



درسنامه درختی زیست‌شناسی دوازدهم



مولکول‌های اطلاعاتی

گرفیت

آزمایشات

- اطلاعات اولیه در مورد مادهٔ وراثتی از فعالیت‌ها و آزمایشات این باکتری‌شناس انگلیسی به دست آمد.
- در پی ساخت واکسنی برای آنفلوانزا بود که در آن زمان فکر می‌کرد عامل آن نوعی باکتری به نام استریتوکوکوس نومونیا است.
- روی باکتری استریتوکوکوس نومونیا (*عامل سینه‌پهلو*) در موش‌ها کار می‌کرد که خود دو نوع داشت: پوشینه‌دار و فاقد پوشینه نوع پوشینه‌دار، در موش بیماری‌زا بود ولی نوع فاقد پوشینه بیماری ایجاد نمی‌کرد. ← قطر این باکتری بیشتر از ۲۰۰ نانومتر می‌باشد.
- آزمایش اول ← تزریق باکتری‌های زندهٔ پوشینه‌دار به موش
- نتیجه ← موش مُرد و در خون و شش‌های آن باکتری‌های **پوشینه‌دار زنده** مشاهده شد.
- آزمایش دوم ← تزریق باکتری‌های زندهٔ فاقد پوشینه به موش
- نتیجه ← موش زنده ماند و در خون و شش‌های موش، باکتری زنده یافت نشد.
- نتیجه‌گیری بعد از دو آزمایش اول و دوم ← پوشینه عامل بیماری در موش‌ها می‌باشد.
- آزمایش سوم ← تزریق باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده با گرما به موش‌ها
- نتیجه ← موش زنده ماند ← در خون و شش موش، هیچ باکتری نبود ← پوشینه **به تنهایی** عامل مرگ موش‌ها نیست.
- آزمایش چهارم ← مخلوطی از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده و فاقد پوشینه زنده را به موش تزریق کرد.
- نتیجه ← موش مرد و در خون و شش‌های آن، باکتری پوشینه‌دار و فاقد پوشینه زنده مشاهده شد.

نتیجه‌گیری کلی از آزمایشات گرفتیت

- ۱ تعدادی از باکتری‌های بدون پوشینه زنده به نحوی تغییر کرده و پوشینه‌دار زنده شدند.
- ۲ مادهٔ وراثتی می‌تواند به یاختهٔ دیگری منتقل شود.
- ۳ **ماهیت** این ماده و چگونگی انتقال آن مشخص نشد.

عوامل مؤثر در انتقال این صفت را حدود ۱۶ سال بعد از گرفتیت کشف کرد.

آزمایش اول

- ابتدا از **عصاره** استخراج شده از باکتری **کشته شدهٔ پوشینه‌دار** استفاده کردند و در آن **تمامی پروتئین‌های** موجود را توسط **پروتنازها** تخریب کردند، سپس باقی‌ماندهٔ محلول را به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه اضافه کردند.
- نتیجهٔ آزمایش ← انتقال صفت صورت گرفت، یعنی باکتری‌های زندهٔ فاقد پوشینه به نوع زندهٔ پوشینه‌دار تبدیل شدند.
- نتیجه‌گیری نهایی از آزمایش اول ← **پروتئین‌ها** مادهٔ وراثتی نیستند و سبب انتقال صفت بین دو جاندار نشده‌اند.

آزمایش دوم

- عصارهٔ استخراج شده از باکتری کشته شدهٔ پوشینه‌دار را سانتریفیوژ کرد (*ب سرعت ۵۰۰*) و مواد آن را به صورت لایه لایه جدا کرد.
- هر یک از لایه‌ها را به صورت جداگانه به محیط کشت دارای باکتری **فاقد پوشینه** اضافه کرد ← در این آزمایش از آنزیم‌های هیدرولاز استفاده نشد.
- نتیجه ← انتقال صفت، فقط با لایه‌ای که در آن **دنا** وجود دارد، انجام شد.
- نتیجه‌گیری نهایی ← عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات، **دنا** است و پروتئین نمی‌باشد.

ایوری

دانشمندان

با اینکه ثابت کردند مادهٔ وراثتی، *DNA* می‌باشد ← ولی بسیاری از دانشمندان همچنان بر این باور بودند که عامل تغییر صفت، **پروتئین‌ها** می‌باشند.

آزمایش سوم

- عصارهٔ استخراج شده از باکتری پوشینه‌دار را چهار قسمت کرد.
- به هر قسمت آنزیم تخریب‌کنندهٔ یک گروه از مواد آلی را اضافه کرد ← از هر چهار نوع آنزیم هیدرولاز (*پروتئاز*، *لیپاز*، *نوکلئاز* و *کربوهیدراز*) استفاده کرد.
- هرکدام را به محیط کشت حاوی باکتری **بدون پوشینه** اضافه کرد (*فرصت انتقال صفت تکثیر و رشد داده شد*).
- نتیجه ← در همهٔ ظروف انتقال صورت می‌گیرد به‌جز ظرفی که حاوی **آنزیم تخریب‌کنندهٔ دنا** است.

- از نتایج هر سه آزمایش، متوجه شدند که پروتئین، عامل انتقال صفت نیست.
- از نتایج آزمایش دوم و سوم، متوجه شدند که *DNA*، عامل وراثتی و انتقال صفت است.
- در هر سه آزمایش از عصارهٔ باکتری‌های کشته شدهٔ پوشینه‌دار به همراه باکتری‌های زندهٔ فاقد پوشینه استفاده کردند.

چارگاف

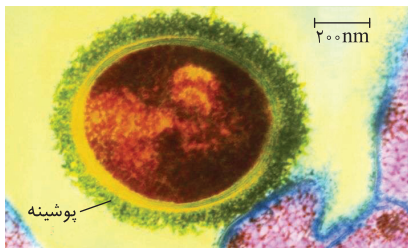
- نقض تصورات گذشته مبنی بر اینکه ۴ نوع نوکلئوتید موجود در دنا به نسبت مساوی در سراسر مولکول توزیع شده‌اند را اعلام کرد.
- روی دنا جانداران مختلف نشان داد که $A=T$ و $C=G$ است.
- دلیل** برابری نسبت $\frac{A}{T}$ و $\frac{G}{C}$ را نمی‌دانست.

ویلیکینز و فراتکلین

- با استفاده از پرتو X از مولکول دنا **تصاویری** تهیه کردند.
- نتایج به دست آمده با تجزیه و تحلیل این تصاویر: دنا حالت **مارپیچی** دارد، **بیش** از یک رشته دارد و **ابعاد مولکول‌ها** را نیز تشخیص دادند.

واتسون و کریک

- با استفاده از نتایج **چارگاف**، **مطالعات حاصل از تصاویر تهیه شده با اشعهٔ X** و **اطلاعاتی که از یافته‌های خود** داشتند، مدل **نردبان مارپیچ دوگانه** را پیشنهاد دادند.
- بیان کردند که هر مولکول دنا از دو رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی ساخته شده که به دور محور فرضی پیچیده شده و ساختار **مارپیچ دورشته‌ای** را ایجاد می‌کند.
- ستون‌های نردبان *DNA* را از فسفات و قند و پله‌های آن را از بازهای آلی نیتروژن‌دار می‌دانستند.



«باکتری پوشینه‌دار»



نوکلئیک اسیدها

انواع

رنا

واحد سازنده

انواع نوکلئوتیدها

اجزای هر نوکلئوتید

باز آلی نیتروژن دار

قند پنج کربنی

در DNA ← دئوکسی ریبوز است.

در RNA ← ریبوز است ← یک اتم اکسیژن از دئوکسی ریبوز، بیشتر دارد.

با پیوند اشتراکی به قند متصل است ← هر نوکلئوتید، یک پیوند قند باز دارد.

آدنین و گوانین است.

دو حلقه ای (پیریدین) ← یک حلقه پنج ضلعی و یک حلقه شش ضلعی دارد.

از حلقه کوچک تر خود به قند متصل می شود.

تک حلقه ای (پیریمیدین ها) ← سیتوزین، تیمین و یوراسیل هستند.

یک حلقه شش ضلعی دارند.

باز آلی تیمین، فقط در DNA و یوراسیل، فقط در RNA وجود دارد.

یک، دو یا سه گروه فسفات به صورت رشته فسفاتی به قند متصل می باشد ← پیوند بین قند و فسفات از نوع اشتراکی (غضاضی) است.

پیوند بین فسفات ها از نوع اشتراکی و پرانرژی است.

بدون در نظر گرفتن فسفات ها، ۸ نوع نوکلئوتید می توان با قندها و بازهای آلی متنوع تولید کرد.

با در نظر گرفتن فسفات ها، ۲۴ نوع نوکلئوتید در طبیعت وجود دارد.

در ساختار دنا و رنا وجود دارند.

در ساختار ATP منبع رایج انرژی نیز با قند ریبوز وجود دارد.

در ساختار مولکول های حامل الکترون در واکنش های سوخت و سازی فرایندهای فتوسنتزی و تنفس یاخته ای ($NADH$ ، $FADH_2$ ، $NADPH$) وجود دارند.

ماریپیچ دورشته ای است ← تفاوت نوکلئوتیدهای آن، در نوع باز آلی آن هاست.

ستون های این نردبان را قند و فسفات و پله ها را بازهای آلی تشکیل می دهد.

بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور پیوند فسفودی استر و بین بازهای روبه روی هم پیوند هیدروژنی برقرار است.

در هر رشته پلی نوکلئوتید، نوکلئوتیدها با پیوند اشتراکی به نام فسفودی استر به هم متصل می شوند.

در تشکیل پیوند فسفودی استر، فسفات نوکلئوتید جدید به گروه هیدروکسیل قند نوکلئوتید قبلی متصل می شود.

پیوندهای هیدروژنی بین بازها، دو رشته دنا را مقابل هم نگه می دارد. $C \equiv G$ ، $A = T$

قرارگیری جفت بازها به این شکل باعث می شود که قطر مولکول دنا در سراسر آن یکسان باشد ← سبب پایداری DNA می شود.

اگرچه هر پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی پیوند کمی دارد ولی وجود هزاران یا میلیون ها پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدها به دنا حالت پایداری می دهد.

با باز شدن دو رشته دنا در بعضی نقاط، پایداری دنا به هم نمی خورد.

با شناسایی نوکلئوتیدهای یک رشته DNA ← می توانیم از ردیف نوکلئوتیدهای رشته دیگر مطلع شویم.

می توانیم نوکلئوتیدهای RNA های ساخته شده از بخش های آن را شناسایی کنیم.

تک رشته ای پلی نوکلئوتیدی است و از روی بخشی از یکی از رشته های دنا ساخته می شود.

تفاوت نوکلئوتید آن، در نوع باز آلی آن هاست.

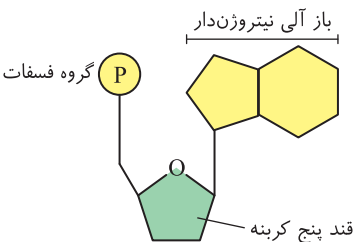
رنا پیک ($mRNA$): انتقال اطلاعات از DNA به ریبوزوم برای پروتئین سازی می آورد.

رنا ناقل ($tRNA$): انتقال آمینواسیدها به سمت ریبوزوم برای استفاده در پروتئین سازی را انجام می دهد ← پیوند هیدروژنی دارد.

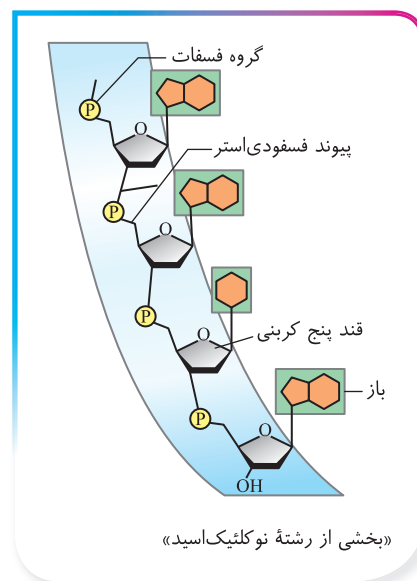
رنا ریبوزومی ($rRNA$): شرکت در ساختار رتاتن دارند.

نقش آنزیمی (کاتالیزور) با پایین آوردن انرژی فعال سازی دارند ← جایگاه فعال برای اتصال به پیش ماده دارند.

برخی از آن ها در بیان ژن ها دخالت دارند.



«دنا ی دورشته ای و رنا ی تک رشته ای»



ژن

بخشی از مولکول **دنا** است که بیان آن می‌تواند به تولید رنا یا پلی‌پپتید بیانجامد. این اطلاعات وراثتی در دنا قرار دارد و از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شوند.

هیدروژنی

بین دو باز آلی A و T ← دو عدد
بین دو باز آلی C و G ← سه عدد

پیوندها

اشتراکی

در یک نوکلئوتید ← فسفواستر
قند فسفات ← بین دو نوکلئوتید ← فسفودی استر
بین فسفات‌ها ← پرانرژی است.

تفاوت نوکلئوتیدهای DNA و RNA

قطعاً در نوع قند آن‌ها می‌باشد.
ممکن است در نوع باز آلی آن‌ها نیز باشد.

رشته پلی‌نوکلئوتید

حلقوی

همیشه دو سر متفاوت از یک فسفات آزاد در یک انتها و یک گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر دارند.
در هر رشته DNA هسته یوکاریوت‌ها و هر RNA در همه جانداران دیده می‌شود.
بین هر دو نوکلئوتید آن، یک پیوند فسفودی استر وجود دارد ← تعداد نوکلئوتیدهای آن < تعداد پیوند فسفودی استر

در اثر اتصال دو نوکلئوتید دو انتهای رشته به هم با پیوند فسفودی استر ایجاد می‌شوند.
در DNA های اصلی و کمکی (ریک) باکتری‌ها و در میتوکندری و کلروپلاست یوکاریوت‌ها مشاهده می‌شوند.
سر آزاد فسفات یا هیدروکسیل ندارند.
همواره در آن‌ها ← تعداد نوکلئوتیدها = تعداد پیوند فسفودی استر

هر نوکلئوتیدی که در هر نوع رشته پلی‌نوکلئوتید قرار می‌گیرد ← ابتدا پیوند اشتراکی بین فسفات‌های آن می‌شکند ← به صورت یک فسفات در رشته قرار می‌گیرد.

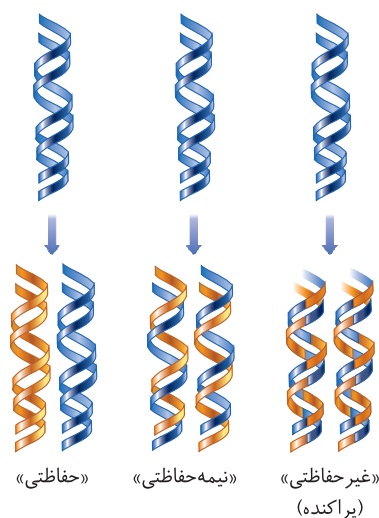




دنا، به عنوان مادهٔ وراثتی، حاوی اطلاعات یاخته است که هنگام تقسیم یاخته این اطلاعات بدون کم و کاست به دو یاختهٔ حاصل از تقسیم می‌رسد.

هماندسازی

- به ساخته شدن مولکول دناى جدید از روی دناى قدیمی، همانندسازی می‌گویند.
- با توجه به مدل واتسون و کریک و وجود رابطهٔ مکملی بین بازها، تا حد زیادی همانندسازی دنا قابل توضیح است.
- ۱) همانندسازی حفاظتی ← در این طرح هر دو رشتهٔ دناى قبلی به صورت دست‌نخورده باقی می‌ماند و وارد یکی از یاخته‌های حاصل از تقسیم می‌شوند و دناى دو رشتهٔ جدید هم وارد یاختهٔ دیگر می‌شوند.
- دلیل نام‌گذاری ← چون دناى اولیه به صورت دست‌نخورده در یکی از یاخته‌ها حفظ شده است.
- ۲) همانندسازی نیمه‌حفاظتی ← یکی از دو رشتهٔ دناى هر یاخته، مربوط به دناى اولیه است و رشتهٔ دیگر با نوکلئوتیدهای جدید ساخته شده است.
- دلیل نام‌گذاری ← چون در هر یاخته حاصل، فقط یکی از دو رشتهٔ دناى قبلی وجود دارد.
- ۳) همانندسازی غیرحفاظتی (پراکنده) ← هرکدام از دناى حاصل، قطعاتی از رشته‌های قبلی و رشته‌های جدید را به صورت پراکنده در خود دارند.



تکات

- به پرسش «کدام طرح همانندسازی مورد تأیید قرار گرفت؟» ← از طریق روش علمی پاسخ دادند.
- با توجه به فرضیه‌های متعدد ارائه شده و امکانات، آزمایشی را طراحی کردند ← در انتها متوجه شدند که روش نیمه‌حفاظتی صحیح است.
- در ابتدای کار، آن‌ها باید می‌توانستند رشته‌های دناى نوساز را از رشتهٔ قدیمی تشخیص دهند ← به همین دلیل دناى اولیه یا مادر را با استفاده از ایزوتوپ سنگین نیتروژن (^{15}N) نشانه‌گذاری کردند.
- دناى معمولی در نوکلئوتیدهای خود ^{14}N دارد که نسبت به نوکلئوتید با ^{15}N چگالی کمتری دارد ← دناهای معمولی (^{14}N) در لولهٔ سانتریفیوژ در محل بالاتری قرار می‌گیرند.

تحقیقات مرلسون و استال

آزمایش

- ابتدا باکتری‌ها را در محیط دارای ^{15}N کشت دادند (^{15}N در ساختار بازهای آلن نیتروژن دار دن وارد شدند).
- چندین مرحله رشد و تکثیر در این محیط ← باکتری‌هایی با دناى سنگین‌تر و حاوی دو رشتهٔ ^{15}N تولید کردند.
- این باکتری‌ها را به محیط کشت با نوکلئوتیدهای حاوی ^{14}N منتقل کردند.
- به فواصل ۲۰ دقیقه‌ای باکتری‌ها را از محیط کشت جدا و بررسی کردند (تقسیم باکتری‌ها حدود ۲۰ دقیقه طول می‌کشد).
- دناى باکتری‌ها برای سنجش چگالی استخراج شد.
- دناهای استخراج شده در شبی از محلول سزیم کلرید با غلظت‌های مختلف در سرعت بالا سانتریفیوژ شدند.
- نتیجه ← مواد براساس چگالی در بخش‌های متفاوتی از محلول در لوله قرار گرفتند.

نتایج آزمایش

- دناى باکتری‌های اولیه دو رشته حاوی ^{15}N و سنگین داشتند و پس از گریز دادن، یک نوار در انتهای لوله تشکیل دادند (صفر دقیقه).
- دلیل ← چون هر دو رشتهٔ دناى آن‌ها ^{15}N و چگالی سنگینی داشت.
- دناى باکتری‌های حاصل از دور اول همانندسازی در محیط کشت حاوی ^{14}N (بعد از ۲۰ دقیقه) ← پس از گریز دادن، یک نوار در میانهٔ لوله تشکیل دادند.
- دلیل ← چون دناى آن‌ها چگالی متوسط داشت ← فهمیدند طرح همانندسازی، قطعاً از نوع حفاظتی نمی‌باشد.
- دناى باکتری‌های حاصل از دور دوم همانندسازی (پس از ۴۰ دقیقه) بعد از گریز دادن دو نوار، یکی در میانه و دیگری در بالای لوله تشکیل دادند.
- دلیل ← چون نیمی از آن‌ها چگالی متوسط و نیمی چگالی سبک داشتند ← فهمیدند که طرح همانندسازی ← غیرحفاظتی نمی‌باشد.
- فقط نوع نیمه‌حفاظتی صحیح است.

مهم‌ترین عوامل مؤثر در همانندسازی

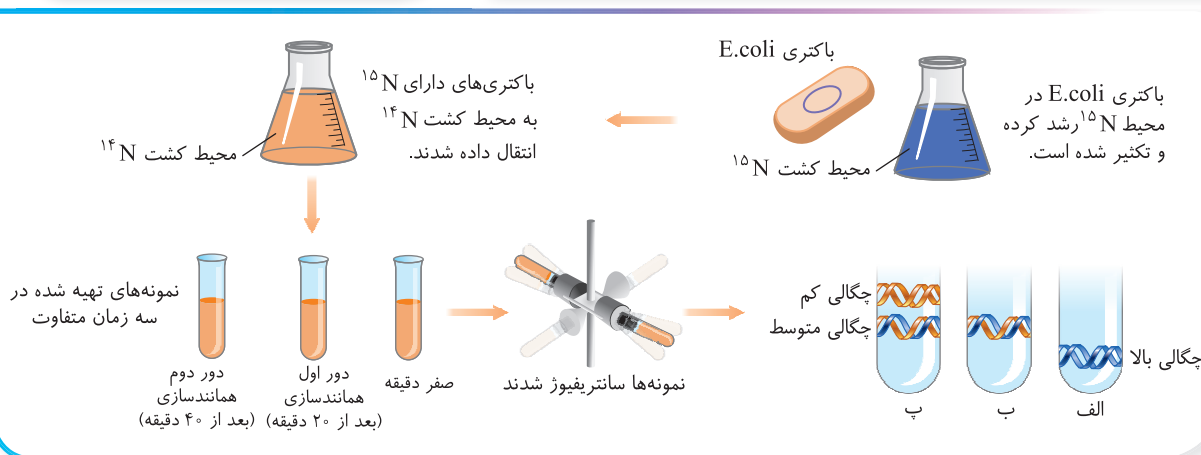
- مولکول دناى دورشته‌ای به عنوان الگو
- واحدهای سازندهٔ دنا ← نوکلئوتیدهای آزاد سه‌فسفاته داخل یاخته که در لحظهٔ اتصال به رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید، با شکستن پیوند اشتراکی بین فسفات‌ها ← دو فسفات خود را از دست می‌دهند.
- آنزیم‌های لازم ← دو نوع اصلی آن ← هلیکاز و دناپلیمراز
- آنزیم‌های فرعی ← قبل از شروع و در حین همانندسازی لازم هستند.

مراحل همانندسازی

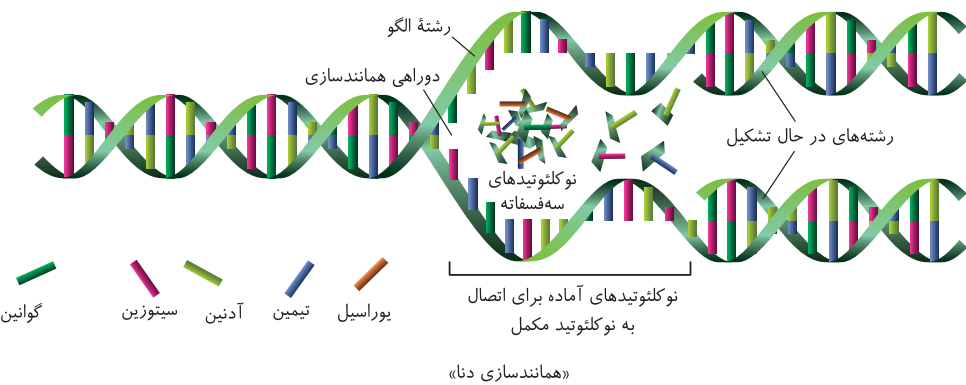
- قبل از همانندسازی ← با کمک آنزیم‌هایی باید پیچ و تاب دنا باز و پروتئین‌های همراه آن یعنی هیستون‌ها از آن جدا شوند (هیستون مخصوص پروکاریوت‌هاست).
- مارپیچ دنا و دو رشتهٔ آن توسط آنزیم هلیکاز از هم باز می‌شود ← این عمل به تدریج صورت می‌گیرد و دو رشته از ابتدا کاملاً از هم جدا نمی‌شوند.
- انواع دیگری از آنزیم‌ها با همدیگر فعالیت می‌کنند تا رشتهٔ الگو مقابل یک رشتهٔ دنا ساخته شود. یکی از مهم‌ترین این آنزیم‌ها دناپلیمراز است.

جهت همانندسازی

همواره از نقطه یا نقاط آغاز اختصاصی شروع می‌شود ← معمولاً به صورت دوجهته و همواره از هر دو رشتهٔ دناى الگو صورت می‌گیرد.



«هماندسازی دنا»



در محلی که دو رشته دنا به وسیله هلیکاز از هم جدا می‌شوند ← دو ساختار ۷ مانند به وجود می‌آید ← به هر کدام، یک دوراهی همانندسازی می‌گویند.

در این محل همانندسازی در دو جهت انجام می‌شود که به آن همانندسازی دوجتهی نیز می‌گویند.

- ۱ شکست پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته و باز شدن دو رشته از دو طرف توسط دو هلیکاز مختلف.
- ۲ قرارگیری نوکلئوتیدهای مکمل (بسم به نوع بتر) روبه‌روی رشته الگو و ایجاد پیوند هیدروژنی بین بازهای مکمل.
- ۳ شکسته شدن پیوند اشتراکی پرانرژی بین فسفات‌ها و ایجاد نوکلئوتید یک‌فسفاته جدید.
- ۴ تشکیل پیوند فسفودی‌استر جدید بین فسفات نوکلئوتید جدید با هیدروکسیل نوکلئوتید قبلی در همان رشته (توسط رن‌پیراز).
- ۵ اضافه شدن هر نوکلئوتید جدید، به نوع باز آلی مکمل آن در رشته الگو بستگی دارد.

دوراهی همانندسازی

۱ شناسایی نقطه شروع همانندسازی به صورت اختصاصی

۲ باز کردن مارپیچ دنا

۳ باز کردن تدریجی دو رشته دنا با شکستن پیوند هیدروژنی

هلیکاز

۱ نوکلئوتیدها را براساس رابطه مکملی با دقت زیادی مقابل هم قرار می‌دهد.

۲ برقرار کردن پیوند فسفودی‌استر در همانندسازی ← فعالیت بسپارازی (پلیمرازی)

۳ پس از برقراری هم پیوند فسفودی‌استر، برمی‌گردد و رابطه مکملی نوکلئوتیدها را بررسی می‌کند.

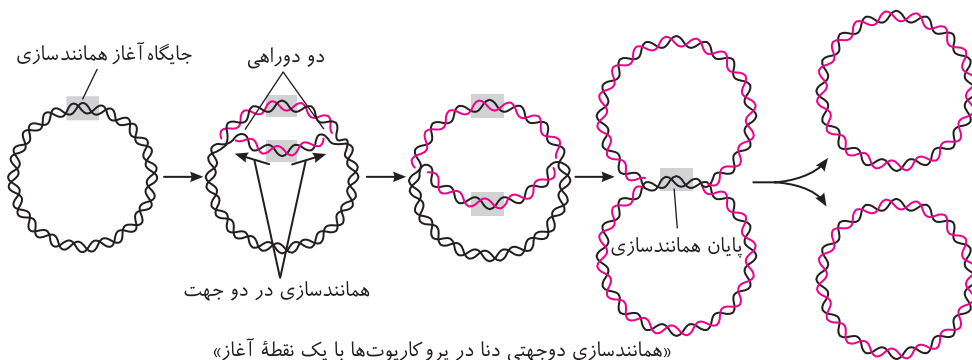
دنا بسپاراز

۴ ویرایش ← در صورت وجود نوکلئوتید جدید نادرست، پیوند فسفودی‌استر را با فعالیت نوکلئازی می‌شکنند و آن را از دنا جدا می‌کند

به این عمل ویرایش می‌گویند.

سپس نوکلئوتید مناسب را قرار می‌دهد ← اگر انجام نشود ← سپس ایجاد جهش پایدار می‌شود.

ضمن این عمل، پیوند هیدروژنی آن‌ها نیز شکسته می‌شود.



فام‌تن اصلی آن‌ها به صورت یک مولکول دناى **حلقوی** در سیتوپلاسم و متصل به **غشای** یاخته است.

علاوه بر دناى اصلی **ممکن** است دناى حلقوی دیگری به نام دیسک (**پلازمید**) داشته باشد ← دناى کمکی به غشا متصل نیست.

دیسک می‌تواند ویژگی‌های دیگری به باکتری بدهد، مانند افزایش مقاومت باکتری به آنتی‌بیوتیک.

اغلب فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در هر دناى اصلی و کمکی خود دارند.

از یک نقطه همانندسازی شروع می‌شود ← دو رشته توسط دو هلیکاز به تدریج از هم باز می‌شوند ← دو دوراهی همانندسازی ایجاد می‌شود.

در هر دوراهی آن‌ها ← یک هلیکاز وجود دارد.

← دو دنا بسپاراز وجود دارد.

همانندسازی آن‌ها همانند یوکاریوت‌ها دوجتهی می‌باشد ← در انتها دو دوراهی در مقابل نقطه آغاز به هم می‌رسند ← همانندسازی در روبه‌روی نقطه آغاز، تمام می‌شود

دو مولکول **DNA** حلقوی از هم جدا می‌شوند. →

همانندسازی در پروکاریوت‌ها

آغازیان، قارچ‌ها، گیاهان و جانوران را شامل می‌شوند.

دناى خطی دارد.

در فام‌تن هسته‌ای ← همراه دنا، مجموعه‌ای از پروتئین‌ها (**هیستون‌ها**) قرار دارد ← سبب فشردگی دنا می‌شوند.

بیشتر دناى یاخته را تشکیل می‌دهد ← دناى هسته‌ای را تشکیل می‌دهند.

انواع دنا

مقداری از دناى یاخته را تشکیل می‌دهد.

سیتوپلاسمی ← حلقوی می‌باشد و دو سر آزاد ندارد.

در راکیزه (**میتوکندریک**) و دیسه (**پلاست**) وجود دارد ← برخی فعالیت این اندامک‌ها مثل تنفس و فتوسنتز را انجام می‌دهند.

بسیار پیچیده‌تر از پروکاریوت‌ها است ← علت آن ← وجود مقدار زیادی دنا

قرار داشتن دنا در چندین فام‌تن ← دناى هر فام‌تن آن‌ها، چندین برابر دناى باکتری است.

چندین نقطه آغاز در هر فام‌تن دارند ← تا مدت زمان همانندسازی را کاهش دهند.

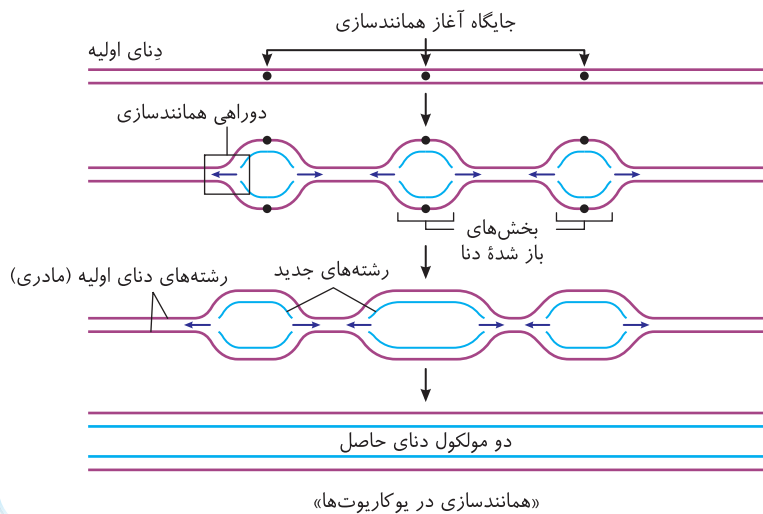
تعداد جایگاه همانندسازی آن‌ها ← بستگی به مراحل رشد و نمو دارد و متغیر است ← در مراحل مورولا و بلاستولای جنینی ← سرعت تقسیم زیاد ← تعداد جایگاه آغاز همانندسازی هم زیاد است.

پس از تشکیل اندام‌های جنین (**انته‌ا** **سه‌ماه اول جنینی در انسان**) ← سرعت تقسیم و تعداد جایگاه‌های آغاز کمتر می‌شود.

به ازای هر نقطه شروع همانندسازی ← دو دوراهی همانندسازی دارند.

به ازای هر دوراهی همانندسازی ← یک هلیکاز و دو دنا بسپاراز نیاز دارند.

همانندسازی در یوکاریوت‌ها





تکات

از جمله مولکول‌هایی هستند که نقش بسیار مهمی در **فرایندهای یاخته‌ای** دارند (برخلاف *رنا و ربا*، به ذخیره و انتقال اطلاعات کمک نمی‌کنند).

متنوع‌ترین گروه مولکول‌های زیستی از نظر ساختار شیمیایی و عملکردی هستند.

نوع، ترتیب و تعداد آمینواسیدهای آن $\leftarrow$ ساختار آن را ایجاد می‌کند $\leftarrow$ شکل فضایی آن $\leftarrow$ نوع عمل آن را مشخص می‌کند.

یکی از راه‌های پی بردن به شکل پروتئین $\leftarrow$ استفاده از **پرتو X** است.

با استفاده از تصاویر حاصل از پرتو X و روش‌های دیگر $\leftarrow$ محققین به ساختار **سه‌بعدی** پروتئین‌ها پی می‌برند $\leftarrow$ به کمک پرتو X حتی **جایگاه هر اتم** را می‌توانند مشخص کنند.

اولین پروتئینی که ساختار آن مشخص شد، **میوگلوبین** بود.

میوگلوبین از **یک** رشته پلی‌پپتیدی تشکیل شده است $\leftarrow$ ساختار نهایی آن، ساختار سوم می‌باشد $\leftarrow$ در یاخته ماهیچه‌ای به ذخیره آهن و اکسیژن می‌پردازد.

هر نوع پروتئین، ترتیب خاصی از آمینواسیدها را دارد که با استفاده از روش‌های شیمیایی، آمینواسیدها را جدا و آن‌ها را شناسایی می‌کنند.

پروتئین‌ها

ساختار آمینواسیدها

پروتئین‌ها، بسپارهایی از آمینواسیدها هستند $\leftarrow$ واحدهایی متشکل از اتم‌های کربن، هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن هستند (برخی از آن‌ها، عناصر دیگری هم دارند).

نوع، تعداد و ترتیب آمینواسیدها در پروتئین، ساختار و عمل آن‌ها را مشخص می‌کند.

متشکل از $\leftarrow$ یک گروه آمین (NH_2) $\leftarrow$ در سمت چپ
 $\leftarrow$ یک گروه اسیدی کربوکسیل ($COOH$) $\leftarrow$ در سمت راست
 $\leftarrow$ یک اتم هیدروژن
 $\leftarrow$ یک گروه R (از اتم‌ها که مختلف)

گروه R در آمینواسیدهای مختلف، متفاوت است و ویژگی‌های منحصر به فرد هر آمینواسید به آن بستگی دارد.

هر آمینواسید به دلیل ماهیت شیمیایی گروه R ، می‌تواند در شکل‌دهی پروتئین مؤثر باشد.

در طبیعت، آمینواسیدهای گوناگونی وجود دارد ولی فقط ۲۰ نوع آن‌ها در ساختار پروتئین‌ها به کار می‌روند.

پیوند پپتیدی

پیوند از نوع **اشتراکی** بین دو آمینواسید **مجاور** می‌باشد که با حضور **آنزیم** و خروج یک مولکول آب طی فرایند سنتز آبدی شکل می‌گیرد.

پیوند اشتراکی بین آمینواسیدهای مجاور هم را پیوند پپتیدی می‌گویند.

عامل کربوکسیل آمینواسید اول و عامل آمین از آمینواسید بعدی نقش دارند.

برای تشکیل پیوند پپتیدی $\leftarrow$ گروه هیدروکسیل (OH) از عامل کربوکسیل آمینواسید اول جدا می‌شود $\leftarrow$ یک مولکول H_2O آزاد می‌شود.

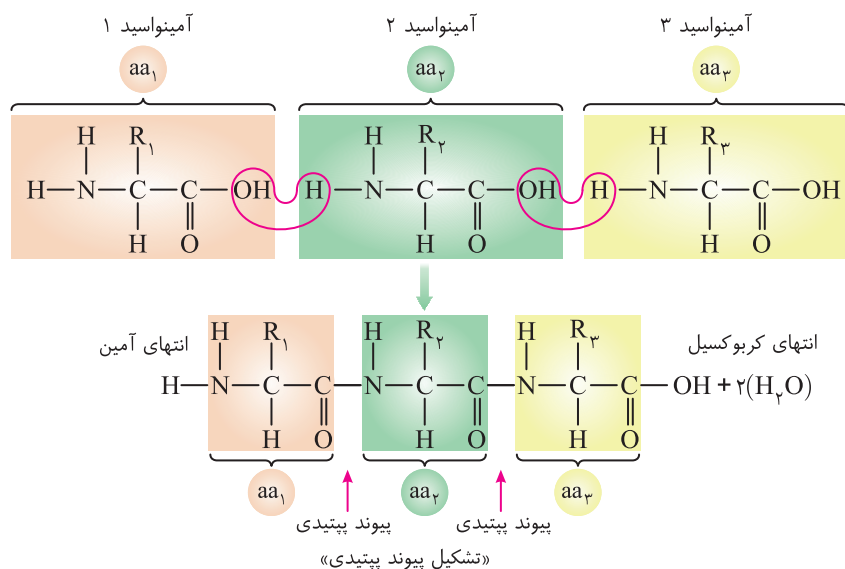
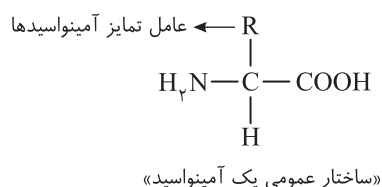
یک اتم H از عامل آمینی (NH_2) آمینواسید بعدی نیز جدا می‌شود $\leftarrow$ یک پیوند اشتراکی ($-C(=O)NH-$) به نام پپتیدی تشکیل می‌شود.

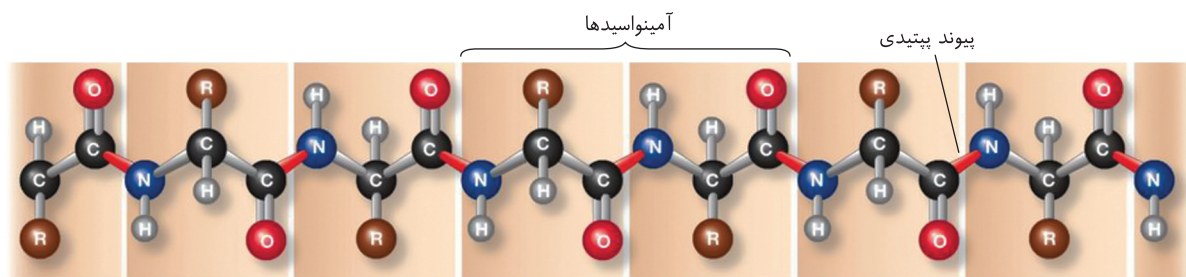
وقتی تعدادی آمینواسید با پیوند پپتیدی به هم متصل می‌شوند $\leftarrow$ به زنجیره آمینواسید حاصل، **پلی‌پپتید** گویند.

یک یا چند زنجیره **بلند** و **بدون** شاخه از پلی‌پپتید $\leftarrow$ تشکیل یک **پروتئین** می‌دهد.

ترتیب خاصی از آمینواسیدها را دارد.

هر پروتئین $\leftarrow$ شکل‌دهی آن به نوع هر آمینواسید و گروه R آن بستگی دارد.



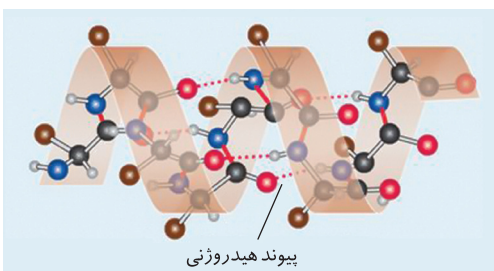


«ساختار اول پروتئین‌ها»

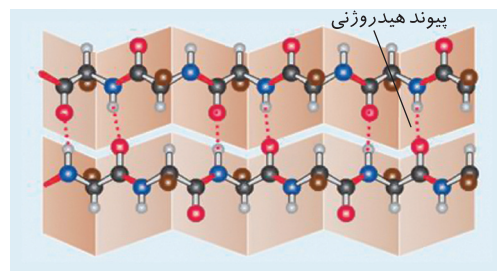
از چهار ساختار تشکیل شده است ← هر ساختار ← مبنای تشکیل ساختار بالاتر از خود است.

ساختار اول (توالی آمینواسیدها)

- نوع، تعداد، ترتیب و تکرار آمینواسیدها، ساختار اول پروتئین‌ها را تعیین می‌کنند.
- این ساختار خطی است و با تشکیل پیوند اشتراکی از نوع پپتیدی شکل می‌گیرد.
- تغییر آمینواسید در هر جایگاه، موجب تغییر در ساختار اول می‌شود.
- تغییر آمینواسید ممکن است فعالیت آن را تغییر دهد.
- عدم محدودیت در توالی آمینواسیدها ← موجب تنوع بسیار زیاد پروتئین‌ها می‌شود.
- همه سطوح دیگر ساختاری پروتئین‌ها به این ساختار بستگی دارد.
- پیوند پپتیدی آن ← بین عوامل کربوکسیل و آمینی دو آمینواسید مجاور صورت می‌گیرد.



«ساختار دوم پروتئین‌ها»

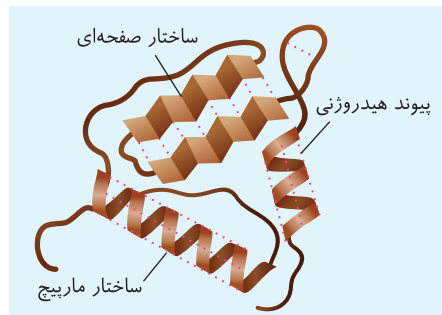


«ساختار دوم پروتئین‌ها»

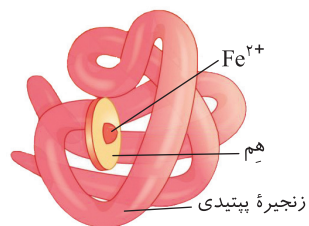
- بین بخش‌هایی از زنجیره پلی‌پپتیدی ← می‌تواند پیوند هیدروژنی برقرار شود.
- به چند صورت دیده می‌شود. دو نوع معروف آن‌ها ← ساختار مارپیچ (در هر رشته هموگلوبین دیده می‌شود).
- ساختار صفحه‌ای
- همه آمینواسیدها در تشکیل پیوند هیدروژنی شرکت نمی‌کنند.
- پیوند هیدروژنی بین H عامل آمینی (NH) با اکسیژن عامل کربوکسیلی ($C=O$) برخی آمینواسیدها صورت می‌گیرد.
- اولین تاخوردگی مولکول در این ساختار دیده می‌شود.

ساختار دوم (الگوهای پیوندهای هیدروژنی)

سطوح ساختاری پروتئین‌ها



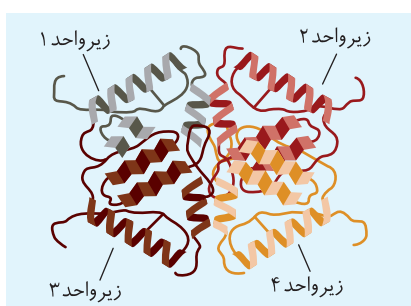
«ساختار سوم پروتئین‌ها»



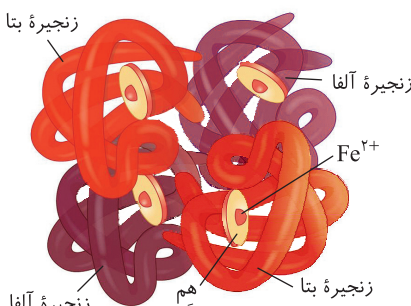
«ساختار سوم پروتئین‌ها»

- در اثر تاخوردگی بیشتر صفحات و مارپیچ‌ها رخ می‌دهد و پروتئین‌ها به شکل مختلف درمی‌آیند.
- نحوه تشکیل در اثر برهم کنش‌های آب‌گریز می‌باشد ← نزدیک شدن گروه R آمینواسیدهایی که آب‌گریز هستند → به هم نزدیک می‌شوند.
- تا در معرض آب نباشند.
- این ساختار با تشکیل پیوندهای هیدروژنی، اشتراکی و یونی تثبیت می‌شود.
- مجموع این نیروها ← سبب پیچیده شدن و کنار هم قرار گرفتن قسمت‌های مختلف پروتئین می‌شود.
- پیوند اشتراکی در این ساختار برخلاف ساختار اول از نوع پپتیدی نمی‌باشد.
- با وجود این نیروها، ساختار سوم ثابت نسبی دارد.
- ایجاد تغییر در پروتئین، حتی تغییر یک آمینواسید (جستجوی در رشته آن‌ها) هم می‌تواند ساختار و هم عملکرد را به شدت تغییر دهد.
- مثال پروتئین با ساختار سوم: هموگلوبین ← یک گروه غیرآلی هم ← یک آهن ← یک O_2 دارد.

ساختار سوم (تاخوردگی و متصل به هم)



«ساختار سوم پروتئین‌ها»



«ساختار سوم پروتئین‌ها»

- بعضی پروتئین‌ها ساختار چهارم را دارند ← باید بیش از یک زنجیره پلی‌پپتید داشته باشند.
- دو یا چند زنجیره پلی‌پپتیدی در کنار هم این ساختار را تشکیل می‌دهند ← نحوه آرایش زیرواحدها سبب ساختار چهارم می‌شود.
- هر یک از زنجیره‌ها نقش کلیدی در شکل‌گیری پروتئینی دارد.
- مثال این ساختار: هموگلوبین که ۴ زنجیره دارد
- ۲ زنجیره از نوع آلفا ← ۴ گروه هم و آهن
- ۲ زنجیره از نوع بتا
- هر زنجیره ترتیب خاصی از آمینواسیدها ← در ساختار اول دارد.
- شکل مارپیچی اولیه ← در ساختار دوم دارد.
- هر زیرواحد تاخوردگی با شکل خاص کروی سه‌بعدی ← ساختار سوم دارد.
- قرارگیری چهار زیرواحد کنار هم ← ساختار چهارم را ایجاد می‌کند.

ساختار چهارم (آرایش زیرواحدها)



«ساختار سوم پروتئین‌ها»



«ساختار سوم پروتئین‌ها»

- ۱ آنزیمی ← به صورت کاتالیزورهای زیستی عمل می‌کنند ← سرعت واکنش شیمیایی خاصی را افزایش می‌دهند.
- ۲ گیرنده سطح یاخته ← به‌طور مثال گیرنده‌های آنتی‌ژنی در سطح لنفوسیت‌ها نمونه‌ای از این‌هاست (پلاسموسیت، گیرنده آنتی‌ژن ندارند).
- ۳ انتقال دهنده ← مانند هموگلوبین که گاز تنفسی را منتقل می‌کند.
- ۴ پمپ سدیم - پتاسیم ← ۲ نوع فعالیت دارد → ۱ نقش آنزیمی ← خاصیت هیدرولیز ATP دارد.
- ۲ نقش جابه‌جایی یون‌های سدیم و پتاسیم در عرض غشا
- ۵ ساختاری ← مثل کلاژن که باعث استحکام بافت پیوندی می‌شوند ← زردی، رباط، لایه درم پوست و استخوان‌ها مقدار فراوانی از آن را دارند.
- ۶ انقباض ← انقباض ماهیچه‌ها نیز ناشی از حرکت لغزشی دو نوع پروتئین روی یکدیگر یعنی اکتین و میوزین است.
- ۷ نشانه‌ای (پیام‌آور) ← بیشتر هورمون‌ها پروتئینی هستند ← مانند اکسی‌توسین و انسولین
- ۸ تنظیمی ← مثل مهارکننده‌ها و فعال‌کننده‌ها که نقش تنظیمی در فعال و غیرفعال کردن ژن‌ها برعهده دارند.

انواع نقش پروتئین‌ها

آنزیم های پروتئینی

تکات

- سوخت و ساز یا همان انجام واکنش ها در بدن موجود زنده را انجام می دهند.
- در صورتی یک واکنش شیمیایی سرعت مناسب می گیرد که $\leftarrow$ انرژی فعال سازی (انرژی اولیه) کافی داشته باشد.
- فعالیت آنزیم $\leftarrow$ افزایش امکان برخورد مناسب مولکول های پیش ماده را فراهم می کنند.
- کاهش انرژی فعال سازی واکنش را سبب می شوند.
- سرعت واکنش های انجام شدنی را زیاد می کند.
- بعضی مواد سمی مانند سیانید و آرسنیک با قرار گرفتن در جایگاه فعال آنزیم مانع فعالیت آن می شوند. $\leftarrow$ بعضی از این مواد به همین طریق باعث مرگ می شوند.
- بدون آنزیم $\leftarrow$ سوخت و ساز یاخته ها در دمای بدن بسیار کند می شود $\leftarrow$ انرژی لازم برای حیات تأمین نمی شود.

محل تولید در یوکاریوت ها

- ریبوزوم آزاد در ماده زمینه ای سیتوپلاسم $\leftarrow$ آنزیم های هسته، ماده زمینه ای سیتوپلاسم، میتوکندری و کلروپلاست را می سازد.
- آنزیم غشایی می شود (پمپ سدیم - پتاسیم).
- ریبوزوم شبکه آندوپلاسمی $\leftarrow$ به دستگاه گلژی می رود $\leftarrow$ پس از بسته بندی
- اگزوسیتوز می شوند $\leftarrow$ آنزیم گوارشی
- آنزیم لیزوزوم و واکوتول را می سازند.

محل فعالیت

- درون یاخته $\leftarrow$ مانند آنزیم های مؤثر در تنفس یاخته ای، فتوسنتز، همانند سازی، رونویسی، ترجمه، گلیکولیز
- بیرون یاخته $\leftarrow$ مانند آنزیم های ترشی دستگاه گوارش مانند آمیلاز بزاق و لیپاز
- سطح غشای یاخته $\leftarrow$ مانند پمپ سدیم - پتاسیم
- صفرا و موسین لوله گوارش نقش آنزیمی ندارد.

ساختار

- بیشتر آنزیم ها پروتئینی هستند و بعضی غیرپروتئینی هستند، مانند $rRNA$ در ریبوزوم
- هر نوع آنزیم پروتئینی و $rRNA$ ای، در ساختار خود بخشی به نام **جایگاه فعال** دارند که بخش اختصاصی اتصال به پیش ماده است.
- پیش ماده $\leftarrow$ ترکیباتی که آنزیم ها روی آن عمل می کنند.
- محصول (فرآورده) $\leftarrow$ ترکیباتی که حاصل فعالیت آنزیم هستند.
- بعضی آنزیم ها برای فعالیت به ماده ای نیاز دارند $\leftarrow$ کوآنزیم $\leftarrow$ مواد آلی مثل ویتامین ها یا کوآنزیم A در تنفس هوازی
- یون های فلزی مانند مس و آهن

عملکرد اختصاصی

- آنزیم روی یک یا چند پیش ماده خاص مؤثر است (عمل اختصاصی آنزیم).
- شکل آنزیم در جایگاه فعال با شکل پیش ماده یا بخشی از آن مطابقت دارد (مکمل یکدیگرند).
- برخی از آن ها بیش از یک نوع واکنش را سرعت می بخشند $\leftarrow$ مثلاً دنا بسپاراز هم فعالیت نوکلئازی و هم فعالیت پلیمرازی (بهرارزی) دارد.
- در همه واکنش های شیمیایی بدن جانداران شرکت می کنند و سرعت واکنش را زیاد می کنند $\leftarrow$ انرژی فعال سازی را کاهش می دهند.
- در پایان واکنش دست نخورده باقی می مانند (بهره انرژی ها استفاده می شود)، به همین دلیل یاخته ها به مقدار کم به آنزیم ها نیاز دارند.
- به مرور مقداری از آن ها از بین می روند و یاخته آن را می سازد.
- تغییر در ساختار آنزیم ها $\leftarrow$ اگر در جایی دور از جایگاه فعال باشد $\leftarrow$ به طوری که روی عمل آن اثر نگذارد $\leftarrow$ احتمال تغییر در عملکرد آنزیم را کم و یا حتی صفر می کند.
- اگر سبب تغییر در جایگاه فعال شود $\leftarrow$ احتمال تغییر عملکرد آنزیم بسیار زیاد است.

عوامل مؤثر بر فعالیت آنزیم

pH

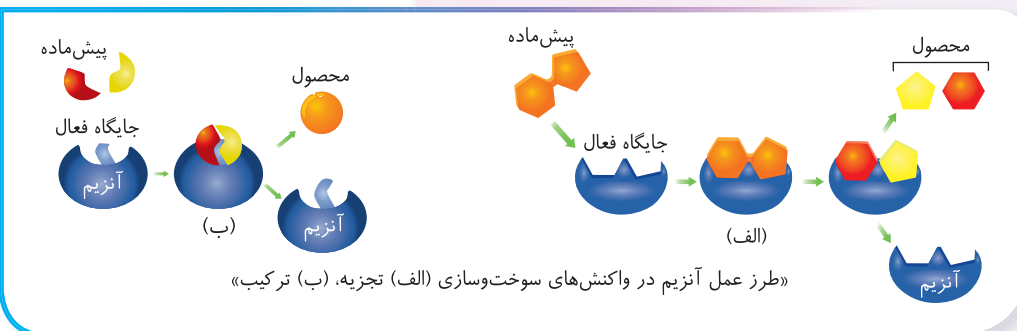
- pH بیشتر مایعات بدن بین ۶ و ۸ است ($pH=7/4$ خون، $pH=2$ ترشحات معده).
- هر آنزیم در یک pH ویژه بهترین فعالیت را دارد که به آن pH بهینه می گویند.
- pH بهینه پپسین ۲ و pH بهینه آنزیم های لوزالمعده ۸ می باشد.
- تغییر pH محیط با تأثیر بر پیوندهای شیمیایی، باعث تغییر شکل و تغییر فعالیت آنزیم می شود $\leftarrow$ امکان اتصال آنزیم به پیش ماده کم می شود.

دما

- بهترین فعالیت آنزیم های بدن در ۳۷ درجه است (بهمچر آنزیم های درون کبد بیضه که در دمای $34^{\circ}C$ فعالیت بهینه دارند).
- آنزیم ها در دمای بالاتر، شکل غیرطبیعی یا برگشت ناپذیر پیدا می کنند و غیرفعال می شوند.
- آنزیم هایی که در دمای پایین غیرفعال می شوند، با برگشت دما به حالت طبیعی، می توانند به حالت فعال برگردند.

غلظت آنزیم و پیش ماده

- مقدار بسیار کم آنزیم برای تبدیل مقدار زیادی پیش ماده به فرآورده در واحد زمان، کافی است.
- افزایش مقدار آنزیم در بدن $\leftarrow$ تولید فرآورده در واحد زمان افزایش می یابد.
- افزایش غلظت پیش ماده آنزیم $\leftarrow$ در صورت وجود مقدار مناسب آنزیم $\leftarrow$ سرعت واکنش زیاد و تولید محصول بیشتر می شود.
- اگر با محدودیت آنزیم ها، سبب اشباع جایگاه فعال شود $\leftarrow$ سرعت واکنش پس از اشباع آنزیم ها ثابت می شود.





گفتار ۱

بیماری کم‌خونی داسی‌شکل

- نوعی بیماری ارثی مستقل از جنس نهفته می‌باشد که به صورت $Hb^S Hb^S$ در فرد بروز می‌یابد.
- جهش ژنی جانشینی کوچک در یک جفت نوکلئوتید دارند.
- فقط در ششمین آمینواسید زنجیره بتای هموگلوبین با نوع طبیعی تفاوت دارند ← والین به جای گلوتامیک اسید دارند.
- این بیماری ارتباط بین ژن و پروتئین را نشان می‌دهد.
- هموگلوبین و گویچه قرمز این افراد به جای گرد بودن، به صورت داسی‌شکل می‌باشد.
- افراد بیمار ($Hb^S Hb^S$) و ناقل سالم ($Hb^A Hb^S$) برخلاف افراد فاقد ال بیماری $Hb^A Hb^A$ ، نسبت به مالاریا مقاوم هستند.
- افراد بیمار معمولاً به سن بلوغ نمی‌رسند و می‌میرند.



تکات

- دنا از ۴ نوع نوکلئوتید تشکیل شده است که تفاوت آن‌ها در بازهای آلی است.
- توالی ۳ تایی از نوکلئوتیدها بیانگر نوعی آمینواسید (۲۰ نوع آمینو اسید) است.
- با ۴ نوع نوکلئوتید ۶۴ توالی ۳ نوکلئوتیدی مختلف ایجاد می‌شود.
- به هر یک از این توالی‌های سه‌تایی (سه‌نوکلئوتید) در دنا، رمز می‌گویند.
- رونویسی ← به ساخته شدن مولکول رنا از روی بخشی از یک رشته دنا می‌گویند.
- رنا نقش مولکول میانچی را دارد که اطلاعات دنا را برای ساخت پلی‌پپتید به رناتن در سیتوپلاسم انتقال می‌دهد.
- اساس رونویسی شبیه همانندسازی است (ب توجهم به نوکلئوتیدها ک رشت رن، نوکلئوتیدها ک ممل در زنجیره رنا قرار می‌گیرند و به هم متصل می‌شوند).
- برخلاف همانندسازی که در هر چرخه یاخته‌ای یک‌بار انجام می‌شود، رونویسی یک ژن می‌تواند در هر چرخه بارها انجام شود.
- نوکلئوتید یوراسیل دار رنا به عنوان مکمل در برابر نوکلئوتید آدنین دار دنا قرار می‌گیرد.
- ریبوزوم به صورت کامل و فعال در هسته وجود ندارد ولی درون میتوکندری، پلاست‌ها، روی شبکه آندوپلاسمی و ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم وجود دارند و پروتئین‌سازی می‌کنند.
- رونویسی برخلاف همانندسازی، فرایندی یک‌جهته و فاقد دوراهی می‌باشد.

آنزیم‌های مورد نیاز (تحت عنوان کلی رنابسیاراز)

- پروکاریوت ← یک نوع رنابسیاراز وظیفه ساخت انواع رنا را برعهده دارد.
- رنابسیاراز ۱ ← سنتز رنا رناتی ($rRNA$)
- یوکاریوت ← رنابسیاراز ۲ ← سنتز رنا پیک ($mRNA$)
- رنابسیاراز ۳ ← سنتز رنا ناقل ($tRNA$)

محل فرایند

- در سیتوپلاسم پروکاریوت‌ها انجام می‌شود.
- درون میتوکندری و کلروپلاست صورت می‌گیرد.
- در هسته یوکاریوت‌ها انجام می‌شود.

همانند عمل همانندسازی به صورت پیوسته صورت می‌گیرد.

رونویسی

۱ مرحله آغاز

- ۱ رنابسیاراز توالی‌های نوکلئوتیدی ویژه‌ای در دنا به نام راه‌انداز را برای رونویسی ژن از محل صحیح خود شناسایی می‌کند ← آنزیم روی هر دو رشته دنا قرار می‌گیرد.
- ۲ راه‌انداز موجب می‌شود رنابسیاراز اولین نوکلئوتید مناسب را به‌طور دقیق پیدا و تولید رنا را از آنجا آغاز کند.
- ۳ RNA پلیمراز (رنابسیاراز)، بخش کوچکی از مولکول دنا را باز می‌کند.
- ۴ نوکلئوتیدهای سه‌فسفاته با قند ریبوز روبه‌روی رشته الگوی دنا قرار می‌گیرند.
- ۵ دو فسفات نوکلئوتید جدید با شکستن پیوند اشتراکی جدا می‌شود و سپس به نوکلئوتید قدیم با پیوند فسفودی‌استر متصل می‌شود.
- ۶ زنجیره کوتاهی از رنا در این مرحله ساخته می‌شود.
- ۷ در این مرحله، پیوند هیدروژنی بین دو رشته دنا شکسته و بین رنا و دنا تشکیل می‌شود.
- ۸ در این مرحله، پیوند اشتراکی بین فسفات‌های هر نوکلئوتید شکسته می‌شود.
- ۹ در این مرحله، تعداد کمی پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهای ریبوزدار متصل می‌شود.

مراحل رونویسی (فرایندی پیوسته)

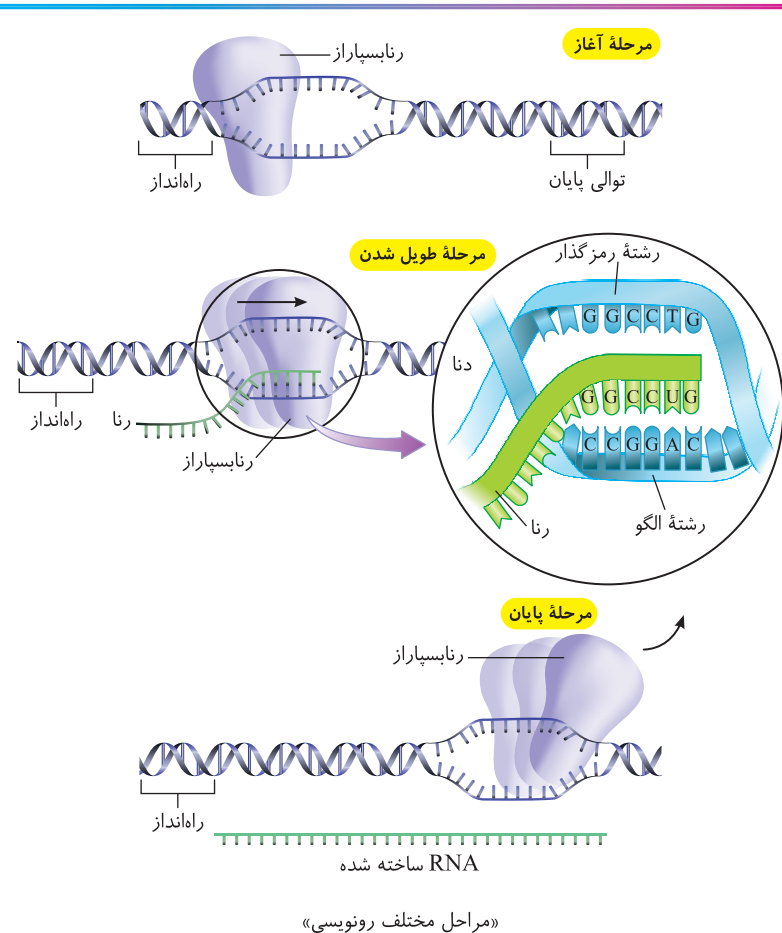
۲ مرحله طولیل شدن

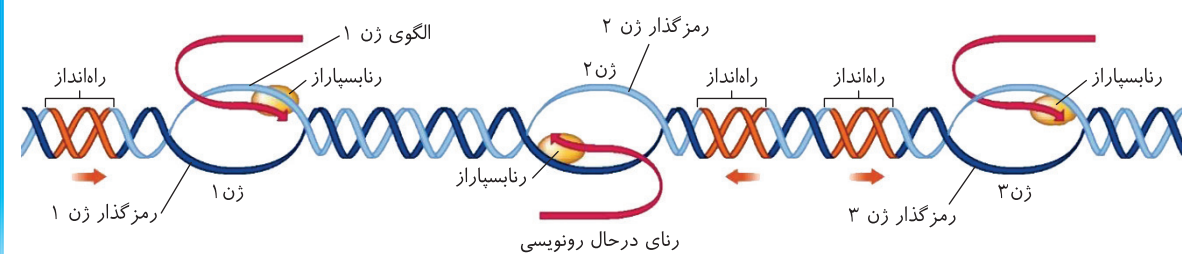
- ۱ رنابسیاراز ساخت رنا را ادامه می‌دهد.
- ۲ دو رشته دنا در جلوی آن باز و RNA سازی ادامه می‌یابد و در چندین نوکلئوتید عقب‌تر، رنا ی در حال تولید از دنا جدا می‌شود.
- ۳ دو رشته دنا مجدداً به هم می‌پیوندند.
- ۴ در این مرحله پیوند هیدروژنی بین رنا و دنا، هم تشکیل و هم شکسته می‌شود.
- ۵ بیشترین پیوند فسفودی‌استر رنا در این مرحله تشکیل می‌شود.

۳ مرحله پایان

- در دنا توالی‌های ویژه‌ای به نام **پایان رونویسی** وجود دارد که موجب پایان رونویسی توسط آنزیم رنابسیاراز می‌شود.
- توالی پایان نیز توسط رنابسیاراز رونویسی می‌شود.
- رنا ی تولید شده ابتدا از دنا و رنابسیاراز جدا می‌شود.
- آنزیم از مولکول دنا جدا می‌شود.
- دو رشته دنا با پیوند هیدروژنی به هم متصل می‌شوند.
- همانند مرحله قبل پیوندهای هیدروژنی بین رنا و دنا هم تولید و هم تخریب می‌شوند.

- فقط در مرحله آغاز، پیوند هیدروژنی بین رنا و دنا تجزیه نمی‌شود.
- در هر سه مرحله، شکستن پیوند اشتراکی بین فسفات‌های هر نوکلئوتید و تشکیل پیوند هیدروژنی و فسفودی‌استر صورت می‌گیرد.
- رنابسیاراز برخلاف دنابسیاراز، قدرت ویرایش و تجزیه پیوند فسفودی‌استر ندارد.





رشته الگو رشته دنا که مکمل رنای رونویسی شده است را رشته الگو می‌گویند. در یک مولکول دنا رشته مورد رونویسی یک ژن، ممکن است با رشته مورد رونویسی ژن‌های دیگر یکسان یا متفاوت باشد.

رشته رمزگذار به رشته مکمل رشته الگو در مولکول دنا، رشته رمزگذار گفته می‌شود. توالی نوکلئوتیدی آن شبیه رشته رنایی است که از روی رشته الگوی آن ساخته می‌شود. تفاوتی با رنا در نوکلئوتیدهای آن از نظر قند دارد ولی در مورد باز آلی، فقط به جای نوکلئوتید تیمین در دنا، نوکلئوتید یوراسیل دار در رنا قرار دارد.

در یک مولکول دنا، ژن‌هایی که رشته الگوی یکسانی دارند، جهت رونویسی یکسانی هم دارند (مثل ژن ۱ و ۳). اگر بین دو ژن، راه‌اندازی وجود نداشته باشد (مثل ژن ۱ و ۲) جهت رونویسی آن‌ها متفاوت است رشته الگوی متفاوت دارند. اگر بین دو ژن، دو راه‌انداز وجود داشته باشد (مثل ژن ۲ و ۳) جهت رونویسی آن‌ها متفاوت است رشته الگوی متفاوت دارند. اگر بین دو ژن، یک راه‌انداز وجود داشته باشد جهت رونویسی یکسانی دارند رشته الگوی یکسانی نیز دارند.

در یوکاریوت‌ها، رنای ساخته شده در هسته با رنای فعال سیتوپلاسمی آن، تفاوت‌هایی دارد.

انواع تغییرات در حین رونویسی تغییرات پس از رونویسی اتصال برخی رناهای کوچک به رنای پیک برای جلوگیری از فعالیت ترجمه ریبوزوم‌ها (رنا ترس‌ها)

تغییرات رنای پیک

رنای ساخته شده در رونویسی هسته یوکاریوت‌ها با رنایی که در سیتوپلاسم آن‌ها وجود دارد، تفاوت‌هایی دارد. در بعضی ژن‌ها مشاهده می‌شود که RNA پیک سیتوپلاسمی از نمونه هسته‌ای آن کوتاه‌تر است. در حقیقت برخی قسمت‌های رونویسی شده، در هسته طی فرایندی به نام پیرایش حذف می‌شوند.

محققین با مجاور قرار دادن رنای پیک اولیه رونویسی شده هسته با رشته الگوی آن در دنا متوجه شدند که کاملاً مکملند و به هم متصل می‌شوند. رنای پیک بالغ سیتوپلاسمی با رشته الگوی آن در دنا به قسمت‌های حلقه شده دنا، توالی‌های اینترون یا میانه می‌گویند.

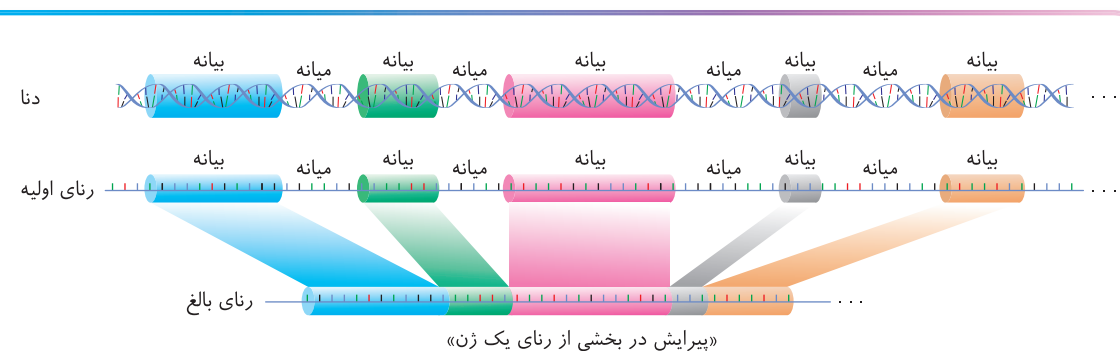
تکات پیرایش رنای پیک

تعاریف اینترون (میانه) بخشی از ژن در مولکول دنا که رونوشت آن در رنای پیک سیتوپلاسمی حذف شده است. اگزون (یانه) سایر بخش‌های ژنی مولکول دنا که رونوشت آن‌ها حذف نمی‌شود. رنای نابالغ یا اولیه رنای رونویسی شده از رشته الگو که در ابتدا دارای رونوشت‌های میانه و بیانه دنا است. رنای بالغ رنایی است که فقط رونوشت‌های اگزون یا میانه دارد.

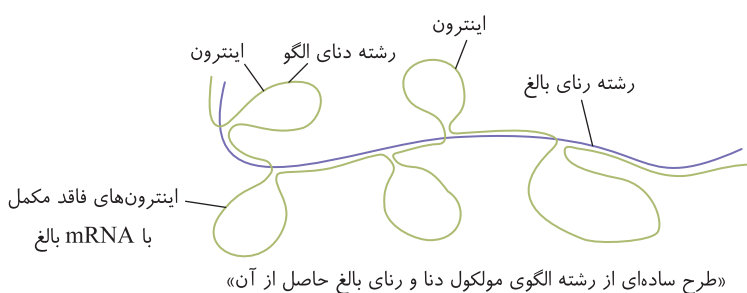
برای حذف هر رونوشت اینترون، دو پیوند فسفودی‌استر در رنای پیک اولیه شکسته می‌شود و یکی بین رونوشت‌های اگزون مجاور ایجاد می‌شود. اینترون‌ها و اگزون‌ها، توالی‌هایی از یک ژن با اندازه‌های متفاوت می‌باشند. تمام نوکلئوتیدهای رشته الگوی اینترون و اگزون، رونویسی می‌شوند ولی سپس، تمام بخش‌های رونوشت اینترون‌ها با پیرایش حذف می‌شوند. عمل پروتئین‌سازی از روی بخش‌هایی از اگزون‌های باقی‌مانده در رنای پیک بالغ صورت می‌گیرد.

شدت و میزان رونویسی میزان رونویسی از یک ژن به مقدار نیاز یاخته به فراورده‌های حاصل آن بستگی دارد. مثال: ژن‌های سازنده رنای رنانتی در یاخته‌های تازه تقسیم شده بسیار فعال‌اند این یاخته‌ها باید rRNA زیادی بسازند. ساخته شدن هم‌زمان چندین رنا از روی ژن باعث می‌شود که در زیر میکروسکوپ الکترونی، اندازه رناها از اندازه کوتاه به بلند دیده شود. در رونویسی هم‌زمان تعداد زیادی از یک نوع رنا از یک ژن، رناهایی که اندازه بلندتری دارند به توالی پایان نزدیک‌ترند.

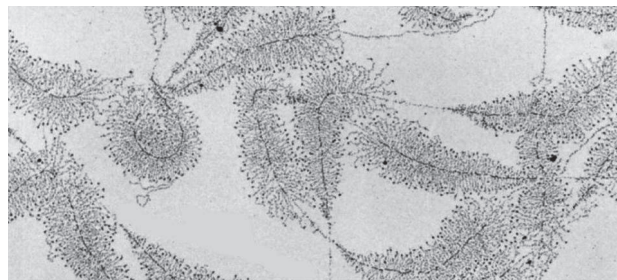
فصل ۲: جریان اطلاعات در یاخته



«پیرایش در بخشی از رنای یک ژن»



«طرح ساده‌ای از رشته الگوی مولکول دنا و رنای بالغ حاصل از آن»



رنای رونویسی شده بلند ۱ μm ژن سازنده رنا

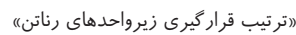
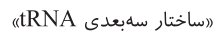
رنای رونویسی شده کوتاه ۱ μm ژن سازنده رنا

توالی بین ژنی

قسمتی از ژنوم آن گونه می‌باشد.

بخشی از خزانه ژنی جمعیت نمی‌باشد.

«ساخته شدن هم‌زمان چندین رنا از روی ژن»



پلی‌پیتیدها از مهم‌ترین فراورده‌های ژن‌ها هستند که اعمال مختلفی را در بدن انجام می‌دهند. از روی توالی دنا، **رونوئسی** رنا و از روی رنا با فرایند **ترجمه**، پلی‌پیتید حاصل می‌شود. ترجمه به ساخته شدن پلی‌پیتید از روی اطلاعات رنای پیک گفته می‌شود.

 بسترهٔ راکیزه
بسترهٔ سبزدیسه
مادهٔ زمینه‌ای سیتوبلاسم
روی شبکهٔ آندوپلاسمی

پروتئین‌سازی در مناطق دارای ریبوزوم فعال صورت می‌گیرد

۲۰ نوع آن‌ها در ساختار پلی‌پتیدها به کار می‌روند.

• محل اتصال آمینواسید در یک سمت آن می باشد.

- هر نوع آمینواسید، به هر نوع رنای ناقل متصل نمی‌شود.

«نحوه پیوستن آمینواسید به رنای ناقل مربوط به خود توسط آنزیم ویژه آن»

یہ یقیناً ہے۔

۴

منبع انرژی واکنش

9

پروتئین ہا

**عوامل لازم
در ترجمه**

۳
رناتن

۴
رنای پیک

۵ منبع انرژی واکنش

آنزیم‌ها

همانند رونویسی، میتوز و همانندسازی فرایندی پیوسته می‌باشد.
تعریف ← ساخت رشته پلی‌پپتید از روی *mRNA* در ریبوزوم می‌باشد.

- ۱ بخش‌هایی از رنای پیک، زیرواحد کوچک رناتن را به سوی رمزه آغاز، هدایت می‌کند تا کدون *AUG* وارد جایگاه *P* شود.
- ۲ رنای ناقل که مکمل رمزه آغاز است، به همراه آمینواسید متیونین وارد ریبوزوم در جایگاه *P* می‌شود.
- ۳ زیرواحد بزرگ رناتن به این مجموعه اضافه شده و ساختار رناتن کامل می‌شود.

۱ مرحله آغاز

در این مرحله جایگاه *P* در رناتن محل قرارگیری رنای ناقل دارای آمینواسید متیونین است.
جایگاه *A* و *E* خالی می‌مانند.
در این مرحله، درون ریبوزوم فقط پیوند هیدروژنی در جایگاه *P* بین کدون و آنتی کدون برقرار می‌شود.
در این مرحله، قبل از کامل شدن شکل ریبوزوم، اولین رمزه در جایگاه *P* ترجمه می‌شود.

تکات

- ۱ رنای ناقل مختلفی وارد جایگاه *A* رناتن می‌شوند ولی فقط رنایی که مکمل رمزه جایگاه *A* است، **استقرار** پیدا می‌کند.
- ۲ آمینواسید جایگاه *P* از رنای ناقل خود جدا می‌شود و با آمینواسید جایگاه *A* پیوند پپتیدی برقرار می‌کند.
- ۳ رناتن به اندازه یک رمزه به سوی رمزه پایان پیش می‌رود.
- ۴ رنای ناقل حامل رشته دی‌پپتیدی در جایگاه *P* قرار می‌گیرد.
- ۵ جایگاه *A* خالی می‌شود تا پذیرای رنای ناقل بعدی باشد.
- ۶ رنای ناقل بدون آمینواسید نیز در جایگاه *E* قرار می‌گیرد و سپس از این جایگاه با شکستن پیوند هیدروژنی خارج می‌شود.
- ۷ این مراحل تکرار می‌شود و طول زنجیره آمینواسیدی بیشتر می‌شود تا رناتن به یکی از رمزه‌های پایان برسد.

مراحل ترجمه (فرایندی پیوسته)

۲ مرحله طولی شدن

در این مرحله، پیوند اشتراکی بین *tRNA* و آمینواسید در جایگاه *P* شکسته می‌شود.
در این مرحله، پیوند اشتراکی پپتیدی بین آمینواسیدها در جایگاه *A* تشکیل می‌شود.
در این مرحله، پیوند هیدروژنی بین رمزه و پادرمزه در جایگاه *A* تشکیل می‌شود.
در این مرحله، پیوند هیدروژنی بین رمزه و پادرمزه در جایگاه *E* شکسته می‌شود.
تنها مرحله‌ای از ترجمه است که دو *tRNA* در ریبوزوم وجود دارد.
در این مرحله ضمن حرکت رناتن، پلی‌پپتید از جایگاه *A* به *P* منتقل می‌شود و جایگاه *A* خالی می‌شود.
در ابتدای این مرحله، کدون آغاز در جایگاه *P* قرار دارد.
در انتهای این مرحله، کدون پایان در جایگاه *A* قرار دارد.

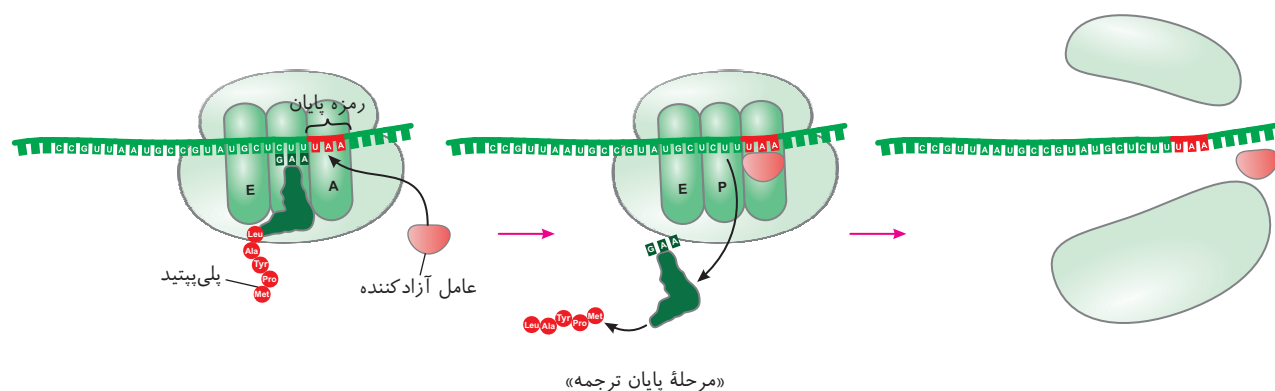
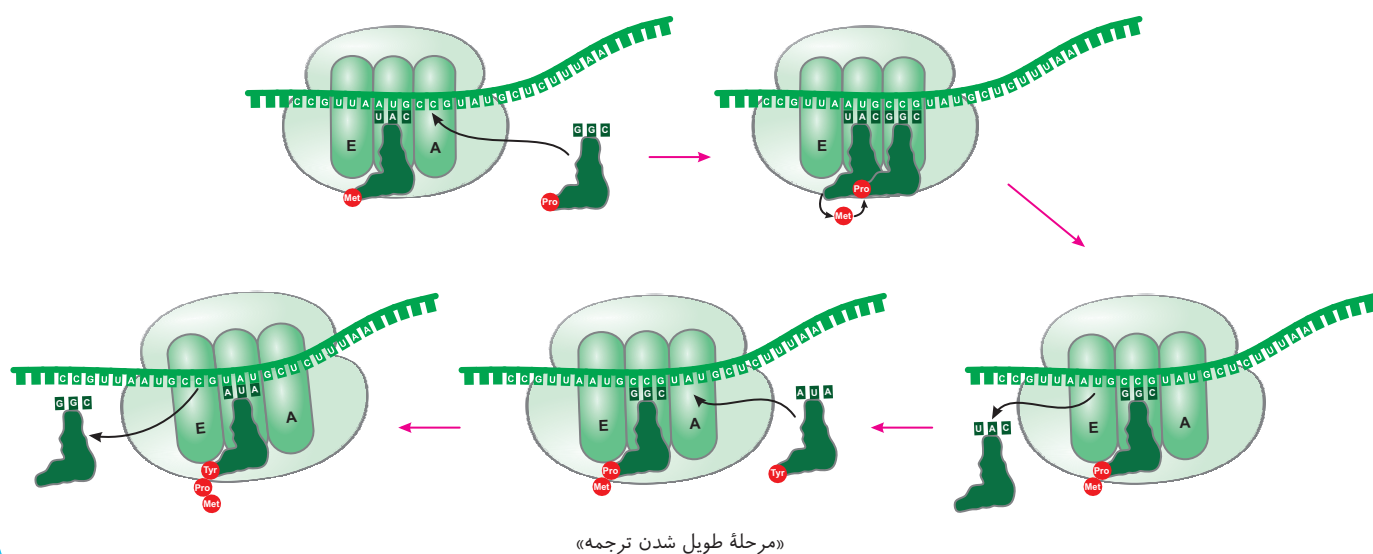
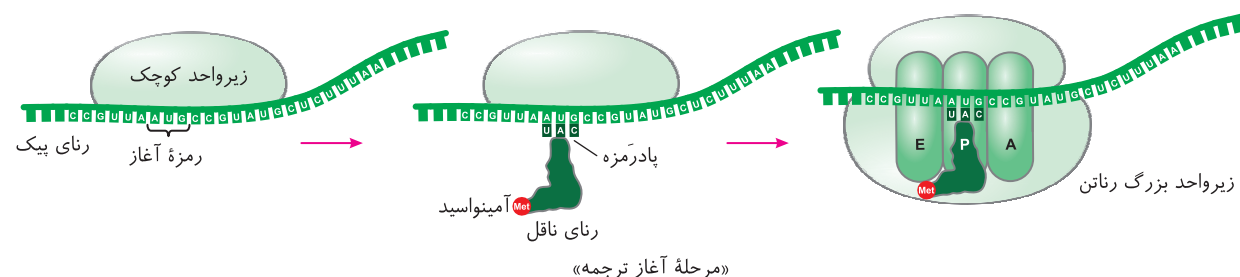
تکات

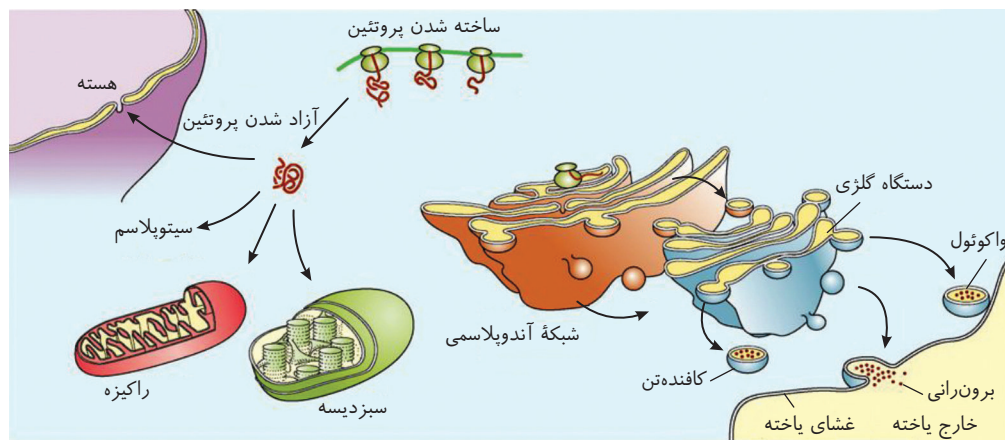
- ۱ رنای ناقل جدیدی وارد جایگاه *A* که رمزه پایان دارد، نمی‌شود.
- ۲ عوامل پروتئینی آزادکننده وارد جایگاه *A* می‌شوند و رمزه پایان را شناسایی می‌کنند.
- ۳ پلی‌پپتید، توسط عوامل آزادکننده از رنای ناقلی در جایگاه *P* جدا می‌شود.
- ۴ در نهایت زیرواحدهای رناتن‌ها از هم جدا و رنای پیک آزاد جدا می‌شوند.
- ۵ زیرواحدهای رناتن دوباره برحسب نیاز یاخته می‌توانند از روی این *mRNA* به ترجمه بپردازند.

۳ مرحله پایان

در این مرحله، پیوند پپتیدی و هیدروژنی جدید تشکیل نمی‌شود.
در این مرحله، *tRNA* انتهایی با شکسته شدن پیوند هیدروژنی از جایگاه *P* خارج می‌شود.
همانند مرحله آغاز، فقط جایگاه *P* حاوی *tRNA* می‌باشد.
در این مرحله، پیوند هیدروژنی بین رمزه و پادرمزه و پیوند اشتراکی *tRNA* و آمینواسید در جایگاه *P* شکسته می‌شود.

تکات





«سرنوشت پروتئین‌های ساخته شده در سیتوپلاسم»

مرحله پروتئین‌سازی و سرنوشت آن‌ها

- در هر محلی از یاخته که ریبوزوم فعال وجود دارد، پروتئین‌سازی صورت می‌گیرد.
 - پروکاریوت‌ها ← در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم
 - در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم
 - یوکاریوت‌ها ← درون راکیزه
 - درون سبزدیسه
 - روی شبکه آندوپلاسمی
- ۱ بعضی از پروتئین‌ها، در ریبوزوم‌های روی شبکه آندوپلاسمی ساخته شده و وارد این شبکه و دستگاه گلژی می‌شوند و بعد از بسته‌بندی به سوی موارد مقابل می‌روند.
 - لیزوزوم‌ها (کافنده‌تخ) ← آنزیم‌های گوارشی درون‌یاخته‌ای
 - واکوئول (کریپیم) ← تنظیم آب و ...
 - برای ترشح به خارج یاخته ← آنزیم گوارشی
 - درون غشای یاخته ← پمپ سدیم - پتاسیم و ...
- ۲ بعضی از این پروتئین‌ها که در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید می‌شوند.
 - یا در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم می‌مانند ← آنزیم‌های گلیکولیزی و تخمیر
 - یا به هسته می‌روند ← دنا، رنا، رنا، هیستون و هلیکاز
 - یا به میتوکندری می‌روند ← برخی آنزیم تنفس یاخته‌ای
 - یا به پلاست‌ها می‌روند ← برخی آنزیم‌های فتوسنتزی
- هر پروتئین، براساس مقصدی که در یاخته دارد ← توالی‌های آمینواسیدی خاصی برای هدایت به مقصد دارد.

بسته به نیاز هر یاخته تنظیم می‌شود.

سرعت و مقدار پروتئین‌سازی

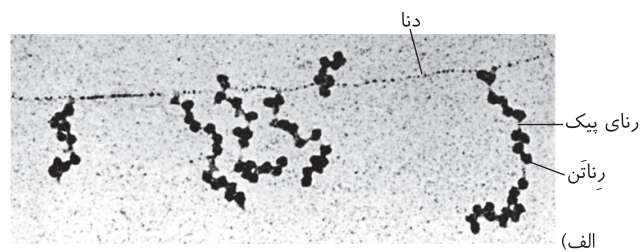
- به دلیل عدم وجود غشای هسته، پروتئین‌سازی ممکن است پیش از پایان رونویسی رنای پیک آغاز شود. ← رونویسی و ترجمه به صورت هم‌زمان دیده می‌شود.
- طول عمر رنای پیک کم است ← در مواردی یاخته آن را پایدارتر می‌کند.
- برای پروتئینی که به مقدار زیادی مورد نیاز است، ساخت پروتئین به‌طور هم‌زمان و پشت سر هم توسط مجموعه‌ای از رناتن‌ها انجام می‌شود تا تعداد پروتئین بیشتری در واحد زمان ساخته شود.

پروکاریوت‌ها

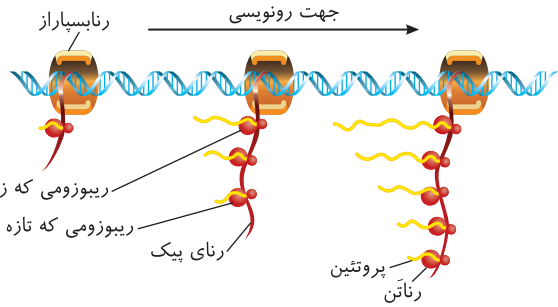
در هر جاندار، می‌توان هم‌زمانی فعالیت چند مجموعه رناتن را از روی یک رنای پیک مشاهده کرد ← افزایش سرعت پروتئین‌سازی

یوکاریوت‌ها

- تجمع رناتن‌ها در این یاخته‌ها هم دیده می‌شوند.
- سازوکارهایی برای حفاظت رنای پیک در برابر تخریب وجود دارد ← طولانی‌تر شدن عمر رنای پیک ← فرصت بیشتر برای پروتئین‌سازی
- در این جانداران نمی‌توان هم‌زمان فرایند رونویسی و ترجمه را از روی یک رنای پیک مشاهده کرد (به‌جز در راکیزه و سبزدیسه).



(الف)



(ب)

«الف» تصویر میکروسکوپی مجموعه رناتن‌ها

(ب) طرحی ساده از رناتن‌هایی که چند رنای در حال رونویسی را ترجمه می‌کنند.



نکات

- همهٔ یاخته‌های پیکری بدن از تقسیم **میتوز** یاختهٔ تخم منشأ می‌گیرند.
- یاخته‌های حاصل از تقسیم تخم، نظر فام‌تنی و ژن‌ها یکسانند ← تفاوت آن‌ها در نوع بیان ژن‌های آن‌هاست.
- در ادامهٔ تقسیمات و رشد جنین، یاخته‌های متفاوت با اعمال مختلف حاصل می‌شوند (**شکل و عملکرد متفاوت**) ← این عمل در اثر تمایز صورت می‌گیرد.
- روشن شدن ژن (**بیان شرح ژن**) ← هرگاه اطلاعات ژنی در یک یاخته مورد استفاده قرار بگیرد، می‌گوییم آن ژن بیان شده است.
- خاموش شدن ژن (**بیان شرح ژن**) ← ژنی که در یاخته مورد استفاده قرار نمی‌گیرد و رونویسی نمی‌شود، خاموش است.
- دلیل تفاوت یاخته‌ها با فام‌تن‌های یکسان ← در هر یاخته، تعدادی از ژن‌ها فعال و سایر ژن‌ها غیرفعال‌اند.
- مقدار، بازه و زمان استفاده از ژن در یاخته‌های مختلف یک جандار ممکن است فرق داشته باشد.
- در چه هنگام، به چه مقدار و کدام ژن‌ها بیان شوند و یا بیان نشوند.
- فرایندی بسیار دقیق و پیچیده است و عوامل متعددی ممکن است بر آن اثر بگذارد ← سبب پاسخ جانداران به تغییرات محیطی و سازش آن‌ها می‌شود.
- تنظیم بیان ژن
- مثال: در گیاه ← نور باعث فعال شدن ژن سازندهٔ آنزیمی می‌شود که در فتوسنتز مورد استفاده قرار می‌گیرد ← در نبود نور ← این ژن رونویسی و بیان نمی‌شود.
- مثال: تنظیم بیان ژن متفاوت باعث می‌شود که یاخته‌های متفاوتی از یاخته‌های بنیادی مغز استخوان ایجاد شود.
- محصول ژن، رنا و پروتئین است
- تنظیم بیان ژن ← می‌تواند باعث افزایش بیان و رونویسی و یا کاهش آن شود.
- بیان ژن ← سبب افزایش رونویسی می‌شود.

نکات

- تنظیم بیان ژن می‌تواند در هر یک از مراحل ساخت رنا و پروتئین تأثیر بگذارد (**به‌طور معمول در مرحلهٔ رونویسی**).
- در مواردی ممکن است یاخته با تغییر در پایداری رنا و پروتئین، فعالیت آن را تنظیم کند.
- عواملی به پیوستن رنابسپاراز به توالی راه‌انداز کمک می‌کند (**تنظیم مثبت**) و یا مانع حرکت رنابسپاراز می‌شود (**تنظیم منفی**).
- قند مصرفی ترجیحی باکتری اشرشیا کلائی، گلوکز است، در صورتی که گلوکز در محیط وجود نداشته باشد و لاکتوز در اختیار باکتری قرار بگیرد، باکتری می‌تواند از این قند استفاده کند.

پروکاریوت‌ها

تنظیم بیان ژن

انواع تنظیم

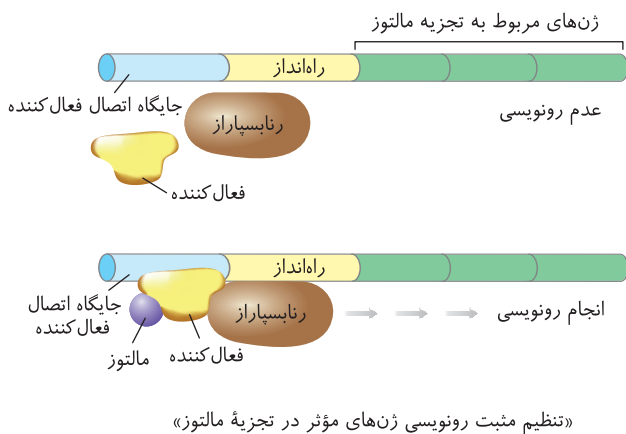
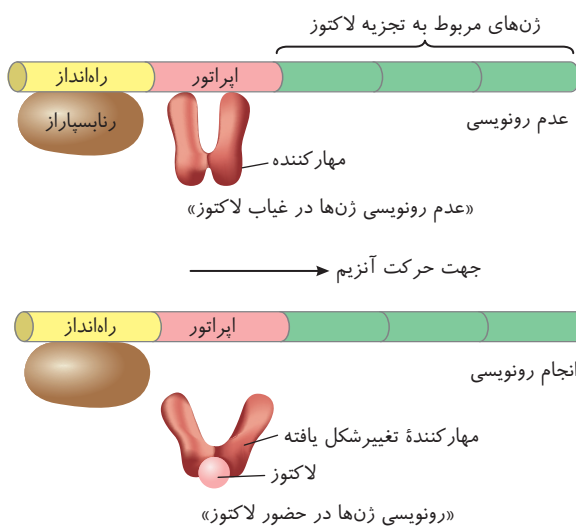
۱ تنظیم منفی رونویسی

- در این تنظیم بیان، بین راه‌انداز و اولین ژن، توالی **اپراتور** وجود دارد.
- در این نوع تنظیم بیان، پروتئین‌هایی به نام **مهارکننده** با تمایل زیاد به اپراتور وجود دارند.
- اگر مانعی (**مهارکننده**) بر سر راه رنابسپاراز وجود داشته باشد، **رونویسی** انجام نمی‌شود.
- مانع پیش‌روی رنابسپاراز نوعی پروتئین به نام مهارکننده است که به اپراتور (**تاریخ خاصی اثر**) متصل می‌شود.
- در این ژن‌ها، رنابسپاراز به **تنباهین** راه‌انداز را شناسایی می‌کند و **مستقیماً** به آن متصل می‌شود.
- ژن‌های مربوط به تجزیهٔ لاکتوز، به صورت سه ژن مجاور هم بوده که ژن وسط، فاقد نقطهٔ آغاز و توالی پایان رونویسی است.
- این ژن‌ها در صورتی رونویسی و بیان می‌شوند که گلوکز محیط باکتری کم باشد ولی لاکتوز در محیط زیاد شود.
- در صورت عدم وجود لاکتوز کافی، مهارکننده به اپراتور متصل می‌شود و **مانع حرکت** رنابسپاراز روی دنا می‌شود.
- در صورت وجود لاکتوز کافی و کمبود گلوکز، ابتدا مقداری لاکتوز وارد باکتری می‌شود.
- لاکتوز موجود در باکتری، با **اتصال** به مهارکننده، شکل آن را تغییر می‌دهد.
- تغییر شکل** مهارکننده، آن را از اپراتور جدا می‌کند و یا مانع اتصال آن‌ها به اپراتور می‌شود.
- در این حالت رونویسی **ادامه** می‌یابد و رنابسپاراز روی دنا حرکت کرده و از ابتدای ژن اول شروع به رونویسی می‌کند.
- ابتدا **یک** مولکول رنای پیک ساخته می‌شود که رونوشت هر سه ژن را در خود دارد.
- محصولات ترجمهٔ این ژن‌ها **آنزیم‌هایی** هستند که با هیدرولیز، تجزیهٔ لاکتوز را ممکن می‌کند تا مقداری گلوکز و گالاکتوز ایجاد شود.

۲ تنظیم مثبت رونویسی

- در این روش، پروتئین‌های خاصی به نام **فعال‌کننده** به رنابسپاراز **کمک** می‌کنند تا بتواند به راه‌انداز متصل شود و رونویسی را شروع کند.
- در این ژن‌ها، راه‌انداز به اولین ژن متصل است و فاصله‌ای بین آن‌ها وجود ندارد.
- در این روش، مانعی در سر راه رنابسپاراز متصل به دنا وجود نخواهد داشت.
- در این ژن‌ها، قبل از راه‌انداز، جایگاه اتصال پروتئین **فعال‌کننده** روی دنا وجود دارد.
- ژن‌های مربوط به تجزیهٔ مالتوز، به صورت سه ژن مجاور هم می‌باشند که هدف آن‌ها تجزیهٔ مالتوز است.
- این ژن‌ها در حالتی بیان می‌شوند که مالتوز در محیط باکتری زیاد و گلوکز کم باشد.
- قند مالتوز مثالی از آن است که با حضور این قند در محیط باکتری، آنزیم‌هایی در درون آن ساخته می‌شود که قند مالتوز را تجزیه کند.
- در حضور قند مالتوز **انواعی** از پروتئین‌ها به نام فعال‌کننده وجود دارند که به توالی‌های خاصی از دنا در قبل از راه‌انداز متصل می‌شوند.
- این توالی خاص جایگاه اتصال فعال‌کننده نام دارد که به راه‌انداز متصل است ← ولی با ژن‌ها فاصله دارد.
- مالتوز وارد شده به باکتری، ابتدا به فعال‌کننده متصل شده و سپس **این مجموعه** به توالی قبل از راه‌انداز متصل می‌شود.
- اتصال مالتوز به فعال‌کننده، تغییر شکلی در پروتئین فعال‌کننده ایجاد نمی‌کند (**برخلاف اتصال لاکتوز به مهارکننده**).
- سپس این مجموعه، به اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز کمک می‌کند و رونویسی شروع می‌شود.
- با بیان این ژن‌ها، ابتدا یک *mRNA* دارای رونوشت هر سه ژن رونویسی می‌شود.
- mRNA* ساخته شده قادر به تولید سه رشته پلی‌پپتیدی مختلف می‌باشد که آنزیم‌های مورد نیاز تجزیهٔ مالتوز می‌باشند.

زیست دوازدهم



نکات مشترک ژن‌های تجزیه‌کننده لاکتوز و مالتوز در باکتری اشرشیاکلائی

- در هر دو مورد، **سه** ژن مجاور هم وجود دارد که همگی توسط **یک راه‌انداز** بیان می‌شوند.
- ژن دوم** آن‌ها فاقد نقطه آغاز و توالی پایان رونویسی می‌باشد.
- این سه ژن، فقط یک نقطه آغاز رونویسی در ابتدای ژن اول و یک توالی پایان رونویسی در انتهای ژن سوم دارند.
- با بیان آن‌ها، ابتدا **یک** رشته پلی‌نوکلئوتیدی *mRNA* رونویسی می‌شود.
- هر *mRNA* آن‌ها، **سه** رمزه آغاز و سه رمزه پایان ترجمه دارد.
- از روی *mRNA* آن‌ها، **سه** رشته پلی‌پپتید ایجاد می‌شود که سه آنزیم تک‌رشته‌ای با ساختار نهایی **سوم** پروتئینی می‌باشند.
- محصولات آن‌ها، آنزیم‌های هیدرولیزکننده **دی‌ساکاریدها** می‌باشند که در کمبود گلوکز ایجاد شده‌اند.
- آنزیم‌های نهایی آن‌ها در کمبود گلوکز ایجاد شده‌اند ولی سبب افزایش گلوکز **درون** باکتری می‌شوند.

- تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها، پیچیده‌تر از پروکاریوت‌هاست و می‌تواند در مراحل بیشتری انجام شود.
- در این یاخته‌ها بیشتر ژن‌ها در هسته و برخی در راکیزه و دیسه قرار دارند.
- یاخته‌های آن‌ها به وسیله غشاهای به بخش‌های مختلفی تقسیم شده‌اند.
- یاخته در هسته، راکیزه و پلاست می‌تواند بر بیان ژن‌ها نظارت کند.

یوکاریوت‌ها

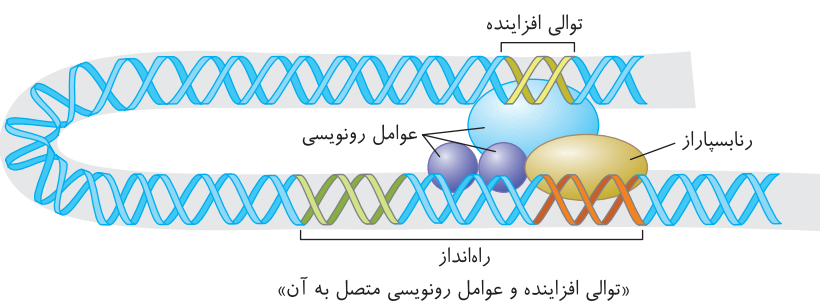
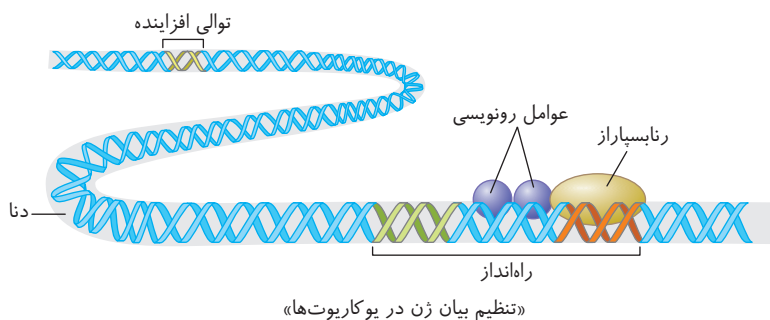
مراحل مختلف تنظیم بیان ژن

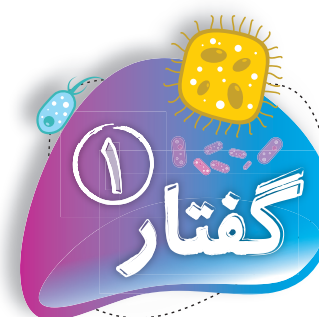
در مرحله رونویسی

- در یوکاریوت رنابسپاراز نمی‌تواند به **تنهایی** راه‌انداز را شناسایی کند و نیازمند پروتئین‌هایی به نام **عوامل رونویسی** است.
- عوامل رونویسی با اتصال به **نواحی خاصی** از راه‌انداز، رنابسپاراز را به محل راه‌انداز هدایت می‌کند.
- چون تمایل پیوستن عوامل رونویسی به راه‌انداز در اثر عواملی **تغییر** می‌کنند، مقدار رونویسی ژن هم تغییر می‌کند.
- ممکن است عوامل رونویسی دیگری به بخش‌های خاصی از دنا در پشت راه‌انداز و با فاصله‌ای به نام توالی افزایشده متصل شوند.
- با پیوستن این پروتئین‌ها به توالی افزایشده و با ایجاد **خمیدگی در دنا**، عوامل رونویسی در کنار هم قرار می‌گیرند.
- با کنار هم قرار گرفتن این عوامل سرعت رونویسی را افزایش می‌دهد.
- توالی‌های افزایشده **ممکن** است نزدیک و یا در فاصله **دورتری** از ژن قرار داشته باشد.
- اتصال این پروتئین‌های عامل رونویسی بر **سرعت و مقدار** رونویسی ژن مؤثر است.
- عوامل رونویسی روی افزایشده، **بعد** از ایجاد خمیدگی، به عوامل و رنابسپاراز روی راه‌انداز متصل می‌شود.

در مراحل غیررونویسی

- پیش** از رونویسی — در سطح **فام‌تی** است — امکان رونویسی در کروموزوم فشرده‌تر و حاوی هیستون زیاد، **کمتر** از سایر کروموزوم‌هاست — در هنگام **تقسیم یاخته** احتمال رونویسی کمتر می‌شود.
- با تغییر در میزان فشردگی فام‌تن در بخش‌های خاصی، میزان دسترسی رنابسپاراز را به ژن مورد نظر تنظیم می‌کند — امکان رونویسی و بیان ژن در **اینترفاز** از تقسیم بیشتر است.
- اتصال بعضی از رناهای کوچک **مکمل** به رنای پیک — ۱ از کار رناتن در پیدا کردن رمز آغاز ترجمه جلوگیری می‌کند.
- ۲ با تجزیه رنای پیک، عمل ترجمه را متوقف می‌کند — طول عمر رنای **پیک** را کاهش می‌دهد.
- افزایش طول عمر رنای پیک — مدت زمان ترجمه بیشتر می‌شود — مقدار محصول زیاد می‌شود.





انتقال اطلاعات در نسل‌ها

انواع صفات از نظر تعداد جایگاه ژنی

در تولیدمثل جنسی ارتباط بین نسل‌ها را گامت‌ها برقرار می‌کنند. ویژگی‌های هر یک از والدین توسط دستورالعمل‌هایی که در دناى موجود در گامت‌ها قرار دارد، به نسل بعد منتقل می‌شود. پیش از کشف قوانین وراثت، تصور بر آن بود که صفات فرزندان، آمیخته‌ای از صفات والدین و حد واسطی از آن‌هاست. در زمان مندل (اواخر قرن ۱۹)، هنوز ساختار و عمل دنا و ژن‌ها معلوم نبود. مندل قوانین بنیادی وراثت را کشف کرد ← به کمک این قوانین می‌شد صفات فرزندان را پیش‌بینی کرد. انواع ویژگی‌های جانداران ← این ویژگی‌های ارثی جانداران را **صفت** می‌نامند ← مثل رنگ چشم، گروه خونی و رنگ یا حالت مو **اکتسابی** ← بعضی ویژگی‌ها مانند تیره شدن رنگ پوست ارثی نیستند ← تغییر رنگ پوست اکتسابی است ولی رنگ پوست یک صفت ارثی است. **ژن‌شناسی** ← شاخه‌ای از زیست‌شناسی است که به چگونگی وراثت صفات از نسلی به نسل دیگر می‌پردازد. به انواع مختلف یک صفت، شکل‌های آن صفت می‌گویند ← صفت حالت مو ← سه شکل ← صاف موج‌دار فر

صفاتی هستند که ژن‌های به ارث رساننده آن‌ها در یک قسمت از یک جفت کروموزوم همتا قرار دارند.

اگر ژن‌های به ارث برنده این صفات روی جفت کروموزوم غیرجنسی باشند ← صفت مستقل از جنس می‌باشد. مانند گروه خونی ABO و Rh مانند گروه خونی ABO به ارث رسیدن آن در زنان و مردان فرقی ندارد. مانند صفت رنگ گلبرگ گل میمونی مانند صفت شکل گویچه قرمز در انسان

الل‌ها به ژن‌های قرار گرفته در جایگاه مشابه در یک جفت کروموزوم همتا گفته می‌شوند. ژنوتیپ ← به ترکیب قرارگیری الل‌ها در هر جایگاه ژنی، ژن‌نمود (ژنوتیپ) گفته می‌شود. به عواملی که در یک جمعیت، در هر جایگاه ژنی، سبب ایجاد شکل‌های مختلف یک صفت می‌شوند، الل (رنگه) گفته می‌شود. الل‌های D و d در گروه خونی Rh الل‌های A ، B و O در گروه خونی ABO الل‌های R و W در رنگ گلبرگ گل میمونی

الل‌ها به ژن‌های قرار گرفته در جایگاه مشابه در یک جفت کروموزوم همتا گفته می‌شوند. ژنوتیپ ← به ترکیب قرارگیری الل‌ها در هر جایگاه ژنی، ژن‌نمود (ژنوتیپ) گفته می‌شود. انواع ژنوتیپ (ژن‌نمود) در هر جایگاه اگر دو الل مشابه هم باشند ← ژنوتیپ خالص گفته می‌شود AA aa اگر دو الل مشابه هم نباشند ← ژنوتیپ ناخلص گفته می‌شود Aa یا RW فنوتیپ (برخ‌نمود) ← به شکل ظاهری یا حالت بروز یافته صفت گفته می‌شود. رنگ گلبرگ قرمز یا سفید یا صورتی گروه خونی A یا B یا AB یا O

انواع صفات تک‌جایگاهی از نظر تنوع الل‌ها در جامعه

دو اللی (دو دگره‌ای)

در بروز آن صفت، دو دستورالعمل ژنی وجود دارد (A و a یا R و W) صفاتی مانند گروه خونی Rh یا رنگ گلبرگ گل میمونی یا تولید فاکتور انعقادی ۸ خون در انسان

چند اللی (بیش از دو دگره‌ای)

در بروز آن‌ها در جامعه بیش از دو دستورالعمل وجود دارد. هر فرد در هر جایگاه ژنی دو دستورالعمل آن را در حالت مستقل از جنس دارد. مانند گروه خونی ABO (سه نوع الل A ، B و O دارد).

صفات دارای یک جایگاه ژنی

انواع صفات از نظر تعداد جایگاه ژنی

انواع رابطه بین الل‌ها

به‌طور مثال اگر دو دگره D و d کنار هم قرار بگیرند، دگره D بروز می‌کند (بزرگ) و دگره d بروز نمی‌کند (نهفته). طبق قرارداد دگره بارز را با حرف بزرگ و دگره نهفته را با حرف کوچک آن نشان می‌دهیم. در گروه خونی ABO ، دگره‌های I^A و I^B نسبت به i بارزند. رابطه بارز و نهفتگی سه نوع ژنوتیپ می‌توان در نظر گرفت برای دو الل دو نوع فنوتیپ می‌توان در نظر گرفت

خالص DD dd ناخلص Dd مثبت Rh (DD و Dd) منفی Rh (dd) در فنوتیپ، خالص یا ناخلصی صفت مهم نمی‌باشد.

هم‌توان دگره‌ها همراه با هم ظاهر می‌شوند و هیچ‌کدام بر دیگری برتری و بارزی ندارد. مانند رابطه‌ای که بین دگره A و B در گروه خونی ABO است ← در حالت ناخلص (AB) گروه خونی AB می‌باشد. بارزیت ناقص صفت در حالت ناخلص به صورت **حد واسط** حالت‌های خالص مشاهده می‌شود ← کمی بیشتر به سمت یک والد تمایل دارد. مانند رنگ گل میمونی RR (رنگ گل، قرمز)، WW (رنگ گل، سفید) و RW (رنگ گل، صورتی) سه نوع ژنوتیپ می‌توان در نظر گرفت AA - AB - BB یا RR - RW - WW در حالت هم‌توانی و بارزیت ناقص ← توسط دو الل سه نوع فنوتیپ نیز توسط آن‌ها نمایان می‌شود A - AB - B یا (قرمز - صورتی - سفید) هر ژنوتیپ بیانگر یک فنوتیپ خاص می‌باشد.

این صفات حالات ظاهری یا فنوتیپی گسسته دارند و طیفی از اعداد گوناگون در ایجاد آن صفات در جامعه وجود ندارند و نمودار توزیع فراوانی آن‌ها زنگوله‌ای نمی‌باشد.

زیست دوازدهم

دو ژن الل A و a دو ژن الل B و B جفت کروموزوم همتا

DD خالص dd خالص Dd ناخلص

«ژن‌نمودهای خالص و ناخلص»

پروتئین D را می‌سازد. پروتئین d را نمی‌سازد. توضیح رابطه بارز و نهفتگی بین الل‌های گروه خونی Rh

توضیح رابطه بارز و نهفتگی بین الل‌های گروه خونی Rh



«گل میمونی»

گروه خونی O	گروه خونی AB	گروه خونی B	گروه خونی A	
				گویچه قرمز
هیچ کدام	A و B	B	A	نوع کربوهیدرات گویچه قرمز

یک صفت تک‌جایگاهی غیرجنسی است که در جامعه توسط سه نوع ال A ، B و O کنترل می‌شود.

به چهار گروه A ، B ، AB و O گروه‌بندی می‌شود.

گروه‌بندی بر مبنای بودن یا نبودن دو نوع **کربوهیدرات** به نام‌های A و B در غشای گویچه‌های قرمز است.

اضافه شدن کربوهیدرات‌های A و B به غشای گویچه قرمز یک واکنش **آنزیمی** است.

دو نوع آنزیم برای آن وجود دارد، یکی برای اضافه کردن کربوهیدرات A به غشا و یکی برای B .

دگرهای که آنزیم A را می‌سازد $(A=I^A)$.

دگرهای که آنزیم B را می‌سازد $(B=I^B)$.

دگرهای که هیچ آنزیمی نمی‌سازد $(O=i)$.

سه نوع ال (دگر) در جامعه وجود دارد

خالص $AA - BB - OO$

ناخالص $AO - BO - AB$

ال‌های A و B با هم به صورت هم‌توان هستند ولی هر دو نسبت به ال O بارز می‌باشند.

A ژن‌نمود $AO - AA$

B ژن‌نمود $BO - BB$

O ژن‌نمود OO

AB ژن‌نمود AB

ABO

گروه‌های خونی

Rh

صفتی تک‌جایگاهی غیرجنسی است که تحت کنترل دو ال D و d با رابطه بارز و نهفتگی می‌باشد.

به دو گروه Rh^+ و Rh^- گروه‌بندی می‌شود.

بر مبنای بودن یا نبودن پروتئین D است

دگرهای که می‌تواند پروتئین D را بسازد (D) دگر بارز

دگرهای که نمی‌تواند پروتئین D را بسازد (d) دگر نهفته

DD رخ‌نمود D (مثبت)

Dd

dd رخ‌نمود d (منفی)

هر دو دگر جایگاه ژنی یکسانی دارند که هر یک روی فام‌تن ۱ و در بالای سانترومر قرار دارند.

$AODD$

$AODd$

$AADD$

$AADd$

در بررسی هم‌زمان آن‌ها، فرد دارای گروه خونی A^+ ، چهار نوع ژنوتیپ می‌تواند داشته باشد.

در هر چهار حالت، فاقد کربوهیدرات B در غشای گویچه قرمز می‌باشد.

در هر چهار حالت، واجد کربوهیدرات A و پروتئین D در غشای گویچه قرمز می‌باشد.

پروتئین D

گویچه قرمز بدون پروتئین D

گویچه قرمز با پروتئین D

$Rh^-(dd)$

$Rh^+(DD یا Dd)$

«مبنای گروه خونی Rh پروتئین D»

جایگاه ژن‌های گروه خونی Rh

فام‌تن شماره (۱)

«جایگاه ژن‌های Rh»

ژنوتیپ	فنوتیپ
DD	گروه خونی +
Dd	گروه خونی +
dd	گروه خونی -
«انواع ژنوتیپ و فنوتیپ گروه خونی Rh»	



انواع صفات

از نظر فام‌تن

مستقل از جنس

- صفاتی را که جایگاه ژنی آن‌ها در یکی از فام‌تن‌های غیرجنسی قرار داشته باشد.
- هر یک از پدر و مادر، از هر جفت فام‌تن همتا تنها یکی را از طریق گامت به نسل بعد منتقل می‌کند.
- ژن‌نمود فرزندان به این بستگی دارد که کدام گامت‌ها از پدر و مادر با یکدیگر لقاح پیدا می‌کنند.
- ژن‌نمود فرزندان را می‌توان با روشی به نام مربع پانت به دست آورد.
- مانند صفات گروه خونی، فنیل کتونوری و کم‌خونی داسی‌شکل.

وابسته به جنس

صفات وابسته به X

- گاهی ژن صفتی را که بررسی می‌کنیم در فام‌تن X قرار دارد که به چنین صفتی، وابسته به X می‌گویند.
- مانند هموفیلی که یک بیماری وابسته به X و نهفته است.
- در هموفیلی فرایند لخته شدن خون دچار اختلال می‌شود که **شایع‌ترین** نوع هموفیلی به فقدان عامل انعقادی VIII (هشتم) مربوط است.
- دگره‌های هموفیلی
 - H دگره سلامتی
 - h دگره بیماری
- فردی که ژن‌نمود $X^H X^h$ را دارد، سالم و ناقل است ← مردان در صفت وابسته به X نمی‌توانند ناقل یا ناخالص باشند.

صفات وابسته به فام‌تن Y

- ژن آن‌ها فقط از پدر به پسران منتقل می‌شود.
- جایگاهی برای دگره‌های وابسته به X مثل هموفیلی در آن‌ها وجود ندارد.

صفاتی که فقط از مادران به هر فرزندی منتقل می‌شوند ← ژن آن روی ژنوم سیتوپلاسمی یا دمای راکیزه تخمک مادر بوده است.

از نظر کمیت

پیوسته

صفاتی مانند اندازه قد که طیف اعداد گوناگونی دارد ← نمودار توزیع آن‌ها در جامعه به صورت زنگوله‌ای می‌باشد.

گسسته

صفتی مانند Rh که تنها دو شکل مثبت و منفی دارد ← طیفی از فنوتیپ‌های به هم پیوسته ندارند ← حالت مو صفتی گسسته است.

تک‌جایگاهی

صفاتی که یک جایگاه ژن در فام‌تن دارند، مثل گروه خونی ABO که یک جایگاه ژنی در فام‌تن ۹ دارد.

از نظر تعداد جایگاه

چندجایگاهی

- در بروز آن‌ها بیش از یک جایگاه ژن شرکت دارد ← در هر جایگاه ژنی آن دو ال را به ارث می‌برند.
- چند جایگاه ژنی مختلف در بروز نهایی صفت مؤثر هستند.
- ژن‌های هر جایگاه با جایگاه دیگر، ال (رگره) نمی‌باشند.
- چند ژن مختلف، یک صفت را به ارث می‌رسانند که برخی با هم ال و برخی غیرال هستند.
- طیفی از فنوتیپ‌های مختلف دیده می‌شود.
- صفات فنوتیپ پیوسته از نظر عدد و کمیتی دارند.
- نمودار توزیع فراوانی فنوتیپ‌ها، شبیه **زنگوله** می‌باشد.
- اغلب آن‌ها مثل طول قد و وزن تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرند.
- رنگ ذرت مثالی از این صفت است که هفت طیف رنگ از سفید تا قرمز دارد.
- رنگ ذرت: ۳ جایگاه ژنی دارد که هرکدام دو دگره‌ای هستند ← بین ال‌های هر جایگاه، رابطهٔ بارز و نهفتگی وجود دارد.
- رخ‌نمودهای دو آستانهٔ طیف، قرمز و سفید هستند.
- در رخ‌نمودهای دارای جایگاه ناخالص، هرچه تعداد دگره‌های بارز بیشتر باشد، مقدار رنگ قرمز بیشتر است.
- در ذرت هر یاختهٔ پیکری دیپلوئید، ۶ ژن از صفت رنگ را دارد ← ژن‌ها دوتا دوتا با هم ال هستند.
- در هر ژنوتیپ از ۶ ژن، هرکدام تعداد ژن‌های بارز برابر دارند، فنوتیپ مشابه دارند.

$AabbCC$ فنوتیپ مشابه با $AaBBcc$ و $AaBbCc$ دارد.

چون هر سه ژنوتیپ بالا دارای سه ژن بارز می‌باشند.

- فنوتیپ ذرت‌های $AaBbCc$ با $AABbCc$ متفاوت است
- اولی سه ژن بارز دارد.
- دومی چهار ژن بارز دارد.

اثر محیط

گاهی برای بروز یک رخ‌نمود تنها وجود ژن کافی نیست (**رنگ کپور گل ادریس**).

- مثال
 - ساخته شدن سبزینه علاوه بر ژن به نور هم نیاز دارد.
 - تغذیه و ورزش می‌تواند روی اندازهٔ قد انسان اثر بگذارد.

فصل ۳: انتقال اطلاعات در نسل‌ها

زیست دوازدهم

گامت‌ها	D	d
D	DD	Dd
d	dD	dd

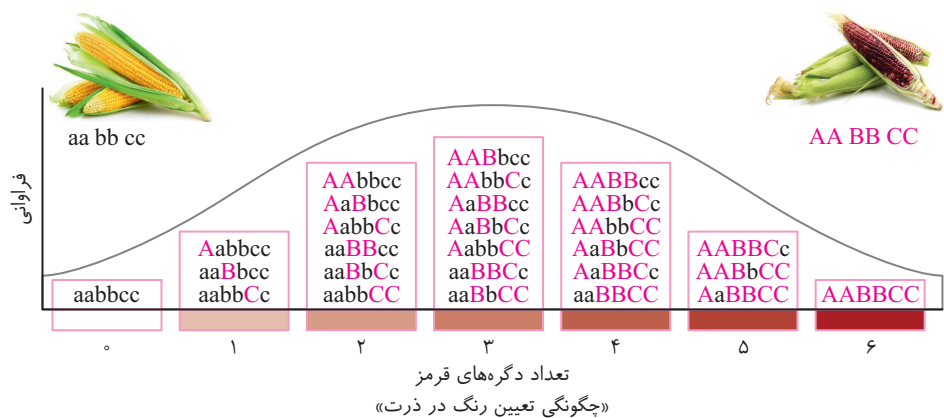
مربع پانت

رخ‌نمود	زن	مرد
سالم	$X^H X^H$	$X^H Y$
سالم	$X^H X^h$	-
هموفیل	$X^h X^h$	$X^h Y$

«انواع ژن‌نمودها و رخ‌نمودها برای هموفیلی»

گامت‌ها	X^h	Y
X^H	$X^H X^h$ دختر ناقل	$X^H Y$ پسر سالم

«ژن‌نمود و رخ‌نمود نسل بعد»



مهاری بیماری های ژنتیکی

بیماری های ژنتیکی در موارد معدودی درمان پذیرند.

گاهی می توان با تغییر عوامل محیطی، عوارض بیماری های ژنی را مهار کرد.

فنیل کتونوری

در این بیماری مستقل از جنس نهفته، آنزیمی که آمینواسید فنیل آلانین را می تواند تجزیه کند، وجود ندارد و ساخته نمی شود.

تجمع فنیل آلانین در بدن به ایجاد ترکیبات خطرناک منجر می شود $\leftarrow$ مغز آسیب می بیند.

با تغذیه نکردن از خوراکی هایی که فنیل آلانین دارند می توان مانع بروز اثرات این بیماری شد.

تغذیه افراد مبتلا به فنیل کتونوری

نوزاد

در ابتدای تولد، علائم آشکاری ندارد.

تغذیه نوزاد مبتلا با شیر خشک هایی که فاقد فنیل آلانین است باید صورت بگیرد.

شیر مادر پر از فنیل آلانین است $\leftarrow$ به پخته های مغزی آن آسیب می رساند.

در بدو تولد از نظر ابتلا به آن آزمایش خون می شوند.

بزرگسال

تغذیه با رژیم هایی بدون (یا کم) فنیل آلانین

بیماری های مستقل از جنس

بیماری مستقل از جنس بارز (A)

افراد بیمار به صورت خالص AA یا ناخالص Aa هستند.

کلمه ناقل در این بیماری ها معنی ندارد.

افراد سالم به صورت خالص aa و فاقد الل بیماری می باشند.

از آمیزش والدین بیمار ناخالص (Aa) $\leftarrow$ امکان به دنیا آمدن دختر یا پسر سالم (aa) وجود دارد.

بیماری مستقل از جنس نهفته (a)

فرد بیمار به صورت خالص aa می باشد (فنیل کتونور و کم غرض راسی شکل).

افراد سالم خالص به صورت AA می باشند.

افراد ناخالص به عنوان ناقل Aa در مردان و زنان دیده می شوند.

از آمیزش والدین سالم ناقل (Aa) می توان فرزند دختر یا پسر بیمار (aa) متولد شود.

نحوه به ارث رسیدن بیماری های وراثتی

وابسته به X بارز (X^A)

در زنان شایع تر از مردان می باشد.

مردان دارای دو نوع فنوتیپ و ژنوتیپ بیمار (X^AY) و سالم (X^aY) می باشند.

زنان دارای سه نوع ژنوتیپ و دو نوع فنوتیپ بیمار و سالم هستند $\leftarrow$

X^AX^A زن بیمار خالص

X^AX^a زن بیمار ناخالص

X^aX^a زن سالم خالص

فرد ناقل در این صفت معنی ندارد (نمونه باید ناخالص با فنوتیپ سالم باشد).

پسر بیمار (X^AY) $\leftarrow$ قطعاً مادر بیمار داشته است (X^AX^A یا X^AX^a).

قطعاً همه دختران آینده او نیز بیمار می شوند. چون X^A را از وی دریافت می کنند.

از والدین بیمار آن ها $\leftarrow$ در صورتی که مادر ناخالص (X^AX^a) باشد $\leftarrow$ ممکن است پسر سالم X^aY به دنیا بیاید.

بیماری های وابسته به X

وابسته به X نهفته (X^a)

مثل بیماری هموفیلی است $\leftarrow$ شایع ترین نوع آن، در اثر فقدان عامل انعقادی ۸ خون می باشد.

در مردان شایع تر از زنان می باشد.

مردان دو نوع ژنوتیپ و فنوتیپ دارند $\leftarrow$

X^AY = مرد سالم

X^aY = مرد بیمار

مرد ناقل وجود ندارد.

زنان دارای سه نوع ژنوتیپ و دو نوع فنوتیپ می باشند $\leftarrow$

X^AX^A = زن سالم خالص

X^AX^a = زن سالم ناخالص = زن ناقل (محمل)

X^aX^a = زن بیمار

دختر بیمار (X^aX^a) $\leftarrow$ قطعاً پدر بیمار (X^aY) داشته است.

قطعاً در آینده، هر پسر وی بیمار خواهد شد (X^aY).

از والدین سالم آن ها $\leftarrow$ اگر مادر ناقل (X^AX^a) باشد $\leftarrow$ احتمال به دنیا آمدن پسر بیمار (X^aY) وجود دارد.

ژنتیک در جانوران

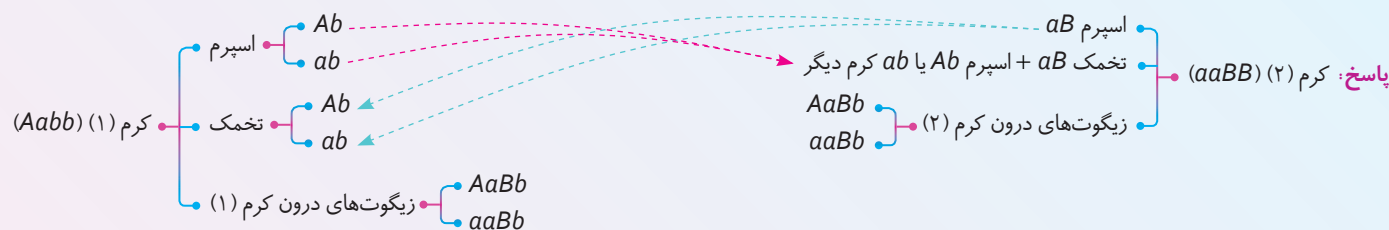
کرم‌های پهن نر ماده خودلقاح

اسپرم و تخمک در بدن هر کرم تولید شده و با هم ترکیب می‌شوند.
گامت‌ها در اثر میوز ایجاد می‌شوند و تنوع دارند.
مثال: از خودلقاحی کرم پهن با ژنوتیپ $Aabb$ چه کرم‌هایی امکان تشکیل دارند؟



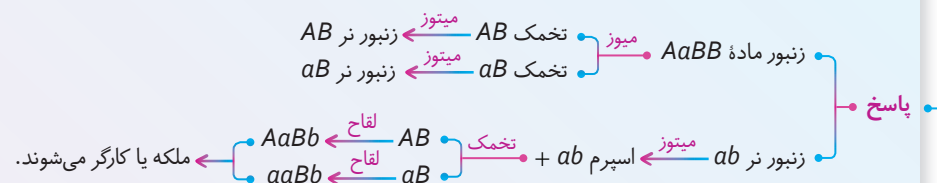
کرم خاکی نر ماده دگرلقاح

هر کرم هم اسپرم و هم تخمک ایجاد می‌کند.
اسپرم‌های هر کرم، تخمک کرم دیگر را بارور می‌کند.
مثال: از آمیزش کرم خاکی (۱) با ژنوتیپ $Aabb$ و کرم (۲) با ژنوتیپ $aaBB$ در بدن هر کرم چه زیگوت‌هایی ایجاد می‌شود؟



بکرزایی یا لقاح زنبور عسل

با لقاح اسپرم‌ها و تخمک‌ها ← زنبور ماده $2n$ ایجاد می‌شود ← ملکه $2n$ زایا
از بکرزایی زنبور عسل ملکه ← با میتوز تخمک‌ها ← بدون لقاح ← زنبور نر هاپلوئید ایجاد می‌شود.
مثال: اگر ژنوتیپ ملکه به صورت $AaBB$ و زنبور نر به صورت ab باشد، ژنوتیپ زنبورهای نسل بعد کدام است؟



بکرزایی مار ماده

برخی از آن‌ها پس از تولید تخمک ← از تخمک خود با میتوز ← دو نسخه می‌سازند ← کروموزوم‌های تخمک را با هم ترکیب کرده ← زیگوت $2n$ خالص در همه صفات می‌سازند.
در این حالت مارهای حاصله مانند مار ماده، دیپلوئید می‌باشند.
مارهای حاصله در همه صفات خود خالص می‌باشند.

مثال: اگر مار ماده بکرزایی کننده، ژنوتیپ $AaBb$ داشته باشد، چند نوع مار در فرزندان حاصل از بکرزایی آن دیده می‌شود؟

پاسخ: مار ماده $AaBb$ میوز → انواع تخمک‌ها

AB ← میتوز ← ساخت دو نسخه $AB \times AB$ ← ترکیب آن‌ها ← مار $AABB$ ایجاد می‌شود.
 Ab ← میتوز ← ساخت دو نسخه $Ab \times Ab$ ← ترکیب آن‌ها ← مار $AAbb$ ایجاد می‌شود.
 aB ← میتوز ← ساخت دو نسخه $aB \times aB$ ← ترکیب آن‌ها ← مار $aaBB$ ایجاد می‌شود.
 ab ← میتوز ← ساخت دو نسخه $ab \times ab$ ← ترکیب آن‌ها ← مار $aabb$ ایجاد می‌شود.



نکات

- پایداری اطلاعات در سامانه‌های زنده، یکی از ویژگی‌های مادهٔ وراثتی است.
- تغییرپذیری محدود مادهٔ وراثتی ← باعث ایجاد گوناگونی ← با تغییر شرایط توان بقای جمعیت‌ها را افزایش می‌دهد ← زمینهٔ تغییر گونه فراهم می‌شود.
- تغییرپذیری مادهٔ وراثتی ← پیامدهای مختلفی دارد (مفید، مضر یا خنثی).
- تعریف جهش ← تغییر ماندگار در نوکلئوتیدهای مادهٔ وراثتی را جهش می‌نامند.
- جهش به‌طور مستقیم در تولید رنا و پروتئین می‌تواند تأثیرگذار باشد.
- جهش به‌طور غیرمستقیم با اختلال در آنزیم‌ها، می‌تواند در تولید لیپیدها و کربوهیدرات‌ها اختلال ایجاد کند.
- جهش در ژن پروتئین D ← اختلال در گروه خونی Rh
- جهش در ژن تولید آنزیم A ← اختلال در گروه خونی ABO ← تولید کربوهیدرات A دچار مشکل می‌شود.

کم‌خونی ناشی از
گویچه‌های قرمز داسی‌شکل

- علت ← تغییر شکل در مولکول‌های هموگلوبین است.
- علت تغییر شکل هموگلوبین: تغییر جانشینی در ششمین آمینواسید از زنجیرهٔ بتا نسبت به نوع سالم انجام شده است.
- در رمز مربوط به ششمین آمینواسید، نوکلئوتید A به جای T قرار گرفته است.
- در افراد بیمار، آمینواسید گلوتامیک اسید رشتهٔ بتای هموگلوبین به والین تبدیل شده است ($CTT \leftarrow CAT$).
- بیماری ارثی مستقل از جنس نهفته می‌باشد.
- افراد در حالت سالم ناخالص $Hb^A Hb^S$ و بیماران $Hb^S Hb^S$ ، نسبت به مالاریا مقاوم می‌باشند.

جهش

کوچک

جانشینی

انواع

- اگر این جهش در ژن‌های مربوط به ساخت پروتئین رخ دهد، به سه نوع زیر می‌باشد.
- دگر معنا
 - جهش جانشینی در **رمز دنا** که سبب تغییر در نوع آمینواسید در زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی می‌شود.
 - جهش دگر معنا، در ساختار پروتئین، تغییر ایجاد می‌کند ولی اثر آن بر فعالیت پروتئین، بستگی به محل جهش دارد.
- خاموش
 - این جهش سبب تبدیل رمز یک آمینواسید به رمز دیگری برای همان آمینواسید می‌شود.
 - در صورتی که یک رمز پایان ترجمه به رمز پایان دیگر نیز تبدیل شود، گفته می‌شود.
- بی‌معنا ← رمز یک آمینواسید را به رمز پایان ترجمه تبدیل می‌کند که در این صورت پلی‌پپتید حاصل از آن کوتاه خواهد شد.

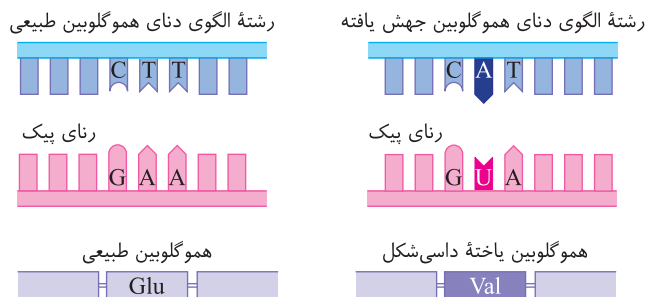
انواع جهش
(از نظر اندازه و تعداد)

حذف و اضافه

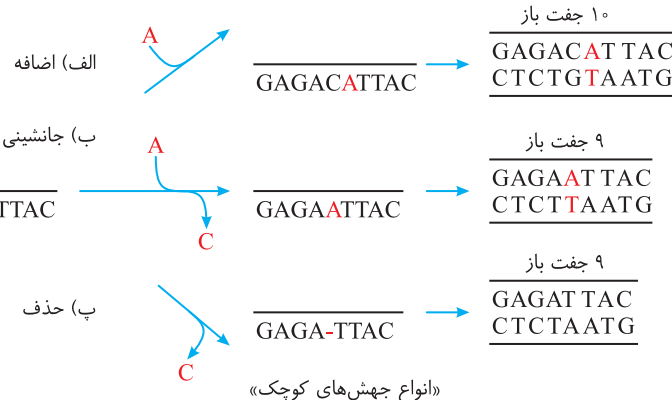
- به ترتیب یک یا چند جفت نوکلئوتید حذف یا اضافه می‌شود.

انواع

- تغییر چارچوب خواندن: تغییرات حذف و اضافه در هر رشتهٔ دنا، مضربی از ۳ نبوده است.
- عدم تغییر چارچوب خواندن: تغییرات حذف و اضافه مضربی از ۳ بوده است.
- در هر دو مورد، محل پایان پروتئین‌سازی و طول پروتئین می‌تواند تغییر کند.



«مقایسهٔ ژن‌های هموگلوبین در افراد سالم و بیمار. در این شکل فقط بخشی از ژن نشان داده شده است»



نوع طبیعی

دنا
TACTTCAAACCGATT
ATGAAGTTTGGCTAA
رنای پیک
AUGAAGUUUGGCUAA
پروتئین
Met Lys Phe Gly پایان

جانشینی

T به جای C
TACTTCAAACCGATT
ATGAAGTTTGGCTAA
A به جای G
AUGAAGUUUGGCUAA
Met Lys Phe Ser پایان
دگر معنا (تغییر در آمینواسید)

تغییر چارچوب

حذف یا اضافهٔ جفت نوکلئوتید

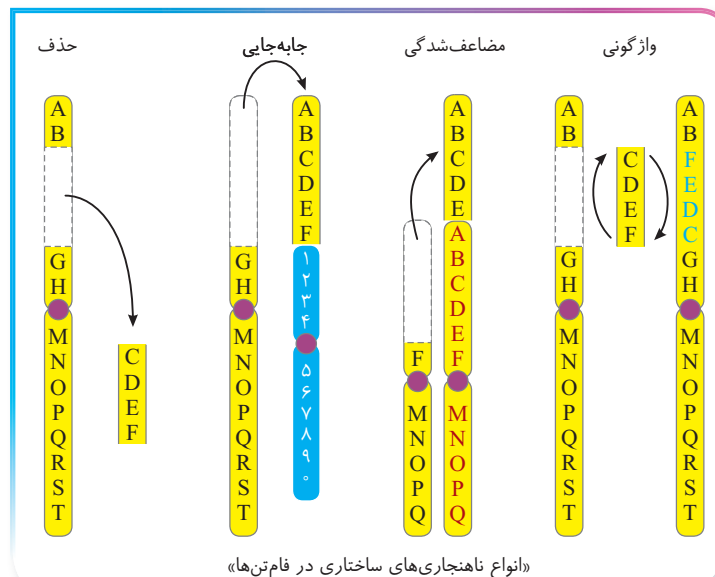
A اضافی
TACTTCAAACCGATT
ATGTAAGTTTGGCTAA
U اضافی
AUGUAGUUUGGCUAA
Met پایان
تغییر چارچوب

A حذف
TACTTCAAACCGATT
ATGAAGTTTGGCTAA
U حذف
AUGAAGUUUGGCUAA
Met Lys Leu Ala ...
تغییر چارچوب

حذف TTC
TACAAACCGATT
ATGTTTGGCTAA
حذف AAG
AUGUUUGGCUAA
Met phe Gly پایان
جهش تغییر چارچوب خواندن رخ نمی‌دهد اما یک آمینواسید حذف شده است.

A به جای T
TACTTCAAACCGATT
ATGTAAGTTTGGCTAA
U به جای A
AUGUAGUUUGGCUAA
Met پایان
بی‌معنا (ایجاد رمز پایان)

«تأثیر جهش بر پروتئین»



«انواع ناهنجاری‌های ساختاری در فام‌تن‌ها»

در هنگام تقسیم یاخته، با مشاهده **کاریوتیپ** می‌توانند از وجود برخی از چنین ناهنجاری‌هایی آگاه شوند.

ناهنجاری‌های عددی

- به دلیل اشکال در جدا شدن کروموزوم، تعداد کروموزوم‌ها عادی نمی‌باشد.
- به‌طور مثال در نشانگان داون، یک فام‌تن ۲۱ اضافی دارند.
- تغییر در تعداد فام‌تن را ناهنجاری عددی فام‌تنی می‌نامند.

بزرگ (ناهنجاری‌های فام‌تنی)

انواع

ناهنجاری‌های ساختاری

حذف: ممکن است قسمتی از فام‌تن از دست برود که معمولاً باعث مرگ می‌شوند.

جابجایی: قسمتی از یک فام‌تن به فام‌تن **غیرهمتا** یا حتی **بخش دیگری** از **همان** فام‌تن منتقل می‌شود.

مضاعف‌شدگی: قسمتی از یک فام‌تن به فام‌تن **همتا** جابه‌جا می‌شود و آن‌گاه در فام‌تن همتا، دو نسخه دیده می‌شود.

بین کروموزوم X و Y مردان، جهش مضاعف‌شدگی رخ نمی‌دهد.

واژگونی: جهت قرارگیری قسمتی از یک فام‌تن **در جای خود** معکوس می‌شود.

انواعی که طول فام‌تن را تغییر نمی‌دهد

- واژگونی
- جابجایی در همان کروموزوم
- ممکن است با کاریوتیپ مشاهده نشوند.

در هر نوع جهشی، نسبت پورین به پیریمیدین دنا تغییری نمی‌کند.

جهش در یاخته‌های مختلف

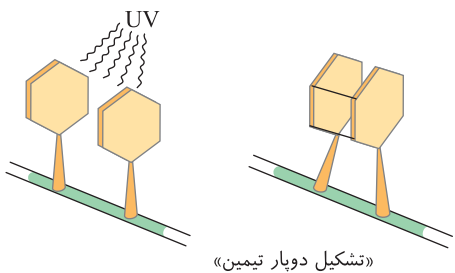
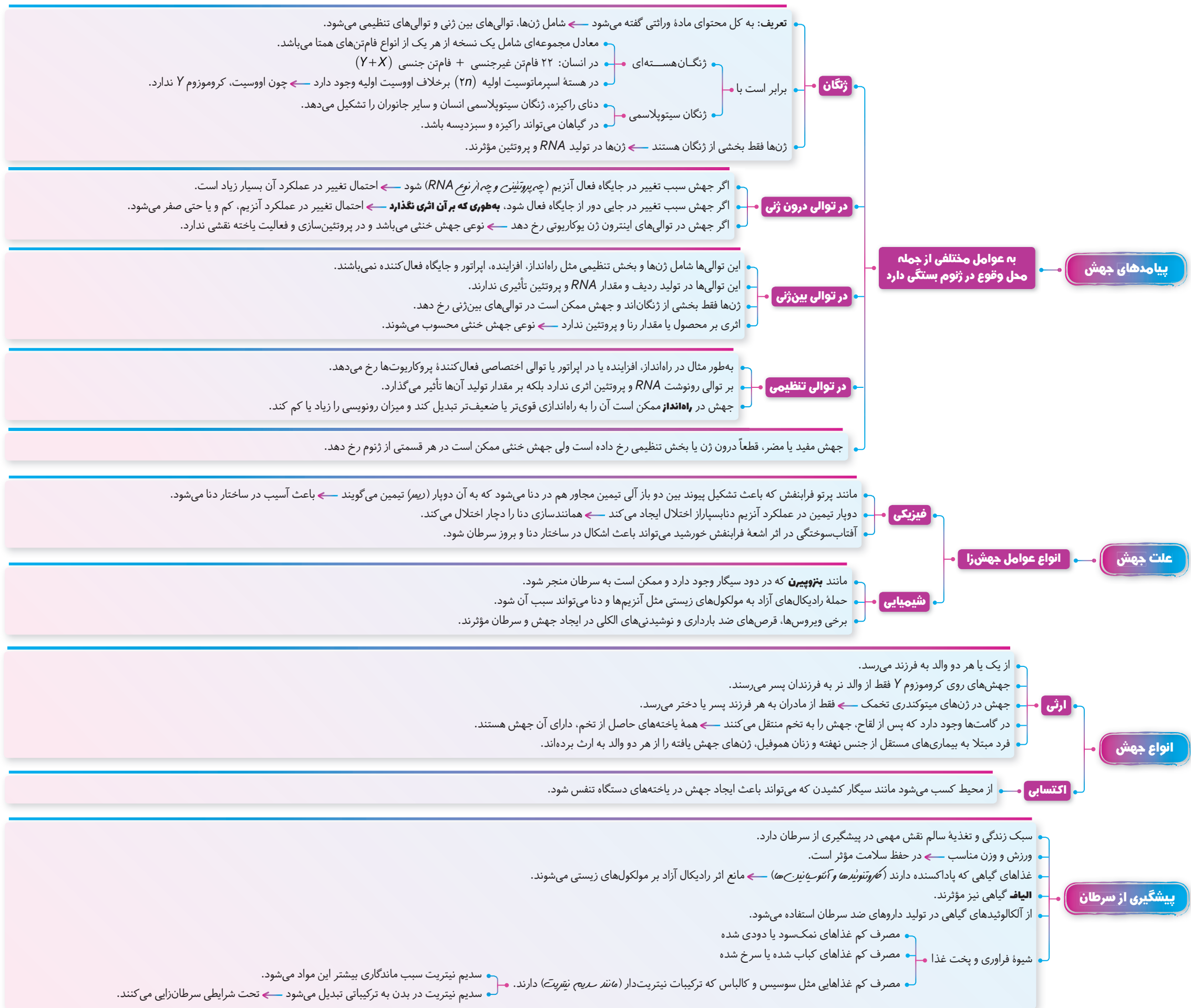
در یاخته‌های پیکری

- در کروموزوم جنسی یا غیرجنسی احتمال دارد $\rightarrow$ به نسل بعد جاندار منتقل نمی‌شود.
- اگر یاخته فاقد قدرت تقسیم باشد $\rightarrow$ فعالیت همان یاخته آسیب می‌بیند.
- اگر یاخته قدرت تقسیم داشته باشد $\rightarrow$ به یاخته‌های حاصل از آن در همان بافت منتقل می‌شود.

در بقای همان فرد مؤثر است.

در یاخته‌های جنسی

- در کروموزوم جنسی یا غیرجنسی آن می‌تواند رخ دهد $\rightarrow$ اگر آن گامت در لقاح شرکت کند، جهش به نسل بعد منتقل می‌شود.
- جهش در میتوکندری اسپرم برخلاف میتوکندری تخمک به نسل بعد منتقل نمی‌شود.





تغییر در جمعیت‌ها

نکات

- پادزیست‌ها (*آنتی‌بیوتیک‌ها*) یکی از کارآمدترین ابزارهای دفاعی در برابر **باکتری‌های** بیماری‌زا است.
- مقاوم شدن باکتری‌ها نسبت به داروها، یکی از مثال‌هایی است که نشان می‌دهد «موجودات زنده می‌توانند در گذر زمان تغییر کنند».
- همهٔ افراد یک گونه در جمعیت، علی‌رغم ویژگی‌های مشترک، تفاوت‌های فردی نیز دارند.
- تعریف جمعیت: به افرادی گفته می‌شود که به یک گونه تعلق دارند و در یک زمان و مکان زندگی می‌کنند.

تغییر جمعیت در گذر زمان

- در هر جمعیت ویژگی‌های افراد در اثر عوامل محیطی متفاوت است ← با تغییر شرایط محیط ← افراد سازگارتر ← در طبیعت انتخاب می‌شوند و شانس بقا و زادآوری بیشتری دارند ← فراوانی آن‌ها در نسل بعد بیشتر می‌شود.
 - افراد ناسازگار ← در طبیعت انتخاب نمی‌شوند و شانس بقا و زادآوری کمتری دارند ← فراوانی آن‌ها در نسل بعد کمتر می‌شود.
- به تدریج ویژگی‌های **جمعیت** در اثر انتخاب طبیعی تغییر می‌کند.

شرایط محیط، تعیین‌کنندهٔ سازگاری یا ناسازگاری هر صفت در یک زمان می‌باشد.

در جامعه‌ای که بین افراد **تفاوت فردی** وجود نداشته باشد، انتخاب طبیعی و تکامل رخ نمی‌دهد.

در حقیقت باید دقت کرد که تفاوت‌های فردی جمعیت، در نهایت به کمک انتخاب طبیعی، سبب تغییر در جمعیت نسل بعد می‌شود ← یعنی انتخاب طبیعی در **خود فرد** تغییری ایجاد نمی‌کند.

خرانهٔ ژن

تعریف خزانۀ ژن یک جمعیت

- قبل از کشف مفاهیم پایهٔ ژنتیک، زیست‌شناسان جمعیت را براساس صفات **ظاهری** توصیف می‌کردند.
- با شناخت ژن ← زیست‌شناسان، جمعیت را براساس ژن‌های آن توصیف کردند.

مجموع **همۀ دگره‌های** موجود در **همۀ** جایگاه‌های ژنی افراد یک جمعیت را خزانۀ ژن آن جمعیت می‌نامند.

دقت کنید که در تعریف خزانۀ ژن، فقط توالی‌های **درون ژنی** مربوط به ساخت صفات بررسی می‌شود ← خزانۀ ژنی به بررسی توالی‌های **تنظیمی و بین‌ژنی** نمی‌پردازد (*برخلاف ژنوم*).

دقت کنید که دو فرد یا دو جمعیت مختلف از یک گونه، خزانۀ ژنی متفاوتی دارند ولی ژنوم آن‌ها یکسان است.

نکات

- اگر در جمعیتی، فراوانی نسبی دگره‌ها یا ژن‌نمودها از نسلی به نسل دیگر ثابت باشد، آن‌گاه می‌گویند جمعیت در حال تعادل ژنی است.
- تا وقتی جمعیت در حال تعادل ژنی است ← تغییر در جمعیت، مورد انتظار نیست.
- تغییر در افراد در اثر جهش مورد انتظار است.
- اگر جمعیت از تعادل خارج شود، روند تغییر را در پیش می‌گیرد.

تعادل در جمعیت

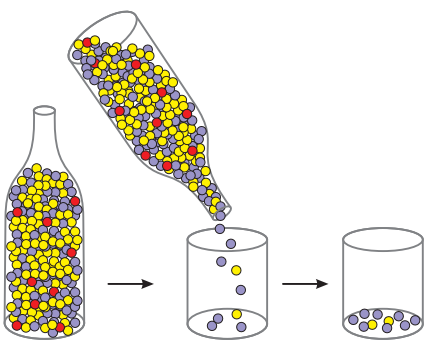
۱ جهش

- با افزودن دگره‌های جدید، **خرانۀ ژن** را غنی‌تر می‌کند و گوناگونی را افزایش می‌دهد.
- در صورت ایجاد جهش در توالی‌های بین‌ژنی و تنظیمی، تأثیری در **خرانۀ ژنی** ندارد.
- بسیاری** از آن‌ها، تأثیر فوری بر رخ نمود ندارند.
- با تغییر شرایط محیط، ممکن است دگرۀ جدید سازگارتر از دگره یا دگره‌های قبلی عمل کند.
- باعث تغییر در فراوانی نسبی دگره‌ها می‌شود ← جامعه را به سمت دگرگونی می‌برد.
- پدیده‌ای **تصادفی** است ← خزانۀ ژنی را غنی‌تر می‌کند.
- معلوم نیست که روی سازگاری اثر مثبت یا منفی بگذارد.
- در پروکاریوت‌ها با تقسیم دوتایی به نسل بعد می‌رسد.
- در زنبور نر برخلاف سایر جانوران، با میتوز به نسل بعد می‌رسد.
- در صورت ایجاد در توالی ژنی ← همواره روی ژنوتیپ تغییر ایجاد می‌کند.
- ممکن است روی فنوتیپ اثر نکند.
- می‌تواند موجب افزایش یا کاهش سازگاری شود.
- تغییر محیط می‌تواند سرعت بروز آن را در فنوتیپ و جمعیت زیاد یا کم کند.
- فرایندی هدفمند و به قصد سازش نمی‌باشد.

عوامل برهم‌زنندۀ تعادل در جمعیت

۲ رانش دگره‌ای

- فرایندی که باعث تغییر فراوانی دگره‌ای بر اثر رویدادهای **تصادفی** می‌شود.
- برخلاف** انتخاب طبیعی به سازش نمی‌انجامد.
- در صورت رانش بسیار بزرگ و حذف برخی دگره‌ها از جمعیت اولیه ← جمعیت آینده فقط بخشی از دگره‌های جمعیت بزرگ اولیه را دارد.
- تغییری که در فراوانی الل می‌دهد، تصادفی است و ارتباطی با سازگاری آن‌ها با محیط و انتخاب طبیعی ندارد.
- هرچه اندازهٔ یک جمعیت **کوچک‌تر** باشد، رانش دگره‌ای اثر **بیشتری** دارد.
- برای اینکه جمعیتی در حال تعادل باشد، باید جمعیت اندازهٔ بزرگی داشته باشد (*تعداد افراد بزرگ داشته باشد*).
- رانش، الل جدید ایجاد نمی‌کند.
- رانش، سبب **کاهش** در ← خزانۀ ژنی جمعیت می‌شود.
- اندازهٔ جمعیت اولیه می‌شود.
- تنوع جمعیت می‌شود.
- تفاوت افراد نسل بعد می‌شود ← چون تنوع الل‌ها در جمعیت اولیه کاهش یافته است.



جمعیت برجای‌مانده کاهش شدید جمعیت جمعیت اولیه
«کاهش شدید در اندازهٔ جمعیت باعث تغییر فراوانی‌های دگره‌ای می‌شود.»

۳

شارش ژن

وقتی افرادی از یک جمعیت به جمعیت دیگری مهاجرت می کنند، در واقع تعدادی از دگره‌های جمعیت مبدأ را به جمعیت مقصد وارد می کنند. اگر شارش دوطرفه (دوسویه) و به‌طور پیوسته ادامه یابد، سرانجام **خزانۀ ژن** دو جمعیت به هم شبیه می‌شود. سبب تغییر در فراوانی نسبی دگره‌های هر دو جمعیت می‌شود. همانند جهش، سبب غنی‌تر شدن تنوع ال‌ها و خزانه ژنی یک جمعیت (گیرنده) شده و گوناگونی را زیاد می‌کند.

۴

آمیزش غیرتصادفی

آمیزش تصادفی، آمیزشی است که در آن احتمال آمیزش هر فرد با افراد جنس دیگر در آن جمعیت یکسان باشد. اگر آمیزش به رخ‌نمود یا ژن‌نمود بستگی داشته باشد، آمیزش غیرتصادفی است. نسبت ژن‌نمودها در جامعه را تغییر می‌دهد. جانوران جفت خود را براساس ویژگی‌های ظاهری و رفتاری «انتخاب» می کنند — در حقیقت در جمعیت‌ها، آمیزش‌ها اغلب غیرتصادفی رخ می‌دهد — پس همواره جامعه در حال دگرگونی است.

۵

انتخاب طبیعی

فراوانی دگره‌ها را در خزانه ژنی تغییر می‌دهد — روی **فئوتیپ** اثر می‌گذارد و انتخاب می‌کند. افراد **سازگارتر** با محیط را برمی‌گزینند و از فراوانی دیگر افراد می‌کاهد. خزانه ژنی نسل آینده به صورت **هدفمند** دستخوش تغییر می‌شود. **مثال:** در سرمای شدید — آن‌هایی که سرما را تحمل می‌کنند زنده می‌مانند — این افراد بیشتر از دیگران تولیدمثل می‌کنند — انتقال صفت تحمل سرما به نسل بعد — با ادامه سرما — تعداد افرادی که سرما را تحمل می‌کنند در مقایسه با جمعیت اول بیشتر است. — این افراد شانس بیشتری برای تولیدمثل و انتقال صفت به نسل‌های بعد — یعنی: تغییر در جمعیت ایجاد می‌شود نه فرد. مثال بالا مثالی از تغییر جمعیت است که یکی از شرایط آن وجود تفاوت‌های فردی است. شرایط محیط، تعیین‌کننده صفات بهتر است که این بهتر بودن صفت، همیشگی نیست. زیست‌شناسان به جای صفت بهتر، از صفت **سازگارتر** با محیط استفاده می‌کنند. این محیط است که تعیین می‌کند کدام صفات با فراوانی بیشتری به نسل بعد منتقل شوند. شکل مقابل علت مقاوم شدن باکتری‌ها به پادزیست را توضیح می‌دهد که **جمعیت** از غیرمقاوم به مقاوم تغییر می‌یابد. انتخاب طبیعی، **جمعیت** را تغییر می‌دهد نه فرد را! تفاوت‌های فردی و در نتیجه گوناگونی جمعیت را کاهش می‌دهد — توان بقای جمعیت را **کاهش** می‌دهد. به اندازه جمعیت ارتباطی ندارد — معمولاً به دلیل تغییر محیط، به حذف کامل ال ناسازگار نمی‌انجامد. برخلاف رانش، همواره به سازگاری جامعه می‌پردازد. **همانند** رانش، سبب **کاهش** گوناگونی افراد در جامعه می‌شود.

عوامل برهم زننده تعادل در جامعه

خزانه ژنی جمعیت را تغییر می‌دهند — خزانه ژنی محدود است. ژنوم جمعیت‌ها و گونه‌ها را تغییر نمی‌دهد — ژنوم به بررسی جایگاه توالی‌ها می‌پردازد.

۳- تکثیر باکتری‌های مقاوم

۲- مرگ باکتری‌های غیرمقاوم بر اثر پادزیست‌ها

۱- مقاومت تعداد اندکی از باکتری‌ها به پادزیست‌ها

«چگونگی مقاوم شدن باکتری‌ها به پادزیست»

گوناگونی در میان افراد یک جمعیت، توانایی بقای جمعیت را در شرایط محیطی جدید بالا می‌برد. جهش و شارش به داخل، گوناگونی جمعیت را افزایش می‌دهند. انتخاب طبیعی، رانش و آمیزش‌های غیرتصادفی، در جهت کاهش گوناگونی جمعیت قدم برمی‌دارند.

سازوکارهایی لازم است که با وجود انتخاب طبیعی، گوناگونی تداوم داشته باشد.

تداوم گوناگونی جمعیت‌ها

۱ گوناگونی دگرهای در گامت‌ها

ویژه جانداران دارای میوز و تولیدمثل جنسی می‌باشد. آرایش‌های متفاوت چهارتاییه (تتراد) در متافاز میوز ۱ که به ایجاد گامت‌های مختلف می‌انجامد. این عمل بدون نیاز به جهش، سبب تنوع در تولیدمثل جنسی می‌شود. اگر فردی در همه صفات خالص باشد ($aaBB...$) گوناگونی دگرهای آن فقط در اثر جهش ایجاد می‌شود. هرچه تعداد صفات ناخالص در افراد بیشتر باشد تنوع دگرهای و گامتی بیشتری دارد. الل جدیدی در خزانه ژنتیکی جمعیت ایجاد نمی‌کند.

۲ نو ترکیبی

نوعی فرایند عادی در پروفاز میوز ۱ می‌باشد که جهش نمی‌باشد. در پروفاز میوز ۱ هنگام جفت شدن فام‌تن‌های هم‌تای، فرایند چلیپایی شدن آغاز می‌شود. چلیپایی شدن (کراسینگ‌اوور): قطعه‌ای از فام‌تن بین فامینک‌های غیرخواهری در کروموزوم‌های هم‌تای مبادله می‌شود. طی این فرایند در دو کروماتید غیرخواهری از تتراد، پیوندهای فسفودی‌استری، شکسته و تشکیل می‌شوند. فامینک‌های نو ترکیب: اگر قطعات مبادله شده حاوی دگرهای متفاوتی باشند، ترکیب جدیدی از دگرهای در این دو فامینک به وجود می‌آید. گامت نو ترکیب: گامت‌هایی که فامینک‌های نو ترکیب را دریافت می‌کنند، گامت‌های نو ترکیب نامیده می‌شوند. این فرایند برخلاف جهش، سبب ایجاد الل جدید نمی‌شود. این فرایند همانند گوناگونی دگرها تغییر در خزانه ژنتیکی نمی‌دهد. این فرایند، سبب ایجاد ترکیب جدیدی از الل‌ها در یک کروموزوم، طی میوز می‌شود. طی این فرایند، امکان دارد در یک میوز، چهار یاخته با ژنوتیپ متفاوت ایجاد شود (مثلاً ۴ نوع اسپرم از یک اسپرماتوسیت اولیه ایجاد می‌شود). طی این فرایند، در بخش‌هایی، دو کروماتید خواهری می‌توانند ژن‌های متفاوتی داشته باشند.

انواع سازوکارها برای حفظ و تداوم گوناگونی در جمعیت‌ها

۳ اهمیت ناخالص‌ها

اگر شانس بقا و زادآوری ناخالص‌ها در صفتی از سایر افراد بیشتر باشد، سبب حفظ تنوع در آن صفت می‌شود.

مثال آن بیماری کم‌خونی داسی‌شکل است: $Hb^A Hb^A$: سالم
 $Hb^A Hb^S$: فقط در هنگام کاهش اکسیژن، گویچه‌های آن‌ها داسی می‌شود.
 $Hb^S Hb^S$: در سنین پایین معمولاً می‌میرند.

مالاریا: بیماری ناشی از نوعی انگل تک‌یاخته‌ای آغازی است که بخشی از چرخه زندگی خود را در گویچه‌های قرمز می‌گذراند. فراوانی دگره Hb^S در مناطقی که مالاریا شایع است، بسیار بیشتر از سایر مناطق است.

افراد خالص سالم ($Hb^A Hb^A$): در معرض ابتلا (حـس) به بیماری مالاریا هستند. این افراد، حساس به مالاریا هستند و در صورت ابتلا می‌میرند.

در این افراد، عامل مالاریا نمی‌تواند بیماری ایجاد کند (مقاوم).

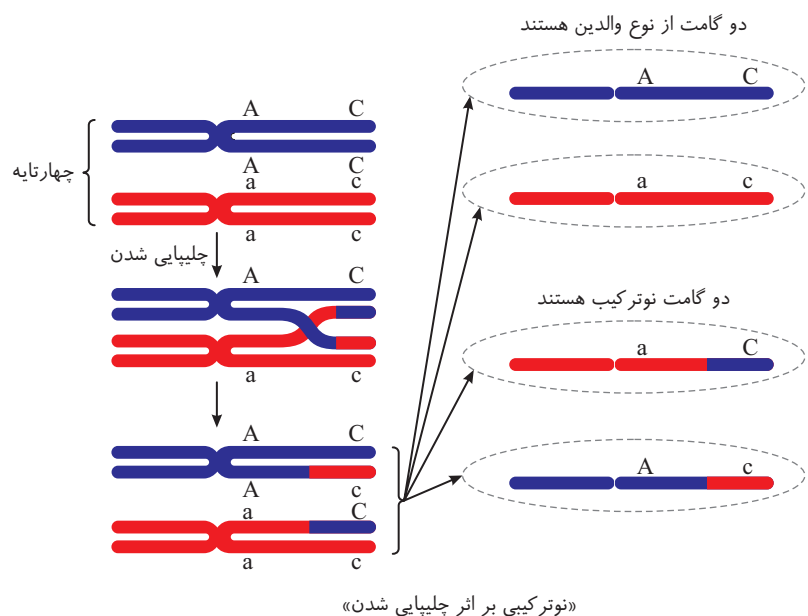
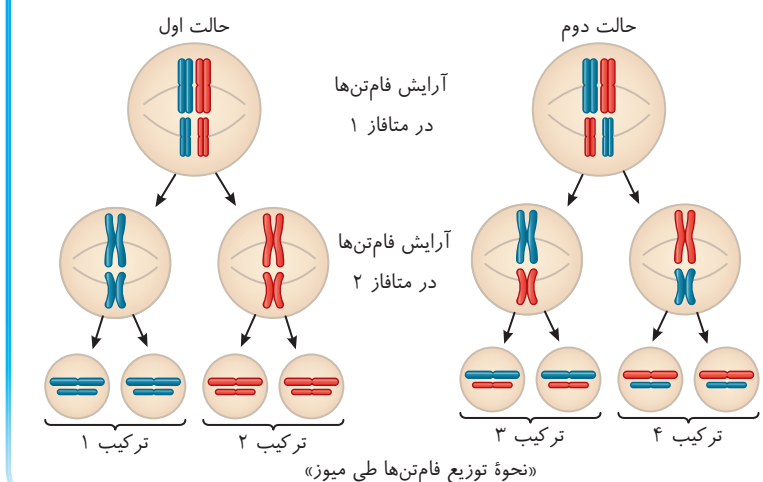
افراد ناخالص سالم ($Hb^A Hb^S$): وقتی گویچه قرمز آن‌ها آلوده می‌شود، آن‌ها داسی‌شکل‌اند و انگل می‌میرد ولی فرد به مالاریا مبتلا نمی‌شود.

افراد مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل $Hb^S Hb^S$: در اثر کم‌خونی داسی‌شکل، معمولاً می‌میرند.

اگر به مالاریا مبتلا شوند به مالاریا مقاوم هستند و در اثر مالاریا نمی‌میرند.

دگره Hb^S در این مناطق باعث بقای جمعیت می‌شود.

مثال خوبی است که نشان می‌دهد شرایط محیط، تعیین‌کننده صفتی است که حفظ می‌شود.





گفتار

۱ سنگواره‌ها

انواع

تعریف: بقایای یک جاندار یا آثاری از جاننداری است که در گذشته دور زندگی می‌کرده است.

- قسمت‌هایی از بدن: سنگواره معمولاً حاوی قسمت‌های سخت بدن جانداران است (مثل استخوان‌ها یا اسکلت خارجی).
- تمام بدن
- حشراتی که در رزین‌های گیاهان به دام افتاده‌اند ← این رزین‌ها در پاسخ به زخم گیاهی و برای محافظت ترشح شده‌اند.

دیرینه‌شناسان

- به مطالعه سنگواره‌ها می‌پردازند و قادرند عمر یک سنگواره را تعیین کنند.
- آن‌ها اکنون می‌دانند که در هر زمان، چه جاندارانی وجود داشته‌اند.
- سنگواره‌ها نشان می‌دهند که در زمان‌های مختلف، زندگی به شکل‌های مختلفی جریان داشته است.

انواع آن‌ها از نظر زمان وجود جانداران

- ۱ جاندارانی که در گذشته زندگی می‌کرده‌اند و امروز دیگر نیستند، مثل دایناسورها.
- ۲ جاندارانی که در گذشته زندگی نمی‌کرده‌اند ولی امروز زندگی می‌کنند، مثل گل لاله یا گربه (گونه‌های جریرتری هستند).
- ۳ گونه‌هایی که از گذشته‌های دور تا زمان حال زندگی کرده‌اند، مثل درخت گیسو.
- ۴ شواهد سنگواره‌ای درخت گیسو نشان می‌دهد که گونه این درخت در ۱۷۰ میلیون سال پیش هم وجود داشته است.

۲ تشریح مقایسه‌ای

شواهد تغییر گونه‌ها

اندام‌ها یا ساختارهای همتا

- در تشریح مقایسه‌ای، اجزای پیکر جانداران گونه‌های مختلف با یکدیگر مقایسه می‌شود.
- نشان می‌دهد که ساختار بدنی بعضی گونه‌ها از طرح مشابهی برخوردار است.
- مقایسه اندام حرکتی جلویی در مهره‌داران مختلف، از طرح ساختاری یکسان حکایت دارد.

اندام‌هایی را که طرح ساختاری آن‌ها یکسان است، حتی اگر کار متفاوتی انجام دهند.

- مثال‌هایی برای ساختار همتا: دست انسان، بال پرند، باله دلفین و دست گربه
- نیای مشترکی دارند، یعنی در گذشته از گونه مشترکی مشتق شده‌اند.
- گونه‌هایی را که نیای مشترکی دارند، گونه‌های خویشاوند می‌گویند.
- زیست‌شناسان برای رده‌بندی جانداران استفاده می‌کنند و جانداران خویشاوند را در یک گروه قرار می‌دهند.
- مثلاً شیر کوهی و دلفین ویژگی‌های شبیه‌تری به هم دارند ولی با کوسه‌ماهی نیز نیای مشترک دارند.

ساختارهای آنالوگ

- ساختارهایی را که کار یکسان اما طرح ساختاری متفاوت دارند.
- هر دو برای پرواز کردن‌اند (کهریک‌س).
- مثال: بال کبوتر و بال پروانه آنالوگ‌اند
- برای پاسخ به یک نیاز (پرواز) به روش‌های مختلفی سازش پیدا کرده‌اند.

ساختارهای وستیجیال (ردپا)

- ساختارهایی که در یک عده بسیار کارآمد هستند اما در عده دیگر، کوچک یا ساده شده و حتی ممکن است فاقد کار خاصی باشند.
- این ساختارهای کوچک، ساده یا ضعیف شده را ساختارهای وستیجیال می‌نامیم.
- بقای پا در لگن به صورت وستیجیال موجود است.
- این ساختار نشان از رابطه‌ای میان آن گونه و دیگر مهره‌داران است.
- مثال: مار پیتون
- شواهد متعددی نشان می‌دهد که مارها از تغییر یافتن سوسمارها پدید آمده‌اند.
- با سوسمار خویشاوند است و نیای مشترک به همراه اندام‌های همتا دارند.
- ردپای تغییر گونه‌ها هستند.

۳ مطالعات مولکولی

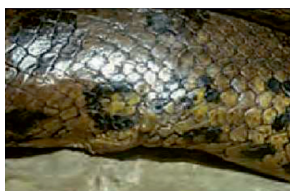
- مقایسه گونه‌ها در تراز ژنتیک (ژنوم) است که ژنگان گونه‌های مختلف با یکدیگر مقایسه می‌شوند.
- اطلاعات به دست آمده از ژنوم‌شناسی مقایسه‌ای
- کدام ژن‌ها در بین گونه مشترک‌اند.
- کدام ژن‌ها ویژگی‌های خاص یک گونه را باعث می‌شوند.
- از مقایسه بین دنا جانداران مختلف برای تشخیص خویشاوندی آن‌ها استفاده می‌شود.
- هرچه دو جاندار شباهت بیشتری بین دنا آن‌ها وجود داشته باشد، خویشاوندی نزدیک‌تری دارند و می‌توان به تاریخچه تغییر آن‌ها پی برد ← ژن‌های شیر کوهی و دلفین به هم شبیه‌تر از کوسه‌ماهی می‌باشد.
- توالی‌هایی از دنا را که در بین گونه‌های مختلف دیده می‌شوند، توالی‌های حفظ شده می‌نامند.



«برگ درخت گیسو و سنگواره آن»



«نیای مشترک و گونه‌های خویشاوند»



«بقایای پا در مار پیتون»

نکات

- ارنست مایر: تعریف آن از گونه برای جاندارانی کاربرد دارد که تولیدمثل **جنسی** دارند.
- تعریف از گونه: به جاندارانی گفته می‌شود که می‌توانند در طبیعت با هم آمیزش کنند و زاده‌های **زیستا و زایا** به وجود آورند ولی نمی‌توانند با جانداران دیگر آمیزش **موفقیت‌آمیز** داشته باشند.
- زیستا: به جاندارانی گفته می‌شود که زنده می‌ماند و زندگی طبیعی خود را ادامه می‌دهد.
- آمیزش موفقیت‌آمیز: آمیزشی است که به تولید زاده‌های زیستا و زایا منجر می‌شود.

گونه‌زایی

جدایی تولیدمثلی

- عواملی است که مانع آمیزش بعضی از افراد یک گونه با بعضی دیگر از افراد همان گونه می‌شوند ← سبب ایجاد دو جمعیت و دو خزانه ژنی جدا از هم می‌شود ← احتمال ایجاد گونه جدید را زیاد می‌کند.
- منظور از جدایی تولیدمثلی ← عواملی هستند که مانع آمیزش بعضی از افراد یک گونه با برخی افراد دیگر همان گونه در جمعیت‌های مختلف می‌شود.

همواره با جدایی تولیدمثلی آغاز می‌شوند.

دگرمیپنی

- جدایی جغرافیایی** رخ می‌دهد مانند کوه‌زایی، ایجاد کوه، دره و یا دریاچه ← سبب جدایی تولیدمثلی برخی افراد می‌شود.
- گاهی بر اثر وقوع رخداد‌های زمین‌شناختی و سدهای جغرافیایی، یک جمعیت به دو قسمت جداگانه تقسیم می‌شود.
- ارتباط دو قسمت از جمعیت اولیه قطع می‌شود و **شارش** بین آن‌ها متوقف می‌گردد.
- به تدریج دو جمعیت متفاوت می‌شوند.
- جهش ← ایجاد ال‌های جدید
- نوترکیبی ← ایجاد ترکیب جدید ال‌ها در گامت‌ها
- انتخاب طبیعی ← انتخاب افراد سازگارتر با تغییرات محیط
- رانش ← در صورتی مؤثر است که جمعیت جدا شده اولیه از سایر افراد، تعداد کم یا اندازه کوچک داشته باشد.
- تفاوت میان دو قسمت **به تدریج** زیاد می‌شود تا جایی که حتی اگر دو جمعیت کنار هم باشند، آمیزشی بین آن‌ها رخ نخواهد داد.
- اگر در حالتی که کنار هم قرار گرفتند به دلیل عواملی مثل تفاوت در زمان تولید، نتوانند با هم آمیزش کنند ← حالا به آن‌ها دو گونه مختلف گفته می‌شود.

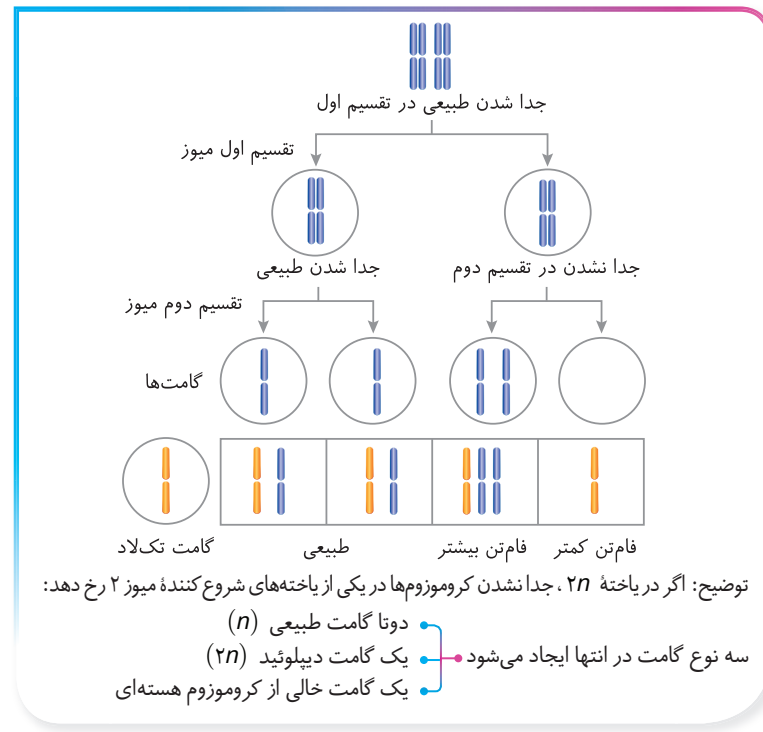
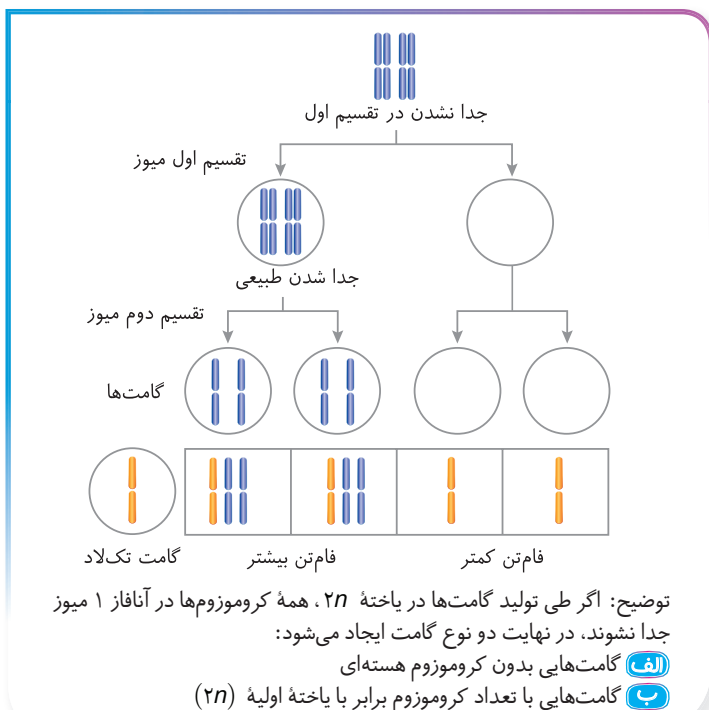
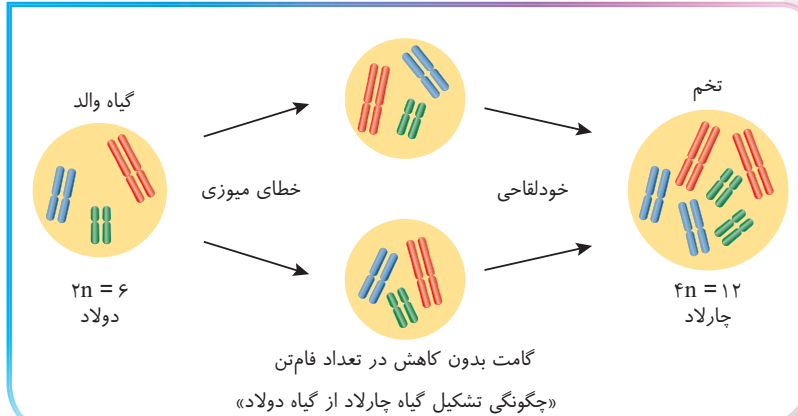
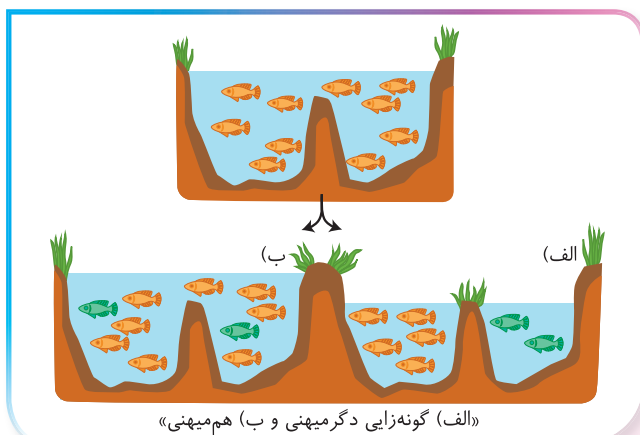
انواع آن براساس سازوکار ایجاد

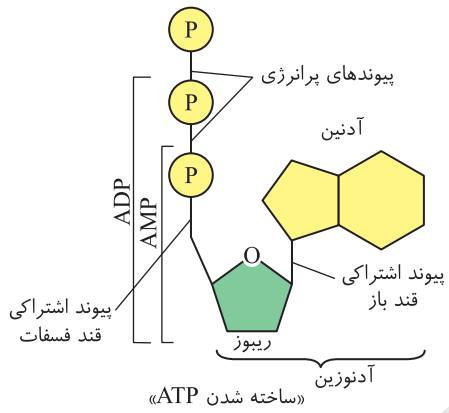
هم‌میپنی

- در **یک زیستگاه** جدایی تولیدمثلی اتفاق می‌افتد و در نتیجه گونه جدیدی حاصل می‌شود.
- جدایی جغرافیایی رخ نمی‌دهد.
- در این گونه‌زایی نیز جهش، رانش و انتخاب طبیعی نقش دارند.
- مثال: پیدایش گیاهان چندلادی (*پلی‌پلوئید*)
- چندلادی به تولید گیاهانی منجر می‌شود که **زیستا و زایا** هستند ← ولی در آمیزش با افراد هم‌گونه نیایی خود، زاده‌های زیستا و زایا پدید نمی‌آورند.
- گیاهان چندلادی بر اثر خطای **میوزی** ایجاد می‌شوند.
- در اثر خطای **میوزی** در گونه نیایی $2n$ ایجاد شده‌اند.
- یک گونه جدید است.
- زیستا و زایا می‌باشد.
- مثلاً ایجاد گونه $4n$ که زیستا و زایا باشد
- گامت‌های $2n$ و دارای کروموزوم همتا ایجاد می‌کنند.
- اگر با گونه $2n$ اولیه لقاح کنند ← زاده $3n$ نازا می‌سازند.
- ممکن است اصلاً با گونه $2n$ اولیه لقاح نکند.
- اگر گامت طبیعی با گامت‌هایی با عدد فام‌تنی غیرطبیعی لقاح کند، تخم طبیعی تشکیل نخواهد شد.

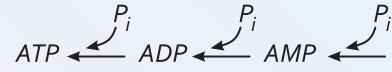
آزمایشات هوگو دوویری

- با گیاهان گل مغربی ($2n=14$) کار می‌کرد ← در هر مجموعه خود ۷ کروموزوم غیرهمتا دارند.
- در آمیزش عادی، گامت‌های $n=7$ ایجاد می‌کردند.
- دوویری، ابتدا متوجه ایجاد **یک** گل مغربی با **ظاهری** متفاوت شد.
- گیاه جدید با ظاهر متفاوت، چارلاد (*تتراپلوئید*) ($4n$) بود.
- گیاه جدید به جای ۱۴ فام‌تن، ۲۸ فام‌تن داشت.
- این گیاه در اثر خطای **میوزی** در آنافاز ۱ والدین ایجاد شده بود.
- گامت تولیدکننده آن‌ها، دو یاخته $2n=14$ بوده است.
- گامت‌های گیاه $4n=28$ ، از نوع $2n=14$ و واجد کروموزوم‌های **همتا** می‌باشد.
- اگر گامت‌های این گیاه با گامت طبیعی که تک‌لادند (n) آمیزش کنند، تخم ($3n$) حاصل می‌شود.
- تخم $3n$ نازاست و زاده آن‌ها نمی‌تواند یک گونه جدید به حساب بیاید.
- اگر گیاه چارلاد خودلقاحی کند یا با گیاه مانند خود دگرلقاحی کند، یاخته $4n$ حاصل می‌شود.
- گیاه $4n$ زیستا و زایاست ولی با گیاه $2n$ نمی‌تواند آمیزش موفقیت‌آمیز کند، بنابراین به گونه جدیدی تعلق دارد.

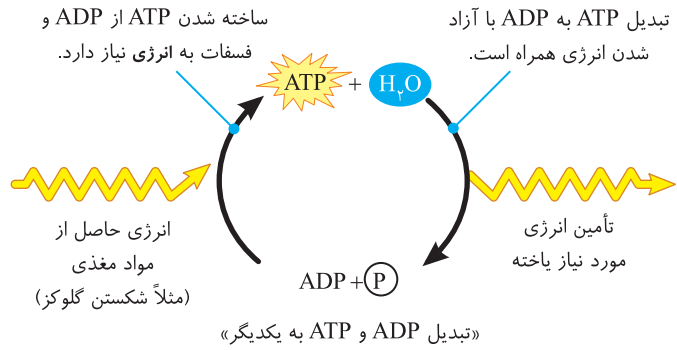




هیچ جانداری نمی‌تواند بدون انرژی زنده بماند، رشد و فعالیت کند ← همهٔ جانوران، به شیوهٔ یکسانی، انرژی مورد نیاز را از غذایی که می‌خورند، به دست می‌آورند. شکل رایج و قابل استفاده انرژی در یاخته‌هاست.



پیوندهای پرازنری اشتراکی بین گروه‌های فسفات ایجاد و با شکسته شدن این پیوند، انرژی ذخیره شده در آن‌ها آزاد می‌شود. حفظ هر یک از ویژگی‌های جانداران مثل رشد و نمو، تولیدمثل و ... به در اختیار داشتن **ATP** وابسته است. آدنین و فسفات، با پیوند اشتراکی به قند پنتوز آن متصلند. تبدیل **ADP** به **ATP** واکنشی از نوع سنتز آبدی بوده که انرژی‌خواه است و از مواد مغذی انرژی آن به دست می‌آید. هیدرولیز **ATP** به **ADP**، همراه با مصرف آب بوده و انرژی‌زا می‌باشد. انرژی حاصل از آن صرف فرایندهای یاخته‌ای می‌شود.



گروه فسفات از یک ترکیب فسفات دار (پیش‌ماده) و افزودن آن به *ADP* است.

- تولید ATP در مرحله آخر گلیکولیز (تهدکسز) هر نوع تنفس یاخته‌ای از پیش‌ماده سه کربنی دوفسفات
- تولید ATP در چرخه کربس ← مخصوص بخش هوازی تنفس یاخته‌ای می‌باشد.

طبق واکنش مقابل، به سرعت، ATP تولید می‌کند. $CP + ADP \rightarrow C + ATP$ کرآتین

- کراتین، سپس در ماهیچه به ماده زائد نیتروژن دار **کراتینین** تبدیل می شود.
- کراتینین ها وارد خون شده و سپس به عنوان ماده زائد نیتروژن دار از کلیه ها دفع می شوند.
- در جایگاه فعال آنزیم مورد نیاز آن، فسفات ها در کنار هم قرار می گیرند.



«ساخته شدن ATP در سطح پیش ماده»

- همواره طی آن، قند می‌سوزد و ATP تولید می‌شود.

- تجزیه ماده مغذی و تولید ATP با حضور اکسیژن انجام می‌شود.



- الف)** بخش بی‌هوایی (مقتل از اکسیر): قندکافت (گلیکولیز) ← در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم هر یاخته زنده‌ای رخ می‌دهد.

- در یوکاریوت‌ها، درون راکیزه انجام می‌شود.

- ۱ اکسایش پیرووات

- ۲ چرخه کربس (آکسیدائٹیل)

۳. زنجیره انتقال الکترون ← بیشترین مقدار ATP را به صورت اکسایشی تولید می‌کند.

- به ازای تجزیه کامل گلوکز در بهترین شرایط آزمایشگاهی، یاخته یوکاریوت، حداکثر $3\% ATP$ تولید می کند.

- تولید *ATP* در یاخته‌های متفاوت و متناسب با نیاز بدن فرق می‌کند.

- هورمون‌های یددار تیروئیدی با تنظیم سوخت‌وساز یاخته‌ها، سبب تنظیم مقدار ATP می‌شوند.

- اگر ATP زیاد باشد، آنزیم‌های درگیر در قندکافت و چرخه کربس مهار می‌شوند تا تولید ATP کم شود.

- اگر ATP کم و ADP زیاد شود، آنزیم‌های قندکافت و بخش هوازی فعال و تولید ATP افزایش می‌یابد.

- این تنظیم مانع هدر رفتن منابع می شود.

- یاخته‌های بدن به‌طور معمول از گلوکز و ذخیرهٔ قندی کبد برای تأمین انرژی استفاده می‌کنند.

- در صورت عدم منابع کافی، یاخته‌ها به سراغ تجزیه چربی‌ها و پروتئین‌ها می‌روند.

- تحلیل و ضعیف شدن ماهیچه‌های اسکلتی و سیستم ایمنی از عوارض سوء تغذیه و فقر غذایی شدید و طولانی‌مدت در افراد است.

- در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم رخ می‌دهد.

- کمی ATP تولید می کند.

- در نهایت اتانول و CO_2 تولید می‌کند.

- در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم رخ می‌دهد.

- در نهایت با الکترون گیری پیرووات، لاکتات تولید می‌کند.

- تنها تنفس یاخته‌ای است که CO_2 تولید نمی‌کند.



ATP

تأمين انرژی

۱ تنفس هوازی

تتفس یاختہای

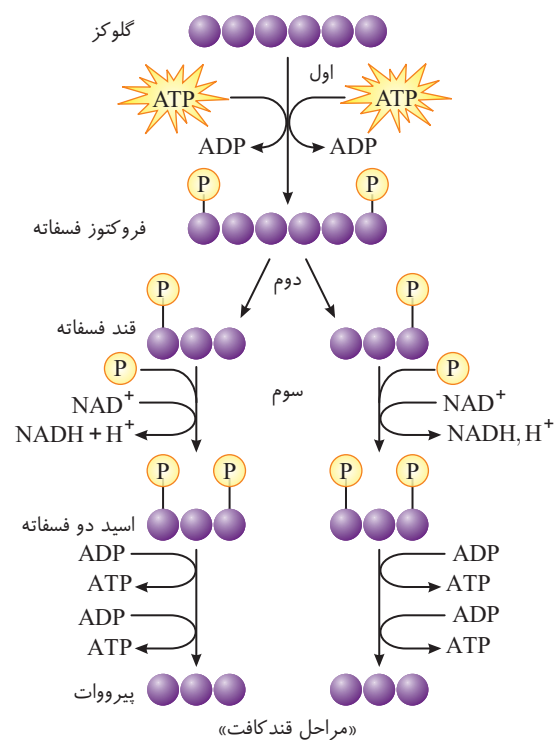
٢
تتفس بی هوازی (تخمیر)

• **دو مرحله دارد** •

ادامہ دو نوع تخمیر مهم

الكلية

لاکٹیکی



اولین مرحلهٔ تنفس یاخته‌ای و به معنی تجزیهٔ گلوکز است.

در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم و به صورت چندمرحله‌ای در هر یاختهٔ زنده‌ای انجام می‌شود.

۱ گلوکز با گرفتن فسفات‌های ATP به فروکتوز فسفات تبدیل می‌شود (این ATP ها برای انرژی فعال‌سازی واکنش صرف می‌شوند).

۲ از تجزیهٔ گلوکز فسفات، دو قند سه‌کربنی یک‌فسفات حاصل می‌شود.

۳ هر قند سه‌کربنهٔ یک‌فسفات با گرفتن یک فسفات آزاد دیگر به مادهٔ اسیدی دوفسفات تبدیل می‌شود $\leftarrow$ در این مرحله، به ازای تولید هر اسید، یک $NADH$ و یک H^+ ایجاد می‌شود.

۴ هر اسید دوفسفات بعد از طی مراحل به مولکول سه‌کربنی به نام پیرووات تبدیل می‌شود $\leftarrow$ در این مرحله به ازای هر پیرووات، دو مولکول ATP در سطح پیش‌ماده تولید می‌شود.

در قندکافت، O_2 و CO_2 ، تولید و مصرف نمی‌شود.

الف) قندکافت (گلیکولیز)

$NADH$

حامل الکترونی دی‌نوکلئوتیدی است و از اضافه شدن الکترون و پروتون به NAD حاصل می‌شود.

همواره به ازای یک $NADH$ ، یک پروتون H^+ نیز وجود دارد.

در قندکافت و بخش هوازی تنفس برای اکسایش پیرووات و استیل، مصرف می‌شود (NAD^+ در واکنش، به $گرفتار$ الکترون کاهش می‌یابد).

مادهٔ نیکوتین‌دار دی‌نوکلئوتیدی می‌باشد.

در تخمیر و زنجیرهٔ انتقال الکترون دوباره‌سازی می‌شود ($NADH$ ، اکسایش می‌یابد) $NAD^+ + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons NADH + H^+$

ابتدا با گرفتن یک الکترون خنثی شده و سپس با یک هیدروژن ترکیب شده و به صورت حامل الکترونی $NADH$ درمی‌آید.

به ازای هر $NADH$ ، یک پروتون یا H^+ نیز ایجاد شده است.

NAD^+

گیرنده‌های الکترونی در تنفس یاخته‌ای

FAD

گیرندهٔ الکترون مخصوص اکسایش استیل در بخش هوازی تنفس است.

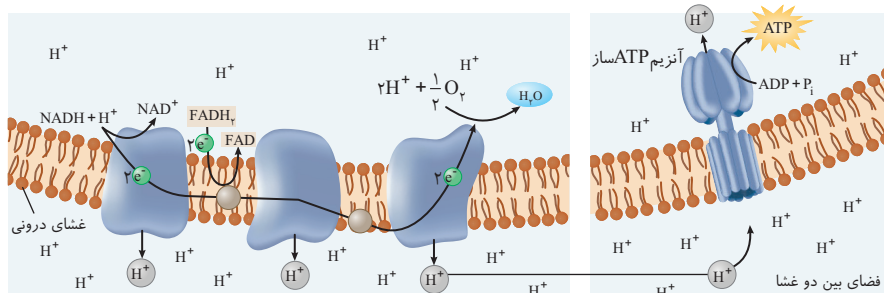
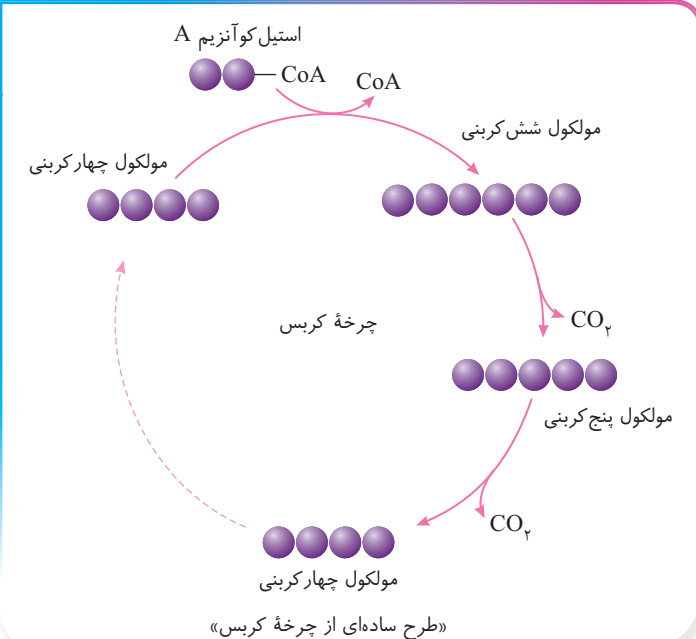
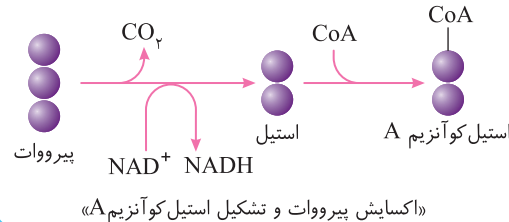
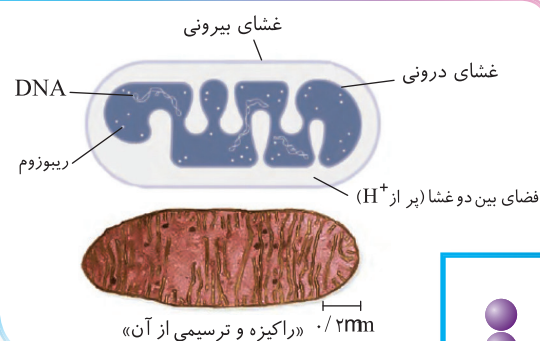
در بسترهٔ راکیزه در واکنش چرخهٔ کربس مصرف می‌شود ($گرفتار$ الکترون کاهش می‌یابد).

با گرفتن دو اتم هیدروژن به صورت ناقل الکترونی $FADH_2$ درمی‌آید. $FAD + 2e^- + 2H^+ \rightleftharpoons FADH_2$

مادهٔ دی‌نوکلئوتیدی می‌باشد.

همراه با ایجاد $FADH_2$ ، پروتونی به صورت آزاد حمل نمی‌شود.

در زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه (بین پمپ اول و دوم) دوباره‌سازی می‌شود ($FADH_2$ اکسایش می‌یابد).



«زنجیره انتقال الکترون در راکیزه و تشکیل ATP»

دو غشای داخلی چین‌خورده و بیرونی صاف دارد. چین‌های غشای درونی به سمت داخل یا بستره می‌باشد. درون آن دو فضا دارد: بخش داخلی (بتره) و بخش بیرونی (فضای بین روسته). برای تنفس یاخته‌ای به پروتئین‌هایی که ژن‌های آن‌ها در هسته قرار دارد وابسته است. این پروتئین‌ها در ریبوزوم‌های ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم ساخته می‌شوند. دارای دنا یا دناهای مستقل از هسته و رناتن **مخصوص** به خود هستند. در آن همانندسازی، رونویسی و پروتئین‌سازی انجام می‌شود. در دنا یا راکیزه، ژن‌های مورد نیاز ساخت انواعی از پروتئین‌های مورد نیاز در تنفس یاخته‌ای وجود دارد. همراه با یاخته و نیز مستقل از آن تقسیم می‌شود (**رونویسی و ترجمه هم‌زمان دارد**). دنا یا ژنوم سیتوپلاسمی انسان را شامل می‌شود.

ساختمان راکیزه

در راکیزه یوکاریوت‌ها انجام می‌شود.

پیروات از طریق انتقال **فعال** وارد راکیزه می‌شود و در آنجا اکسایش می‌شود. پیروات در راکیزه یک CO_2 از دست می‌دهد و به بنیان استیل تبدیل می‌شود. بنیان استیل با اتصال به مولکولی آبی به نام کوآنزیم A، استیل کوآنزیم A را تشکیل می‌دهد. در این واکنش ابتدا، CO_2 آزاد می‌شود و در آخر کوآنزیم A وارد واکنش می‌شود. در این مرحله، تولید **ATP** صورت نمی‌گیرد ولی اولین مرحله تولید CO_2 در تنفس یاخته‌ای می‌باشد.

۱ اکسایش پیروات

واکنش‌های چرخه‌ای برای اکسایش گروه استیل در بستره راکیزه می‌باشد. چرخه با ماده چهارکربنی شروع می‌شود و در آخر دوباره‌سازی می‌شود. مولکول گلوکز اولین در پایان این مرحله تا حد تشکیل مولکول‌های CO_2 تجزیه شده است. واکنش‌های آن به صورت چرخه‌ای از واکنش‌های آنزیمی صورت می‌گیرد.

- ۱ ترکیب استیل کوآنزیم A با مولکول چهارکربنی - سبب جدا شدن کوآنزیم A و تشکیل مولکول شش کربنی می‌شود.
۲ تبدیل مولکول شش کربنی به مولکول پنج کربنی با آزاد کردن CO_2
۳ تبدیل مولکول پنج کربنی به اولین مولکول چهارکربنی با آزاد کردن CO_2
۴ بازسازی مولکول چهارکربنی اولیه برای گرفتن استیل کوآنزیم دیگر - تبدیل انواع مولکول‌های چهارکربنی به یکدیگر

۲ چرخه کربس

ب بخش هوازی یا وابسته به اکسیژن در یوکاریوت‌ها

مولکول‌های $NADH$ و $FADH_2$ در سطح پیش‌ماده در محل‌های متفاوتی از چرخه تشکیل می‌شوند. $FADH_2$ ترکیبی نوکلئوتیددار است و همانند $NADH$ در این مرحله تولید می‌شود. تا پایان مرحله چرخه‌های کربس، انرژی حاصل از تجزیه گلوکز، صرف ساخته شدن ATP ، $FADH_2$ و $NADH$ شده است. تا پایان مرحله چرخه‌های کربس، همه $6CO_2$ حاصل از تجزیه گلوکز، در بستره راکیزه آزاد شده‌اند.

- ۱ متشکل از مولکول‌هایی است که در غشای درونی راکیزه قرار دارند که می‌توانند الکترون بگیرند یا از دست بدهند.
۲ اجزای آن حاوی سه پمپ پروتونی در عرض غشای درونی راکیزه و دو پروتئین مخصوص انتقال الکترون می‌باشد.

- همگی پروتون‌ها را برخلاف شیب غلظت از بستره راکیزه به فضای بین دو غشای آن می‌برند. همگی انرژی زیستی مورد نیاز خود را از الکترون عبوری می‌گیرند (ATP نه!).
پمپ اول - مخصوص اکسایش $NADH$ ‌های قندکافت و بخش هوازی می‌باشد - دوباره‌سازی NAD^+ می‌کند. الکترون‌های $FADH_2$ را عبور نمی‌دهد.
پمپ دوم - الکترون‌های $NADH$ و $FADH_2$ را از خود عبور می‌دهد.
پمپ سوم - الکترون‌های $NADH$ و $FADH_2$ را دوباره به بستره راکیزه برمی‌گرداند تا به O_2 برساند - یون اکسید ایجاد می‌کند.

۳ اجزای زنجیره

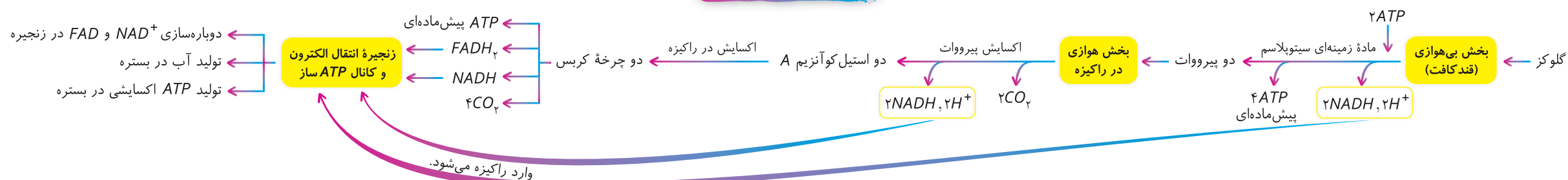
به انتقال H^+ نمی‌پردازند.

- بین پمپ اول و دوم - آب‌گریز در وسط غشای درونی راکیزه است - مسئول اکسایش $FADH_2$ و دوباره‌سازی FAD می‌باشد. الکترون‌های $FADH_2$ و $NADH$ را عبور می‌دهد.
بین پمپ دوم و سوم - آب‌دوست در سطح خارجی غشای درونی راکیزه است - الکترون‌های $FADH_2$ و $NADH$ را به پمپ سوم می‌دهد.

۳ زنجیره انتقال الکترون (تشکیل ATP اکسایشی)

- ۴ مولکول‌های $NADH$ و $FADH_2$ برای تولید ATP بیشتر مصرف می‌شوند.
۵ الکترون‌ها در نهایت به اکسیژن مولکولی می‌رسند و اکسیژن مولکولی به یون اکسید (OH^-) تبدیل می‌شود.
۶ یون‌های اکسید در ترکیب با پروتون‌هایی که در بستره قرار دارند، مولکول آب را تشکیل می‌دهند.
۷ با ایجاد یون اکسید (O^{2-}) و ترکیب آن با پروتون‌ها، در بستره راکیزه، مقداری آب تولید می‌شود.
۸ انرژی لازم برای انتقال پروتون‌های آن از الکترون‌های پراثری $NADH$ و $FADH_2$ فراهم می‌شود.
۹ ضمن عمل پمپ‌های آن، تراکم پروتون‌ها در فضای بین دو غشا افزایش می‌یابد که براساس شیب غلظت، پروتون‌ها تمایل دارند به سمت بخش داخلی (بتره) برگردند.
۱۰ پروتون‌ها فقط از طریق مجموعه‌ای پروتئینی به نام آنزیم ATP ‌ساز به بخش داخلی راکیزه می‌روند (این مجموعه از اجزای زنجیره انتقال الکترون نمی‌باشد).
۱۱ با عبور پروتون‌ها به روش انتشار تسهیل شده از کانالی که در این مجموعه در غشای درونی راکیزه قرار دارد، انرژی مورد نیاز برای تشکیل ATP اکسایشی از ADP و گروه فسفات فراهم می‌شود.
۱۲ اکسیژن گیرنده نهایی الکترون و پروتون در تنفس هوازی می‌باشد.

خلاصه‌ای از تنفس هوازی



نکات

- از روش‌های تأمین انرژی در شرایط کمبود یا نبود اکسیژن است.
- در انواعی از جانداران یوکاریوتی و پروکاریوتی رخ می‌دهد.
- در فرایند تخمیر، راکیزه و در نتیجه زنجیره انتقال الکترون نقشی ندارند.
- از دو مرحله تشکیل شده، یکی مرحله قندکافت و یکی مرحله تداوم تولید NAD⁺ به مجموع هر دو مرحله آن، تخمیر یا تنفس بی‌هوازی گفته می‌شود.
- برای تداوم قندکافت، وجود NAD⁺ ضروری است و اگر نباشد قندکافت متوقف می‌شود.
- دو نوع تخمیر مهم الکلی و لاکتیکی وجود دارد که گیرنده نهایی الکترونی آن‌ها نوعی ماده آلی می‌باشد.

دو نوع تخمیر

تنفس بی‌هوازی (تخمیر)

مرحله دوم

۱ در تخمیر الکلی

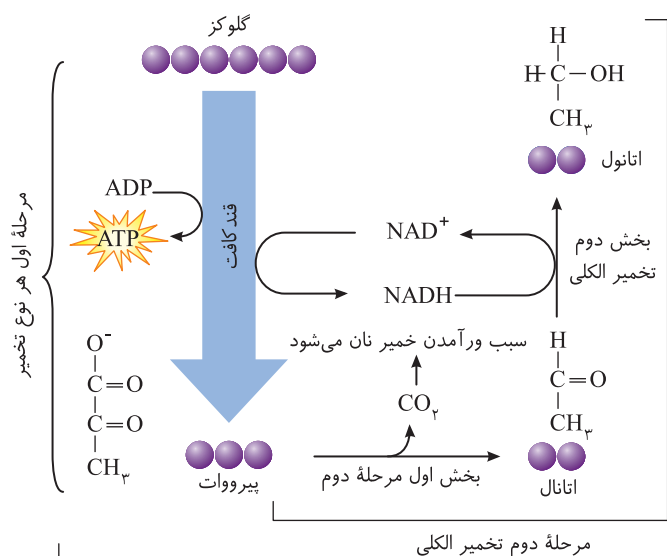
- در برخی باکتری‌ها، در قارچ مخمر نان و برخی یاخته‌های گیاهان انجام می‌شود.
- واکنشی دومرحله‌ای است.
- در مرحله اول، پیرووات حاصل از قندکافت با از دست دادن CO_۲ به اتانال تبدیل می‌شود.
- در مرحله دوم، ضمن واکنش‌های کاهشی، اتانال با گرفتن الکترون‌های NADH، اتانول ایجاد می‌کند و NAD⁺ دوباره‌سازی می‌شود.
- ورآمدن خمیر نان به علت انجام این نوع تخمیر است و با تولید CO_۲ ایجاد می‌شود.
- تخمیر الکلی در نهایت سبب تولید اتانول، CO_۲ و ATP می‌شود.
- مرحله دوم تخمیر الکلی سبب تولید اتانول، CO_۲ و NAD⁺ می‌شود.
- ماده نهایی الکترون گیرنده آن اتانال آلی می‌باشد.

۲ در تخمیر لاکتیکی

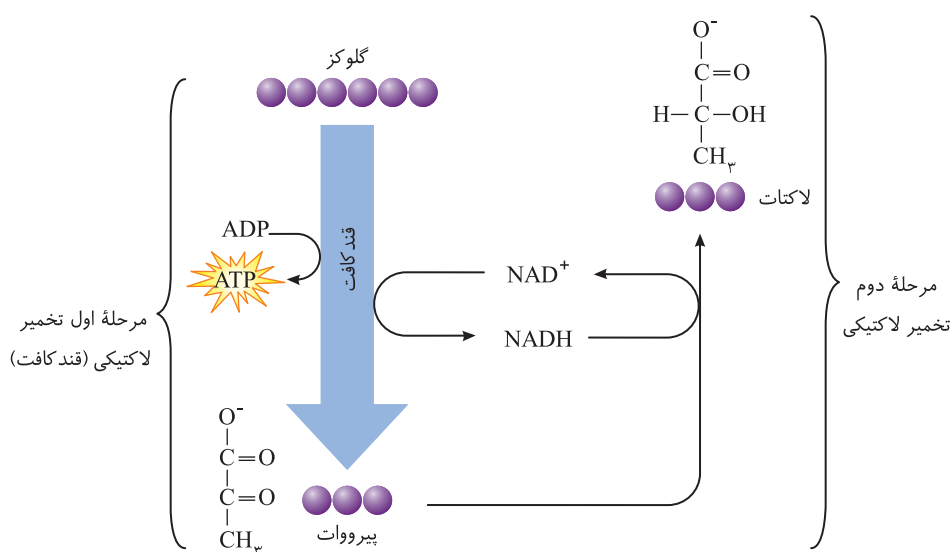
- واکنشی یک‌مرحله‌ای است که طی آن پیرووات، کاهش می‌یابد.
- ضمن الکترون‌گیری پیرووات، دوباره‌سازی NAD⁺ رخ می‌دهد.
- در این نوع تنفس یاخته‌ای، CO_۲ تولید نمی‌شود.
- پیرووات حاصل از قندکافت وارد راکیزه‌ها نمی‌شود، بلکه با گرفتن الکترون‌های NADH به لاکتات تبدیل می‌شود.
- اگر اکسیژن کافی برای تجزیه گلوکز در ماهیچه‌های اسکلتی وجود نداشته باشد، پیرووات به لاکتات تبدیل شده و تجمع لاکتات سبب درد ماهیچه‌ای می‌شود.
- انواعی از باکتری‌ها این تخمیر را انجام می‌دهند.
- در ترش شدن شیر، تولید فراورده‌های غذایی مانند خیارشور و فراورده‌های شیری نقش دارند.

تخمیر در گیاهان

- هر دو نوع تخمیر الکلی و لاکتیکی در گیاهان وجود دارد.
- تجمع الکل یا لاکتیک اسید در یاخته گیاهی به مرگ آن می‌انجامد، بنابراین باید از یاخته‌ها دور شوند.
- گیاهانی که به‌طور طبیعی در شرایط غرقابی رشد می‌کنند، سازوکارهایی برای تأمین اکسیژن مورد نیاز دارند.
- یا به کمک شش ریشه‌ها، از هوا O_۲ می‌گیرند.
- یا نرم‌آکنه پرها دارند.
- تشکیل بافت نرم‌آکنه‌ای هوا دار در گیاهان آبی (آبزی، توبری‌صا، توبری‌صا) و شش ریشه در درخت خزا مثالی از این سازوکارها هستند.



تخمیر الکلی = مرحله اول (قندکافت) + مرحله دوم (تخمیر از پیرووات تا تولید اتانول)



«تخمیر لاکتیکی. علت ترش شدن شیر، لاکتیک اسید است.»

سلامت بدن (پاداکسندها)

رادیكال‌های آزاد

تکات

- رادیكال‌های آزاد به علت داشتن الكترون‌های جفت نشده در ساختار خود، واكنش‌پذیری بالایی دارند.
- می‌توانند در واكنش با مولكول‌های تشكيل دهنده بافت‌های بدن، به آن‌ها آسیب برسانند.
- در فرایند تنفس هوازی امکان تولید رادیكال آزاد از اكسیژن وجود دارد.
- اتم اكسیژن برخلاف مولكول اكسیژن به عنوان یک رادیكال آزاد بوده و می‌تواند به مولكول‌های زیستی آسیب برساند.
- در گاهی موارد، درصدی از اكسیژن‌ها وارد واكنش تشكيل آب نمی‌شوند و به صورت رادیكال آزاد درمی‌آیند.
- راکیزه‌ها برای مقابله با اثر سمی رادیكال آزاد به ترکیبات پاداكسنده وابسته‌اند.
- میوه‌ها و سبزیجات دارای پاداكسندهایی مانند کاروتنوئیدها و آنتوسیانین‌ها هستند.
- کاروتنوئیدهای درون پلاست‌ها می‌توانند در راکیزه وارد شوند و مانع عمل رادیكال‌های آزاد شوند.
- پاداكسندها در واكنش با رادیكال‌های آزاد مانع از اثر تخریبی آن‌ها بر مولكول‌های زیستی و در نتیجه مانع تخریب بافت‌های بدن می‌شوند.
- واكنش تشكيل آب دو مرحله دارد
 - مرحله اول $\leftarrow$ ترکیب O_2 با الكترون‌ها و ایجاد یون اكسید منفی (O^{2-}) $\leftarrow$ یون اكسید رادیكال آزاد نمی‌باشد.
 - مرحله دوم $\leftarrow$ ترکیب یون O^{2-} (آکسید) با پروتون و تشكيل آب

تجمع رادیكال‌های آزاد

علت

۱ اثر الكل

- سرعت تشكيل رادیكال‌های آزاد از اكسیژن را افزایش می‌دهد.
- مانع عملکرد راکیزه در جهت کاهش رادیكال آزاد می‌شود.
- تجمع رادیكال آزاد $\leftarrow$ حمله به DNA حلقوی راکیزه $\leftarrow$ تخریب راکیزه $\leftarrow$ مرگ یاخته‌های کبدی $\leftarrow$ بافت‌مردگی (نُدروز) (مرگ تصادفی) $\leftarrow$ اختلال در کار کبد و از کار افتادن آن
- اختلال در کار کبد و از کار افتادن آن از شایع‌ترین عوارض نوشیدن مشروبات الكلی است.

۲ نقص ژنی

- گاه نقص در ژن‌های مربوط به پروتئین‌های زنجیره انتقال الكترون، به ساخته شدن پروتئین‌های معیوب می‌انجامد $\leftarrow$ مانع انتقال الكترون کافی به O_2 می‌شود.
- راکیزه با این پروتئین‌های معیوب در مبارزه با رادیكال‌های آزاد عملکرد مناسبی ندارد $\leftarrow$ احتمال تخریب دنای راکیزه بالا می‌رود.
- این نقص ژنی می‌تواند مربوط به ژن‌های درون هسته یا خود راکیزه باشد.

توقف انتقال الكترون

سیانید

- مواد سمی فراوانی وجود دارند که یک یا تعدادی از واكنش‌های تنفس هوازی را مهار می‌کنند $\leftarrow$ سبب توقف تنفس یاخته‌ای $\leftarrow$ مرگ
- سبب توقف واكنش نهایی مربوط به انتقال الكترون به O_2 می‌شود
 - احتمال تولید یون اكسید (O^{2-}) را در راکیزه کم می‌کند $\leftarrow$ تولید آب نیز کم می‌شود.
 - احتمال ایجاد رادیكال آزاد از اكسیژن زیاد می‌شود.
 - چون مراحل انتهایی زنجیره را دچار اختلال می‌کند، روی تولید NAD^+ و FAD اثر مستقیم ندارد.

کربن مونواكسید

- اتصال پایدار به هموگلوبین در محل اتصال اكسیژن دارد $\leftarrow$ مانع اتصال اكسیژن به هموگلوبین می‌شود $\leftarrow$ اختلال در تنفس یاخته‌ای $\leftarrow$ مقدار تنفس هوازی و تولید ATP در یاخته کم می‌شود.
- همانند سیانید سبب توقف واكنش‌های مربوط به انتقال الكترون به اكسیژن می‌شود
 - احتمال ایجاد یون اكسید و آب را کم کرده
 - احتمال تولید رادیكال آزاد اكسیژن را زیاد می‌کند.

دود خارج شده از خودروها و سیگار از منابع دیگر تولید کربن مونواكسید هستند.



کلیات

تبدیل انرژی نوری به انرژی شیمیایی است ← منبع انرژی واکنش آن، **نور** می‌باشد.
 طی فرایند فتوسنتز در **گیاهان**، CO_2 با استفاده از انرژی نور خورشید به ماده‌ای تبدیل شده و **اکسیژن** نیز تولید می‌شود.
 براساس تعیین میزان کربن دی‌اکسید مصرف شده و یا اکسیژن تولید شده، میزان فتوسنتز در گیاهان را اندازه می‌گیرند.
 فرمول فتوسنتز در گیاهان ← $6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{نور خورشید}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

انواعی از جانداران وجود دارند که فتوسنتز می‌کنند

- در گیاهان به جز **انگل‌هایی** مثل سس و گل جالیز فتوسنتز صورت می‌گیرد.
- جلبک‌ها** و برخی دیگر آغازیان مثل **اوگلنا** فتوسنتز می‌کنند.
- برخی** باکتری‌ها فتوسنتز می‌کنند ← سیانوباکتری‌ها و باکتری‌های گوگردی از آن‌ها هستند.
- هم** یاخته فتوسنتزکننده باید رنگیزه جذب نور و دنا **حلقوی** داشته باشد.
- هم** یاخته فتوسنتزکننده باید سامانه‌ای برای تبدیل انرژی نوری به شیمیایی داشته باشد.

فاقد کامبیوم و رشد قطری می‌باشد ← واجد سه سامانه پوششی، زمینه‌ای و آوندی می‌باشد.

مناسب‌ترین (**تخصص یافته**) ساختار برای فتوسنتز در **اکثر** گیاهان است.

تعداد فراوانی سبزدیسه دارد که فتوسنتز در آن‌ها انجام می‌شود.

برگ

ساختار برگ گیاه دولپه

پهنک

رویی ← یاخته نگهبان و روزنه هوایی کم، کرک، پوستک و یاخته ترشگی دارد.
 زیرین ← یاخته نگهبان و روزنه هوایی زیاد، کرک، پوستک و یاخته ترشگی دارد.

از نوع اسفنجی ← چند لایه فتوسنتزکننده با فضای بین‌یاخته‌ای زیاد در مجاور روپوست زیرین می‌باشند.
 انواع نرده‌ای ← چند لایه فتوسنتزکننده با فضای بین‌یاخته‌ای کم و فشرده در مجاور روپوست رویی می‌باشند.
 از بافت نرم آکنه‌ای سبزدیسه‌دار می‌باشند.

رگبرگ

یک لایه غلاف آوندی بدون کلروپلاست دارد.
 دسته‌های آوندی ← آوند چوبی به سمت بالا دارد.
 آوند آبکش به سمت پایین دارد.

دمبرگ

توسط هورمون اتیلن از شاخه در محل گره جدا می‌شود.

ساختار برگ گیاه تک‌لپه

پوششی

روپوست رویی ← تعدادی کرک و یاخته ترشگی به همراه پوستک دارد.
 تعداد کمی یاخته نگهبان فتوسنتزکننده و روزنه هوایی دارد.
 به میانبرگ اسفنجی متصل است.

روپوست زیرین

تعداد یاخته نگهبان و روزنه هوایی بیشتری دارد.
 تعدادی کرک، یاخته ترشگی و پوستک دارد.
 به میانبرگ اسفنجی متصل است.

سه سامانه بافتی دارد

زمینه‌ای

فقط یاخته‌های اسفنجی با فضای بین‌یاخته‌ای فراوان دارند.

آوندی

همانند راکیزه، هسته و سایر پلاست‌ها اندامکی دوغشایی می‌باشد.
 در پروکاریوت‌ها وجود ندارد ← ویژه گیاهان و برخی آغازیان می‌باشد.

غلاف آوندی سبزدیسه‌دار فتوسنتزکننده دارند.
 آوند چوبی به سمت بالا دارند.
 آوند آبکش به سمت پایین دارند.

ساختار

غشای بیرونی ← صاف بوده و در فتوسنتز نقشی ندارد.
 غشای درونی ← صاف بوده و در فتوسنتز نقشی ندارد.
 بستره ← محل دنا، حلقوی، رنا، رناتن، واکنش‌های مستقل از نور فتوسنتز و تنفس نوری می‌باشد.
 تیلاکوئید ← محل واکنش‌های وابسته به نور می‌باشد.
 ساختارهای غشایی و کیسه‌مانند و به هم متصل می‌باشند.
 دنا، رنا، رناتن دارد ← مانند راکیزه **بعضی** پروتئین‌های مورد نیاز خود را می‌سازد.

۳ فضا دارد

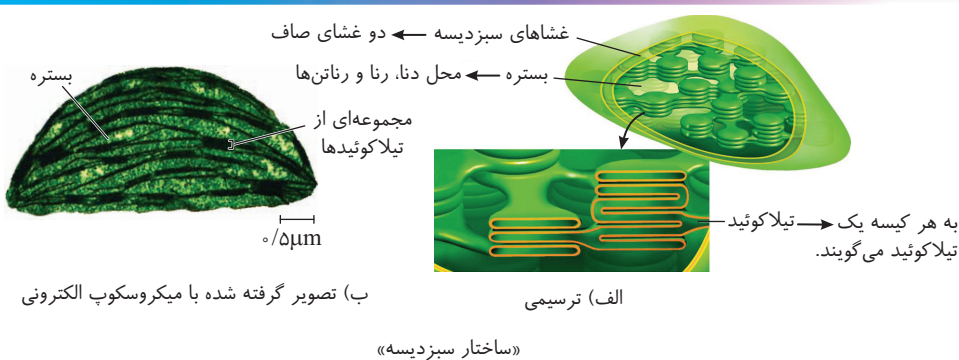
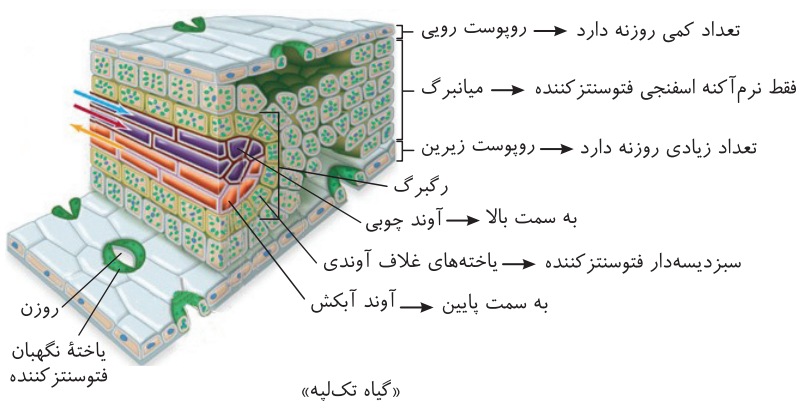
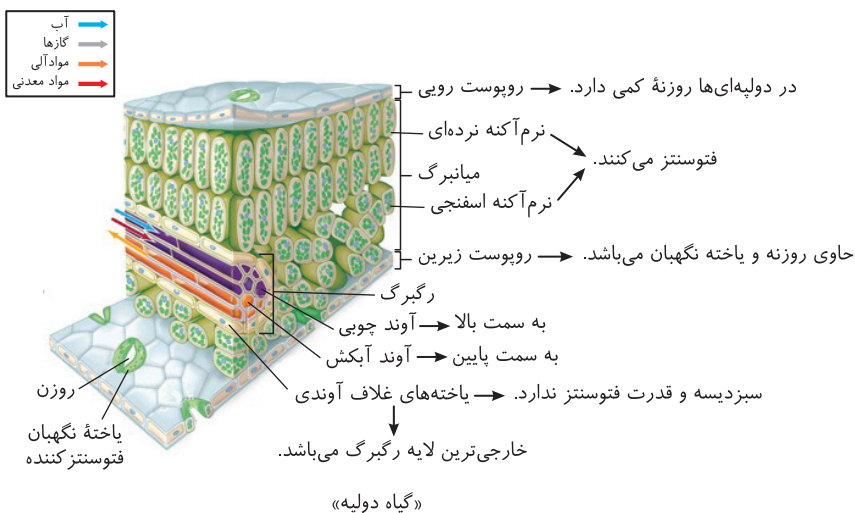
فضای بین غشای بیرونی و درونی ← در فتوسنتز نقشی ندارد.
 بستره ← بین تیلاکوئید و غشای درونی است ← محل واکنش‌های مستقل از نور است.
 شروع تنفس نوری است.
 فضای درون تیلاکوئید ← محل تجمع پروتون‌ها و تجزیه نوری آب می‌باشد ← فاقد دنا، رنا و رناتن می‌باشد.

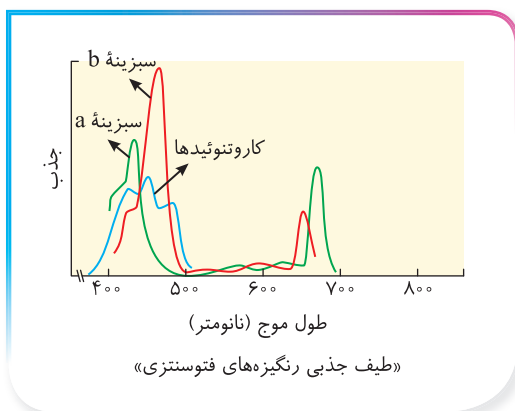
تقسیم

هم مستقل از تقسیم یاخته به صورت تقسیم دو نیم شدن است.
 هم همراه با یاخته به صورت تقسیم دو نیم شدن است.

فصل ۶: از انرژی به ماده

زیست دوازدهم





در غشای تیلاکوئیدها درون سامانه‌های تبدیل انرژی به نام فتوسیستم قرار دارند.

سبزینه a و b

- بیشترین جذب: در محدوده ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر ← آبی، بنفش و در محدوده ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر ← قرمز، نارنجی
- حداکثر جذب: در ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر است که مقدار جذب سبزینه b از a بیشتر است.
- در طول موج ۵۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر، کمترین جذب را در نور سبز و زرد دارند.

بیشترین رنگیزه در سبزیسه‌هاست ← در اطراف کاروتنوئیدها قرار دارد.
نوع a آن در غشای سیانوباکتری‌ها نیز وجود دارد.

کاروتنوئید

- رنگیزه‌هایی در سبزیسه‌ها و رنگ‌دیس‌ها می‌باشند.
- در سبزیسه‌ها در لایه‌لای سبزینه‌ها قرار گرفته‌اند.
- خاصیت آنتی‌اکسیدانی خود را در راکیزه انجام می‌دهند ← مانع اثر رادیکال‌های آزاد بر مولکول‌های زیستی می‌شوند.
- در میوه‌ها، گلبرگ‌ها و برگ‌های پاییزی زیاد هستند.
- به رنگ‌های زرد، نارنجی و قرمز دیده می‌شود ← در ریشه هویج و میوه گوجه‌فرنگی زیاد است.
- بیشترین جذب آن‌ها در بخش آبی و سبز نور مرئی است.
- در طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر به حداکثر جذب خود می‌رسند.
- از طول موج ۵۲۰ نانومتر به بالا، قدرت جذب نور ندارند.

با وجود رنگیزه‌های متفاوت، کارایی گیاه را در استفاده از طول موج‌های متفاوت نور افزایش می‌دهد.
کمترین فتوسنتز گیاهان را در طول موج ۵۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر انجام می‌دهند.

سامانه‌های تبدیل انرژی هستند که در هر جاندار فتوسنتزکننده وجود دارند.
حاوی رنگیزه‌های فتوسنتزی متنوع به همراه انواع پروتئین‌ها هستند.

ساختار

- رنگیزه‌های متفاوت (سبزینه‌ها و کاروتنوئیدها) دارند.
- حداکثر جذب نور در رنگیزه‌های این بخش طی طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر صورت می‌گیرد.
- انواعی پروتئین دارند.
- وظیفه انتقال انرژی به همدیگر و به مرکز واکنش دارند.
- مولکول‌های سبزینه a است که در بستری پروتئینی قرار دارند.
- یک مرکز واکنش شامل:
- حاوی الکترون‌هایی است که با آزاد کردن آن‌ها، واکنش‌های نوری فتوسنتز آغاز می‌شود.
- سبزینه a درون مرکز واکنش فتوسیستمی را با علامت P نشان می‌دهند.

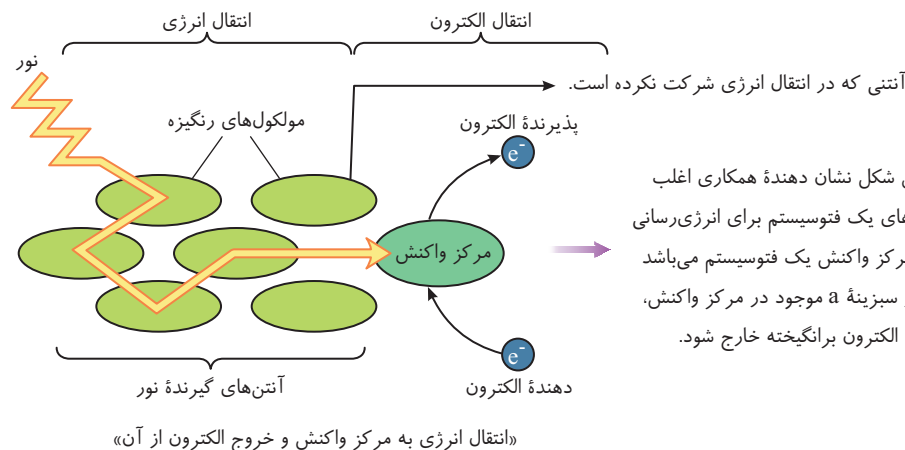
انواع

- فتوسیستم ۱
- حداکثر جذب سبزینه a در مرکز واکنش آن، در طول موج ۷۰۰ نانومتر است.
- به سبزینه a در آن $P700$ می‌گویند.
- کمبود الکترونی خود را از مرکز واکنش فتوسیستم ۲ جبران می‌کند.
- فتوسیستم ۲
- حداکثر جذب سبزینه a در مرکز واکنش آن، در طول موج ۶۸۰ نانومتر است.
- به سبزینه a در آن $P680$ می‌گویند.
- کمبود الکترونی خود را با تجزیه آب درون تیلاکوئید جبران می‌کند.

آنتن‌ها، انرژی نور را می‌گیرند و به مرکز واکنش منتقل می‌کنند.
در غشای تیلاکوئید قرار دارند و از طریق مولکول‌های ناقل‌های الکترون به هم مرتبط می‌شوند.

اسپیروئیر

- نوعی جلبک سبز پریاخته‌ای می‌باشد.
- واکنش‌های فتوسنتزی و سبزیسه همانند گیاهان دارند.
- سبزیسه‌های نواری و دراز دارند.
- قادر به انجام فتوسنتز و تولید O_2 می‌باشند.
- بیشترین فتوسنتز را در طول موج‌های ۴۰۰ تا ۵۰۰ و ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر انجام می‌دهند.



این شکل نشان دهنده همکاری اغلب آنتن‌های یک فتوسیستم برای انرژی‌رسانی به مرکز واکنش یک فتوسیستم می‌باشد تا از سبزینه a موجود در مرکز واکنش، الکترون برانگیخته خارج شود.



الکترون برانگیخته

الکترون‌های رنگیزه‌ها از نور انرژی می‌گیرند که ممکن است از مدار خود خارج شوند. در این حالت به آن الکترون برانگیخته گفته می‌شود (شکل الف).
ممکن است با انتقال انرژی به مولکول رنگیزه بعدی به مدار خود برگردد (شکل ب).
ممکن است از رنگیزه خارج و به وسیله رنگیزه یا مولکولی دیگر گرفته شود (شکل پ).
انرژی آن‌ها از رنگیزه‌ای به رنگیزه دیگر و بین آن‌ها منتقل شده و در نهایت به سبزینه a در مرکز واکنش می‌رود.
الکترون‌های سبزینه a در مرکز واکنش برانگیخته شده و از آن خارج می‌شوند.
هم در آن‌ها و هم در مرکز واکنش ایجاد می‌شوند ولی فقط در مرکز واکنش، از فتوسیستم خارج می‌شوند.
از آن‌ها به مرکز واکنش منتقل نمی‌شوند، بلکه می‌توانند بین آن‌ها منتقل شوند.

بین فتوسیستم ۲ و فتوسیستم ۱ است.
الکترون برانگیخته از فتوسیستم ۲ را گرفته و به مرکز واکنش فتوسیستم ۱ منتقل می‌کند.
کمبود الکترون خود را از تجزیه آب جبران می‌کند.

پروتئین آب‌گریز

بین فتوسیستم ۲ و پمپ پروتونی است.
الکترون‌ها را از $P680$ گرفته و به پمپ پروتونی می‌دهد.

از جنس پروتئین هستند

پمپ پروتونی

مسئول انتقال الکترون و پروتون است.
با صرف انرژی از الکترون عبوری، پروتون‌ها را با انتقال فعال از بستره به درون تیلاکوئید می‌آورد.
در عرض غشای تیلاکوئید قرار دارد.

پروتئین آبدوست

بین پمپ پروتونی و فتوسیستم ۱ قرار دارد.
به سطح داخلی غشای تیلاکوئید متصل است.
به‌طور مستقیم به $P700$ الکترون می‌رساند.

واکنش‌های وابسته به نور (واکنش‌های تیلاکوئیدی)

زنجیره ۱

انرژی این زنجیره، صرف تولید ATP نوری در کانال ATP ساز می‌شود.

ترتیب واکنش‌های آن

جذب نور توسط فتوسیستم ۲ و آزاد شدن الکترون از $P680$
تجزیه نوری آب توسط فتوسیستم ۲ در درون تیلاکوئید و تولید O_2
انتقال الکترون‌های حاصل از تجزیه آب به $P680$ فتوسیستم ۲
انتقال الکترون خارج شده از $P680$ به پروتئین آب‌گریز
عبور الکترون از پمپ پروتونی و انتقال فعال H^+ از بستره به درون تیلاکوئید.
ایجاد تراکم زیاد پروتون درون تیلاکوئید به دلیل تجزیه آب و عملکرد پمپ پروتونی
انتقال الکترون به پروتئین آبدوست بعد از پمپ
رسیدن الکترون به $P700$ در مرکز واکنش فتوسیستم ۱

تجزیه نوری آب

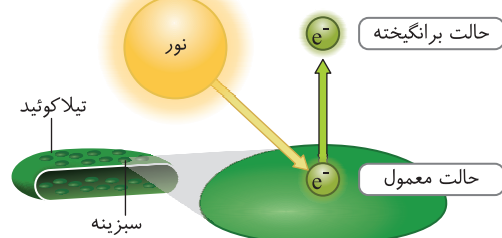
$$H_2O \rightarrow 2H^+ + \frac{1}{2}O_2 + 2e^-$$
 (محصول: اکسیژن، پروتون، آکسید)
توسط عوامل فتوسیستم ۲ صورت می‌گیرد.
الکترون‌های آن وارد فتوسیستم ۲ می‌شود.
به علت فرایندهایی است که به اثر نور مربوط است، بنابراین به آن تجزیه نوری آب می‌گویند.
در سطح داخلی تیلاکوئید رخ می‌دهد.
سبب تجمع پروتون‌ها در فضای درون تیلاکوئید می‌شود.

ساخته شدن ATP نوری

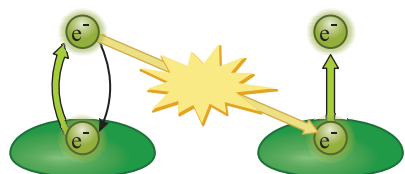
علاوه بر پروتون حاصل از تجزیه آب، پمپ غشایی هم H^+ را از بستره به تیلاکوئید وارد می‌کند.
به تدریج بر تراکم پروتون‌ها در فضای تیلاکوئیدها نسبت به بستره افزوده می‌شود.
براساس شیب غلظت پروتون‌ها، فقط از کانال مجموعه آنزیمی ATP ساز عبور می‌کنند.
همراه با عبور پروتون‌ها از کانال آنزیمی ATP ساخته می‌شود که به آن ساخته شدن نوری ATP می‌گویند.

زیست دوازدهم

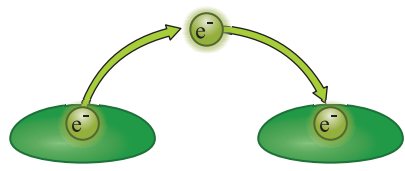
الف) ایجاد الکترون برانگیخته بر اثر تابش نور



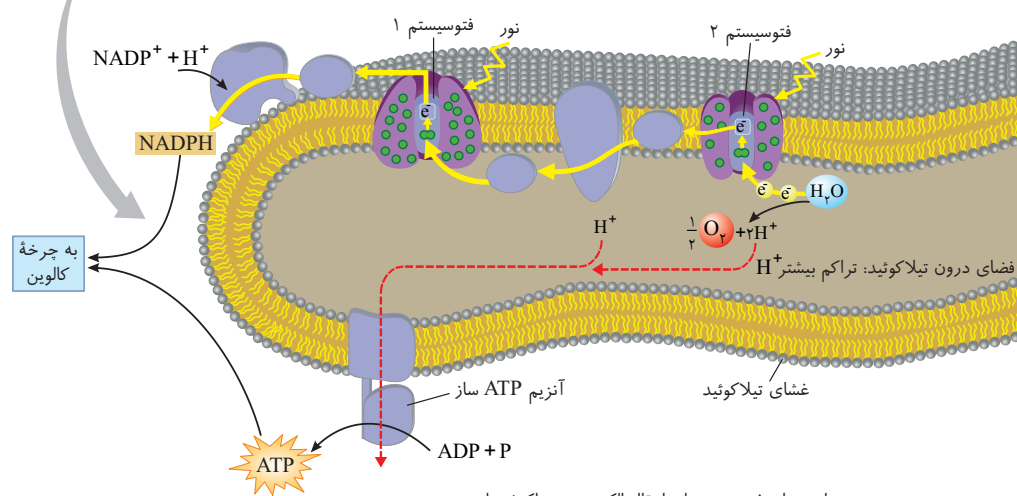
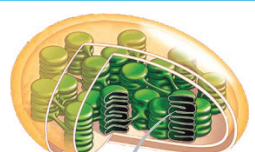
ب) الکترون برانگیخته انرژی را به مولکول مجاور منتقل می‌کند و به سطح انرژی قبلی خود برمی‌گردد.



پ) یا به مولکول مجاور می‌رود

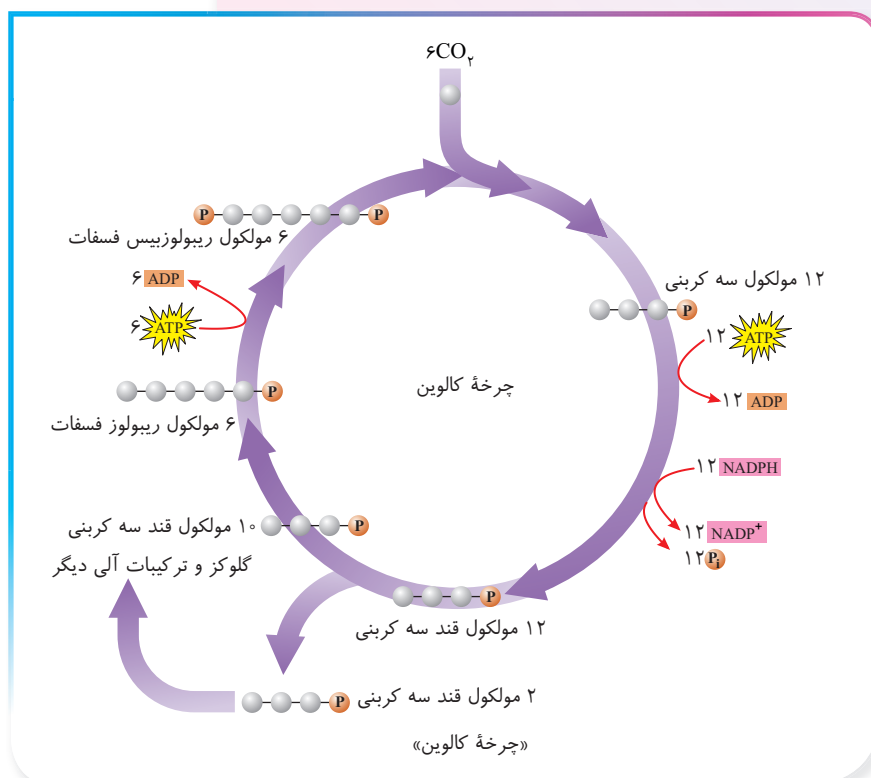


«ایجاد الکترون برانگیخته و سرانجام آن»



«طرحی از فتوسیستم‌ها و انتقال الکترون در واکنش‌های نوری»

واکنش‌های فتوسنتزی

واکنش های مستقل از نور
(واکنش های تثبیت کربن)

ترتیب مراحل چرخه کالوین

- ۱ آنزیم روبیسکو سبب ترکیب CO_2 با قند ریبولوز بیس فسفات شده و ماده شش کربنی ناپایدار ایجاد می شود.
- ۲ هر ماده شش کربنی ناپایدار، بلافاصله تجزیه شده و به دو مولکول اسید سه کربنی یک فسفات پایدار تبدیل می شود.
- ۳ هر اسید سه کربنی با مصرف انرژی از ATP و الکترون از $NADPH$ ، به قند سه کربنی فسفات دار تبدیل می شود.
- ۴ تعدادی از قند سه کربنی از چرخه خارج شده تا به ساخت قند گلوکز و سایر ترکیبات آلی مورد نیاز پردازند.
- ۵ تعداد بیشتری از قندهای سه کربنی در همان چرخه ابتدا به قندهای پنج کربنی یک فسفات تبدیل می شوند.
- ۶ در آخر قندهای پنج کربنی یک فسفات با مصرف ATP به قند پنج کربنی دوفسفات اولیه تبدیل می شوند.

آنزیم روبیسکو ← همان ریبولوز بیس فسفات کربوکسیلاز - اکسیژناز است

در صورت CO_2 بالا ← فعالیت کربوکسیلازی در شروع چرخه کالوین دارند.

در صورت O_2 زیاد ← فعالیت اکسیژنازی در شروع تنفس نوری دارند.

این واکنش ها وابسته به ATP و $NADPH$ مرحله نوری هستند.

به فرایند استفاده از CO_2 برای تشکیل ترکیب های آلی تثبیت کربن می گویند.

گیاهان C_3 : گیاهانی که اولین ماده آلی پایدار ساخته شده، ترکیبی اسیدی سه کربنی است و فقط تثبیت کربن آن ها با چرخه کالوین انجام می شود.

اکثر گیاهان از نوع C_3 هستند که در شرایط گرم و خشک رشد مناسبی ندارند.



انواع فعالیت‌های روبیسکو

اثر محیط بر فتوسنتز

- دما $\leftarrow$ فتوسنتز فرایند آنزیمی است و بیشترین فعالیت آنزیم‌ها در گستره دمایی خاصی انجام می‌شود $\leftarrow$ بالا رفتن زیاد دما سبب تغییر ساختار آنزیم‌ها می‌شود.
- میزان اکسیژن $\leftarrow$ بر میزان فتوسنتز تأثیر می‌گذارد و افزایش تراکم O_2 ، سبب کاهش سرعت فتوسنتز می‌شود.
- نور $\leftarrow$ از عوامل مؤثر بر فتوسنتز هستند $\leftarrow$ تا هنگامی که رنگیزه‌ها برای گرفتن نور اشباع شوند، روی فتوسنتز اثر مثبت دارد.
 - طول موج
 - شدت
 - مدت زمان تابش نور
- میزان CO_2 $\leftarrow$ تا هنگامی که آنزیم‌های مرحله مستقل از نور اشباع شوند $\leftarrow$ افزایش CO_2 بر فتوسنتز اثر مثبت دارد.

عوامل درونی گیاه

- مقدار رنگیزه‌ها $\leftarrow$ در میزان فتوسنتز اثر مثبت دارند.
- وسعت برگ‌ها $\leftarrow$ هرچه بیشتر باشند، مقدار فتوسنتز بیشتر است.
- موقعیت روزنه‌ها $\leftarrow$ هرچه روزنه‌های هوایی در رویوست فرورفته‌تر باشند (غریبانه خزه‌ها) $\leftarrow$ مقدار فتوسنتز کمتر است.
- تعداد روزنه‌ها $\leftarrow$ هرچه بیشتر باشد، ورود CO_2 و مقدار فتوسنتز بیشتر می‌باشد.

فعالیت کربوکسیلازی

- این فعالیت با ترکیب CO_2 و قند ریبولوزیس فسفات در بستره سبز دیسه انجام می‌گیرد.
- زمانی صورت می‌گیرد که نسبت $\frac{CO_2}{O_2}$ در گیاه زیاد باشد.
- سبب انجام واکنش‌های چرخه کالوین و قندسازی می‌شود.
- مصرف ATP و $NADPH$ در سبز دیسه زیاد می‌شود.
- سبب تولید ماده شش کربنی ناپایدار می‌شود (ناپایدار $C_3 \xrightarrow{\text{رویسکو}} C_6 + CO_2$).
- ماده ناپایدار محصول آن به دو اسید سه کربنی پایدار تبدیل می‌شود.

فعالیت اکسیژنازی

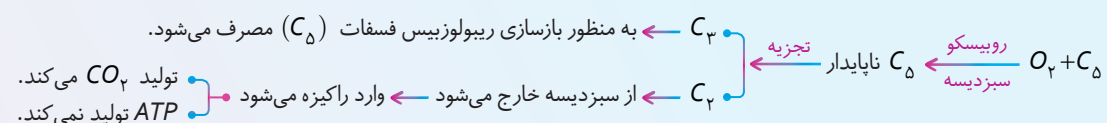
- سبب ترکیب O_2 با قند ریبولوزیس فسفات در بستره سبز دیسه می‌شود.
- زمانی صورت می‌گیرد که نسبت $\frac{O_2}{CO_2}$ در گیاه زیاد باشد.
- سبب تولید ماده پنج کربنی ناپایدار در تنفس نوری می‌شود (ناپایدار $C_5 \rightarrow C_6 + O_2$).
- مانع انجام واکنش‌های مستقل از نور فتوسنتز برای ساخت مواد آلی می‌شود.
- مصرف ATP و $NADPH$ را در سبز دیسه کاهش می‌دهد.
- ماده ناپایدار آن به دو مولکول سه کربنی و دو کربنی تبدیل می‌شود.
- در هنگام روزنه هوایی بسته در شرایط گرم و خشک رخ می‌دهد.

شرایط محیطی انجام آن

- در دما و نور زیاد و رطوبت کم (محیط خشک) $\leftarrow$ هورمون آبسزیک اسید زیاد می‌شود $\leftarrow$ روزنه هوایی را مسدود می‌کند
- این عمل به سبب کاهش تعرق و کم شدن از دست رفتن آب گیاه صورت می‌گیرد.
- ورود CO_2 به گیاه کم می‌شود.
- O_2 تولید شده در واکنش‌های نوری فتوسنتز خارج نمی‌شود.
- نسبت $\frac{O_2}{CO_2}$ در گیاه زیاد می‌شود.
- رویسکو با فعالیت اکسیژنازی به سمت تنفس نوری می‌رود.
- فتوسنتز و ساخت مواد آلی در گیاه کاهش می‌یابد.

تنفس نوری

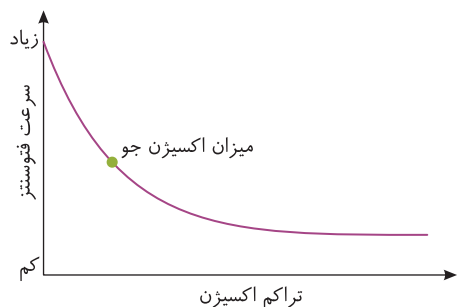
واکنش



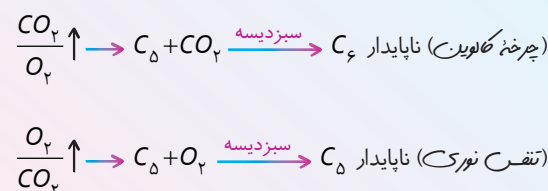
- همانند تنفس یاخته‌ای هوازی به مصرف قند و اکسیژن و تولید CO_2 می‌پردازد و بخشی از واکنش آن در راکیزه انجام می‌شود.
- برخلاف تنفس یاخته‌ای، تولید ATP در آن صورت نمی‌گیرد.
- طی آن ماده دو کربنی از چهار غشای سبز دیسه و راکیزه عبور می‌کند.

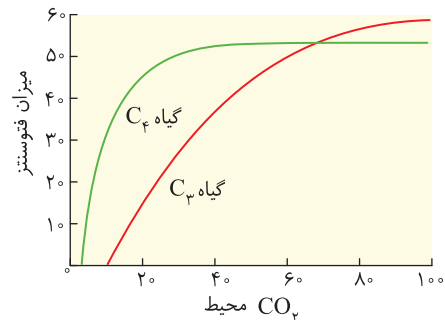
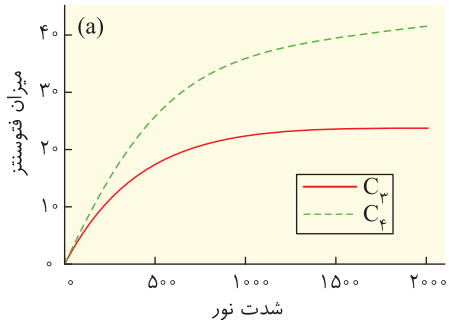
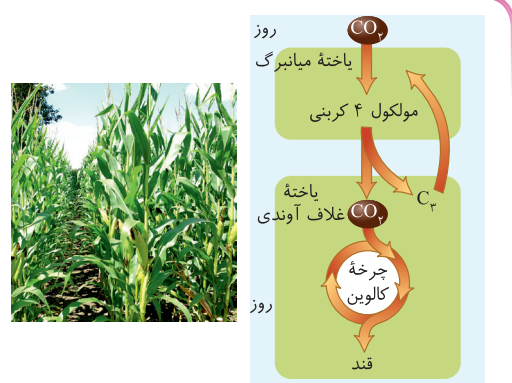
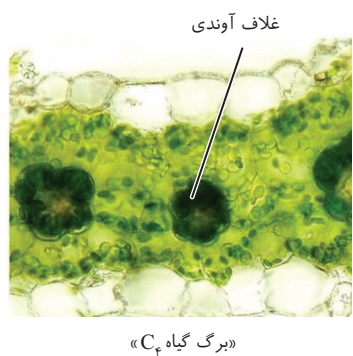
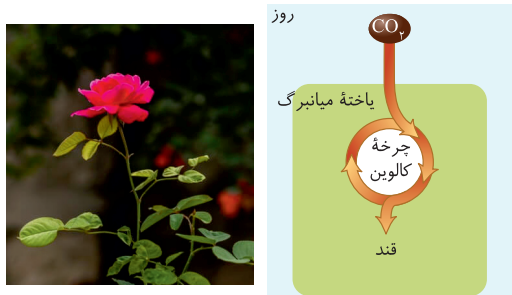
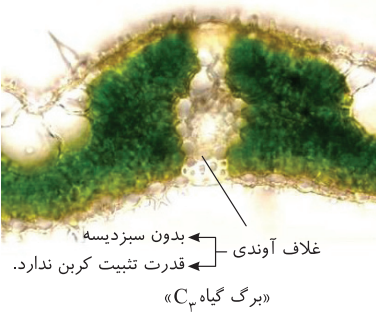
فصل ۶: از انرژی به ماده

زیست دوازدهم



رویسکو



گیاهان C_۳

- اغلب گیاهان طبیعت را شامل می‌شوند.
- فقط قادرند، کربن CO_۲ را در چرخه کالوین و در اسید سه کربنی تثبیت کنند.
- یاخته‌های غلاف آوندی آن‌ها سبزدیسه ندارد و چرخه کالوین انجام نمی‌دهند.
- افزایش بیش از حد دما و نور سبب بسته شدن روزنه‌های هوایی آن‌ها می‌شود.
- برای کاهش تعرق، روزنه‌های آن‌ها بسته می‌شوند و تبادل اکسیژن و CO_۲ از روزنه‌های هوایی متوقف می‌شود ولی همچنان واکنش‌های تیلاکوئید فتوسنتز آن‌ها ادامه دارد.
- نسبت $\frac{CO_2}{O_2}$ در شرایط گرم و خشک در آن‌ها کم می‌شود ← روبیسکو آن‌ها به سمت **اکسیژنازی** و تنفس نوری می‌رود.
- وقتی روزنه‌ها باز می‌شوند، نسبت $\frac{CO_2}{O_2}$ بیشتر از زمانی است که روزنه‌ها بسته هستند ← این وضعیت در محیط معمولی آن‌ها رخ می‌دهد.
- تثبیت کربن را فقط طی روز و فقط به صورت چرخه کالوین انجام می‌دهند.
- در شرایط گرم و خشک نمی‌توانند مانع تنفس نوری شوند.
- گل رز مثالی از گیاه C_۳ است که همانند سایر انواع این گروه در مناطق با دمای بالا و تابش شدید زندگی نمی‌کنند.

گیاهان C_۴

- سازوکارهایی برای ممانعت از تنفس نوری در شرایط دمای بالا، تابش شدید نور خورشید و کمبود آب دارند.
- کارایی این گیاهان در چنین شرایطی بیش از سایر گیاهان است.
- یاخته‌های غلاف آوندی در این گیاهان سبزدیسه دارد و محل انجام چرخه کالوین است.
- تثبیت کربن هر CO_۲ را در دو مرحله و مرحله اول در یاخته‌های میانبرگ ← اسید سه کربنی + CO_۲ ← **آنزیم** ← اسید چهارکربنی C_۴ در دو یاخته مختلف در روز انجام می‌دهند
- به دلیل اینکه اولین ماده پایدار حاصل از تثبیت کربن، ترکیبی چهارکربنی است به این گیاهان، گیاهان C_۴ می‌گویند.
- این گیاهان **تقسیم مکانی** برای دو نوع تثبیت C_۳ و C_۴ کربن دارند.
- این گیاهان هر دو نوع تثبیت کربن را در روز انجام می‌دهند (تقسیم زمانی ندارند).
- آنزیمی که در ترکیب CO_۲ و ترکیب سه کربنی دخیل است، برخلاف روبیسکو، به‌طور **اختصاصی** با CO_۲ عمل می‌کند و تمایلی به اکسیژن ندارد.
- اسید چهارکربنی از طریق **پلاسمودسم‌ها** از یاخته‌های میانبرگ به یاخته‌های غلاف آوندی منتقل می‌شوند.

فتوسنتز در شرایط دشوار

در غلاف آوندی

- ابتدا از اسید C_۴ جدا می‌شود.
- CO_۲ وارد چرخه کالوین و تثبیت در اسید C_۳ می‌شود.
- اسید C_۳ حاصل از جدا شدن CO_۲ از اسید C_۴ ← از راه پلاسمودسم به یاخته میانبرگ برمی‌گردد.

- با وجود عملکرد آنزیم‌های گوناگون در تثبیت کربن و تقسیم مکانی آن در دو نوع یاخته، میزان CO_۲ در محل فعالیت آنزیم روبیسکو در غلاف آوندی بالا نگه داشته می‌شود.
- این فعالیت بازدارنده تنفس نوری است پس تنفس نوری **به ندرت** در این گیاهان روی می‌دهد.
- ذرت مثالی از گیاه C_۴ است.
- روزنه‌های آن‌ها در نور شدید و محیط خشک، بسته می‌باشند تا از تیخیر آب جلوگیری کنند.
- در محیط گرم و خشک، تقریباً دو برابر گیاهان C_۳، فتوسنتز می‌کنند (نمودار ۱).
- با مقدار کم CO_۲ محیط، می‌توانند خیلی سریع‌تر از گیاهان C_۳، به حداکثر فتوسنتز خود برسند (نمودار ۲).

گیاهان CAM (کم)

انواع تثبیت کربن آن‌ها

- در مناطقی زندگی می‌کنند که با مسئله دما و نور شدید در طول روز و کمبود آب مواجه‌اند.
- برای جلوگیری از هدر رفتن آب، روزنه‌ها در طول روز بسته و در شب بازند.
- رشد کمی دارند.
- برگ، ساقه یا هر دوی آن‌ها در چنین گیاهانی گوشتی و پرآب است.
- در کریچه‌های خود ترکیباتی دارند که آب را نگه می‌دارند ← این ترکیبات معمولاً پلی‌ساکاریدی هستند.
- واکنش‌های تثبیت کربن آن‌ها مشابه گیاهان C_۴ است، با این تفاوت که تقسیم مکانی ندارد، بلکه تقسیم زمانی دارد.
- در یاخته میانبرگ آن‌ها، کربن به صورت اسید C_۴ با متابولیسم کراسولایسم تثبیت می‌شود.
- روزنه‌های آن‌ها باز می‌شود ← یعنی یاخته نگهبان روزنه آن‌ها انبساط طولی داشته است.
- CO_۲ محیط وارد گیاه می‌شود.
- در همان یاخته میانبرگ، ابتدا CO_۲ از اسید C_۴ جدا می‌شود.
- CO_۲ یک بار دیگر وارد چرخه کالوین می‌شود.
- کربن آن در اسید C_۳ تثبیت می‌شود.
- روزنه‌های آن‌ها بسته می‌باشد و CO_۲ وارد گیاه نمی‌شود.
- تقسیم زمانی ← در یاخته میانبرگ تثبیت اولیه کربن در شب که روزنه‌ها بازند و چرخه کالوین در روز انجام می‌شود که روزنه‌ها بسته‌اند.
- برخی کاکتوس‌ها و آناناس مثالی از گیاهان CAM است ← بر تنفس نوری غلبه کرده‌اند.

در شب

در روز



اوگلنا

جانداران تولیدکننده	منبع اصلی انرژی واکنش	منبع الکترون	دناى خطی	دناى حلقوی	سبز دیسه و تیلاکوئید	رنگیژه فتوستنتزی	تولید O_2	تثبیت کربن	نکته
گیاهان	نور خورشید	آب	دارند	دارند	دارند	سبزینه و کاروتنوئید	دارند	دارند	بسی و گل جالیز فتوستنتز ندارند.
باکتری‌های اکسیژن‌زا	نور خورشید	آب	ندارند	دارند	ندارند	سبزینه	دارند	دارند	در خشکی و آب زندگی می‌کنند.
سیانوباکتری‌ها	نور خورشید	آب	ندارند	دارند	ندارند	سبزینه α	دارند	دارند	برخی تثبیت N هم دارند. برخی با گیاهان همزیستی می‌کنند.
باکتری گوگردی	نور خورشید	H_2S	ندارند	دارند	ندارند	باکتریوکلروفیل	ندارند	دارند	در تصفیه فاضلاب برای حذف H_2S استفاده می‌شوند.
جلبک‌ها و اوگلنا	نور خورشید	آب	دارند	دارند	دارند	سبزینه و کاروتنوئید	دارند	دارند	اسپیروئیر، سبز دیسه رشته‌ای دارد. اوگلنا بدون نور، فاقد سبز دیسه می‌شود.
شیمیوسنتزکننده‌ها	مواد معدنی	مواد معدنی	ندارند	دارند	ندارند	ندارند	ندارند	دارند	قدرت تثبیت N ندارند. آمونیم را به نیترات تبدیل می‌کنند.



کیات

- امروزه پلاستیک‌های قابل تجزیه را با هزینه کمتر و توسط زیست‌فناوری نوین با انتقال ژن از **باکتری** به گیاه تهیه می‌کنند.
- اختلال در عملکرد و مقدار عوامل مؤثر در انعقاد خون، سبب انواع بیماری هموفیلی شده که تأمین داروهای آن‌ها با مشکل مواجه است.
- امروزه استفاده از روش‌های زیست‌فناوری و مهندسی ژنتیک تحولات مهمی در زمینه تولید فراورده‌های دارویی فراهم کرده است.
- تعریف:** به‌طور کلی به هرگونه فعالیت **هوشمندانه** آدمی در تولید و بهبود محصولات گوناگون با استفاده از موجود **زنده**، زیست‌فناوری گویند.

- مهندسی ژنتیک
- مهندسی پروتئین
- مهندسی بافت

کاربرد زیست‌فناوری نشانه پیشرفت کشورهاست و به یکی از ابزارهای مهم برای تأمین نیازهای متنوع تبدیل شده است ← این شاخه از گرایش‌های علمی مثل فیزیک، ریاضی و ... استفاده می‌کند.

سنتی

- تولید محصولات **تخمیری** مانند سرکه، نان و فراورده‌های لبنی
- با استفاده از فرایندهای زیستی ← مواد غذایی تخمیری ایجاد می‌کردند.

کلاسیک

- تولید موادی مانند پادزیست‌ها، آنزیم‌ها و مواد غذایی
- با استفاده از روش‌های تخمیر و **کشت** ریزاندامگان (**میکروارگانیسم‌ها**) ← مواد غذایی، دارویی و زیستی ایجاد می‌کردند.

نوین

- دانشمندان توانستند با **تغییر و اصلاح** خصوصیات ریزاندامگان‌ها، ترکیبات جدید را با مقادیر بیشتر و کارایی بالاتر تولید کنند.
- با استفاده از **انتقال ژن** از یک ریزاندامگان به ریزاندامگان دیگر **شروع** شد.

زیست‌فناوری

نکات

- یکی از روش‌های زیست‌فناوری نوین می‌باشد.
- در مهندسی ژنتیک قطعه‌ای از دنا یا یک پاخته توسط **ناقل** به پاخته‌ای دیگر انتقال می‌یابد.
- پاخته** دریافت‌کننده قطعه دنا، دچار دست‌ورزی ژنتیکی و دارای صفت جدید می‌شود.
- جاندار** تغییر یافته ژنتیکی یا تراژنی ← به جاندار که از طریق مهندسی ژنتیک دارای ترکیب جدیدی از مواد ژنتیکی گونه دیگر شده است.
- ابتدا با **باکتری** این روش شروع شد ← بعداً در گیاهان و جانوران نیز ادامه یافت.
- ۱ تعیین صفت یا صفات مطلوب
- ۲ استخراج ژن یا ژن‌های صفت مورد نظر
- ۳ آماده‌سازی انتقال ژن به گیاه ← به کمک ناقل ژنی و ایجاد پاخته نوترکیب
- ۴ تولید گیاه تراژنی از کشت پاخته‌های تراژنی و ایجاد گیاهچه آن‌ها
- ۵ بررسی دقیق ایمنی زیستی و اثبات بی‌خطر بودن برای سلامت انسان و محیط زیست
- ۶ تکثیر و کشت گیاه تراژنی با رعایت اصول ایمنی زیستی
- یکی از اهداف آن تولید انبوه ژن و فراورده‌های آن، به همان صورت قبل و بدون تغییر در نوع اولیه می‌باشد.

مهندسی ژنتیک

نکات

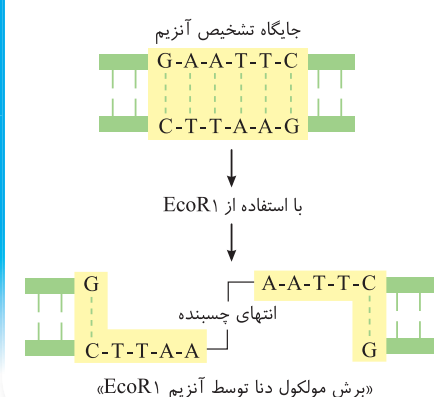
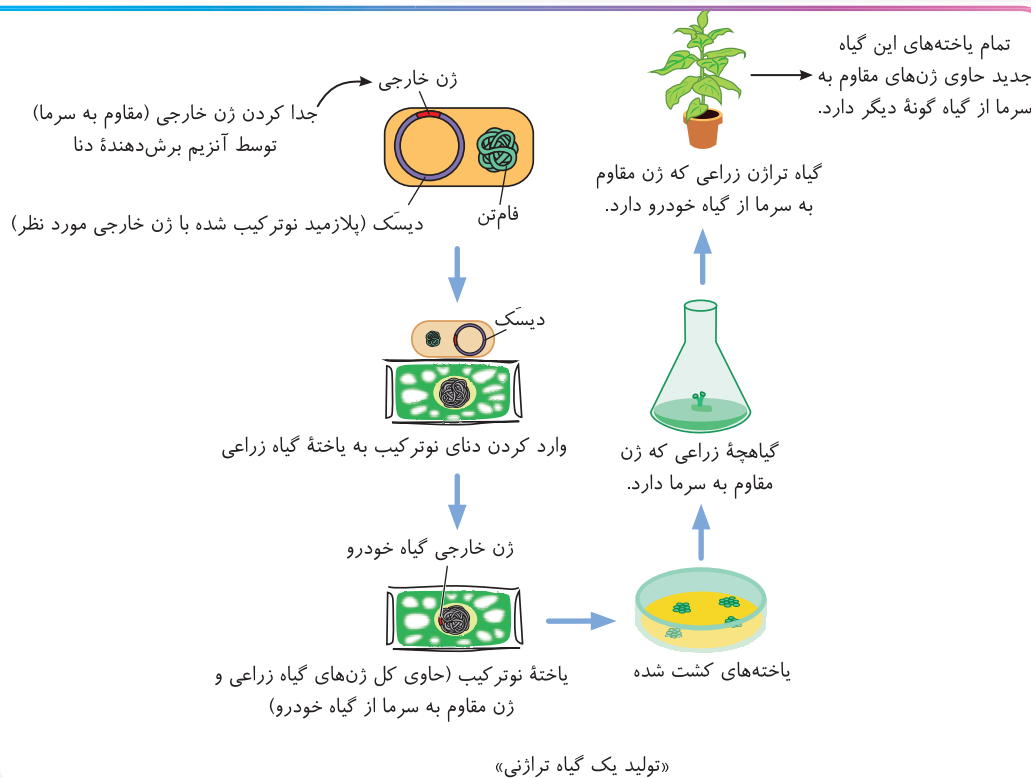
- تولید انبوه ژن با همسانه‌سازی دنا انجام می‌شود ← در این روش، ژن و فراورده آن را تولید می‌کنند.
- جداسازی **یک یا چند** ژن و تکثیر آن‌ها را همسانه‌سازی دنا می‌گویند.
- ماده وراثتی را با ابزارهای مختلفی در **خارج** از پاخته تهیه و به وسیله یک ناقل همسانه‌سازی به درون ژنوم میزبان منتقل می‌کنند.
- هدف:** تولید مقادیر زیادی از دنا یا خالص است ← در نهایت برای دست‌ورزی، تولید ماده خاص یا مطالعه استفاده می‌شود.

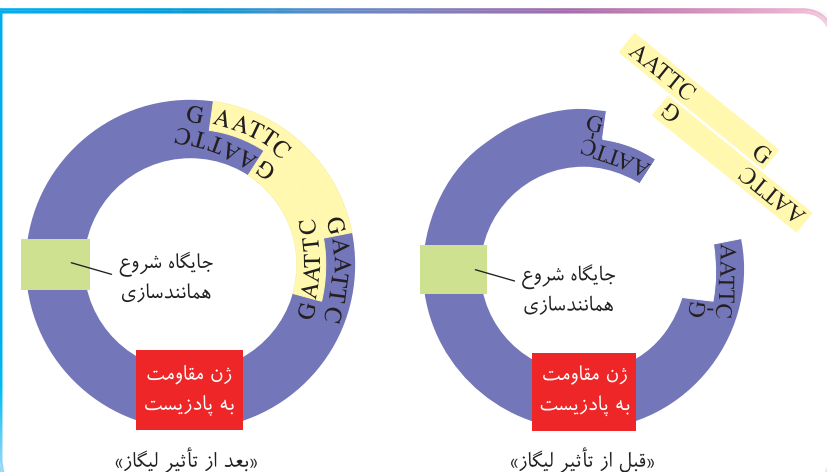
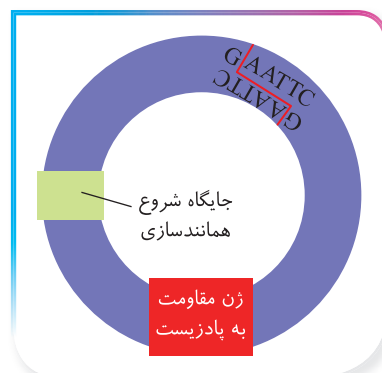
همسانه‌سازی دنا

مراحل

۱ جداسازی قطعه‌ای از دنا

- با استفاده از آنزیم‌های **برش‌دهنده**، جداسازی ژن‌ها صورت می‌گیرد (**نوع نوکلئاز**).
- آنزیم‌های برش‌دهنده قسمتی از سامانه **دفاعی باکتری‌ها** هستند ← رنای پیک این آنزیم در محل رونویسی می‌تواند ترجمه شود.
- آنزیم‌ها توانایی خاصی را در **دو رشته دنا** شناسایی و برش می‌دهند که به آن جایگاه تشخیص آنزیم گفته می‌شود.
- جایگاه شناسایی آن، توالی ۶ جفت نوکلئوتیدی **GAATTC** دارد.
- برش پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتید **G** و **A** دارد **در هر رشته** را انجام می‌دهد.
- توالی نوکلئوتیدی جایگاه تشخیص آن از هر دو رشته دنا از سمت **مخالف** یکسان خوانده می‌شود.
- ضمن عمل آن در هر جایگاه تشخیص، دو انتهای تکرشته‌ای ایجاد می‌شود.
- انتهای چسبیده:** انتهای از مولکول دنا ایجاد می‌شود که یک رشته آن بلندتر از رشته مقابل است.
- در پی شکست دو پیوند فسفودی‌استر، تعدادی پیوند هیدروژنی بین دو رشته دنا در منطقه تشخیص نیز شکسته می‌شود.
- انتهای چسبیده حاصل از آن توالی تکرشته‌ای **TTAA** دارد.
- با استفاده از این آنزیم‌ها، دنا به قطعات **کوتاه‌تری** تبدیل شده و با روش‌های خاصی این قطعات را جدا می‌کنند و تشخیص می‌دهند.
- هرچه تعداد جایگاه تشخیص آنزیم در دنا بیشتر تکرار شود ← قطعات کوتاه‌تر و بیشتری ایجاد می‌کند.
- ژن تولید آنزیم برش‌دهنده، روی دنا یا حلقوی باکتری‌ها قرار دارد که ابتدا رونویسی می‌شود.
- هر آنزیم برش‌دهنده، می‌تواند روی دناهای خطی یا حلقوی برش ایجاد کند.
- برای جدا کردن یک ژن، حداقل دو جایگاه تشخیص در دو طرف آن ژن مورد نیاز می‌باشد تا ژن از وسط شکسته شود.





در این مرحله به نوعی *DNA* نیاز داریم که بتواند ژن خارجی را به آن وصل کرده و آن را وارد یک میزبان کند.

ناقلین همسانه‌سازی

- توالی‌هایی دنا بی در خارج از فام‌تن اصلی جاندارانی به نام میزبان می‌باشند.
- می‌توانند مستقل از کروموزوم میزبان تقسیم و تکثیر شوند.
- برای تکثیر نیاز به عوامل آنزیمی میزبان دارند.
- ژن‌هایی دارند که در ژنوم اصلی میزبان وجود ندارند.
- پلازمید یا دیسک از **مهم‌ترین** ناقل‌های ژنی می‌باشند.
- پس از اتصال ژن به آن ← تولید دنا نوترکیب ← ورود به میزبان ← با هریار همانندسازی ناقل ژنی ← ژن مورد نظر نیز همانندسازی می‌شود.

پلازمید (دیسک)

- یک مولکول دنا دورشته‌ای **حلقوی** است.
- معمولاً درون باکتری‌ها و **بعضی** قارچ‌ها مثل مخمر وجود دارد ← به غشای میزبان متصل نمی‌باشد.
- می‌تواند مستقل از ژنوم میزبان همانندسازی کند.
- حاوی ژن‌هایی هستند که در فام‌تن اصلی وجود ندارد (*مثل ژن مقاومت به پادزیست*) ← به آن‌ها فام‌تن کمی گفته می‌شود.
- بسیاری** از دیسک‌ها دارای ژن‌های مقاومت به پادزیست‌ها هستند. این ژن‌ها به باکتری‌ها این توانایی را می‌دهند که پادزیست‌ها را به موادی غیرکشنده و قابل مصرف برای خود تبدیل کنند.

۲ اتصال قطعه دنا به ناقل و تشکیل دنا نوترکیب

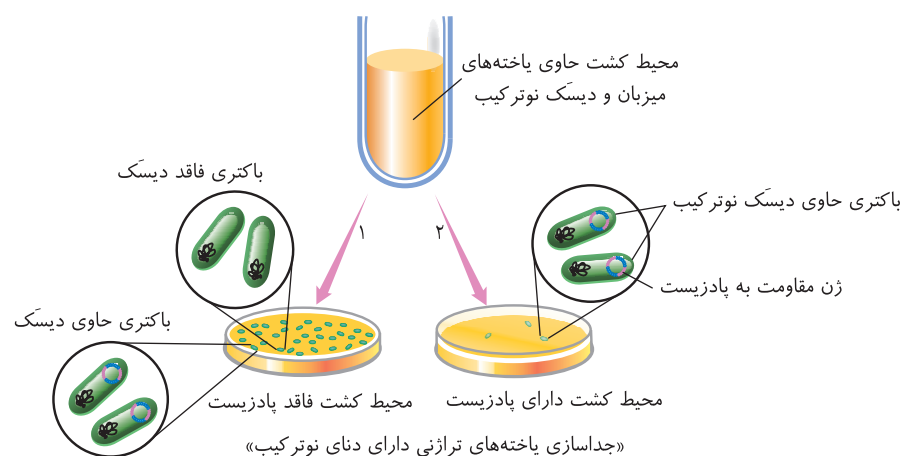
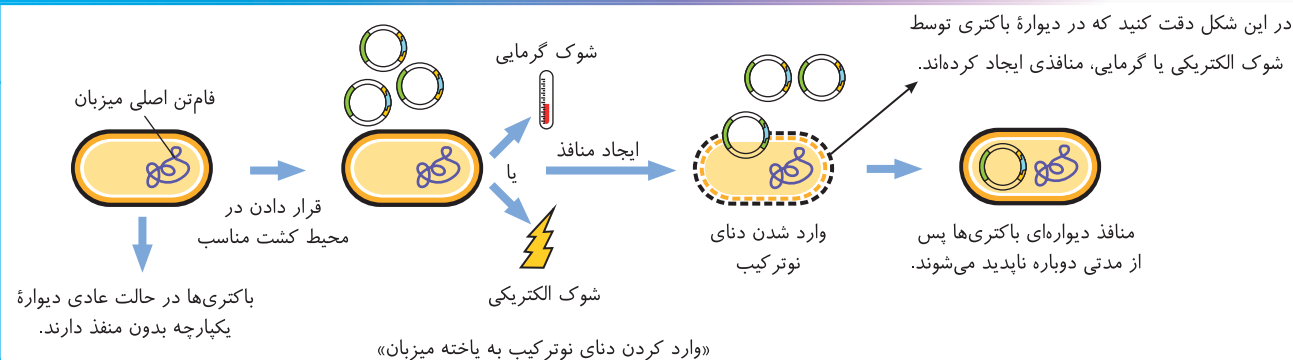
- ابتدا باید ناقل ژنی را نیز برش دهیم که مثلاً در دیسک‌ها، آن‌ها از حالت حلقوی به صورت خطی درمی‌آیند.
- نباید از آنزیم برش‌دهنده‌ای استفاده کنیم که جایگاه شروع همانندسازی یا ژن مقاومت به آنتی‌بیوتیک را در ناقل ژنی برش دهد.
- بهر** است از دیسکی استفاده کنیم که **فقط** یک جایگاه تشخیص برای برش‌دهنده ژنی داشته باشد ← تا قطعات دیسکی هم حاوی جایگاه همانندسازی و هم ژن مقاومت به آنتی‌بیوتیک باشند.
- آنزیم مورد استفاده برای برش دادن دیسک، باید همان آنزیمی باشد که در جداسازی دنا مورد نظر استفاده شده است ← تا انتهای چسبنده آن با ژن مورد نظر **مکمل** باشد.
- سپس باید ژن مورد نظر را در مجاورت ناقل ژنی (*ریکت*) قرار دهیم تا انتهای چسبنده آن‌ها با هم پیوند هیدروژنی تشکیل دهند.
- در نهایت آنزیم لیگاز با اتصال چهار پیوند فسفودی‌استر، سبب اتصال بین دو انتهای مکمل شده می‌شود.
- به مجموعه دنا ناقل و ژن جاگذاری شده در آن دنا نوترکیب گفته می‌شود که **در خارج** میزبان توسط **لیگاز** ایجاد شده است.

۳ وارد کردن دنا نوترکیب به یاخته میزبان

- در این مرحله، دنا نوترکیب را به درون یاخته میزبان مثلاً باکتری منتقل می‌کنند.
- توسط شوک الکتریکی یا شوک حرارتی به همراه مواد شیمیایی ← منافذی **در دیواره باکتری** ایجاد می‌کند.
- همه باکتری‌ها، دنا نوترکیب را دریافت نمی‌کنند ← تعداد **کمی** از باکتری‌های محیط واجد دنا نوترکیب می‌شوند.
- دیواره باکتری‌ها در ابتدا فاقد منفذ می‌باشند و پس از جذب دنا نوترکیب نیز دوباره فاقد منفذ می‌شوند.
- در این حالت، درون باکتری، توسط **هلیکاز و دنا بستر**، تعداد زیادی دنا نوترکیب حاوی ژن‌های مورد نظر ما شروع به تکثیر می‌کنند.

۴ جداسازی یاخته‌های تراژنی

- در این مرحله باید ابتدا یاخته‌های دارای ژن‌های نوترکیب را از سایر یاخته‌های فاقد آن جدا کنیم.
- از روش‌های **متفاوتی** می‌توان استفاده کرد.
- یکی از روش‌ها، استفاده از دیسکی است که دارای ژن مقاوم به نوعی آنتی‌بیوتیک مثل آمپی‌سیلین است.
- اگر باکتری دنا نوترکیب را دریافت کرده باشد، در محیط حاوی این پادزیست رشد می‌کند.
- باکتری‌های حساس به دلیل نداشتن ژن مقاومت به آنتی‌بیوتیک یا همان دنا نوترکیب، از بین می‌روند.
- با توجه به شکل مقابل، در این مرحله **تعداد زیادی** از باکتری‌ها از بین می‌روند و فقط آن‌هایی می‌مانند که دنا نوترکیب دارند.
- در شرایط مناسب، تکثیر باکتری‌های تراژن با **سرعت بالا** ادامه می‌یابد.
- در نتیجه دنا نوترکیب نیز مستقل از فام‌تن اصلی یاخته با سرعت بالا تکثیر می‌شود ← ژن مورد نظر ما نیز در حال همسانه‌سازی است.
- هدف نهایی ← از دناها و سایر مولکول‌های حاصل از دناها، برای اهداف گوناگون علمی و کاربردی استفاده می‌شود.





فناوری مهندسی پروتئین

نکات

- این روش، با **تغییر در ژن**، امکان ایجاد تغییرات **دلخواه** در توالی آمینواسیدهای یک **پروتئین** را فراهم می کند ← در نهایت هدف ایجاد پروتئینی بادوام تر یا با کیفیت تر از حالت عادی می باشد.
- شناخت کامل ساختار و عملکرد آن پروتئین، پایه انجام مهندسی پروتئین می باشد.
- انواع تغییرات روی پروتئین
 - جزئی ← شامل تغییرات در رمز دنا سازنده **یک یا چند آمینواسید** در مقایسه با پروتئین طبیعی است.
 - عمده ← گسترده تر است و شامل
 - برداشتن قسمتی از یک ژن یک پروتئین
 - ترکیب بخش هایی از ژن های مربوط به پروتئین های متفاوت
- تغییر در توالی آمینواسیدها ← سبب تغییر شکل فضایی مولکول پروتئین شده ← در نهایت سبب تغییر در عمل پروتئین می شود ← این پروتئین اهدافی برای مصرف درمانی یا تحقیقاتی دارد.
- تغییرات مفید در این فرایند
 - ۱ افزایش پایداری پروتئین در مقابل گرما و pH
 - ۲ افزایش حداکثری سرعت واکنش
 - ۳ تمایل آنزیم برای اتصال به پیش ماده

نکات

- افزایش پایداری در برابر گرما سبب می شود
 - در دمای بالاتر **سرعت** واکنش بیشتر شود.
 - خطر **آلودگی میکروبی** در محیط واکنش کمتر شود.
 - نیاز به خنک کردن محیط واکنش به خصوص در مورد واکنش های **گرمایزا** از بین برود.

آمیلازها (مقاوم به گرما)

- از آنزیم های پرکاربرد در صنعت هستند که نشاسته را به قطعات کوچک تری تجزیه می کنند.
- کاربرد در صنعت
 - صنایع غذایی، نساجی و تولید شوینده ها
 - امروزه با روش مهندسی **پروتئین** در زیست فناوری ← تولید **آمیلازهای پایدار** در برابر گرما ممکن شده است.
 - علت استفاده از آمیلازهای مقاوم به گرما
 - کاهش زمان واکنش
 - صرفه جویی اقتصادی
 - افزایش بهره وری صنعتی
- در **طبیعت** نیز آمیلاز مقاوم به گرما وجود دارد ← **مثال: باکتری های** گرمادوست در چشمه های آب گرم دارای آمیلازهای مقاوم به گرما هستند.

افزایش پایداری پروتئین ها

اینترفرون

- از پروتئین های دستگاه ایمنی است ← نوع **I** آن در مبارزه با یاخته آلوده به ویروس و نوع **II** در مقابله با یاخته سرطانی، به **طور طبیعی** ترشح می شود.
- محصول مهندسی ژنتیک
 - فعالیت **بسیار کمتر** از اینترفرون طبیعی دارد.
 - علت کاهش فعالیت ← تشکیل **پیوندهای نادرست** در هنگام ساخته شدن در **باکتری** می باشد.
 - پیوندهای نادرست درون مولکولی ← تغییر شکل مولکول ← سبب کاهش فعالیت آن می شود.
- تغییر **جزئی** در رمز **یک** آمینواسید آن ایجاد می شود ← با نوعی **جیش جانشینی** ← نوع یک آمینواسید آن تغییر می کند.
- انواع روش ساخت
 - محصول مهندسی پروتئین
 - فعالیت اینترفرون حاصله به اندازه اینترفرون طبیعی می شود.
 - مولکول اینترفرون حاصله، از نوع عادی، پایدارتر می شود ← استفاده دارویی دارد.
 - از نظر فعالیت: اینترفرون مهندسی ژنتیک >> اینترفرون مهندسی پروتئین = اینترفرون طبیعی
 - از نظر پایداری: نوع مهندسی ژنتیک > نوع طبیعی > اینترفرون مهندسی پروتئین

تشکیل لخته

- یک فرایند زیستی مهم است ← در خونریزی محدود با درپوشی و در نوع شدید با ایجاد لخته می باشد.
- سبب جلوگیری از ادامه خونریزی می شود.
- در سرخرگ های ششی، قلبی و مغزی به علت بسته شدن رگ های ششی، سکنه قلبی و مغزی خطرناک است و می تواند باعث مرگ شود.

پلاسمین

نوع طبیعی آن

- سبب تجزیه لخته ها می شود ← عملی ضد پلاکت و ترومبین دارد.
- مدت اثر آن در پلاسما خیلی کوتاه است.
- کاربرد درمانی دارد.

نوع تولید شده در مهندسی پروتئین

- تغییر جانشینی یک آمینواسید با آمینواسید دیگر در اثر تغییر یک رمز وراثتی دارد.
- مدت زمان فعالیت پلاسمایی و اثرات درمانی آن از نوع عادی بیشتر می شود.
- نوعی تغییر جزئی در مهندسی پروتئین می باشد.

مهندسی بافت

تکات

- در این روش با استفاده از یاخته‌های **تمایز نیافته بنیادی**، به تولید یک بافت ویژه می‌پردازیم.
- در سوختگی‌های **وسیع** ← پیوند پوست مورد نیاز است، در این حالت ممکن است برداشت پوست قبلی غیرممکن باشد.
- در سوختگی وسیع ← در صورت نبودن شرایط بالا ← **بهترین** راه، کشت بافت و پیوند پوست جدید است.
- امروزه متوجه شده‌اند که در پوست، یاخته‌های تمایز نیافته وجود دارد که توانایی تکثیر زیاد و تمایز به انواع یاخته‌های پوست را دارند. از این یاخته‌ها در مهندسی بافت استفاده می‌شود.
- متخصصان مهندسی بافت ← در زمینه تولید و پیوند اعضا فعالیت دارند.
- جراحان بازسازی کننده چهره ← با روش‌های مهندسی ← از بافت غضروف برای بازسازی لاله گوش و بینی استفاده می‌کنند.
- برای بازسازی لاله گوش ← تکثیر یاخته‌های **غضروفی** در محیط کشت روی داربست مناسب ← تولید غضروف جدید برای بازسازی اندام آسیب دیده

یاخته‌های بنیادی

نوع بالغ

انواع

مثال

- می‌توانند در بدن یا محیط کشت، تکثیر و به انواع متفاوت یاخته تبدیل شوند.
- در بافت‌های مختلف بدن وجود دارند.

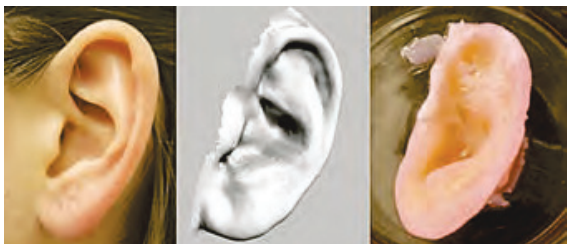
- یاخته‌های بنیادی **گید** ← تکثیر
- تعدادی یاخته بنیادی بدون تمایز می‌سازد.
- در اثر تمایز به
- یاخته **گیدی** تبدیل می‌شود.
- یاخته **مجرای صفراوی** تبدیل می‌شود.

- برخی به انواع مختلف بافت‌ها و یاخته‌ها تمایز پیدا می‌کنند ← تمایز به
- رگ‌های خونی
- یاخته‌های خونی
- یاخته‌های استخوانی
- یاخته‌های ماهیچه‌ای (الکترو قلبی)
- یاخته‌های عصبی
- یاخته‌های بنیادی مغز استخوان
- بنیادی میلوئیدی ← منشأ
- گویچه‌های قرمز می‌شوند.
- مگاکاریوسیت‌ها شده ← پلاکت‌ها را می‌سازد.
- آنوزینوفیل، بازوفیل و نوتروفیل می‌سازد.
- مونوسیت می‌سازد ← به درشت‌خوار یا بیگانه‌خوار دندریتی تبدیل می‌شود.
- بنیادی لنفوئیدی ← منشأ لنفوسیت‌ها می‌شود
- نوع B
- نوع T
- نوع کشنده طبیعی

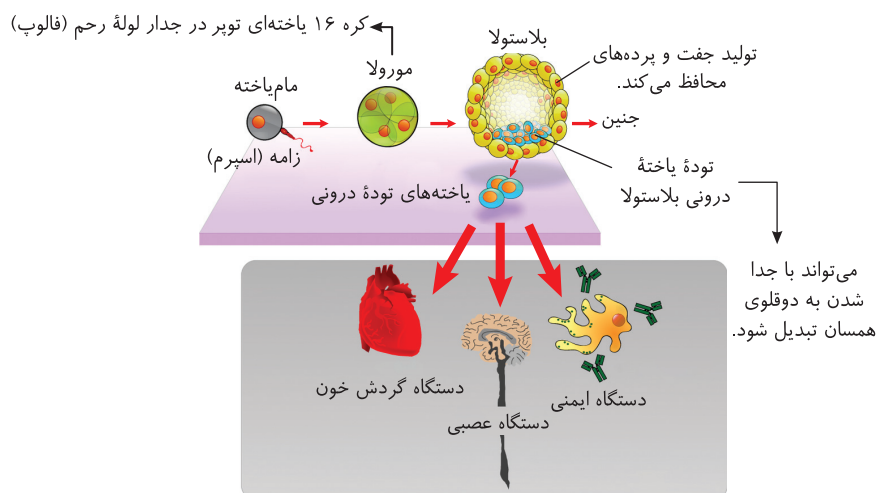
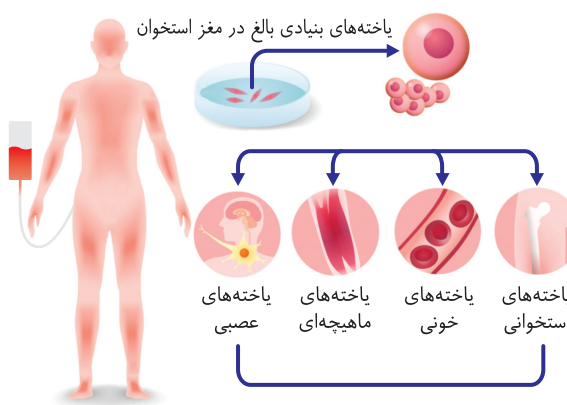
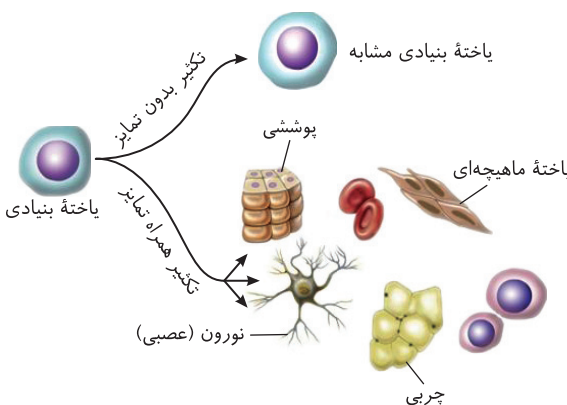
نوع جنینی

- ۱ قادر به تشکیل **همه** بافت‌های بدن جنین هستند.
- ۲ همان توده توپر مورولا در لوله رحم و یا توده یاخته‌ای درونی در کره توخالی بلاستوسیت می‌باشند.
- ۳ اگر در مراحل اولیه جنینی جداسازی شوند، می‌توانند یک جنین کامل را تشکیل دهند.
- ۴ یاخته‌های بنیادی **مورولا** ← کشت ← تمایز به
- ۵ همه یاخته‌های جنینی می‌دهد.
- ۶ همه یاخته‌های خارج جنینی (**جفت و پرده‌ها**) **مخلف جنین** می‌دهد.
- ۷ جدا کردن یاخته بنیادی ← کشت یاخته بنیادی ← تحریک برای تولید **بسیاری** از انواع یاخته‌ها
- ۸ تنظیم آن برای تولید **همه** انواع یاخته‌های بدن جنین در شرایط آزمایشگاهی مقدور نیست.
- ۹ فقط انواع یاخته‌های بدن جنین را می‌سازد.
- ۱۰ یاخته‌های بنیادی توده یاخته درونی **بلاستوسیت** ← کشت
- ۱۱ پرده‌های خارج جنینی و جفت را نمی‌سازد.

زیست دوازدهم



غضروف گوش ساخته شده تصویر رقمی (دیجیتالی) عکس گوش طبیعی با روش مهندسی بافت
بعد از دو هفته «مهندسی بافت غضروف گوش انسان»





کاربرد زیست فناوری در کشاورزی

برای بهبود کیفیت زندگی انسان و حفظ محیط زیست از آن بهره می‌برند.
افزایش چشمگیر در محصولات کشاورزی مانند گندم، برنج و ذرت نتیجه تحول در کشاورزی نوین است.

نتایج تحولات در کشاورزی نوین

- استفاده از کودها و سموم شیمیایی
- کشت انواع محصول
- استفاده از ماشین‌ها در کشاورزی
- افزایش سطح زیر کشت

معایب تحول در کشاورزی نوین

- آلودگی محیط زیست
- کاهش تنوع ژنی
- تخریب جنگل‌ها و مراتع

کاربردهای زیست فناوری

- تولید گیاهان مقاوم در برابر بعضی آفت‌ها
- اصلاح بذر برای
- تولید گیاهان مطلوب
- تولید گیاهان مقاوم به خشکی و شوری
- تنظیم سرعت رسیدن میوه‌ها
- افزایش ارزش غذایی محصولات
- تولید گیاهان **زراعی** مقاوم به علف‌کش‌ها

رابطه بین باکتری خاکری، حشره و گیاه زراعی

- برخی باکتری‌های خاکری
- پروتئین‌هایی تولید می‌کنند
- که حشرات آفت گیاهان زراعی را می‌کشد.
- در حالت عادی
- باکتری‌ها در مرحله‌ای از رشد
- نوعی **پروتئین سمی غیرفعال** می‌سازند
- حشره این پروتئین باکتری را می‌خورد.
- در لوله گوارش حشره
- سم پروتئین باکتریایی غیرفعال
- در اثر آنزیم گوارشی شکسته شده
- سم فعال
- تخریب یافته گوارشی
- مرگ حشره
- در امان ماندن گیاه زراعی
- تولید گیاه مقاوم به آفت با مهندسی ژنتیک
- انتقال ژن همسانه‌سازی شده به گیاه
- همسانه‌سازی ژن مورد نظر در باکتری
- جدا کردن ژن سم باکتریایی از باکتری
- تولید گیاهانی مثل ذرت، پنبه و سویا مقاوم تولید شده‌اند.
- تولید گیاهانی تراژنی که سم مقاوم به آفت ترشح می‌کنند.

رابطه طبیعی نوزاد کرمی شکل (لارو) و گیاه پنبه

- به درون غوزه نارس پنبه نفوذ می‌کند و گیاه آلوده می‌گردد.
- برای از بین بردن این حشره آفت
- سم‌پاشی متعدد لازم است.
- زیرا آفت در معرض سم قرار نمی‌گیرد و به درون غوزه می‌رود
- سبب آلودگی محیط می‌شود.

تولید پنبه مقاوم به حشره آفت

- با فناوری زیستی
- پنبه دارای ژن مقاوم به آفت تولید کردند.
- نیاز به سم‌پاشی متعدد تا حدود زیادی **کم** شده است.
- حشره با خوردن سطح غوزه پنبه
- می‌میرد
- فرصت ورود به درون غوزه پیدا نمی‌کند
- نیاز به سم‌پاشی **کم** می‌شود.

به روش قدیمی

- از منابع **غیر** انسانی تهیه می‌کردند.
- پاسخ‌های ایمنی در بدن افراد ایجاد می‌کردند.
- تولید انسولین
- جداسازی و خالص‌سازی آن از لوزالمعده جانورانی مثل گاو
- برای درمان **دیابت نوع ۱** استفاده می‌شود.

پیش‌هورمون انسولین

- یک** رشته پلی‌پپتید دارد (**یک سر آمینو و یک سر کربوکسیل در دو سمت مختلف دارد**).
- سه زنجیره **A** ← **C** ← **B** دارد.
- زنجیره **B** به سر آمینو و زنجیره **A** به سمت کربوکسیل قرار دارد.
- بین زنجیره **A** و **B** آن پیوند وجود دارد.

ساختار انسولین در پستانداران

هورمون انسولین فعال

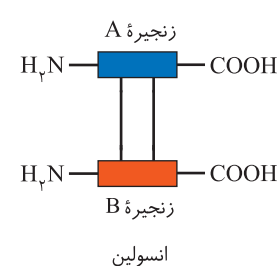
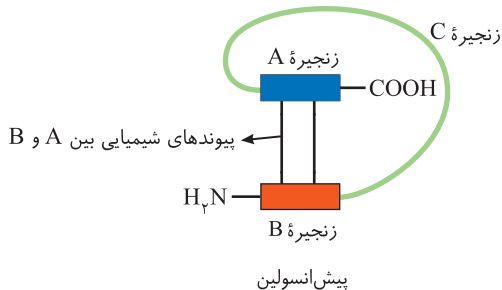
- از دو زنجیره **کوتاه** پلی‌پپتیدی **A** و **B** تشکیل شده است.
- با جدا شدن زنجیره **C** از نوع غیرفعال به نوع فعال تبدیل می‌شود.
- دو زنجیره **A** و **B** آن با پیوندهایی غیر از پپتیدی به هم متصلند.
- هر زنجیره **A** و **B** آن دارای دو سر مجزای آمینو و کربوکسیلی می‌باشد.
- سرهای آمینو و کربوکسیل دو زنجیره در یک سمت مشابه قرار دارند.

کاربرد زیست فناوری در پزشکی

تولید دارو



گیاه آلوده ورود آفت به درون غوزه گیاه سالم
«آلوده شدن غوزه گیاه پنبه به آفت را نشان می‌دهد.»



روش مهندسی ژنتیک در تولید دارو

- مطمئن و مؤثر که جایگاه ویژه‌ای در صنعت داروسازی دارند.
- پاسخ ایمنی ایجاد نمی‌کنند.
- تولید انسولین با وارد کردن ژن انسولین انسانی به **باکتری‌ها** صورت می‌گیرد.

ترتیب مراحل تولید انسولین به روش مهندسی ژنتیک

- تولید **دو توالی DNA** مربوط به زنجیره A و B انسولین که **هرکدام** راه‌انداز مخصوص به خود دارند.
- نوترکیب کردن هر توالی با یک **دیسک** باکتریایی در آزمایشگاه توسط لیگاز — ایجاد دو DNA نوترکیب مجزا
- انتقال دو پلازمید نوترکیب به دو باکتری مجزا توسط شوک الکتریکی یا حرارتی
- بیان دو توالی DNA توسط عوامل باکتریایی و تولید زنجیره‌های A و B در دو باکتری مختلف
- انتخاب یاخته‌های دریافت‌کننده به کمک آنتی‌بیوتیک (**پرزیت**) در تولید دارو
- خالص کردن و جمع‌آوری زنجیره‌های پلی‌پپتیدی A و B و اتصال آن‌ها به هم با پیوندهای شیمیایی در آزمایشگاه (**خارج باکتری**)
- مهم‌ترین مرحله ساخت انسولین در پستانداران که حذف زنجیره C می‌باشد، در این روش و درون باکتری انجام نمی‌شود.

روش‌های قبلی

- ضعیف کردن میکروب
- کشتن میکروب
- غیرفعال کردن سموم خالص شده با روش‌های خاص
- تزریق به انسان — تحریک دستگاه ایمنی اختصاصی — تولید یاخته خاطره
- تولید پادتن ضد آنتی‌ژن
- اگر در مراحل تولید واکسن خطایی رخ دهد، احتمال بروز بیماری وجود داشت.
- واکسن تولید شده باید ایمنی را به‌طور مناسب تحریک کند، اما منجر به بیماری نشود.

۲ تولید واکسن

روش مهندسی ژنتیک

- خطرات واکسن‌های گذشته را ندارد.
- ژن مربوط به آنتی‌ژن سطحی عامل بیماری‌زا را به یک باکتری یا ویروس غیربیماری‌زا منتقل می‌کنند.
- بیان ژن مورد نظر در میزبان — تزریق میزبان دارای آنتی‌ژن مورد نظر به انسان — تحریک ایمنی فرد با واکسن جدید و ایجاد یاخته خاطره
- مثال**، تولید واکسن ضد هپاتیت B

۳ ژن درمانی

مراحل

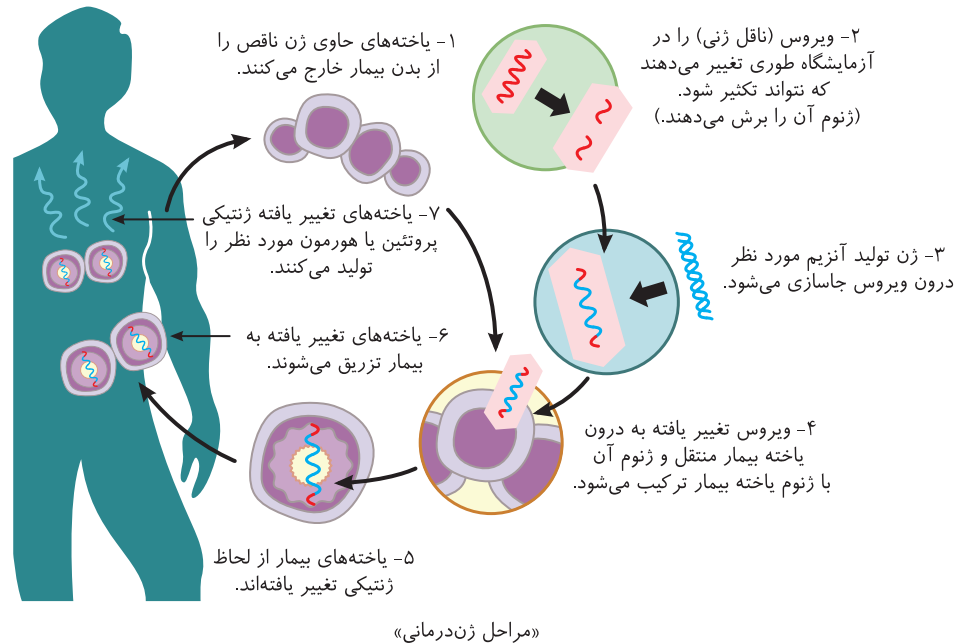
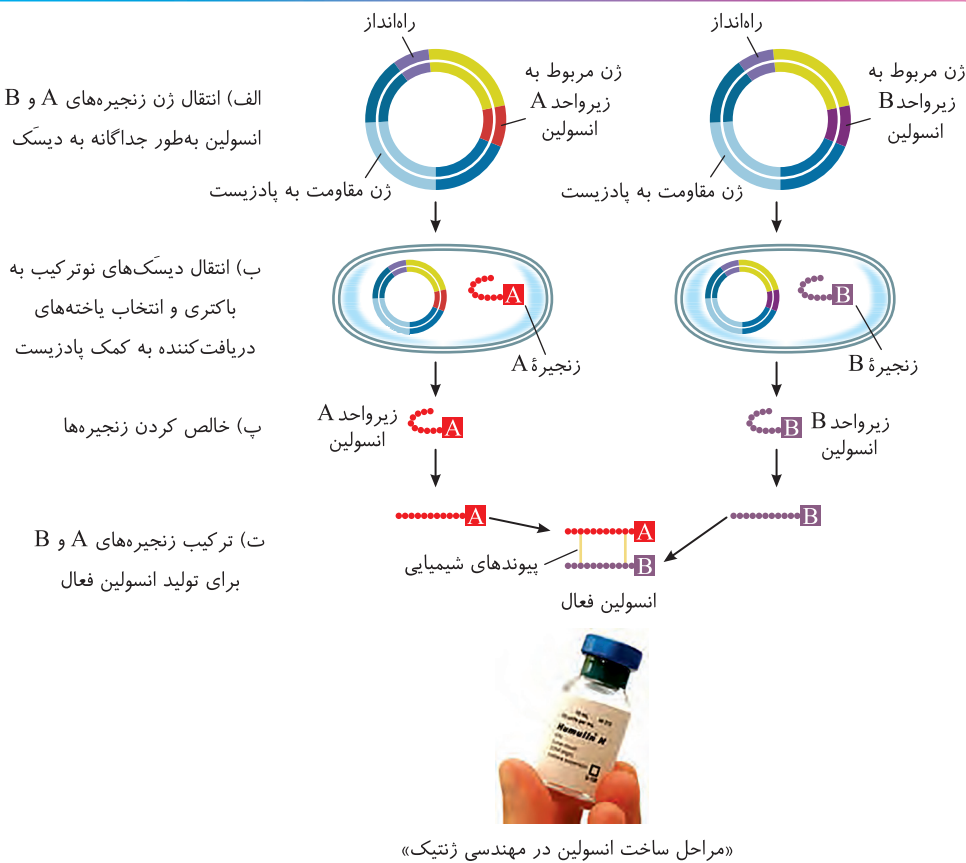
- ۱ یاخته‌هایی را از بدن بیمار خارج می‌کنند.
- ۲ ژنوم یک ناقل ژنی مثل ویروس را در آزمایشگاه طوری تغییر می‌دهند که نتواند تکثیر شود (**در ژنوم آن برش ایجاد می‌کنند**).
- ۳ ژن سالم را در ژنوم ناقل ژنی مثل ویروس جاسازی می‌کنند.
- ۴ ویروس تغییر یافته به درون یاخته خارج شده از بدن فرد بیمار منتقل و ژنوم آن با ژنوم یاخته بیمار ترکیب می‌شود.
- ۵ یاخته‌های بیمار با ورود ژنوم جدید به آن از لحاظ ژنتیکی تغییر یافته‌اند.
- ۶ یاخته تغییر یافته که حاوی ژن سالم و ناقص می‌باشد را به بدن بیمار بازمی‌گردانند.
- ۷ یاخته‌های تغییر یافته ژنتیکی با بیان ژن در بدن فرد بیمار، پروتئین یا هورمون مورد نظر را تولید می‌کنند.
- ۸ اگرچه این یاخته‌ها به تولید ماده مورد نیاز می‌پردازند ولی چون بقای زیادی ندارند، لازم است به‌طور متناوب این عمل تکرار شود.

اولین ژن درمانی

- در سال ۱۹۹۰ برای یک دختر بچه ۴ ساله دارای نقص ژنی سیستم ایمنی انجام شد.
- دارای نوعی نقص ژنی در **یک آنزیم** مهم دستگاه ایمنی بود.
- لنفوسیت‌ها** را از فرد بیمار خارج کردند — در خارج بدن تکثیر داده شد — انتقال ژن کارآمد به کمک ناقل ژنی به لنفوسیت‌ها — لنفوسیت‌های تغییر یافته ژنتیکی و دارای ژن‌های سالم و بیمار وارد بدن بیمار شد — ساخت آنزیم مورد نیاز درون بدن بیمار
- نکته** برای درمان این افراد می‌توان از روش‌هایی مثل پیوند مغز استخوان و یا تزریق آنزیم هم استفاده کرد.
- اگرچه این یاخته‌ها به تولید ماده مورد نیاز می‌پردازند ولی چون بقای زیادی ندارند، لازم است به‌طور متناوب این عمل تکرار شود.

فصل ۷: فناوری‌های نوین زیستی

زیست دوازدهم



تشخیص بیماری

تشخیص اولیه و شناخت دقیق از بیماری ← اصل مهم در درمان

روش های تشخیص بیماری

مانند آزمایش خون و ادرار
روش های دیگری مثل فناوری های مبتنی بر دنا

با کمک روش های زیست فناوری و شناسایی نوکلئیک اسید عامل بیماری را ← به وجود عامل بیماری را پی می برند.
تشخیص بیماری وقتی که هنوز علائم ظاهر نشده اند و میزان عامل بیماری را در بدن پایین است، مشکل می باشد.

موارد کاربرد

تشخیص ایدز در مراحل اولیه
• ایدز هنوز درمان قطعی ندارد.
• فرد مبتلا به ایدز توانایی دفاع در مقابل عوامل بیماری را از دست می دهد.
• دناهای درون خون فرد مشکوک استخراج می شود (رنگ ژل + رنگ شده از روی رنگ ویروس)
• تشخیص دنا و ویروس با روش های زیست فناوری
• اهمیت
• اقدامات درمانی بدون اتلاف وقت
• پیشگیری لازم برای جلوگیری از انتقال ویروس به سایر افراد

تشخیص ژن های جهش یافته در بیماران مستعد به سرطان
پزشکی قانونی
تحقیقاتی ← مانند مطالعه در مورد دنا فسیل ها

تولید جانور تراژنی

جانوری است که در همه یاخته های پیکری خود، ژن یا ژن هایی از گونه دیگر دارد.
ژن پروتئین انسانی را در یک پلازمید، نزدیک جایگاه شروع همانندسازی قرار می دهند.
دنا را نو ترکیب را وارد تخم لقاح یافته جانور می کنند.
زیگوت تغییر یافته ژنتیکی را وارد رحم جانور می کنند.
از رشد و تمایز زیگوت، جانوری ایجاد می شود که در هر یاخته آن ژن انسانی وجود دارد.
با بیان ژن مورد نظر در جانور بالغ، می توان محصول ژن را در شیر آن جانور به دست آورد.

اهمیت تولید جانوران تراژنی در زیست فناوری

- ۱ مطالعه عملکرد ژن های خاص در بدن مثل ژن های عوامل رشد و نقش آن ها در رشد بهتر دام ها
- ۲ کاربرد آن ها به عنوان مدلی برای مطالعه بیماری های انسانی از قبیل انواع سرطان، آلزایمر و MS
- ۳ تولید پروتئین های انسانی یا داروهای خاص در بدن آن ها ← مثل تولید شیر غنی از نوعی پروتئین انسانی ← نسبت به شیر طبیعی دام ها مناسب تر است.



«تولید پروتئین های انسانی با استفاده از دام های تراژنی»

زیست فناوری و اخلاق

ایمنی زیستی

هر دستاورد بشری باید با جنبه اخلاقی، اجتماعی و ایمنی زیستی آن مطابق باشد.

شامل مجموعه ای از تدابیر، مقررات و روش هایی برای تضمین بهره برداری از این فناوری است.
قانون آن به منظور استفاده مناسب از مزایای زیست فناوری و پیشگیری از خطرات احتمالی آن است.

تاکنون از نتایج تحقیقات زیست فناوری هیچ موردی برخلاف اخلاق زیستی ارائه نشده است.



گفتار

نکات

- علت مشاهده رفتارهای جانوران توسط انسان
 - زندگی انسان به داشتن اطلاعات درباره رفتار جانوران وابسته است.
 - به طور مثال یافتن راه‌های مبارزه با حشره آفت با دانستن چگونگی زادآوری آن
 - حفظ گونه و حفاظت از تنوع زیستی با دانستن مهاجرت یا تغذیه یک جانور در معرض خطر
- نمونه‌هایی از رفتارها
 - قمری خانگی ← بعد از جمع‌آوری شاخه نازک درختان برای لانه‌سازی، زادآوری می‌کند.
 - گوزن ← گریز از شکارچی
 - خرس‌های قطبی ← خواب زمستانی
 - سارها ← مهاجرت به مناطق گرم‌تر برای زمستان‌گذرانی
- تعریف رفتار ← واکنش یا مجموعه واکنش‌هایی که جانور در پاسخ به محرک یا محرک‌ها انجام می‌دهد.
- انواع محرک مسبب رفتارهای گوناگون
 - محرک داخلی مانند تغییر میزان هورمون‌ها یا گلوکز در بدن جانور
 - محرک خارجی مانند بو، رنگ، صدا، تغییر دمای محیط و تغییر طول روز

اساس رفتار

غریزی

رفتار مراقبت موش ماده

- ۱ همه موش‌های نر و ماده، حاوی ژن B مراقبت از زاده‌ها می‌باشند.
 - ۲ این ژن در ماده‌ها بیان می‌شود و اجازه نمی‌دهد بچه موش‌ها از او دور شوند.
 - ۳ موش مادر ابتدا نوزادان را واری می‌کند.
 - ۴ اطلاعاتی از راه حواس به مغز ارسال می‌شود.
 - ۵ ژن B در یاخته‌هایی در مغز موش مادر فعال و بیان می‌شود.
 - ۶ ژن B دستور ساخت پروتئینی را می‌دهد که آنزیم‌ها و ژن‌های دیگر را فعال می‌کند.
 - ۷ در مغز جانور فرایندهای پیچیده‌ای به راه می‌افتد.
 - ۸ موش ماده رفتار مراقبت مادری را نشان می‌دهد ← بچه‌های دور شده را می‌گیرد و به سمت خود می‌کشد.
- ۱ موش‌های مادر نوزادان را همانند قبل جهش، واری می‌کردند.
 - ۲ پس از واری، نوزادان را نادیده می‌گرفتند و رفتار مراقبت نشان نمی‌دادند.
 - ۳ مشخص شد رفتار مراقبت مادری در موش اساس ژنی دارد.
 - ۴ مشخص شد که ژن B، نقشی در واری نوزادان ندارد.
 - ۵ رفتار موش مادر در مراقبت از فرزندان رفتار غریزی است.

انواع رفتار

- رفتار جوجه کاکایی برای به دست آوردن غذا
- مثال‌های دیگر
 - لانه‌سازی پرنده‌ها
 - رفتار مکیدن پستان در شیرخواران پستانداران

تغییر رفتار درخواست غذای جوجه کاکایی

- نوک زدن‌های جوجه کاکایی در ابتدا دقیق نیست ← به صورت غریزی به هر جایی از منقار مادر نوک می‌زند.
- پس از دو روز ← جوجه متوجه می‌شود که نوک زدن به مناطق جلوی منقار ← مادر سریع‌تر به درخواست پاسخ می‌دهد.
- پس از دو روز ← جوجه با تجربه به دست آورده و پاداش دریافت سریع‌تر غذا ← تغییر رفتار می‌دهد ← به مناطق جلویی منقار مادر نوک می‌زند.



«رفتار درخواست غذا در جوجه کاکایی»



«مراقبت مادری موش مادر دارای ژن طبیعی»



«نبود مراقبت مادری در موش مادر دارای ژن جهش یافته B»

یادگیری
(تغییر رفتار)

انواع

۱
خوگیری (عادی شدن)

تغییر نسبتاً پایدار در رفتار که در اثر **تجربه** به وجود می‌آید را یادگیری می‌گویند.

- در همه آن‌ها **تغییر رفتار** ایجاد می‌شود.
- تغییر رفتار **نسبتاً** پایدار است.
- در اثر **تجربه** ایجاد می‌شود.

مثال

در این یادگیری، پاسخ جانور به یک محرک **تکراری** بی‌اثر که سود و زبانی برای آن ندارد، **کاهش** پیدا می‌کند.

- تا هنگامی که جانور به محرک پاسخ عادی می‌دهد ← عادی شدن رخ نداده است.
- جانور می‌آموزد به **پرخ** محرک‌ها پاسخ ندهد.
- موجب می‌شود جانور با چشم‌پوشی از محرک‌های بی‌اهمیت، انرژی خود را برای انجام فعالیت‌های حیاتی حفظ کند.
- پاسخ به هر محرکی نیازمند صرف انرژی است ← خوگیری سبب ذخیره انرژی و مصرف بهینه آن می‌شود.

رفتار جوجه پرنندگان در برابر ریزش برگ‌ها

- در ابتدا با ریزش برگ‌های بالای سر خود ← با رفتار غریزی
- سر خود را پایین می‌آورند.
- آرام می‌مانند و صدا ایجاد نمی‌کردند.
- با دیدن ریزش **مگر** برگ‌ها و اجسام در حال حرکت ← چون برایشان خطر ندارد ← یاد می‌گیرند که به آن محرک‌ها پاسخ ندهند.

در ابتدا به صورت غریزی ← با تحریک مکانیکی تماسی ← بازوهای خود را **منتقبض** می‌کند.

شقایق دریایی

- به حرکت مداوم آب پاسخی نمی‌دهد که نوعی خوگیری است.

رفتار کلاغ‌ها در مقابل مترسک‌های مزرعه

- در ابتدا به صورت غریزی به مزرعه حمله نمی‌کنند.
- در صورت بی‌حرکتی و عدم تغییر مترسک و عدم صدا ← به مزرعه حمله می‌کنند ← روی مترسک هم می‌نشینند.

مراحل یادگیری

- در ابتدا جانور به یک محرک طبیعی، یک پاسخ طبیعی می‌دهد (**ترشح بزاق با بوی غذا**).
- اگر مدتی یک محرک بی‌اثر (**صدای زنگ**) با محرک طبیعی (**بوی غذا**) همراه شود.
- جانور بین **محرک** بی‌اثر و طبیعی ارتباط برقرار می‌کند.
- محرک بی‌اثر به صورت محرک شرطی درمی‌آید.
- پس از مدتی جانور به محرک شرطی شده نیز **همان** پاسخ طبیعی را می‌دهد (**قبلاً به محرک بی‌اثر پاسخ نمی‌داد ولی الآن آن محرک بی‌اثر، به شرطی تبدیل شده است و به آن پاسخ می‌دهد**).

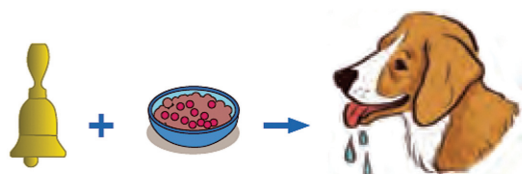
۲
شرطی شدن کلاسیک

دیدن یا بوی غذا، محرک طبیعی و ترشح بزاق، پاسخی غریزی و یک بازتاب طبیعی است.

مشاهده کرد که پس از مدتی، ترشح بزاق سگ قبل از دریافت غذا با دیدن فرد غذادهنده نیز رخ می‌دهد.

ترشح بزاق سگ با صدای زنگ

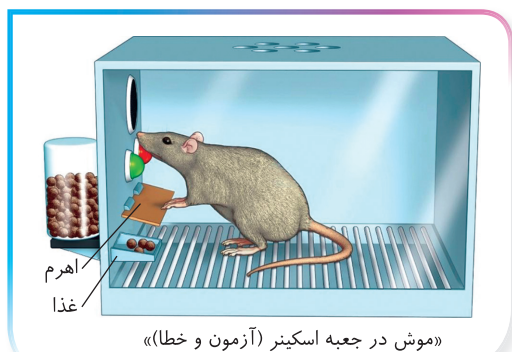
- پاولوف
- آزمایش
- ۱ به صدا درآوردن زنگ هنگام دادن پودر گوشت به سگ گرسنه
- ۲ تکرار این کار
- ۳ سگ بین صدای زنگ (**محرک بی‌اثر**) و غذا (**محرک طبیعی**) ارتباط برقرار کرد.
- ۴ بزاق سگ با شنیدن صدای زنگ و بدون دریافت غذا نیز ترشح شد.
- نتیجه ← تبدیل یک محرک بی‌اثر (**صدای زنگ**) به محرک شرطی ← پاسخ طبیعی به محرک شرطی داده می‌شود.
- در این رفتار، پاسخ جانور نسبت به محرک طبیعی و شرطی شده، یکسان می‌باشد.
- محرک شرطی به **تنهایی** می‌تواند سبب پاسخ جانور شود.



وقتی محرک شرطی (صدای زنگ) با محرک طبیعی (غذا) همراه شود.



محرک شرطی به تنهایی می‌تواند سبب پاسخ ترشح بزاق شود.



۳ شرطی شدن فعال

آزمایش اسکینر

- نوعی یادگیری شرطی شدن ولی به صورت آزمون و خطا و بدون محرک شرطی می‌باشد.
- جانور می‌آموزد بین رفتار خود با پاداش یا تنبیهی که دریافت می‌کند، ارتباط برقرار کند و در آینده رفتاری را تکرار یا از انجام آن خودداری کند.
- رفتار جانور در برابر پاسخ پاداشی افزایش یافته و در صورت تنبیه شدن، کاهش می‌یابد.

پرنده و پروانه مونارک

- ۱ موش گرسنه ابتدا به صورت تصادفی اهرم درون جعبه را فشار می‌دهد و غذا دریافت می‌کند.
- ۲ جانور پس از چندبار تکرار این رفتار، بین فشار دادن اهرم و دریافت غذا ارتباط برقرار می‌کند.
- ۳ پس از آن، موش به‌طور عمدی اهرم را فشار می‌دهد تا غذا به دست بیاورد.

پرنده ابتدا به صورت تصادفی پروانه مونارک را می‌بلعد.

سپس دچار تهوع می‌شود (تنبیه محسوس).

پس از این تجربه از خوردن آن‌ها ممانعت می‌کند.

رفتار جانوران سیرک و رام‌کنندگان آن‌ها

- نوعی شرطی شدن فعال است.
- جانور در صورت انجام صحیح رفتار، پاداش می‌گیرد.
- رفتار صحیح را تکرار می‌کند.
- در صورت عدم انجام رفتار تنبیه می‌شود.

۴ حل مسئله

مثال‌ها

- تعریف: جانور بین تجربه‌های گذشته و موقعیت جدید ارتباط برقرار می‌کند و با استفاده از آن‌ها برای حل مسئله جدید، آگاهانه برنامه‌ریزی می‌کند.
- در این یادگیری، جانور برای اولین بار در معرض محرک قرار گرفته است و با استدلال آگاهانه به انجام آن رفتار می‌پردازد.
- ۱ پس از چندین بار بالا پریدن، چند جعبه چوبی را روی هم می‌گذارد تا به موز آویخته شده به سقف برسد.
- ۲ برگ‌های شاخه نازک درختان را به درون لانه موربانه‌ها فرو می‌برند تا موربانه‌ها را بیرون بیاورند و بخورند.
- ۳ از تکه‌های چوب یا سنگ به شکل سندان و چکش استفاده می‌کنند تا پوسته سخت میوه‌ها را بشکنند.
- کلاغ سیاه ← تکه گوشت آویزان به انتهای نخ را با بالا کشیدن نخ توسط منقار و گرفتن قسمتی از نخ با پنجه پا، به دست می‌آورد.



«کلاغ با جمع کردن نخ تکه گوشت را بالا می‌کشد.»

۵ نقش‌پذیری

جوجه غاز

- تعریف: نوعی یادگیری است که در دوره مشخصی از زندگی جانور انجام می‌شود.
- اولین جسم متحرکی که بعد از بیرون آمدنش از تخم می‌بیند، دنبال می‌کند.
- طی چند ساعت پس از خروج از تخم رخ می‌دهد ← جسم متحرک، معمولاً مادر آن‌هاست.
- موجب پیوند جوجه‌ها با مادر می‌شود.
- حرکت اولیه به سمت جسم متحرک، غریزی است ← تکرار حرکت به سمت آن جسم ← نقش‌پذیری است.
- علت این شناسایی برای بقای جوجه حیاتی است.
- یادگیری رفتارهای اساسی مانند جست‌وجوی غذا از مادر

پستانداران (مانند بره) ← بره‌هایی که توسط انسان پرورش داده شده‌اند، به دنبال انسان حرکت می‌کنند و ارتباطی با گوسفندان دیگر ندارند.

امروزه انسان از نقش‌پذیری برای حفظ گونه‌های جانوران در خطر انقراض استفاده می‌کند

- پرورش جوجه پرنده‌هایی که والدین خود را از دست داده‌اند.
- صدای پرندگان همان گونه را پخش می‌کنند.
- افراد نگهدارنده آن‌ها ظاهر و رفتاری شبیه آن پرنده را تقلید می‌کنند.

برهم‌کنش غریزی و یادگیری

- بیشتر رفتارهای جانوران محصول برهم‌کنش ژن‌ها و اثرهای محیطی است که جانور در آن زندگی می‌کند.
- اساس ژنی لازم یک رفتار + تجربه ← تغییر و اصلاح رفتار قبلی ← برای بقای جانوران لازم است.
- یادگیری برای بقای جانوران به علت تغییر مداوم محیط جانوران لازم است.
- برهم‌کنش ژن و محیط، امکان سازگار شدن جانور با تغییرات محیط را فراهم می‌کند.
- ابتدا به صورت غریزی است
- جانور اساس ژنی آن را دارد.
- ابتدا کامل بروز نمی‌کند.
- رفتار درخواست غذای جوجه کاکایی
- برهم‌کنش جوجه و والدین و تجربه لازم است.
- برای شکل‌گیری کامل آن
- رشد جانور همراه تجربه محیط، لازم است.



«حل مسئله در شامپانزه»



«نقش‌پذیری جوجه غازها نسبت به مادر خود»



نوک زدن جوجه تازه از تخم خارج شده به هر قسمت منقار والد



نوک زدن جوجه دو روزه به مناطق خاص از نوک والد



انتخاب طبیعی و رفتار

انواع پرسش‌ها

۱

۲

جوجه کاکایی

رفتار زادآوری

انواع

انتخاب جفت

طاووس

برخی جیرجیرک‌ها

۱ نوع اول (چلوناک) جانور چگونه رفتاری را انجام می‌دهد؟

پاسخ پژوهشگران با بررسی فرایندهای ژنی، رشد و نمو و عملکرد بدن جانور می‌باشد.

۲ نوع دوم (چرای) چرا جانور رفتاری را انجام می‌دهد؟

رفتارشناسان با دیدگاه انتخاب طبیعی

رفتار سازگار را نتیجه برگزیده شدن با انتخاب طبیعی می‌دانند.

پرنده کاکایی پس از آن که جوجه‌هایش از تخم بیرون می‌آیند ← پوسته‌های تخم را از لانه خارج می‌کند ← رنگ سفید داخل پوسته تخم‌های شکسته بسیار مشخص است.

تخم‌ها و جوجه‌های کاکایی در میان علف‌های اطراف آشیانه استار می‌یابند ← کاکایی‌ها، زمان بسیار کوتاهی را برای بیرون بردن پوسته تخم‌ها صرف می‌کنند ← بقای زاده‌ها ↑

۱ رنگ آمیزی تخم‌مرغ خانگی شبیه تخم کاکایی و قرار دادن آن‌ها در محل آشیانه را انجام دادند.

۲ در کنار تعدادی از آن‌ها پوسته تخم‌های شکسته کاکایی قرار دادند.

۳ کلاغ‌ها بیشتر تخم‌مرغ‌هایی که کنار پوسته‌های خالی بودند را پیدا کردند و خوردند.

نتیجه ← رنگ سفید داخل پوسته تخم‌های شکسته راهنمای کلاغ‌ها بود.

کاهش احتمال شکار شدن جوجه‌ها

علت رفتار افزایش احتمال بقای جوجه‌ها

این رفتار به دلیل افزایش شانس بقای جوجه‌هاست نه برای تولید زاده‌ها!

دسترسی شکارچی به زاده‌ها کم می‌شود.

احتمال بقای زاده‌ها زیاد می‌شود.

به سود پرنده و زاده‌هاست.

با انتخاب طبیعی برگزیده شده است.

داشتن بیشترین تعداد زاده‌های سالم ← معیاری برای موفقیت زادآوری در جانوران است.

جانور برای موفقیت در زادآوری ← رفتارهای زادآوری انجام می‌دهد.

جانور ابتدا ویژگی‌های جفت را بررسی می‌کند و بعد تصمیم می‌گیرد که جفت‌گیری کند یا نه.

در جانوران، ماده‌ها بیشتر از نرها انتخاب جفت را انجام می‌دهند.

جانور ماده معمولاً زمان و انرژی بیشتری صرف می‌کند (دلیل انتخاب جفت).

فعالیت‌های پرهزینه مانند نگهداری از تخم در پرندگان، بارداری و شیردادن به نوزادان در پستانداران از وظایف جانور ماده است ← انرژی بیشتری از جنس نر برای پرورش نوزاد صرف می‌کند.

نشانه سلامت و کیفیت رژیم غذایی آن است.

ویژگی‌های ظاهری برتر سلامت جانور ماده و زاده‌هایش را تضمین می‌کند.

نشانه داشتن ژن‌های مربوط به صفات سازگارکننده است.

ویژگی‌های ظاهری طاووس نر و ماده متفاوت است ← در این گونه، طاووس ماده رفتار انتخاب جفت را انجام می‌دهد.

در فصل زادآوری، دم طاووس نر، پره‌های پر نقش و نگاری پیدا می‌کند ← طاووس نر برای جلب توجه ماده، دم خود را مانند بادبزن می‌گستراند تا بهتر دیده شود.

ماده‌ها، ابتدا دم طاووس‌های نر مختلف را بررسی می‌کنند.

نری را به عنوان جفت انتخاب می‌کند که رنگ درخشان و لکه‌های چشم‌مانند بیشتری روی پره‌های دم خود داشته باشد.

جانور ماده به ویژگی‌های ظاهری طاووس‌های نر مختلف توجه می‌کند تا انتخاب جفت کند.

حرکت جانور را دشوار می‌کند.

جانور را در مقابل شکارچی آسیب‌پذیرتر می‌کند.

احتمال بقای آن را کاهش می‌دهد.

درخشان بودن رنگ پرنده ← نشان دهنده سلامت و کیفیت رژیم غذایی آن بوده است.

این ویژگی سبب سلامت جانور ماده انتخاب‌کننده و تضمین بقای زاده‌های آن است.

بقای جانور نر دارای این ویژگی تا هنگام تولیدمثل، نشان دهنده سازگار بودن صفات آن می‌باشد.

همانند شاخ گوزن نر جزء صفات ثانویه جنسی است.

صفات سازگارتر، در هنگام جفت‌یابی و رقابت با نرهای دیگر به کار می‌رود و سریع‌تر انتخاب می‌شود.

طاووس ماده با انتخاب نر دارای صفت سازگارتر ← سبب انتقال ویژگی‌های مفید ظاهری و سازگاری والد نر به زاده‌های خود می‌شود.

نر نظام چندهمسری دارد ← این پرنده نر، در تولید و رشد زاده‌ها، نقش کمتری از والد ماده دارد.

انتخاب جفت با جانور نر است.

جانور نر هزینه بیشتری را در تولیدمثل می‌پردازد ← جفت خود را بررسی و انتخاب می‌کند.

جانور نر زامه‌های خود را درون کیسه‌ای به همراه مقداری مواد مغذی به جانور ماده منتقل می‌کند.

کیسه لقاحی بخش قابل توجهی از وزن بدن جانور نر را تشکیل می‌دهد.

جانور نر، ماده بزرگ‌تر را بررسی و انتخاب می‌کند ← به دلیل اینکه نشانه داشتن تخمک‌های بیشتری است و می‌تواند زاده‌های بیشتری تولید کند.

جیرجیرک‌های ماده برای انتخاب شدن رقابت می‌کنند.

تخم‌ها در بدن ماده تشکیل می‌شوند ولی غذای رشد آن‌ها را بیشتر جانور نر تأمین کرده است.

در روی هر یک از پاهای جلویی خود، پرده صماخ و گیرنده مکانیکی صدا دارند.

نظام جفت‌گیری ۲

چندهمسری

- یکی از والدین، پرورش و نگهداری زاده‌ها را انجام می‌دهد.
- در **نگهداری** زاده‌ها نقشی ندارد.
- طاووس نر • نگهداری از قلمرو، منابع غذایی، محل لانه و پناهگاه ایمن از شکارچی را انجام می‌دهد.
- به‌طور **غیرمستقیم** به ماده کمک می‌کند ← سبب افزایش موفقیت تولیدمثلی نر و ماده می‌شوند.
- در **بیشتر** پستانداران دیده می‌شود ← در اغلب پستانداران، جنس ماده زمان و انرژی بیشتری برای پرورش زاده می‌گذارد.

تک‌همسری

- در **بیشتر** پرندگان مثل قمری خانگی دیده می‌شود.
- هر دو والد هزینه‌های پرورش زاده‌ها را می‌پردازند.
- جانور نر و ماده در انتخاب جفت سهم **مساوی** دارند.

رفتار غذایی

- تعریف** ← **مجموعه** رفتارهای جانور برای جست‌وجو و به دست آوردن غذاست.
- غذایابی بهینه ← موازنه بین محتوای **انرژی غذا** و هزینه **به دست آوردن** و مصرف آن است ← رفتار غذایی بهینه ← سبب دریافت انرژی **خالص** بیشتر می‌شود.
- غذاهایی که جانور می‌خورد ← اندازه‌های متفاوتی دارند.
- انرژی بیشتر دارد.
- غذای بزرگ‌تر • ممکن است فراوانی کمتر داشته باشد.
- به دست آوردن آن دشوارتر است.
- انرژی **خالص** یعنی تفاوت انرژی دریافتی از غذا با انرژی صرف شده برای پیدا کردن و خوردن آن
- براساس انتخاب طبیعی، رفتار غذایی برگزیده می‌شود که • انرژی دریافتی **کارآمدتر** داشته باشد ← یعنی در هر بار غذایی ← بیشترین انرژی **خالص** را دریافت کند.
- کسب بیشترین انرژی و کمترین خطر را داشته باشد ← در هنگام وجود **شکارچی**، رفتار غذایی جانور **تغییر** می‌کند ← آماده و گوش به زنگ برای غذایی می‌شود.

خرچنگ ساحلی

- صدف‌های با اندازه **متوسط** را ترجیح می‌دهند ← بیشترین انرژی **خالص** را تأمین می‌کنند.
- انرژی بیشتری دارند.
- صدف‌های بزرگ‌تر • برای شکستن آن‌ها باید انرژی بیشتری صرف شود.
- انرژی **خالص** دریافتی آن‌ها از صدف‌های متوسط **کمتر** می‌باشد.

طوطی

- گاهی غذایی که محتوای انرژی چندانی ندارد، مصرف می‌کنند ← این غذا، مواد مورد نیاز آن‌ها را تأمین می‌کند.
- خاک رس می‌خورند ← تا مواد **سمی** حاصل از غذاهای **گیاهی** را در لوله گوارش آن‌ها خنثی کند.

نحوه انجام

- قلمرو یک جانور، **بخشی** از محدوده جغرافیایی است که جانور در آن زندگی می‌کند.
- جانوران در برابر افراد **هم‌گونه** یا افراد **گونه‌های دیگر** از قلمرو خود دفاع می‌کنند.

- اجرای نمایش ← پرنده با آواز خواندن (مانند *قمری* سرخ‌رود مازندران) ← از ورود پرنده‌های مزاحم جلوگیری می‌کنند.
- در صورت مؤثر نبودن آواز ← تهاجم به جانوران دیگر ← حمله پرنده به پرنده مزاحم

فواید (چرا قلمروخواهی می‌کند)

- استفاده اختصاصی از منابع قلمرو ← غذا و انرژی دریافتی جانور را افزایش می‌دهد.
- افزایش امکان جفت‌یابی جانور
- افزایش دسترسی به پناهگاه ← برای در امان ماندن از شکارچی

مضرات

- نیازمند صرف زمان و انرژی
- جانور تهاجم‌کننده ممکن است آسیب ببیند.
- آواز خواندن ممکن است موقعیت پرنده را برای شکارچی آشکار کند.

- با مصرف انرژی ← رفتار قلمروخواهی ایجاد می‌شود.
- در پی رفتار قلمروخواهی ← دریافت انرژی جانور زیاده‌تر می‌شود.

- رفتار **مورچه‌های** روی گیاه آکاسیا و حمله به جانوران و گیاهان دیگر • از نوع **قلمروخواهی** است.
- امکان جفت‌یابی و دسترسی به محل امن زندگی را زیاد می‌کند.



«تغذیه طوطی‌ها از خاک رس»



«قلمروخواهی در قو، سرخ‌رود مازندران»



«پرندگان مهاجر به پناهگاه حیات وحش میانکاله مازندران»

مهاجرت

پرندگان مهاجر

- **هر ساله** با آغاز فصل پاییز از سیبری و اروپا به تالاب‌ها و آبگیرهای شمال ایران می‌روند.
- در **اوایل** بهار به سرزمین خود برمی‌گردند.

علت

- نامساعد شدن شرایط محیط با تغییر فصل
- کاهش منابع مورد نیاز
- زندگی در زیستگاه مناسب‌تر برای تغذیه، بقا و زادآوری

تجربه

- سارهایی که تجربه مهاجرت دارند، بهتر از آن‌هایی که برای نخستین بار مهاجرت می‌کنند، مسیر مهاجرت را تشخیص می‌دهند (*نوع شرح شریح فصل است*).
- در مسیر مهاجرت **بسیاری** از آن‌ها، مناطق جدید ایجاد می‌شود ← جانور با **حل مسئله**، مسیر جدید خود را با تجربه‌های قبلی پیدا می‌کند.

نحوه جهت‌یابی

- استفاده از نشانه‌های محیطی
- با استفاده از موقعیت خورشید **در روز** ← در سارها و پروانه مونا رک دیده می‌شود.
- با استفاده از موقعیت **ستاره‌ها** در آسمان در شب
- کبوتر خانگی و بعضی پرندگان
 - در روزها و شب‌های ابری، به جای نور خورشید یا ستاره‌ها از آن برای مسیر یابی استفاده می‌کنند.
 - قرار دادن آهن‌ربا در سر آن‌ها ← اثر مغناطیسی زمین را خنثی کرده ← مانع تشخیص مسیر برای جانور می‌شود.
 - در سر برخی پرندگان، ذرات آهن مغناطیسی شده وجود دارد.
- میدان مغناطیسی زمین
- لاک پشت دریایی ← برای تخم‌گذاری مسافت طولانی را طی می‌کنند و به ساحل می‌روند و **پس از تخم‌گذاری** دوباره به کمک میدان مغناطیسی زمین جهت‌یابی کرده و به دریا بازمی‌گردند.

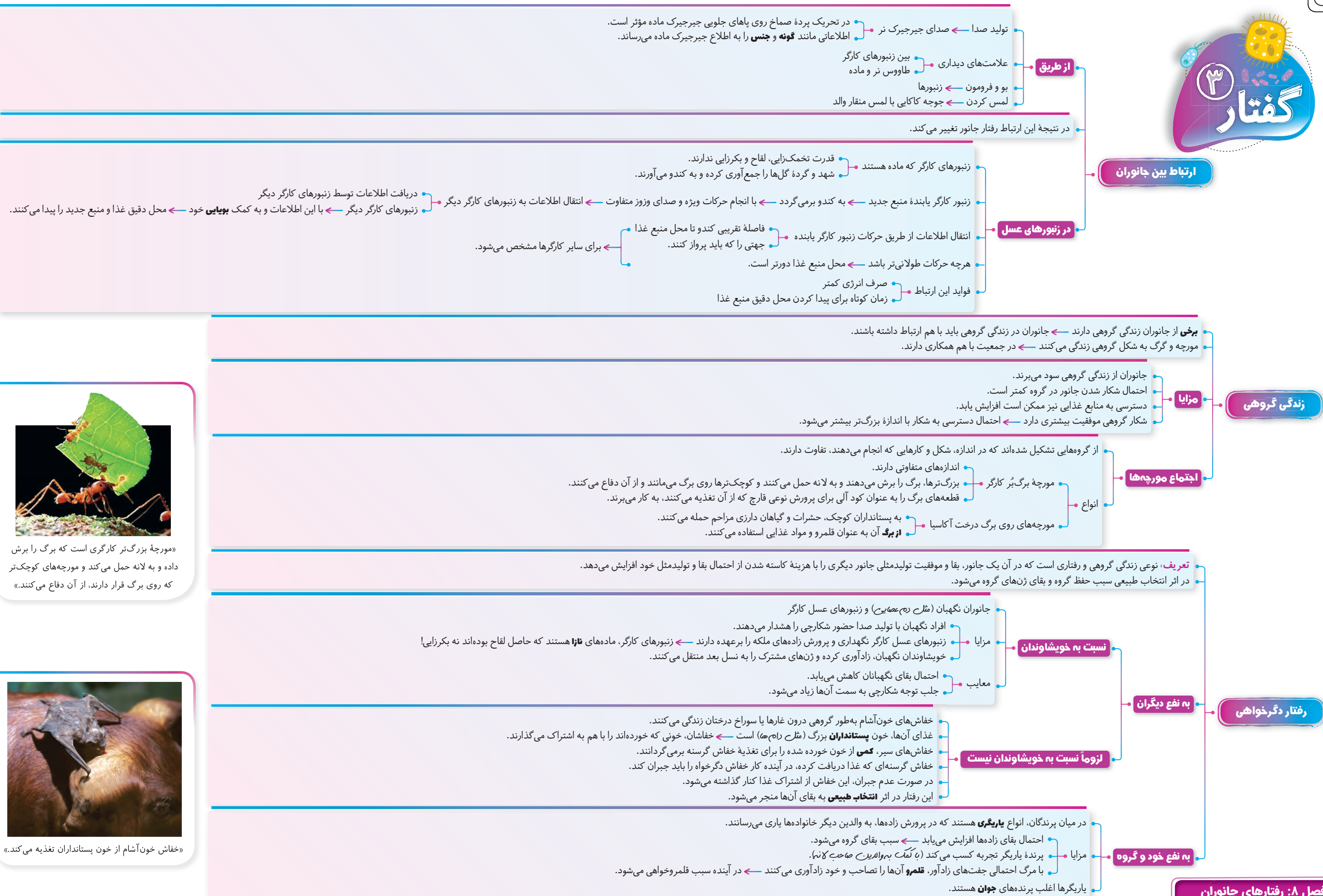
خواب زمستانی و رکود تابستانی

خواب زمستانی

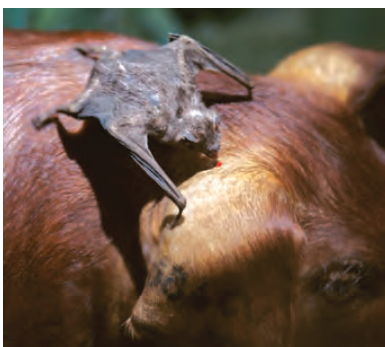
- صفات غریزی می‌باشند و یادگیری نیست.
- برخی جانوران برای بقا، در زمستان، خواب زمستانی دارند.
- جانور به خواب عمیقی فرو می‌رود.
- دوره کاهش فعالیت در خواب زمستانی
 - دمای بدن کاهش می‌یابد.
 - مصرف اکسیژن کاهش می‌یابد.
 - تعداد تنفس کم می‌شود.
 - نیاز جانور به انرژی کم می‌شود.
- پیش از ورود به خواب زمستانی، جانور مقدار **زیادی** غذا مصرف می‌کند ← ذخیره به صورت **چربی** دارد ← در خواب زمستانی، آن را مصرف می‌کند.

رکود تابستانی

- در جانورانی دیده می‌شود که در جاهای به شدت گرم مانند بیابان زندگی می‌کنند.
- یک دوره کاهش فعالیت که سوخت‌وساز جانور کاهش می‌یابد.
- در پاسخ به نبود غذا یا دوره‌های خشک‌سالی
- در برخی **لاکپشتان** به دلیل غریزی بودن ← حتی در صورت غذای کافی نیز به رکود تابستانی می‌روند.



«مورچه بزرگ‌تر کارگری است که برگ را برش داده و به لانه حمل می‌کند و مورچه‌های کوچک‌تر که روی برگ قرار دارند، از آن دفاع می‌کنند.»



«خفاش خون‌آشام از خون پستانداران تغذیه می‌کند.»