌یافته در یک گل دوجنسی، یاختهٔ تخم **اصلی** و یاختهٔ تخم **ضمیمه** می‌باشند. هر دو این یاخته‌ها در تخمدان که بخش متورم مادگی است یافت می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** تخم ضمیمه، آندوسپرم را به وجود می‌آورد (نه رویان!). **گزینهٔ (۳):** طبق شکل کتاب درسی، یاخته‌های تخم اصلی، تقسیم سیتوپلاسم نامساوی دارند. همچنین دقت کنید ممکن است که آندوسپرم مثل بخش مایع نارگیل، تقسیم سیتوپلاسم انجام ندهد. **گزینهٔ (۴):** آندوسپرم معمولاً سه مجموعهٔ کروموزومی دارد. به کلمهٔ «به‌طور معمول» خوب دقت کنید! به‌طور معمول گیاهان دیپلوئید هستند.

۲۶۸۷ (۳) فقط مورد (ب) صحیح است، چون جانوران گرده‌افشان هنگام تغذیه از گرده‌ها به آن‌ها آغشته شده و آن‌ها را از گلی به گل دیگر منتقل می‌نمایند.

بررسی موارد (الف) گرده‌افشانی بعضی از گیاهان وابسته به باد می‌باشد. این گیاهان تعداد فراوانی گل‌های **کوچک** تولید می‌کنند و فاقد رنگ‌های درخشان، بوهای قوی و شیره‌اند. (ج) بعضی از گل‌هایی که مثلاً توسط زنبورهای عسل گرده‌افشانی می‌شوند، در شهد خود قند فراوانی دارند (ممکن است جانور به دلیل مادهٔ دیگری گرده‌افشانی کند.). (د) گیاهان می‌توانند به خودلقاحی بپردازند، یعنی دانهٔ گردهٔ آن‌ها روی کلالهٔ خودشان قرار بگیرد و یک گیاه جدید را تولید نمایند. *از طرفی ممکنه اصلاً با باد بریزه روی زمین!*

۲۶۸۸ (۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) صحیح می‌باشند.

بررسی موارد (الف) طی گرده‌افشانی، گرده‌های رسیده که هر کدام یک یاختهٔ رویشی و یک زایشی دارند آزاد می‌شوند (قسمت اول در شکل ۸ (الف)). (ب) و (ج) با توجه به شکل‌های (۸ (الف)) کتاب درسی صحیح می‌باشند. (د) گرده‌افشانی انتقال گردهٔ رسیده از بساک به کلاله است که می‌تواند در همان گل هم باشد.

۲۶۸۹ (۴) منظور دانهٔ گردهٔ رسیده است که دیوارهٔ خارجی در دانه‌های گرده همواره دارای منفذ است. فقط عبارت (ب) صحیح است.

بررسی موارد (الف) دیوارهٔ خارجی دانه‌های گرده **ممکن** است صاف یا دارای تزئیناتی باشد. (ج) دقت کنید در هر دانهٔ گرده **یک** یاختهٔ زایشی وجود دارد! (د) دقت کنید ممکن است کلاله دانهٔ گرده را نپذیرد که در این حالت لقاح رخ نمی‌دهد.

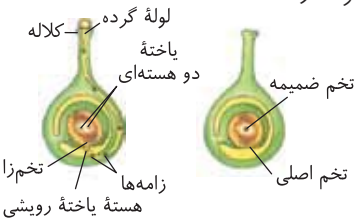
۲۶۹۰ (۳) واحدهای سازندهٔ مادگی برچه هستند که ممکن‌است توسط دیوارهٔ برچه از هم جدا شده باشند. در بساک نیز کیسه‌های گرده توسط دیواره‌هایی از هم جدا می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** این گزینه تنها در صورتی درست است که گل **کامل** باشد و حلقهٔ اول آن کاسبرگ و حلقهٔ سوم آن پرچم باشد. **گزینهٔ (۲):** تنها در صورتی یاخته‌های هاپلوئید در گیاه مشاهده می‌شوند که گیاه دیپلوئید باشد تا از تقسیم میوز آن یاخته‌های هاپلوئید ایجاد شوند. (در این مورد چون در متن سوال قید «هر گیاه» دارد باید به دیپلوئید بودن گیاه اصلی دقت کنید.) **گزینهٔ (۴):** گلبرگ در گرده‌افشانی گیاه با خاصیت‌های خود مانند رنگ جذاب و ... در جذب عوامل گرده‌افشان نقش دارد.

۲۶۹۱ (۳) فقط مورد (ب) صحیح است چون یاختهٔ تخم‌زا نسبت به یاختهٔ دوهسته‌ای به منفذ ورودی اسپرم‌ها به تخمک نزدیک‌تر است و به همین دلیل تشکیل تخم اصلی زودتر از تخم ضمیمه‌ای رخ می‌دهد.

بررسی موارد (الف) علاوه‌بر جانوران عوامل گرده‌افشان دیگری نظیر باد نیز می‌توانند این عمل را انجام دهند. (ج) هر مادگی می‌تواند دارای یک یا چند برچه باشد و در صورت وجود چند برچه و چند تخمک، چندین لقاح مضاعف در آن رخ می‌دهد. (د) هر بساک معمولاً چهار کیسهٔ گرده دارد.

۲۶۹۲ (۴) همهٔ موارد صحیح هستند.



بررسی موارد (الف) در مورد هر دو کیسهٔ گرده یک سمت بساک و خروج گرده‌های رسیده صحیح است. (ب) و (ج) با توجه به شکل صحیح می‌باشند. (د) در مورد قرارگیری آندوسپرم مایع نارگیل درون بخش سفید جامد آن صحیح است.

۲۶۹۳ (۴) سوال در مورد درخت آلبالو می‌باشد ولی این تست دارای گزینه‌هایی از فصل ۶ دهم است که برای یادآوری عالی است!

بررسی موارد (الف) پوست برخلاف پیراپوست دارای آوندهای آبکش است و در آوند آبکش یاخته‌های همراه وجود دارند که به ترابری شیرهٔ پرورده کمک می‌کنند. (ب) کامبیوم آوندساز با تولید آوند آبکش در تشکیل پوست نقش دارد، اما در تشکیل پیراپوست هیچ نقشی ندارد. (ج) کامبیوم آوندساز زیر پوست درخت وجود دارد و در پوست همانند پیراپوست یافت نمی‌شود. (د) کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز به سمت درون یاخته‌های پارانشیمی و به سمت بیرون یاخته‌هایی را می‌سازد که دیوارهٔ آن‌ها به تدریج چوب‌پنبه‌ای می‌شود که در تولید پوست و پیراپوست نقش دارد.

۲۶۹۴ (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱): درست.** گیاه کدو دارای گل‌های تک‌جنسی است. هر گل آن دارای سه حلقه است، حلقهٔ اول کاسبرگ، حلقهٔ دوم گلبرگ و در حلقهٔ سوم برچه و حلقهٔ چهارم یا مادگی وجود دارد. دقت کنید حتی در گل ماده نیز با اینکه پرچم ندارد ولی می‌گوییم حلقهٔ ۱، ۲ و ۴ را دارد. ولی در این سوال بیان طراح نوع دیگری است و سومین حلقه از خارج را می‌خواهد، پرچم یا مادگی است. در کدو یک گل نمی‌تواند هم پرچم و هم مادگی داشته باشد، ولی یک گیاه کدو می‌تواند هم گل‌های نر و هم گل‌های ماده را داشته باشد، در گل‌های ماده حلقهٔ سوم از خارج، دارای تخمدان است و درون تخمک‌های داخل تخمدان، کیسهٔ رویانی به وجود می‌آید که می‌تواند در لقاح شرکت کند. **گزینهٔ (۲):** نادرست. دقت کنید که در پرچم، تقسیم یاختهٔ زایشی رخ نمی‌دهد. میتوز یاختهٔ زایشی در لولهٔ گرده در مجاورت گیاه ماده رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۳):** نادرست. چه در گیاه نر و چه در گیاه ماده، بیشتر یاخته‌های هاپلوئید حاصل تقسیم میتوز (یاخته‌های کیسهٔ رویانی و یاخته‌های رویشی و زایشی) هستند، تنها در گیاهان ماده پوستهٔ تخمک به پوستهٔ دانه تبدیل می‌شود. **گزینهٔ (۴):** نادرست. در پرچم، یاخته‌های گردهٔ نارس، رویشی و زایشی توسط دیوارهٔ کیسهٔ گرده که $2n$ می‌باشد، محافظت می‌شوند. در تخمک نیز، کیسهٔ رویانی توسط دیوارهٔ تخمک محافظت می‌شوند. در گیاهان نر، در کیسهٔ گرده، دانه‌های گردهٔ حاصل از میوز پس از تشکیل به یکدیگر متصل باقی می‌مانند.

۲۶۹۵ (۴) مطابق شکل کتاب درسی، یاختهٔ کوچک‌تر حاصل از تقسیم میتوز تخم اصلی، نسبت به یاختهٔ بزرگ‌تر در یک زمان مشخص، تقسیمات بیشتری انجام می‌دهد؛ پس تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی در هستهٔ این یاختهٔ کوچک‌تر نیز بیشتر می‌باشد، چون در یوکاریوت‌ها هر چه یاخته‌ای به سرعت تقسیم بیشتری نیاز داشته باشد، تعداد جایگاه‌های همانندسازی آن بیشتر می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** از تقسیم میتوز یاختهٔ زایشی درون لولهٔ گرده در بخش ماده دو اسپرم ایجاد می‌شود. که یکی با یاختهٔ دوهسته‌ای (یاختهٔ بزرگ که گامت محسوب نمی‌شود.) و دیگری با تخم‌زا لقاح می‌دهد، به مجموع دو لقاح، لقاح مضاعف گفته می‌شود. قید «**ها**» نادرست است چون یاختهٔ بزرگ دو هسته‌ای با یک اسپرم لقاح می‌کند. **گزینهٔ (۲):** یاختهٔ دوهسته‌ای حاوی دو هستهٔ مشابه و n کروموزومی بوده و از نظر ژنوتیپ با یاختهٔ احاطه‌کنندهٔ کیسهٔ رویانی تفاوت دارند. مطابق شکل کتاب درسی گروهی از یاخته‌های بافت خورشی که تقسیم میوز انجام نمی‌دهند، اطراف کیسهٔ رویانی را احاطه کرده‌اند، مثلاً یاختهٔ خورش اگر Aa باشد یاختهٔ دوهسته‌ای یا AA و یا aa می‌باشد. **گزینهٔ (۳):** توجه داشته باشید که دانه‌های گرده مستقیماً در لقاح شرکت نمی‌کنند.

۲۶۹۶ (۱) دقت کنید که در مسیر تولید گامت ماده در گیاهان، یاخته‌های حاصل از تقسیم میوز یاختهٔ بافت خورش، اندازه‌های متفاوتی داشته و در نتیجه مستقیماً از تقسیم نامساوی سیتوپلاسم به‌وجود آمده‌اند. سپس یکی از این یاخته‌ها باقی‌مانده که از همه بزرگ‌تر است، سه نسل تقسیم میتوز انجام می‌دهد و کیسهٔ رویانی را ایجاد می‌کند. در طی تشکیل کیسهٔ رویانی تقسیم سیتوپلاسم نامساوی نیز مشاهده می‌شود. فقط مورد (د) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. سه یاخته از یاخته‌های حاصل از میوز یک یاختهٔ بافت خورش، از بین رفته و زیستا نیستند. (ب) نادرست. یاخته‌های حاصل از میوز یاختهٔ خورش، جزئی از کیسهٔ رویانی نیستند. (ج) نادرست. یاخته‌های حاصل از میوز یاختهٔ بافت خورش، توانایی لقاح ندارند و باید با میتوزهای متوالی یک گامت ماده به نام تخم‌زا ایجاد کنند. (د) **درست.** پوشش تخمک از یاخته‌های $2n$ تشکیل شده و در نهایت به پوشش دانه تبدیل می‌شود؛ در حالی‌که همهٔ یاخته‌های اشاره شده در صورت سؤال هاپلوئید بوده و فاقد فام‌تن‌های همتا می‌باشند.

۲۶۹۷ : (۲) هیچ‌یک از یاخته‌های هاپلوئید موجود در حلقهٔ سوم گیاهان دوجنسی و کامل، یعنی دانهٔ گردهٔ نارس، دانهٔ گردهٔ رسیده، یاختهٔ رویشی و یاختهٔ زایشی توانایی انجام لقاح ندارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های تخم‌زا، دوهسته‌ای و سایر یاخته‌های هاپلوئید کیسهٔ رویانی موجود در تخمک گل، مستقیماً حاصل تقسیم **میتوز** هستند. **گزینهٔ (۳):** یاخته‌های دیوارهٔ بساک و میلهٔ پرچم (حلقهٔ سوم) تقسیم میوز انجام نمی‌دهند (میوز فقط درون کیسهٔ گرده آن رخ می‌دهد.). **گزینهٔ (۴):** لزوماً همهٔ یاخته‌های دیپلوئید خورش در حلقهٔ چهارم گل، توانایی انجام میوز ندارند. فقط یک یاختهٔ دیپلوئید بافت خورش که از همه بزرگ‌تر می‌شود، با میوز، چهار یاختهٔ هاپلوئید به‌وجود می‌آورد.

۲۶۹۸ : (۳) اجزای شکل به‌ترتیب عبارتند از: (۱) کلاله (۲) تخمدان (۳) بخش اتصال دهندهٔ تخمک به تخمدان و (۴) یاختهٔ دیپلوئید بافت خورش. دقت کنید که منفذ ورودی لولهٔ گرده به کیسهٔ رویانی در سطح تحتانی کیسهٔ رویانی قرار دارد و بخش نشان داده شده در شکل (با توجه به رنگ اجزا)، قسمتی است که باعث اتصال تخمک به دیوارهٔ تخمدان گیاه می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مطابق شکل کتاب درسی، دیواره‌های دانهٔ گردهٔ رسیده در سطح کلاله باقی می‌مانند و لولهٔ گرده با عبور از فواصل بین یاخته‌ها به درون خامه وارد می‌شود. **گزینهٔ (۲):** بخش (۲) تخمدان است که یاخته‌های آن میوهٔ حقیقی را تشکیل می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** بافت نشان داده شده قسمتی از بافت خورش است که چون کیسهٔ رویانی تشکیل شده است دیگر قدرت میوز ندارند و اگر تقسیم کنند فقط میتوز می‌کنند ولی جدا شدن کروموزوم همتا، ویژهٔ میوز ۱ است.

۲۶۹۹ : (۳) عبارت ذکر شده به **دانهٔ گردهٔ رسیده** اشاره دارد. فقط مورد (ج) نادرست است.

بررسی موارد **الف) درست.** دیوارهٔ خارجی همهٔ دانه‌های گردهٔ رسیده منفذدار است و ممکن است (نه قطعاً) صاف یا دارای تزییناتی باشد. طبق شکل کتاب درسی واضح است دیوارهٔ داخلی صاف است. **ب) درست.** مطابق شکل کتاب درسی مشخص است که یاختهٔ زایشی و رویشی اندازه‌های متفاوتی دارند و هردو در بخشی از خود در تماس با دیوارهٔ داخلی دانهٔ گردهٔ رسیده هستند. **ج)** نادرست. همهٔ دانه‌های گرده توسط حیوانات گرده‌افشانی نمی‌شوند، به‌طور مثال دانه‌های گردهٔ رسیدهٔ درخت بلوط توسط باد گرده‌افشانی می‌شود. این عبارت با توجه به قید **«همه»** در صورت سؤال نادرست می‌شود. **د) درست.** یاختهٔ رویشی که یاختهٔ بزرگ‌تر است، رشد می‌کند و لولهٔ گرده را ایجاد می‌کند. لولهٔ گرده حاوی سیتوپلاسم یاختهٔ رویشی است. یاختهٔ زایشی درون آن قرار دارد و حرکت داده می‌شود و در آن تقسیم میتوز انجام می‌دهد.

۲۷۰۰ : (۴) همهٔ موارد عبارت صورت سؤال را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد **الف)** توجه داشته باشید که یاختهٔ تخم نیز در مادگی گل قابل مشاهده بوده در حالی‌که از لقاح یاختهٔ تخم‌زا و اسپرم به‌وجود آمده است. **ب)** یاختهٔ رویشی نیز پس از گرده‌افشانی می‌تواند در قسمت مادگی گل قابل مشاهده باشد. براساس شکل کتاب مشخص است که این یاخته توسط یاخته‌های **بافت خورش** احاطه نشده است. **ج)** یاختهٔ رویشی یکی از یاخته‌های موجود در بساک است که فاقد قدرت تقسیم می‌باشد. این یاخته در اثر تقسیم نامساوی سیتوپلاسم یاختهٔ قبلی خود به‌وجود آمده است. **د)** توجه داشته باشید که هیچ یاختهٔ دارای قدرت لقاح در پرچم گل قابل مشاهده نمی‌باشد (نه اسپرم نه تخم‌زا نه یاختهٔ دوهسته‌ای).

۲۷۰۱ : (۲) در میانبرگ گیاهان دو لپه، یاخته‌های پارانشیمی اسفنجی و نرده‌ای مشاهده می‌شوند. در ساختار برگ این گیاهان رگبرگ به روپوست زیرین نزدیک‌تر است. پس این گزینه صحیح می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در گیاه نهان‌دانه‌ای که در دانهٔ بالغ آن بزرگ‌ترین بخش آن از لحاظ کروموزومی با پوستهٔ دانه متفاوت می‌باشد همان گیاه تک‌لپه است زیرا بزرگ‌ترین (حجیم‌ترین) بخش دانهٔ بالغ آن آندوسپرم ($3n$) می‌باشد و از لحاظ کروموزومی با پوستهٔ دانه ($2n$) متفاوت است. در برش عرضی گیاهان دولپه ساقهٔ گیاهان دو لپه دستجات آوندی چوبی و آبکش روی یک حلقه هستند و بافت درون خود از سامانهٔ زمینه‌ای را احاطه می‌کنند. پس این مورد نادرست می‌باشد. **گزینهٔ (۳):** در دانهٔ بالغ گیاهان دولپه، محل ذخیرهٔ مواد لپه‌ها ($2n$) می‌باشد. روزنهٔ آبی در این گیاهان در حاشیهٔ برگ می‌باشد نه در نوک برگ !!!!!!!! **گزینهٔ (۴):** در رگبرگ گیاهان تک‌لپه، یاختهٔ غلاف آوندی دارای کلروپلاست می‌باشد و توانایی فتوسنتز دارد. این گیاهان توانایی رشد پسین ندارند.

۲۷۰۲ : (۲) دقت شود یاخته‌های فتوسنتز کننده یاخته‌هایی زنده هستند که تنها در هستهٔ خود کروموزوم‌ها را نگهداری می‌کنند. دنای سیتوپلاسمی جزء کروموزوم‌ها نمی‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های کلانشیمی و یاخته‌هایی با دیوارهٔ پسین می‌توانند در استحکام گیاه نقش داشته باشند. یاختهٔ کلانشیمی دیوارهٔ نخستین ضخیم شده دارد نه دیوارهٔ پسین. دیوارهٔ پسین دارای چند لایه می‌باشد که رشته‌های سلولزی در هر لایه موازی با دیگری هستند. **گزینهٔ (۲):** دقت کنید یاخته‌هایی که در درون پوست وجود دارند در دیوارهٔ خود می‌توانند چوب‌پنبه داشته باشند اما زنده هستند و پروتوپلاست خود را از دست نمی‌دهند. **گزینهٔ (۴):** به کلمهٔ «نقش دارد» دقت کنید! وقتی می‌گوییم نقش دارد می‌تواند انواع مختلفی از یاخته‌ها در نظر گرفته شود. بر فرض مثال یاخته‌های همراه آوند آبکش در انتقال شیرهٔ پرورده نقش دارند و توانایی تولید انرژی را به کمک اندامک‌های دوغشایی خود دارند.

۲۷۰۳ : (۳) موارد (الف) (ب) و (ج) عبارت را به‌طور نامناسب تکمیل می‌کنند. از آمیزش یکی از اسپرم‌ها با یاختهٔ تخم‌زا، تخم اصلی تشکیل می‌شود. این تخم به رویان نمو می‌یابد. زامه یا اسپرم دیگر با یاختهٔ دو هسته‌ای آمیزش می‌یابد که نتیجهٔ آن تشکیل ضمیمه است. تخم ضمیمه با تقسیم‌های متوالی بافتی پارانشیمی به نام درون‌دانه (آندوسپرم) را ایجاد می‌کند. **رویان** در حین تشکیل شدن، ساختاری **قلبی**‌شکل ایجاد می‌کند. دقت کنید تخم اصلی پس از تشکیل شدن قطعاً تقسیم میتوز و سیتوپلاسم را کامل انجام می‌دهد و باعث تشکیل رویان می‌شود. اگر هستهٔ تخم ضمیمه تقسیم شود، اما تقسیم سیتوپلاسم انجام نگیرد، بافت درون‌دانه به صورت مایع دیده می‌شود. شیر نارگیل مثالی از چنین بافتی است. در حالی‌که بخش گوشتی و سفیدرنگ نارگیل، درون‌دانه‌ای است که در آن تقسیم سیتوپلاسم نیز انجام شده است. پس تخم ضمیمه نیز پس از تشکیل، تقسیم هسته (میتوز) را انجام می‌دهد اما ممکن است تقسیم سیتوپلاسم را انجام ندهد. (درستی مورد (د))

بررسی موارد **الف)** تقسیم سیتوپلاسم یاختهٔ تخم اصلی نامساوی است و صفحهٔ یاخته‌ای در استوای یاخته ایجاد نمی‌شود. **ب)** دقت کنید در دانهٔ بالغ گیاهان دولپه، آندوسپرم توسط لپه‌ها جذب شده و وجود ندارد، در نتیجه با پوستهٔ دانهٔ بالغ تماس ندارد. **ج)** دقت کنید تخم اصلی از لقاح زامه و **تخم‌زا** تشکیل می‌شود.

۲۷۰۴ : (۲) یاختهٔ رویشی نسبت به یاختهٔ زایشی اندازهٔ بزرگ‌تری دارد. دقت داشته باشید که زامه‌ها در چهارمین حلقهٔ گل آلبالو (مادگی) ایجاد می‌شوند. **به گامت در گیاهان تخمک گفته نمی‌شود.**

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** از میوز و تقسیم سیتوپلاسم یاختهٔ $2n$ از بافت خورش، ۴ یاخته ایجاد می‌شود که بزرگ‌ترین یاخته در فاصلهٔ بیشتری از منفذ تخمک قرار دارد. (شکل ۷ فصل ۸ یازدهم) **گزینهٔ (۳):** یاختهٔ دوهسته‌ای در مجاورت سایر یاخته‌های کیسهٔ رویانی قرار دارد. (شکل ۷ فصل ۸ یازدهم) **گزینهٔ (۴):** با توجه به شکل ۱۴ فصل ۸ یازدهم، درست است.

۲۷۰۵ (۳) گل ممکن است دوجنسی یا تک‌جنسی باشد. بنابراین داخلی‌ترین حلقهٔ گل می‌تواند مادگی یا پرچم باشد. در هر صورت تقسیم میوز در این حلقه مشاهده می‌شود و تعداد کروموزوم‌ها طی تقسیم نصف می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در گل نر کدو به طور مثال در حلقهٔ داخلی که پرچم است گامت نر ایجاد نمی‌شود. **گزینهٔ (۲):** اگر داخلی‌ترین حلقه پرچم باشد، در آن تخم مشاهده نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** اگر داخلی‌ترین حلقه مادگی باشد، دانهٔ گردهٔ نارس مشاهده نمی‌شود.

۲۷۰۶ (۲) موارد (ج) و (د) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) درست. بخش (۱) درون‌دانه است که در بعضی گیاهان، بدون تقسیم سیتوپلاسم می‌تواند بخش مایع ایجاد کند (مانند شیر نارگیل). (ب) درست. لپه منظور بخش (۲) است که در لوبیا دو عدد با ذخیره و انتقال غذا به رویان دارد. (ج) **نادرست.** بخش (۳) ساقهٔ رویانی است که زمینه‌ساز اندام‌های هوایی می‌شود (نه نوار کاسپاری ریشه!). (د) **نادرست.** بخش (۴) ریشهٔ رویانی است و هیچ‌یک از اجزای رویان در زمان تشکیل به‌طور مستقیم به گیاه مادر متصل نیستند و این اتصال به واسطهٔ بخش ایجاد شده توسط یاختهٔ بزرگ‌تر حاصل میتوز تخم ایجاد می‌شود.

۲۷۰۷ (۴) شکل معرف دانهٔ لوبیا است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ساقه و ریشهٔ رویانی هر دو در دو انتهای رویان تشکیل می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** لپه‌های فعلی و آندوسپرم اولیه، اندوختهٔ غذایی داشته‌اند. **گزینهٔ (۳):** همهٔ قسمت‌ها از هر دو والد نر و ماده، تعدادی ژن دارند. ولی لپه‌ها تا وقتی کارایی دارند که رویان وجود داشته باشد در حالی‌که ریشه و ساقه تا آخر عمر گیاه کارایی دارند.

۲۷۰۸ (۲) درون‌دانه بیشترین حجم دانهٔ **ذرت** تک‌لپه را اشغال کرده است و در حین انتقال مواد غذایی، برگ رویانی یا لپه در مسیر آن قرار دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لپه‌ها به مدت کوتاهی فتوسنتز می‌کنند که ژن آن‌ها با پوستهٔ دانه متفاوت است، چون لپه حاصل لقاح ولی پوستهٔ دانه کاملاً فقط از والد ماده است. **گزینهٔ (۳):** پوستهٔ دانه به دنبال تغییر پوشش دو لایهٔ تخمک ایجاد می‌شود که از طریق یاخته‌های رویانی با ریشهٔ رویانی در ارتباط نیست و فقط نقش محافظ دارد. **گزینهٔ (۴):** یاختهٔ بزرگ و یاختهٔ کوچک حاصل از تخم اصلی، تقسیم سیتوپلاسم نامساوی انجام می‌دهند. دقت کنید که در گیاهان ابتدا صفحهٔ یاخته‌ای ایجاد می‌شود بعد دوک‌ها از بین می‌روند (فصل ۶).

۲۷۰۹ (۱) دقت کنید ذرت یک لپه یا همان برگ رویانی دارد نه برگ**های** رویانی!

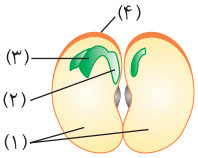
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** برگ‌های رویانی لوبیا همان لپه‌های آن است. از تقسیمات میتوز متوالی یاختهٔ کوچک حاصل از تقسیم تخم اصلی، لپه‌ها ایجاد می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** ریشهٔ رویانی در دانهٔ گیاهان (مانند ذرت) با دریافت قند حاصل از شکستن نشاسته توسط آمیلاز، جوانه‌زنی را آغاز می‌کند. **گزینهٔ (۴):** با توجه به شکل ۱۴، ساقهٔ رویانی در یکی از مراحل تا قبل از رسیدن به دانهٔ بالغ، دارای برآمدگی کوچکی بین دو لپه است.

۲۷۱۰ (۳) فقط مورد (ب) صحیح است چون ذرت گیاهی تک‌لپه‌ای می‌باشد.

نکته
در تک‌لپه‌ای‌ها برخلاف دولپه‌ای‌ها در حین تقسیمات میتوزی یاختهٔ کوچک‌تر حاصل از تقسیم تخم اصلی، رویان قلبی‌شکل تشکیل نمی‌شود. (درستی مورد (ب))

بررسی موارد (الف) در دانهٔ لوبیای بالغ، لپه‌ها ذخیرهٔ غذایی می‌باشند. این یاخته‌ها برخلاف یاخته‌های سازندهٔ آندوسپرم، دیپلوئیدی هستند. (ج) به لپه‌ها برگ‌های رویانی هم گفته می‌شود، به دلیل اینکه در برخی از گیاهان مانند لوبیا و پیاز از زیر خاک بیرون آمده و برای مدت کوتاهی به فتوسنتز می‌پردازند. (د) پوستهٔ دانه معمولاً سخت بوده و از یاخته‌هایی با دیوارهٔ ضخیم و استحکامی (مانند بافت اسکرانشیمی) تشکیل می‌شود.

۲۷۱۱ (۴) در شکل مقابل به ترتیب بخش‌های زیر وجود دارد:



(۱) = لپه‌های $2n$ پر از اندوختهٔ غذایی، (۲) = ریشهٔ رویانی که ظهور آن اولین علامت جوانه‌زنی است، (۳) = برگ‌های رویانی یا لپه‌ها از رویان هستند، (۴) = پوستهٔ دانه با یاخته‌های $2n$ از مادر می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** درست. هر دو بخش دیپلوئید هستند. **گزینهٔ (۲):** درست. هر دو در لوبیا (دولپه‌ای) از خاک خارج می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** درست. پوسته مربوط به مادر ولی ریشه مربوط به گیاه جوان نسل بعد می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** **نادرست.** نخستین علامت رشد دانه، ظهور ریشهٔ رویانی می‌باشد.

۲۷۱۲ (۱) یاختهٔ بزرگ‌تر حاصل از تقسیم تخم اصلی، در ایجاد رویان نقش ندارد و هیچ بافتی در گیاه جدید را ایجاد نمی‌کند، بلکه فقط قسمتی برای اتصال رویان به دیوارهٔ تخمک ایجاد می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** دانهٔ گیاه از رویان، ذخیرهٔ غذایی (آندوسپرم) و **پوستهٔ دانه** تشکیل شده است. **گزینهٔ (۳):** صفحهٔ یاخته‌ای در وسط یاختهٔ تخم تشکیل نمی‌شود زیرا در این یاخته تقسیم نامساوی سیتوپلاسم دیده می‌شود. **گزینهٔ (۴):** گیاه آلبالو دولپه‌ای می‌باشد، چون گلبرگی با مضرب ۵ دارد.

۲۷۱۳ (۲) موارد (ب)، (ج) و (د) قابل قبول هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. در پی میوز در کیسهٔ گرده، چهار گردهٔ نارس با اندازهٔ برابر ایجاد می‌شوند. (ب) **درست.** در پی میتوز گردهٔ نارس، یاختهٔ رویشی بزرگ‌تر و زایشی کوچک‌تر ایجاد می‌شوند. (ج) **درست.** در پی میوز پارانشیم خورش، یاختهٔ باقی‌مانده از بقیه بزرگ‌تر است. (د) **درست.** یاختهٔ بزرگ و کوچک حاصل از تخم اصلی طی تقسیم نامساوی سیتوپلاسم ایجاد می‌شوند و یاختهٔ بزرگ‌تر، نیز طی تقسیم خود تقسیم سیتوپلاسم نامساوی دارد. (ه) نادرست. یاختهٔ جانوری صفحهٔ یاخته‌ای ندارد. (و) نادرست. یاختهٔ کوچک‌تر تقسیم سیتوپلاسم مساوی در پی میتوز خود می‌دهد.

۲۷۱۴ (۲) همهٔ یاخته‌های هاپلوئیدی قابل مشاهده در برچه عبارتند از: یاخته‌های کیسهٔ رویانی، یاخته‌های جنسی نر و یاخته‌های زایشی و رویشی و یاخته‌های حاصل از میوز بافت خورش. همهٔ یاخته‌های دیپلوئید قابل مشاهده در برچه عبارتند از: یاخته‌های کلاله، خامه و تخمدان. دقت کنید در مورد گزینه (۲) که قطعاً یک مجموعهٔ کروموزومی یکسان با یاخته‌های رویانی دارند زیرا رویان نیمی از کروموزوم‌های والد نر و والد ماده را دریافت می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید برخی از این یاخته‌ها در پی تقسیم **میتوز** ایجاد شده‌اند. عبارت در مورد میوز و مرحلهٔ آنافاز ۱ آن می‌باشد! **گزینهٔ (۳):** مطابق شکل ۹ فصل ۸ کتاب یازدهم، فقط بعضی از بخش‌های کلاله، خامه و تخمدان در تماس با لولهٔ گرده (حاصل رشد یاختهٔ رویشی که یاختهٔ بزرگ‌تر دانهٔ گردهٔ رسیده است) می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** در ارتباط با یاخته‌های هاپلوئید مربوط به گیاه نر که ممکن است در برچه مشاهده شوند، نادرست است.

۲۷۱۵: ۳ فقط مورد (ج) صحیح است چون مشخص‌ترین بخش رویان، لپه(ها) می‌باشد. بعد از جوانه‌زنی در **بسیاری** از گونه‌ها لپه‌ها برای مدتی از خاک بیرون می‌آیند و فتوسنتز را انجام می‌دهند.

بررسی موارد (الف) ذخیرهٔ غذایی دانهٔ ذرت آندوسپرم می‌باشد. (ب) در برخی از گیاهان لپه‌ها با جذب مواد غذایی آندوسپرم نقش ذخیره‌ای نیز به خود می‌گیرند. (د) در گیاهان مختلف متفاوت است، برای مثال در گیاه ذرت بیشتر حجم دانه توسط آندوسپرم اشغال شده است.

۲۷۱۶: ۲ سرعت رشد و تقسیم یاختهٔ کوچک‌تر حاصل از تقسیم تخم اصلی بیشتر می‌باشد، زیرا منشأ تشکیل رویان است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** شکل قلبی رویان در حال تشکیل در حقیقت منشأ **دو لپهٔ** موجود در دانه است. اگر گیاه تک‌لپه باشد شکل قلبی مشاهده نمی‌شود. **گزینهٔ (۳):** در دانهٔ بالغ گیاهی مانند لوبیا، آندوسپرم جذب لپه‌ها شده است و مشاهده نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** تنها یاخته‌های تخم اصلی و تخم ضمیمه تقسیم می‌شوند و پنج یاختهٔ دیگر موجود در کیسهٔ رویانی ساختاری را تشکیل نمی‌دهند.

۲۷۱۷: ۴ مرحلهٔ مورد نظر سؤال که کروموزوم‌ها حداکثر فشردگی را دارند، مرحلهٔ **متافاز میتوز** است که پس از آن در مرحلهٔ آنافاز رشته‌های ریزپروتئینی دوک کوتاه شده و کروماتیدهای خواهری را به سمت خود می‌کشند. *(راستی چرا متافاز میتوز؟! خب چون که تفم در گیاه فقط تقسیم میتوز می‌کنه!)*

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** حذف و محو شدن غشای هسته در آخر مرحلهٔ **پروفاز** صورت می‌گیرد که قبل از متافاز است. **گزینهٔ (۲):** در گیاهان **سانتریول** وجود ندارد. **گزینهٔ (۴):** تخم در هر گیاهی، با تقسیم **میتوز** به بخش پرياخته‌ای $2n$ تبدیل می‌شود. همان‌طور که بارها گفتیم، در میتوز، برخلاف آنافاز ۱ میوز، جدا شدن کروموزوم همتا صورت نمی‌گیرد.

۲۷۱۸: ۳ فقط مورد (الف) درست است. منظور سؤال یاخته‌های پارانشیم خورش در اطراف کیسهٔ رویانی لقاح کرده می‌باشند.

بررسی موارد (الف) درست. یاخته‌های دولاد **پارانشیم خورش** که اطراف هر کیسهٔ رویانی را احاطه کرده‌اند، حاوی کروموزوم همتا می‌باشند. (ب) **نادرست.** مصرف آندوسپرم در لوبیا توسط یاخته‌های **لپه‌های** درون کیسهٔ رویانی انجام می‌شود (نه یاخته‌های خورش اطراف کیسهٔ رویانی!). (ج) **نادرست.** وقتی در یک تخمک، کیسهٔ رویانی ایجاد شده است، یعنی تقسیم میوز پارانشیم خورش انجام شده است و دیگر تنها تقسیم، فقط از نوع میتوز است. (د) **نادرست.** یاختهٔ $2n$ تخم اصلی **درون** کیسهٔ رویانی لقاح یافته، قسمت اتصال‌دهندهٔ رویان به مادر را می‌سازد (نه یاخته‌های اطراف کیسهٔ رویانی!).

۲۷۱۹: ۴ با به یاد داشتن متن فصل اول کتاب دهم می‌فهمیم که منظور سؤال **گیاهان** می‌باشند که در **همهٔ** آن‌ها پروتوپلاست یاختهٔ زنده، دیوارهٔ محافظ تولید می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیاهان دانه‌دار، سانتریول ندارند. **گزینهٔ (۲):** لقاح مضاعف فقط در نهان‌دانگان (گل‌دار) دیده می‌شود. (از سوی دیگر می‌دانید که همهٔ گیاهان دولاد نیستند و حتی در نهان‌دانگان هم این موضوع به علت وجود مواردی مثل گندم، صحیح نیست.) **گزینهٔ (۳):** فقط **پروکاریوت‌ها** دارای یک نوع **رنابسپاراز** هستند.

۲۷۲۰: ۱ رشد پسین، مخصوص **درختان** نهان‌دانه **دولپه‌ای** است که هر کیسهٔ رویانی در یک تخمک آن‌ها تمایز می‌یابد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در نهان‌دانگان (تک‌لپه و دولپه) اندوختهٔ غذایی رویان، ابتدا همان آندوسپرم است که **بعد از لقاح** و با ایجاد تخم $3n$ حاصل می‌شود. **گزینهٔ (۳):** فقط در گیاهانی که لپهٔ آن‌ها از خاک **خارج** می‌شود، لپه یا برگ رویانی تا مدت کوتاهی فتوسنتز می‌کند. این ویژگی در مورد همهٔ دولپه‌ای‌ها صادق نمی‌باشد. **گزینهٔ (۴):** در نهان‌دانگان، **گرده‌ها** هیچ‌گاه فتوسنتز نمی‌کنند و یاختهٔ جنسی نر هم در لولهٔ گرده تشکیل می‌شود (نه در دانهٔ گرده!).

۲۷۲۱: ۱ در گیاهان گل‌دار درون گردهٔ رسیده، **دو یاخته** دیده می‌شود (رویشی و زایشی) اما کیسهٔ رویانی **هفت یاخته** دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** اوگلنا، **تک‌یاخته‌ای و فتوسنتزکننده** است و جزء **آغازیان** و یوکاریوت‌هاست در نتیجه دنای آن می‌تواند به پروتئین‌های **هیستونی** متصل باشد. **گزینهٔ (۳):** در **گیاهان**، تقسیم سیتوپلاسم می‌تواند با حرکت انواعی ریزکیسه حاوی مواد تیغهٔ میانی به میانهٔ یاخته آغاز شود. در حالی که **جلبک‌ها** نیز فتوسنتزکننده و **پریاخته‌ای** هستند. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید! از **باکتری‌های گوگردی** می‌توان جهت تصفیهٔ فاضلاب‌ها برای حذف هیدروژن سولفید استفاده نمود نه هر باکتری فتوسنتزکنندهٔ غیراکسیژن‌زا!

۲۷۲۲: ۱ تقسیم **میوز** در مراحل تشکیل یاختهٔ جنسی نر **همانند** مراحل تشکیل تخم‌زا، دیده می‌شود. کراسینگ‌اور، در **پروفاز میوز ۱** روی می‌دهد و می‌تواند **برخلاف** رانش دگره‌ای، تنوع را **افزایش** دهد (رانش تنوع دگره‌ای را کم می‌کند).

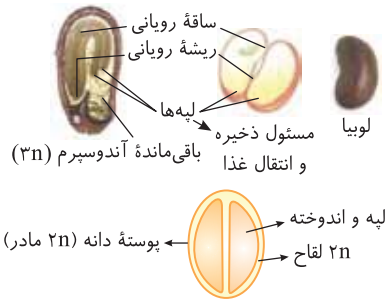
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** حلقهٔ انقباضی اکتین و میوزین ویژهٔ یاختهٔ **جانوری** است! **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که در مراحل تشکیل یاختهٔ جنسی نر **همانند** مراحل تشکیل تخم‌زا، ابتدا **میوز ۱** (جدا شدن کروموزوم‌های همتا) و سپس **میوز ۲** (جدا شدن کروماتیدهای خواهری) و در نهایت **میتوز** (جدا شدن کروماتیدهای خواهری) دیده می‌شود. **گزینهٔ (۴):** از هر یاختهٔ اولیه، در نهایت **چهار عدد گردهٔ رسیده** می‌تواند ایجاد شود. دقت کنید که ممکن است گرده‌ای که روی کلاله قرار می‌گیرد، **کروموزوم‌های فاقد جهش** را دریافت کرده باشد پس نمی‌توانیم بگوییم هر جهش جانشینی که در یاختهٔ اولیه رخ داده باشد به همهٔ زاده‌ها منتقل می‌شود! و یا اصلاً آن گرده زاده ایجاد نکند.

۲۷۲۳: ۲ لپه(ها) مشخص‌ترین و بزرگ‌ترین بخش رویانی ($2n$) دانه‌ها هستند که در نهان‌دانگان، پس از تقسیم نامساوی تخم اصلی از یاختهٔ کوچک‌تر ایجاد می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بخش ذخیره‌ای می‌تواند در **تک‌لپه‌ای**، آندوسپرم باشد. **گزینهٔ (۳):** لپه(ها) در بسیاری از موارد، **پس از خروج** از خاک، ممکن است تا مدت کوتاهی فتوسنتز کند (نه درون دانه و نه در هر دانه‌ای!). **گزینهٔ (۴):** اولین بخشی که از رویش دانه خارج می‌شود، **ریشهٔ رویانی** است.

• دانهٔ 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 ذخیرهٔ غذایی برای رشد رویان می‌شوند. در حالت بلوغ، در این دانه‌ها یاختهٔ آندوسپرم $3n$ وجود ندارد و **همهٔ یاخته‌های دانهٔ بالغ، دیپلوئید می‌باشند** که شامل پوستهٔ دیپلوئید از تخمک مادر و لپه با یاخته اندوخته‌دار و رویان $2n$ از لقاح یاخته‌های جنسی نر و ماده می‌باشند.
- لپه‌ها در دانه‌های بدون آندوسپرم، **هم ذخیرهٔ** غذا و **هم انتقال** آن به رویان را انجام می‌دهند. در این دانه‌ها باقی‌ماندهٔ آندوسپرم وجود دارد و سپس از بین می‌رود. در این دانه‌ها همهٔ یاخته‌ها دیپلوئید هستند چون پوستهٔ دانه هم $2n$ ولی با فرمول ژنتیکی والد ماده می‌باشد.



- به لپه‌ها، **برگ‌های رویانی** نیز می‌گویند، چون در **بسیاری** از گونه‌های دولپه‌ای‌ها و برخی تک‌لپه‌ای‌ها (پیاز)، رشد محور زیر لپه زیاد است و لپه(های) آن‌ها از خاک خارج شده و سبز می‌شوند و **به مدت کوتاهی فتوسنتز می‌کنند**. سپس با تولید برگ‌های اصلی و فتوسنتز مناسب لپه‌ها خشک می‌شوند.
- برای رشد دانه‌ها در خاک، **ابتدا ریشهٔ رویانی** از پوستهٔ دانه‌رست و سپس **ساقهٔ رویانی** خارج می‌شود. در تک‌لپه‌ای‌ها، معمولاً لپهٔ دانه از خاک خارج نمی‌شود و فتوسنتز نمی‌کند ولی در **بسیاری** از دولپه‌ای‌ها به دلیل رشد زیاد **ساقهٔ رویانی** که به صورت محوری در زیر لپه قرار دارد، لپه‌ها از خاک خارج شده و سبز می‌شوند و تا مدت کوتاهی فتوسنتز می‌کنند.
- پیاز تک‌لپه‌ای است که لپهٔ آن از خاک خارج می‌شود و پس از مدتی باقی‌ماندهٔ دانهٔ آن در خارج از خاک دیده می‌شود.

۲۷۲۴ (۳) در دانهٔ گردهٔ رسیده دو یاخته وجود دارد، یاختهٔ بزرگ‌تر (رویشی) و یاختهٔ کوچک‌تر (زایشی). یاختهٔ رویشی پس از رشد و تمایز و تبدیل به لولهٔ گرده، دارای سه هستهٔ هاپلوئید می‌باشد. دقت کنید در حین تمایز لولهٔ گرده یاختهٔ زایشی با تقسیم میتوز اسپرم‌ها را به وجود می‌آورد. بنابراین لولهٔ گرده ساختاری حاوی سه هستهٔ هاپلوئید (دوتا برای اسپرم و یکی برای خود یاختهٔ رویشی که تمایز پیدا کرده) می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** رشد و تمایز یاختهٔ رویشی، پس از گرده‌افشانی و رسیدن دانهٔ گرده به کلاله و در خارج از کیسهٔ گرده است. **گزینهٔ (۲):** دقت کنید ایجاد لولهٔ گرده با رشد حجمی یاختهٔ رویشی است (نه تقسیم!) **گزینهٔ (۴):** این مورد مربوط به یاختهٔ زایشی است.

۲۹۹ معادل‌های گیاهی

قسمت‌های گیاهی / معادل در نهان‌دانگان	قسمت تولیدمثلی	محل میوز	محل تولید یاختهٔ جنسی	قسمت هاپلوئید مولد یاختهٔ جنسی	یاختهٔ باقی‌ماندهٔ حاصل از میوز
در نهان‌دانهٔ نر	پرچم و بساک	کیسهٔ گرده	لولهٔ گرده (در گیاه ماده)	یاختهٔ زایشی دانهٔ گرده‌رسیده	هر ۴ گردهٔ نارس
در نهان‌دانهٔ ماده	مادگی و برچه و تخمدان	تخمک جوان درون تخمدان	کیسهٔ رویانی	یاختهٔ باقی‌مانده از میوز خورش	یکی از چهار یاخته که بزرگ‌تر است

۲۷۲۵ (۲) اندکی بعد از تشکیل دانه، رشد آن متوقف می‌شود و واکنش‌های سوخت‌وسازی آن به حداقل می‌رسند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دانهٔ نهان‌دانگان از سه بخش پوسته، رویان و ذخیرهٔ غذایی تشکیل می‌شود. در گیاهان تک‌لپه ذخیرهٔ غذایی آندوسپرم است و در طی رشد رویان به مصرف آن می‌رسد. در دولپه‌ها مواد غذایی آندوسپرم جذب لپه‌ها می‌شود. پوستهٔ دانه‌ها **معمولاً سخت** است و رویان را در برابر شرایط نامساعد محیط و صدمه‌های فیزیکی یا شیمیایی حفظ می‌کند. **گزینهٔ (۳):** هنگامی که دانه در شرایط مناسب قرار می‌گیرد، رویان رشد خود را از سر گرفته و تحت تأثیر محرک‌های بیرونی مثل آب و اکسیژن رشد می‌کند. **گزینهٔ (۴):** اولاً هنگامی که رشد دانه متوقف شده است، رویان از ذخایر غذایی به مقدار کم استفاده می‌کند. دوماً گیاه بلوط نهان‌دانه‌ای دولپه می‌باشد (چون رشد پسین دارد!) بنابراین در دانهٔ بلوط ذخایر غذایی آندوسپرم به لپه‌ها منتقل شده‌اند.

رویش دانه

- پس از لقاح، **پوشش دولایه‌ای تخمک**، دچار تغییراتی می‌شود و معمولاً به بافت **سخت** (یاخته‌هایی با دیوارهٔ استحکامی مثل اسکلرانشیم) تبدیل می‌شود که به آن **پوستهٔ دانه** گفته می‌شود. این پوسته، هم **رویان** را از شرایط **نامساعد** محیطی و صدمه‌های فیزیکی و شیمیایی حفظ می‌کند و هم با جلوگیری از ورود **آب و اکسیژن** به دانه، مانع **رشد سریع** رویان دانه می‌شود.
- بعد از لقاح مضاعف و تشکیل رویان درون دانه، رشد رویان تا مدتی متوقف می‌شود، ولی پس از مدتی و در شرایط **مناسب**، رویان میتوز و رشد خود را درونِ دانه از سرگرفته و به صورت **گیاهی** کوچک به نام **دانهٔ رُست** از پوستهٔ دانه خارج می‌شود که به آن دانهٔ رویش یافته می‌گویند. (دانه‌رست وقتی است که پوستهٔ دانه شکاف خورده باشد.)

۲۷۲۶ (۱) فقط مورد (د) صحیح است.

بررسی موارد الف) و د) پوستهٔ دانه، رویان را در برابر **شرایط نامساعد محیط** و **صدمه‌های فیزیکی یا شیمیایی** حفظ می‌کند و با **جلوگیری از ورود آب و اکسیژن** به دانه **مانع از رشد سریع رویان** می‌شود. ب) دقت کنید! پس از تشکیل رویان رشد آن تا مدتی **متوقف** می‌شود. ج) دقت کنید که رویانی که **رشد سریعی ندارد**، نیازی هم ندارد که نیاز غذایی خود را **به میزان زیاد** از آندوسپرم تأمین کند!

شرایط رشد دانه‌ها

- برای رشد دانه، باید پوستهٔ محکم آن به تدریج نفوذپذیر و دارای منفذهای بزرگ‌تری شود که این عمل تحت تأثیر عوامل محیطی و حتی آنزیم‌های لولهٔ گوارش برخی جانوران دانه‌خوار صورت می‌گیرد. آب، اکسیژن و دمای مناسب نیز از عوامل مهم برای رویش دانه می‌باشند. دانه‌ها برای رشد ابتدا باید آب جذب کنند و متورم شوند تا پوستهٔ آن‌ها شکاف بردارد. سپس باید ورود اکسیژن کافی برای تنفس هوازی مناسب و فعالیت دوبارهٔ رویان فراهم شود. در پی آن رویان با استفاده از ذخایر غذایی موجود در آندوسپرم (تک‌لپه‌ای‌ها) یا غذای ذخیره شده در لپه‌های قطور شده (دولپه‌ای‌ها) دوباره رویش خود را به عنوان دانه‌رست از سر می‌گیرد.
- در هر دانه‌ای ابتدا تقسیم سریع مریستم‌های ریشه از زیر رویان صورت می‌گیرد و ریشهٔ رویانی (ریشه‌چه) اولین قسمتی است که در رشد هر دانه‌ای از پوستهٔ دانه خارج می‌شود که حاوی سه سامانهٔ بافتی پوششی (روپوستی)، زمینه‌ای و آوندی می‌شود. پس از ریشهٔ رویانی، از رشد و تقسیم سریع مریستم رأسی دیگری در بالای رویان، ساقهٔ رویانی ایجاد می‌شود که مانند ریشه سه سامانهٔ بافتی پوششی (روپوستی)، زمینه‌ای و آوندی دارد. در این حالت به گیاه اولیه دانه‌رست گفته می‌شود.
- در رشد دانهٔ تک‌لپه‌ای و برخی دولپه‌ای‌ها مثل نخود، لپه یا لپه‌ها از خاک خارج نمی‌شوند و سبز نمی‌شوند که به رشد آن‌ها رویش زیرزمینی می‌گویند.
- در حالی‌که در بسیاری از دانه‌های دولپه‌ای مثل لوبیا و برخی تک‌لپه‌ای‌ها مثل پیاز، لپه(ها) به همراه رشد زیاد ساقه، از خاک خارج می‌شود و سبز می‌شود و تا مدت کوتاهی لپه(ها) یا برگ‌های رویانی فتوسنتز می‌کند. به رشد این دانه‌رست‌ها که لپهٔ آن‌ها از خاک خارج می‌شود، رویش روزمینی می‌گویند. (در رویش روزمینی، پس از ایجاد برگ‌های اصلی و فتوسنتز مناسب گیاه، لپه‌ها خشک می‌شوند.)

۲۷۲۷ (۴) در شکل مورد نظر بخش‌های (۱) تا (۴) به ترتیب ساقهٔ رویانی، لپه‌ها، ریشهٔ رویانی و باقی‌مانده آندوسپرم یا درون‌دانه می‌باشند. دقت کنید! در **بسیاری** از گیاهان گل‌دار، لپه‌ها از خاک بیرون می‌آیند و برای **مدت کوتاهی** فتوسنتز می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ریشهٔ رویانی یاخته‌های **دیپلوئید** دارد در حالی‌که درون‌دانه، یاخته‌های **تریپلوئید** دارد. **گزینهٔ (۲):** لپه‌ها **همانند** درون‌دانه، برای مدتی می‌توانند در دانه **نقش ذخیره‌ای** داشته باشند. **گزینهٔ (۳):** ساقهٔ رویانی **برخلاف** لپه‌ها، در دانهٔ ذرت در تماس مستقیم با درون‌دانه نیست.

۲۷۲۸ (۳) دانهٔ گرده در هر گیاه دانه‌دار، به صورت **منفذدار** (متخلخل) می‌باشد تا لولهٔ گرده توانایی رویش از منافذ را داشته باشد پس در مورد گل کدو که ویژگی‌های گزینهٔ (۳) به آن مربوط است نیز صادق است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** می‌توان وجود زمین‌ساقه در **زنبق** که یک گیاه چندساله است را به عنوان نقض این گزینه بدانیم. **گزینهٔ (۲):** این عبارت در مورد گیاه لوبیا که دولپه‌ای است و در درونی‌ترین قسمت ریشهٔ خود فقط بافت آوندی دارد درست است ولی در مورد گیاه پیاز تک‌لپه با رویش روزمینی نادرست است چون بین آوندهای ریشهٔ آن بافتی محصور شده است. **گزینهٔ (۴):** در مورد نقض این عبارت می‌توان گیاه **داوودی** در فصل ۹ را نام برد که گلبرگ رنگین با توجه به شکل کتاب دارد و می‌تواند با کمک حشرات گرده‌افشانی کند.

۳۰۰ رویش روزمینی و زیرزمینی

دانه	نوع	رویش	رشد ساقهٔ رویانی	برگ رویانی (لپه)	یاخته‌های دانهٔ رسیده	نوع دانه
لوبیا	دولپه‌ای	روزمینی	رشد زیاد ابتدا خمیده بعد مستقیم	هوایی - فتوسنتزکننده	فقط $2n$	فاقد آندوسپرم
ذرت	تک‌لپه‌ای	زیرزمینی	همواره مستقیم	زیرزمینی - غیرفتوسنتزکننده	$2n$ و $3n$	آندوسپرم‌دار
پیاز	تک‌لپه‌ای	روزمینی	همواره مستقیم	هوایی - فتوسنتزکننده	$2n$ و $3n$	آندوسپرم‌دار

۲۷۲۹ (۲) فقط مورد (ج) صحیح است. در رشد دانه‌ها، جوانه‌زنی و بیرون آمدن دانه‌رست بعد از شکاف پوسته صورت می‌گیرد.

بررسی موارد (الف) دانهٔ ذرت، رشد زیرزمینی ولی دانهٔ پیاز مانند لوبیا رشد روزمینی دارد. برگ رویانی فتوسنتزکننده در ذرت و سایر گیاهانی که لپهٔ آن‌ها در خاک باقی می‌ماند، مشاهده نمی‌گردد. (ب) هر نوع لپه‌ای در دانه، مسئول انتقال مواد غذایی به رویان می‌باشد (در دولپه‌ای‌ها، لپه‌ها علاوه‌بر انتقال به ذخیرهٔ مواد نیز می‌پردازند و آندوسپرم از بین می‌رود). (د) در پیاز، به دلیل رویش روزمینی لپه‌های خشک شده مشاهده می‌شود نه در ذرت!

۳۰۱ مقایسهٔ ذرت و لوبیا

موارد مقایسه	لوبیا	ذرت
تعداد لپه	۲	۱
نوع رویشی	روزمینی	زیرزمینی
آندوسپرم در دانهٔ نابالغ	+	+
آندوسپرم در دانهٔ بالغ	−	+
اندوختهٔ غذایی دانه	لپه‌ها	آندوسپرم
محل رویش ساقه و ریشه از دانه	مشترک	جداگانه
اولین اندام رویش‌یافته از دانه	ریشهٔ رویانی	ریشهٔ رویانی
توانایی فتوسنتز لپه	+	−
شکل ریشه	مستقیم و کم‌انشعاب	افشان و پرانشعاب
شکل برگ	پهن و قلبی	دراز و تیز
شکل رگبرگ	منشعب	موازی
وضعیت لپه(ها)	انتقال مواد غذایی از آندوسپرم به رویان	جذب مواد غذایی آندوسپرم و انتقال آن به رویان
باقی ماندن پوستهٔ دانهٔ زیر خاک	+	+
وجود ریشه بیرون خاک	−	+
شکل قلاب مانند ساقهٔ اولیه	+	−

۲۷۳۰ (۲) با توجه به شکل ۱۵ صفحهٔ ۱۳۲، قسمتی از ریشهٔ گیاه ذرت از خاک خارج می‌شود و ریشهٔ هوایی را می‌سازد، در حالی که در ریشهٔ گیاه لوبیا چنین چیزی مشاهده نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به شکل‌های ۱۲ و ۱۳ صفحهٔ ۱۲۹، مشخص است که گل قاصد دارای گلبرگ‌های زردرنگ فراوانی است. در حالی که گل‌های بلوط کوچک‌اند و گلبرگ ندارند. **گزینهٔ (۳):** شکل ۵ صفحهٔ ۱۲۴ و شکل ۶ صفحهٔ ۱۲۵، گل‌های آلبالو و کدو را نشان می‌دهد. در کدو برخلاف آلبالو گلبرگ‌ها به هم متصل‌اند. **گزینهٔ (۴):** با توجه به شکل ۳ صفحهٔ ۱۲۲، ساقهٔ تخصص یافتهٔ گیاه زنبق زیرزمینی و ساقهٔ تخصص یافتهٔ گیاه توت‌فرنگی روزمینی است، اما هر دو در مجاور خاک رشد می‌کنند.

۲۷۳۱ (۳) موارد (ب) و (ج) درست هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. بعد از ریشهٔ رویانی، ساقه‌های رویانی رشد می‌کنند و از دانه خارج می‌شوند (نه برگ‌های رویانی که لپه‌ها هستند.). (ب) **درست.** ژنوتیپ تخمک با ژنوتیپ پوستهٔ دانهٔ جدید یکسان است. (ج) **درست.** در گیاه ذرت در پی لقاح زامه با یاختهٔ دوهسته‌ای آندوسپرم ایجاد می‌شود که برای تبدیل شدن رویان به دانه‌رست نیاز است، چون مواد غذایی را ذخیره می‌کند.

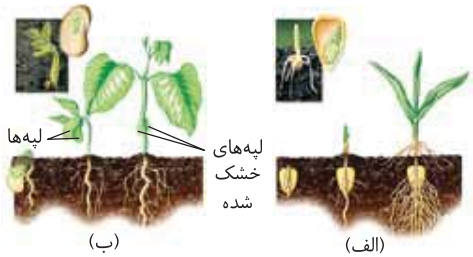
نکته

متورم شدن دانه در پی نفوذ آب به دانه ← شکافته شدن پوستهٔ دانه ← رسیدن اکسیژن کافی به دانه ← ترشح جیبرلین از رویان ← ترشح آنزیم‌های گوارشی از آندوسپرم ← تجزیهٔ نشاسته و گلوتن و دیوارهٔ یاخته‌ای یاخته‌های آندوسپرم ← رسیدن مواد غذایی به رویان ← شروع دوبارهٔ رشد رویان ← تشکیل دانه‌رست

۲۷۳۲ (۴) همهٔ موارد صحیح هستند. *باور کنید لازم نیست من توضیح بدم فقط با دقت هر گزینه را بخوانید و در این شکل‌ها ببینید و کیف کنید تا دست طراح کنکور را ببندیم و بگیم اگر به ریزه‌ها ما هم بلدیم!*

۲۷۳۳ (۲) آندوسپرم که بزرگ‌ترین بخش اشغال کنندهٔ دانهٔ گیاهان تک‌لپه است برخلاف لپه در گیاهان دو لپه، فقط در تأمین مواد غذایی نقش دارد، چون همواره انتقال مواد غذایی به رویان را لپه(ها) انجام می‌دهند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیاهان تک‌لپه دارای ریشه‌های افشان هستند که قسمتی از ریشهٔ آن‌ها بیرون می‌ماند (قسمت اول سؤال در مورد گیاهان دولپه نکتهٔ بسیار مهمی است). **گزینهٔ (۲):** در گیاه لوبیا بزرگ‌ترین یاختهٔ درون کیسهٔ رویانی، یاختهٔ دو هسته‌ای است که همانند یاخته‌های حاصل از تخم اصلی دارای دو مجموعهٔ کروموزومی می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** یاختهٔ کوچک‌تر لپه‌ها را که ساختار قلبی‌شکل هستند ایجاد می‌کند که به مدت کوتاهی توانایی فتوسنتز را دارند.



(ب) رویش دانهٔ لوبیا روزمینی

(الف) رویش دانهٔ ذرت زیرزمینی

۲۷۳۴ (۴) منظور رشد گیاه تک‌لپه است که انشعاباتی از ریشهٔ آن در سطح خاک هم دیده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاختهٔ رویشی از یاختهٔ گردهٔ نابالغ اولیه به‌وجود می‌آید. این یاخته توانایی تولید یاخته ندارد. **گزینهٔ (۲):** گیاه فوق تک‌لپه‌ای است و دانهٔ بالغ آندوسپرم‌دار ندارد. **گزینهٔ (۳):** سه یاختهٔ هاپلوئید تولید شده در تخمک بلافاصله از بین می‌روند. **گزینهٔ (۴):** منظور از این یاخته‌های دیپلوئید، همان یاخته‌های میوزدهندهٔ کیسهٔ گرده و یاختهٔ خورش هستند که سانتریول عمود بر هم نیز ندارند.

۲۷۳۵ (۲) در **بیشتر** گونه‌ها یاخته‌های لپه همراه با ساقه از خاک خارج می‌شوند و مدتی فتوسنتز می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های پارانشیم می‌توانند فتوسنتز کنند و در اطراف یاخته‌های دارای دیوارهٔ چوبی مثل اسکلروئید و آوند چوبی نیز قرار داشته باشند. **گزینهٔ (۳):** یاخته‌های نگهبان روزنه با اثر آبسیزیک‌اسید حجم غشای خود را می‌کاهند و حجم اندامک‌های خود را در حد ثابتی نگه می‌دارند. **گزینهٔ (۴):** یاخته‌های پارانشیمی علاوه‌بر فتوسنتز توانایی تقسیم شدن نیز دارند.

۲۷۳۶ (۴) در نهان‌دانگان بر اساس اینکه **لپه‌ها** (نه دانه‌ها) درون خاک بمانند یا همراه با ساقه از خاک خارج شوند، دو رویش تعریف شده است، چون دانه که از خاک خارج نمی‌شود، بلکه از آن دانه‌رست ساقه و ریشه‌دار ایجاد می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با توجه به شکل کتاب درسی، رویش در دانهٔ لوبیا روزمینی است. در این دانه، ساقه همانند ریشه از بخش زیرلپه‌ها خارج می‌شود تا با رشد زیاد ساقهٔ رویانی، لپه‌ها از خاک خارج شوند. **گزینهٔ (۲):** پهنک مشخص و دمبرگ ویژهٔ دولپه‌ای‌هاست که ریشهٔ مستقیم دارند (نه افشان). **گزینهٔ (۳):** خط کتاب درسی است.

۲۷۳۷ (۱) تنها مورد (ب) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. لپه‌های فتوسنتزکننده تحت عنوان برگ‌های رویانی تا مدت **کوتاهی** که برگ‌های اصلی ایجاد نشده‌اند، به فتوسنتز ادامه می‌دهند (نه تا موقع گل دادن که می‌تواند چندسال باشد.). (ب) **درست.** بعد از تشکیل رویان رشد دانه تا مدتی به‌طور کامل متوقف می‌شود و یاخته‌های رویان وارد مرحلهٔ G_0 می‌شوند. (ج) نادرست. مشخص‌ترین بخش رویان لپه(ها) است. مشخص‌ترین بخش دانه در گیاهی مانند ذرت آندوسپرم می‌باشد. (د) نادرست. رگبرگ‌های موازی در گیاهان تک‌لپه‌ای دیده می‌شوند. رشد روزمینی یا زیرزمینی ربطی به تک‌لپه‌ای یا دولپه‌ای بودن گیاه ندارد، مثلاً پیاز تک‌لپه با رگبرگ موازی و رشد روزمینی است.

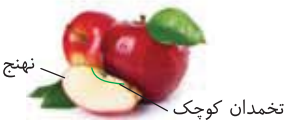
۲۷۳۸ (۱) فقط مورد (ب) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. اگر لقاح انجام **نشود**، دانه‌ای نیز تشکیل نخواهد شد. **پرتقال‌های بدون دانه** به‌این‌روش ایجاد می‌شوند. برای تشکیل چنین میوه‌ای به‌تنظیم‌کننده‌های رشد نیاز داریم. (ب) **درست.** اگر در تشکیل میوه **قسمت‌های دیگر گل** نقش داشته باشند، **میوه کاذب** است. مانند (نه فقط!) **میوهٔ سیب** که حاصل رشد **نهنج** است. (ج) نادرست. میوه‌ای که از رشد **تخمدان** ایجاد شده، **میوهٔ حقیقی** نامیده می‌شود. (د) نادرست. در **پرتقال**، فضای تخمدان با دیوارهٔ برچه‌ها به‌طور کامل تقسیم شده است اما **درخیار این‌گونه نیست.**

میوه

- درون هر **برچه** قسمتی به نام **تخمدان** وجود دارد که در آن **تعدادی تخمک** می‌تواند تشکیل شود. **تخمک‌ها** به همراه بافت‌های درون آن و پوستهٔ آن به **دانه‌ها** تبدیل می‌شوند. **دانه** عامل پراکندگی **نهان‌دانگان** در محیط می‌باشد.
- از طرفی باید بدانید که میوه محل نگهداری دانه‌ها می‌باشد و به همین دلیل به آن‌ها نهان‌دانه می‌گویند. **میوه** از رشد و نمو **بقیهٔ قسمت‌های گل** تشکیل می‌شود که در **بسیاری** از نهان‌دانگان همانند درخت **هلو**، میوه از رشد **تخمدان** ایجاد می‌شود که به آن‌ها **میوهٔ حقیقی** گفته می‌شود ولی در انواعی از گیاهان، میوه‌ها از **قسمت‌های دیگر گل** نیز ایجاد می‌شوند که به آن‌ها میوهٔ **کاذب** گفته می‌شود. مثلاً میوهٔ **سیب**، به صورت **کاذب** از رشد **نهنج** و پس از **ریزش گلبرگ‌ها** ایجاد می‌شود.
- تمام بخش درون میوهٔ حقیقی از تخمدان و دانه‌ها تشکیل شده است ولی در میوهٔ کاذب، تخمدان فقط بخش کوچکی از درون میوه را اشغال کرده است.
- در برخی میوه‌ها فضای تخمدان و میوه با دیوارهٔ برچه‌ها به‌طور کامل از هم جدا شده‌اند (مانند فلفل دلمه و پرتقال).

«میوهٔ درخت هلو حاصل رشد تخمدان است.»



«میوهٔ درخت سیب حاصل رشد نهنج است.»

۲۷۳۹ (۱) تنها مورد (ب) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌نمایند.

بررسی موارد (الف) درست. پوستهٔ دانه‌ها **معمولاً** سخت و محکم می‌باشد. یعنی میوه‌هایی هم یافت می‌شوند که دارای دانه‌هایی فاقد پوست سخت باشند. (ب) **نادرست.** اگر مانند موز، لقاح بین یاخته‌های اسپرم و تخم‌زا انجام شود، اما رویان قبل از تکمیل فرایند رشد و نمو از بین برود، دانه‌های نارسی تشکیل می‌شوند که ریزند و پوستهٔ نازک دارند. به چنین میوه‌هایی نیز، میوهٔ بدون دانه گفته می‌شود. (ج) درست. میوه‌های نارس **معمولاً** (نه همواره) مزهٔ ناخوشایندی دارند. در نتیجه دانه‌های نارس این میوه‌ها تا زمان رسیدگی میوه از خورده‌شدن به وسیلهٔ جانوران حفظ می‌شوند. (د) درست. همهٔ میوه‌ها از رشد و نمو یکی از قسمت‌های گل (تخمدان، نهنج یا ...) تولید می‌شوند. گل ساختار اختصاص یافتهٔ گیاه برای تولیدمثل جنسی می‌باشد.

۲۷۴۰ (۳) موارد (الف)، (ج) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** همهٔ میوه‌های حقیقی، حاصل رشد تخمدان هستند. (ب) نادرست. همهٔ میوه‌های کاذب از رشد نهنج نیستند و می‌توانند در اثر رشد بخش‌های دیگری از گل (غیر از نهنج و تخمدان) پدید آمده باشند (مثلاً در مورد سیب این نکته صادق است). (ج) **درست.** در **برخی** میوه‌های بدون دانه مثل **موز**، رویان قبل از تکمیل مراحل رشد و نمو از بین رفته و دانهٔ نارسی تشکیل می‌شود که ریز است ولی لقاح صورت گرفته است. (د) **درست.** مثل **میوهٔ پرتقال** که فضای تخمدان با دیوارهٔ برچه‌ها تقسیم شده است.

مقایسهٔ انواع میوه‌ها ۳۰۲

انواع میوه		ویژگی	مثال
بدون دانه	بدون هیچ دانه‌ای	اگر لقاح صورت نگیرد، چنین میوه‌ای ایجاد می‌شود. برای تشکیل چنین میوه‌ای به تنظیم‌کننده‌های رشد نیاز است.	پرتقال بدون دانه
	دارای دانه اما فاقد رویان	اگر لقاح صورت بگیرد اما رویان در حین تکمیل مراحل رشد و نمو از بین برود، چنین میوه‌هایی ایجاد می‌شود. در این میوه‌ها دانه وجود دارد اما این دانه‌ها کوچک‌اند و پوسته نازکی دارند.	موز بدون دانه
حقیقی		از رشد تخمدان ایجاد می‌شود.	میوهٔ هلو
کاذب		از رشد بقیه قسمت‌های گل مثل نهنج حاصل می‌شود.	میوهٔ سیب

۲۷۴۱: ۴) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد الف) اگر گیاهی هم دارای اندام جنسی نر و هم ماده باشد، قطعاً گرده ایجاد می‌کند و این ربطی به دانه داشتن یا نداشتن میوهٔ آن ندارد. چون ایجاد دانه به لقاح بستگی دارد.! ب) ممکن است مثل گل کامل آلبالو، مادگی تک برچه‌ای باشد. ج) بسیاری از نهان‌دانگان دارای لپه‌های سبز فتوسنتزکنندهٔ خارج شده از خاک می‌شوند ولی همهٔ نهان‌دانگان لقاح دوتایی (مضاعف) دارند. د) اصلاً اگر گامت وسیلهٔ حرکتی دارد که گیاه گل‌دار نیست!

۲۷۴۲: ۲) طبق متن کتاب، این گل‌ها فاقد رنگ **درخشان** هستند نه اینکه کلاً بی‌رنگ باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بعضی گرده‌ها توسط باد جابه‌جا می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** اجتماع حاوی چند جمعیت و گروه می‌باشد، پس گل‌هایی با گلبرگ درخشان، توسط جانوران گرده‌افشان زیاد می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** همهٔ گیاهان نهان‌دانه دارای تکثیر رویشی هستند ولی در سیب‌زمینی و شلغم به‌ترتیب ساقه و ریشهٔ مخصوص این کار دارند.

۲۷۴۳: ۲) موارد (الف) و (ج) صحیح می‌باشند. بخش مشخص شده **تخمدان** را نشان می‌دهد.

بررسی موارد الف) و ج) **درست.** تخمدان مربوط به بخش ماده است که دارای پوشش دو لایهٔ تخمک می‌باشد که به دیوارهٔ داخلی آن متصل است و پوستهٔ دانه را تشکیل می‌دهد. ب) نادرست. لولهٔ گرده در **خامه** ایجاد می‌شود و جزئی از تخمدان نیست. د) نادرست. در کیسهٔ رویانی فقط یک یاختهٔ جنسی تخم‌زا وجود دارد و یاختهٔ دو هسته‌ای، یاختهٔ جنسی به شمار نمی‌آید.

۲۷۴۴: ۱) فقط مورد (الف) صحیح است. میوه‌های بدون دانه دو نوع هستند. در نوع اول عواملی مثل اکسین و جیبرلین باعث رشد لولهٔ گرده شده و لقاح انجام نمی‌شود و دانه‌ای تشکیل نمی‌شود. در نوع دوم مثل موز ۳n، لقاح انجام می‌شود اما رویان **قبل** از تکمیل مراحل رشد و نمو از بین می‌رود. بنابراین در هر دو نوع میوه، رویان وجود ندارد. رویان از تقسیم پی‌درپی یاختهٔ تخم اصلی تشکیل می‌شود. در نخستین تقسیم تخم، دو یاختهٔ بزرگ و کوچک ایجاد می‌شوند. از تقسیم یاختهٔ بزرگ، بخشی به وجود می‌آید که ارتباط بین رویان و گیاه مادر را ایجاد می‌کند. یاختهٔ کوچک‌تر منشأ رویان است.

بررسی موارد ب) فضای تخمدان در میوه‌ها می‌تواند تک‌برچه‌ای یا چندبرچه‌ای باشد، در تخمدان‌**های چندبرچه‌ای**، فضای تخمدان ممکن است با دیوارهٔ برچه‌ها تقسیم نشده باشد یا ممکن است به صورت ناقص یا کامل تقسیم شده باشد. ج) میوه‌ای که از رشد تخمدان ایجاد شده، میوهٔ حقیقی نامیده می‌شود؛ اگر در تشکیل میوه قسمت‌های دیگر گل نقش داشته باشند، میوه کاذب است. میوهٔ کاذب علاوه‌بر نهنج می‌تواند از رشد قسمت‌های دیگر گل نیز تشکیل شود. د) اکسین و **جیبرلین** موجب درشت شدن میوه‌ها می‌شوند.

۲۷۴۵: ۱) میوه‌های بدون دانه دو نوع‌اند، در پی لقاح انجام می‌شود یا نمی‌شود. دقت کنید **رویان** در هیچ‌کدام از این دو نوع میوه دیده نمی‌شود حتی در آن‌هایی که لقاح انجام می‌شود، رویان قبل از مراحل تکوین رشد و نمو از بین می‌رود (این دانه است که در آن‌ها وجود دارد یا ندارد!).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** با توجه به خط کتاب درسی در مورد موز صحیح است. **گزینهٔ (۳):** تنظیم‌کننده‌های رشد مؤثر در این عمل جیبرلین و اکسین می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** پراکنش میوه به درخشان بودن رنگ آن بستگی دارد نه به دانه‌دار یا بدون دانه بودن آن.

• میوه‌های بدون دانه (بدون هسته)

- دانه از لقاح یاخته‌های جنسی نر (اسپرم) و ماده (تخم‌زا) گیاهان ایجاد می‌شود و سپس پوستهٔ تخمک دور آن قرار می‌گیرد و دانهٔ رسیده ایجاد می‌شود.
- اگر به هر روشی بتوانیم مانع لقاح و تشکیل رویان شویم (مثل اضافه کردن تنظیم‌کننده یا هورمون رشد جیبرلین یا اکسین قبل از گرده‌افشانی)، در پی رشد تخمدان و یا سایر بخش‌های گل، میوه‌ای بدون دانه یا در اصطلاح رایج **بدون هسته** ایجاد کرده‌ایم که اغلب مردم این میوه‌ها را به میوه‌های دانه‌دار ترجیح می‌دهند.
- در برخی مواقع مانند برخی موزها، لقاح مضاعف یاخته‌های جنسی صورت می‌گیرد اما **رویان دانه** قبل از **تکمیل** مراحل رشد و نمو می‌میرد و **دانه‌های نارس ریز با پوستی نازک** ایجاد می‌شوند که به آن‌ها نیز با اینکه دانهٔ نارس دارند، ولی **میوهٔ بدون دانه** گفته می‌شود.
- برخی از موزها که تریپلوئید هستند (۳n). در این گیاهان، رویان ۲n از بین رفته است و رشد آندوسپرم سبب ایجاد آن شده است. یعنی خود گیاه دیپلوئید بوده اما میوهٔ آن بیشتر از یاخته‌های سه‌لاد تشکیل شده‌اند.

دانهٔ نارس

- میوه‌های بی‌دانه
  - بدون لقاح یاخته‌های جنسی ← فاقد هر نوع دانه‌ای هستند (پرتقال بی‌دانه).
  - با لقاح یاخته‌های جنسی ← دانه‌های نارس ریز دارند (موز).
- در حقیقت تخمک لقاح‌یافته به دانه تبدیل می‌شود پس ممکن است میوهٔ بی‌دانه، دانهٔ نارس داشته باشد ولی قطعاً میوهٔ بی‌دانه، رویان ندارد.

۲۷۴۶: ۴) همهٔ موارد صحیح هستند.

بررسی موارد الف) چون میوه معمولاً حاوی دانه می‌باشد پس رویان هم درون دانه با آن پراکنش می‌شود. ب) در مورد رنگ تخمدان در میوه‌ها و رنگ گلبرگ در گرده‌افشانی صحیح است. ج) میوه‌ای که دانه ندارد همانند دانهٔ دولپه‌ای‌ها فاقد بخش ۳n می‌باشد. د) *فب واضحه وقتی دانه ندارد پی رو پراکنش بدهد!*

۲۷۴۷: ۳) موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست هستند. مطابق با متن کتاب درسی هر گلی یا دوجنسی است و یا تک جنسی!

بررسی موارد الف) **نادرست.** برخی از میوه‌ها بدون انجام لقاح و ایجاد دانه تشکیل می‌شوند، مانند پرتقال بدون دانه. ب) **نادرست.** ممکن است گیاهی حلقهٔ مربوط به گلبرگ را نداشته باشد و برای گرده‌افشانی نیازی به گلبرگ نداشته باشد و با باد گرده‌افشانی کند. ج) **نادرست.** امکان دارد گلی دارای مادگی یک برچه‌ای باشد و لفظ برچه‌ها برای آن نامناسب باشد و از طرفی هر تخمدان یک برچه می‌تواند چند تخمک داشته باشد.

۲۷۴۸: ۴) پوشش دو لایهٔ تخمک، در ادامه با ایجاد تغییراتی پوستهٔ دانه را می‌سازد که از رویان محافظت می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** برخی از دانه‌ها دارای پوستهٔ محکمی می‌باشند که شیرهٔ گوارشی جانوران نیز قادر به تخریب آن نمی‌باشد. **گزینهٔ (۲):** برخی از میوه‌ها مانند موز دارای دانه‌های نارسی می‌باشند که نمی‌توانند گیاهی جدید را ایجاد کنند. **گزینهٔ (۳):** برخی از دانه‌ها نیز با عوامل محیطی مانند باد جابه‌جا می‌شوند.

۲۷۴۹: ۲) تنها میوه‌هایی که از رشد تخمدان حاصل شده‌اند حقیقی می‌باشند (یعنی از بخش متورم مادگی = تخمدان).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** موز از میوه‌های بدون دانه است که رویان موجود در دانهٔ آن ابتدا وجود داشته است و سپس از بین رفته است. **گزینهٔ (۳):** میوه‌ای که تنها بخشی از آن تخمدان باشد از رشد سایر قسمت‌های گل ایجاد شده است و کاذب است. در حقیقت میوهٔ کاذب هم مثل سیب، درون خود تخمدان باریک و تخمک دارد. **گزینهٔ (۴):** هلو حاصل رشد تخمدان است و هسته‌ای غیرقابل تجزیه با شیرهٔ گوارشی بدن جانوران دارد.

۲۷۵۰ (۴) زنبق و گندم هر دو گیاهی **علفی** می‌باشند که روزنه‌های **آبی** برای تعریق در نوک یا حاشیهٔ برگ به صورت **همیشه باز** دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** زنبق و درختچه‌ها **چندساله** هستند و سال‌ها به رشد خود ادامه می‌دهند. **گزینهٔ (۲):** اتفاقاً چغندرقند گیاه **دوساله** است که در انتهای سال اول **ریشهٔ** ذخیره‌ای دارد. **گزینهٔ (۳):** زنبق گیاه علفی است و فاقد کامبیوم، رشد پسین، پریدرم و عدسک می‌باشد.

۳۰۳ مقایسهٔ گیاهان یک‌ساله، دوساله و چندساله

موارد مقایسه	گیاهان یک‌ساله	گیاهان دوساله	گیاهان چندساله
مثال	خیار و گندم	شلغم و چغندرقند	زنبق و درختچه و درخت‌ها
نوع گیاهان	علفی	علفی	بیشتر چوبی و برخی علفی
نحوهٔ رشد رویشی	سال اول زندگی رشد رویشی انجام می‌شود.	در سال اول مواد غذایی حاصل از فتوسنتز در ریشه ذخیره می‌شود.	رشد رویشی آن‌ها می‌تواند تا سال‌ها ادامه داشته باشد.
نحوهٔ گل‌دهی و تولید دانه	در سال اول گل‌دهی دارند و به دنبال تولیدمثل می‌میرند.	در سال دوم در اثر مصرف مواد ذخیره شده در ریشه شاهد گل‌دهی و تشکیل دانه هستیم.	برخی از آن‌ها هر ساله توانایی تولید دانه، گل و میوه دارند و برخی پس از چند سال گل می‌دهند.
رشد پسین	ندارند	ندارند	برخی دارند

۲۷۵۱ (۲) موارد (ب) و (د) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. دقت کنید هر گیاهی لزوماً گل‌دار نیست! (ب) **درست**. دقت کنید گیاهان یک‌ساله همگی آوند چوبی دارند بنابراین یاختهٔ دارای دیوارهٔ پسین چوبی شده نیز دارند. (ج) نادرست. گیاه یک ساله، یک سال یا کمتر از یک سال برای تولید مثل جنسی نیاز دارد. (د) **درست**. گیاه دوساله در سال اول ساقهٔ معمولی و در سال دوم ساقهٔ گل‌دهنده دارد.

۲۷۵۲ (۱) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) گیاه دوساله در سال دوم زندگی خود علاوه‌بر رشد رویشی، رشد زایشی را انجام می‌دهد و ساقهٔ گل‌دهنده ایجاد می‌کند. (ب) ممکن است گیاه چندساله چندین سال زندگی کند و بعد از یک‌بار تولیدمثل جنسی از بین رود. (ج) **ممکن است** گیاه یک‌ساله عمری کمتر از یک ماه داشته‌باشد (نه هر گیاه یک ساله!). (د) ممکن‌است یک گیاه چندساله از سال اول زندگی خود تولیدمثل جنسی را انجام دهد.

۲۷۵۳ (۳) مریستم نخستین ساقه، در نوک آن ایجاد می‌شود ولی در ریشه، نزدیک به انتهای آن در بالای کلاهک است. گزینهٔ (۳) در مورد هر گیاه ریشه‌داری صحیح است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در نهان‌دانگان، **دو نوع** آوند چوبی، از نوع تراکئیدی و عناصر آوندی دیده می‌شود. **گزینهٔ (۲):** دقت کنید که **ریشه** نیز محل ذخیرهٔ اندوختهٔ غذایی در گیاهان نهان‌دانهٔ دوساله است. **گزینهٔ (۴):** دقت کنید که رشد پسین در درخت‌ها و درختچه‌های **چندساله** دولپه‌ای دیده می‌شود.

۲۷۵۴ (۱) مطابق با شکل ۵ صفحهٔ ۱۲۴، درخت آلبالو دارای گل کامل با هر دو نوع حلقهٔ جنسی می‌باشد. در حالی‌که گیاه کدو، تک جنسی بوده و تنها یکی از دو حلقه‌های جنسی را دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در گیاه خزه، یاختهٔ جنسی نر دارای وسیلهٔ حرکتی بوده و می‌تواند در قطره‌های آب یا رطوبت سطح گیاه، خود را به یاختهٔ جنسی ماده برساند. **گزینهٔ (۳):** جوانه‌های موجود در ریشه به تکثیر رویشی گیاه آلبالو کمک می‌نمایند، اما در گیاه زنبق، زمین‌ساقه دیده می‌شود که دارای جوانه در **ساقهٔ زیرزمینی** خود می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** برخی از گیاهان مانند چغندر و شلغم دوساله‌اند. این گیاهان در سال اول رشد رویشی دارند و در سال دوم با تولید گل و دانه رشد زایشی دارند. دقت کنید که درخت‌ها و درختچه‌ها (مانند درخت آلبالو) جزء گیاهان چندساله به حساب می‌آیند.

۲۷۵۵ (۴) گیاهان چندساله و دو ساله می‌توانند بیش‌از یک سال رشد رویشی داشته باشند. ذخیرهٔ غذایی دانهٔ بالغ در تک‌لپه‌ای‌ها، آندوسپرم و در دولپه‌ای‌ها، لپه می‌باشد. در هر دو گروه، این ذخیره‌های غذایی بیشتر حجم دانهٔ بالغ را به خود اختصاص می‌دهند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید که تنها بعضی از گیاهان چندساله، می‌توانند هر سال گل، میوه و دانه تولید نمایند. در گیاهان دو ساله هم فقط سال دوم گل می‌دهند. **گزینهٔ (۲):** گیاهان علفی مانند زنبق فاقد مریستم پسین در ساختار خود می‌باشند. **گزینهٔ (۳):** ایجاد ساقهٔ گل‌دهنده در سال دوم هم ویژگی گیاهان دوساله می‌باشد. برخی چند ساله‌ها بعد از چند سال گل می‌دهند.

۲۷۵۶ (۱) از رشد تخمک میوه ایجاد نمی‌شود بلکه از تخمک لقاح کرده، دانه ایجاد می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** گیاهان یک ساله اصلاً نیازی به ذخیره ندارند و سریع مصرف می‌کنند. **گزینهٔ (۳):** در موز که دانهٔ نارس دارد امکان تکمیل نشدن مراحل رشد و نمو وجود دارد. **گزینهٔ (۴):** میوه‌های نارس معمولاً (نه همواره) دارای مزهٔ ناخوشایندند.

۲۷۵۷ (۳) در پیراپوست، کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز وجود دارد که با فعالیت خود، یاخته‌های پارانشیمی را به سمت خارج می‌راند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** فقط در پیازهای خوراکی، ساقهٔ زیرزمینی به همراه برگ‌های خوراکی دیده می‌شود نه در همهٔ ساقه‌های زیرزمینی!! (غده و ریزوم برگ خوراکی ندارند). **گزینهٔ (۲):** **بازدانگان** فاقد گل هستند ولی همانند هر گیاه دانه‌داری، یاختهٔ جنسی نر آن‌ها فاقد وسیلهٔ حرکتی و حرکت فعال می‌باشند. **گزینهٔ (۴):** کامبیوم آوندی مربوط به **درختان دولپه‌ای** است و معمولاً چند بار گل‌دهی دارند ولی برعکس آن صادق نیست چون در گیاهان **علفی چندساله** (زنبق) و تک‌لپه‌ای‌های چندساله که هر سال گل می‌دهند، کامبیوم و رشد پسین وجود ندارد.

۲۷۵۸ (۱) دیوارهٔ دانه‌های گرده همواره منفذدار است. اما ممکن است صاف یا دارای تزئیناتی باشد! بنابراین در تمام گیاهان گل‌دار که دانهٔ گرده تولید می‌کنند این دانه متخلخل (دارای منفذ) می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** **نوعی گندم** برای گل دادن نیاز به گذراندن یک دورهٔ رویشی در سرما دارد. دقت کنید گندم و خیار از گیاهان یک‌ساله هستند. رشد رویشی و زایشی در سال دوم ویژگی گیاهان دوساله و چندساله است. **گزینهٔ (۳):** گیاه زنبق دارای نوعی ساقهٔ تخصص‌یافته در زیر زمین است که زمین‌ساقه نام دارد. با توجه به شکل کتاب درسی زنبق دارای گلبرگ‌های رنگی و درخشان است و گرده‌افشانی وابسته به باد ندارد. زنبق از گیاهان علفی و چندساله است. **گزینهٔ (۴):** پیاز و لوبیا دارای رویش روزمینی و ذرت دارای رویش زیرزمینی است. دقت کنید ذرت گیاهی تک‌لپه است و در برش عرضی ساقهٔ آن، مرز بین پوست و استوانهٔ آوندی مشخص نیست.

۲۷۵۹ : ۴ واضح‌ترین بخش دانه **لپه** است. ولی اولین بخش روییده شده از دانه **ریشه** است. پس نمی‌توان این بخش را بر روی خاک مشاهده نمود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیاهانی که ریشهٔ افشان دارند (تک‌لپه‌ای) همهٔ انشعابات ریشه را از یک نقطه می‌گیرند. این گیاهان ممکن است رشد زیادی داشته باشند که ناشی از تقسیم یاخته‌های مریستمی **اولیه** می‌باشد. (یاخته‌های مریستمی تمایزنیافته هستند.) **گزینهٔ (۲):** در ریشهٔ گیاهان تک‌لپه‌ای می‌توان بخشی از سامانهٔ زمینه‌ای را در میان دسته‌های آوندی مشاهده نمود. این گیاهان نیز ممکن است چند سال عمر کنند و هر ساله گل بدهند. **گزینهٔ (۴):** در گیاهان دولپه‌ای، در هنگام رشد دانه یاخته‌های آندوسپرم $3n$ مصرف می‌شوند و تنوع یاخته‌ای را کاهش می‌دهند. دانهٔ این گیاهان در ابتدا می‌تواند حاوی آندوسپرم باشد و در ادامه نیز بقایای آن مدتی وجود دارد.

۲۷۶۰ : ۲ شکل، بیانگر تکثیر **رویشی** درخت آلبالو توسط جوانه‌های **روی ریشهٔ** درخت می‌باشد که درخت‌های جدید و پایه‌های جدیدی تشکیل داده است. این رویش **برخلاف** ساقهٔ روندهٔ روزمینی توت‌فرنگی از بخش‌های **تخصص‌یافتهٔ ریشهٔ** زیرزمینی رخ می‌دهد. (در توت‌فرنگی ساقهٔ روندهٔ روزمینی وجود دارد.)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تولیدمثل رویشی زنبق با **زمین‌ساقهٔ** زیرزمینی **افقی** (ریزوم) می‌باشد که همانند آلبالو است که آن هم از بخش **افقی زیرزمینی** تولیدمثل رویشی می‌کند، ولی در آلبالو، اندام مورد نظر ریشه است (نه ساقه). **گزینهٔ (۳):** شکل بیانگر پیوند زدن نمی‌باشد. **گزینهٔ (۴):** شکل تکثیر **رویشی** درخت آلبالو را نشان می‌دهد که ریشهٔ آن به صورت **تخصص‌یافته** و بدون دخالت انسان در این عمل فعال است؛ یعنی به‌صورت طبیعی رخ می‌دهد.

۱۶۲ شکل‌نامهٔ رویش غیرجنسی آلبالو

- آلبالو همانند ساقهٔ رونده و ریزوم، رویش افقی دارد.
- هر چه پایهٔ گیاه آلبالو از گیاه مادر دور می‌شود، نسبت به پایه‌های نزدیک‌تر، جوان‌تر و کوچک‌تر است.
- آلبالو دارای جوانهٔ تخصصی برای تولیدمثل رویشی در ریشهٔ خود در زیر خاک می‌باشد.

«تشکیل درخت‌های جدید از جوانه‌های روی ریشه»

۲۷۶۱ : ۱ شکل‌ها به ترتیب (الف) مربوط به **قلمه زدن** قطعه‌هایی از ساقه در آب، (ب) **پیوند زدن** پیوندک با محصول مناسب به پایه با ویژگی استحکامی و مقاومت مناسب و (ج) بیانگر **خوابانیدن** بخش **گره‌دار هوایی** گیاه در **زیر خاک** می‌باشد (بخش‌های بین گرهی هر سیستم نخستین هستند).

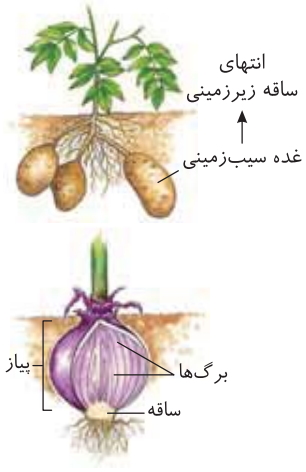
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** روش (الف)، کشت بافت نیست. **گزینهٔ (۳):** جدا کردن پایه مربوط به خوابانیدن است و نه پیوند زدن (در خوابانیدن از بخش هوایی گره‌دار استفاده می‌شود). **گزینهٔ (۴):** (ج) روش رشد توت‌فرنگی با ساقهٔ رونده نمی‌باشد بلکه روش خوابانیدن است.

۲۷۶۲ : ۴ شکل (A) بیانگر غدهٔ سیب‌زمینی و (B) بیانگر پیاز می‌باشد که هر دو ساقهٔ زیرزمینی بدون رشد افقی دارند و هر دو خاستگاه **چند گیاه** از جوانه‌ها و پیاز خود می‌شوند ولی برگ زیرزمینی مخصوص پیاز است و ساقه زیرزمینی آن، بین برگ‌های خوراکی و ریشه دیده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هر ساقه، ریشه و برگ، سه سامانهٔ اولیهٔ بافتی دارد. **گزینهٔ (۲):** هر دو می‌توانند از پیازک‌ها یا جوانه‌ها، تعدادی گیاه جدید ایجاد کنند. **گزینهٔ (۴):** دارا بودن جوانهٔ جانبی و انتهایی در ساقه‌های زیرزمینی، ویژهٔ **زمین‌ساقه** یا ریزوم می‌باشد (نه غده).

۱۶۳ شکل‌نامهٔ پیاز و سیب‌زمینی

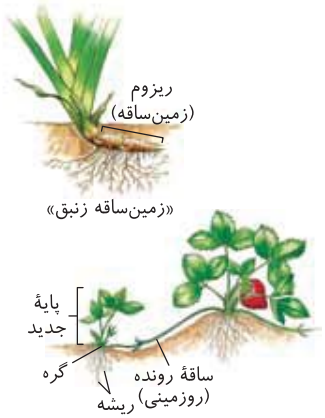
- سیب‌زمینی دو نوع ساقهٔ زیرزمینی دارد و از ساقهٔ غیرغده‌ای آن، ریشهٔ افشان منشعب شده است.
- چند غدهٔ سیب‌زمینی در زیر زمین به وسیلهٔ انشعاباتی به یکدیگر متصل هستند.
- قطر ساقهٔ غده‌ای سیب‌زمینی از ساقهٔ غیرغده‌ای آن بیشتر است و قطر ساقهٔ غیرغده‌ای آن از ریشه بیشتر است.
- پیاز، برگ زیرزمینی دارد و ریشهٔ افشان از ساقهٔ تخصص‌یافتهٔ تکمه‌مانند آن منشعب شده است.
- پیاز ساقه‌ای زیرزمینی و کوتاه و تکمه‌مانندی است که برگ‌های خوراکی به آن متصل‌اند. پیاز خوراکی دارای چنین ساختاری است و نرگس و لاله هم پیاز دارند. از هر پیاز، پیازهای کوچک تشکیل می‌شود که هر کدام خواستگاه گیاهی جدید می‌شود. دقت کنید اندوختهٔ غذایی پیاز در برگ‌ها است و در ادامهٔ این برگ‌های خوراکی، برگ‌های سبز غیرخوراکی بر سطح زمین دیده می‌شوند.
- برگ‌های پیاز در میانه ضخامت بیشتری از دو انتها دارند.
- لزوماً همهٔ برگ‌ها توانایی فتوسنتز ندارند مانند برگ‌های پیاز.
- لزوماً همهٔ برگ‌ها روی خاک رشد نمی‌کنند مانند برگ پیاز.
- جهت رشد غده و پیاز برخلاف زمین ساقه و ساقهٔ رونده عمودی است.
- همهٔ ساقه‌های تخصص‌یافته به‌جز ساقهٔ رونده در زیر خاک قرار دارند.
- در پیاز، پیازهای جدیدی تشکیل می‌شود که محل پایه‌گذاری گیاهان جدید است.
- در گیاهانی چون سیب‌زمینی، غده‌ای حاوی جوانه در زیر خاک قرار گرفته و گیاهان جدید تولید می‌شوند.
- انشعابات ریشه در ریزوم و پیاز و ساقهٔ رونده برخلاف غده مستقیماً به ساقهٔ تخصص یافته متصل است.
- ذخیرهٔ نشاسته، هنگام رویش جوانه‌های سیب‌زمینی، برای رشد جوانه‌ها و تشکیل پایه‌های جدید از گیاه سیب‌زمینی مصرف می‌شود.



۲۷۶۳ (۴) **بررسی گزینه‌ها** شکل (الف) در مورد ریزوم یا زمین‌ساقه است و شکل (ب) در مورد ساقهٔ رونده روزمینی می‌باشد که **هر دو** رشد **افقی** دارند (نادرستی گزینهٔ (۱))، **هر دو** جوانه‌های جانبی و انتهایی را دارند (نادرستی گزینهٔ (۲)) و **پایه‌های جدید** ایجاد می‌کنند (نادرستی گزینهٔ (۳)). در بین این دو گیاه، جوانهٔ انتهایی و جانبی در ساقهٔ زیرزمینی ریزوم وجود دارد ولی تولید پایهٔ جدید در **محل گره** از ویژگی ساقهٔ **رونده روزمینی** است (درستی گزینهٔ (۴)).

نکته
گره، محلی است که برگ به ساقه یا شاخه متصل می‌شود که بین دو گره مریستم نخستین وجود دارد که در روش خوابانیدن در زیرزمین رشد می‌کند ولی در توت‌فرنگی روی زمین است.

۱۶۴ شکل‌نامهٔ زنبق و توت‌فرنگی

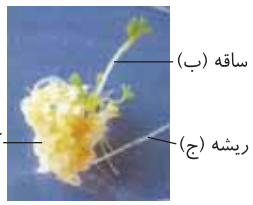


- در زنبق، ریشه‌های افشان از جوانهٔ جانبی رشد کرده‌اند.
- ساقهٔ روندهٔ توت‌فرنگی واجد فتوسنتز است ولی ساقهٔ زیرزمینی سیب‌زمینی فتوسنتز نمی‌کند.
- زنبق، پایه‌ها ولی توت‌فرنگی از هر گره یک پایه ایجاد می‌کند.
- ساقهٔ تخصص‌یافتهٔ زمین‌ساقه همانند پیاز، به برگ‌ها متصل است.
- ریشه‌های ریزوم با دور شدن از برگ‌های آن، کوچک‌تر می‌شوند.
- ساقهٔ رونده به‌طور افقی زیر خاک رشد می‌کند ولی زمین ساقه به‌طور افقی زیر خاک قرار دارد.
- جهش در یاخته‌های پیکری گیاهانی که تولیدمثل غیرجنسی دارند می‌تواند به نسل بعد منتقل شود.
- در زمین ساقه و ساقهٔ رونده پایه‌های جدید به ترتیب در محل جوانه‌ها و گره‌ها تولید می‌شوند.
- تنها ساقهٔ تخصص‌یافته برای تولیدمثل که دارای یاخته‌های کلروپلاست‌دار در سطح کتاب درسی است، ساقهٔ رونده می‌باشد.
- ساقهٔ تخصص‌یافته‌ای که افقی رشد نمی‌کند، براساس کتاب درسی زیرزمینی می‌باشد.

۲۷۶۴ (۳) شکل گیاه زنبق و زمین‌ساقهٔ آن را نشان می‌دهد. در این گیاه ساقهٔ تخصص‌یافته همانند ساقه‌های هوایی دارای جوانه‌های جانبی و انتهایی می‌باشد. جوانه‌ها دارای یاخته‌های مریستمی و برگ‌های جوان هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: در سیب‌زمینی هر یک از جوانه‌های تشکیل شده در سطح غدهٔ آن به یک گیاه جدید تبدیل می‌شود. **گزینهٔ (۲)**: این عبارت در مورد ساقهٔ زیرزمینی زنبق صحیح است ولی در پیاز قطورترین بخش ساقه به خاک نزدیک نمی‌باشد. **گزینهٔ (۴)**: در گیاهان تک‌لپه یاخته‌های غلاف آوندی دستجات آوندی را احاطه کرده‌اند و توانایی فتوسنتز را دارند.

۲۷۶۵ (۱) فقط مورد (ج) صحیح است. دقت کنید که تمام یاخته‌های کال (الف)، ساقه (ب) و ریشه (ج)، حاصل از آن فرمول ژنتیکی یکسانی دارند. شکل، ایجاد گیاهی **مطلوب** در محیط کشت را از یاخته‌های تمایز نیافته (الف) یعنی کال نشان می‌دهد.



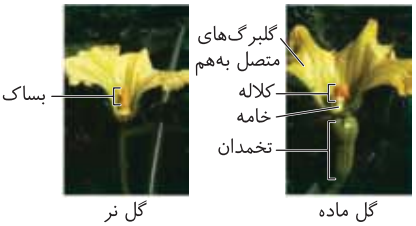
بررسی موارد **الف** **محیط کشت** (نه بافت!) همهٔ مواد مورد نیاز رشد و نمو گیاه را دارد. **ب** بخش (الف) حاصل میتوز یاخته یا بافت‌های اولیه بوده است سپس سایر قسمت‌ها را می‌سازد. **د** **همهٔ مراحل** کشت‌بافت در محیط سترون عاری از میکروب صورت می‌گیرد.

۲۷۶۶ (۳) گردهٔ نارس در گل کدو نر ولی یاختهٔ دوهسته‌ای در گل ماده وجود دارد. یادتان باشد که گل کدو، دوجنسی نیست.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: در گل کدو نر، گلبرگ‌های متصل و بساک حاوی چهار کیسهٔ گرده وجود دارد. **گزینهٔ (۲)**: در گل مادهٔ کدو، اسپرم و تخم‌زا ایجاد می‌شود، چون اسپرم پس از گرده‌افشانی در بخش چهارم گل (مادگی) تشکیل می‌شود. **گزینهٔ (۴)**: با توجه به شکل در قسمت (الف) یا گل ماده، از رشد تخمدان میوهٔ حقیقی کدو حاصل شده است.

نکته
در کنکور دی ۱۴۰۱ سوال آمد و برای گل کدو حلقهٔ چهارم هم در نظر گرفت با اینکه می‌دانیم سه حلقه بیشتر ندارد. پس شمارهٔ این حلقه‌ها از نظر طراح در کل گل‌ها یکسان است ولی اگر سوال داد گل مادهٔ کدو کدام حلقه‌ها را دارد: اول، دوم و چهارم!

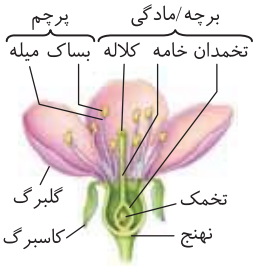
۱۶۵ شکل‌نامهٔ گل در کدو



- کدو همانند آلبالو، دارای نهنج فرورفته است.
- چون میوهٔ کدو از رشد تخمدان به وجود می‌آید، میوهٔ حقیقی به شمار می‌رود.
- گلبرگ‌های آلبالو برخلاف گلبرگ‌های کدو، گسسته است. گلبرگ کدو متصل به هم و زرد می‌باشد.
- طول بساک از طول میله بیشتر است و گل نر کدو واجد یک پرچم متصل به نهنج است.
- بساک و کلالهٔ نارنجی‌رنگ و خامهٔ زردرنگ به همراه تخمدان سبز دارد.
- در گل مادهٔ کدو که تک‌برچه‌ای است، تخمدان توسط گلبرگ‌ها احاطه نشده است و تخمدان کدو پایین‌تر از گلبرگ‌های پیوسته قرار دارد.
- بخش میله‌مانند پرچم، در بخشی به نهنج متصل است که گود نیست.
- گلبرگ گل گیاه کدو همانند بلوط و قاصد و داوودی، زردرنگ است.

۲۷۶۷ (۱) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱)**: **درست. فقط بساک و تخمدان** یاخته‌های میوز دهنده (در کیسهٔ گرده و خورش) دارند. **گزینهٔ (۲)**: نادرست. تخمدان در هلو و نهنج در سیب به ترتیب قدرت تبدیل شدن به میوهٔ حقیقی و کاذب را دارند. **گزینهٔ (۳)**: نادرست. لولهٔ گرده در هر دو قسمت و کلاله و خامه رشد می‌کند. **گزینهٔ (۴)**: نادرست. کاسبرگ خارجی‌ترین حلقهٔ گل می‌باشد (نه دو قسمت مشخص شده).

۱۶۶ شکل‌نامهٔ گل آلبالو



- گل علاوه‌بر حلقه‌های خود، دارای بخشی دیگر نیز می‌تواند باشد؛ مثل نهنج.
- گلی دوجنسی و تک‌برچه‌ای با گلبرگ صورتی است.
- نهنج آلبالو، پایین‌ترین بخش گل آن می‌باشد.
- فراوان‌ترین بخش گل، پرچم‌ها هستند که بالای نهنج می‌باشند.
- قطورترین حلقهٔ گل، مادگی است و کاسبرگ و مادگی، سبزرنگ هستند.
- گل آلبالو، تک‌برچه‌ای است و این گل، نهنج گود دارد. درون نهنج، تخمدان و بخشی از خامه وجود دارد.
- بساک آن می‌تواند بالاتر یا پایین‌تر از کلاله باشد.
- تولید هر نوع گامت در حلقهٔ چهارم گل (مادگی) رخ می‌دهد.
- میلهٔ پرچم به وسط بساک متصل است و تخمک نیز از طریق ساختاری به تخمدان اتصال دارد.

۲۷۶۸ :۳ لقاح مضاعف در کیسهٔ رویانی تخمک (I) صورت می‌گیرد که پس از لقاح علاوه‌بر یاخته‌های هاپلوئید خودش، یک تخم $2n$ و یک تخم $3n$ هم در آن ایجاد می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۴):** فقط یاختهٔ جنسی نر یا اسپرم‌ها در لولهٔ گردهٔ موجود در خامه (F) ایجاد می‌شود. یاختهٔ جنسی ماده یا همان تخم‌زا و کیسهٔ رویانی در تخمک یا I ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۲):** دقت کنید که پس از گرده‌افشانی، یاختهٔ زایشی دانهٔ گرده، طی میتوز، دوتا گامت نر ایجاد می‌کند. هر تخمدان نیز می‌تواند **تعدادی** تخمک داشته باشد که در هرکدام یک کیسهٔ رویانی در اثر تقسیم خورش و یاخته‌های دیگر ایجاد می‌شود.

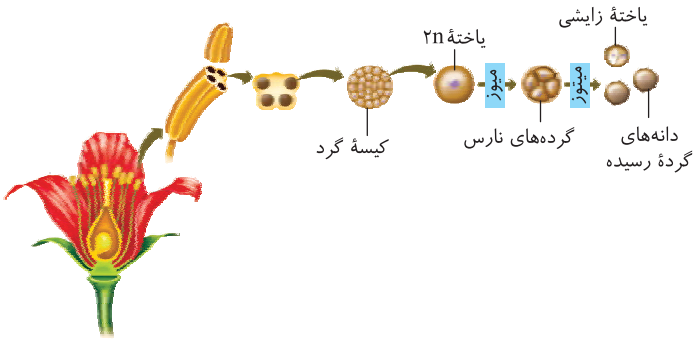
نکته

در تست‌های گیاهی دقت کنید که کلمهٔ **«تخمک»** شما را گول نزند. **تخمک** در جانوران معادل گامت یا یاختهٔ جنسی ماده است ولی تخمک در گیاهان دیپلوئید دانه‌دار، بخشی دیپلوئید بوده که حاوی یاختهٔ خورش میوز دهنده می‌باشد. گامت یا یاختهٔ جنسی در گیاهان به نام **تخم‌زا** می‌باشد.

۲۷۶۹ :۴ همهٔ موارد عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند. بخش (الف) و (ب) به ترتیب یاختهٔ زایشی کوچک‌تر و رویشی بزرگ را در گردهٔ رسیده نشان می‌دهند.

بررسی موارد (الف) تقسیم سیتوپلاسم یاخته‌های سازندهٔ دانهٔ گردهٔ رسیده به صورت نامساوی است و در استوای یاخته رخ نمی‌دهد. (ب) قید **«هر»** غلط است چون حتی اگر هم‌گونه هم باشند، در صورت پذیرش دانهٔ گرده توسط کلاله، لولهٔ گرده تشکیل می‌شود. (ج) گیاهان فاقد سانتریول هستند. (د) ابتدا پذیرش توسط کلاله صورت می‌گیرد و سپس ورود به آن.

۱۶۷ شکل‌نامهٔ تشکیل دانهٔ گرده

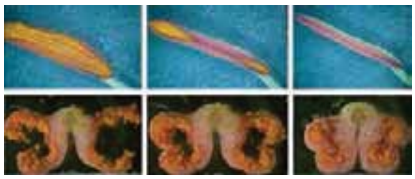


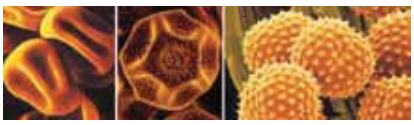
- کیسه‌های گرده در بساک تشکیل می‌شوند و یاخته‌های دیپلوئیدی نرم‌آکنه یا پارانشیم دارند که از تقسیم میوز یا کاستمان آن‌ها، ۴ یاختهٔ هاپلوئید پدید می‌آید که به آن‌ها گرده‌های نارس می‌گویند. هستهٔ یاختهٔ گردهٔ نارس، در مرکز یاخته قرار دارد.
- دقت کنید پس از تقسیم میوز، ۴ یاختهٔ گردهٔ نارس ابتدا به هم چسبیده‌اند و هم‌زمان با بالغ شدن از هم جدا می‌شوند.
- دقت کنید دانهٔ گردهٔ نارس یک یاخته است و دانهٔ گردهٔ رسیده دو یاخته است. یاخته‌های گردهٔ نارس در کنار هم، معمولاً از نظر سایز یکی‌اند.
- ژن‌های موجود در هستهٔ گامت‌ها، یاختهٔ زایشی، یاختهٔ رویشی و گردهٔ نارس یکسان‌اند.
- امکان دارد که بساک بالاتر از تمام بخش‌های دیگر گیاه باشد.
- گرده‌های نارس نسبت به یاختهٔ مادر، اندازهٔ کوچک‌تر و هستهٔ کوچک‌تری نیز دارند.
- از هر یاختهٔ $2n$ درون کیسهٔ گرده ابتدا ۴ گردهٔ نارس و سپس ۴ گردهٔ رسیده و در انتها ۸ اسپرم ایجاد می‌شود.

۲۷۷۰ :۳ شکل، فرایند گرده‌افشانی را نشان می‌دهد. با توجه به شکل ۹، قسمت وسط، هستهٔ یاخته‌های زایشی و رویشی پس از خروج از دیواره‌های خود، آن‌ها را بر روی کلالهٔ گیاه مورد نظر رها می‌کنند تا تشکیل لولهٔ گرده و اسپرم بدهند.

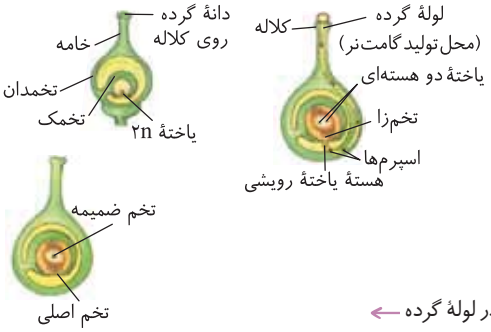
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید **ممکن** است دانه‌های گرده تنها از بساک یک گل به کلالهٔ همان گل منتقل شوند (نه لزوماً دو گل مختلف). **گزینهٔ (۲):** دقت کنید تقسیم یاختهٔ زایشی **در لولهٔ گرده** رخ می‌دهد (نه کیسهٔ رویانی). **گزینهٔ (۴):** زنبورها در گرده‌افشانی گل قاصد نقش دارند. زنبور کارگر ماده $2n$ است ولی تولیدمثل جنسی ندارد و نازا است.

۱۶۸ شکل‌نامهٔ شکفتن بساک


«شکوفایی بساک و رها شدن دانه‌های گرده»


«انواعی از دانه‌های گرده در مشاهده با میکروسکوپ الکترونی»

- هنگام شکافتن بساک، فاصلهٔ بین کیسه‌های گرده افزایش می‌یابد.
- قبل از رهاشدن دانهٔ گرده، یاخته‌های میانی کیسهٔ گرده از بین می‌روند.
- در بخش مرکزی بساک، کیسهٔ گرده وجود ندارد و هر بساک براساس کتاب درسی، ۴ کیسهٔ گرده دارد.
- بساک از دو انتها شروع به شکوفایی می‌کند.
- به رفتن گرده از بساک به کلاله گرده‌افشانی می‌گویند و ممکن است کلاله گرده را نپذیرد.
- حتی کمی پس از اتصال دانهٔ گرده به کلاله همچنان سلول خورش تقسیم خود را آغاز نکرده است.
- هستهٔ یاختهٔ رویشی کوچک‌تر از اسپرم‌هاست و لولهٔ گرده وارد کیسهٔ رویانی می‌شود.
- مدتی پس از تشکیل تخم اصلی و ضمیمه، اثری از لولهٔ گرده در کیسهٔ رویانی دیده نمی‌شود.
- لولهٔ گرده می‌تواند طولی بیشتر از برچه نیز براساس شکل کتاب درسی داشته باشد.



- گرده‌افشانی ← رشد یاختهٔ رویشی ← ایجاد لولهٔ گرده ← میتوز یاختهٔ زایشی و ایجاد دو اسپرم در لولهٔ گرده ← لولهٔ گرده دو اسپرم را به سمت کیسهٔ رویانی هدایت می‌کند ← لقاح اسپرم‌ها با تخم‌زا و یاختهٔ دوهسته‌ای ← تشکیل تخم اصلی و ضمیمه ← تشکیل رویان و آندوسپرم ← تغییر پوشش دولایهٔ تخمک و تشکیل دانهٔ بالغ
- در لولهٔ گرده سه هستهٔ یکسان وجود دارد. یک هسته، یاختهٔ رویشی و دو هستهٔ مربوط به اسپرم‌هاست.

۲۷۷۱ (۳) بخش‌های نشان داده شده در شکل از (الف) تا (د) به ترتیب عبارت‌اند از: لولهٔ گرده، هستهٔ یاختهٔ رویشی، تخم‌زا و یاختهٔ دوهسته‌ای. لولهٔ گرده طی رشد یاختهٔ رویشی تشکیل می‌شود و یاختهٔ رویشی از تقسیم میتوز دانهٔ گردهٔ نارس (حاصل میوز در کیسهٔ گرده) ایجاد می‌شود، در نتیجه ژنوتیپ کاملاً یکسانی دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تخم‌زا یاختهٔ هاپلوئید و یاخته‌های ایجادکنندهٔ دانهٔ گردهٔ نارس، دیپلوئید است. **گزینهٔ (۲):** یاختهٔ دوهسته‌ای دارای دو هستهٔ هاپلوئید مجزا است که زمان لقاح ادغام می‌شوند. (نه یک هسته با دو مجموعهٔ کروموزومی). **گزینهٔ (۴):** مورد (د) هستهٔ یاختهٔ رویشی است که طی میتوز گردهٔ نارس در بساک ایجاد شده است.

۲۷۷۲ (۳) در شکل مورد نظر بخش (ج) تخم اصلی $2n$ می‌باشد که در نهان‌دانگان اولین تقسیم میتوزی را با تقسیم نامساوی سیتوپلاسم انجام می‌دهد و دو یاختهٔ کوچک (الف) و بزرگ (ب) می‌سازد. این دو یاخته فرمول ژنتیکی همانند هم و همانند (ج) دارند و هستهٔ هم‌حجمی نیز دارند ولی بخش (الف) به لپه و رویان و بخش (ب) به پایه‌ای برای اتصال رویان به تخمک می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** درست. همگی از تخم اصلی حاصل شده‌اند و ژن‌های مشابهی دارند. **گزینهٔ (۲):** درست. تقسیم هستهٔ آن‌ها برابر است و تقسیم سیتوپلاسم نابرابری دارند، پس محل هیستون یعنی هستهٔ برابری دارند. **گزینهٔ (۳): نادرست.** (الف) منشأ رویان و هر بخش گیاه اصلی و (ب) منشأ پایهٔ اتصال رویان به تخمک و برقرارکنندهٔ رابطه بین گیاه مادر و رویان می‌شود (نه ریشهٔ رویانی). **گزینهٔ (۴):** درست. (ج) تخم اصلی با دو نوع مجموعهٔ کروموزومی می‌باشد و در هر جایگاه ژنی، دو الل دارد.

۱۶۹ شکل‌نامهٔ تشکیل رویان تک‌لپه و دولپه

- در گیاه تک‌لپه‌ای، ساختار قلبی‌شکل تشکیل نمی‌شود.
- آندوسپرم در رویان وجود ندارد بلکه در دانه وجود دارد.
- تعداد یاخته‌های ساخته شده توسط یاختهٔ کوچک‌تر حاصل از تقسیم تخم اصلی، بسیار بیشتر از تعداد یاخته‌های ساخته شده توسط یاخته‌های بزرگ‌تر است.
- یاخته‌های حاصل از یاختهٔ بزرگ‌تر، جزء رویان نیستند.
- در حین تشکیل رویان، پوستهٔ تخمک به پوستهٔ دانه تبدیل می‌شود.
- با تقسیمات بیشتر تخم اصلی، اندازهٔ یاخته‌های حاصل کوچک‌تر می‌شود.
- ساقهٔ رویانی بین دو لپه یا همان برگ رویانی قرار دارد.
- یاختهٔ بزرگ حاصل از تخم اصلی، به‌طور کلی با سرعت کمتری تقسیم می‌شود.
- یاختهٔ کوچک‌تر که به تخم ضمیمهٔ $3n$ نزدیک‌تر است، ابتدا ساختار کروی و سپس ساختار قلبی تشکیل می‌دهد.

«تشکیل رویان در دانه»

۲۷۷۳ (۴) مطابق با شکل کتاب درسی که در مورد دو یاختهٔ کوچک (A) و بزرگ (B) حاصل از تقسیم تخم اصلی لقاح یافته است، یاخته‌های حاصل از تقسیم یاختهٔ A اندازه‌ای کوچک‌تر نسبت به این یاخته خواهند داشت. از این نظر مثل مرحلهٔ مورولا جنین انسان است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در گیاهان دولپه مانند لوبیا لپه‌های رویان حاصل از تقسیم یاختهٔ A می‌توانند آندوسپرم را جذب کرده و به عنوان ذخیرهٔ غذایی استفاده شوند. **گزینهٔ (۲):** گیاهان تک‌لپه‌ای دارای چند دایرهٔ آوندی در ساقه هستند ولی رشد زیرزمینی یا روزمینی لپه‌ها ربطی به تک‌لپه یا دولپه بودن گیاه ندارد البته تک‌لپه‌ها بیشتر رشد زیرزمینی دارند (مثل ذرت). **گزینهٔ (۳):** یاختهٔ B برخلاف یاختهٔ A اولین تقسیم خود را با تقسیم نامساوی انجام می‌دهد همیشه پایهٔ حاصل از آن یک یاختهٔ انتهایی بزرگ‌تر دارد.

۲۷۷۴: (۳) شکل بیانگر دانهٔ رسیدهٔ آندوسپرم‌دار ذرت (غلات) می‌باشد که (الف) آندوسپرم $3n$ پراندوخته می‌باشد ولی (ب) همان لپه است که قسمتی برای انتقال آندوسپرم به (ج) یا رویان می‌باشد و مشخص‌ترین قسمت ذخیرهٔ غذا برای رویان است. هر مادهٔ غذایی ذخیره‌ای مورد نیاز رویان، از راه لپه فراهم می‌شود.

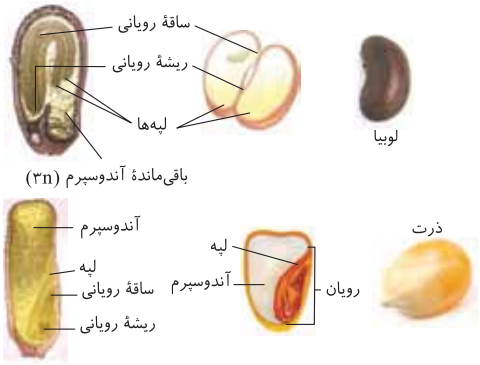
بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** آندوسپرم (الف)، جزء رویان به حساب نمی‌آید. رویان از لپه، ریشه و ساقه ایجاد شده است. **گزینهٔ (۲):** لپه یا (ب) نقش **انتقال** غذا از (ج) به (الف) را دارد. **گزینهٔ (۴):** همگی $2n$ و $3n$ با کروموزوم‌های همتا هستند.

۲۷۷۵: (۲) شکل A مربوط به دانهٔ گیاه ذرت و شکل B مربوط به گیاه دانهٔ لوبیا است. بخش شمارهٔ (۲) در شکل A و شمارهٔ (۳) در شکل B، لپه‌ها که جزئی از تخم هستند را نشان می‌دهند که هر دو از لقاح گامت نر و ماده تشکیل شده‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بخش (۱) در شکل A درون‌دانه و بخش (۳) در شکل B لپه‌ها را نشان می‌دهد. وظیفهٔ آندوسپرم محل ذخیرهٔ دانه و لپه‌ها انتقال مواد غذایی از ذخیرهٔ مواد به رویان در حال رشد است. **گزینهٔ (۳):** قسمت اول در مورد ریشهٔ رویانی است ولی لپه‌ها در بسیاری از گیاهان گل‌دار به مدت کوتاهی بیرون می‌آیند و فتوسنتز می‌کنند. **گزینهٔ (۴):** بخش (۳) در شکل B لپه‌ها و در شکل A ساقهٔ رویانی را نشان می‌دهد.

۱۷۰ شکل‌نامهٔ دانهٔ لوبیا و ذرت

- ضخامت پوسته دانهٔ بالغ ذرت نسبت به لوبیا بیشتر است.
- در دانهٔ بالغ ذرت، آندوسپرم و رویان در تماس با پوستهٔ دانه هستند.
- لپه برخلاف ساقه و ریشه در تماس با آندوسپرم قرار دارد.
- در دولپه‌ای ها، ساقهٔ رویانی توسط لپه‌ها احاطه شده است.
- ضخامت پوستهٔ دانهٔ لوبیا در بخش پایینی دانه بیشتر است.
- بیشتر حجم دانهٔ بالغ لوبیا را لپه‌ها اشغال کرده‌اند و ساقه و ریشهٔ رویانی، در فرورفتگی قرار دارند.



۲۷۷۶: (۱) در شکل صورت سؤال بخش‌های (۱) تا (۴) به ترتیب ساقهٔ رویانی، ریشهٔ رویانی، لپه‌ها و پوستهٔ دانه را نشان می‌دهند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** لوبیا گیاهی دو لپه‌ای است و در ریشهٔ خود دارای آوندهای چوبی اولیهٔ ستاره‌ای‌شکل می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** ریشه اندامی فاقد پوستک و جاذب مواد معدنی می‌باشد، ولی بخش (۱) ساقه را نشان می‌دهد. **گزینهٔ (۳):** پوستهٔ دانه در ابتدا مانع رشد رویان می‌شود ولی لپه‌ها به حداکثر رشد خود رسیده‌اند. **گزینهٔ (۴):** لپه‌ها بزرگ‌ترین بخش دانهٔ دو لپه‌ای مثل لوبیا می‌باشند. در دانهٔ بالغ لوبیا آندوسپرم وجود ندارد.

۲۷۷۷: (۳) بخش (۱) = ساقهٔ رویانی، بخش (۲) = ریشهٔ رویانی، بخش (۳) = لپه‌ها، بخش (۴) = باقی‌ماندهٔ درون‌دانه می‌باشند که لپه‌ها مسئول ذخیره و انتقال غذا به رویان هستند و پس از رشد ساقه و ایجاد برگ اصلی، با فتوسنتز گیاهان از بین خواهند رفت.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاخته‌های درون‌دانه **برخلاف** ریشهٔ رویانی، **سه** مجموعه کروموزومی در هسته دارند. ولی هر دو، حداکثر دو نوع الل در هر جایگاه ژنی دارند، چون در یاختهٔ دوهسته‌ای، الل‌های هر جایگاه مشابه هم می‌باشند. **گزینهٔ (۲):** در دانهٔ غلات، هورمون جیبرلین سبب تولید آمیلاز از خارجی‌ترین یاخته‌های آندوسپرم $3n$ می‌شود. **گزینهٔ (۴):** بخش (۲) ریشهٔ رویانی است که در خاک باقی می‌ماند و فتوسنتز نمی‌کند.

توجه ژنتیک گیاهی را به‌طور کامل در فصل ۳ دوازدهم بررسی می‌کنیم!

ژنتیک نهان‌دانگان ۳۰۴

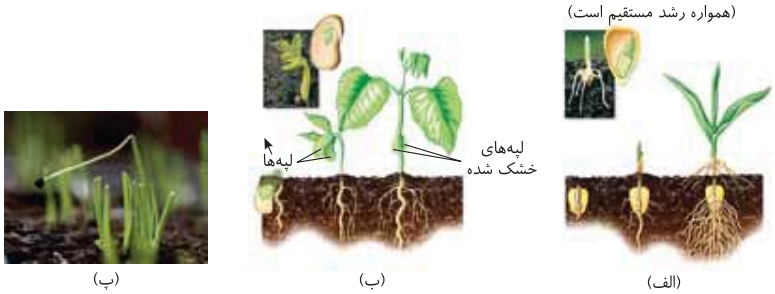
نوع دانهٔ نهان‌دانگان	پوستهٔ دانه	لپه و رویان	اندوختهٔ دانه
دانهٔ اولیه	$2n$ با فرمول والد ماده	$2n$ حاصل از لقاح	$3n$: n از یاختهٔ جنسی نر؛ $2n$ شبیه هم از یاختهٔ دوهسته‌ای مادر
دانهٔ بالغ تک‌لپه‌ای	$2n$ با فرمول والد ماده	$2n$ حاصل از لقاح	$3n$: n از یاختهٔ جنسی نر؛ $2n$ مشابه از یاختهٔ دوهسته‌ای مادر
دانهٔ بالغ دولپه‌ای	$2n$ با فرمول والد ماده	$2n$ حاصل از لقاح	$2n$ حاصل از لقاح (شبیه لپه)

۲۷۷۸: (۴) بخش‌های (۱) تا (۴) به ترتیب نشان‌دهندهٔ درون‌دانه (آندوسپرم)، لپه، ساقهٔ رویانی و ریشهٔ رویانی در یک دانهٔ **ذرت** می‌باشند. از نخستین تقسیم یاختهٔ تخم، دو یاخته با اندازهٔ متفاوت ساخته می‌شوند. مطابق با شکل ۱۴ صفحهٔ ۱۳۰، یاخته‌های حاصل از تقسیم یاختهٔ بزرگ‌تر در تماس با ریشهٔ رویانی قرار می‌گیرند. این یاخته‌ها در نهایت در ایجاد یک پایه برای اتصال رویان به گیاه مادر نقش دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید که در گیاه ذرت، لپه در داخل خاک باقی می‌ماند و توانایی فتوسنتز را ندارد. **گزینهٔ (۲):** در برخی از گیاهان مانند ذرت، درون‌دانه به عنوان ذخیرهٔ غذایی دانه باقی می‌ماند و نقش **لپه**، انتقال موادغذایی از درون‌دانه به رویان در حال رشد می‌باشد. **گزینهٔ (۳):** برای رشد دانه‌ها در خاک، ابتدا ریشهٔ رویانی از پوستهٔ دانه خارج می‌شود (نه ساقهٔ رویانی مشخص شده).

۱۷۱ شکل‌نامهٔ رویش روزمینی و زیرزمینی

در ذرت ممکن است ریشه از چند جهت رشد و پوسته دانه را تخریب کند.
در رویش روزمینی لپه از خاک خارج می‌شود ولی در رویش زیرزمینی لپه در زیر خاک باقی می‌ماند.
در رویش روزمینی فتوسنتز لپه‌ها دیده می‌شود ولی در رویش زیرزمینی چنین چیزی دیده نمی‌شود.
ذرت دارای رویش زیرزمینی است و لپهٔ آن از خاک خارج نمی‌شود *(هواستون باشه! فقط لپه‌ها در ذرت غلط است)*.



«(الف) رویش **زیرزمینی** دانهٔ ذرت (ب) رویش **روزمینی** دانهٔ لوبیا و پیاز است و (پ) باقی‌ماندهٔ دانهٔ پیاز در شکل دیده می‌شود»

پیاز و لوبیا دارای رویش روزمینی هستند و لپه از خاک خارج می‌شود.
مقداری از ریشهٔ ذرت از خاک خارج می‌شود.
گیاهان گل‌دار بعد از رشد رویشی باید رشد زایشی را انجام دهند و گل، میوه و دانه تولید کنند.
برگ رویانی لوبیا نسبت به ساقه و ریشه رشد بیشتری دارد و بزرگ‌تر است.
در لوبیا برخلاف ذرت، انشعابات ریشه از نقاط مختلفی منشأ می‌گیرد.
ریشه در لوبیا بعد از خروج از دانه، منشعب شده است.
منشعب شدن ریشه قبل از راست شدن لوبیا شروع می‌شود.
پوستهٔ لوبیا همانند پوستهٔ ذرت در زیر خاک باقی می‌ماند و کمی از ریشهٔ ذرت بیرون از خاک قرار دارد.
متورم شدن دانه در پی نفوذ آب به دانه ← شکافته شدن پوستهٔ دانه ← رسیدن اکسیژن کافی به دانه ← ترشح شدن جیبرلین از رویان ← ترشح شدن آنزیم‌های گوارشی از آندوسپرم ← تجزیهٔ نشاسته و گلوتن و دیوارهٔ یاخته‌ای یاخته‌های آندوسپرم ← رسیدن مواد غذایی به رویان ← شروع دوبارهٔ رشد رویان ← تشکیل دانه‌رست

۲۷۷۹ (۳) در شکل (الف) میوهٔ هلو از رشد تخمدان (قسمتی برآمده در انتهای برچه) تولید می‌شود و یک میوهٔ حقیقی است ولی (ب) میوهٔ سیب حاصل از رشد نهنج وسیع است و میوهٔ کاذب می‌باشد (تخمدان و نهنج بخش‌های وسیع گل می‌باشند). در شکل‌نامه مشاهده می‌کنید که در هر دو میوه، تخمدان وجود دارد با این تفاوت که در میوهٔ هلو، تخمدان با رشد زیاد، میوهٔ حقیقی را ایجاد کرده است ولی در میوهٔ کاذب سیب، رشد نهنج که بخشی از گل زیاد بوده، سبب تولید میوه شده است. در میوهٔ سیب، تخمدان یا همان بخش برآمدهٔ برچه، قسمت کوچکی از میوه را اشغال کرده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هر دو از بخش حجیم تخمدان و نهنج ایجاد شده‌اند. **گزینهٔ (۲):** میوهٔ هلو برخلاف سیب از نوع **حقیقی** است. **گزینهٔ (۴):** نهنج و تخمدان **هر دو** قسمتی از گل هستند.

۱۷۲ شکل‌نامهٔ انواع میوه

میوهٔ کاذب از رشد قسمتی از ساختار تخصص‌یافته برای تولیدمثل جنسی حاصل می‌شود.
تخمک‌ها به دانه تبدیل شده و میوه از رشد و نمو بخش‌های دیگر گل؛ اگر میوه از رشد تخمدان ایجاد شود حقیقی است و اگر در تشکیل میوه قسمت‌های دیگر گل هم نقش داشته باشند، میوهٔ کاذب است.
مثالی از میوهٔ حقیقی هلو و مثالی از میوهٔ کاذب سیب است که بخش عمده و قطوری از آن حاصل رشد و نمو نهنج است و تنها محفظهٔ درونی آن که دانه‌ها را دربر گرفته است حاصل رشد و نمو تخمدان است.
سیب دارای چند تخمک ولی هلو دارای یک تخمک است.
در هر نوع میوه، تخمدان به صورت نازک یا قطور دیده می‌شود.

«میوه درخت هلو حاصل رشد تخمدان است.»

«میوه درخت سیب حاصل رشد نهنج است.»

- انواع مادگی
  - تک‌برچه‌ای ← آلبالو و هلو
  - چندبرچه‌ای
    - برچه‌های مستقل ← پرتقال
    - دیوارهٔ بین برچه‌ها ناقص ← فلفل دلمه‌ای
    - فاقد دیواره بین برچه‌ها ← خیار

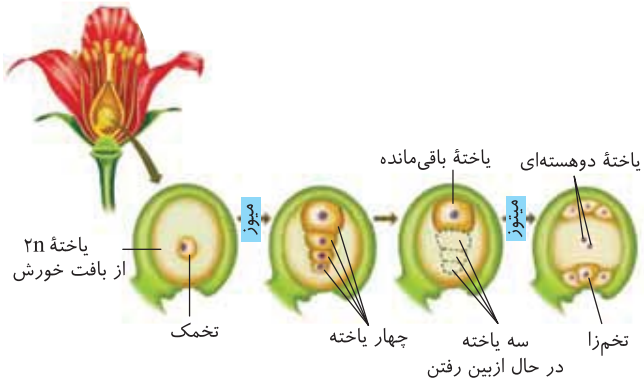
پراکنش میوه‌ها در پراکنش بخش واجد رویان (دانه) نیز نقش دارد.
رنگ مادگی همانند رنگ گلبرگ در جذب جانوران نقش دارد.
در پرتقال بدون دانه، میوه در پراکنش دانه نقشی ندارد.
میوه‌های بدون دانه، فاقد رویان هستند.
علاوه‌بر دانهٔ بالغ دولپه، میوه‌های بدون دانه نیز آندوسپرم ندارند.

۲۷۸۰: ۳ **بررسی گزینه‌ها** **گزینه‌های (۱) و (۲):** در مورد دانهٔ گرده است. **گزینهٔ (۴):** در مورد پراکنش دانه است. شکل، در ارتباط با پراکنش میوه در گیاهان است. در گیاهان گل‌دار، تخمک‌ها به دانه تبدیل می‌شوند و میوه از رشد و نمو بقیهٔ قسمت‌های گل تشکیل می‌شود.

۲۷۸۱: ۴ همهٔ موارد نادرست هستند. بخش‌های A تا C به ترتیب نشان‌دهندهٔ یکی از دو هستهٔ یاختهٔ دوهسته‌ای، تخم‌زا و پوستهٔ تخمک می‌باشند.

بررسی موارد **الف** بافت مایع درون‌دانه از تقسیمات متوالی **تخم ضمیمه** در صورت عدم تقسیم سیتوپلاسم تشکیل می‌شود (نه یاختهٔ دوهسته‌ای!).
ب شکل یکی از دو هستهٔ یاختهٔ دو هسته‌ای را نشان می‌دهد که فقط یک ردیف کروموزوم تخم $3n$ را تأمین می‌کند. **ج** دقت کنید که پس از گرده‌افشانی، حتی اگر دانهٔ گرده از همان گونهٔ گل ماده باشد، در صورت **پذیرش** کلاله، اجازهٔ تشکیل لولهٔ گرده و تولید اسپرم داده می‌شود (قید **قطعاً** نادرست است).
د بافت خورش در سطح داخلی تخمک قرار دارد (نه خارج پوسته!).

۱۷۳ شکل‌نامهٔ تشکیل تخم‌زا و کیسهٔ رویانی



- همهٔ یاخته‌های کیسهٔ رویانی با لایهٔ دیپلوئیدی (البته اگر گیاه ۲n باشد!) در تماس هستند.
- یاخته‌های دربرگیرنده کیسهٔ رویانی، جزء پوشش دولایهٔ تخمک نیستند و از خورش هستند.
- پس از انجام لقاح در کیسهٔ رویانی در نهایت ۵ یاختهٔ هاپلوئید، یک یاختهٔ دیپلوئید و یک یاختهٔ تری‌پلوئید دیده می‌شود.
- تخمک جوان پوششی دو لایه دارد (نه هر تخمک) و درون تخمدان قرار دارد. تخمک توسط ساختاری به تخمدان متصل است.
- یکی از یاخته‌های بافت پارانشیم خورش بزرگ می‌شود و طی یک تقسیم با تقسیم سیتوپلاسم نامساوی ۴ یاختهٔ نامساوی ایجاد می‌کند. این تقسیم، تقسیم میوز است و یاخته‌های حاصل هاپلوئید هستند.
- سه یاختهٔ حاصل از تقسیم میوز بافت پارانشیم خورش در اثر مرگ برنامه‌ریزی شده از بین می‌روند.
- یاختهٔ بزرگ‌تر باقی‌مانده که از سوراخ ورود لولهٔ گرده دورتر است، با تقسیمات میتوز متوالی کیسهٔ گرده تولید می‌نماید. کیسهٔ رویانی شامل یاختهٔ تخم‌زا، دوهسته‌ای و ۵ یاختهٔ دیگر است.
- سه یاخته در یک قطب یاخته قرار گرفته‌اند و سه یاختهٔ دیگر نیز نزدیک منفذ قرار دارند که یکی از آن‌ها یاختهٔ تخم‌زا است. بزرگ‌ترین یاختهٔ موجود در کیسهٔ گرده یاختهٔ دوهسته‌ای است.
- یاختهٔ تخم‌زا و یاختهٔ دوهسته‌ای در لقاح شرکت می‌نمایند.
- ممکن است تخمدان هم سطح کاسبرگ قرار گیرد (مانند گل آلبالو).
- همهٔ گل‌ها نهنج دارند و جزئی از ساختار حلقه‌های گل به شمار نمی‌آید.
- در کیسهٔ رویانی هفت یاخته و هشت هسته وجود دارد.
- کیسهٔ رویانی طی ۳ نسل تقسیم میتوز و هفت بار تقسیم شکل می‌گیرد.
- لایهٔ خارجی همانند لایهٔ داخلی تخمک، واجد توانایی فتوسنتز می‌باشد و سبز است.
- ۴ یاختهٔ حاصل از کاستمان پارانشیم خورش، هم‌اندازه نیستند.

۲۷۸۲: ۴ هیچ‌کدام از موارد مطرح شده، وجه مشترک تکثیر رویشی به کمک بخش تخصص‌یافته برای تولیدمثل غیرجنسی در گیاه زنبق و توت‌فرنگی نیست. لازم به یادآوری است که زنبق با زمین‌ساقه و توت‌فرنگی با ساقهٔ رونده تکثیر می‌یابد.

بررسی موارد **الف** پایهٔ جدید در زنبق، در محل **جوانهٔ** ساقه و در توت‌فرنگی، در محل **گره** روی ساقهٔ رونده تشکیل می‌شود. **ب** ساقهٔ تخصص‌یافتهٔ زنبق **زیر** خاک قرار دارد. یاختهٔ نگهبان روزنه به‌طور معمول در اندام‌های هوایی گیاه وجود دارد. **ج** هم در توت‌فرنگی و هم در زنبق، هر دو نوع جوانهٔ جانبی و انتهایی در ساقهٔ تخصص‌یافته تشکیل می‌شوند. **د** زمین‌ساقه (مربوط به زنبق)، به‌طور افقی زیر خاک رشد می‌کند اما ساقهٔ رونده (مربوط به توت‌فرنگی)، به طور افقی روی خاک رشد می‌کند.

۲۷۸۳: ۱ فقط مورد (الف) درست است.

بررسی موارد **الف** **درست.** **گیاهان حشره‌خوار فتوسنتزکننده‌اند** ولی در مناطقی زندگی می‌کنند که از نظر نیتروژن فقیرند. در این گیاهان **برخی** برگ‌ها برای شکار و گوارش جانوران کوچک مانند حشرات، تغییر کرده‌است. گیاه توبره‌واش که از گیاهان حشره‌خوار است، در تالاب‌های شمال کشور می‌روید. **ب** نادرست. پیچش به علت تفاوت رشد ساقه در بخش قرار گرفته روی تکیه‌گاه و سمت مقابل آن ایجاد می‌شود؛ به‌طوری که رشد یاخته‌ها در محل تماس **کاهش** می‌یابد (نه افزایش).
ج نادرست. مطابق شکل کتاب، در گیاه آلبالو، تخمدان (چهارمین حلقه از ساختار حلقه‌های گل) بالاتر از کاسبرگ‌ها قرار ندارد. **د** نادرست. هر گل دو جنسی، الزاماً کامل نیست؛ چون ممکن است کاسبرگ یا گلبرگ یا هر دو را نداشته باشد.

۲۷۸۴: ۴ موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست‌اند.

بررسی موارد **الف** یاخته‌های قابل لقاح، دو اسپرم، تخم‌زا و یاختهٔ دوهسته‌ای هستند که همواره در تخمک در اطراف آن‌ها یاخته‌های $2n$ قرار دارند.
ب، **ج** و **د** **یکی از یاخته‌های بافت خورش** بزرگ می‌شود و با تقسیم **کاستمان**، چهار یاختهٔ تک‌لادی ایجاد می‌کند (رد مورد (د)). از این چهار یاخته، **فقط یکی باقی می‌ماند** که با تقسیم **رشتمان**، ساختاری به نام کیسهٔ رویانی با تعدادی یاخته ایجاد می‌کند (رد مورد (ب)). تخم‌زا و یاختهٔ دوهسته‌ای از یاخته‌های کیسهٔ رویانی‌اند که در لقاح با یاخته‌های جنسی نر شرکت می‌کنند. ژنوتیپ یاختهٔ دوهسته‌ای با سایر یاخته‌ها متفاوت است (رد مورد (ج)).

۲۷۸۵ (۲) همهٔ موارد نادرست‌اند. بساک و مادگی (تخمدان)، بخش‌های متورم یک گیاه دوجنسی کامل هستند.

بررسی موارد (الف) پرچم که جزء حلقهٔ سوم است نیز بخشی متورم‌تر به نام بساک دارد. (ب) لولهٔ گرده برای ورود به تخمدان باید به بافت کلاله و خامه نفوذ کند؛ این مورد برای بساک نادرست است. (ج) در مادگی‌های چندبرچه‌ای، ممکن است فضای مادگی با دیوارهٔ برچه‌ها از هم جدا شوند. این مورد برای بساک نادرست است. (د) تخمدان با رشد و نمو دیوارهٔ خود، میوه را تشکیل می‌دهد. این مورد برای بساک نادرست است.

۲۷۸۶ (۱) فقط مورد (ب) عبارت را به درستی تکمیل می‌کند.

بررسی موارد (الف) نادرست. گیاهان دوساله و برخی از چندساله‌ها در سال اول زندگی، فقط رشد رویشی دارند؛ فقط در گیاهان دوساله به‌طور قطع می‌توان گفت که، در سال دوم ساقهٔ گل‌دهنده ایجاد می‌شود و مواد ذخیره‌شده در ریشه برای تشکیل گل و دانه به مصرف می‌رسند. (ب) **درست.** همهٔ گیاهان دوساله، علفی‌اند؛ در گیاهان علفی، استوار ماندن ساقه، وابسته به تورژسانس یاخته‌هاست. (ج) نادرست. فقط **بعضی** از گیاهان چند ساله، هرساله می‌توانند گل، دانه و میوه تولید کنند (و مریستم رویشی را به مریستم زایشی تبدیل کنند) نه همهٔ آن‌ها! (د) نادرست. وجود دو نوع مریستم پسین در ریشه و ساقه، ویژهٔ گیاهان **چوبی** است؛ گیاهان علفی چندساله مثل زنبق نیز وجود دارند.

چند نکتهٔ مهم از طول عمر گیاهان

- مدتی پس از رشد رویشی، در برخی گیاهان رشد زایشی آغاز می‌شود.
- به عبارتی دیگر همهٔ گیاهان یک‌ساله، دوساله و چندسالهٔ گل‌دار، بعد از رشد رویشی، گل، میوه و دانه تولید می‌کنند.
- یک گیاه چندساله در سال اول خود می‌تواند همانند یک گیاه دوساله فقط رشد رویشی داشته باشد! (آن دسته از گیاهان چندساله که هرساله میوه و دانه نمی‌دهند.)
- گیاهان یک‌ساله و گیاهان چندساله (آن دسته از گیاهان چندساله که هرساله میوه و دانه می‌دهند.) می‌توانند در سال اول رویش خود، رشد زایشی داشته باشند.
- همهٔ گیاهان یک‌ساله و دوساله، گیاهی علفی می‌باشند! (فاقد رشد پسین)
- دقت کنید که گیاهان علفی نیز می‌توانند گیاهانی چندساله باشند مانند زنبق! البته دقت کنید که این گیاهان با اینکه گیاهانی چندساله می‌باشند ولی فاقد رشد پسین هستند.
- دقت کنید که طول عمر گیاهان یک‌ساله قطعاً یک سال نمی‌باشد! ممکن از کمتر از یک سال باشد.
- گیاهان یک‌ساله و گیاهان دوساله در طول عمر خود فقط یک بار گل می‌دهند!
- گیاهان دوساله و چندساله، هر دو می‌توانند در سال دوم رشد زایشی داشته باشند.

۲۷۸۷ (۳) موارد (الف) و (ج) نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** یاختهٔ کوچک حاصل از تقسیم تخم اصلی در گیاه دولپه، تقسیم نامساوی سیتوپلاسم انجام می‌دهد اما یاختهٔ تخم در بدن انسان، تقسیم نامساوی سیتوپلاسم انجام نمی‌دهد. (ب) درست. یاختهٔ کوچک حاصل از تقسیم تخم اصلی در گیاه دولپه، در کیسهٔ رویانی و یاختهٔ تخم در بدن انسان، در لولهٔ فالوپ شروع به تقسیم میتوز می‌کند. (ج) **نادرست.** هم یاختهٔ کوچک حاصل از تقسیم تخم اصلی در گیاه دولپه و هم یاختهٔ تخم در بدن انسان، ضمن تقسیم خود، یاخته‌های کوچک‌تری به وجود می‌آورند. (د) درست. با توجه به شکل کتاب درسی، از یاختهٔ کوچک حاصل از تقسیم تخم اصلی در گیاه دولپه برخلاف یاختهٔ تخم در بدن انسان، ابتدا ساختار کروی و سپس ساختاری قلبی تشکیل می‌شود.

۲۷۸۸ (۴) موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست‌اند. دقت کنید که بعد از تشکیل رویان، رشد آن تا مدتی متوقف می‌شود. رویان در شرایط مناسب رشد خود را از سر می‌گیرد. (نادرستی موارد (الف)، (ب) و (ج)) پوستهٔ دانه، رویان را در برابر شرایط نامساعد محیط و صدمه‌های فیزیکی یا شیمیایی حفظ می‌کند و با جلوگیری از ورود آب و اکسیژن به دانه، مانع رشد سریع رویان می‌شود. (درستی مورد (د))

۲۷۸۹ (۲) فقط مورد (د) درست است. یاخته‌های گردهٔ نارس، یاختهٔ رویشی و زایشی گردهٔ رسیده، انواع هاپلوئید مرتبط به حلقهٔ سوم گل هستند. دقت کنید که اسپرم‌ها با اینکه مربوط به والد یا بخش جنس نر هستند ولی در حلقهٔ چهارم ایجاد می‌شوند.

بررسی موارد (الف) نادرست. با اینکه این ویژگی عنوان شده در مورد (الف) ویژهٔ یوکاریوت‌ها است ولی به کلمهٔ **فعال** دقت کنید، یاختهٔ رویشی اصلاً تقسیم نمی‌شود. (ب) و (ج) نادرست. یاختهٔ رویشی هیچ‌گاه توانایی تقسیم ندارد. (د) **درست.** هم گردهٔ نارس و هم یاخته‌های رویشی و زایشی در بدو تشکیل به یاختهٔ هاپلوئید دیگر متصل هستند. گردهٔ نارس به گردهٔ نارس دیگر و یاختهٔ رویشی و زایشی به همدیگر متصل‌اند.

۲۷۹۰ (۳) موارد (الف) و (ج) صحیح اند.

بررسی موارد (الف) **درست.** گل مغربی تتراپلوئید ($2n=28$) با انجام میوز، یاخته‌های دیپلوئید ($2n=14$) ایجاد می‌کند. یاخته‌های رویشی و زایشی در این گیاه، دیپلوئید هستند. (ب) نادرست. گرده‌افشانی بعضی گیاهان مانند بلوط وابسته به باد است. این گیاهان تعداد فراوانی گل‌های کوچک تولید می‌کنند و فاقد رنگ‌های درخشان، بوهای قوی و شیره‌اند ولی گل قاصد در نور مرئی گلبرگ زرد دارد. (ج) **درست.** در یاخته‌های گیاهی، حلقهٔ انقباضی تشکیل نمی‌شود. در این یاخته‌ها نخست ساختاری به نام صفحهٔ یاخته‌ای در محل تشکیل دیوارهٔ جدید، ایجاد می‌شود. این صفحه با تجمع ریزکیسه‌های **دستگاه گلژی** و به هم پیوستن آن‌ها تشکیل می‌شود. این ریزکیسه‌ها، دارای پیش‌سازهای تیغهٔ میانی و دیوارهٔ یاخته‌اند. با اتصال این صفحه به دیوارهٔ یاختهٔ مادری، دو یاختهٔ جدید از هم جدا می‌شوند. (د) نادرست. اگر تخمدان دارای بیش از یک تخمک باشد، این مورد درست نیست در حقیقت هر تخمک این ویژگی را دارد (نه تخمدان).

۲۷۹۱ (۴) چون از جوانهٔ آلبالو و زنبق گیاه جدید ایجاد می‌شود پس هر نوع بافتی نیز تولید می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** زمین‌ساقه، به‌طور افقی زیر خاک رشد می‌کند و همانند ساقهٔ هوایی، جوانهٔ انتهایی و جانبی دارد. این ساقه به موازات رشد افقی خود در زیر خاک، پایه‌های جدیدی در محل جوانه‌ها تولید می‌کند. زنبق از گیاهانی است که زمین‌ساقه دارد. **گزینهٔ (۲):** به‌طور معمول گیاهان برای هدایت شیرهٔ خام، از آوندهای چوبی استفاده می‌کنند که فاقد پلاسمودسم‌اند. **گزینهٔ (۳):** دقت کنید که ریشه دارای نوارکاسپاری است (نه ساقه!).

۲۷۹۲ (۲) فقط مورد (ب) عبارت را به درستی تکمیل می‌کند.

بررسی موارد (الف) ممکن است؛ یاختهٔ تخم اصلی و یاختهٔ تخم ضمیمه که به ترتیب $2n$ و $3n$ هستند، در کیسهٔ رویانی یافت می‌شوند. (ب) غیرممکن است؛ فقط یکی از یاخته‌های حاصل از تقسیم میوز پارانشیم خورش زنده می‌ماند که آن هم با تقسیم میتوز، ساختاری به‌نام کیسهٔ رویانی با تعدادی یاخته ایجاد می‌کند. در حقیقت اسپرم با تخم‌زا لقاح می‌کند که هر دو حاصل میتوز هستند. (ج) ممکن است؛ مطابق شکل ۹ کتاب درسی، لولهٔ گرده نسبت به برچه، طول بیشتری دارد. (د) ممکن است؛ در متافاز میتوز، فام‌تن‌ها بیشترین فشردگی را پیدا می‌کنند و در وسط (سطح استوایی) یاخته ردیف می‌شوند. هر کدام از یاخته‌های گردهٔ نارس با انجام دادن تقسیم رشتمان و تغییراتی در دیواره به دانهٔ گردهٔ رسیده تبدیل می‌شود. دانهٔ گردهٔ رسیده یک دیوارهٔ خارجی، یک دیوارهٔ داخلی، یک یاختهٔ رویشی و یک یاختهٔ زایشی دارد.

۲۷۹۳: ۳ فقط مورد (الف) درست است. منظور سؤال یاخته‌های هاپلوئید دو طرف کیسهٔ رویانی به تعداد ۵ عدد هستند که در لقاح شرکت ندارند.

بررسی موارد (الف) درست. یاخته‌های کیسهٔ رویانی همگی حاصل میتوز هستند و به دنبال جدا شدن کروماتیدهای خواهری تشکیل شده‌اند. (ب) **نادرست.** دقت کنید که سؤال در ارتباط با تخمک تازه بارور شده است پس خبری از یاختهٔ دوهسته‌ای نیست! (ج) **نادرست.** از آن‌جایی که سؤال در ارتباط با تخمک تازه بارور شده است، پس یاخته‌های پارانشیم خورش اطراف کیسهٔ رویانی دیگر توانایی انجام میوز ندارند. (د) **نادرست.** هیچ‌یک از یاخته‌های کیسهٔ رویانی که در لقاح شرکت ندارند، توانایی تقسیم شدن و تشکیل دوک تقسیم ندارند.

۲۷۹۴: ۴ بخش‌های (۱) تا (۴) نشان داده شده در شکل به‌ترتیب عبارتند از: (۱) لپه‌های $2n$ پر از اندوختهٔ غذایی، (۲) ریشهٔ رویانی که ظهور آن اولین علامت جوانه‌زنی است، (۳) ساقهٔ رویانی و (۴) پوستهٔ دانه با یاخته‌های $2n$ از مادر. دقت کنید که در رویش روزمینی لوبیا، محل خروج ساقه و ریشهٔ رویانی از یک سمت دانه است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در رویش روزمینی لوبیا، دانه به دنبال تشکیل ساختار قلاب‌مانند از خاک خارج می‌شود. **گزینهٔ (۲):** رویان دولپه‌ای‌ها در مرحله‌ای از نمو خود، ساختار قلبی‌شکل دارد. **گزینهٔ (۴):** اولین علامت جوانه‌زنی، ظهور ریشهٔ رویانی است.

۲۷۹۵: ۱ گل کدو تک‌جنسی است که حلقهٔ داخلی آن یا پرچم یا مادگی است. در هر دو حالت گردهٔ نارس و یاختهٔ بزرگ حاصل از میوز پارانشیم خورش به یاختهٔ دیگری با تقسیم سیتوپلاسم متصل است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در مورد گردهٔ نارس رد می‌شود. **گزینهٔ (۳):** در مورد گردهٔ نارس فقط صحیح است. **گزینهٔ (۴):** فقط یاختهٔ پارانشیم خورش میوزی با تقسیم نامساوی سیتوپلاسم انجام می‌دهد.

۲۷۹۶: ۱ فقط مورد (الف) صحیح است.

بررسی موارد (الف) **درست.** میوه‌های بدون دانه یا اصلاً رویان ندارند یا قبل از تکمیل مراحل رشد و نمو از بین می‌رود. (ب) نادرست. هر میوهٔ حقیقی از رشد تخمدان ایجاد می‌شود و با توجه به شکل کتاب در مورد میوهٔ هلو این موضوع رد می‌شود. (ج) نادرست. میوهٔ کاذب سیب از رشد نهنج ایجاد می‌شود اما طبق شکل کتاب درسی، بخش‌های تخمدانی و هسته (دانه) نیز در ساختار خود دارد. (د) نادرست. میوهٔ بدون دانهٔ موز منظور است که رویان آن از بین می‌رود ولی آندوسپرم دارد.

۲۷۹۷: ۱ آندوسپرم، بزرگ‌ترین و تنها بخش ذخیره‌ای دانهٔ بالغ تک‌لپه و لپه‌ها بزرگ‌ترین و تنها بخش ذخیره‌ای دانهٔ بالغ دولپه است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** آندوسپرم برخلاف رویان، حاصل تقسیم نامساوی سیتوپلاسم تخم نیست! **گزینهٔ (۳):** لپه(ها) در بسیاری از موارد، **پس از خروج** از خاک، ممکن است تا مدت کوتاهی فتوسنتز کند (نه درون دانه و نه در هر دانه‌ای!). **گزینهٔ (۴):** اولین بخشی که از رویش دانه خارج می‌شود، **ریشهٔ رویانی** است.

۲۷۹۸: ۲ موارد (الف) و (د) صحیح هستند. در یک گل دوجنسی، یاختهٔ ایجادکنندهٔ گردهٔ نارس و یک یاختهٔ بافت پارانشیم خورش توانایی میوز دارند.

بررسی موارد (الف) **درست.** این گزینه فقط در ارتباط با یاختهٔ ایجادکنندهٔ گردهٔ نارس صادق است. (ب) نادرست. در هر دو مورد یاخته‌های حاصل از میوز ابتدا به هم چسبیده‌اند. (ج) نادرست. دقت کنید که از ۴ یاختهٔ حاصل از میوز یاختهٔ خورش، ۳ یاخته از بین می‌روند و در گامت‌زایی شرکت نمی‌کنند. همچنین گرده‌های رسیدهٔ حاصل از گردهٔ نارس نیز الزاماً روی کلاله قرار نمی‌گیرند و پذیرفته نمی‌شوند پس گرده‌های نارس نیز الزاماً در گامت‌زایی شرکت نمی‌کنند. (پس در هر دو مورد صحیح است) (د) **درست.** این عبارت فقط دربارهٔ یاختهٔ پارانشیم خورش برقرار است.

۲۷۹۹: ۴ در دانهٔ گردهٔ رسیده دو یاخته وجود دارد، یاختهٔ بزرگ‌تر (رویشی) و یاختهٔ کوچک‌تر (زایشی). یاختهٔ رویشی پس از رشد و تمایز و تبدیل به لولهٔ گرده، دارای سه هستهٔ هاپلوئید می‌باشد (دو هستهٔ اسپرم‌ها و یکی مربوط به یاختهٔ رویشی است). دقت کنید در حین تمایز لولهٔ گرده، یاختهٔ زایشی با تقسیم میتوز اسپرم‌ها را درون لولهٔ گرده به وجود می‌آورد بنابراین لولهٔ گرده ساختاری حاوی سه هستهٔ هاپلوئید (دوتا برای اسپرم و یکی برای خود یاختهٔ رویشی تمایز پیدا کرده) می‌باشد (رد گزینهٔ (۳)).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تقسیم و تمایز یاختهٔ زایشی، پس از رسیدن دانهٔ گرده به کلاله و در خارج از کیسهٔ گرده است. **گزینهٔ (۲):** دقت کنید ایجاد لولهٔ گرده با رشد یاختهٔ رویشی است (نه تقسیم!).

نکته
در گیاهان نهان‌دانه همانند زنبور نر، گامت از تقسیم میتوز به وجود می‌آید.

۲۸۰۰: ۱ رویان قلبی‌شکل ویژهٔ دولپه‌ای‌هاست. بزرگ‌ترین بخش دانهٔ بالغ دولپه، لپه‌ها هستند که بخشی از رویان‌اند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** به عنوان مثال، لوبیا رویش روزمینی دارد و محل خروج ساقه و ریشهٔ رویانی آن از یک سمت دانه است در حالی که لپه‌های آن از خاک خارج می‌شوند و مدت کوتاهی فتوسنتز می‌کنند. **گزینهٔ (۳):** زنبق یک گیاه علفی و چندساله است و برای استوار ماندن به تورژسانس وابسته است. **گزینهٔ (۴):** شیرهٔ نارگیل، آندوسپرمی است که در آن تقسیم سیتوپلاسم روی نداده است اما بخش گوشتی نارگیل، آندوسپرمی است که تقسیم سیتوپلاسم در آن روی داده است.

۲۸۰۱: ۴ عدسک در گیاهان **دولپهٔ** دارای رشد پسین دیده می‌شود. در مرکز ریشهٔ دولپه، با رشد پسین، بافت آوند چوبی مشاهده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پوستهٔ دانه، همواره ژنوتیپ والد ماده را دارد. **گزینهٔ (۲):** گیاهانی که برای گرده‌افشانی به باد وابسته‌اند، تعداد فراوانی گل‌های کوچک تولید می‌کنند و فاقد رنگ‌های درخشان، بوهای قوی و شیره‌اند. **گزینهٔ (۳):** بازدانگان و نهان‌دانگان، گیاهان دانه‌دار هستند و گامت نر آن‌ها، فاقد وسیلهٔ حرکتی است.

۲۸۰۲: ۴ ژنتیک گیاهی را در فصل ۳ دوازدهم کامل بررسی می‌کنیم. همواره دقت کنید که در ژنوتیپ آندوسپرم اگر از دو الل مشابه یکی را خط بزنیم، به ژنوتیپ رویان می‌رسیم پس ژنوتیپ رویان گزینهٔ (۱) WW و رنگ آن سفید است (رد گزینهٔ (۱)). همچنین چون ژنوتیپ گیاه والد نر WW است پس آندوسپرم حتماً باید الل W داشته باشد (رد گزینهٔ (۲)). در گزینهٔ (۳) دقت کنید که دو الل مشابه W مربوط به والد ماده و الل R مربوط به والد نر می‌شود در حالی که والد نر الل W نداشته است (رد گزینهٔ (۳)) اما گزینهٔ (۴) کاملاً صحیح و جواب تست است.

۲۸۰۳: ۲ چون ژنوتیپ رویان AB است، پس ژنوتیپ آندوسپرم باید AAB یا ABB باشد. اگر ژنوتیپ آندوسپرم، ABB باشد، پس والد نر باید الل A (رد گزینهٔ (۳)) و والد ماده باید الل B را داشته باشد (رد گزینهٔ (۴)) اگر آندوسپرم AAB باشد، والد نر باید الل B و والد ماده الل A داشته باشد (رد گزینهٔ (۱)).

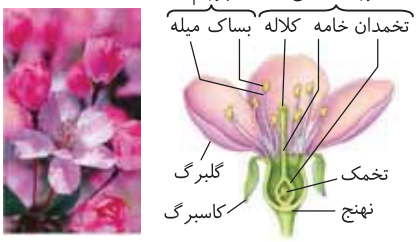
۲۸۰۴ (۲) یاخته‌هایی که در پایان تقسیم میوز حاصل می‌شوند شامل دانهٔ گردهٔ نارس و یاخته‌های حاصل از تقسیم میوز یاختهٔ بافت پارانشیم خورش می‌باشند. دقت کنید که یاخته‌های گردهٔ نارس برخلاف یاخته‌های حاصل از میوز یاختهٔ بافت خورش، حاصل تقسیم مساوی سیتوپلاسم هستند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گردهٔ نارس، در بخش تولیدی خود (کیسهٔ گرده در حلقهٔ سوم) گامت‌سازی نمی‌کند بلکه اسپرم در حلقهٔ چهارم ماده ساخته می‌شود. **گزینهٔ (۲):** دقت کنید که در میان یاخته‌های حاصل از میوز یاختهٔ بافت خورش، فقط یکی قادر به انجام تقسیم میتوز و جدا کردن کروماتیدهای خواهری است و سایر یاخته‌ها از بین می‌روند. **گزینهٔ (۴):** هیچ‌کدام از این یاخته‌ها توانایی انجام تقسیم میوز و کراسینگ‌اور را ندارند. در فرایند کراسینگ‌اور، تبادل قطعات بین کروماتیدهای غیرخواهری دو کروموزوم همتا روی می‌دهد که باید یاخته‌ای با توانایی میوز باشد.

۲۸۰۵ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** نهنج در گیاه آلبالو گود می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** گامت نر در گیاهان گل‌دار وسیلهٔ حرکتی ندارد. **گزینهٔ (۴):** گلبرگ‌ها در گیاه آلبالو به هم پیوسته نیستند. **گزینهٔ (۴):** گیاه آلبالو دارای گل کامل دوجنسی می‌باشد.

ساختار گل

گل ساختاری اختصاص‌یافته برای تولیدمثل جنسی است. گلی که در شکل مقابل می‌بینید دارای، گلبرگ کاسبرگ، پرچم و مادگی است که روی بخشی به نام نهنج قرار دارند. نهنج وسیع و ممکن است صاف، برآمده یا گود باشد. اجزای گل در چهار حلقهٔ هم‌مرکز تشکیل می‌شوند کاسبرگ‌ها در خارجی‌ترین حلقه قرار می‌گیرند. گلبرگ‌ها در حلقهٔ دوم و معمولاً به رنگ‌های متفاوت وجود دارند. پرچم‌ها در حلقهٔ سوم و مادگی در چهارمین حلقه تشکیل می‌شوند. مادگی گل از یک یا تعدادی برچه ساخته شده است. در واقع برچه واحد سازندهٔ مادگی است. در مادگی‌های چندبرچه‌ای ممکن است فضای مادگی با دیوارهٔ برچه‌ها از هم جدا شوند. گل‌ها را براساس وجود هر چهار حلقه یا نبودن بعضی حلقه‌ها در دو گروه گل‌های کامل یا ناکامل قرار می‌دهند همچنین گل‌هایی که هر دو حلقهٔ پرچم و مادگی را داشته باشند، گل دوجنسی و آن‌هایی که فقط یکی از این حلقه‌ها را دارند گل تک‌جنسی می‌نامند.



«گل در گیاه آلبالو»

۲۸۰۶ (۴) مراحل تشکیل دانهٔ گرده و کیسهٔ رویانی از مباحث مهم کنکوری می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یکی از یاخته‌های بافت خورش چهار یاختهٔ هاپلوئید و گرده‌های نارس با تقسیم میتوز گردهٔ رسیده تولید می‌کنند که دارای یک یاختهٔ زایشی و یک یاختهٔ رویشی می‌باشد. **گزینهٔ (۲):** یاختهٔ تخم‌زا در نزدیکی منفذ کیسهٔ رویانی قرار دارد. **گزینهٔ (۳):** یاخته‌های به دست آمده توسط تقسیم میوز یاختهٔ بافت خورش، هم‌اندازه نیستند فقط یکی از آن‌ها بزرگ می‌شود و تقسیم می‌شود. **گزینهٔ (۴):** یاختهٔ تخم‌زا در نزدیکی منفذ کیسهٔ رویانی قرار دارد.

۲۸۰۷ (۱) تفاوت بین میوه‌های بی‌دانه، دانه‌دار، حقیقی و کاذب اهمیت بسیاری دارد و باید به تفاوت‌های آن‌ها تسلط داشت همان‌طور که در سؤال ۱۸۷ کنکور ۹۸ نیز بیان شده است.

بررسی موارد (الف) نادرست. برای تشکیل میوه‌های بدون دانه‌ای که بدون لقاح تخم‌زا و اسپرم تشکیل می‌شوند، فقط نیاز به تنظیم‌کننده‌های رشد می‌باشد (مثلاً برای موز بی‌دانه به آن‌ها نیاز نیست). (ب) نادرست. در بعضی از میوه‌های بدون دانه مثل موز فضای تخمدان با دیوارهٔ برچه به‌طور کامل تقسیم نشده است. (ج) **درست.** دانه‌های نارس تا زمان رسیدگی میوه از خورده شدن توسط جانوران حفظ می‌شوند. (د) نادرست. بعضی از میوه‌های کاذب مثل سیب از رشد نهنج با این مشخصات به وجود می‌آیند.

۲۸۰۸ (۴) منظور دانهٔ گردهٔ رسیده می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دارای یک یاختهٔ زایشی و یک یاختهٔ رویشی است که اگر کلاله دانهٔ گرده را بپذیرد، ابتدا یاختهٔ رویشی آن برای تولید لولهٔ گرده رشد می‌کند. **گزینهٔ (۲):** درون لولهٔ گرده از تقسیم یاختهٔ زایشی دو یاختهٔ هاپلوئید به وجود می‌آید. **گزینهٔ (۳):** دیوارهٔ خارجی دانهٔ گرده مانند دیوارهٔ خارجی تخمک دارای منفذ می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** از تقسیم میتوز یاخته‌های هاپلوئید گردهٔ نارس، گردهٔ رسیده ایجاد می‌شود که دو یاختهٔ هاپلوئید دارد. پس اگر گردهٔ نارس، ۱۰ کروموزوم داشته باشد گردهٔ رسیده دو یاختهٔ ۱۰ کروموزومی یعنی ۲۰ کروموزوم دارد.

۲۸۰۹ (۳) فقط مورد (ج) نادرست است.

بررسی موارد (الف) **درست.** همهٔ دانه‌هایی که رشد زیرزمینی دارند لپه‌های آن‌ها درون خاک باقی می‌مانند. (ب) **درست.** گیاهی که رشد روزمینی دارد مثل پیاز می‌تواند دارای ساقهٔ زیرزمینی باشد. (ج) نادرست. دانه‌ها در جریان رشد خود با جذب آب (نه اکسیژن) متورم می‌شوند و پوستهٔ آن‌ها شکاف برمی‌دارد. (د) **درست.** پوستهٔ دانه می‌تواند آنقدر محکم باشد که دربرابر شیرهٔ گوارشی جانوران سالم بماند. در این حالت فقط پوستهٔ آن‌ها در لولهٔ گوارش جانوران، نازک‌تر می‌شود.

۲۸۱۰ (۲) از جانوران استفاده شده در گرده‌افشانی به صورت ترکیبی سؤال می‌آید مثل سؤال کنکور ۹۸. منظور صورت سؤال حشرات می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گل‌هایی که فقط در نور فرابنفش دیده می‌شوند توسط زنبور گرده‌افشانی می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** گل در درخت بلوط توسط باد گرده‌افشانی می‌شود. **گزینهٔ (۳):** در مورد گیرندهٔ حسی همهٔ جانوران صحیح است. **گزینهٔ (۴):** زنبورهای عسل که حاصل بکرزایی هستند، زنبور نر بوده و عقیم نمی‌باشند.

نکته

- اکثر گرده‌افشان‌ها، حشره‌اند.
- رنگ‌های درخشان، بوهای قوی و شهد گل‌ها از عوامل جذب جانوران به سمت گل‌ها هستند.
- زنبورهای عسل گل‌هایی را گرده‌افشانی می‌کنند که شهد آن‌ها قند فراوانی داشته باشد؛ همچنین این گل‌ها علائمی دارند که فقط در نور فرابنفش دیده می‌شوند و زنبور را به سوی شهد گل هدایت می‌کنند.
- گرده‌افشانی بعضی گیاهان وابسته به باد است. این گیاهان تعداد فراوانی گل‌های کوچک تولید می‌کنند و فاقد رنگ‌های درخشان بوهای قوی و شیره‌اند. بعضی گرده‌افشان‌ها مانند خفاش در شب تغذیه می‌کنند.
- گل در درخت بلوط توسط باد گرده‌افشانی می‌شود.

۲۸۱۱ **۴** همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد **الف)** تخم با تقسیم **میتوز** که تتراد تشکیل نمی‌شود به دو یاخته با اندازه‌های متفاوت تقسیم می‌شود. **ب)** یاختهٔ بزرگ حاصل از تقسیم تخم باعث اتصال رویان به گیاه مادر می‌شود ولی همواره یک یاختهٔ بزرگ‌تر در این قسمت اتصال وجود دارد. **ج)** بعد از تشکیل رویان، رشد آن تا مدتی متوقف می‌شود و سپس با شروع رشد در شرایط مناسب به صورت دانه‌رست درمی‌آید. **د)** لپه‌های درحال تشکیل ابتدا گرد و سپس به صورت قلبی در می‌آیند.

۲۸۱۲ **۴** **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** گیاهان چوبی برخلاف چغندر که آنتوسیانین در ریشه دارد (گیاهی دو ساله است)، جزء گیاهان چندساله می‌باشند. **گزینهٔ (۲):** گیاهان چوبی جزء گیاهان چندساله هستند اما گیاهان دوساله در سال اول مواد حاصل از فتوسنتز را در ریشهٔ خود ذخیره می‌کنند. **گزینهٔ (۳):** گیاهان چوبی مانند زنبق جزء گیاهان چندساله هستند. **گزینهٔ (۴):** گیاهان چوبی برخلاف قسمت دوم سؤال که در مورد گیاهان یک ساله و دوساله می‌باشد، از نوع چندساله با رشد رویش چندساله هستند.

۳۰۵ طول عمر گیاهان

گیاه	یک‌ساله	گیاهان یک‌ساله در مدت یک سال یا کمتر رشد و تولیدمثل می‌کنند و سپس از بین می‌روند. گیاه گندم و خیار از گیاهان یک ساله‌اند.
	دوساله	گیاهان دوساله این گیاهان در سال اول رشد رویشی دارند و در سال دوم علاوه‌بر رشد رویشی با تولید گل و دانه رشد زایشی دارند؛ مثلاً گیاهانی مانند شغلم و چغندر قند در سال اول رشد رویشی دارند و مواد حاصل از فتوسنتز در ریشهٔ آن‌ها ذخیره می‌شوند در سال دوم ساقهٔ گل‌دهنده ایجاد می‌شود و مواد ذخیره شده در ریشه برای تشکیل گل و دانه به مصرف می‌رسند.
	چندساله	گیاهان چندساله این گیاهان سال‌ها به رشد رویشی خود ادامه می‌دهند. بعضی از آن‌ها هر ساله می‌توانند گل، دانه و میوه تولید کنند درخت‌ها و درختچه‌ها از گیاهان چند ساله‌اند که ممکن است حتی تا چند قرن نیز زندگی کنند. گیاهان علفی چندساله نیز وجود دارد. زنبق مثالی از چنین گیاهانی دارای زمین‌ساقه است که در خاک باقی می‌ماند.

۲۸۱۳ **۱** فقط مورد (ج) صحیح است. سؤال مربوط به آندوسپرم بیشتر به صورت مسائل ژنتیکی بیان می‌شود اما ممکن است در مراحل تکثیر دانه هم از آن سؤال آورده شود و از طرفی چون دانهٔ غلات حاوی بخش خارجی گلوتن‌دار است بافت هدف هورمون جیبرلین می‌باشد.

بررسی موارد **الف)** نادرست. در گیاهانی مثل پیاز و لوبیا که رشد روزمینی دارند، گیاه لوبیا که دولپه می‌باشد آندوسپرم جذب لپه‌ها می‌شود. **ب)** نادرست. آندوسپرم بافتی (نه یک یاخته) $3n$ می‌باشد و از تقسیمات پی‌درپی تخم ضمیمه به دست می‌آید. **ج)** **درست.** از بافت **پارانشیم** با دیوارهٔ نازک غیرچوبی تشکیل شده است. **د)** نادرست. در صورتی که تخم ضمیمه تقسیم سیتوپلاسم انجام دهد، آندوسپرم به صورت **جامد** دیده می‌شود.

۲۸۱۴ **۲** با توجه به شکل کتاب، گیاه آلبالو دارای گلبرگ‌های رنگی می‌باشد که در جذب جانوران گرده‌افشان نقش دارد (رد گزینهٔ (۱)). همچنین دارای کاسبرگ‌هایی سبزرنگ می‌باشد که ضمن انجام فتوسنتز، می‌توانند از مادهٔ معدنی، مادهٔ آلی بسازند (رد گزینهٔ (۴)). در نهان‌دانگان انتقال یاختهٔ جنسی نر با کمک لولهٔ گرده صورت می‌گیرد که از رشد طولی یاخته‌های رویشی پدید می‌آید (و هسته آن حفظ می‌شود) (رد گزینهٔ (۳)). در رابطه با گزینهٔ (۲) هم دقت کنید که روی ریشهٔ درخت آلبالو جوانه‌هایی تشکیل می‌شود که با رشد آن‌ها درخت‌های آلبالو ایجاد می‌شوند. ریشه اندامی غیرهوایی است.

۲۸۱۵ **۴** همهٔ موارد صحیح هستند. دیوارهٔ یاخته‌ای در پریاخته‌ای فتوسنتزکننده در گیاهان و جلبک‌ها دیده می‌شود.

بررسی موارد **الف)** برای مثال در مورد جلبک‌های پریاخته‌ای صحیح است. **ب)** گیاهانی که گل کامل دارند، می‌توانند درصورت پذیرش دانهٔ گردهٔ خود، اسپرم و تخمک خود را در حلقهٔ چهارم گل خود تولید نمایند. **ج)** در گیاهان برای، یاخته‌های جنسی حاصل تقسیم میوز و سپس میتوز می‌باشند. هیچ یاختهٔ جنسی مستقیماً از تقسیم میوز دومرحله‌ای ساخته نمی‌شود. **د)** در رابطه با روش پیوند زدن در گیاهان صحیح است.

۲۸۱۶ **۴** تمامی موارد نادرست می‌باشند و به‌طور معمول، تک‌لپه‌ای‌ها ریشهٔ افشان و دولپه‌ای‌ها، ریشهٔ راست قطور دارند.

بررسی موارد **الف)** گیاهان دولپه‌ای، در برش عرضی ریشهٔ خود، پوست ضخیم‌تری نسبت به تک‌لپه‌ای‌ها دارند. **ب)** دقت کنید که مریستم‌های نخستین همواره در رشد عرضی ساقه کمی نقش دارند. **ج)** رویان قلبی‌شکل گیاهان نهان‌دانه نشان‌دهندهٔ این است که **دولپه‌ای** می‌باشند. **د)** دقت کنید که لفظ لپه‌**ها** برای تک‌لپه‌ای‌ها صحیح نیست!

پاسخ گیاهان به محرک‌ها

۲۸۱۷ (۴) ابتدا به جدول زیر دقت کنید و سپس در مورد ۴ مرحلهٔ آزمایش داروین دوباره گزینه‌ها را بررسی کنید.

آزمایش داروین ۳۰۶

موارد مقایسه / مراحل آزمایش	مرحلهٔ (۱)	مرحلهٔ (۲)	مرحلهٔ (۳)	مرحلهٔ (۴)
زدن نور یک‌جانبه	+	+	+	+
برخورد نور به نوک	+	−	+	+
خمش منطقهٔ زیر نوک	+	−	+	+
استفاده از پوشش مات	−	+	−	+
استفاده از پوشش شفاف	−	−	+	−
استفاده از پوشش در نوک دانه‌رست	−	+	+	−
نوک دانه‌رست بدون پوشش	+	−	−	+

۲۸۱۸ (۴) با توجه به خط کتاب درسی، داروین و پسرش دریافتند دانه‌رست در صورتی به سمت نور یک‌جانبه خم می‌شود که نوک آن در برابر نور قرار بگیرد. حالا چه به‌طور مستقیم مثل آزمایش اول و چهارم و یا با پوشش شفاف در آزمایش سوم!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** داروین اولین کسی نبود که پدیدهٔ نورگرایی را مشاهده می‌کرد بلکه اولین نفری بود که برای بررسی این موضوع آزمایش‌هایی را انجام داد و به این موضوع علاقه‌مند بود. **گزینهٔ (۲):** با توجه به شکل ۲، داروین آزمایش قرار دادن پوشش مات بر نوک دانه‌رست را (در آزمایش ۲) قبل از آزمایش قرار دادن پوشش شفاف (آزمایش ۳) بر آن انجام داد. **گزینهٔ (۳):** بعدها **پس** از داروین، دانشمندان دیگری (نه داروین‌ها) دریافتند که عامل خم شدن دانه‌رست به سمت نور، ماده‌ای است که در نوک آن وجود دارد.

۲۸۱۹ (۲) موارد (ج) و (د) صحیح می‌باشند.

بررسی موارد (الف) نادرست. این عبارت در مورد آزمایش دوم داروین است (نه پس از آن). (ب) نادرست. در آزمایش پیدایش علت و عامل خم‌شدن دانه‌رست بدون نوک، از نور استفاده نشد. (ج) **درست.** در صورت عدم تولید و اضافه کردن اکسین، رشد و خمش در دانه‌رست نداریم! (د) **درست.** در مورد نور همه‌جانبه و رشد بدون خمش نوک دانه‌رست صحیح است.

۲۸۲۰ (۲) دانه‌رستی که در نور همه‌جانبه قرار گرفته است، به صورت **مستقیم** رشد می‌نماید. در این دانهٔ رست، **طول** یاخته‌های قرار گرفته در نوک ساقه افزایش می‌یابد. همگام با افزایش طول یاخته‌ها، طول دیواره‌ها هم افزایش می‌یابد. بنابراین تولید ترکیبات سازندهٔ دیواره در این یاخته‌ها بیشتر می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید که هورمون اکسین، رشد طولی یاخته‌ها را تحریک می‌نماید نه تقسیم آن‌ها را. بنابراین تعداد یاخته‌ها سمت نور و سایه تفاوتی ندارند. **گزینهٔ (۳):** نور یک‌جانبه، باعث **جابه‌جایی** اکسین از سمت نور به سمت سایه می‌شود. بنابراین هر دو سمت، اکسین تولید می‌کنند اما اکسین سمت نور، به سمت مقابل جابه‌جا می‌شود و رشد یاخته‌های سمت سایه بیشتر می‌شود. **گزینهٔ (۴):** دانه‌رستی که بر روی لبهٔ آن، آگار حاوی اکسین قرار گرفته است، به یک سمت خم می‌شود. در حالی‌که دانه‌رستی که در نور همه‌جانبه رشد کرده است، خم نمی‌شود.

۲۸۲۱ (۳) **خم شدن** گیاهان به سمت **نور** پدیده‌ای رایج در طبیعت است. چارلز داروین و پسرش که به مطالعهٔ پدیدهٔ **حرکت** در گیاهان علاقه‌مند بودند، به بررسی این موضوع یعنی **نورگرایی** پرداختند. بعدها مشاهده‌های میکروسکوپی نیز نشان داد که رشد طولی یاخته‌ها در سمت سایه، بیشتر از یاخته‌هایی است که در سمت رو به نور قرار دارند. این امر به دلیل تجمع بیشتر اکسین (نوعی تنظیم‌کنندهٔ رشد) در سمت سایه نسبت به سمت رو به نور است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** شناسایی ترکیب شیمیایی اکسین توسط محققان، بعد از داروین صورت پذیرفت. **گزینهٔ (۲):** اولین آزمایش داروین، با تابش نور یک جانبه بر روی دانه‌رست (نه خود دانه) بدون پوشش نوعی گیاه از گندمیان اجرا شد. **گزینهٔ (۴):** حرکت اکسین با انتشار صورت می‌گیرد که نیازی به *ATP* (شکل رایج انرژی در یاخته) ندارد.

۲۸۲۲ (۳) مشاهدات میکروسکوپی نشان می‌دهند، رشد طولی یاخته‌ها در سمت سایه (تاریکی) بیشتر از یاخته‌هایی است که در سمت رو به نور قرار دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تجمع اکسین (نه تولید بیشتر آن) در سمت تاریکی است. **گزینهٔ (۲):** افزایش رشد طولی یاخته‌ها (نه افزایش تعداد آن‌ها) در سمت تاریکی رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** اکسین تولید شده در نوک دانه‌رست با یک نسبت مساوی به یاخته‌های پایینی در دو سمت می‌رسد.

۲۸۲۳ (۲) موارد (الف) و (ب) صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) **درست.** طبق شکل کتاب هر طرف اکسین بیشتری دارد رشد بیشتر و خمش به سمت مقابل دارد. (ب) **درست.** بر طبق شکل کتاب صحیح است. (ج) نادرست. در آزمایش با قرار دادن آگار، از نور استفاده نشد. (د) نادرست. استفاده از پوشش مات و شفاف ویژهٔ داروین بود.

۲۸۲۴ (۴) براساس کتاب درسی، توجه داشته باشید که کشف ماده‌ای در نوک دانه‌رست (همان اکسین) از نتایج آزمایشات دانشمندان بعد از داروین می‌باشد ولی سایر گزینه‌ها براساس شکل ۲ کتاب درسی صحیح می‌باشند.

۲۸۲۵: ۳ کشف اکسین سرآغازی برای شناسایی ترکیبات دیگری بود که رشد و فعالیت گیاهان را تنظیم می‌کنند. بنابراین اکسین، اولین هورمون گیاهی‌است که کشف و شناسایی شد. این هورمون در افزایش فعالیت مریستم‌های موجود در **جوانه‌های رأسی** نقش دارد، اما در جوانه‌های جانبی، با تحریک تولید اتیلن مانع از فعالیت مریستم‌های موجود در این جوانه‌ها می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** عامل نارنجی مخلوطی از اکسین‌ها می‌باشد که می‌تواند منجر به سرطان و تولد نوزادانی با نقایص مادرزادی شود. در سرطان، فعالیت لنفوسیت‌های T موجود در بدن انسان افزایش می‌یابد. **گزینهٔ (۲):** اکسین برای تکثیر رویشی گیاهان با استفاده از **قلمه** به کار می‌رود و می‌تواند منجر به تشکیل ریشه از ساقهٔ قرار داده‌شده در داخل خاک یا آب شود. **گزینهٔ (۴):** هورمون اکسین رشد طولی یاخته‌های موجود در نوک ساقه را افزایش می‌دهد. بنابراین می‌توانیم بگوییم که این یاخته‌ها با اثر اکسین مدت زمان بیشتری را در مرحلهٔ رشد چرخهٔ یاخته‌ای (G_1) سپری خواهند کرد.

- اکسین
  - محل تولید ← نوک ساقه و توسط جوانهٔ انتهایی
  - اولین هورمون گیاهی پیدا شده بود.
  - نقش
    - تحریک ریشه‌زایی و لایهٔ ریشه‌زا
    - افزایش رشد طولی یاخته‌ها در ساقه
    - استفاده از آن در روش قلمه‌زدن غیرجنسی
    - تشکیل میوهٔ بدون دانه با جلوگیری از لقاح
    - درشت کردن میوه ← رشد تخمدان
    - بعضی از اکسین‌ها باعث از بین بردن گیاهان دولپه‌ای
    - نسبت بالای اکسین به سیتوکینین در کشت‌بافت باعث تحریک ریشه‌زایی
    - اثر بازدارندگی رشد در جوانهٔ جانبی

۲۸۲۶: ۲ هورمون اکسین در جوانهٔ رأسی موجب افزایش غلظت اتیلن و کاهش غلظت **سیتوکینین** در جوانهٔ رأسی می‌شود. سیتوکینین با افزایش **تقسیم** یاخته‌ای و تعداد یاخته‌ها در بزرگ‌تر شدن ساقه نقش دارد. (افزایش ابعاد وظیفهٔ هورمون‌های اکسین و جیبرلین است.)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اکسین و جیبرلین در تولید میوه‌های بدون دانه به کار گرفته می‌شوند (نه اتیلن). **گزینهٔ (۳):** اکسین موجب ریشه‌زایی می‌شود. ریشه ساختار جذب‌کنندهٔ آب از خاک است (نه اتیلن). **گزینهٔ (۴):** اتیلن موجب رسیدگی میوه‌ها می‌شود (نه سیتوکینین).

۲۸۲۷: ۲ فقط مورد (ب)، صحیح است، عامل نارنجی مخلوطی از اکسین‌ها (رد مورد (الف)) می‌باشد که در از بین بردن گیاهان دولپه‌ای نقش دارد (تأیید مورد (ب)). این ترکیب به صورت مصنوعی تولید می‌شود (رد مورد (ج)) و استفادهٔ زیاد آن می‌تواند باعث ایجاد سرطان یا نقایص مادرزادی در انسان‌ها شود (رد مورد (د)).

۲۸۲۸: ۳

نکته

چون گیاهان از یوکاریوت‌ها هستند، نقش عوامل مختلف رشد آن‌ها با اثر بر عمل عوامل رونویسی در تنظیم بیان ژن‌های آن‌ها ایفا می‌شود. **(این سؤال را با رد گزینه هم می‌توانید به راحتی پاسخ دهید!!)**

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** **اکسین** هورمون محرک رشدی است که روی رشد جوانهٔ جانبی اثر منفی دارد (منظور طراح رشد زیاد بوده است). **گزینهٔ (۲):** فقط آبسیزیک‌اسید برخلاف **اتیلن** هورمون بازدارندهٔ رشد مؤثر در خفتگی دانه‌ها در محیط خشک می‌باشد ولی هر دو هورمون بازدارندهٔ رشد هستند. **گزینهٔ (۴):** اکسین برخلاف سیتوکینین، هورمون محرک رشدی برای ایجاد ریشه از یاخته‌های تمایز نیافته می‌باشد و از طرفی این عبارت فقط در مورد سیتوکینین مصداق دارد (نه جیبرلین و اکسین).

۲۸۲۹: ۱ **سیتوکینین‌ها** با تحریک تقسیم یاخته‌ای و در نتیجه ایجاد یاخته‌های جدید، پیر شدن اندام‌های هوایی گیاه را به تأخیر می‌اندازند. از میوه‌های رسیده، اتیلن آزاد می‌شود که با اثر بر میوه‌های نارس، منجر به تسریع در فرایند رسیدن آن‌ها می‌شود. با قطع جوانهٔ رأسی، میزان هر دو هورمون سیتوکینین و اتیلن موجود در جوانه‌های جانبی تغییر می‌کند. میزان سیتوکینین افزایش و میزان اتیلن آن‌ها کاهش می‌یابد؛ که در نهایت می‌تواند منجر به رشد جوانه‌های جانبی و پرشاخ و برگ شدن آن‌ها شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** هورمون آبسیزیک‌اسید، در شرایط نامساعد محیطی، رشد گیاه را محدود می‌کند. این هورمون می‌تواند مانع رویش دانه و رشد جوانه‌ها شود. بنابراین همانند سیتوکینین بر جوانه‌ها اثر می‌گذارد. **گزینهٔ (۳):** هورمون جیبرلین در قارچ‌ها هم ساخته می‌شود. هورمون جیبرلین برخلاف سیتوکینین، می‌تواند بر رشد طولی یاخته‌های ساقه اثر بگذارد. **گزینهٔ (۴):** اکسین در نورگرایی و ایجاد ریشه از کال تمایز نیافته نقش دارد.

نکتهٔ مهم

دقت کنید که برای فرایند ریشه‌زایی و ساقه‌زایی در کال، از هر دو هورمون اکسین و سیتوکینین استفاده می‌شود؛ اما غلظت مورد استفادهٔ آن‌ها فرق می‌کند.

- سیتوکینین
  - محل تولید ← جوانه‌های جانبی
  - نام‌های دیگر: هورمون جوانی و هورمون ساقه‌زائی
  - نقش
    - تحریک تقسیم یاخته‌ای
    - افزایش تقسیم یاخته‌ای
    - تاخیر در پیرشدن اندام‌های هوایی
    - تازه نگه داشتن روی برگ و گل‌ها
    - تحریک ساقه‌زایی
    - ایجاد ساقه از کال در نسبت بالای سیتوکینین به اکسین

۲۸۳۰ **۴** منظور از صورت سؤال، هورمون **سیتوکینین** است. نتیجهٔ افزایش تقسیم یاخته‌ای رشد اندام‌ها و در نتیجه نیاز بیشتر به پروتئین‌هاست زیرا پروتئین‌ها برای عملکردهای مختلف یاخته لازم هستند و بنابراین یاخته‌های جدید باید پروتئین‌های مورد نیاز خود را بسازند، علاوه‌بر این برخی پروتئین‌ها برای تقسیم یاخته‌ای لازم هستند مثلاً دوک تقسیم دارای ریزلوله‌های پروتئینی است و تشکیل دوکِ تقسیم نیازمند ساخت پروتئین است. دقت کنید که اولاً در ساقه میوز انجام نمی‌شود و دوماً سیتوکینین در میتوز و نه میوز نقش دارد. از طرفی اضافه کردن سیتوکینین سبب جذب آب توسط گیاه و تازه و شاداب شدن آن می‌شود.

۲۸۳۱ **۲** مقداری از هورمون **اکسین** تولید شده در جوانهٔ رأسی (انتهایی) به جوانه‌های جانبی می‌رود و موجب کاهش تولید هورمون سیتوکینین در این جوانه‌ها می‌شود. یکی از آثار هورمون اکسین، ریشه‌زایی است. لایهٔ ریشه‌زا تحت تأثیر هورمون اکسین قرار می‌گیرد و موجب تولید ریشه می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** برخی **اکسین‌ها** می‌توانند گیاهان دولپه‌ای را از بین ببرند؛ در حالی که ریشهٔ افشان در گیاهان تک‌لپه‌ای وجود دارد. **گزینهٔ (۳):** هورمون اتیلن گازی است که علاوه‌بر بافت‌های گیاهی، از سوخت‌های فسیلی نیز رها می‌شود. **گزینهٔ (۴):** هورمونی که سبب تشکیل ساقه از یاخته‌های تمایزنیافته می‌شود، سیتوکینین است.

۲۸۳۲ **۴** سرشاخه‌های درختان، دارای جوانهٔ انتهایی هستند که هورمون اکسین را تولید می‌کنند. با قطع سرشاخه‌ها، منبع تولید اکسین حذف می‌شود و به دنبال آن، نسبت اکسین به سیتوکینین در جوانه‌های جانبی کاهش می‌یابد که نتیجهٔ آن پر شاخه و برگ شدن گیاه است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** قرار دادن اکسین در محل بریده شدهٔ سرشاخه‌ها، منجر به **مهار** رشد جوانه‌های جانبی می‌شود. چون اکسین بازدارندهٔ فعالیت، جوانه‌های جانبی است و در ساقه و شاخه‌ها حرکت کرده و به جوانه‌های جانبی می‌رسد. **گزینهٔ (۲):** با قطع کردن سرشاخه‌ها، چیرگی رأسی حذف می‌شود که علت آن کاهش هورمون اکسین در جوانه‌های جانبی است، اما هورمون مؤثر در جوانی گیاه، سیتوکینین است. **گزینهٔ (۳):** با قطع سرشاخه‌ها، تولید هورمون سیتوکینین در جوانه‌های جانبی افزایش می‌یابد.

۲۸۳۳ **۲** در فن کشت‌بافت نسبت بالای اکسین به **سیتوکینین** باعث ریشه‌زایی می‌شود، بنابراین هورمون مورد سؤال ، **سیتوکینین** است که می‌تواند سبب افزایش مدت نگهداری گل‌ها و میوه‌ها نیز شود.

۲۸۳۴ **۴** هورمون‌های جیبرلین و آبسیزیک‌اسید بر رویش دانه‌ها اثر می‌گذارند و جیبرلین می‌تواند منجر به رویش بذر غلات شود. آبسیزیک‌اسید هم در شرایط نامساعد محیطی، مانع رویش دانه‌ها می‌شود. بنابراین باید دنبال گزینه‌ای باشیم که تنها راجع به یکی از هورمون‌ها صحیح است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** جیبرلین و آبسیزیک‌اسید هر دو، نوعی هورمون گیاهی به حساب می‌آیند، بنابراین در رشد و فعالیت گیاهان نقش دارند. همچنین بر طبق شکل ۸ صفحهٔ ۱۴۳، نام دیگر هورمون جیبرلین، جیبرلیک‌اسید می‌باشد، پس همانند آبسیزیک‌اسید خاصیت اسیدی دارد. **گزینهٔ (۲):** در فرایند ریشه‌زایی و ساقه‌زایی کال، هورمون‌های اکسین و سیتوکینین نقش دارند. جیبرلین و آبسیزیک‌اسید نقشی در این فرایند ندارند. **گزینهٔ (۳):** در فرایند چیرگی رأسی، هورمون اکسین موجود در جوانه‌های رأسی بر تولید هورمون‌های سیتوکینین و اتیلن موجود در جوانه‌های جانبی اثر می‌گذارد. بنابراین هیچ‌کدام از هورمون‌های جیبرلین و آبسیزیک‌اسید در این فرایند به‌طور مستقیم نقش ندارند. **گزینهٔ (۴):** در شرایط خشکی، هورمون آبسیزیک‌اسید برخلاف هورمون جیبرلین می‌تواند با اثر بر یاخته‌های نگهبان روزنه، منافذ روزنه را ببندد. این فرایند در نهایت منجر به حفظ آب گیاه می‌شود.

- جیبرلین
  - محل تولید ← رویان غلات و قارچ‌ها
  - نقش
    - حالت اسیدی دارد (اسید جیبرلیک است.)
    - افزایش طول ساقه
    - افزایش رشد طولی و تقسیم یاخته‌ها
    - تشکیل میوهٔ بدون دانه ← ممانعت از گرده‌افشانی
    - درشت کردن میوه ← رشد تخمدان
    - رویش دانه (جوانه‌زنی دانه) و رشد میوه
    - تحریک لایهٔ گلوتن‌دار اندوختهٔ دانهٔ غلات

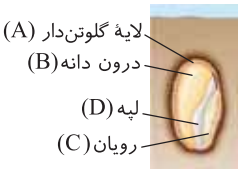
۲۸۳۵ **۴** با توجه به مرحلهٔ ۳ شکل ۸، رویان دانه در ضمن رشد، پوستهٔ دانه را می‌شکافد و از دو محل خارج می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** جیبرلین پس از ساخته‌شدن در رویان بر لایهٔ گلوتن‌دار اثر می‌کند تا آنزیم آمیلاز ترشح شود. **گزینهٔ (۲):** آمیلاز فقط ذخایر نشاستهٔ آندوسپرم (نه دیوارهٔ یاخته‌های آندوسپرم) را تجزیه می‌کند. **گزینهٔ (۳):** با توجه به شکل ۸، اندازهٔ یاخته‌های لایهٔ گلوتن‌دار غلات، با یکدیگر برابر نیست. این لایه دور تا دور رویان را احاطه نکرده است (سمتی که رویان از آن جوانه می‌زند را احاطه نکرده است.).

۲۸۳۶ **۱** همهٔ موارد نادرست می‌باشند. اکسین هورمون محرک ریشه‌زایی می‌باشد. *(دوستان اول این تست قید همواره دارد! یعنی باید به همهٔ عبارات به دید منفی نگاه کنید!)*

بررسی موارد (الف) در جوانهٔ جانبی گیاهان تک‌لپه‌ای، نقش بازدارندهٔ رشد را ایفا می‌کند. (ب) به طور مثال اکسین در یاخته‌های کال هم گیرنده دارد، ولی موجب تحریک تولید بازدارندهٔ رشد در این یاخته‌ها نمی‌شود. (ج) در تکثیر غیرجنسی گیاهان، هورمون اکسین در فن کشت بافت نیز علاوه‌بر قلمه‌زدن برای ریشه‌دار کردن به کار می‌رود. (د) عامل نارنجی مخلوطی از اکسین‌ها می‌باشد و بر گیاهان دولپه‌ای و انسان‌ها اثرات مضری دارد. این عامل در جنگ ویتنام، باعث نابودی جنگل‌ها شد.

۲۸۳۷ **۲** نشاستهٔ ذخیره‌ای در آندوسپرم تحت تأثیر آمیلازهای آزاد شده از لایهٔ گلوتن‌دار به گلوکز تبدیل می‌شود تا برای رشد به رویان (C) برسد.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** از سال دهم باید به یاد داشته باشید که واکوئل محل ذخیرهٔ مواد است (نه محل تولید!). **گزینهٔ (۳):** رویان قلبی‌شکل مخصوص دولپه‌ای‌هاست ولی شکل، دانهٔ تک‌لپه‌ای است. **گزینهٔ (۴):** آبسیزیک‌اسید مانع از رشد دانه می‌شود ولی قرار نیست لپه رویش کند بلکه رویان رشد می‌کند.

۲۸۳۸ **۲** کشف جیبرلین‌ها حاصل تلاش دانشمندان ژاپنی در بررسی نوعی بیماری قارچی بود که دانه‌رست‌های برنج به آن مبتلا می‌شدند. در رویش بذر غلات این هورمون بر خارجی‌ترین لایهٔ آندوسپرم (لایهٔ گلوتن‌دار) اثر می‌گذارد و سبب تولید و رها شدن آنزیم‌های گوارشی در دانه می‌شود. آندوسپرم دارای یاخته‌های سه‌لاد پارانشیمی است. دقت کنید رویان غلات در هنگام رویش دانه، مقدار فراوانی جیبرلین می‌سازند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** حجم‌ترین بخش دانهٔ غلات آندوسپرم است ولی جیبرلین را رویان ترشح می‌کند. **گزینهٔ (۳):** جیبرلین توسط رویان تولید شده و بر آندوسپرم اثر می‌کند. **گزینهٔ (۴):** جیبرلین با عبور از لپه باید به لایهٔ گلوتن‌دار اندوسپرم برسد تا آنزیم‌های مختلف رها شوند.

۲۸۳۹ (۳) هورمونی که در هنگام جوانه‌زنی دانه و خروج ریشهٔ رویانی مقدارش افزایش می‌یابد **جیبرلین** است. با افزایش این هورمون در هنگام جوانه‌زنی و تأثیر بر روی آندوسپرم از این یاخته‌ها آنزیم‌هایی آزاد می‌شوند که دیوارهٔ یاخته‌ای را تجزیه می‌کنند و مواد موجود در آن را برای تغذیهٔ رویان آماده می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: جیبرلین، طول ساقه را از طریق رشد طولی یاخته و تقسیم آن افزایش می‌دهد. **گزینهٔ (۲)**: علاوه‌بر گیاهان نهان‌دانه این هورمون توسط نوعی قارچ به نام جیبرلا و به صورت مصنوعی نیز تولید می‌شود. **گزینهٔ (۴)**: قارچ جیبرلا آفت گیاه برنج است و با افزایش این هورمون موجب رشد ساقه به صورت ناپایدار و کاهش میزان محصولات گیاه می‌شود.

۲۸۴۰ (۱) تنها مورد (د) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. جیبرلیک‌اسید از رویان ترشح می‌شود که متشکل از یاخته‌های $6n$ است. (ب) نادرست. یاختهٔ دو هسته‌ای در کیسهٔ رویانی $6n$ است ولی بقیهٔ یاخته‌ها $3n$ می‌باشند. (ج) نادرست. گردهٔ نارس بعد از تقسیم میوز ایجاد می‌شود و یاخته‌ای $3n$ دارد. (د) **درست**. آندوسپرم هدف جیبرلیک‌اسید است که از یاخته‌هایی $9n$ تشکیل شده است.

۲۸۴۱ (۲) اتیلن در رشد جهت‌دار اندام گیاهی در پاسخ به نور یک‌جانبه اثر ندارد. این ویژگی توسط اکسین تنظیم می‌شود (اتیلن در جوانهٔ جانبی بر اثر بودن اکسین تولید می‌شود.).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: جیبرلین در تولید و رها شدن آنزیم‌های گوارشی مثل آمیلاز در دانه دخالت دارد (قسمت اول در مورد اکسین و جیبرلین است.). **گزینهٔ (۳)**: اکسین منظور قسمت اول است که همانند جیبرلین در درشت کردن میوه‌ها دخالت دارد. **گزینهٔ (۴)**: آبسیزیک‌اسید منظور است که با اثر بر روزنه‌های هوایی و بستن آن در حفظ آب گیاه دخالت دارد.

- آبسیزیک اسید
  - موقع تولید ← در شرایط نامساعد توسط گیاه و خشکی
  - نقش
    - خفتگی دانه برخلاف جیبرلین
    - خفتگی جوانهٔ رأسی برخلاف جیبرلین و اکسین
    - خفتگی جوانهٔ جانبی برخلاف سیتوکینین
    - بستن روزنه‌های هوایی
  - هم‌زمان با افزایش آن تولید پروتئین‌های مخصوص انتقال آب زیاد می‌شود.
  - در گیاهان C_4 و CAM نقش مهمی در سازش با خشکی دارند.

۲۸۴۲ (۱) تنها مورد (ب) صحیح است. با افزایش آبسیزیک‌اسید روزنه‌های هوایی بسته می‌شوند تا از خروج آب جلوگیری کنند.

بررسی موارد (الف) نادرست. برای بسته شدن روزنه، طول یاخته‌های نگهبان روزنه کوتاه‌تر می‌شود و فاصلهٔ دو سر آن از یکدیگر کم می‌شود. (ب) **درست**. برای کاهش طول یاخته‌های نگهبان روزنه ابتدا یون‌ها و ساکارز از آن خارج می‌شوند و داخل یاخته‌های اطراف آن قرار می‌گیرند و فشار اسمزی این یاخته‌ها افزایش می‌یابد. (ج) نادرست. فقط یاخته‌های نگهبان روزنه به دلیل آرایش شعاعی رشته‌های سلولزی از عرض دچار تغییر اندازه نمی‌شوند. (د) نادرست. تنها روزنه‌های هوایی بسته می‌شوند. روزنه‌های آبی همیشه بازند.

۲۸۴۳ (۴)

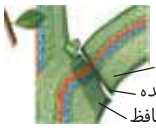
نکته
هورمون‌های محرک رشد، در شرایط مساعد و هورمون‌های بازدارنده در شرایط **نامساعد**، مقدار **پروتئین‌سازی** گیاه را تنظیم می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: سیتوکینین سبب تحریک تقسیم یاخته‌ای و کاهش سرعت پیر شدن اندام‌ها می‌شود ولی آبسیزیک‌اسید سبب پیری می‌شود و در مراحل نهایی رشد، تولید آن زیادتر می‌شود. **گزینهٔ (۲)**: اتیلن سبب مقاومت به آسیب‌های بافتی و **کاهش مدت نگهداری** میوه و برگ می‌شود. **گزینهٔ (۴)**: اکسین سبب ریشه‌دار کردن قلمه‌ها می‌شود ولی برخلاف آبسیزیک‌اسید در خفتگی جوانه‌ها و دانه‌ها اثر ندارد.

۲۸۴۴ (۳) آبسیزیک‌اسید و هورمون‌های محرک رشد، بر رشد گیاه تأثیر گذارند. **آبسیزیک‌اسید**، برخلاف جیبرلین‌ها، مانع رویش دانه و رشد جوانه‌ها می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: آبسیزیک‌اسید در شرایط نامساعد محیطی **افزایش** می‌یابد. **گزینهٔ (۲)**: **اتیلن**، از سوخت‌های فسیلی نیز رها می‌شود. **گزینهٔ (۴)**: به کارگیری هورمون **سیتوکینین** در کشت‌بافت، سبب ایجاد **ساقه** از یاخته‌های تمایز نیافته می‌شود.

۲۸۴۵ (۲) اتیلن باعث تولید آنزیم‌های تجزیه‌کننده می‌شود که نوعی پروتئین است، بنابراین فعالیت ریبوزوم‌های شبکهٔ آندوپلاسمی یاخته‌های هدف خود افزایش می‌یابد.



بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: در صورت افزایش نسبت اتیلن به اکسین، نوعی لایهٔ جداکننده در محل اتصال **دمبرگ** به شاخه (نه برگ به دمبرگ) ایجاد می‌شود. **گزینهٔ (۳)**: دقت کنید چوب‌پنبه‌ای شدن یاخته‌های شاخه قبل از ایجاد لایهٔ محافظ در محل اتصال به دمبرگ انجام می‌شود. **گزینهٔ (۴)**: با توجه به شکل جدا شدن دمبرگ از کناره‌ها صورت می‌گیرد و وسط آن که آوندها قرار دارند آخرین جایی است که قطع می‌شود.

- اتیلن
  - محل تولید ← در میوه‌های رسیده و از سوختن سوخت‌های فسیلی و از بافت‌های آسیب‌دیدهٔ گیاه و از جوانهٔ جانبی البته با تحریک اکسین
  - نقش
    - رسیدن میوه
    - ریزش میوه
    - ریزش برگ ← با نسبت بالای آن به اکسین رخ می‌دهد.
  - زیاد شدن موقع ترمیم بافت‌های آسیب دیده ← سبب افزایش تقسیم یاختهٔ پارانشیم می‌شود.
  - ممانعت از رشد جوانهٔ جانبی (چیرگی رأسی) ← همراه با نسبت بالای اکسین در جوانهٔ کناری رخ می‌دهد.

۲۸۴۶ (۳) مشخص شده است که برگ در پاسخ به افزایش نسبت اتیلن به اکسین آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ دیواره را تولید می‌کند. از آنجا که دیواره دارای پکتین و سلولز می‌باشد، پس آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ این ترکیبات تولید می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: مستقیماً سبب این کار نمی‌شوند. **گزینهٔ (۲)**: قسمت اول در مورد سیتوکینین است که در این عمل نقش ندارد. **گزینهٔ (۴)**: چوب‌پنبه ایجاد می‌شود (نه لیگنین چوبی).

۲۸۴۷ **(۱)** در این فرایند ابتدا افزایش میزان اتیلن به اکسین، باعث تولید آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ دیواره می‌شود. گزینهٔ (۳)، بعد گزینهٔ (۴) رخ می‌دهد، سپس طی گزینهٔ (۲) لایهٔ جداکننده و تجزیهٔ دیوارهٔ یاخته‌ای یاخته‌ها در محل دمبرگ رخ می‌دهد و در نهایت گزینهٔ (۱) یعنی تولید چوب‌پنبه با لایهٔ محافظ در شاخه در محل اتصال برگ به آن یعنی در گره ایجاد می‌شود.

۲۸۴۸ **(۲)** در قاعدهٔ دمبرگ لایهٔ جدا کننده تشکیل می‌شود و در این منطقه با فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده یاخته‌ها از یکدیگر جدا می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با افزایش نسبت اتیلن به اکسین جدا شدن برگ رخ می‌دهد. اکسین با رشد طولی یاخته‌ها در افزایش طول ساقه نقش دارد (نه تقسیم آن‌ها). **گزینهٔ (۳):** لایهٔ چوب‌پنبه‌ای در شاخه تشکیل می‌شود نه دمبرگ جداشده! **گزینهٔ (۴):** در صورت آسیب به برگ (چه فیزیکی چه ویروسی و ...) این پدیده رخ می‌دهد.

۲۸۴۹ **(۴)** هورمون جوانی یعنی سیتوکینین به همراه جیبرلین، سبب افزایش تقسیم یاخته‌ای ساقه می‌شوند ولی تسهیل در برداشتن مکانیکی میوه‌ها مربوط به **اتیلن** با افزایش سرعت رسیده شدن میوه‌ها می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** جیبرلین و اکسین در رشد میوه‌های بی‌دانه و افزایش رشد طولی ساقه مؤثرند. **گزینهٔ (۲):** اکسین در ریشه‌دار کردن قلمه‌ها و ممانعت در رشد جوانهٔ جانبی مؤثر است. **گزینهٔ (۳):** آبسیزیک‌اسید در هر دو مورد نقش دارد.

۲۸۵۰ **(۴)** در چیرگی رأسی، اکسین از جوانهٔ رأسی به جوانهٔ جانبی حرکت می‌کرد و تولید **اتیلن** در جوانه‌های جانبی را افزایش می‌داد. پس منظور از صورت سؤال اتیلن می‌باشد. در فرایند ریزش برگ اتیلن سبب تولید آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ دیوارهٔ یاخته‌ای می‌شود. از طرفی در این عمل، اکسین سبب کاهش سیتوکینین در جوانهٔ جانبی می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اتیلن در طی آسیب بافتی از یاخته‌های آسیب‌دیده رها می‌شود. **گزینهٔ (۲):** اتیلن در رسیدگی میوه‌ها دارای نقش است و سبب رسیدن میوه‌های نارس می‌شود. **گزینهٔ (۳):** ایجاد ساقه از یاخته‌های تمایزیافته کار سیتوکینین است. که طی این فعالیت کاهش می‌یابد.

۲۸۵۱ **(۳)** هورمونی که از جوانهٔ رأسی به جوانهٔ جانبی می‌رود، اکسین است. این هورمون می‌تواند در قلمه‌زنی سبب تولید ریشه از ساقه شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** از اکسین‌ها در کشاورزی به عنوان علف‌کش استفاده می‌شود. اتیلن از سوخت‌های فسیلی آزاد می‌شود نه اکسین! **گزینهٔ (۲):** اکسین و جیبرلین برای تولید میوه‌های بدون دانه به کار می‌روند ولی آبسیزیک‌اسید به حفظ آب گیاه در شرایط نامساعد کمک می‌کند! **گزینهٔ (۴):** آبسیزیک‌اسید مانع رویش دانه و در نتیجه مانع تولید و رها شدن آمیلاز در جوانه‌های غلات می‌شود ولی اتیلن در بافت‌های آسیب‌دیده افزایش می‌یابد!

۲۸۵۲ **(۳)** صورت سؤال دربارهٔ هورمون **اکسین** است. می‌دانیم که نسبت بالای اتیلن به اکسین سبب ریزش برگ و تولید آنزیم‌های تجزیهٔ‌کننده دیواره می‌شود. اکسین در فرایند **چیرگی رأسی**، سبب تحریک تولید اتیلن در جوانه‌های جانبی می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** این مورد در ارتباط با هورمون آبسیزیک‌اسید است. **گزینهٔ (۲):** تبدیل مریستم رویشی به مریستم زایشی، تحت تأثیر عوامل محیطی مانند دما و طول روز و شب است. **گزینهٔ (۴):** نسبت بالای **سیتوکینین** به اکسین در **کشت‌بافت**، سبب ساقه‌زایی می‌شود.

۲۸۵۳ **(۴)** *(فور طراح محترم گزینهٔ (۱) را انتخاب کرده و دورهٔ آخر زمون رو باز هم معنی کرده!)* آبسیزیک‌اسید مانع رویش دانه می‌شود در حالی که اتیلن سبب ریزش برگ می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اکسین و جیبرلین سبب رشد طولی یاخته‌ها می‌شوند و هر دو می‌توانند برای تولید میوه‌های بدون دانه استفاده شوند. **گزینهٔ (۲):** جیبرلین سبب تولید و فعالیت آمیلاز دانهٔ غلات می‌شود در حالی که نسبت بالای اکسین به سیتوکینین ریشه‌زایی را تحریک می‌کند. **گزینهٔ (۳):** اتیلن سبب رسیدگی میوه‌ها می‌شود و نوعی تنظیم‌کنندهٔ رشد گیاهی است.

دانه و هورمون‌ها
- اکسین و جیبرلین، موجب عدم شکل‌گیری دانه‌ها در هنگام تولید میوهٔ بدون دانه
- جیبرلین موجب رویش دانه و آزادسازی آنزیم‌های گوارشی از لایهٔ گلوتن‌دار آندوسپرم غلات
- آبسیزیک‌اسید موجب مهار رویش دانه
- اتیلن موجب افزایش رسیدگی میوه‌ها و افزایش پراکنش دانه‌ها در محیط

۲۸۵۴ **(۱)** تنها مورد (ب) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌نماید.

بررسی موارد **(الف)** درست. افزایش نسبت اتیلن به اکسین می‌تواند منجر به ساخت آنزیم‌های تجزیه‌کننده و در نهایت ایجاد لایهٔ جداکننده در قاعدهٔ برگ شود. هر دوی این هورمون‌ها در فرایند چیرگی رأسی، از رشد جوانه‌های جانبی و پرشاخ و برگ شدن گیاه ممانعت به عمل می‌آورند. **(ب)** **نادرست.** هورمون اتیلن از سوخت‌های فسیلی هم آزاد می‌شود. میزان ترشح این هورمون با رسیدن گوجه‌فرنگی و تغییر رنگ آن افزایش می‌یابد. **(ج)** درست. هورمون‌های اکسین و جیبرلین، رشد طولی یاخته‌های ساقه را تحریک می‌نمایند. هر دوی این هورمون‌ها در ایجاد میوه‌های بدون‌دانه نقش دارند. بنابراین می‌توانند مانع از لقاح بین یاخته‌های جنسی و تشکیل دانه شوند. **(د)** درست. در حضور اکسین زیاد و سیتوکینین کم، ریشه‌زایی در کال رخ می‌دهد. ریشه هم در جذب آب و املاح نقش دارد. اکسین بر رشد جوانه‌های رأسی و جانبی و سیتوکینین بر رشد جوانه‌های جانبی اثر می‌گذارند.

مواردی بر تنظیم‌کننده‌های رشد ۳۰۷

تنظیم‌کننده‌های رشد		محل تولید (در حد کتاب درسی)	ویژگی
محرک رشد	اکسین	جوانهٔ رأسی	تحریک رشد طولی یاخته‌ها و ساقه + تحریک ریشه‌زایی + جلوگیری از ریزش برگ + چیرگی رأسی + از بین بردن گیاهان دولپه + درشت کردن میوه و تولید میوهٔ بدون دانه
	سیتوکینین	جوانهٔ جانبی	تحریک تقسیم یاخته‌ای و تشکیل ساقه و شادابی تازگی گل‌ها و برگ گیاهان و تحریک تشکیل ساقه حین کشت‌بافت
	جیبرلین	رویان دانهٔ غلات	تحریک تقسیم یاخته‌ها و رشد طولی آن‌ها و تحریک آزاد شدن آنزیم‌های گوارشی دانه و کمک به رشد رویان دانه و تولید میوهٔ بدون دانه و درشت‌کردن میوه
بازدارندهٔ رشد	اتیلن	میوهٔ رسیده و برگ‌های در حال ریزش و بافت‌های آسیب‌دیده و جوانهٔ جانبی	تحریک رسیدن میوه و مؤثر در ریزش برگ و میوه و میزان رسیدگی میوه و ایجاد مقاومت در بافت‌های آسیب‌دیده و مهار رشد جوانهٔ جانبی و بروز چیرگی رأسی
	آبسیزیک‌اسید	در شرایط نامساعد توسط گیاه	بسته شدن روزنه‌ها و کاهش میزان تعرق و مهار رشد دانه و جوانه
	سالیسیلیک‌اسید	یاختهٔ گیاهی آلوده به ویروس	القای مرگ‌یاخته‌ای در یاخته‌های آلوده به ویروس و فعال شدن آنزیم‌های درون‌یاخته‌ای آلوده برای نابودی یاختهٔ سازنده و جلوگیری از تکثیر ویروس در گیاه

۲۸۵۵ : ۴ همهٔ موارد عبارت را به درستی تکمیل می‌نمایند.

بررسی موارد الف در افزایش نسبت اتیلن به اکسین در برگ، آنزیم‌های تجزیه‌کننده ساخته می‌شوند که در نهایت برگ را از شاخه جدا می‌نمایند. با **چوب‌پنبه‌ای** شدن یاخته‌هایی از شاخه که در محل اتصال به دمبرگ قرار دارند، یک لایهٔ محافظ در برابر محیط بیرون تشکیل می‌شود. بافت چوب‌پنبه در اثر تقسیم مریستم‌های پسین موجود در ساقهٔ درختان هم تولید می‌شود و جزئی از ساختار پوست درختان می‌باشد. ب یاخته‌های **نگهبان** روزنه برای هورمون، آبسیزیک‌اسید دارای گیرنده می‌باشند. این یاخته‌ها تنها یاخته‌های روپوستی می‌باشند که قابلیت فتوسنتز داشته و می‌توانند با استفاده از CO_2 و نور خورشید به تولید مواد آلی بپردازند. ج لایهٔ گلوتن‌دار آندوسپرم با اثر هورمون جیبرلین به تولید آنزیم‌هایی مانند آمیلاز می‌پردازد. در افرادی که به گلوتن حساس می‌باشند، این پروتئین می‌تواند با تخریب پرزها و ریزپرزهای روده، سطح جذب مواد را به شدت کاهش دهد. د سیتوکینین با تحریک تقسیم یاخته‌ای، پیرشدن اندام‌های **هوایی** گیاه را به تعویق می‌اندازد. در سطح اندام‌های هوایی گیاهی، پوستک دیده می‌شود که یک ترکیب لیپیدی است و مانع تبخیر بیش از اندازهٔ آب از این اندام‌ها می‌شود.

۲۸۵۶ : ۳ منظور سؤال به ترتیب، سیتوکینین و اکسین است. سیتوکینین باعث افزایش تعداد شاخه‌های گیاه می‌شود. دقت کنید اکسین نمی‌تواند باعث تشکیل موز بدون دانه شود زیرا این موز از طریق لقاح به وجود می‌آید. این هورمون می‌تواند در ایجاد پرتقال بدون دانه مؤثر باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** سیتوکینین باعث **ساقه‌زایی** و اکسین باعث **ریشه‌زایی** می‌شود؛ بنابراین هردو در تحریک تقسیم یاخته‌ای مؤثرند. **گزینهٔ (۲):** سیتوکینین باعث تأخیر پیر شدن اندام‌های هوایی می‌شود. در صورت افزایش نسبت اتیلن به اکسین آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ دیواره در دمبرگ تولید می‌شوند، بنابراین در صورت کاهش اکسین این نسبت افزایش می‌یابد. **گزینهٔ (۴):** به کارگیری سیتوکینین در فن کشت‌بافت، سبب ایجاد ساقه از یاخته‌های تمایز نیافته می‌شود. اکسین مانع رشد جوانه‌های جانبی گیاه می‌شود.

جوانه و هورمون‌ها
- اکسین موجب تحریک جوانهٔ رأسی و مهار رشد جوانهٔ جانبی با تحریک تولید اتیلن
- سیتوکینین موجب رشد جوانهٔ جانبی و پرشاخ و برگ شدن ساقه
- آبسیزیک‌اسید موجب مهار رشد جوانهٔ جانبی و رأسی
- اتیلن موجب مهار رشد جوانهٔ جانبی

۲۸۵۷ : ۴ همهٔ موارد نادرست می‌باشند. منظور صورت سؤال هورمون **اتیلن** است.

بررسی موارد الف منظور هورمون سیتوکینین است. تنها هورمون اتیلن می‌تواند در شرایطی باعث تجزیهٔ دیوارهٔ برخی یاخته‌های گیاهی شود. ب هورمونی که ریشه‌زایی را در گیاه تحریک می‌کند، اکسین است. هردو باعث مهار رشد جوانه‌های جانبی می‌شوند ولی اتیلن از جوانهٔ جانبی تولید می‌شود. ج یاخته‌های دارای کمربندهای سلولزی یاخته‌های نگهبان هستند. هورمون آبسیزیک‌اسید مانع رشد دانه در شرایط نامساعد محیطی می‌شود ولی اتیلن خیر. د منظور جیبرلین است که برخلاف اتیلن باعث درشت کردن میوه‌ها می‌شود.

۲۸۵۸ : ۴ هورمون‌های اتیلن و اکسین در القای ریزش برگ در گیاهان نقش دارند. هورمون سیتوکینین که منجر به ایجاد ساقه از تودهٔ تمایزنیافتهٔ کال می‌شود، در این فرایند نقشی ندارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هورمونی که در ایجاد و حفظ اندام‌ها نقش دارد، هورمون محرک رشد است. هورمون‌های تحریک‌کنندهٔ رشد شامل اکسین، سیتوکینین و جیبرلین هستند، تغییر فشار اسمزی در یاخته‌های نگهبان روزنه، توسط هورمون آبسیزیک‌اسید انجام می‌شود. آبسیزیک‌اسید می‌تواند مانع از رشد جوانه در شرایط نامساعد شود، دقت کنید هورمون‌های تحریک‌کننده نیز تحت شرایط خاص می‌توانند نقش بازدارندگی رشد را داشته باشند، مانند نقش هورمون اکسین در چیرگی رأسی. **گزینهٔ (۲):** همهٔ هورمون‌های گیاهی سبب تغییر فعالیت یاخته می‌شوند. از طرفی می‌دانیم که پروتئین‌ها در انجام اغلب کارهای درون‌یاخته نقش دارند، پس هورمون‌ها برای تغییر فعالیت یاخته بر فعالیت پروتئین‌های آن اثر می‌گذارند. **گزینهٔ (۴):** اتیلن (هورمونی که از سوخت‌های فسیلی آزاد می‌شود) و اکسین در برقراری چیرگی رأسی نقش دارند. دقت کنید اکسین برای ریشه‌زایی می‌تواند سبب تحریک تقسیم یاخته‌ای شود.

۲۸۵۹ : ۴ هورمون جیبرلین نوعی تنظیم‌کنندهٔ رشد گیاهی است که با اثر بر جوانه‌زنی دانه‌ها، موجب رویش آن‌ها می‌شود. رویان غلات در هنگام رویش دانه، مقدار فراوانی جیبرلین می‌سازد این هورمون بر خارجی‌ترین لایهٔ آندوسپرم (لایهٔ گلوتن‌دار) اثر می‌گذارد و سبب تولید و رها شدن آنزیم‌های گوارشی در دانه می‌شود. این تنظیم‌کنندهٔ رشد در افزایش طول ساقه از طریق تحریک رشد طولی یاخته و تقسیم آن، نقش دارد. سیتوکینین‌ها نیز با تحریک تقسیم یاخته‌ای و در نتیجه ایجاد یاخته‌های جدید، پیر شدن اندام‌های هوایی گیاه را به تأخیر می‌اندازند، بنابراین هم جیبرلین و هم سیتوکینین باعث تحریک تقسیم یاخته‌ای و عبور یاخته از نقاط وارسی چرخهٔ یاخته‌ای می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هورمون آبسیزیک‌اسید نوعی تنظیم‌کنندهٔ رشد گیاهی است که با اثر بر جوانه‌زنی دانه‌ها، مانع رویش دانه و رشد جوانه‌ها در شرایط نامساعد می‌شود. شرایط نامساعد محیط مانند خشکی، تولید آبسیزیک‌اسید را در گیاهان تحریک می‌کند. آبسیزیک‌اسید سبب بسته شدن روزنه‌ها و در نتیجه حفظ آب گیاه در شرایط نامساعد می‌شود. مقدار این هورمون برخلاف اتیلن که مقدار آن با رسیدن میوه‌ها افزایش می‌یابد، تحت تأثیر رسیدن میوه‌ها نیست. **گزینهٔ (۲):** هورمون جیبرلین همانند هورمون اکسین، برای تشکیل میوه‌های بدون دانه و درشت کردن میوه‌ها به کار می‌رود. اما دقت داشته باشید که هورمون جیبرلین بر خارجی‌ترین لایهٔ آندوسپرم (لایهٔ گلوتن‌دار) اثر می‌گذارد و سبب تولید و رها شدن آنزیم‌های گوارشی در دانه می‌شود. این آنزیم‌های رها شده، نشاستهٔ یاخته‌های درون‌دانه (آندوسپرم) را تجزیه می‌کنند نه هورمون جیبرلین! **گزینهٔ (۴):** کاهش پتانسیل آب یاخته‌های نگهبان روزنه، سبب ورود آب به این یاخته‌ها و باز شدن آن‌ها می‌شود، در حالی که آبسیزیک‌اسید موجب بسته شدن یاخته‌های نگهبان روزنه می‌شود.

۲۸۶۰ : ۴ همهٔ موارد صحیح هستند.

بررسی موارد الف دو هورمون اکسین و جیبرلین، به دلیل درشت کردن میوه‌ها در بارداری و باربرداری آبکش مؤثرند. ب در مورد اثر هورمون اکسین در نابودی گیاه خودروی خزه دولپه صحیح است. ج سیتوکینین سبب افزایش تقسیم یاخته می‌شود و مقدار عمر یاخته را کم می‌کند ولی طول عمر اندام‌های هوایی گیاه را زیاد می‌کند. د خشکی یعنی کمبود رطوبت، آبسیزیک‌اسید را زیاد می‌کند و رطوبت زیاد با رشد دانه جیبرلین را زیاد می‌کند.

۲۸۶۱ : ۱ آبسیزیک‌اسید نوعی تنظیم‌کنندهٔ رشد گیاهی است که از طریق کاهش یون‌های پتاسیم و کلر یاخته‌های نگهبان روزنه، باعث کاهش تورژسانس آن‌ها و بسته شدن روزنه‌ها می‌شود. اتیلن هورمونی است که از بافت‌های آسیب‌دیده رها می‌شود. آبسیزیک‌اسید و اتیلن هر دو از هورمون‌های مهارکنندهٔ رشد هستند و می‌توانند تقسیم یاخته‌ای در یاخته‌های گیاهی را کاهش دهند که اثر این کاهش به ترتیب در ممانعت از رشد جوانه‌ها در شرایط نامساعد و اثر چیرگی رأسی بر جوانه‌های جانبی مشاهده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** جیبرلین باعث رهایش آنزیم‌های گوارشی در دانه می‌شود. آبسیزیک‌اسید در پاسخ گیاه به ویروس‌ها نقشی ندارد و سالیسیلیک‌اسید در این پاسخ دفاعی نقش ایفا می‌کند. **گزینهٔ (۳):** اکسین باعث رشد ساقه به سمت نور یک‌طرفه می‌شود و آبسیزیک‌اسید در تولید کردن میوه‌های بدون دانه استفاده نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** سیتوکینین پس از قطع جوانهٔ رأسی منجر به رشد جوانهٔ جانبی می‌شود. همهٔ هورمون‌های گیاهی بیان برخی از ژن‌ها را در یاخته‌های گیاهی تغییر می‌دهند.

۲۸۶۲ **۱** **بررسی موارد** (الف) دو هورمون اکسین و جیبرلین در افزایش طول ساقه از طریق افزایش رشد طولی یاخته نقش دارند، از طرفی هورمون آبسیزیک‌اسید با کاهش تراکم یون‌های کلر و پتاسیم در یاخته‌های نگهبان روزنه، سبب بسته شدن روزنه‌های هوایی می‌شود. اکسین در جلوگیری از رشد جوانهٔ جانبی نقش دارد. (ب) و هورمون اکسین و سیتوکینین در تمایز کال در محیط کشت نقش دارند. از طرف دیگر، هورمون اتیلن توسط بافت‌های آسیب‌دیدهٔ گیاهی تولید می‌شود و در ریزش میوه نیز نقش دارد. سیتوکینین، پیر شدن اندام‌های هوایی گیاه را به تأخیر می‌اندازد، نه اکسین. (ج) افزایش اتیلن در جوانه‌های جانبی رشد آن‌ها را متوقف می‌کند (چیرگی رأسی). بخش دوم مربوط به هورمون جیبرلین است. هورمون جیبرلین نیز در هنگام رویش بذر غلات، سبب تولید و رها شدن آنزیم‌های گوارشی از جمله آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ دیوارهٔ یاخته در دانه می‌شود. (د) آبسیزیک‌اسید سبب بسته شدن روزنه‌های هوایی می‌شود (کاهش طول یاخته‌های فتوسنتزکنندهٔ روپوستی). جیبرلین نیز در زمان رویش بذر غلات، به مقدار فراوانی توسط رویان تولید می‌شود. مقدار آبسیزیک‌اسید برخلاف جیبرلین در زمان قرار گرفتن گیاه در شرایط نامساعد محیطی، مانند خشکی، افزایش می‌یابد.

۲۸۶۳ **۱** اتیلن سبب رسیدگی سریع میوه‌ها شده و در واکنش به آسیب‌های بافتی نیز افزایش می‌یابد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** اتیلن سبب ریزش برگ‌ها می‌شود، در حالی که در پاسخ به آسیب‌های بافت‌های گیاهی، افزایش می‌یابد. **گزینهٔ (۳):** اکسین‌ها طی ریشه‌دار کردن قلمه‌ها، جذب بیشتر آب و املاح را ممکن می‌سازند، در حالی که، جیبرلین‌ها باعث رویش دانه‌ها می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** دو هورمون سیتوکینین و جیبرلین، رشتمان و تقسیم سیتوپلاسم یاخته‌ها را افزایش می‌دهند. در حالی که چیرگی رأسی توسط اکسین‌ها صورت می‌گیرد.

۲۸۶۴ **۴** همهٔ موارد صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) با توجه به شکل‌های صفحهٔ ۱۴۳ کتاب درسی، حجم لپه همواره ثابت است. (ب) جیبرلین از رویان به آندوسپرم می‌رود ولی آنزیم آمیلاز از لایهٔ گلوتن‌دار ترشح شده و بر آندوسپرم اثر می‌کند. (ج) با توجه به شکل کتاب صحیح است چون لایهٔ گلوتن‌دار، رویان را در بر نمی‌گیرد. (د) با توجه به شکل کتاب صحیح است.

۲۸۶۵ **۱** اکسین‌ها و جیبرلین‌ها منجر به رشد طولی یاخته می‌شوند. هر دو در افزایش اندازهٔ میوه‌ها و تولید میوه‌های بدون دانه نقش دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** اکسین هورمونی است که در افزایش طول ساقه نقش دارد، اما در بیان ژن آمیلاز در جوانه‌زنی نقش ندارد. **گزینهٔ (۳):** اکسین و جیبرلین در تولید میوهٔ بدون دانه نقش دارند که اکسین برخلاف جیبرلین در چیرگی رأسی نقش دارد. **گزینهٔ (۴):** سیتوکینین و جیبرلین منجر به تقسیم یاخته‌ای می‌شوند، اما سیتوکینین به نام هورمون جوانی معروف است.

۲۸۶۶ **۳** موارد (ب)، (ج) و (د) عبارت را به درستی کامل می‌کنند.

بررسی موارد (الف) نادرست. روزنه‌های آبی همواره باز هستند. (ب) **درست.** با کاهش اکسین در جوانهٔ جانبی سیتوکینین ترشح می‌شود و میزان اتیلن کاهش می‌یابد و بدین ترتیب رشد جوانهٔ جانبی گیاه مشاهده می‌شود. (ج) **درست.** اگر اکسین زیاد و سیتوکینین کم باشد، ریشه‌زایی رخ می‌دهد. (د) **درست.** افزایش CO_2 سبب انجام فتوسنتز و افزایش فعالیت کربوکسیلازی آنزیم روبیسکو می‌شود، در نتیجه در چرخهٔ کالوین مصرف $NADPH$ و ATP زیاد می‌شود.

بررسی اثر هورمون‌های گیاهی ۳۰۸

افزایش نسبت اکسین به سیتوکینین در کشت‌بافت	ایجاد ریشه از کال
افزایش نسبت اکسین به سیتوکینین در جوانهٔ جانبی	عدم رشد جوانهٔ جانبی
افزایش نسبت سیتوکینین به اکسین در کشت‌بافت	تشکیل ساقه از کال
افزایش نسبت سیتوکینین به اکسین در جوانهٔ جانبی	رشد جوانهٔ جانبی و پرشاخ و برگ شدن گیاه
افزایش نسبت جیبرلین به آبسیزیک‌اسید در دانهٔ غلات	رویش دانه
افزایش نسبت آبسیزیک‌اسید به جیبرلین در دانهٔ غلات	عدم رویش دانه
افزایش نسبت اتیلن به اکسین در دانهٔ غلات	تولید آنزیم‌های تجزیه‌کننده در محل دمبرگ و ریزش برگ
افزایش نسبت آبسیزیک‌اسید به اکسین در جوانهٔ انتهایی	مهار رشد جوانه‌های انتهایی

۲۸۶۷ **۱** آبسیزیک‌اسید در شرایط نامساعد رشد گیاه را متوقف می‌سازد و اکسین نیز می‌تواند نقش بازدارندگی در رشد داشته باشد، مانند اثر اکسین بر روی جوانه‌های جانبی در چیرگی رأسی!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** هر دو هورمون در تولید میوه‌های بدون دانه به کار گرفته می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** اتیلن با جدا کردن اندام آلوده و آسیب دیده از انتشار عامل بیماری در گیاه جلوگیری می‌کند و آبسیزیک‌اسید در شرایط نامساعد گیاه مانند بیماری آن، مانع رویش گیاه می‌شود تا عامل بیماری پراکنده نشود. **گزینهٔ (۴):** سیتوکینین هورمون ساقه‌زایی و اکسین هورمون ریشه‌زایی است. در گیاه تنها اندام‌های هوایی دارای پوستک می‌باشند، نه ریشه!

۲۸۶۸ **۴** آبسیزیک‌اسید برای پلاسمولیز یاخته‌های نگهبان روزنه و بستن روزنه خروج یون کلر از این یاخته‌ها را تحریک می‌کند. جیبرلین روی آندوسپرم اثر دارد و سبب آزاد شدن آمیلاز می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هورمون‌های اکسین، **سیتوکینین** و جیبرلین می‌توانند سبب افزایش طول ساقه شوند. اکسین و جیبرلین با اندازهٔ بالا می‌توانند به عنوان عامل زیان‌رسان به محصولات مزارع عمل کنند (مانند اثر قارچ جیبرلا بر روی برنج). **گزینهٔ (۲):** اتیلن و آبسیزیک‌اسید رشد گیاه را در شرایط نامساعد کاهش می‌دهند. میوه‌های رسیده اتیلن ترشح می‌کنند. **گزینهٔ (۳):** آبسیزیک‌اسید تنها روزنه‌های **هوایی** را می‌بندد. روزنه‌های آبی همیشه باز هستند.

۲۸۶۹ **۲** **اکسین**، تنظیم‌کنندهٔ رشد گیاهی‌ای است که هم در تولید میوه‌های بدون دانه نقش دارد و هم در نسبت‌های بیشتر به اتیلن، مانع تشکیل لایهٔ جداکنندهٔ برگ می‌شود. این هورمون در صورت زیادی جوانهٔ کناری سبب چیرگی رأسی می‌شود (نه همیشه).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** درست. اکسین با رشد طولی یاخته‌ها باعث افزایش طول ساقه و همچنین نورگرایی می‌شود. **گزینهٔ (۲):** **نادرست.** تبدیل مریستم رویشی به زایشی، تابع شرایط مختلفی مثل دما و طول روز و شب است و صرفاً به این تنظیم کننده وابسته نیست *(اینکه گزینه‌های «همواره» «دار معمولاً غلطن رو زیاد بهتون گفتم)*. **گزینهٔ (۳):** درست. اکسین می‌تواند باعث تحریک تولید **اتیلن** در جوانه‌های جانبی شود که برخلاف سیتوکینین عمل می‌کند و مانع رشد جوانه‌های جانبی می‌شود. **گزینهٔ (۴):** درست. *اینجا هم از همواره استفاده شده و احتمال نادرست بودنش رو بالاتر می‌بره* ولی با توجه به اثر اکسین زیاد در حضور سیتوکینین کم برای ریشه‌زایی، قابل توجیه می‌باشد.

۲۸۷۰ (۳) جیبرلین و اکسین سبب طویل شدن ساقه‌ها می‌شوند ولی سبب خفتگی دانه‌ها نمی‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** آبسیزیک‌اسید سبب خفتگی جوانه‌ها و پلاسمولیز یاختهٔ نگهبان در بستن روزنهٔ هوایی می‌شود. **گزینهٔ (۲):** سیتوکینین سبب افزایش تقسیم یاخته‌ای و مدت نگهداری محصولات گیاهی می‌شود. **گزینهٔ (۴):** اکسین مانع رشد جوانهٔ جانبی و سبب رشد طولی یاخته‌های گیاهی می‌شود.

۲۸۷۱ (۱) فقط مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. بالا بودن سیتوکینین به اکسین سبب تولید ساقه از کال می‌شود ولی با اضافه کردن افشانهٔ سیتوکینین، تأخیر در پیر شدن اندام‌های هوائی ایجاد می‌شود و ربطی به این نسبت ندارد. (ب) نادرست. نسبت بالای اکسین به اتیلن، سبب کاهش احتمال لایهٔ زایندهٔ جداگر در دمبرگ می‌شود. (ج) **درست.** افزایش نسبت اتیلن (مؤثر در تقسیم پارانشیم) به اکسین (تولید شده در جوانهٔ انتهای) سبب تولید چوب‌پنبه در شاخه می‌شود. (د) نادرست. ترشح آمیلاز در اثر جیبرلین ربطی به نسبت آن به هورمون دیگر ندارد.

۲۸۷۲ (۱) هورمون آبسیزیک‌اسید **برخلاف جیبرلین** سبب ممانعت از **رویش دانه و رشد جوانه‌ها** می‌شود. این هورمون **همانند** اتیلن (هورمون ریزش برگ)، در شرایط نامساعد **زیاد** می‌شود. **اتیلن** باعث ریزش برگ‌ها می‌شود. دقت کنید که **آبسیزیک‌اسید** در شرایط خشکی و کاهش شدید رطوبت محیط افزایش می‌یابد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** **اتیلن** سبب رسیدگی میوه‌های نارس می‌شود. **اتیلن** و **آبسیزیک‌اسید** هر دو از بازدارنده‌های رشد هستند در نتیجه مانع رشد گیاه می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** **اکسین** سبب افزایش رشد طولی یاخته‌ها می‌شود. **اکسین** مانع رشد جوانه‌های جانبی (چیرگی رأسی) و **آبسیزیک‌اسید** نیز مانع رشد جوانه‌ها می‌شود. **گزینهٔ (۴):** **اتیلن** سبب ریزش میوه‌ها می‌شود. **همهٔ** تنظیم‌کننده‌های رشد به نوعی بر تنظیم بیان ژن‌ها مؤثرند.

۲۸۷۳ (۲) هورمون جیبرلین نوعی محرک رشد محسوب می‌شود که با تحریک رشد طولی یاخته‌ها و تقسیم آن‌ها سبب طویل شدن ساقه و **جوانه‌زنی** می‌شود. همچنین این هورمون همانند اکسین، در تولید میوه‌های بدون دانه نیز استفاده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** توضیحات ذکرشده در این گزینه به ترتیب مربوط به این تنظیم‌کننده‌های رشد است: قسمت اول: آبسیزیک‌اسید، قسمت دوم: جیبرلین یا اکسین. **گزینهٔ (۳):** سیتوکینین‌ها به عنوان هورمون جوانی شناخته می‌شوند و در شادابی شاخه‌های گل نقش دارند. این هورمون به منظور ساقه‌زایی از تودهٔ یاخته‌ای تمایز **نیافته** به نام **کال** در روش کشت‌بافت مورد استفاده قرار می‌گیرد *(چیه! دوباره رفتی تگاه کردی تمایز نیافته فونده بودی عزیزم؟)*. **گزینهٔ (۴):** توضیحات ذکرشده در این گزینه به ترتیب مربوط به این تنظیم‌کننده‌های رشد است: قسمت اول: آبسیزیک‌اسید، قسمت دوم: سیتوکینین

۲۸۷۴ (۲) با قطع جوانهٔ رأسی، مقدار **سیتوکینین** در جوانهٔ جانبی گیاه **افزایش** و مقدار **اکسین و اتیلن کاهش** می‌یابد. **سیتوکینین‌ها** با تحریک تقسیم یاخته‌ای و در نتیجه **ایجاد یاخته‌های جدید**، پیر شدنِ اندام‌های هوایی گیاه را به تأخیر می‌اندازند. **اکسین‌ها** را برای **تشکیل میوه‌های بدون دانه** و **درشت کردن میوه‌ها** نیز به کار می‌برند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** **افزایش نسبت اتیلن به اکسین**، سبب ریزش برگ می‌شود. **سیتوکینین‌ها**، پیر شدن اندام‌های هوایی گیاه را به تأخیر می‌اندازند. **گزینهٔ (۳):** **اکسین‌ها**، **سیتوکینین‌ها** و **جیبرلین‌ها** در فرایندهای رشد مانند تحریک **تقسیم یاخته**، **رشد طولی یاخته‌ها**، **ایجاد و حفظ اندام‌ها** نقش دارند. **آبسیزیک‌اسید**، رشد گیاهان را در پاسخ به شرایط نامساعد، **کاهش** می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** **اکسین** ریشه‌زایی را تحریک می‌کند؛ بنابراین، برای تکثیر رویشی گیاهان با استفاده از قلمه به کار می‌رود. **آبسیزیک‌اسید**، سبب بستن روزنه‌های هوایی در شرایط خشکی می‌شود.

۲۸۷۵ (۱) منظور سؤال هورمون **اتیلن** است که در اثر حضور عامل چیرگی رأسی یعنی اکسین زیاد می‌شود. اتیلن برخلاف سیتوکینین سبب پیر شدن و ریزش برگ و میوه می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** این عمل وظیفهٔ سیتوکینین است. **گزینهٔ (۳):** اتیلن در ایجاد لایهٔ زایندهٔ جداگر برگ‌ها نقش دارد. **گزینهٔ (۴):** وظیفهٔ آبسیزیک‌اسید، بستن روزنه‌های هوایی در شرایط خشکی است (نه اتیلن).

۲۸۷۶ (۳) هورمون **اکسین** تولید شده در جوانهٔ رأسی به سمت جوانهٔ کناری می‌رود تا تولید هورمون‌های سیتوکینین و اتیلن را در آنجا تحت تأثیر قرار بدهد. این هورمون در تولید ریشه از قلمه‌ها نقش دارد که **قلمه زدن** یکی از شیوه‌های تکثیر رویشی گیاهان است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** قسمت اول در مورد **اکسین** و اثر آن در از بین بردن گیاهان خودروی **دولپه‌ای** است ولی قسمت دوم در مورد **اتیلن** است که از سوخت‌های فسیلی رها می‌شود. **گزینهٔ (۲):** قسمت اول در مورد جیبرلین مترشحه از رویان برای اثر بر خارجی‌ترین لایهٔ آندوسپرم می‌باشد ولی مقدار **جیبرلین** برخلاف نسبت اکسین به سیتوکینین در رشد ریشه تأثیری ندارد. **گزینهٔ (۴):** قسمت اول در مورد **آبسیزیک‌اسید** برای ممانعت از رشد جوانه و دانه است ولی قسمت دوم در مورد نقش **اتیلن** در ترمیم بافت‌ها می‌باشد.

۲۸۷۷ (۲) **آبسیزیک‌اسید** در شرایط نامساعد محیطی مانند خشکی سبب **بسته** شدن روزنه‌ها و در نتیجه حفظ آب گیاه و همچنین مانع رویش دانه و رشد جوانه‌ها در شرایط نامساعد می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** **جیبرلین‌ها** در افزایش طول ساقه از طریق تحریک رشد طولی یاخته و تقسیم آن نقش دارند. در حالی که **سیتوکینین‌ها** سبب تشکیل ساقه از یاخته‌های تمایزنیافته می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** **سیتوکینین‌ها** با تحریک تقسیم یاخته‌ای و در نتیجه ایجاد یاخته‌های جدید، پیر شدن اندام‌های هوایی گیاه را به تأخیر می‌اندازند. **گزینهٔ (۴):** آبسیزیک‌اسید با **بستن** روزنه‌های هوایی از تعرق جلوگیری می‌کند، اما این جیبرلین‌ها هستند که در تولید **میوه‌های بدون دانه** نقش دارند.

۲۸۷۸ (۳) منظور از صورت سؤال بافت **پارانشیمی** است. یاخته‌های بافت پارانشیمی شکل کروی داشته و چون دیوارهٔ نازک‌تری دارند، لان‌های بیشتری نسبت به سایر بافت‌های زمینه‌ای دارند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در گیاه آلبالو که درخت است، یاخته‌های پارانشیمی موجود در پیراپوست منشأ مریستم پسین دارند. **گزینهٔ (۲):** فقط برخی از یاخته‌های پارانشیمی دارای کلروپلاست و توانایی فتوسنتز هستند. **گزینهٔ (۴):** دقت داشته باشید اینطور نیست که هرگاه ترشح اتیلن بیشتر شود، این یاخته‌ها تقسیم شوند (مثلاً در ریزش برگ).

۲۸۷۹ (۴) منظور از صورت سؤال یاخته‌های مریستم پسین چوب و آبکش است که با کندن پوست درخت در معرض محیط قرار می‌گیرند. دقت داشته باشید بزرگ‌ترین بخش دوغشایی یاخته‌های مریستمی هسته‌دار است. در هسته رونویسی و همانندسازی داریم اما ترجمه نه!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ژن‌های مربوط به فتوسنتز در تمام یاخته‌های پیکری و هسته‌دار گیاه یافت می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** این مریستم‌ها توانایی تولید آوند چوبی به داخل و آوند آبکش به سمت خارج را دارند که بدون هسته هستند. **گزینهٔ (۳):** این یاخته‌ها، زنده بوده و بنابراین به واسطهٔ پلاسمودسم‌های خود ارتباطشان را با محیط اطراف برقرار می‌کنند.

۲۸۸۰ (۴) عبارت مطرح شده در صورت سؤال صحیح است، چون اتیلن موجب از بین رفتن تیغهٔ میانی و جدا شدن یاخته‌ها در برگ از هم می‌شود تا ریزش برگ را تسریع کند. این تنظیم‌کننده می‌تواند در یاخته‌های آسیب دیده تقسیم یاخته‌ای را تسریع کند. *بالا باید دنبال گزینه نادرست بگردیم!*

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هرگاه طول برخی یاخته‌ها بیشتر از یاخته‌های مجاور شود، می‌توان شاهد خم شدن یاخته و اندام گیاهی بود. **گزینهٔ (۲):** اکسین موجب تحریک انباشت اتیلن در جوانهٔ جانبی می‌شود. این هورمون ممکن است در پی رشد در نور **همه**‌جانبه به یک اندازه در همهٔ یاخته‌های رأس ساقه یافت شود. **گزینهٔ (۳):** آبسیزیک‌اسید موجب حفظ شدن انرژی گیاه می‌شود. در واقع کاهش فتوسنتز و تعرق را موجب می‌شود. این هورمون می‌تواند موجب ذخیرهٔ آب در واکوئل نیز شود. **گزینهٔ (۴):** آبسیزیک‌اسید با بستن روزنه‌های هوایی موجب عدم کاهش قطر درخت با کاهش تعرق می‌شود ولی نقشی در تسریع تقسیم شدن جوانه‌ها ندارد.

۲۸۸۱ (۳) موارد (الف)، (ج) و (د) درست هستند. آبسیزیک‌اسید در جوانه‌زنی مخالف جیبرلین عمل می‌کند. اتیلن سبب افزایش و تسریع رسیدگی میوه‌ها می‌شود. آبسیزیک‌اسید همانند اتیلن در هنگام تنش‌های محیطی افزایش می‌یابد.

بررسی موارد (الف) **درست.** سیتوکینین بر خلاف اتیلن مدت نگهداری میوه‌ها و برگ‌ها را افزایش می‌دهد. اکسین عامل ریشه‌زایی است. سیتوکینین با اثر مثبت همانند اکسین ولی با اثر منفی رشد جوانه‌های جانبی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. (ب) نادرست. اکسین همانند جیبرلین بر تولید میوه‌های بدون دانه مؤثر است و سیتوکینین عامل مؤثر بر ساقه‌زایی است. اکسین **برخلاف** سیتوکینین بعد از قطع جوانهٔ رأسی، مقدارش در جوانهٔ جانبی کاهش می‌یابد. (ج) **درست.** آبسیزیک‌اسید برخلاف جیبرلین مانع رشد جوانه‌ها می‌شود. قسمت دوم در مورد اتیلن است که همانند آبسیزیک‌اسید در تنش‌های محیطی زیاد می‌شود. (د) **درست.** اکسین همانند سیتوکینین و جیبرلین سبب افزایش طول ساقه می‌شود. اتیلن سبب ایجاد لایهٔ جداکنندهٔ برگ می‌شود. اکسین و اتیلن در فعالیتی مکمل، مانع رشد جوانه‌های جانبی می‌شوند.

برگ و هورمون‌ها
- اکسین موجب کاهش تولید برگ از طریق مهار جوانه‌های جانبی
- سیتوکینین موجب تازه نگه‌داشتن برگ و گل‌ها از طریق افزایش تقسیمات یاخته‌ای
- آبسیزیک‌اسید موجب بسته شدن روزنه‌های هوایی و در نتیجه کاهش تعرق
- اتیلن موجب تولید آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ برگ و در نتیجه ریزش برگ
- سالیسیلیک‌اسید موجب القای مرگ یاخته‌ای در یاخته‌های آلوده به ویروس برگ

۲۸۸۲ (۲) موارد (ج) و (د) عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند *(باز هم تست با همهٔ ... شروع می‌شه و فیلی به دید منفی به گزینه‌ها نگاه کنیدا)*

بررسی موارد (الف) بعضی از اکسین‌ها گیاهان دولپه‌ای را از بین می‌برند. بنابراین آن‌ها را به عنوان سموم کشاورزی برای از بین بردن گیاهان خودروی مزارع به کار می‌برند.

نکته
- با توجه به این‌که اکسین‌هایی که در سموم کشاورزی به کار می‌روند، گیاهان دولپه‌ای را از بین می‌برند، می‌توان گفت گیاهان خودروی مزاحم در مزارعی مانند مزرعه گندم، گیاهانی دولپه‌ای هستند.
- گندم از غلات و از گیاهان تک‌لپه‌ای است. بنابراین سمومی که از اکسین‌ها ساخته می‌شود روی آن اثری ندارد.

(ب) بعضی از ذخایر موجود در بذر غلات پروتئینی می‌باشند (مانند گلوتن) که توسط پروتئاز تجزیه می‌شوند. (ج) *درسته فب فیلی علم از این کار پیشرفته‌تر شده که نسازه!*
(د) *فب هورمون رشد دهنده‌اس دیگه!*

نکته‌هایی از گیاهان
- در بیماری گوارشی سلیاک، داشتن حساسیت به گلوتن باعث آسیب رسیدن به ریزپرزها و حتی پرزهای رودهٔ فرد می‌شود و میزان جذب مواد غذایی را کاهش می‌دهد.
- در حفظ آب گیاه با بسته شدن روزنه‌ها و روزنه‌های هوایی در اندام‌های جوان گیاه توسط یاخته‌هایی به نام یاخته‌های نگهبان روزنه احاطه می‌شود.
- *در شرایط پرآبی یاخته‌های نگهبان روزنه با جذب آب حسابی تپل مپل می‌شوند.* با این اتفاق، روزنه باز شده و شرایط برای خروج بخار آب از روزنه‌ها فراهم می‌شود. اگر گیاه در شرایط کم‌آبی قرار بگیرد، یاخته‌های نگهبان روزنه آب اضافی خود را از دست می‌دهند و روزنه را می‌بندند. با بسته شدن روزنه، از دفع بیش از حد آب جلوگیری می‌شود. هورمون آبسیزیک‌اسید، عامل بسته شدن روزنه‌ها در این شرایط و مبارزه با کم‌آبی است آبسیزیک‌اسید یکی از هورمون‌های گیاهی است که به عنوان بازدارندهٔ رشد در نظر گرفته می‌شود و نقشی مخالف جیبرلین‌ها در رویش دانه و رشد جوانه‌ها را برعهده دارد.

۲۸۸۳ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینه‌های (۱) و (۴):** افزایش نسبت اتیلن به اکسین باعث جداشدن برگ از شاخه و ریزش برگ‌ها می‌شود. با این کار تعداد روزنه‌های هوایی گیاه کاهش می‌یابد (رد گزینهٔ (۱)). پس از این اتفاق یاخته‌هایی از شاخه که در محل دمبرگ قرار دارند چوب‌پنبه‌ای می‌شوند و با این کار لایهٔ محافظتی در برابر محیط بیرون ایجاد می‌شود. چوب‌پنبه از جنس لیپید است (رد گزینهٔ (۴)).

نکته‌هایی از گیاهان
- ضخامت لایهٔ محافظ (چوب‌پنبه‌ای) از لایهٔ جداکننده بیشتر است و در پی چوب‌پنبه‌ای شدن یاخته‌ها، این یاخته‌ها می‌میرند.
- ریزش برگ ممکن است هم‌زمان با رویش برگ جدید اتفاق بیافتد (به جوانهٔ تازه توجه بفرمایید!).
- چوب‌پنبه همانند کوتین از ترکیبات لیپیدی است.
- لایهٔ محافظت‌کننده و جداکننده، هر دو شامل سامانهٔ بافت پوششی، سامانهٔ بافت زمینه‌ای و سامانهٔ بافت آوندی می‌باشند.
- در کنار دمبرگ برگ‌ها ممکن است جوانهٔ جانبی دیده شود.
- در ریزش برگ، برگ از محل دمبرگ گیاه جدا می‌شود.
- یکی از نقش‌های اتیلن، ریزش برگ‌ها و میوه‌ها است

۲۸۸۴ (۱) اتیلن و اکسین بر روی جوانهٔ جانبی اثر بازدارندگی رشد دارند. آبسیزیک‌اسید هم مانع از رویش دانه و جوانه‌ها می‌شود. همهٔ موارد برای تکمیل عبارت صورت سؤال مناسب نیستند.

بررسی موارد (الف) اتیلن تولید شده در جوانه‌های جانبی بر این بخش اثر می‌گذارد و مانع رشد آن‌ها می‌شود.

نکته
- سالیسیلیک‌اسید در یاخته‌های آلوده به ویروس تولید می‌شود و مرگ یاخته‌ای را در خود این یاخته‌ها به راه می‌اندازد. در ضمن این تنظیم‌کنندهٔ رشد، نوعی بازدارندهٔ رشد محسوب نمی‌شود.

(ب) جیبرلین در هنگام رویش دانه و اتیلن در هنگام ریزش برگ سبب ترشح آنزیم‌های گوارشی می‌شود. (ج) آبسیزیک‌اسید می‌تواند از رشد هر جوانه از جمله جوانه‌های انتهایی جلوگیری کند (د) اتیلن سرعت پیر شدن اندام‌های گیاهی را افزایش می‌دهد.

۲۸۸۵ : (۲) آبسیزیک‌اسید باعث بستن روزنه‌های هوایی می‌شود. آبسیزیک‌اسید از بازدارنده‌های رشد است و در شرایط نامساعد مانع رشد جوانه‌ها می‌شود، پس می‌توان گفت آبسیزیک‌اسید بر روی همهٔ جوانه‌های ساخته شده در گیاه اثر می‌گذارد (البته اثر منفی!).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اکسین‌ها و جیبرلین‌ها می‌توانند باعث خمیدگی دانه‌رست شوند (خمیدگی با رشد طولی متفاوت یاخته‌هاست و حتماً نورگرائی نیست). هر دوی این هورمون‌ها در درشت کردن میوه‌ها و تولید میوه‌های بدون دانه (نه دانه‌دار) نقش دارند. **گزینهٔ (۳): جیبرلین** سبب رشد و نمو رویان می‌گردد. جیبرلین با اثر بر بخش‌هایی از گل می‌تواند از تشکیل دانه در میوه جلوگیری کند و سبب تشکیل و درشت شدن میوه‌های بدون دانه شود. **گزینهٔ (۴):** اکسین، به صورت سم کشاورزی سبب ایجاد سرطان در انسان می‌گردد. سرطان در پی از کنترل خارج شدن تعادل بین تقسیم یاخته‌ای و مرگ یاخته‌ای ایجاد می‌گردد از طرفی اکسین سبب تولید اتیلن در جوانهٔ جانبی می‌شود.

۲۸۸۶ : (۴) اکسین‌ها ترکیب سازندهٔ عامل نارنجی هستند. اکسین‌ها تولید اتیلن را در جوانهٔ جانبی افزایش می‌دهند. اتیلن باعث افزایش سرعت رسیدگی میوه‌ها و کاهش مدت زمان نگهداری آن‌ها می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اکسین باعث کاهش تولید سیتوکینین در جوانه‌های جانبی می‌شود. سیتوکینین تقسیم یاخته‌ای را در یاخته‌های دارای قدرت تقسیم مانند یاخته‌های پارانشیمی افزایش می‌دهد و در نتیجه تشکیل رشته‌های دوک نیز در آن‌ها افزایش می‌یابد. **گزینهٔ (۲):** اتیلن تأثیری روی بسته شدن روزنه ندارد. آبسیزیک‌اسید است که باعث بسته شدن روزنه می‌شود. **گزینهٔ (۳):** سیتوکینین‌ها تأثیری روی بذر غلات ندارند! جیبرلین‌ها و آبسیزیک‌اسید روی بذر غلات مؤثرند.

نکته‌هایی از گیاهان

- نقش آبسیزیک‌اسید در حفظ آب گیاه، مشابه نقش هورمون ضدادراری در انسان است.
- ترشح هورمون آبسیزیک‌اسید از دانه، مانع رویش دانه و رشد رویان می‌شود (در شرایط نامساعد محیطی).
- در اثر قطع شدن ارتباط بین برگ و شاخه در محل دمبرگ، شیرهٔ خام به برگ نمی‌رسد، در نتیجه برگ تغییر رنگ داده (سبزدیسه‌ها به رنگ دیسه تبدیل می‌شوند) و از آن پس، توانایی فتوسنتز ندارند.
- لایهٔ جداکننده در دمبرگ و لایهٔ محافظ در شاخه ایجاد می‌شود.
- در هنگام ریزش برگ، یاخته‌هایی از روپوست، پوست و آوندها می‌میرند.

۲۸۸۷ : (۱) فقط مورد (د) صحیح است. در باغبانی، برای داشتن میوه‌های درشت‌تر، تعدادی از گل‌ها یا میوه‌های جوان را می‌چینند تا درختان میوه‌هایی کمتر ولی درشت‌تر به بار آورند. در صورت بیشتر بودن نسبت هورمون اکسین به سیتوکینین ریشه‌زایی در قلمه یا کال تحریک می‌شود. هورمون اکسین در تشکیل میوه‌های بدون دانه و درشت کردن میوه‌ها نقش دارد.

بررسی موارد (الف) هورمون آبسیزیک‌اسید نقش مخالف با جیبرلین در رویش دانه دارد اما در درشت کردن میوه‌ها مؤثر نیست. (ب) از هورمون سیتوکینین به عنوان افشانه برای تازه نگه داشتن برگ و گل‌ها استفاده می‌شود اما این هورمون تأثیری در درشت کردن میوه‌ها ندارد. (ج) هورمون اتیلن در ریزش برگ و میوه (تسهیل برداشت میوه‌ها) و همچنین ایجاد مقاومت در بافت‌های آسیب‌دیدهٔ گیاهان نقش دارد اما تأثیری در درشت کردن میوه‌ها ندارد.

نکتهٔ ترکیبی

ترکیب با فصل ۹ زیست یازدهم:

۱. هورمون جیبرلین دیگر هورمونی است که در درشت کردن میوه‌ها و تولید میوه‌های بدون دانه نقش دارد. این هورمون در رشد طولی ساقه نیز مؤثر است.

۲. هورمون سیتوکینین در تحریک رشد جوانه‌های جانبی و تحریک تقسیم یاخته‌ای نیز مؤثر است.

۲۸۸۸ : (۱) همهٔ موارد صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) هر دو درخت و چندساله هستند. (ب) در مورد خط اول گفتار دوم این فصل صحیح است. (ج) اکسین در اثر نور یک‌جانبه در جهت عرضی به سمت سایه منتقل می‌شود و در حالت عادی به‌صورت عمودی از جوانهٔ رأسی به جانبی می‌رود. (د) در مورد تبدیل مریستم رویشی به زایشی در جوانه صحیح است.

۲۸۸۹ : (۳) گیاهان بی‌تفاوت نیز چه در شب جرقهٔ نوری رخ دهد چه ندهد گل‌دهی می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیاهان روز کوتاه، در پاییز به‌طور طبیعی گل می‌دهند و در تابستان به‌صورت مصنوعی و با تنظیم طول روز و شب به گل‌دهی می‌رسند. **گزینهٔ (۲):** شکستن شب با یک جرقهٔ نوری باعث عدم گل‌دهی گیاهان روزکوتاه می‌شود. **گزینهٔ (۴):** گیاه شبدر نوعی گیاه روز بلند است. در گیاهان روز بلند طول شب نباید از میزان خاصی بیشتر باشد.

۳۰۹ گل‌دهی گیاهان

نوع گیاه	روز بلند و شب کوتاه (تابستان)	روز کوتاه و شب بلند (پاییز)	شب بلند را با یک جرقهٔ نوری بشکنیم	مثال
روزکوتاه	گل نمی‌دهد	گل می‌دهد	گل نمی‌دهد	داوودی
روزبلند	گل می‌دهد	گل نمی‌دهد	گل می‌دهد	شبدر
بی تفاوت	گل‌دهی بدون وابستگی به طول روز و شب انجام می‌شود.			گوجه‌فرنگی

۲۸۹۰ : (۱) تنها مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. داوودی گیاه روز کوتاه است. بنابراین در طول تابستان که شب‌ها کوتاه‌اند، به شرطی گل می‌دهد که طول شب بلندتر شود. (ب) نادرست. گوجه‌فرنگی گیاه بی‌تفاوت از نظر طول روز یا شب برای گل‌دهی است. (ج) **درست**. شبدر، گیاه روز بلند است و تابستان زمان مناسبی برای گل دادن این گیاه است. (د) نادرست. داوودی گیاه روز کوتاه است و در پاییز که شب‌ها بلند هستند، زمان مناسبی برای گل دادن این گیاه است.

۲۸۹۱ : (۳) اگر نور به صورت **همه‌جانبه** به گیاه بتابد. رشد جهت‌دار در اندام‌های گیاه مشاهده نمی‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** مطابق با پاسخ فعالیت کتاب درسی ریشهٔ گیاه نیز می‌تواند نورگرایی را در جهت یا در خلاف جهت تابش نور از خود نشان دهد. **گزینهٔ (۲):** داروین اکسین را کشف نکرد، او دریافت که ساقهٔ دانه‌رست در صورتی به طرف نور رشد می‌کند که نوک آن در برابر نور یک‌طرفه باشد. **گزینهٔ (۴):** پدیدهٔ نورگرایی، پدیدهٔ **رایجی** در طبیعت می‌باشد (خط اول فصل).

۲۸۹۲ (۴) برای تأمین نور در گیاهان روز بلند می‌توان از منبع نور مصنوعی و ایجاد جرقه در شب استفاده کرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** خم شدن به طرف نور با جابه‌جایی اکسین و تجمع آن در طرف سایه اتفاق می‌افتد (نه تولید بیشتر آن!). **گزینهٔ (۲):** گیاه داوودی روز کوتاه و شب بلند است پس در حالی گل می‌دهد که طول شب از حدی کمتر شود. **گزینهٔ (۳):** گیاهی مانند سس توانایی فتوسنتز ندارد.

۲۸۹۳ (۳) در اصل بهتر است زمان گل‌دهی را با طول شب در ارتباط دانست، زیرا با ایجاد جرقه در شب طولانی، هم روز کوتاه است و هم شب کوتاه می‌شود ولی گیاه روزبلند (شب کوتاه) است که گل می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** با ایجاد جرقه در شب به دلیل کوتاه شدن شب گیاه شبدر گل می‌دهد، نه گیاه داوودی! **گزینهٔ (۲):** هر دو گیاه دارای گل با گلبرگ‌هایی به رنگ **روشن** می‌باشند داوودی گلبرگ زرد و شبدر گلبرگ سفید دارد. **گزینهٔ (۴):** هر دو گیاه در زمان گل‌دهی مریستم رویشی خود در جوانه‌ها را به مریستم زایشی یا گل تبدیل می‌کنند.

۲۸۹۴ (۳) فقط مورد (د) صحیح است.

نکته

هر گیاهی در برش عرضی ساقهٔ اولیهٔ خود دارای سه بخش (سامانه) روپوست، زمینه‌ای و هادی می‌باشد.

بررسی موارد (الف) سویا از گیاهان تیرهٔ پروانه‌واران است که باکتری‌های ریشهٔ آن‌ها (ریزوبیوم) قدرت تثبیت نیتروژن دارند ولی هیچ گیاهی به صورت طبیعی آنزیم تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن ندارد. (ب) حداقل می‌دانیم که بذر نوعی گندم در محیط سرد و مرطوب رشد می‌کند. (ج) داوودی روز کوتاه است و در بهار گل نمی‌دهد.

۲۸۹۵ (۳) **بررسی گزینه‌ها** گیاه هنگامی گل می‌دهد که مریستم رویشی آن به مریستم زایشی تبدیل شود (درستی گزینهٔ (۴)). این تبدیل وابسته با شرایط محیطی مانند دما (درستی گزینهٔ (۲)) و طول روز و شب می‌باشد. گیاهان بر اساس نیاز به نور، برای گل‌دهی به سه دستهٔ روز کوتاه، روز بلند و بی‌تفاوت تقسیم می‌شوند. گیاهان روز بلند مانند شبدر برای گل‌دهی به شب‌های کوتاه احتیاج دارند. بنابراین شکستن شب‌های بلند و تبدیل آن به چند دورهٔ شب کوتاه، منجر به گل‌دهی این گیاهان می‌شود. درحالی‌که، گیاهان روز کوتاه مانند داوودی برای گل‌دهی به شب بلند احتیاج دارند و با شکستن شب با یک جرقهٔ نوری گل نمی‌دهند (درستی گزینهٔ (۱)). گل‌دهی گیاهان بی‌تفاوت مانند گوجه‌فرنگی به طول روز و شب وابسته نیست اما به سایر عوامل محیطی مانند دما، وابسته می‌باشد (نادرستی گزینهٔ (۳)).

۲۸۹۶ (۳) چمن از گندمیان بوده نوعی گیاه تک‌لپه می‌باشد. هنگام رویش دانه، جیبرلیک‌اسید توسط یاخته‌های رویان تولید می‌شود (نه آندوسپرم!)؛ به عبارت دیگر، یاخته‌های آندوسپرم دانه، جیبرلیک‌اسید نمی‌سازند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** عامل نارنجی که در جنگ ایالات متحدهٔ آمریکا علیه ویتنام استفاده می‌شد، مخلوطی از اکسین‌ها بود و گیاهان دولپه‌ای را از بین می‌برد. **گزینهٔ (۲):** به عنوان مثال گندم نوعی گیاه تک‌لپه‌ای است و ممکن است به بیماری سیاهک گندم مبتلا شود. **گزینهٔ (۴):** اگر بذر نوعی گندم را مرطوب کرده و در سرما قرار دهیم، دورهٔ رویشی آن کوتاه‌تر می‌شود و به عبارت دیگر، دورهٔ رویشی خود را زودتر تکمیل می‌کند.

۲۸۹۷ (۳) اگر بذر گندم مرطوب شده و تحت تأثیر سرما قرار بگیرد زودتر رشد می‌کند و گل می‌دهد. در این شرایط هورمون جیبرلین با اثرگذاری روی دانه موجب تحریک جوانه‌زنی و رشد آن می‌شود. هورمونی که در فن کشت‌بافت موجب تحریک تبدیل یاخته‌های تمایزنیافته به یاخته‌های ساقه می‌شود، سیتوکینین است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** جیبرلین در افزایش طول ساقه از طریق تحریک رشد طولی یاخته و تقسیم آن، رشد میوه و رویش دانه‌ها نقش دارد؛ این هورمون گیاهی را برای تولید میوه‌های بدون دانه و درشت کردن میوه‌ها هم به کار می‌برند. **گزینه‌های (۲) و (۴):** اگر دانهٔ گندم در شرایط مناسب قرار نگیرد، هورمون **آبسیزیک‌اسید** در آن مانع از رویش دانه می‌شود. شرایط نامساعد محیط مانند خشکی، تولید آبسیزیک‌اسید را در گیاهان تحریک می‌کند. آبسیزیک‌اسید سبب بسته شدن روزنه‌ها (خروج یون‌های کلر و پتاسیم و مولکول‌های ساکارز از یاخته‌های نگهبان روزنه و در نتیجه پلاسمولیز آن‌ها) و در نتیجه حفظ آب گیاه و همچنین مانع رویش دانه و رشد جوانه‌ها در شرایط نامساعد می‌شود. به‌طور کلی این تنظیم‌کننده، رشد گیاهان را در پاسخ به شرایط نامساعد، کاهش می‌دهد.

۲۸۹۸ (۴) یاخته‌های روپوستی در بخش‌های هوایی گیاه می‌توانند به یاخته‌های نگهبان روزنه، کرک‌ها و یاخته‌های ترشحی تمایز یابند.

بررسی موارد (الف) کرک و خار در دفاع از گیاهان نقش دارند. مثلاً حشرات نمی‌توانند روی برگ‌های کرک‌دار به راحتی حرکت نمایند. (ب) برگ تله‌مانند گیاهان گوشت‌خوار، کرک‌هایی دارد که با برخورد حشره به آن‌ها تحریک و پیام‌هایی را به راه می‌اندازد. (ج) عوامل بیماری‌زای قارچی می‌توانند با عبور از فضای بین‌یاخته‌ای و روزنه‌ها به داخل بافت گیاهی وارد شوند. روزنه‌ها توسط یاخته‌های نگهبان روزنه ساخته می‌شوند. (د) یاخته‌های روپوستی در بخش‌های هوایی گیاه با ترشح ترکیب لیپیدی کوتین در ایجاد پوستک نقش دارند. پوستک هم با ایجاد یک سدّ فیزیکی تا حدودی از ورود عوامل بیماری‌زا به داخل گیاه جلوگیری می‌کند.

۲۸۹۹ (۲) موارد (ب)، (ج) و (د) نادرست هستند و فقط مورد (الف) صحیح است چون تا شدن برگ گیاه حساس در پی تغییر فشار تورژسانس یاخته‌های قاعدهٔ برگ انجام می‌گیرد.

بررسی موارد (ب) رشد یاخته‌های ساقهٔ مو در محل تماس کاهش می‌یابد. (ج) در گیاهان گوشت‌خوار برخی از **برگ‌ها** برای شکار و هضم تخصص یافته‌اند. (د) تحریک **کرک** که یاختهٔ تمایزیافتهٔ سامانهٔ پوششی است، منجر به ایجاد پیام می‌گردد.

پاسخ به تمرین ۳۱۰

پاسخ	نکات	علت	مثال
پیچش ساقه	ساقه در قسمت تماس با درخت تکیه‌گاه یا پایه به دور آن میپیچد.	تفاوت در رشد ساقه در بخش قرارگرفته روی تکیه‌گاه و سمت مقابل آن، به نحوی که رشد یاخته‌ها در محل تماس کاهش می‌یابد.	گیاه مو و سس
تاشدن برگ	ضربه به برگ‌های گیاه موجب تاشدن برگچه‌های آن می‌شود.	تغییر فشار تورژسانس در یاخته‌هایی که در قاعدهٔ برگ قرار دارند.	گیاه حساس
بسته شدن برگ‌های نوعی گیاه گوشت‌خوار	برگ دارای کرک‌هایی است که با برخورد حشره تحریک شده و باعث بسته شدن برگ و به دام افتادن حشره می‌شود.	تحریک کرک‌های برگ با برخورد حشره موجب بسته شدن برگ و به دام افتادن حشره می‌شود.	نوعی گیاه گوشت‌خوار

۲۹۰۰ (۲) فقط مورد (ج) نادرست است. بعضی گیاهان در دمای خاص و بعضی دیگر از آن‌ها در هر شرایط نوری گل می‌دهند.

بررسی موارد (الف) ساقهٔ بعضی گیاهان فتوسنتزکننده (مثل درخت مو) و همچنین ساقهٔ بعضی گیاهان انگل (مثل سس که فتوسنتز نمی‌کند) می‌توانند به دور گیاهان دیگر بپیچند! (ب) گل‌دهی گیاهانِ بی‌تفاوت، مثل گوجه‌فرنگی که میزبان گل جالیز است تحت تأثیر طول روز و شب قرار نمی‌گیرد. (د) گیاه داوودی از نوع روز کوتاه است و شکستن شب منجر به گل‌دهی آن نمی‌شود.

۲۹۰۱ (۴) در نوعی گیاه گندم مشاهده شده است که اگر بذر آن را مرطوب کنیم و در سرما قرار دهیم، دورهٔ رویشی آن کوتاه می‌شود و زودتر گل می‌دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید هم ساقه و هم ریشه، هم زمین‌گرایی دارند و هم نورگرایی. **گزینهٔ (۲):** طبق متن کتاب درسی صحیح است. **گزینهٔ (۳):** منظور کرک‌های برگ تله‌مانند گیاه گوشت‌خوار است که در صورت برخورد حشره با آن‌ها تحریک می‌شوند و پیام‌هایی را به راه می‌اندازند.

۲۹۰۲ (۲) تا شدن برگ گیاه حساس و بسته شدن برگ گیاه گوشت‌خوار پاسخ به تماس هستند که با رشد همراه نیستند.

۲۹۰۳ (۳) **بررسی گزینه‌ها** **گزینهٔ (۱):** در هیچ گیاهی یاختهٔ زایشی به کیسهٔ رویانی نمی‌رسد. یاختهٔ زایشی در لولهٔ گرده تقسیم می‌شود و دو یاختهٔ جنسی را ایجاد می‌کند که با رسیدن به کیسهٔ رویانی لقاح مضاعف را انجام می‌دهند. **گزینهٔ (۲):** مطابق با شکل کتاب درسی هر دو گیاه شبدر و داوودی دارای گل‌هایی با گلبرگ‌هایی به رنگ روشن می‌باشند. گلبرگ با رنگ روشن می‌تواند یکی از ویژگی‌های جذب‌کنندهٔ عوامل گرده‌افشان باشد. **گزینه‌های (۳) و (۴):** در هر دو نوع گیاه با ایجاد شرایط نوری مصنوعی می‌توان گل‌دهی را تحریک کرد. گیاه شبدر در روزهای کوتاه و شب‌های بلند (مانند فصل زمستان)، با ایجاد جرقهٔ نوری در شب، می‌تواند گل‌دهی را انجام دهد. گل‌دهی با تبدیل مریستم رویشی به مریستم زایشی همراه است و با تشکیل دانه بعد از گل‌دهی تبدیل پوستهٔ تخمک به پوستهٔ دانه قابل مشاهده است.

۲۹۰۴ (۲) در این گیاهان دو نوع برگ داریم، برگ‌های عادی با کارکرد اصلی فتوسنتز و برگ‌های تله‌مانند برای به دام انداختن موجودات.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تنها برخی از مواد از بدن جانوران تأمین می‌شود و برخی مواد از خاک و هوا و ... تأمین می‌شوند. **گزینهٔ (۳):** با برخورد جانوران به **کرک‌های** برگ‌های تله‌مانند، این برگ‌ها بسته می‌شوند (نه خارها که یک اندام هستند). **گزینهٔ (۴):** این گیاهان کمبود نیتروژن محیط را با شکار جانوران و تجزیهٔ بدن آن‌ها، جبران می‌کنند.

۲۹۰۵ (۴) پوستک شامل ترکیبات لیپیدی است و روی روپوست قرار دارد. یاخته‌های نگهبان روزنه در روپوست دارای سبزدیسه و قابلیت فتوسنتز می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در تماس ساقه با سطح، قسمت در تماس با سطح رشدش **کاهش** می‌یابد نه اینکه طرف مقابل سرعت رشد آن زیاد شود. **گزینهٔ (۲):** مریستم‌های نخستین علاوه‌بر رشد طولی در رشد عرضی هم تا حدودی نقش دارند. **گزینهٔ (۳):** پوستک جاندار نیست و یاخته ندارد!

۲۹۰۶ (۱) همهٔ موارد صحیح می‌باشند.

بررسی موارد (الف) پیچش و خمش دو فرایندی هستند که در اثر **رشد نابرابر** دو طرف اندام صورت می‌گیرند. این رشد در پیچش به عوامل درونی بستگی دارد و **در هر زمان** رخ می‌دهد ولی در خمش بستگی به عامل محیطی دارد. (ب) در پیچش گیاه مو، بخشی که روی تکیه‌گاه قرار گرفته است رشد کمتری دارد و بخش دیگر که متصل به تکیه‌گاه نیست با رشد بیشتر خود سبب پیچش شده و گیاه به دور تکیه‌گاه پیچش‌های متوالی را انجام می‌دهد. (ج) در برگ **گیاه حساس**، یاخته‌هایی در پایهٔ آن برگ وجود دارد که در اثر وارد شدن ضربه به برگ تحریک می‌شوند و به دلیل **تغییر فشار توژسانس** این برگ‌ها بسته می‌شوند (می‌دانید که توژسانس از مکانیسم‌های تنظیم آب هم هست). (د) در برگ تله‌مانند گیاه گوشت‌خوار، کرک‌ها که یاخته‌های روپوستی هستند در اثر برخورد حشره، تحریک می‌شوند و پیام‌هایی برای به دام انداختن حشره و بسته شدن برگ به راه می‌اندازند. این پیام‌ها در نهایت سبب تأمین **نیتروژن** کافی گیاه می‌شوند چون این گیاهان اغلب در خاک‌هایی با فقر نیتروژن زندگی می‌کنند.

نکته

در پیچش رشد یاخته‌ها در محل تماس با پایه یا درخت دیگر همواره کمتر از سمت مقابل است و مثل نورگرایی به مقطع خاصی برای خمش و رشد بیشتر ربط پیدا نمی‌کند.

۲۹۰۷ (۲) موارد (ب) و (د) صحیح می‌باشند.

بررسی موارد (الف) اگر **حجم** (نه غلظت) ترکیباتی که بعضی گیاهان در پاسخ به زخم از خود ترشح می‌کنند، زیاد شود، حشره در آن به دام می‌افتد. (ب) طبق شکل ۱۵، صحیح است. (ج) دقت کنید برگ تله‌مانند گیاه گوشت‌خوار مربوط به پاسخ‌های تماسی است (نه پاسخ‌هایی از جنس دفاع!) (د) طبق متن فعالیت (۶)، صحیح است.

۲۹۰۸ (۱) کشف **اکسین** سرآغازی برای شناسایی ترکیبات دیگری بود که رشد و فعالیت‌های گیاهان را تنظیم می‌کنند. سالیسیلیک‌اسید از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی است که در مرگ یاخته‌ای نقش دارد و در مرگ یاخته‌ای، یاختهٔ آلوده (نادرستی گزینهٔ (۲)) به وسیلهٔ آنزیم‌های **خود** گوارش می‌شود. گزینه‌های (۱) و (۲) در مورد اکسین ولی گزینه‌های (۳) و (۴) در مورد سیتوکینین و جیبرلین است.

۲۹۰۹ (۴) فقط مورد (د) صحیح است. خارها به صورت فیزیکی موجب دور کردن جانوران گیاه‌خوار می‌شوند. آلکالوئیدها هم از طریق دفاع شیمیایی در دور کردن جانوران گیاه‌خوار نقش دارند.

بررسی موارد (الف) بعضی ترکیبات دفاعی گیاهان، در پی ایجاد آسیب بافتی و بعضی دیگر از آن‌ها توسط بافت‌های سالم تولید می‌شوند. (ب) به عنوان مثال، کرک‌های موجود بر روی برگ‌های گیاهان گوشت‌خوار، می‌توانند نقش دفاعی نداشته باشند. (ج) بعضی ترکیبات دفاعی تولید شده توسط گیاه، بر گیاهان مجاور اثر کرده و از رشد دانه‌ها یا رشد خود گیاه جلوگیری می‌کنند. بنابراین ترکیبات دفاعی گیاه، ممکن است بر جانداران فتوسنتز کننده مؤثر باشند.

۲۹۱۰ (۲) 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.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیاهان ترکیباتی تولید می‌کنند که سبب مرگ یا بیماری گیاه‌خواران می‌شوند. ترکیبات سیانیددار از این گروه‌اند که در تعدادی از گونه‌های گیاهی ساخته می‌شوند. سیانید تنفس یاخته‌ای را متوقف می‌کند. گیاه ترکیب سیانیددار می‌سازد که تأثیری بر تنفس یاخته‌ای ندارد؛ اما وقتی جانور گیاه را می‌خورد، این ترکیب تجزیه و سیانید که سمّی است از آن جدا می‌شود؛ سیانید واکنش نهایی مربوط به انتقال الکترون به اکسیژن را مهار و در نتیجه باعث توقف زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌شود، ولی $FADH_2$ در چرخهٔ کربن تولید می‌شود. **گزینهٔ (۳):** ورود ویروس در گیاه فرایندهایی را به راه می‌اندازد که نتیجهٔ آن، مرگ یاخته‌های آلوده و قطع ارتباط آن‌ها با بافت‌های سالم است. در نتیجه ویروس نمی‌تواند در بافت‌های سالم گیاه تکثیر یابد و گیاه فرصت پیدا می‌کند تا با سازوکارهای دیگری مانند تولید ترکیبات ضدویروس با آن مقابله کند. در مرگ یاخته‌ای، یاخته به وسیلهٔ آنزیم‌های خود گوارش می‌شود. سالیسیلیک‌اسید که از تنظیم کننده‌های رشد در گیاهان است، در مرگ یاخته‌ای نقش دارد. یاختهٔ گیاهی آلوده، این ترکیب را رها و مرگ یاخته‌ای را القا می‌کند. **گزینهٔ (۴):** وقتی گل‌های آکاسیا باز می‌شوند، نوعی ترکیب شیمیایی تولید و منتشر می‌کنند که با فراری دادن مورچه‌ها مانع از حملهٔ آن‌ها به زنبورهای گرده‌افشان می‌شود.

۲۹۱۱ (۳) مواد سمی اشاره شده ترکیبات سیانید دارند که در بدن جانور گیاه‌خوار سیانید آن با قرار گرفتن در جایگاه فعال آخرین جزء پروتئینی زنجیرهٔ انتقال الکترون میتوکندری، انتقال الکترون‌ها به O_2 را مهار و در نتیجه باعث توقف زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌شود. اتصال مواد سمی به جایگاه فعال آنزیم سبب تغییر شکل سه‌بعدی آنزیم‌ها نمی‌شوند، بلکه باعث می‌شوند که پیش‌ماده نتواند به جایگاه فعال متصل شود. گزینه‌های (۱) و (۳) در مورد پمپ‌های غشائی زنجیرهٔ انتقال الکترون و گزینه‌های (۲) و (۴) در مورد آنزیم ATPساز راکیزه می‌باشد.

۲۹۱۲ (۴) نوعی سرخس می‌تواند آرسنیک را در خود نگهداری کند. لقاح مضاعف مخصوص نهان‌دانگان است و در سرخس دیده نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** شبدر گیاهی از تیرهٔ پروانه‌وران است که گلبرگ سفید دارد، ولی گل کدو و داوودی گلبرگ زرد دارند. این گیاه نوعی گیاه روز بلند است و زمانی گل می‌دهد که طول شب از حد معیّنی بیشتر نباشد. **گزینهٔ (۲):** سس نوعی گیاه انگل است که ساقهٔ بدون برگ ایجاد می‌کند و به دور گیاه میزبان می‌پیچد. این گیاه با ایجاد اندام مکنده و فرستادن آن به درون ساقهٔ گیاه میزبان از شیره‌های موجود در دستگاه آوندی آن استفاده می‌کند. پیچش به علت تفاوت رشد ساقه در بخش قرار گرفته روی تکیه‌گاه به سمت مقابل آن ایجاد می‌شود؛ به‌طوری که رشد یاخته‌ها در محل تماس کاهش می‌یابد. **گزینهٔ (۳):** توبره‌واش نوعی گیاه حشره‌خوار و فتوسنتزکننده است که در تالاب‌های شمال کشور زندگی می‌کند. 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.

۲۹۱۳ (۱) چمن از گندمیان است که یک‌ساله علفی می‌باشد. یاخته‌های آلوده به ویروس، سالیسیلیک‌اسید می‌سازند. این ماده در مرگ یاخته‌ای نقش دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** ترکیبات سیانیدداری که توسط گیاه ساخته می‌شوند، بر تنفس یاخته‌ای خود تأثیری ندارد. بلکه بر جانور گیاه‌خوار اثر می‌کند. **گزینهٔ (۳):** گیاه علفی جوان بافت چوب‌پنبه‌ای در ساقه ندارد. **گزینهٔ (۴):** نیکوتین از آلکالوئیدهاست و در گیاه تنباکو در دور کردن گیاه‌خواران نقش دارد.

۲۹۱۴ (۳) تنها مورد (د) صحیح است.

بررسی موارد (الف) **نادرست.** توجه کنید درخت آکاسیا نوعی ترکیب شیمیایی تولید می‌کند که مورچه‌ها را فراری می‌دهد، نه خود زنبور. (ب) **نادرست.** ترکیبات تولید شده در پاسخ به زخم **گاهی حجم‌شان آن‌قدر زیاد است** که حشره در آن به دام می‌افتد که با سخت شدن این ترکیبات سنگواره‌هایی ایجاد می‌شود، نه هر مقدار ترکیب تولید شده!! ضمناً در محل زخم محرک‌های تقسیم هم ترشح می‌شوند. (ج) **نادرست.** توقف تنفس یاخته‌ای در جاندار مهاجم به گیاه متوقف می‌شود نه خود گیاه. (د) درست. گیاهان گوشت‌خوار، فتوسنتزکننده‌اند، ولی در مناطقی زندگی می‌کنند که از نظر بعضی مواد مانند نیتروژن فقیرند.

۲۹۱۵ (۱) اضافه شدن لیگنین و سیلیس به ترکیبات دیوارهٔ یاخته‌ای نوعی پاسخ دفاعی در گیاهان می‌باشد. در شیرابهٔ برخی گیاهان نیز ترکیبات دفاعی وجود دارد و این ترکیبات نیز نوعی پاسخ دفاعی محسوب می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** حرکت ریشه در جهت جاذبهٔ زمین، نوعی زمین‌گرایی می‌باشد. ریشه، اندام رویشی فاقد پوستک می‌باشد. تجزیهٔ ترکیبات سیانیددار در بدن جاندار نیز نوعی پاسخ دفاعی بوده که با زمین‌گرایی متفاوت است. توجه کنید که تجزیهٔ ترکیبات سیانیددار درون گیاه محل تولید رخ نمی‌دهد. **گزینهٔ (۴):** تا شدن برگ گیاه حساس به علت تغییر فشار تورژسانس در یاخته‌های قاعدهٔ برگ، نوعی پاسخ به تماس می‌باشد. رشد بیشتر یاخته‌های گیاه مو در بخش مخالف محل تماس نیز نوعی پاسخ به تماس می‌باشد. توجه کنید که یاخته‌های گیاه مو در محل تماس با تکیه‌گاه رشد کمتری دارند. **گزینهٔ (۴):** توجه کنید که توقف رشد دانه و حفظ جوانهٔ برخی درختان به کمک برگ پولک‌مانند در شرایط نامساعد رخ می‌دهد؛ اما جوانهٔ نوعی گندم در این دسته از گیاهان قرار ندارد. برخورد حشره به برگ تله‌مانند و بسته‌شدن برگ آن نیز نوعی پاسخ به تماس می‌باشد.

۲۹۱۶ (۳) این سؤال از فعالیت در دفاع شیمیایی طرح شده است که بیانگر تولید مواد **سمی** می‌باشد.

بررسی موارد (الف) در مورد اثر مشابه آن با سم سیانید در یک اجتماع بر جانداران دیگر صحیح است. (ب) می‌تواند اثر همین سم باشد. (ج) آلودگی به قارچ جیبرلا سبب افزایش رشد دانه و دانه‌رست می‌شود. (د) مواد آلکالوئیدی، سمی نیستند.

۲۹۱۷ (۱) فقط مورد (ج) در ارتباط با «تلاش برای جلوگیری از ورود» صحیح هستند.

بررسی موارد (الف) نادرست. سیلیسی شدن **دیوارهٔ** یاخته‌های روپوستی (کانی‌شدن) یکی از عوامل افزایش توان سدّ فیزیکی دیواره است (نه غشای یاخته). (ب) نادرست. ریزوم زنبق نوعی ساقهٔ زیرزمینی است که فاقد پوستک است. (ج) **درست.** بافت چوب‌پنبه در اندام‌های مسن گیاهی حاصل مرگ پروتوپلاست یاخته‌های بافت خارجی پیراپوست در تنهٔ درختان است. (د) نادرست. دیوارهٔ کلانشیم‌ها لیگنینی نمی‌شود، لیگنینی شدن در دیوارهٔ اسکلرانشیم‌ها رخ می‌دهد (کلانشیم بافت استحکامی انعطاف‌پذیر است).

۲۹۱۸ (۳) حشره‌های کوچک نمی‌توانند روی برگ‌های کرک‌دار به راحتی حرکت کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** سامانهٔ بافت پوششی سراسر اندام گیاه را می‌پوشاند. این سامانه در برگ‌ها، ساقه‌ها و ریشه‌های جوان، روپوست نامیده می‌شود. بعضی یاخته‌های روپوستی در اندام‌های هوایی گیاه، به یاخته‌های نگهبان روزنه، کُرک و یاخته‌های ترشحی، تمایز می‌یابند. **گزینهٔ (۲):** لایه‌ای روی سطح بیرونی یاخته‌های روپوست قرار دارد. این لایه پوستک نامیده می‌شود. پوستک نسبت به آب نفوذناپذیر است؛ زیرا از ترکیبات **لیپیدی** مانند کوتین ساخته شده است. در صفرا هم فسفولیپید و کلسترول وجود دارند. **گزینهٔ (۳):** در نوک ساقه و ریشه، یاخته‌های مریستمی با نسبت هسته به سیتوپلاسم زیاد وجود دارند که دائماً تقسیم می‌شوند و یاخته‌های موردنیاز برای ساختن سامانه‌های بافتی را تولید می‌کنند. یاخته‌های کرک به‌طور مستقیم از تمایز یاخته‌های سامانهٔ بافت پوششی ایجاد می‌شوند؛ نه یاخته‌های مریستمی. **گزینهٔ (۴):** یاخته‌های نگهبان روزنه برخلاف یاخته‌های دیگر روپوست مثل کرک، سبزینه دارند؛ بنابراین یاخته‌های کرک فاقد توانایی انجام فتوسنتز و چرخهٔ کالوین هستند. در چرخهٔ کالوین دوباره‌سازی گیرندهٔ الکترونی $NADP^+$ به عنوان یک مادهٔ دی‌نوکلوئیدی وجود دارد.

۲۹۱۹ (۳) سالیسیلیک‌اسید نوعی تنظیم‌کنندهٔ رشد گیاهی است که در پاسخ به تهاجم ویروس به یاخته‌های گیاهی تولید می‌شود. این تنظیم‌کنندهٔ رشد همانند آنزیم ترشح شده از یاخته‌های کشندهٔ طبیعی، مرگ برنامه‌ریزی شده را در یاخته آلوده به ویروس القا می‌کند. مرگ برنامه‌ریزی شدهٔ یاخته‌ها شامل یک‌سری فرایندهای دقیقاً برنامه‌ریزی شده است که به دنبال آن، در چند ثانیه پروتئین‌های تخریب‌کننده در یاخته شروع به تجزیهٔ اجزای یاخته و مرگ آن می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** یاختهٔ گیاهی آلوده به ویروس، سالیسیلیک‌اسید را رها کرده و مرگ یاخته‌ای را در آن القا می‌کند؛ بنابراین نمی‌توان گفت سالیسیلیک‌اسید پس از اتصال به ویروس، اثر ویروس بر یاخته‌های غیرآلوده را خنثی می‌سازد. پادتن‌ها می‌توانند با اتصال به ویروس‌ها، آن‌ها را خنثی کنند. **گزینه‌های (۲) و (۴):** اینترفرون نوع ۱ از یاخته‌های آلوده به ویروس ترشح شده و سبب افزایش مقاومت یاخته‌های سالم در برابر ویروس می‌شود، اما سالیسیلیک‌اسید، در یاخته‌های آلوده به ویروس تولید شده و با فعال کردن آنزیم‌های گوارشی یاختهٔ آلوده، سبب از بین رفتن یاختهٔ آلوده و در نتیجه ویروس می‌شود و بر یاخته‌های سالم اثری ندارند و توسط یاخته‌های سالم به یاخته‌های آلوده به ویروس منتقل نمی‌شود.

۲۹۲۰ **(۳)** آلکالوئیدها در برخی موارد به عنوان داروی شیمی‌درمانی به کار می‌روند و می‌توانند موجب کاهش تقسیم یاخته‌های سرطانی شوند، ولی این مواد حشره‌خوارها را صرفاً دور می‌سازند و موجب مرگ آن‌ها نمی‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در اثر پیچش گیاه مو بر روی پایه، برخی یاخته‌های آن در محل پیچش بیشتر رشد می‌کنند (هیچ هورمون خاصی این افزایش رشد را کنترل نمی‌کند.). **گزینهٔ (۲):** چوب‌پنبه با افزوده شدنش به دیوارهٔ یاختهٔ گیاهی می‌تواند موجب متوقف شدن رشد یاخته شود که همانند اثر آبسیزیک‌اسید است. **گزینهٔ (۴):** افزایش طول ساقه در اثر نورگرایی و افزایش طول ریشه در اثر زمین‌گرایی رخ می‌دهد.

۲۹۲۱ **(۱)** نوزاد کرمی‌شکل نوعی حشره، برگ گیاه تنباکو را می‌خورد و سبب رها شدن مادهٔ فرار از برگ می‌شود. نوعی زنبور وحشی این مادهٔ فرار را تشخیص می‌دهد و با دنبال کردن آن به برگ آسیب‌دیده می‌رسد. پس در زنبور وحشی، نوعی پاسخ رفتاری ایجاد می‌شود. همان‌طور که به یاد دارید، زنبور نوعی حشره است و دارای مغزی متشکل از چند گره به‌هم جوش‌خورده می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** ضربه‌زدن به برگ گیاه حساس، سبب تغییر فشار تورژسانس در یاخته‌هایی از گیاه می‌شود. کتاب درسی، گیاه ذرت را در گروه گیاهان حساس طبقه‌بندی نکرده است! **گزینهٔ (۳):** درخت مو در تماس با درختی دیگر و یا پایه، به دور آن می‌پیچد. پیچش به علت تفاوت رشد ساقه در بخش قرار گرفته روی تکیه‌گاه و سمت مقابل آن ایجاد می‌شود. پس رشد یاخته‌های ساقه یکسان نیست در حالی که طراح در این گزینه، به وقوع تعداد تقسیم رشتمان برابر در ساقه اشاره کرده است! در هر یاختهٔ هسته‌دار لزوماً تقسیم رخ نمی‌دهد. **گزینهٔ (۴):** برخورد نوعی حشره با برگ تله‌مانند گیاه حشره‌خوار، سبب به راه افتادن پیام‌هایی می‌شود. ولی دقت کنید که گیاهان دستگاه عصبی نداشته و فاقد سیناپس می‌باشند.

۲۹۲۲ **(۱)** در ساقهٔ مو رشد یاخته‌ها و میزان سوخت‌وساز آن‌ها و نیاز به اندامک‌های مختلف در محل تماس کاهش می‌یابد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** تنها **برخی از برگ‌های** گیاهان گوشت‌خوار به شکل تله درآمده است تا حشرات را به دام اندازد. **گزینهٔ (۳):** در گیاهان عوامل مختلفی از نفوذ موارد آسیب‌رسان به گیاه جلوگیری می‌کند، مانند پوستک و یاخته‌های چوب‌پنبه‌ای شده در پیراپوست گیاهان مسن و ... **گزینهٔ (۴):** در دفاع شیمیایی، گیاهان با تولید مواد سمی منجر به مرگ یا بیماری گیاه‌خواران می‌شوند.

۲۹۲۳ **(۲)** پوستک تا حدودی جلوی ورود عوامل بیماری‌زا را به گیاه می‌گیرد. مثلاً جلوی ورود از روزنهٔ هوایی را نمی‌گیرد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** برگ **بعضی** از گیاهان در پاییز می‌ریزد و جوانه‌های موجود در آن توسط برگ‌های پولک‌مانندی حفظ می‌شود. **گزینهٔ (۳):** جملهٔ ذکر شده در ارتباط با بعضی از گیاهان مانند نوعی خاص از گیاه گندم صحیح است. **گزینهٔ (۴):** همهٔ اندام‌ها در جهت جاذبهٔ زمین رشد نمی‌کنند، مانند اندام‌های هوایی گیاه.

۳۱ پاسخ‌های گیاهان

انواع پاسخ‌های گیاهان	نکات
پاسخ به نور	برای انجام فتوسنتز نیاز به نور دارند. تنظیم زمان گل‌دهی گیاهان را در سه دستهٔ روزکوتاه، روزبلند و بی‌تفاوت تقسیم می‌کند. (ساقه، نورگرایی مثبت و ریشه، نورگرایی منفی دارد.)
پاسخ به دما	گیاهان نمی‌توانند هر دمایی را تحمل کنند مثلاً سرمای شدید می‌تواند مانع رویش دانه و جوانه شود. برگ بعضی گیاهان با کاهش دما می‌ریزد و بعضی گیاهان مانند بذر نوعی گندم نیاز به گذراندن یک دورهٔ سرما دارند.
پاسخ به گرانش	معمولاً ساقه زمین‌گرایی منفی (در خلاف جهت گرانش) و ریشهٔ زمین‌گرایی مثبت (در جهت گرانش) دارد.
پاسخ به تماس	بعضی از گیاهان مانند ساقهٔ درخت مو به دور گیاه دیگر یا پایه می‌پیچند. روی هم تاشدن برگچه‌های گیاه حساس و بسته شدن برگ نوعی گیاه گوشت‌خوار در اثر برخورد با حشره هم از نمونه‌هایی از این نوع پاسخ هستند.
پاسخ‌های دفاعی	تلاش برای جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا مثل پوستک و دیوارهٔ یاخته‌ای و وجود لیگنین یا سیلیس در دیواره و یا کرک و خار و بافت چوب‌پنبه و ترشح مواد چسبناک و ترشح مواد در پاسخ به زخم. دفاع شیمیایی مثل تولید مواد شیمیایی که سبب مرگ یا بیماری گیاه‌خواران می‌شوند؛ مانند ترکیبات سیانیدی و مواد شیمیایی که سبب دور کردن گیاه‌خواران می‌شود، مثل ترکیبات آلکالوئیدی. مرگ یاخته‌ای توسط سالیسیلیک‌اسید و حفاظت جانوران دیگر از گیاهان از طریق تولید مواد فرار توسط گیاهان که سبب جلب جانوران دیگر می‌شود.

۲۹۲۴ **(۱)** فقط مورد (د) صحیح است.

بررسی موارد **الف)** نادرست. رشتهٔ قارچی، با عبور از روزنهٔ هوایی، به درون گیاه وارد شده و توانایی ورود و تشکیل اندام مکنده در یاختهٔ گیاهی را دارد، امّا برای رد این گزینه باید دقت داشته باشید که یاختهٔ نگهبان روزنه، خودش به تنهایی روزنه ندارد و روزنه در بین دو یاختهٔ نگهبان تشکیل می‌گردد. **ب)** نادرست. به دنبال ورود نوعی ویروس به گیاه، امکان افزایش القای مرگ یاخته‌ای وجود دارد. همچنین در فصل ۷ دهم خواندید که ویروس از طریق پلاسمودسم‌ها عبور می‌کند، امّا حواستان باشد که یاخته‌های بخش خارجی پریدرم، چوب‌پنبه‌ای بوده و به دلیل مرگ، فاقد سیتوپلاسم و پلاسمودسم می‌باشند. **ج)** نادرست. گیاه می‌تواند نوعی ترکیب سیانیدداری بسازد که تأثیری بر تنفس یاخته‌ای خود ندارد؛ اما وقتی جانور گیاه را می‌خورد، این ترکیب تجزیه و سیانید که سمّی است، از آن جدا می‌شود. پس این ترکیب سیانیدار، تأثیری بر یاختهٔ گیاهی ندارد. **د)** **درست.** یاخته‌های گیاهی هسته‌دار دارای ژن(های) مربوط به آنزیم سازندهٔ سالیسیلیک‌اسید هستند که درپی آلوده شدن به ویروس تولید و ترشح می‌شود.

۲۹۲۵ **(۴)** همهٔ موارد نادرست می‌باشند.

بررسی موارد **الف)** اندام‌های هوایی گیاه با پوستک پوشانده شده‌اند ولی می‌توانند مواد معدنی نظیر CO_2 و O_2 را جذب کنند. **ب)** در صورت بی‌تفاوت بودن گیاه طول شب و روز در گل‌دهی آن نقش ندارد و می‌تواند هر زمانی رشد زایشی داشته باشد. **ج)** هر دو مریستم پسین و نخستین در رشد عرضی اندام نقش دارند. مریستم پسین در گیاهان دولپهٔ دارای حلقه‌های چوبی و مریستم نخستین در همهٔ گیاهان مشاهده می‌شود. **د)** اندام‌های هوایی درخت مو فتوسنتز می‌کنند که از این اندام‌ها تنها **ساقه** قابلیت پیچش به دور سطحی که با آن در تماس است را دارد (برگ آن این وضعیت را ندارد.).

۲۹۲۶ (۱) تنها مورد (ج) درست است.

بررسی موارد (الف) نادرست. دقت داشته باشید که هر ترکیب سمی یافت شده در گیاه توسط یاخته‌های خود گیاه تولید نشده است، مثلاً مادهٔ آرسنیک نوعی مادهٔ سمی بوده که توسط نوعی سرخس از محیط جذب می‌شود. (ب) نادرست. ترکیبات مؤثر در فراری دادن یا جذب جانوران لزوماً توسط برگ گیاه ترشح نمی‌شوند؛ ولی در افزایش بقای گیاه نقش دارند. مثلاً در گیاه آکاسیا ترکیب شیمیایی مؤثر در فراری دادن مورچه‌ها توسط گل‌های این گیاه ترشح می‌شود. (ج) **درست.** بعضی از ترکیبات سمی ترشح شده توسط یاخته‌های گیاه در یاخته‌های خود گیاه تأثیری نداشته؛ ولی قادرند تا از رشد رویان (مهم‌ترین قسمت رشد تخم اصلی) موجود در دانهٔ گیاه اطراف محل فعالیت خود جلوگیری کنند. (د) نادرست. گروهی از ترکیبات گیاهی که در پاسخ به زخم ترشح می‌شوند، در هنگامی که به میزان زیادی ترشح شوند، قادرند تا حشرات را به شکل سنگواره حفظ کنند. در محل زخم گیاهان که این ترکیبات ترشح می‌شوند، یاخته‌های پارانشیمی (رایج‌ترین در سامانهٔ زمینه‌ای) نیز تقسیم شده و گیاه را ترمیم می‌کنند. یاخته‌های پارانشیمی با تقسیم رشتمان گیاه را ترمیم می‌کنند. در حالی که منظور از تقسیم کاهشی، تقسیم کاستمان می‌باشد.

۲۹۲۷ (۴) در بعضی درختان به دنبال کاهش دما برگ‌ها می‌ریزند. در ریزش برگ نسبت اتیلن به اکسین در برگ افزایش می‌یابد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پیچش ساقهٔ درخت مو دور پایه، به علت **رشد کمتر** (نه الزاماً تقسیم کندتر) یاخته‌های روی تکیه‌گاه نسبت به یاخته‌های سمت مقابل است. **گزینهٔ (۲):** گیاه هنگامی گل می‌دهد که مریستم رویشی موجود در **جوانه** (نه گره) به مریستم زایشی تبدیل شود. **گزینهٔ (۳):** در گیاه آلبالو ریشهٔ زیرزمینی در خلاف جهت گرانش رشد نمی‌کند بلکه به‌صورت افقی رشد می‌کند. درضمن ساقهٔ رونده نیز می‌تواند به‌صورت افقی رشد کند.

۲۹۲۸ (۳) زنبورهای وحشی ماده به صورت تکی و مورچه‌های درخت آکاسیا به صورت جمعی حمله می‌کنند (مورچه‌ها زندگی گروهی دارند.).

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ترکیبات ترشح شده باعث فراری دادن مورچه‌ها هنگام گرده‌افشانی (نه جلب آن‌ها هنگام حمله) می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** گیاه آکاسیا به وسیلهٔ گل‌های (نه برگ‌های) خود نوعی ترکیب شیمیایی منتشر می‌کند که باعث گرده‌افشانی (گسترش دانه‌های گردهٔ رسیده در اطراف) می‌شود. **گزینهٔ (۴):** زنبورهای وحشی ماده با تشخیص مادهٔ فرار رها شده از برگ خورده‌شده توسط نوعی نوزاد کرمی‌شکل (نه کرم)، روی آن جانور تخم‌گذاری می‌کنند (نه روی برگ).

۲۹۲۹ (۳) تولید مواد فرار و متصاعد کردن آن از یاخته‌های **آسیب‌دیدهٔ** برگ گیاه تنباکو صورت می‌گیرد که باعث جذب نوعی زنبور **وحشی** (نه زنبور عسل) می‌شود و این زنبور با تخم‌گذاری بر روی نوزاد کرمی‌شکل حشرهٔ مهاجم به گیاه، در نهایت باعث کاهش جمعیت این آفت می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** بین گیاه آکاسیا و مورچه نوعی رابطهٔ همزیستی وجود دارد و این مورچه‌ها که O_2 را با کمک لوله‌های ته‌بستهٔ نایدیسی وارد بدن می‌کنند از گیاه آکسیا در برابر گیاه‌خواران محافظت می‌کنند. **گزینهٔ (۲):** در تعدادی از گیاهان (نه همهٔ آن‌ها) ترکیبات شیمیایی برای مقابله با گیاه‌خواران تولید می‌شوند مثلاً یکی از این مواد؛ ترکیبات سیانیددار است که در نهایت می‌تواند باعث توقف تنفس یاخته‌ای شود. **گزینهٔ (۴):** در گیاهان برای مقابله و جلوگیری از انتشار ویروس‌های بیماری‌زا فرایندهایی به راه می‌افتد که نتیجهٔ آن مرگ یاخته‌های آلوده و قطع ارتباط آن‌ها با بافت‌های سالم است.

۲۹۳۰ (۲) آکاسیا به کمک نوعی مورچه و تنباکو به کمک نوعی زنبور وحشی محافظت می‌شود. مورچه‌ها به حشره‌ای که قصد خوردن برگ‌های درخت آکاسیا را دارد، هجوم می‌برند و بعید است که حشره بتواند از حمله‌های مرگبار این مورچه‌ها جان سالم به در ببرد، اما در رابطه با گیاه تنباکو، از یاخته‌های آسیب‌دیدهٔ برگ، ترکیب فراری متصاعد می‌شود که نوعی زنبور وحشی آن را شناسایی می‌کند. زنبور ماده‌ای که در آن اطراف زندگی می‌کند، با ردیابی این مواد، خود را به آفتی که در حال تغذیه از برگ است می‌رساند و روی آن تخم می‌گذارد. نوزادان زنبور بعد از خروج از تخم از آفت تغذیه می‌کنند و در نتیجه آن را می‌کشند، پس در واقع زنبور وحشی ماده، مستقیماً موجب مرگ حشرهٔ آفت نمی‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** آزاد شدن ترکیبات شیمیایی از آکاسیا موجب فرار کردن مورچه می‌شود. در حالی که آزاد شدن ترکیبات فرار، از تنباکو موجب کشیده شدن زنبور وحشی به سمت تنباکو می‌شود. **گزینهٔ (۳):** رفتار دگرخواهی در زنبور عسل کارگر وجود دارد نه زنبورهای وحشی و مورچه‌ها!. **گزینهٔ (۴):** مورچه در گرده‌افشانی گیاهی که از آن محافظت می‌کند، دخالتی ندارد و نوعی زنبور به گرده‌افشانی گل‌های آکاسیا می‌پردازد.

۲۹۳۱ (۳) موارد (الف)، (ب) و (د) مربوط به نیکوتین آلکالوئیدی مترشحه از تنباکو می‌باشند ولی مورد (ج)، دربارهٔ ترکیب سیانیددار است.

۲۹۳۲ (۲) نوزاد کرمی‌شکل زنبور وحشی از نوزاد کرمی‌شکل حشرهٔ دیگر تغذیه می‌کند و در نتیجه جمعیت حشرهٔ آفت کاهش می‌یابد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** زنبور وحشی به برگ آسیب‌دیده نزدیک می‌شود. **گزینهٔ (۳):** از برگ آسیب‌دیده ترکیب فرّار آزاد می‌شود. **گزینهٔ (۴):** ترکیب آزادشده فرومون نیست.

۲۹۳۳ (۱) محافظت از گیاه آکاسیا در برابر گیاهان دارزی به عهدهٔ مورچه‌ها می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** برگ‌های سالم و آسیب دیده. **گزینهٔ (۳):** زنبور ماده، نه حشرهٔ آفت. **گزینهٔ (۴):** مواد فرار را گل آکاسیا ترشح می‌کند (نه زنبور).

۲۹۳۴ (۴) ترکیباتی نظیر لیگنین یا سیلیس موجب سخت شدن دیوارهٔ یاخته‌ای و در نتیجه افزایش توان این سدّ فیزیکی می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** آلکالوئیدها در شیرابهٔ **بعضی** گیاهان به مقدار فراوانی وجود دارند. **گزینهٔ (۲):** نوزاد کرمی‌شکل تغذیه‌کننده از برگ گیاه تنباکو توسط نوزادان زنبور از بین می‌رود. **گزینهٔ (۳):** گل‌های آکاسیا هنگامی که باز می‌شوند (نه قبل از آن) نوعی ترکیب شیمیایی تولید می‌کنند که سبب فراری دادن مورچه‌های محافظ می‌شوند.

۲۹۳۵ (۱) عوامل بیماری‌زا می‌توانند با عبور از روزنه یا فضای بین یاخته‌ها، وارد گیاه شوند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** مواد چسبناک کرک‌ها به حشرات می‌چسبد و حرکات آن‌ها را کاهش می‌دهد. **گزینهٔ (۳):** این بافت در کاهش هدر رفتن آب و جلوگیری از ورود عوامل بیگانه نقش دارد. **گزینهٔ (۴):** ابتدا برگ گیاه آسیب می‌بیند و ترکیبات فرار را آزاد می‌کند، سپس زنبور وحشی وارد عمل می‌شود.

۲۹۳۶ (۱) تنها مورد (ج) صحیح است. کانال‌هایی که در دیواره مشاهده می‌شوند ممکن است دارای سیتوپلاسم (پلاسمودسم) باشند و یا در یک یاختهٔ مرده (کانال‌های خالی) قرار گرفته باشند.

بررسی موارد (الف) نادرست. دقت شود در یاخته‌های مرده که کانال را می‌توان مشاهده کرد قندکافت قابل مشاهده نیست. (ب) نادرست. دقت کنید لان به منطقه‌ای گفته می‌شود که دیواره در آنجا نازک **مانده** (نه نازک شده!) (ج) **درست.** عبور آب از طریق کانال‌ها چه در یاختهٔ زنده و چه در یاختهٔ مرده از طریق غشا نبوده و در نتیجه از اسمز و قوانین آن پیروی نمی‌کند. (د) نادرست. در یاخته‌های مرده ترشح سالیسیلیک‌اسید مشاهده نمی‌شود.

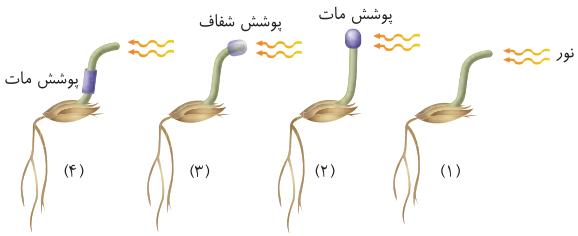
۲۹۳۷ (۴) گیاه تنباکو با آزادسازی نوعی مادهٔ فرّار باعث جذب زنبورهای وحشی و تخم‌گذاری آن‌ها بر روی نوزاد کرمی‌شکل نوعی حشره می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** تنباکو با نوزاد کرمی رابطهٔ همزیستی ندارد و مادهٔ فرار را برای کمک در از بین بردن این نوزاد آزاد می‌کند. **گزینهٔ (۲):** گیاه، مادهٔ فرار تولید می‌کند، نه نوزاد **گزینهٔ (۳):** *اصلاً این‌طور نیست!*

۲۹۳۸ : ۴ در شکل‌نامهٔ زیر همه‌چیز مشخص است و بعد از این مرحله که آزمایش سوم را نشان می‌دهد، با قراردادن پوشش مات در زیر منطقهٔ خمش متوجه شدند که نوک برای تولید اکسین به نور پاسخ می‌دهد و منطقهٔ زیر آن خمش می‌یابد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در مرحلهٔ دوم اثر پوشش مات بر نوک دانه‌رست بررسی شد. **گزینهٔ (۲):** در مرحلهٔ بعد از آن از پوشش مات استفاده شد. **گزینهٔ (۴):** در چهار مرحلهٔ آزمایش، داروین فقط از نور یک‌جانبه استفاده کرد.

۱۷۴ شکل‌نامهٔ آزمایش داروین در مورد پدیدهٔ حرکت در گیاهان



- آزمایشات داروین بر روی دانه‌رست چمن در ۴ مرحله صورت می‌گیرد.
- توجه کنید که آزمایشات داروین باعث کشف اکسین نشد بلکه باعث دستیابی به این نتیجه شد که برای نورگرایی باید نوک ساقه در برابر نور یک‌جانبه قرار گیرد.
- تنها دستاورد داروین در حد کتاب درسی، خم شدن گیاه به سمت نور بود!
- **آزمایش اول:** گیاه به سمت نور یک‌جانبه خم می‌شود (نه همه‌جانبه.) **نتیجه:** برای بروز نورگرایی باید نوک ساقه در برابر نور یک‌جانبه قرار گیرد.
- **آزمایش دوم:** اگر بر نوک ساقه پوشش **ماتی** قرار بگیرد و مانع رسیدن نور به نوک ساقه شود ساقه به سمت نور حرکت نمی‌کند.
- **آزمایش سوم:** با قرار گرفتن پوشش شفاف در نوک ساقه و رسیدن نور به آن، نورگرایی در ساقه دیده می‌شود.
- **آزمایش چهارم:** از آن‌جایی که عامل مؤثر در نورگرایی نوک ساقه است بنابراین پوشاندن مناطقی در زیر نوک ساقه باعث جلوگیری از نورگرایی نمی‌شود.

۲۹۳۹ : ۱ در قسمت (الف) در اثر نور یک‌جانبه، اکسین هم در جهت عرضی به سمت سایه هم در جهت عمودی به پایین می‌رود و در قسمت (ب) فقط در جهت عمودی به پایین می‌رود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در قسمت اول، خمش در اثر تفاوت طول یاخته در دو طرف می‌باشد. **گزینهٔ (۴):** هر دو شکل رویش زیرزمینی در تک‌لپه‌ها را نشان می‌دهد. **گزینهٔ (۴):** در هر دو شکل اکسین به پایین می‌رود تا بر جوانهٔ گیاه اثر کند.

۲۹۴۰ : ۱ فقط مورد (د) نادرست است. عامل خم شدن ساقه به سمت نور، اکسین‌ها می‌باشند که این هورمون‌ها در طی خم شدن ساقه می‌توانند سبب افزایش ابعاد یاخته شوند و همچنین در طی ریشه‌زایی می‌توانند سبب افزایش تعداد یاخته‌ها (تقسیم) شوند.

بررسی موارد (الف) هورمون اکسین در تشکیل میوه‌های بدون دانه مانند پرتقال‌های بی‌دانه نقش دارد. (ب) پاسخ به محیط مانند خم شدن ساقه به سمت نور در اثر اکسین‌ها صورت می‌گیرد. (ج) این هورمون توسط جوانهٔ رأسی (یاخته‌های مریستمی) ساخته می‌شود.

۲۹۴۱ : ۱ ماده‌ای که در تصویر باعث ریشه‌زایی می‌شود، **اکسین** است. گزینهٔ (۱) با توجه به خط کتاب درسی، صحیح است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** منظور از کاهش مدت زمان چرخهٔ یاخته‌ای، افزایش سرعت تقسیم یاخته‌ای است. دقت کنید در نورگرایی اکسین تنها با رشد طولی یاخته در خم شدن دانه‌رست نقش دارد نه با تقسیم یاخته‌ای آن. **گزینهٔ (۳):** منظور از تغییر ساختار *DNA* یاخته‌ها، سرطان است. عامل نارنجی در جنگ ویتنام استفاده شد و باعث **سرطان** گرفتن مردم ویتنام شد. دقت کنید عامل نارنجی **مخلوطی** از اکسین‌ها است (نه نوع خاصی) که باعث از بین رفتن گیاهان دولپه‌ای می‌شود. **گزینهٔ (۴):** برعکس! آن‌ها ابتدا ساختار آن را کشف کردند و سپس آن را به‌طور مصنوعی ساختند.

۲۹۴۲ : ۲ در شکل مورد نظر که اثر چیرگی رأسی اکسین را نشان می‌دهد، (الف) جوانهٔ انتهایی، (ب) اکسین و (ج) جوانهٔ جانبی می‌باشد. عدم وجود اکسین سبب افزایش فعالیت سیتوکینین در تقسیم یاخته و فشردگی کروموزوم می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** وجود جوانهٔ انتهایی که منبع اکسین است مانع فعالیت سیتوکینین و تولید دوک در اثر تقسیم یاخته می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در صورت نبودن جوانهٔ جانبی، گیاه پر شاخ و برگ و گل‌دار نمی‌شود. **گزینهٔ (۴):** در مورد وجود اکسین با توجه به عدم فعالیت جوانهٔ جانبی نادرست است.

اثر بر چیرگی رأسی

اکسین تولید شده در جوانهٔ انتهایی، عامل چیرگی رأسی است و سبب رشد طولی ساقه می‌شود و از طرفی مانع رشد جوانهٔ جانبی و مانع افزایش سیتوکینین و تقسیم یاخته‌ای آن‌ها می‌شود. تحقیقات اخیر نشان داده است که اکسین جوانهٔ انتهایی **علاوه‌بر کاهش سیتوکینین در جوانهٔ جانبی، سبب افزایش اتیلن نیز در جوانه‌های جانبی می‌شود** و افزایش هورمون بازدارندهٔ اتیلن در جوانه‌های جانبی سبب توقف رشد مریستم آن و مانع ایجاد شاخه، گل و برگ می‌شود.

اکسین جوانهٔ انتهایی ← اثر بر جوانهٔ جانبی ← مانع تولید سیتوکینین زیاد در جوانهٔ جانبی می‌شود. / سبب افزایش اتیلن در جوانهٔ جانبی می‌شود. ← مانع رشد جوانهٔ جانبی و ایجاد شاخه، برگ و گل می‌شود.

۲۹۴۳ : ۳ جملهٔ موردنظر **درست** می‌باشد و گزینهٔ (۳) نیز در مورد اکسین به درستی بیان شده است. ساخت پروتئین‌های تسهیل‌کنندهٔ عبور آب در غشا در هنگام کم‌آبی تشدید می‌شود. ترشح هورمون ضدادراری و آبسیزیک‌اسید نیز در هنگام کم‌آبی بیشتر می‌شود. (فصل ۷ دهم این پروتئین را بررسی کردیم!)

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** کال توده‌ای تمایزنیافته می‌باشد که تحت تأثیر هورمون‌های اکسین و سیتوکینین سبب ریشه‌زایی و ساقه‌زایی می‌شود. **گزینهٔ (۲):** سیتوکینین برخلاف اکسین سبب رشد طولی یاخته نمی‌شود و سبب تحریک **تقسیم** یاخته‌ای می‌شود. **گزینهٔ (۴):** از هورمون اکسین در ساختن سموم کشاورزی به منظور از بین بردن گیاهان خودروی **دولپه‌ای** می‌توان در مزارع تک‌لپه‌ای استفاده کرد. «ظرف *A* تحت تأثیر اکسین و ظرف *B* تحت تأثیر سیتوکینین به ترتیب دارای ریشه و ساقه شده‌اند.»

۲۹۴۴ : ۱ فقط مورد (د) صحیح است. شکل بیانگر افزایش طول ساقه در گیاهان بوته‌ای است که حاصل فعالیت جیبرلین بوده است. این هورمون برخلاف اکسین و سیتوکینین در چیرگی رأس نقشی ندارد.

بررسی موارد (الف) نادرست. در گیاهان بوته‌ای که علفی هستند، استحکام زیاد در ساقه دیده نمی‌شود. (ب) نادرست. این عبارت در مورد هورمون اتیلن صحیح است که سبب ایجاد لایهٔ زایندهٔ جداگر در دمبرگ شود. (ج) نادرست. جیبرلین آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ دیواره را نیز علاوه‌بر آمیلاز تولید می‌کند. (د) **درست.** جیبرلین سبب رشد دانه و جوانه می‌شود.

هورمون	نوع	محل تولید	نکات، اثر و فعالیت
اکسین‌ها	محرک رشد	جوانهٔ انتهایی نوک ساقه - دانه‌رست‌ها	○ افزایش رشد طولی یاخته ← رشد طولی ساقه ○ سبب خمش نوک ساقه به سمت نور یک‌جانبه می‌شود. ○ ترکیبات مشابه با اثرات مشابه در گیاهان متفاوت دارند. ○ تحریک ریشه‌زایی در قلمه‌ها اگر به نسبت سیتوکینین مقدار بیشتری داشته باشد. ○ رشد تخمدان و ایجاد میوهٔ درشت یا میوهٔ بی‌دانه ○ عامل نارنجی از مشتقات آن است که سبب از بین بردن گیاهان دولپه‌ای می‌شود. ○ چیرگی رأسی می‌دهد و مانع رشد جوانهٔ جانبی و ایجاد شاخه، برگ و گل می‌شود. ○ تولید اتیلن و سیتوکینین را در جوانهٔ جانبی به ترتیب زیاد و کم می‌کند. ○ در قسمت نور ندیده (سایه) تجمع بیشتری دارد و رشد آن منطقه را زیاد می‌کند.
سیتوکینین‌ها (هورمون جوانی)	محرک رشد	دانه‌ها و جوانهٔ جانبی	○ تقسیم یاخته را زیاد می‌کند، سبب رشد گیاه می‌شود. ○ پیر شدن برگ‌ها و ریزش آن‌ها و سایر اندام‌های هوایی را به تأخیر می‌اندازد. ○ افشانه یا اسپری آن‌ها سبب شادابی گل و گیاه می‌شود. ○ نسبت بالای آن به اکسین سبب ساقه‌زایی در قلمه‌ها و دانه‌رست‌ها و محیط کشت‌بافت می‌شود. ○ بدون وجود رأس ساقه، مقدار زیاد آن در جوانهٔ جانبی به ایجاد گیاهان پر شاخ و برگ کمک می‌کند.
جیبرلین‌ها (هورمون رفع مشکل)	محرک رشد	قارچ جیبرلا دانه‌رست گیاهان رویان دانه‌ها	○ رشد طولی ساقه را با افزایش طول یاخته‌ها و همچنین افزایش تقسیم یاخته‌ها انجام می‌دهند. ○ سبب رشد تخمدان و میوه شده و میوهٔ درشت و بی‌دانه ایجاد می‌کند. ○ سبب جوانه‌زنی دانه‌ها می‌شود و ایجاد دانه‌رست را تسریع می‌کند. ○ در رویان دانه‌ها ساخته شده و سبب ایجاد آمیلاز از لایهٔ خارجی آندوسپرم گلوتن‌دار دانه می‌شود.
آبسیزیک‌اسید	بازدارندهٔ رشد	در کتاب عنوان نشده است.	○ سبب مقاومت گیاه در شرایط سخت می‌شود. ○ سبب خفتگی دانه‌ها و جوانه‌ها و بستن روزنه‌های هوایی در شرایط گرم و خشک می‌شود.
اتیلن	بازدارندهٔ رشد	قسمت‌های آسیب‌دیده	رسیدن میوهٔ نارس - ریزش برگ با ایجاد لایهٔ جداکنندهٔ دمبرگ - مؤثر در چیرگی رأسی با زیاد شدن در جوانهٔ جانبی - ریزش میوهٔ رسیده - در آسیب‌های بافتی زیاد می‌شود.

۲۹۴۵ (۳) موارد (ب) و (ج) صحیح هستند. اکسین و جیبرلین از هورمون‌هایی هستند که می‌توانند باعث درشت‌تر شدن میوه‌ها شوند.

بررسی موارد (الف) نادرست. این گزینه تنها در ارتباط با نقش جیبرلین در رویش دانه، درست است. (ب) و (ج) **درست**. اکسین با تحریک رشد یاخته‌ها و جیبرلین با تحریک تقسیم و رشد یاخته‌ها، طول ساقه را افزایش می‌دهند و هر دو مانع بارور شدن تخمک و سبب ایجاد میوهٔ درشت بی‌دانه می‌شوند. (د) نادرست. از اکسین می‌توان به عنوان سموم کشاورزی در از بین بردن گیاهان خودروی مزارع استفاده کرد.

۲۹۴۶ (۲) بخش‌های (۱) تا (۴) به ترتیب نشان‌دهندهٔ لایهٔ گلوتن‌دار، آندوسپرم، رویان و لپه در بذر غلات می‌باشند. بافت آندوسپرم، ذخیرهٔ غذایی رویان به حساب می‌آید و از یاخته‌های پارانشیمی تشکیل شده است. بافت پارانشیم، رایج‌ترین بافت سامانهٔ بافتی زمینه‌ای در گیاهان می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پوستهٔ دانه با جذب آب متورم شده و شکاف برمی‌دارد، نه لایهٔ گلوتن‌دار! **گزینهٔ (۳):** دقت کنید که بعد از **تشکیل رویان، رشد آن برای مدتی متوقف می‌شود**، رویان در شرایط مناسب، رشد خود را از سر می‌گیرد و با انجام تقسیمات متوالی، یاخته‌های سازندهٔ سامانه‌های بافتی را می‌سازد. **گزینهٔ (۴):** لپه در انتقال هورمون جیبرلین ساخته شده توسط رویان به آندوسپرم و لایهٔ گلوتن‌دار نقش دارد، اما آنزیم آمیلاز ساخته شده توسط لایهٔ گلوتن‌دار بدون دخالت لپه، به آندوسپرم منتقل شده و داخل آن به فعالیت می‌پردازد.

۲۹۴۷ (۴) شکل در مورد نقش آبسیزیک‌اسید در باز و بسته کردن روزنه‌های هوایی می‌باشد. که همانند سیتوکینین سبب افزایش طول یاخته نمی‌شوند. آبسیزیک‌اسید سبب کاهش طول یاختهٔ نگهبان شده و سیتوکینین هم سبب افزایش تقسیم در گیاه می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید که جیبرلین اولین‌بار از قارچ پیدا شد (نه دانه‌رست برنج). **گزینهٔ (۲):** قسمت دوم در مورد ایجاد اتیلن از سوخت‌های فسیلی است. آبسیزیک‌اسید در زخم بافتی زیاد نمی‌شود. **گزینهٔ (۳):** هم آبسیزیک‌اسید و هم اکسین روی جوانهٔ جانبی اثر منفی دارند.

۲۹۴۸ (۴) همهٔ موارد نادرست هستند. شکل (الف) گوجه‌فرنگی نارس و (ب) میوهٔ رسیدهٔ آن است.

بررسی موارد (الف) میوهٔ رسیده اتیلن بیشتر تولید می‌کند. (ب) رنگیزهٔ پاداکسندهٔ کاروتنوئیدی در میوهٔ رسیده بیشتر است. (ج) در این تبدیل کلروپلاست با تجزیهٔ سبزینه و تولید کاروتنوئید بیشتر به رنگ‌دیسه (کروپلاست) تبدیل می‌شود. (د) *پروکتابت رو بفون! مدت سه روز بوده!*

۱۷۵ شکل‌نامهٔ اثر اتیلن بر رشد میوه

- اتیلن ابتدا در ریزش برگ کشف شد و سپس در ریزش میوه.
- اتیلن باعث ریزش برگ‌ها و میوه‌ها و رسیده شدن آن‌ها و جلوگیری از رشد جوانهٔ جانبی می‌شود.
- با قرارگیری گوجه‌فرنگی در محیط اتیلن‌دار میوه‌ها زودتر می‌رسند.
- میوهٔ گوجه‌فرنگی سبزرنگ است و کلروپلاست دارد و با رسیدن میوه کلروپلاست از بین رفته و کروموپلاست جایگزین آن می‌شود.
- میوه‌های رسیده اتیلن تولید می‌کنند و باعث رسیدن میوه‌های نارس می‌شوند.
- اتیلن یگ گاز آزاد شده از سوخت‌های فسیلی نیز می‌باشد و باعث ریزش برگ‌ها نیز می‌شود.

«گوجه‌فرنگی‌های هر دو جعبه در یک زمان چیده شده، اما گوجه‌فرنگی‌های سمت راست، سه روز در محیط اتیلن‌دار بوده‌اند»

۲۹۴۹ (۳) در شکل مورد نظر (الف) تا (د) به‌ترتیب دمبرگ، لایهٔ جداکننده، لایهٔ محافظ شاخه و جوانهٔ کناری می‌باشند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. گیاه دمبرگ‌دار دولپه‌ای است و غلاف آوندی کلروپلاست‌دار ندارد. **گزینهٔ (۲):** نادرست. لایهٔ جداکننده سبب فعال شدن آنزیم برای جدایی یاخته‌های قاعدهٔ دمبرگ با از بین رفتن تیغهٔ میانی اتصالی را انجام می‌دهد. **گزینهٔ (۳):** **درست**. در مورد چوب‌پنبه لیپیدی در لایهٔ محافظ صحیح است. **گزینهٔ (۴):** نادرست. سه هورمون مؤثر در چیرگی رأسی، اکسین، اتیلن و سیتوکینین هستند.

۱۷۶ شکل‌نامهٔ لایهٔ زایندهٔ جداگر

- لایهٔ جدا شونده در دمبرگ گیاهی ایجاد می‌شود که در حال ریزش است.
- لایهٔ محافظ در شاخهٔ گیاهی که باقی می‌ماند تشکیل می‌شود و باعث محافظت از شاخه و جوانه می‌شود.
- در مجاورت دمبرگ یک جوانهٔ جانبی دیده می‌شود.
- اکسین و اتیلن مانع از پر شاخ و برگ شدن گیاهان می‌شوند.
- با افزایش اتیلن رسیدگی میوه افزایش یافته و احتمال خورده شدن آن افزایش می‌یابد.
- یاخته‌های پارانشیمی برای اتیلن گیرنده دارند.
- اتیلن همانند جیبرلین در تولید آنزیم‌های تجزیه‌کننده نقش ایفا می‌کند.
- منطقهٔ ریزش برگ در دمبرگ یعنی محل اتصال شاخه با برگ قرار دارد.
- لایهٔ جداکننده همراه با دمبرگ جدا می‌شود.
- با افزایش نسبت اتیلن به اکسین، ریزش برگ و تعداد روزنهٔ هوایی و خروج آب از گیاه کاهش می‌یابد.
- اولین قسمتی از دمبرگ که شروع به جدا شدن می‌کند روپوست و آخرین قسمت دستجات آوندی است.

۲۹۵۰: ۴ شکل (الف) بیانگر روز کوتاه است که برای رشد و گل‌دهی گیاه داوودی مناسب است و شکل (ب) بیانگر روز بلند و مناسب برای گل‌دهی شبدر است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نادرست. در حالت (الف) شبدر رشد دارد ولی گل‌دهی نمی‌کند. **گزینهٔ (۲):** نادرست. پهنک هر برگ دو گیاه داوودی و شبدر دولپه‌ای از نوع پهن می‌باشد و دمبرگ دارند. **گزینهٔ (۳):** نادرست. گوجه‌فرنگی گیاه جالیزی است (نه گل جالیز). **گزینهٔ (۴): درست.** در قسمت (الف) گیاه داوودی و در (ب) گیاه شبدر به تبدیل مریستم رویشی به زایشی می‌پردازد.

۲۹۵۱: ۴ با توجه به شکل که اثر گرانش زمین و پاسخ گیاه را نشان می دهد، نوک ساقه مانند نوک ریشه به آن پاسخ می‌دهد و سبب گرایش منفی نوک ساقه و مثبت نوک ریشه می‌شود و فقط به‌صورت عمودی نور به پهنک برگ انتهایی برخورد می‌کند.

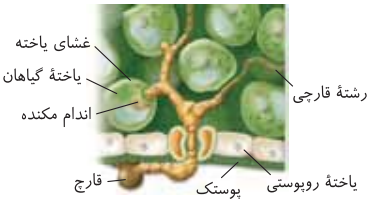
۲۹۵۲: ۳ همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد (الف) شکل در مورد پیچش ساقهٔ **درخت** مو است پس علفی نیست. (ب) در این شکل برگ‌های گیاه حساس تانخورده است، پس آب جذب نکرده است. (ج) گیاه توبره‌واش نیست نوعی گیاه گوشت‌خوار دیگر است توبره‌واش برگ کوزه‌مانند داشت. (د) نادرست. در این حالت، شبدر با جرقهٔ نوری به‌طور مصنوعی گل می‌دهد (نه طبیعی).

۲۹۵۳: ۲ موارد (الف) و (د) صحیح هستند موارد A تا D به‌ترتیب قارچ، پوستک، یاختهٔ روپوستی کنار روزنه و اندامک مکندهٔ قارچ است.

بررسی موارد (الف) **درست.** در قارچ‌ها، پلی‌ساکارید ذخیره‌ای همانند جانوران، گلیکوژن است و از طرفی همانند گیاهان هورمون اسیدی جیبرلین (جیبرلیک‌اسید) ترشح می‌کنند. (ب) نادرست. پوستک یاخته ندارد. (ج) نادرست. کمربند شعاعی مربوط به یاختهٔ نگهبان است نه مجاور آن. (د) **درست.** در مورد اندام مکنده در قارچ همانند گیاهان انگل و گل جالیز صحیح است.

۱۷۷ شکل‌نامهٔ حملهٔ قارچ به گیاه!



- اندام مکندهٔ قارچی (زنگ و گیاهک غلات) که از پوستک عبور نکرده است، به یاخته‌های کلروپلاست‌دار حمله می‌کند.
- گیاهان برای محافظت از خود در برابر عوامل بیگانه ابتدا سدّ فیزیکی را انتخاب می‌کنند تا مانع از ورود عوامل بیگانه به درون ساختار خود شوند.
- خارجی‌ترین سامانهٔ بافتی در گیاهان روپوست است.
- این مورد را در تست‌ها با قارچ ریشه‌ای که برای گیاه مفید بود اشتباه نگیرید.
- در اندام‌های هوایی روپوست دارای پوستک است. پوستک به علت ساختار ویژهٔ خود مانع ورود عوامل بیگانه به درون ساختار خود می‌شود.
- سامانهٔ بافت پوششی بر سطح خارجی برگ‌ها، ساقه‌ها و ریشه‌های جوان گیاه است.
- علاوه‌بر پوستک، دیوارهٔ یاخته‌ای قرار گرفته در یاخته‌های گیاهی نیز مانع ورود عوامل بیگانه به درون ساختار گیاه می‌شود.
- به علت قرار گرفتن ترکیباتی در ساختار دیواره نظیر لیگنین و سیلیس ورود عوامل بیگانه به گیاه از گذشته سخت‌تر می‌شود.
- توجه داشته باشید که وجود این عوامل لزوماً به معنای عدم ورود عوامل بیگانه به گیاه نمی‌شود بلکه وجود منافذ ریز باعث ورود عوامل بیماری‌زا به گیاهان می‌شود.
- قارچ‌ها می‌توانند باعث ورود انشعاباتی از خود از طریق منفذ روزنه به ساختار گیاهان شوند.

۲۹۵۴: ۴ گزینهٔ (۴) را از فصل ۶ یازدهم گرفته‌ایم که گفته بود، گیاهان در پاسخ به زخم، عامل رشدی ایجاد می‌کنند که سبب ایجاد تودهٔ یاخته‌ای محافظ با سرعت تنش بالا می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** حشرات به‌راحتی در این ترکیبات حرکت نمی‌کنند. **گزینهٔ (۲):** در مورد خار درست است نه کرک! **گزینهٔ (۳):** افزایش حجم این ترکیبات دلیل سنگواره‌ای شدن است. (نه فقط وجود آن‌ها!).

۲۹۵۵: ۲ فقط مورد (ج) صحیح است.

بررسی موارد (الف) نادرست. سالیسیلیک اسید فقط یاختهٔ آلوده به ویروس را از بین می‌برد. (ب) نادرست. نتیجهٔ نهایی مرگ یاخته‌ای است. (ج) **درست.** متن کتاب درسی است. (د) نادرست. سازوکار مرگ برنامه‌ریزی‌شده متفاوت از سازوکار مقابله با ویروس است.

پاسخ دفاعی گیاهان

- ورود ویروس به گیاه ← ایجاد فرایندهایی در یاخته ← ترشح موادی مثل سالیسیلیک‌اسید ← مرگ برنامه‌ریزی شدهٔ یاخته‌ها
  تولید ترکیبات ضدویروس ← ایجاد سازوکار دیگر در گیاه ← عدم توانایی ویروس در تکثیر خود ← قطع ارتباط آن‌ها با یاخته‌های سالم
- سالیسیلیک‌اسید که از تنظیم کننده‌های رشد در گیاهان است در مرگ یاخته‌ای نقش دارد. یاختهٔ گیاهی آلوده، این ترکیب را رها و مرگ یاخته‌ای را القا می‌کند.
- سالیسیلیک‌اسید را یاخته‌های آلوده به ویروس نیز می‌سازند (همانند اینترفرون نوع یک!) تا خودکشی کنند و سپس ترکیبات ضدویروس گیاهی را یاخته‌های سالم می‌سازند!
- دقت کنید که مرگ یاخته‌ای گیاه در اثر آنزیم‌های خود گیاه می‌باشد نه آنزیم‌های ویروس!
- آلوده شدن یاخته‌های برگ گیاه به ویروس موجب زرد شدن آن بخش آلوده می‌شود!
- ترکیبات ضدویروس، توسط یاخته‌های سالم ساخته می‌شوند.
- از یک یاختهٔ آسیب‌دیدهٔ گیاه ترکیبات زیر آزاد می‌شود:
  - اتیلن
  - سالیسیلیک‌اسید
  - ترکیب فرار در گیاه تنباکو
  - ترشح موادی در پاسخ به زخم مانند شیرابهٔ خشخاش و انجیر

۲۹۵۶ (۱) اینترفرون نوع (۱) توانایی مقاوم‌سازی یاخته‌های اطراف خود به ویروس را دارد ولی سالیسیلیک‌اسید تنها یاختهٔ بیمار خود را از بین می‌برد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۲):** در این فرایند یاخته به وسیلهٔ آنزیم‌هایی که می‌سازد، باعث مرگ ویروس‌های ورودی به خود نمی‌شود بلکه یاخته‌های خودی آلوده را می‌کشد. **گزینهٔ (۳):** اگر ویروس وارد یاختهٔ آوندی شود چون یاختهٔ زنده نیست نمی‌تواند سالیسیلیک‌اسید ترشح کند. از طرفی کتاب ترشح این ماده را برای یاختهٔ گیاهی آلوده گفته است نه فقط ورود ویروس! **گزینهٔ (۴):** یاختهٔ آلوده سالیسیلیک‌اسید را رها می‌کند تا یاخته‌های سالم آنزیم رها کنند.

۲۹۵۷ (۳) شکل مربوط به حملهٔ مورچه‌ها به نوعی جانور تغذیه کننده از گیاه آکاسیا می‌باشد. گرده‌افشانی آکاسیا وابسته به **زنبورهاست**. زنبورعسل ملکه می‌تواند به تنهایی بکرزایی که نوعی تولیدمثل جنسی است را انجام دهد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** دقت کنید گل آکاسیا از نزدیک شدن زنبورهای گرده‌افشان (حشره) به خود جلوگیری نمی‌کند. **گزینهٔ (۲):** مورچه‌ها علاوه‌بر حشرات می‌توانند به پستانداران کوچک و گیاهان دارزی نیز حمله کنند. **گزینهٔ (۴):** مورچه‌ها به دلیل این که این گیاه محل زندگی و قلمرو آن‌ها را تأمین می‌کند، به جانوران تغذیه کننده از آن حمله می‌کنند.

۲۹۵۸ (۲) گیاه تنباکو در این فرایند، نوعی ترکیب فرار متصاعد می‌کند که زنبور وحشی ماده آن را شناسایی می‌نماید. گیاهان تنباکو، علاوه‌بر این ترکیب فرار، می‌توانند نیکوتین (نوعی ترکیب آلکالوئیدی) هم بسازند که در دور کردن گیاه‌خوران و محافظت از گیاه نقش دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** نوزاد کرمی‌شکل حشره، از برگ گیاه تغذیه می‌نمایند. زنبورهای وحشی هم با تغذیه از این جاندار آن را می‌کشند، بنابراین نوعی رابطهٔ صیادی بین آن‌ها برقرار است. **گزینهٔ (۳):** نوزادان زنبور از نوزاد کرمی‌شکل حشره تغذیه می‌نمایند. دقت کنید که یک نوزاد توانایی تولید گامت را ندارد! **گزینهٔ (۴):** گرده‌افشانی گل قاصد با کمک گیرنده‌های فرابنفش توسط زنبورهای عسل انجام می‌شود نه زنبورهای وحشی!

۲۹۵۹ (۳) برگ گیاه تنباکو است. جانوری که در شکل می‌بینید نوزاد (نابالغ) است و توانایی لقاح ندارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینه‌های (۱) و (۲):** در مورد اثر نیکوتین در سیگار صحیح است. **گزینهٔ (۴):** در مورد جلب توجه زنبور ماده صحیح است.

۲۹۶۰ (۱) فقط مورد (الف) صحیح است چون هورمون‌های اکسین و جیبرلین با افزایش رشد طولی یاخته‌ها، در افزایش طول ساقه نقش دارند.

بررسی موارد (ب) اکسین و جیبرلین را برای تشکیل میوه‌های بدون دانه و درشت‌کردن میوه‌ها به کار می‌برند. اکسین با افزایش رشد طولی یاخته‌ها (نه افزایش تقسیم یاخته‌ای!)، سبب افزایش طول ساقه می‌شوند. (ج) جیبرلین و سیتوکینین سبب تحریک تقسیم یاخته‌ای می‌شوند اما فقط سیتوکینین پیرشدن اندام‌های هوایی گیاه را به تأخیر می‌اندازد. (د) اکسین و اتیلن باعث کاهش رشد جوانه‌های جانبی می‌شوند اما آبسیزیک اسید و اتیلن دو تنظیم کنندهٔ رشد هستند که در فرایندهای متفاوتی مانند مقاومت گیاه در شرایط سخت، رسیدگی میوه‌ها، ریزش برگ و میوه نقش دارند.

ویژگی	تنظیم کنندهٔ رشد
هورمون(هایی) که در رسیدن میوه نقش دارند.	اتیلن
هورمون(هایی) که در درشت کردن میوه نقش دارند.	اکسین‌ها و جیبرلین‌ها
هورمون(هایی) که در رویش میوه نقش دارند.	جیبرلین‌ها
هورمون(هایی) که در ریزش میوه نقش دارند.	اتیلن
هورمون(هایی) که در رویش دانه نقش دارند.	جیبرلین‌ها
هورمون(هایی) که در رشد تخمدان نقش دارند.	اکسین و جیبرلین ← درشت کردن میوه‌ها
هورمون(هایی) که در رشد جوانه نقش دارند.	اکسین‌ها (جوانهٔ انتهایی) و سیتوکینین‌ها (جوانهٔ جانبی)
هورمون(هایی) که در ریزش برگ نقش دارند.	اتیلن
هورمون(هایی) که در تولید میوه بدون دانه نقش دارند.	اکسین‌ها و جیبرلین‌ها
هورمون(هایی) که در ممانعت از رشد جوانهٔ جانبی نقش دارند.	اتیلن، اکسین و آبسیزیک اسید
هورمون(هایی) که در ریشه‌زایی نقش دارند.	اکسین‌ها
هورمون(هایی) که در رشد طولی ساقه نقش دارند.	اکسین‌ها و سیتوکینین‌ها و جیبرلین‌ها
هورمون(هایی) که در جلوگیری از رویش دانه نقش دارند.	آبسیزیک‌اسید

۲۹۶۱ (۴) کودهای آلی، شامل بقایای درحال تجزیهٔ جانداران‌اند. این کودها مواد معدنی را به **آهستگی** آزاد می‌کنند و چون به نیازهای جانداران شباهت بیشتری دارند، استفادهٔ بیش از حد آن‌ها به گیاهان آسیب کمتری می‌زند. از معایب این کودها، احتمال آلودگی به عوامل بیماری‌زاست. سالیسیلیک‌اسید که از تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاهان است، در مرگ یاخته‌ای نقش دارد. یاختهٔ گیاهی آلوده، این ترکیب را رها و مرگ یاخته‌ای را القا می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** گیاهان **بیشتر** نیتروژن مورد استفادهٔ خود را به صورت یون آمونیوم یا نیترات به‌دست می‌آورند (نه فقط). **گزینهٔ (۲):** با توجه به کنکورهای سال‌های اخیر، دیگر تفاوتی بین «بعضی» و «بیشتر» وجود ندارد و این دو بین همه و هیچ قرار دارند. اشکال این گزینه فسفات **آزاد** است چون این سازش گیاهان به دلیل گرفتن فسفاتی است که به ترکیبات معدنی خاک متصل شده‌اند و آزاد نمی‌باشند. **گزینهٔ (۳):** **بیشتر** گیاهان می‌توانند به وسیلهٔ فتوسنتز، بخشی از مواد مورد نیاز خود مانند کربوهیدرات و در پی آن پروتئین و لیپید را تولید کنند؛ اما **همچنان به مواد مغذی مانند آب و مواد معدنی نیاز دارند.** (لازم به دقت است که آب و مواد معدنی را نیز مغذی در نظر بگیرید!)

۲۹۶۲ (۱) فقط مورد (ب) درست است. هورمونی که ترکیبات افزودنی (مصنوعی) آن از نظر رویش دانه اثر مخالف با جیبرلین در دولپه‌ای‌ها را اعمال می‌کند، آبسیزیک‌اسید نمی‌باشد بلکه اکسین است که برای تولید سموم کشاورزی استفاده می‌شود.

بررسی موارد الف) نادرست. اکسین نمی‌تواند سبب ایجاد برگ‌ها و شاخه‌های جدید توسط جوانه‌ها شود، چون مانع رشد جوانهٔ کناری می‌شود. ب) **درست.** اکسین برخلاف آبسیزیک‌اسید در باز شدن روزنه نقش ندارد و نمی‌تواند با تحریک انباشت ساکارز در یاخته های روپوستی سبزینه، سبب بستن روزنه‌های هوایی و کاهش تعرق شود؛ در چنین شرایطی، تعریق افزایش می‌یابد. ج) نادرست. اکسین در تعرق و تعریق نقش ندارد. د) نادرست. از اکسین به منظور ریشه‌زایی در تکثیر رویشی گیاهان با استفاده از قلمه استفاده می‌گردد.

۲۹۶۳ (۳) با قطع جوانهٔ رأسی به‌عنوان منبع اکسین، مقدار سیتوکینین در جوانه‌های جانبی افزایش و مقدار اکسین و اتیلن آن‌ها کاهش می‌یابد، در نتیجه جوانه‌های جانبی رشد می‌کنند و در صورت وجود جوانهٔ رأسی، میزان اکسین در جوانهٔ جانبی افزایش می‌یابد؛ این هورمون موجب افزایش رشد طولی یاخته‌ها می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** در صورت وجود جوانهٔ رأسی، میزان سیتوکینین در جوانهٔ جانبی کاهش می‌یابد؛ هورمون‌های اکسین و جیبرلین (نه سیتوکینین!) در تولید میوه‌های بدون دانه کاربرد دارند. **گزینهٔ (۲):** با حضور جوانهٔ رأسی، مقدار اتیلن و اکسین در جوانه‌های جانبی افزایش و مقدار سیتوکینین آن‌ها کاهش می‌یابد؛ فقط اکسین سبب افزایش رشد طولی یاخته‌ها در ساقه می‌شود. **گزینهٔ (۴):** با قطع جوانهٔ رأسی، مقدار سیتوکینین در جوانه‌های جانبی افزایش و مقدار اکسین آن‌ها کاهش می‌یابد؛ جیبرلین در رویش دانه، نقشی مخالف آبسیزیک‌اسید دارد.

۲۹۶۴ (۲) در مرگ یاخته‌ای، یاخته به وسیلهٔ آنزیم‌های خود گوارش می‌شود. سالیسیلیک‌اسید که از تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاهان است در مرگ یاخته‌ای نقش دارد. یاختهٔ گیاهی آلوده، این ترکیب را رها و مرگ یاخته‌ای را القا می‌کند.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** از یاخته‌های **آسیب دیدهٔ** برگ، ترکیب فراری (آلکالوئید هم می‌تونه باشه) متصاعد می‌شود که نوعی زنبورمادهٔ باردار وحشی (نه زنبور عسل) آن را شناسایی می‌کند. **گزینهٔ (۳):** در کتاب درسی نوشته شده است که زنبور، این مادهٔ فرار را تشخیص می‌دهد و با دنبال کردن آن، به برگ آسیب دیده می‌رسد و روی آن‌ها تخم‌گذاری می‌کند ولی به نوزاد آن حمله نمی‌کند. **گزینهٔ (۴):** این مورد هم صحیح است، چون نوزاد زنبورهای متولد شده به نوزاد حشرهٔ کرمی‌شکل حمله می‌کنند ولی مورد گزینهٔ (۲) زودتر رخ می‌دهد.

۲۹۶۵ (۴) نوعی هورمون گیاهی که کشف آن سرآغازی برای شناسایی سایر تنظیم‌کننده‌های رشد بود، **اکسین** است؛ این هورمون مانع رشد جوانه‌های جانبی می‌شود. هورمون مؤثر در بسته شدن روزنه‌های هوایی، آبسیزیک‌اسید است. از آنجایی که این هورمون، نوعی هورمون بازدارنده است، می‌توان گفت در ممانعت از رشد جوانه‌های جانبی نقش دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** ترکیب شیمیایی اکسین، شناخته شده است. با توجه به اینکه فرمول شیمیایی تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی شناخته شده‌است، این ترکیبات به‌طور مصنوعی ساخته می‌شوند و برای تولید و نگهداری محصولات کشاورزی به‌کار می‌روند. **گزینهٔ (۲):** هورمون ایجادکنندهٔ چیرگی رأسی، اکسین است. اکسین در کشت بافت، موجب ریشه‌زایی می‌شود. در ضمن اکسین برخلاف اکسین که معنی ندارد! **گزینهٔ (۳):** هورمون مؤثر در ریزش برگ‌ها، اتیلن است. اکسین موجب رشد طولی (نه تقسیم یاخته‌ای!) یاخته‌های ساقه می‌شود.

۲۹۶۶ (۲) گیاهان در دفاع شیمیایی، ترکیباتی تولید می‌کنند که سبب مرگ یا بیماری گیاه‌خواران می‌شوند. ترکیبات سیانیددار از این گروه‌اند که در تعدادی از گونه‌های گیاهی ساخته می‌شوند. سیانید تنفس یاخته‌ای را متوقف می‌کند. آلکالوئیدها در دور کردن گیاه‌خواران نقش دارند. نیکوتین که از آلکالوئیدهاست، چنین نقشی در گیاه تنباکو دارد. اگر ترکیباتی که گیاه می‌سازد، جانور را نکشد، آن را مسموم می‌کند و جانور از خوردن دوبارهٔ آن پرهیز می‌کند. جالب است که چنین ترکیباتی برای خود گیاه مرگبار نیستند. مشخص شده است که گیاهان سازوکارهای متفاوتی برای جلوگیری از اثر این مواد بر فرایندهای یاخته‌ای خود دارند. یکی از این سازوکارها، تولید ترکیباتی است که در خود گیاه سمی نیستند؛ بلکه در لولهٔ گوارش جانوران تجزیه و به مادهٔ سمی تبدیل می‌شوند، مثلاً گیاه ترکیب سیانیددار می‌سازد که تأثیری بر تنفس یاخته‌ای ندارد؛ اما وقتی جانور گیاه را می‌خورد، این ترکیب تجزیه و سیانید که سمی است از آن جدا می‌شود.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پوستک به‌طور کامل مانع نفوذ عوامل بیماری‌زا به گیاه نمی‌شود چون مثلاً روی منفذ روزنهٔ هوایی را نمی‌گیرد و از آنجا حتی قارچ می‌تواند وارد شود. **گزینهٔ (۳):** در مرگ یاخته‌ای، یاخته به وسیلهٔ آنزیم‌های **خود** گوارش می‌شود (نه یاختهٔ مجاور خود!). **گزینهٔ (۴):** سالیسیلیک‌اسید، مربوط به مرگ یاخته‌ای و مقاومتی به یاخته‌های سالم دیگر نمی‌دهد.

۲۹۶۷ (۳) تنظیم‌کنندهٔ رشدی که افزایش نسبت عامل رسیدگی میوه‌ها (یعنی اتیلن) به آن سبب تولید آنزیم‌های تجزیه کنندهٔ دیوارهٔ یاخته‌ای در برگ می گردد، **اکسین** است. اکسین برخلاف سیتوکینین که موجب ایجاد ساقه از یاخته‌های تمایزنیافته با تقسیم آن‌ها در کشت‌بافت می‌شود، سبب رشد **طولی** یاخته‌ها می‌گردد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** آبسیزیک‌اسید، نوعی مهارکننده است و رویش دانه در شرایط نامساعد را مهار می‌کند. هم آبسیزیک‌اسید هم اتیلن و هم اکسین نیز مانع رشد جوانه‌های جانبی می‌شوند. **گزینهٔ (۲):** جیبرلین، تحریک کنندهٔ رویش بذر غلات است و همانند اکسین سبب رشد ساقه می‌شود. این عبارت از دو نظر نادرست است یکی اینکه اکسین گیاه سبب آسیب نمی‌شود بلکه ترکیبات مصنوعی اکسین‌دار باعث مرگ دولپه‌ای‌های خودرو می‌شوند یکی دیگر اینکه جیبرلین مترشحه از قارچ جیبرلا نیز باعث آسیب در گیاه برنج شد. **گزینهٔ (۴):** اتیلن، هورمون اصلی مؤثر در ریزش برگ‌هاست. اکسین در جوانهٔ رأسی و اتیلن در جوانهٔ جانبی تولید می‌شود.

۲۹۶۸ (۴) هورمون‌های اکسین و اتیلن در رخ دادن پدیدهٔ چیرگی رأسی مؤثرند که هیچ‌کدام از این دو برخلاف سیتوکینین، در افزایش مدت نگهداری گیاهان نقشی ندارند بلکه اکسین میوه‌ها را درشت‌تر می‌کند و اتیلن که باعث رسیده شدن میوه‌های نارس می‌شود، در کاهش مدت نگهداری گیاهان نقش دارد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** اکسین که باعث تحریک رشد طولی ساقه می‌شود، مانند اتیلن که نوعی بازدارندهٔ رشد است، در جلوگیری از رشد جوانه‌های جانبی نقش دارد. **گزینهٔ (۲):** هورمون‌های اکسین و جیبرلین در تولید میوه‌های بدون دانه کاربرد دارند و هر دو در تولید ریشه نیز نقش دارند؛ هورمون آبسیزیک‌اسید نیز با اثر مهاری خود بر رویش غلات، مؤثرند! **گزینهٔ (۳):** اکسین و **سیتوکینین** در تمایز تودهٔ یاخته‌های تمایزنیافته مؤثرند؛ در حالی که اکسین و **جیبرلین** در رشد طولی یاخته‌ها نقش دارند.

۲۹۶۹ (۱) موارد (ب)، (ج) و (د) صحیح می‌باشند.

بررسی موارد (الف) نادرست. هورمونی که مدت نگهداری میوه‌ها را کاهش می‌دهد، **اتیلن** است که نوعی هورمون **بازدارنده** می‌باشد و اثر مهاری روی رشد گیاه دارد؛ اما هورمون تمایزدهندهٔ کال به ساقه، **سیتوکینین** است که نوعی هورمون **محرک** رشد است و اثر تحریکی روی رشد گیاه دارد. (ب) **درست**. سیتوکینین، هورمون **جوانی** نام دارد که نوعی هورمون محرک رشد است و اثر تحریکی بر تعداد شاخه و برگ گیاه دارد؛ اما اتیلن عامل ریزش برگ، بر تعداد شاخ و برگ گیاه است که نوعی هورمون بازدارنده می‌باشد و اثر مهاری بر تعداد شاخ و برگ گیاه دارد. (ج) **درست**. هورمونی که سبب بسته شدن روزنه‌ها می‌شود، **آبسیزیک‌اسید** است که نوعی هورمون بازدارنده می‌باشد و اثر مهاری روی رویش دانه دارد؛ اما جیبرلین تحریک‌کنندهٔ رشد **طولی** و **تقسیم** یاخته است که نوعی هورمون محرک رشد است و اثر تحریکی روی رویش دانه دارد. (د) **درست**. جیبرلین حاصل تلاش دانشمندان ژاپنی در بررسی نوعی بیماری **قارچی** است که نوعی هورمون محرک رشد است و باعث افزایش طول یاخته می‌شود؛ اکسین نیز عامل ریشه‌زایی **قلمه** است و نوعی هورمون محرک رشد است که باعث افزایش طول یاخته می‌شود.

میوه و هورمون‌ها
- اکسین موجب تشکیل میوهٔ بدون دانه و درشت کردن میوه‌ها
- جیبرلین موجب تشکیل میوهٔ بدون دانه و درشت کردن میوه‌ها
- آبسیزیک‌اسید موجب جلوگیری از تشکیل مریستم زایشی و مهار تشکیل گل و میوه
- اتیلن موجب افزایش رسیدگی میوه‌ها و رسیدگی میوه
- سالیسیلیک‌اسید موجب القای مرگ یاخته‌ای در میوه

۲۹۷۰ (۴) هورمونی که از نظر تأثیر بر تولید میوه‌های بدون دانه همانند جیبرلین عمل می‌کند، **اکسین** است که بعد از قطع جوانهٔ رأسی، مقدارش در جوانهٔ جانبی **کاهش** می‌یابد. هورمونی که باعث ساقه‌زایی می‌شود، **سیتوکینین** است. با قطع جوانهٔ رأسی مقدار سیتوکینین در جوانه‌های جانبی **افزایش** می‌یابد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: هورمونی که از نظر تأثیر بر جوانه‌زنی دانه‌ها مخالف جیبرلین‌ها عمل می‌کند، **آبسیزیک‌اسید** است. هورمونی که سبب تسریع و افزایش رسیدگی میوه‌ها می‌شود، **اتیلن** است. آبسیزیک‌اسید و اتیلن دو تنظیم‌کنندهٔ رشد از نوع بازدارنده هستند که در فرایندهای متفاوتی مانند مقاومت گیاه در شرایط سخت، رسیدگی میوه‌ها، ریزش برگ و میوه نقش دارند. **گزینهٔ (۲)**: هورمونی که از نظر تأثیر بر افزایش طول ساقه همانند جیبرلین و سیتوکینین عمل می‌کند، **اکسین** است. هورمونی که باعث ایجاد لایهٔ جداکنندهٔ برگ می‌شود، **اتیلن** است. مقدار نسبت این دو هورمون در ریزش برگ نقش ایفا می‌کنند. **گزینهٔ (۳)**: هورمونی که از نظر تأثیر بر مدت نگهداری برگ‌ها و میوه‌ها مخالف اتیلن عمل می‌کند، **سیتوکینین** است که باعث تحریک رشد جوانه‌های جانبی می‌شود. هورمونی که سبب ریشه‌زایی می‌شود، **اکسین** است که باعث مهار رشد جوانه‌های جانبی می‌شود؛ بنابراین هر دو هورمون، رشد جوانه‌های جانبی گیاه را **تحت تأثیر** قرار می‌دهند (در حقیقت یکی با کم کردن و یکی با زیاد کردن این کار را می‌کنند.).

۲۹۷۱ (۱) موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست‌اند.

بررسی موارد (الف) **نادرست**. کیسه‌های گرده در بساک تشکیل می‌شوند و یاخته‌های دولاد دارند. ازتقسیم کاستمان این یاخته‌ها، چهار یاختهٔ تک‌لاد ایجاد می‌شود که در واقع گرده‌های **نارس‌اند**. هر یک از این یاخته‌ها در همان کیسهٔ گرده، با انجام‌دادن تقسیم رشتمان و تغییراتی در دیواره به دانهٔ گردهٔ رسیده تبدیل می‌شوند و سپس گرده‌های رسیده گرده‌افشانی می‌شوند (نه نارس‌ها). (ب) درست. وقتی **گل**‌های آکاسیا باز می‌شوند، نوعی ترکیب شیمیایی تولید و منتشر می‌کنند که با فراری دادن مورچه‌ها مانع حملهٔ آن‌ها به زنبورهای گرده‌افشان و سایر جاندارانی می‌شوند که به سوی این گیاهان می‌آیند. در حقیقت مورچه را از قلمرو خود دور می‌کند. (ج) **نادرست**. هر دانهٔ گردهٔ رسیده، یک یاختهٔ رویشی و یک یاختهٔ زایشی دارد. (د) **نادرست**. در هنگام گرده‌افشانی، مورچه‌ها از درخت آکاسیا دور می‌شوند و زنبورهای گرده‌افشان با دیدن باز شدن گل‌ها و علائم فرابنفش به سوی آن‌ها می‌آیند.

۲۹۷۲ (۲) فقط مورد (ج) درست است. هورمون گیاهی که هم موجب افزایش رشد طولی و هم تکثیر یاخته‌های ساقه می‌شود، **جیبرلین** است.

بررسی موارد (الف) نادرست. جیبرلین برخلاف جیبرلین بی‌معنی است. (ب) نادرست. اکسین، اتیلن و آبسیزیک‌اسید (در شرایط خاص) از رشد جوانه‌های جانبی ممانعت می‌کنند (نه جیبرلین).

نکته
آبسیزیک‌اسید به‌طور کلی مانع رشد جوانه‌ها می‌شود ولی در چیرگی رأسی نقش ندارد. دو هورمون اکسین و اتیلن طی فرایند چیرگی رأسی در مهار جوانهٔ کناری مؤثرند.

(ج) **درست**. هورمون‌های اکسین و جیبرلین در تولید میوه‌های بدون دانه کاربرد دارند، پس مانع ایجاد لولهٔ گرده، لقاح و ایجاد دانه می‌شوند. (د) نادرست. فقط اتیلن در رسیدن میوه های نارس نقش دارد.

۲۹۷۳ (۳) موارد (الف) و (د) نادرست‌اند.

بررسی موارد (الف) **نادرست**. رویان غلات در هنگام رویش دانه، مقدار فراوانی جیبرلین می‌سازد. این هورمون بر **خارجی‌ترین** لایهٔ درون‌دانه ($3n$) (لایهٔ گلوتن‌دار) اثر می‌گذارد و سبب تولید و رها شدن آنزیم‌های گوارشی در دانه می‌شود. درون‌دانه از تکثیر یاخته‌های تخم ضمیمه به وجود می‌آید و ربطی به یاختهٔ کوچک و بزرگ حاصل از میتوز تخم اصلی ندارد. (ب) درست. رویان برای رشد خود باید قند و آمینو اسید مصرف کند که این مواد را توسط لپهٔ باریک خود از آندوسپرم قطور به‌دست می‌آورند. (ج) درست. خارجی‌ترین یاخته‌های آندوسپرم، دارای مقدار زیادی گلوتن هستند. این یاخته‌ها عدد کروموزومی $3n$ و یاخته‌های رویان عدد کروموزومی $2n$ دارند. (د) **نادرست**. پوستهٔ دانه، ژنوتیپ $2n$ از والد ماده را دارد. یاخته‌های رویان، جیبرلین ترشح می‌کنند ولی ژنوتیپ $2n$ این یاخته‌ها ممکن است با ژنوتیپ والد ماده یکسان باشد یا نباشد، چون در ایجاد آن‌ها، ژن‌های اسپرم هم مؤثر می‌باشند.

۲۹۷۴ (۱) موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست‌اند.

بررسی موارد (الف)، (ب) و (ج) از یاخته‌های **آسیب دیدهٔ** برگ، ترکیب فراری (نوعی فرومون) متصاعد می‌شود (نادرستی مورد (الف)) که نوعی زنبور مادهٔ وحشی آن را شناسایی می‌کند. زنبور ماده‌ای که در آن اطراف زندگی می‌کند، با ردیابی این مواد، خود را به نوزاد کرمی‌شکل می‌رساند و روی آن تخم می‌گذارد (درستی مورد (ب)). نوزادان زنبور بعد از خروج از تخم از نوزاد کرمی‌شکل تغذیه می‌کنند و در نتیجه آن را می‌کشند. نتیجهٔ این رویداد، کاهش جمعیت حشرهٔ آفت است. مورد (ج) هم نادرست است چون فرومون در افراد یک گونه اثر می‌گذارد نه اینکه از گیاه روی حشره اثر کند. (د) دقت کنید که این ترکیب فرار، شاید خاصیت آلکالوئیدی داشته باشد و برخی گیاه‌خواران را دور کند ولی برای زنبور ماده مؤثر نیست و اتفاقاً سبب جلب توجه آن به کمک بویایی می‌شود ولی خودش سبب مرگ جانوری نمی‌شود.

۲۹۷۵ ۴) همهٔ موارد نادرست هستند.

بررسی موارد الف) گیاهان حشره‌خوار، فتوسنتزکننده‌اند، ولی در مناطقی زندگی می‌کنند که از نظر نیتروژن فقیرند. در این گیاهان **برخی برگ‌ها** (نه گل‌ها!) برای شکار و گوارش جانوران کوچک مانند حشرات، تغییر کرده‌اند. گیاه توبره‌واش که از گیاهان حشره‌خوار است در تالاب‌های شمال کشور می‌روید. ب) **ضربه زدن به برگ** (نه گل!) گیاه حساس، باعث تا شدن برگ می‌شود. این پاسخ به علت تغییر فشار تورژسانس در یاخته‌هایی رخ می‌دهد که در قاعدهٔ برگ قرار دارند. ج) برگ تله‌مانند گیاه گوشت‌خوار **کرک‌هایی** دارد (یعنی یاخته‌های سامانهٔ پوششی نه زمینه‌ای!) 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. د) ساقهٔ درخت مو در تماس با درختی دیگر و یا پایه، به دور آن می‌پیچد. پیچش به علت تفاوت رشد ساقه در بخش قرار گرفته روی تکیه‌گاه و سمت مقابل آن ایجاد می‌شود؛ به‌طوری که رشد یاخته‌ها در محل تماس **کاهش** می‌یابد.

۲۹۷۶ ۱) موارد (الف)، (ب) و (ج) نادرست‌اند.

بررسی موارد الف) **نادرست**. گیاهان ترکیباتی تولید می‌کنند که سبب مرگ یا بیماری گیاه‌خواران می‌شوند. ترکیبات سیانیددار از این گروه‌اند که در تعدادی از گونه‌های گیاهی (دارای خزانهٔ ژنی متفاوت) ساخته می‌شوند. سیانید تنفس یاخته‌ای را متوقف می‌کند. ب) **نادرست**. سالیسیلیک‌اسید با راه‌اندازی فرایندهایی سبب مرگ برنامه‌ریزی شدهٔ مشخص می‌شود (بافت مردگی). ج) **نادرست**. سالیسیلیک‌اسید که از تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاهان است، در مرگ یاخته‌ای نقش دارد. یاختهٔ گیاهی آلوده، این ترکیب را رها و مرگ یاخته‌ای را القا می‌کند. د) درست. بعضی گیاهان با تولید موادی که برای گیاهان دیگر سمی‌اند، از رویش دانه یا رشد گیاهان دیگر در اطراف خود جلوگیری می‌کنند (به فعالیت‌ها توجه کنید).

۲۹۷۷ ۲) فقط مورد (ج) نادرست است.

بررسی موارد الف) درست. نوعی تنظیم‌کنندهٔ رشد گیاهی که پس از هرس کردن جوانهٔ انتهایی، رشد جوانه‌های جانبی را تحریک می‌کند، **سیتوکینین** است؛ این هورمون در کشت‌بافت، سبب تشکیل ساقه از یاخته‌های تمایز نیافته می‌شود. ب) درست. نوعی تنظیم کنندهٔ رشد گیاهی که از رشد جوانهٔ جانبی جلوگیری می‌کند، اکسین، سیتوکینین و اتیلن هستند؛ در بین آن‌ها اکسین سبب تولید میوه‌های بدون دانه می‌شود. ج) **نادرست**. اکسین، تولید ریشه در کال را تحریک می‌کند؛ اما جیبرلین سبب تولید آمیلاز از لایهٔ گلوتن‌دار آندوسپرم می‌شود. د) درست. آبسیزیک‌اسید، تعادل آب را در گیاهان تحت تنش خشکی تنظیم می‌کند؛ این هورمون سبب بسته شدن روزنه‌های هوایی گیاه می‌شود.

۲۹۷۸ ۴) موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست‌اند. بالابودن نسبت هورمون اکسین به هورمون سیتوکینین در کشت بافت، سبب ریشه‌زایی کال می‌شود. از طرفی بالا بودن اکسین در جوانهٔ کناری مانع تولید شاخ و برگ شده و نسبت اکسین به اتیلن هم در تولید لایهٔ زایندهٔ جداگر دمبرگ نقش دارد.

بررسی موارد الف) **نادرست**. منظور قسمت اول هورمون جیبرلین است و قسمت دوم مصرف سیتوکینین است ولی ریشه‌زایی در کال توسط اکسین صورت می‌گیرد. ب) درست. اکسین در نورگرایی و سیتوکینین در تازه نگه داشتن گل‌ها نقش دارد. ج) **نادرست**. افزایش اتیلن در ریزش برگ نقش دارد، ولی در ریشه‌زایی مؤثر نیست. سیتوکینین سبب تحریک تقسیم یاخته‌ای **نمی‌شود**. د) **نادرست**. آبسیزیک‌اسید در بسته شدن روزنه‌های هوایی مؤثر است؛ هورمون‌های اکسین و جیبرلین در تولید میوه‌های بدون دانه کاربرد دارند.

۲۹۷۹ ۴) موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست‌اند.

بررسی موارد الف) **نادرست**. ضربه‌زدن به برگ گیاه **حساس** (نه توبره واش)، باعث تا شدن برگ می‌شود. این پاسخ به علت تغییر فشار تورژسانس در یاخته‌هایی رخ می‌دهد که در قاعدهٔ برگ قرار دارند (گیاه توبره واش برگ تاخورده ندارد بلکه به‌صورت کوزه‌مانند بسته می‌شود.). ب) **نادرست**. از یاخته‌های **آسیب دیدهٔ** برگ، ترکیب سالیسیلیک‌اسید آزاد می‌شود تا سبب مرگ آن یاخته شود. ج) درست. برگ تله‌مانند گیاه گوشت‌خوار کرک‌هایی (جزء روپوست) 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. د) **نادرست**. رشد پیچشی برگ درخت مو، نتیجهٔ رشد نابرابر یاخته های دو سمت **ساقه** (نه پهنک!) است.

۲۹۸۰ ۲) فقط مورد (الف) صحیح است. سؤالات مقایسه‌ای میان هورمون‌ها اهمیت زیادی دارند مثل سؤالات بیان شده در کنکور ۹۸. صورت سؤال به ترتیب در رابطه با اکسین و سیتوکینین می‌باشد.

بررسی موارد الف) **درست**. به‌ترتیب نقش اکسین و سیتوکینین است. ب) نادرست. اکسین در مزارع گندمیان برای از بین بردن گیاهان خودروی دولپه‌ای به کار می‌رود. جیبرلین باعث تجزیهٔ ذخایر رویان غلات می‌شود. ج) نادرست. ایجاد ساقه در کشت بافت بر عهدهٔ سیتوکینین می‌باشد قسمت دوم در مورد جیبرلین است. د) نادرست. قسمت دوم در مورد تولید جیبرلین توسط قارچ است.

۲۹۸۱ ۴) دفاع در گیاهان در کنکور سال‌های متفاوت بیان شده است مثل سؤال بیان شده در کنکور ۹۸.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: آلکالوئیدها باعث دور شدن گیاه‌خواران می‌شوند (نه مرگ آن‌ها.) **گزینهٔ (۲)**: درخت آکاسیا ماده‌ای شیمیایی در هوا پخش می‌کند که با دور کردن مورچه‌ها، سبب افزایش گرده‌افشان‌ها می‌شود. **گزینهٔ (۳)**: یاخته‌های آلوده سالیسیلیک‌اسید را تولید و رها می‌کنند. **گزینهٔ (۴)**: رابطهٔ بین زنبور وحشی و تنباکو باعث کاهش جمعیت نوعی حشرهٔ آفت می‌شود، چون نوزاد زنبورها، سبب از بین رفتن نوزاد حشرهٔ کرمی‌شکل می‌شود.

۲۹۸۲ ۱) سؤالات مقایسه‌ای بین هورمون‌ها و وظایف این هورمون‌ها در کنکور سال ۹۸ بیان شده است و تسلط بر آن بسیار پراهمیت می‌باشد. صورت سؤال به ترتیب دربارهٔ اتیلن و سیتوکینین است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱)**: با افزایش نسبت اتیلن به اکسین، برگ از شاخه جدا می‌شود. هورمون سیتوکینین باعث شادابی و جوانی گیاه می‌شود. **گزینهٔ (۲)**: سیتوکینین باعث تقسیم یاخته‌ای می‌شود نه افزایش طول یاخته‌ها. **گزینهٔ (۳)**: هورمون جیبرلین بر لایهٔ گلوتن‌دار آندوسپرم اثر می‌گذارد. **گزینهٔ (۴)**: هورمون آبسیزیک‌اسید در تنش خشکی تولید می‌شود نه اتیلن.

۲۹۸۳ ۴) فقط مورد (ب) صحیح است. انواع دفاع در جانوران دارای اهمیت بسیاری می‌باشد و در کنکور سال ۱۴۰۰ نیز مورد سؤال واقع شده است.

بررسی موارد الف) نادرست. سالیسیلیک‌اسید از یاختهٔ آلوده رها می‌شود. ب) **درست**. اتیلن از سوخت‌های فسیلی رها می‌شود و در ریزش برگ و میوه اثر دارد. ج) نادرست. هورمون آبسیزیک‌اسید که در تنش خشکی تولید می‌شود در رسیدن میوه نقشی ندارد. د) نادرست. افزایش اتیلن در جوانهٔ جانبی مانع از رشد آن می‌شود ولی هورمون آبسیزیک‌اسید در پاسخ به شرایط نامناسب رشد گیاه را کاهش می‌دهد.

۲۹۸۴ (۳) اشتراکات و تفاوت‌های بین تنظیم‌کننده‌های رشد طبق بررسی‌های انجام شده در کنکور بیان می‌شود مثل سؤالاتی در کنکور سراسری ۱۴۰۱.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هورمون اکسین و جیبرلین باعث افزایش طول یاخته می‌شوند ولی فقط اکسین باعث ریشه‌زایی می‌شود. **گزینهٔ (۲):** هورمون اکسین و اتیلن مانع رشد جوانهٔ جانبی می‌شوند ولی اتیلن نوعی بازدارندهٔ رشد محسوب می‌شود. **گزینهٔ (۳):** هورمون‌های جیبرلین و اکسین در درشت کردن میوه‌ها تأثیر دارند و باعث افزایش طول یاخته‌ها نیز می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** هورمون‌های اکسین، اتیلن و سیتوکینین در ایجاد شاخ و برگ جدید نقش دارند اما فقط سیتوکینین باعث شادابی گیاه می‌شود.

۳۱۴ اثر تنظیم‌کننده‌های رشدی

تنظیم‌کننده‌های رشد	
اکسین	(۱) افزایش طول یاخته‌ها (۲) نورگرایی (۳) ریشه‌زایی (۴) تولید میوهٔ بی‌دانه و درشت کردن میوه‌ها (۵) رشد ساقه‌ها (۶) چیرگی رأسی
سیتوکینین	(۱) ساقه‌زایی (۲) تقسیم یاخته‌ای (۳) هورمون جوانی جلوگیری از پیری (۴) شاداب نگه‌داشتن گل‌ها (۵) رشد جوانهٔ جانبی
جیبرلین	(۱) افزایش طول ساقه (۲) رشد طولی یاخته و تقسیم یاخته (۳) رشد میوه و رویش دانه (۴) تولید میوهٔ بدون دانه و درشت کردن میوه (۵) اثر به لایهٔ گلوتن‌دار آندوسپرم
آبسیزیک‌اسید	(۱) مقابله با شرایط نامناسب (۲) بستن روزنه‌ها (۳) مانع رویش دانه (۴) رشد جوانه‌ها
اتیلن	(۱) رسیدن میوه‌ها (۲) ریزش برگ و میوه (۳) از سوخت فسیلی آزاد می‌شود (۴) چیرگی رأسی
سالیسیلیک‌اسید	مرگ یاخته‌ای

۲۹۸۵ (۳) تنظیم‌کننده‌های رشد در سال‌های ۹۸، ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ تکرار شده‌اند. صورت سؤال درباره هورمون‌های اکسین و جیبرلین می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** هورمون اکسین نمی‌تواند باعث تقسیم یاخته‌ای بشود و فقط طول یاخته‌ای را افزایش می‌دهد. **گزینهٔ (۲):** هورمون جیبرلین در چیرگی رأسی و رشد جوانهٔ جانبی تأثیری ندارد. **گزینهٔ (۳):** این دو هورمون محرک‌های رشد هستند که باعث افزایش طول ساقه می‌شوند. **گزینهٔ (۴):** هورمون اکسین و سیتوکینین در کشت بافت، برای تمایز ریشه و ساقه از کال استفاده می‌شوند.

۳۱۵ تولید میوهٔ بی‌دانه

اکسین	جیبرلین
اکسین با افزایش رشد طولی یاخته‌ها سبب افزایش طول یاخته‌ها و سبب افزایش طول ساقه می‌شود. اکسین ریشه‌زایی را تحریک می‌کند؛ بنابراین برای تکثیر رویشی گیاهان با استفاده از قلمه به کار می‌رود. اکسین‌ها را برای تشکیل میوه‌های بدون دانه و درشت کردن میوه‌ها نیز به کار می‌برند.	این تنظیم‌کننده‌های رشد در افزایش طول ساقه از طریق تحریک رشد طولی یاخته و تقسیم آن، رشد میوه و رویش دانه‌ها نقش دارند؛ این هورمون گیاهی را برای تولید میوه‌ها به کار می‌برند. **جیبرلین و رویش بذر غلات:** رویان غلات در هنگام رویش دانه مقدار فراوانی جیبرلین می‌سازند.

۲۹۸۶ (۴) دانستن نقش بازدارندگی بعضی تنظیم‌کننده‌های محرک رشد و همچنین تسلط بر هورمون‌های محرک و بازدارندهٔ رشد اهمیت فراوانی دارد و در سال‌های ۹۸، ۹۹ و ۱۴۰۰ بیان شده است.

بررسی موارد (الف) آبسیزیک‌اسید در بسته شدن روزنه‌ها و مقابله با تنش خشکی مؤثر می‌باشد. (ب) اتیلن که از بافت‌های آسیب‌دیده رها می‌شود باعث جلوگیری از رشد جوانه‌های جانبی می‌شود. (ج) اتیلن که باعث جدا شدن برگ از شاخه می‌شود باعث توقف رشد جوانه‌های جانبی نیز می‌شود. (د) هورمون سالیسیلیک‌اسید از یاخته‌های آلوده رها می‌شود. تنظیم‌کننده‌هایی که اثر بازدارندگی دارند عبارتند از: آبسیزیک‌اسید، اتیلن، سالیسیلیک‌اسید و اکسین.

۲۹۸۷ (۳) سؤالات مربوط به انواع گل‌ها در کنکور ۱۴۰۰ بیان شده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** برای هر گیاهی که در روزهای کوتاه گل می‌دهد، طول شب از حدی کمتر نباید باشد. **گزینهٔ (۲):** در سرمای شدید روی جوانه‌های بعضی از گیاهان با برگ‌های پولک‌مانندی حفظ می‌شود و ربطی به قسمت اول عبارت ندارد. **گزینهٔ (۳):** در همهٔ گیاهان گل‌دار از جمله گیاهان بی‌تفاوت، مریستم رویشی در جوانهٔ آن به مریستم زایشی تبدیل می‌شود. **گزینهٔ (۴):** در دورهٔ سرما برگ‌های بعضی از گیاهان می‌ریزند. (به جدول شمارهٔ ۳۰۱ مراجعه کنید.)

۲۹۸۸ (۴) سؤالات مرتبط با دفاع گیاهان در برابر عوامل مختلف درسال‌های متوالی ۹۸ و ۹۹ بیان شده است.

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** پوستک **مانع از ورود** عوامل بیماری‌زا می‌شود ولی ممکن است عواملی از منافذ و روزنه‌ها وارد شوند. **گزینهٔ (۲):** برگ‌های کرک‌دار حرکت حشره را **کند** یا غیرممکن می‌سازند. **گزینهٔ (۳):** ترکیبات ترشح‌شده از گیاهان اگر خیلی زیاد باشند، حشرات را به دام می‌اندازند. **گزینهٔ (۴):** در مرگ یاخته‌ای، یاخته به وسیلهٔ آنزیم‌های گوارشی خود تغذیه می‌شود.

۲۹۸۹ (۴) فقط مورد (الف) صحیح است. مراحل آزمایش‌ها و فرایندهای آن در سال ۹۸ و ۱۴۰۱ بیان شده است از این‌رو باید آزمایش‌های کتاب درسی را بلد باشید.

بررسی موارد (الف) **درست.** این آزمایش با دانه‌رست چمن انجام شد و گیاه در نور همه‌جانبه به‌طور مستقیم رشد کرد. (ب) نادرست. آن‌ها از نوعی پوشش شفاف و مات استفاده کردند برخلاف محققان دیگر که از آگار استفاده کردند. (ج) نادرست. در سمتی که دور از نور بود رشد بیشتری اتفاق افتاده بود. (د) نادرست. هورمون اکسین که در نورگرایی نقش داشت در ریشه‌زایی هم نقش داشت.

۲۹۹۰ (۲) جیبرلین در رویش دانه و اتیلن و آبسیزیک در عدم رویش دانه نقش دارند. تولید آمیلاز در دانهٔ غلات تنها وظیفهٔ جیبرلین است؛ نه بازدارنده‌ها!

بررسی گزینه‌ها **گزینهٔ (۱):** جیبرلین و سیتوکینین در تحریک تقسیم یاخته‌ای نقش دارند، در حالی که نورگرایی عموماً با فعالیت اکسین رخ می‌دهد. **گزینهٔ (۳):** نسبت زیاد اکسین به سیتوکینین در تحریک ریشه‌زایی نقش دارد. سیتوکینین منجر به رشد جوانهٔ جانبی و اکسین منجر به عدم رشد این جوانه‌ها می‌شود. **گزینهٔ (۴):** افزایش نسبت اتیلن به اکسین منجر به تولید آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ دیواره در برگ می‌شود. هر دوی این هورمون‌ها در چیرگی رأسی نقش دارند.