درسنامه درختی زیست دوازدهم

«تهیه و تنظیم: دکتر اشکان هاشمی»

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت
به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

گفتار ۱

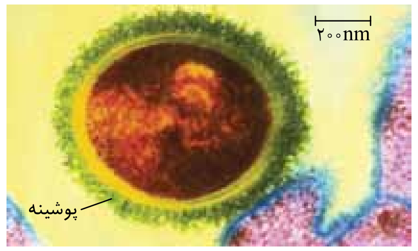
مولکول‌های اطلاعاتی

- هر یک از یاخته‌های بدن ما، ویژگی‌هایی مثل شکل و اندازه، تحت فرمان **هسته** دارند.
- *DNA* مولکولی در کروموزوم‌هاست که مادهٔ ذخیرهٔ اطلاعات وراثتی یاخته و جاندار می‌باشد.

دانشمندان

گریفیت

- 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 استرپتوکوکوس نومونیا است.
- روی باکتری استرپتوکوکوس 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.



«باکتری پوشینه‌دار»

آزمایشات گریفیت

- **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 سینه‌پهلو 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 گریفیت

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.

ایوری

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

آزمایش اول

- ابتدا از **عصارهٔ** استخراج شده از باکتری **کشته شدهٔ پوشینه‌دار** استفاده کردند و در آن **تمامی پروتئین‌های** موجود را توسط **پروتئازها** 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 (*با سرعت بالا*) 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.

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

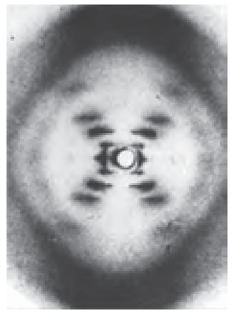
آزمایش سوم

- عصارهٔ استخراج شده از باکتری پوشینه‌دار را از 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 دنای جانداران مختلف نشان داد که $A=T$ و $C=G$ است.
- **دلیل** برابری نسبت $\frac{A}{T}$ و $\frac{G}{C}$ را نمی‌دانستند.



ویلکینز و فرانکلین

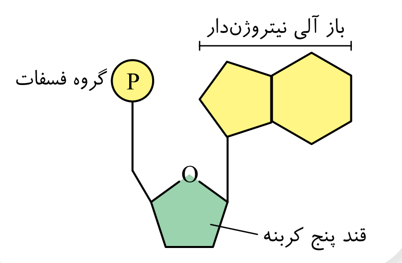
- با استفاده از پرتو *X* از مولکول دنا **تصاویری** تهیه کردند.
- نتایج به دست آمده با تجزیه و تحلیل این تصاویر: دنا حالت **مارپیچی** دارد، **بیش** از یک رشته دارد و **ابعاد مولکول‌ها** را نیز تشخیص دادند.

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.

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.



«دنای دورشته‌ای و رنای تک‌رشته‌ای»

نوکلئیک اسیدها

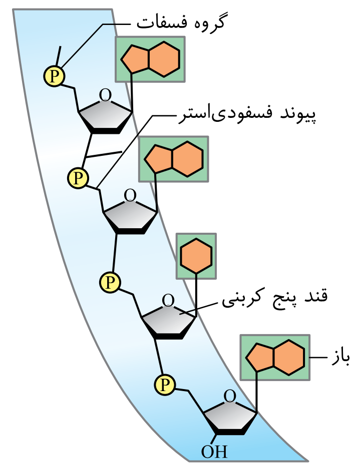
- **واحد سازنده** ← **انواع نوکلئوتیدها**
  - **اجزای هر نوکلئوتید**
    - **قند پنج‌کربنی**
      - در DNA ← دئوکسی ریبوز است.
      - در RNA ← ریبوز است ← یک اتم اکسیژن از دئوکسی ریبوز، بیشتر دارد.
    - **باز آلی نیتروژن‌دار**
      - با پیوند اشتراکی به قند متصل است ← هر نوکلئوتید، یک پیوند قند باز دارد.
      - انواع
        - دوحلقه‌ای (*پورین*)
          - آدنین و گوانین است.
          - یک حلقهٔ پنج‌ضلعی و یک حلقهٔ شش‌ضلعی دارد.
          - از حلقهٔ کوچک‌تر خود به قند متصل می‌شود.
        - تک‌حلقه‌ای (*پیریمیدین‌ها*)
          - سیتوزین، تیمین و یوراسیل هستند.
          - یک حلقهٔ شش‌ضلعی دارد.
      - باز آلی تیمین، فقط در DNA و یوراسیل، فقط در RNA وجود دارد.
    - یک، دو یا سه گروه فسفات به صورت رشتهٔ فسفاتی به قند متصل می‌باشد
      - پیوند بین قند و فسفات از نوع اشتراکی (*فسفواستر*) است.
      - پیوند بین فسفات‌ها از نوع اشتراکی و پرانرژی است.
  - بدون در نظر گرفتن فسفات‌ها، ۸ نوع نوکلئوتید می‌توان با قندها و بازهای آلی متنوع تولید کرد.
  - با در نظر گرفتن فسفات‌ها، 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 مولکول‌های حامل الکترون در واکنش‌های سوخت‌وساز فرایندهای فتوسنتز و تنفس یاخته‌ای (NADH ، $FADH_2$ و NADPH) وجود دارند.
- **انواع**
  - **دنا**
    - مارپیچ دورشته‌ای است ← تفاوت نوکلئوتیدهای آن، در نوع باز آلی آن‌هاست.
    - ستون‌های این نردبان را قند و فسفات و پله‌ها را بازهای آلی تشکیل می‌دهد.
    - بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور پیوند فسفودی‌استر و بین بازهای روبه‌روی هم پیوند هیدروژنی برقرار است.
    - در هر رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید، نوکلئوتیدها با پیوند اشتراکی به نام فسفودی‌استر به هم متصل می‌شوند.
    - در تشکیل پیوند فسفودی‌استر، فسفات نوکلئوتید جدید به گروه هیدروکسیل قند نوکلئوتید قبلی متصل می‌شود.
    - پیوندهای هیدروژنی بین بازها، دو رشتهٔ دنا را مقابل هم نگه می‌دارد. $A=T$ ، $C\equiv G$
    - قرارگیری جفت بازها به این شکل باعث می‌شود که قطر مولکول دنا در سراسر آن یکسان باشد ← سبب پایداری DNA می‌شود.
    - اگرچه هر پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی پیوند کمی دارد ولی وجود هزاران یا میلیون‌ها پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدها به دنا حالت پایدارتری می‌دهد.
    - با باز شدن دو رشتهٔ دنا در بعضی نقاط، پایداری دنا به هم نمی‌خورد.
    - با شناسایی نوکلئوتیدهای یک رشتهٔ DNA
      - می‌توانیم از ردیف نوکلئوتیدهای رشتهٔ دیگر مطلع شویم.
      - می‌توانیم نوکلئوتیدهای RNAهای ساخته شده از بخش‌های آن را شناسایی کنیم.
  - **رنا**
    - تک‌رشته‌ای پلی‌نوکلئوتیدی است و از روی **بخشی** از یکی از رشته‌های دنا ساخته می‌شود.
    - تفاوت نوکلئوتید آن، در نوع باز آلی آن‌هاست.
    - انواع و نقش‌های متعدد دارد
      - رنای پیک (mRNA): انتقال اطلاعات از DNA به ریبوزوم برای پروتئین‌سازی می‌آورد.
      - رنای ناقل (tRNA): انتقال آمینواسیدها به سمت ریبوزوم برای استفاده در پروتئین‌سازی را انجام می‌دهد ← پیوند هیدروژنی دارد.
      - رنای ریبوزومی (rRNA): شرکت در ساختار رناتن دارد.
      - نقش آنزیمی (*کاتالیزوری*) با پایین آوردن انرژی فعال‌سازی دارند ← جایگاه فعال برای اتصال به پیش‌ماده دارند.
      - برخی از آن‌ها در بیان ژن‌ها دخالت دارند.

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

- **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.

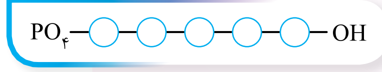
- **پیوندها**
  - **هیدروژنی**
    - بین دو باز آلی A و T ← دو عدد
    - بین دو باز آلی C و G ← سه عدد
  - **اشتراکی**
    - قند فسفات
      - در یک نوکلئوتید ← فسفواستر
      - بین دو نوکلئوتید ← فسفودی‌استر
    - بین فسفات‌ها ← پرانرژی است.



«بخشی از رشتهٔ نوکلئیک‌اسید»

- **تفاوت نوکلئوتیدهای DNA و RNA**
  - قطعاً در نوع قند آن‌ها می‌باشد.
  - ممکن است در نوع باز آلی آن‌ها نیز باشد.

- **رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید**
  - **خطی**
    - همیشه دو سر متفاوت از یک فسفات آزاد در یک انتها و یک گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر دارند.
    - در هر رشتهٔ DNA هستهٔ یوکاریوت‌ها و هر RNA در همهٔ جانداران دیده می‌شود.
    - بین هر دو نوکلئوتید آن، یک پیوند فسفودی‌استر وجود دارد ← تعداد نوکلئوتیدهای آن > تعداد پیوند فسفودی‌استر



  - **حلقوی**
    - در اثر اتصال دو نوکلئوتید دو انتهای رشته به هم با پیوند فسفودی‌استر ایجاد می‌شوند.
    - در DNAهای اصلی و کمکی (دیسک) باکتری‌ها و در میتوکندری و کلروپلاست یوکاریوت‌ها مشاهده می‌شوند.
    - سر آزاد فسفات یا هیدروکسیل ندارند.
    - همواره در آن‌ها ← تعداد نوکلئوتیدها = تعداد پیوند فسفودی‌استر
  - هر نوکلئوتیدی که در هر نوع رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید قرار می‌گیرد ← ابتدا پیوند اشتراکی بین فسفات‌های آن می‌شکند ← به صورت یک‌فسفاته در رشته قرار می‌گیرد.

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

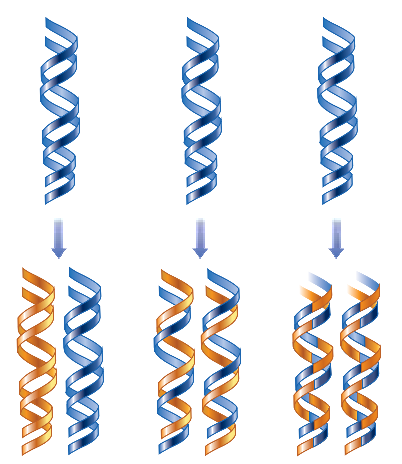
گفتار ۲

همانندسازی DNA

- 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.

همانندسازی

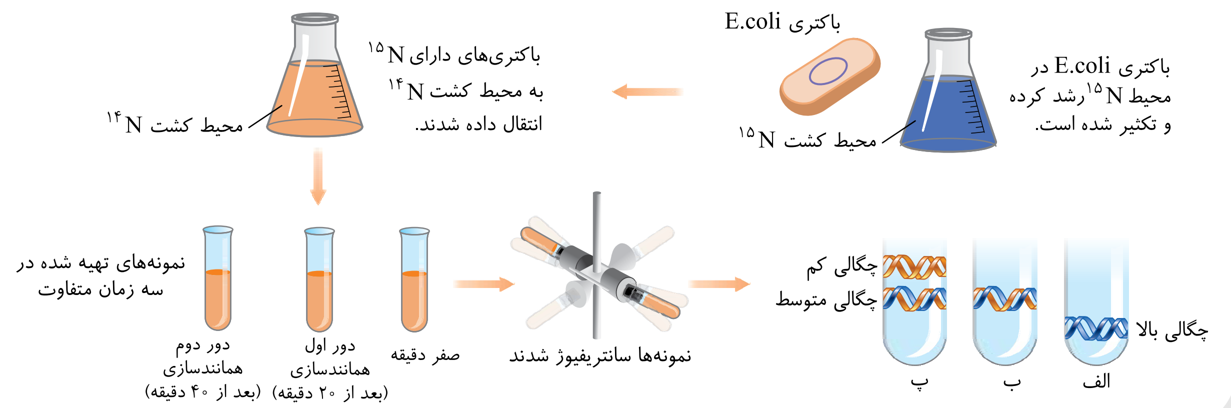
- به ساخته شدن مولکول دنای جدید از روی دنای قدیمی، همانندسازی می‌گویند.
- با توجه به مدل واتسون و کریک و وجود رابطهٔ مکملی بین بازها، تا حد زیادی همانندسازی دنا قابل توضیح است.
- طرح‌های مختلف ارائه شده برای همانندسازی دنا
  - ۱) **همانندسازی حفاظتی** ← در این طرح هر دو رشتهٔ دنای قبلی به صورت دست‌نخورده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



تحقیقات مزلسون و استال

نکات

- 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 دنای نوساز را از رشتهٔ قدیمی تشخیص دهند ← به همین دلیل دنای اولیه یا مادر را با استفاده از ایزوتوپ سنگین نیتروژن (^{15}N) نشانه‌گذاری کردند.
- دنای 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.



آزمایش

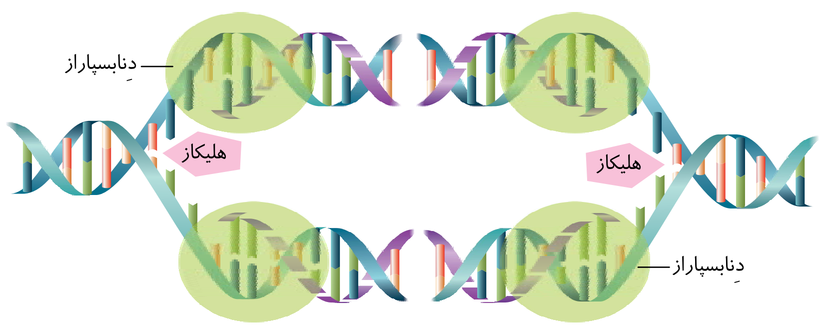
- ۱) ابتدا باکتری‌ها را در محیط دارای ^{15}N کشت دادند (^{15}N *در ساختار بازهای آلی نیتروژن‌دار دنا وارد شدند*).
- ۲) چندین مرحله رشد و تکثیر در این محیط ← باکتری‌هایی با دنای سنگین‌تر و حاوی دو رشتهٔ ^{15}N تولید کردند.
- ۳) این باکتری‌ها را به محیط کشت با نوکلئوتیدهای حاوی ^{14}N منتقل کردند.
- ۴) به فواصل ۲۰ دقیقه‌ای باکتری‌ها را از محیط کشت جدا و بررسی کردند (*تقسیم باکتری‌ها حدود ۲۰ دقیقه طول می‌کشد*).
- ۵) دنای باکتری‌ها برای سنجش چگالی استخراج شد.
- ۶) دناهای استخراج شده در شیبی از محلول **سزیم کلرید** با غلظت‌های مختلف در **سرعت بالا** سانتریفیوژ شدند.
- ۷) نتیجه ← مواد براساس **چگالی** در بخش‌های متفاوتی از محلول در لوله قرار گرفتند.

نتایج آزمایش

- ۱) دنای 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 دنای آن‌ها ^{15}N و چگالی سنگینی داشت.
- ۲) دنای 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 دنای آن‌ها چگالی متوسط داشت ← فهمیدند طرح همانندسازی، قطعاً از نوع حفاظتی نمی‌باشد.
- ۳) دنای 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

- ۱) مولکول دنای دورشته‌ای به عنوان الگو
- ۲) 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.
  - هنگامی که در رشته قرار می‌گیرند، همواره یک‌فسفاته هستند.
- ۳) آنزیم‌های لازم
  - دو نوع اصلی آن
    - هلیکاز
    - دنابسپاراز
  - آنزیم‌های فرعی ← قبل از شروع و در حین همانندسازی لازم هستند.



«همانندسازی دنا»

مراحل همانندسازی

- ۱) قبل از همانندسازی ← با کمک آنزیم‌هایی باید پیچ و تاب دنا باز و پروتئین‌های همراه آن یعنی هیستون‌ها از آن جدا شوند (*هیستون مخصوص یوکاریوت‌هاست*).
- ۲) 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.
- ۳) انواع دیگری از آنزیم‌ها با همدیگر فعالیت می‌کنند تا رشتهٔ الگو مقابل یک رشتهٔ دنا ساخته شود. یکی از مهم‌ترین این آنزیم‌ها دنابسپاراز است.

جهت همانندسازی

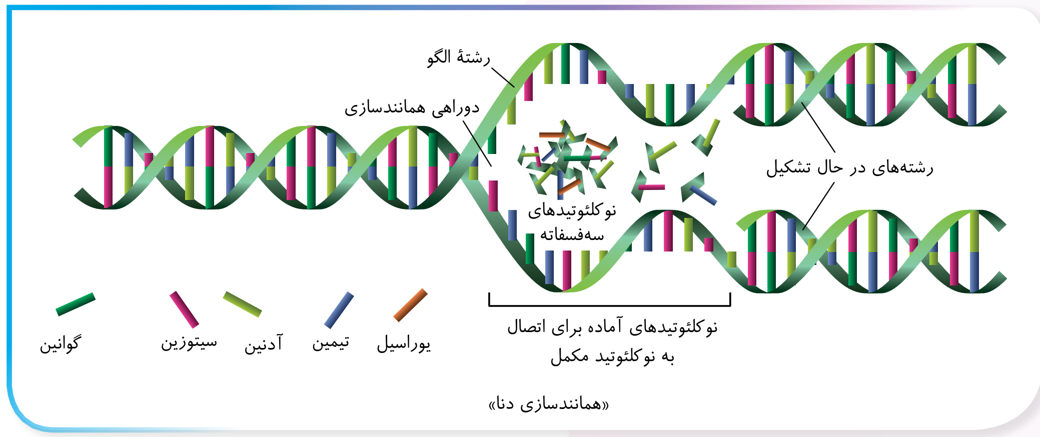
- همواره از نقطه یا نقاط آغاز اختصاصی شروع می‌شود ← معمولاً به صورت دوجهته و همواره از هر دو رشتهٔ دنای الگو صورت می‌گیرد.

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

دوراهی همانندسازی

- در محلی که دو رشتهٔ دنا به وسیلهٔ هلیکاز از هم جدا می‌شوند ← دو ساختار Y مانند به وجود می‌آید ← به هرکدام، یک دوراهی همانندسازی می‌گویند.
- در این محل همانندسازی در دو جهت انجام می‌شود که به آن همانندسازی دوجهتی نیز می‌گویند.
- ترتیب اتفاقات در فاصلهٔ بین ساختار Y
  - ۱) شکست پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته و باز شدن دو رشته از دو طرف توسط دو هلیکاز مختلف.
  - ۲) قرارگیری نوکلئوتیدهای مکمل (*بسته به نوع باز*) روبه‌روی رشتهٔ الگو و ایجاد پیوند هیدروژنی بین بازهای مکمل.
  - ۳) شکسته شدن پیوند اشتراکی پرانرژی بین فسفات‌ها و ایجاد نوکلئوتید یک‌فسفاتهٔ جدید.
  - ۴) تشکیل پیوند فسفودی‌استر جدید بین فسفات نوکلئوتید جدید با هیدروکسیل نوکلئوتید قبلی در همان رشته (*توسط دنابسپاراز*).
  - ۵) اضافه شدن هر نوکلئوتید جدید، به نوع باز آلی مکمل آن در رشتهٔ الگو بستگی دارد.



«همانندسازی دنا»

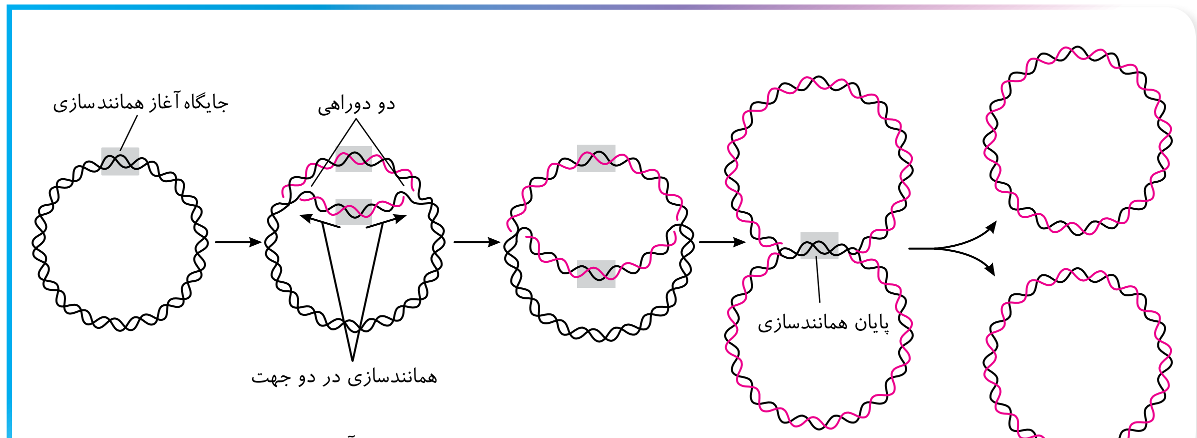
اعمال آنزیم‌ها

هلیکاز
- ۱) شناسایی نقطهٔ شروع همانندسازی به صورت اختصاصی
- ۲) باز کردن مارپیچ دنا
- ۳) باز کردن تدریجی دو رشتهٔ دنا با شکستن پیوند هیدروژنی

دنابسپاراز
- ۱) نوکلئوتیدها را براساس رابطهٔ مکملی با دقت زیادی مقابل هم قرار می‌دهد.
- ۲) برقرار کردن پیوند فسفودی‌استر در همانندسازی ← فعالیت بسپارازی (*پلیمرازی*)
- ۳) پس از برقراری **هر** پیوند فسفودی‌استر، برمی‌گردد و رابطهٔ مکملی نوکلئوتیدها را بررسی می‌کند.
- ۴) ویرایش ← در صورت وجود نوکلئوتید جدید نادرست، پیوند فسفودی‌استر را با فعالیت نوکلئازی می‌شکند و آن را از دنا جدا می‌کند
  - سپس نوکلئوتید مناسب را قرار می‌دهد
    - به این عمل **ویرایش** می‌گویند.
    - اگر انجام نشود ← سپس ایجاد جهش پایدار می‌شود.
  - ضمن این عمل، پیوند هیدروژنی آن‌ها نیز شکسته می‌شود.

همانندسازی در پروکاریوت‌ها

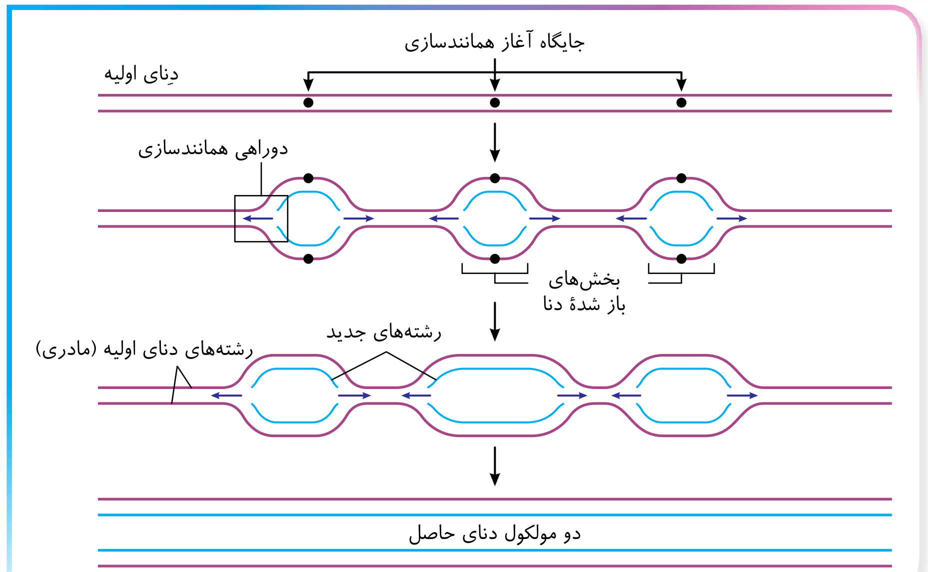
- فام‌تن اصلی آن‌ها به صورت یک مولکول دنای **حلقوی** در سیتوپلاسم و متصل به **غشای** یاخته است.
- علاوه بر دنای اصلی **ممکن** است دنای حلقوی دیگری به نام دیسک (*پلازمید*) داشته باشد ← دنای کمکی به غشا متصل نیست.
- دیسک می‌تواند ویژگی‌های دیگری به باکتری بدهد، مانند افزایش مقاومت باکتری به آنتی‌بیوتیک.
- اغلب فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در هر دنای اصلی و کمکی خود دارد.
- از یک نقطهٔ 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 دنابسپاراز وجود دارد.
- همانندسازی آن‌ها همانند یوکاریوت‌ها دوجهته می‌باشد ← در انتها دو دوراهی در مقابل نقطهٔ آغاز به هم می‌رسند ← همانندسازی در روبه‌روی نقطهٔ آغاز، تمام می‌شود
  - دو مولکول DNA حلقوی از هم جدا می‌شوند.



«همانندسازی دوجهتی دنا در پروکاریوت‌ها با یک نقطهٔ آغاز»

همانندسازی در یوکاریوت‌ها

- آغازیان، قارچ‌ها، گیاهان و جانوران را شامل می‌شوند.
- انواع دنا
  - در فام‌تن هسته‌ای
    - دنای خطی دارد.
    - همراه دنا، مجموعه‌ای از پروتئین‌ها (*مهم‌ترین آن‌ها هیستون‌ها*) قرار دارد ← سبب فشردگی دنا می‌شوند.
    - بیشتر دنای یاخته را تشکیل می‌دهد ← دنای هسته‌ای را تشکیل می‌دهند.
  - سیتوپلاسمی
    - مقداری از دنای یاخته را تشکیل می‌دهد.
    - حلقوی می‌باشد و دو سر آزاد ندارد.
    - در راکیزه (*میتوکندری*) 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 ← دنای هر فام‌تن آن‌ها، چندین برابر دنای باکتری است.
- چندین نقطهٔ 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 (*انتهای سه‌ماه اول جنینی در انسان*) ← سرعت تقسیم و تعداد جایگاه‌های آغاز کمتر می‌شود.
- به ازای هر نقطهٔ شروع همانندسازی ← دو دوراهی همانندسازی دارند.
- به ازای هر دوراهی همانندسازی ← یک هلیکاز و دو دنابسپاراز نیاز دارند.



«همانندسازی در یوکاریوت‌ها»

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

گفتار ۳

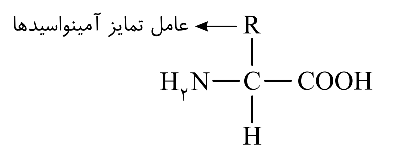
پروتئین‌ها

نکات

- از جمله مولکول‌هایی هستند که نقش بسیار مهمی در **فرایندهای یاخته‌ای** دارند *(برخلاف دنا و رنا، به ذخیره و انتقال اطلاعات کمک نمی‌کنند).*
- **متنوع‌ترین** گروه مولکول‌های زیستی از نظر ساختار شیمیایی و عملکردی هستند.
- نوع، ترتیب و تعداد آمینواسیدهای آن ← ساختار آن را ایجاد می‌کند ← شکل فضایی آن ← نوع عمل آن را مشخص می‌کند.
- یکی از راه‌های پی بردن به شکل پروتئین ← استفاده از **پرتو X** است.
- با استفاده از تصاویر حاصل از پرتو X و روش‌های دیگر ← محققین به ساختار **سه‌بعدی** پروتئین‌ها پی می‌برند ← به کمک پرتو X، حتی **جایگاه هر اتم** را می‌توانند مشخص کنند.
- اولین پروتئینی که ساختار آن مشخص شد، **میوگلوبین** بود.
- میوگلوبین از **یک** رشتهٔ پلی‌پپتیدی تشکیل شده است ← ساختار نهایی آن، ساختار سوم می‌باشد ← در یاختهٔ ماهیچه‌ای به ذخیرهٔ 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.

ساختار آمینواسیدها

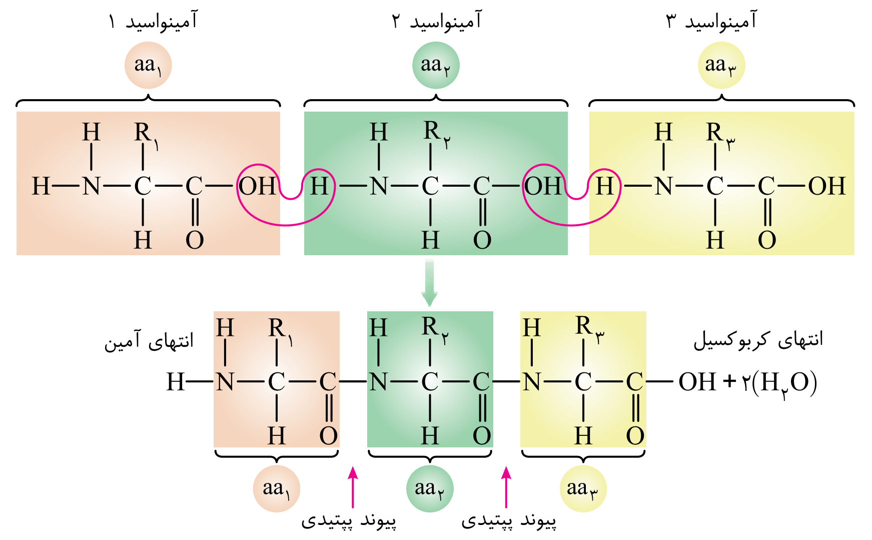
- پروتئین‌ها، بسپارهایی از آمینواسیدها هستند ← واحدهایی متشکل از اتم‌های کربن، هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن هستند *(برخی از آن‌ها، عناصر دیگری هم دارند).*
- نوع، تعداد و ترتیب آمینواسیدها در پروتئین، ساختار و عمل آن‌ها را مشخص می‌کند.
- متشکل از:
  - یک گروه آمین (NH_2) ← در سمت چپ
  - یک گروه اسیدی کربوکسیل $(COOH)$ ← در سمت راست
  - یک اتم هیدروژن
  - یک گروه R *(از اتم‌های مختلف)*
  - ← همگی به یک اتم کربن مرکزی متصلند.
- گروه R در آمینواسیدهای مختلف، متفاوت است و ویژگی‌های منحصر به‌فرد 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.



«ساختار عمومی یک آمینواسید»

پیوند پپتیدی

- پیوند از نوع **اشتراکی** بین دو آمینواسید **مجاور** می‌باشد که با حضور **آنزیم** و خروج یک مولکول آب طی فرایند سنتز آبدهی شکل می‌گیرد.
- پیوند اشتراکی بین آمینواسیدهای مجاور هم را پیوند پپتیدی می‌گویند.
- برای تشکیل پیوند پپتیدی:
  - عامل کربوکسیل آمینواسید اول و عامل آمین از آمینواسید بعدی نقش دارند.
  - گروه هیدروکسیل (OH) از عامل کربوکسیل آمینواسید اول جدا می‌شود
  - یک اتم H از عامل آمینی (NH_2) آمینواسید بعدی نیز جدا می‌شود
  - ← یک مولکول H_2O آزاد می‌شود.
  - ← یک پیوند اشتراکی $(-NH-C(=O)-)$ به نام پپتیدی تشکیل می‌شود.
- وقتی تعدادی آمینواسید با پیوند پپتیدی به هم متصل می‌شوند ← به زنجیرهٔ آمینواسید حاصل، **پلی‌پپتید** گویند.
- یک یا چند زنجیرهٔ **بلند** و **بدون** شاخه از پلی‌پپتید ← تشکیل یک **پروتئین** می‌دهد.
- هر پروتئین:
  - ترتیب خاصی از آمینواسیدها را دارد.
  - شکل‌دهی آن به نوع هر آمینواسید و گروه R آن بستگی دارد.



«تشکیل پیوند پپتیدی»

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

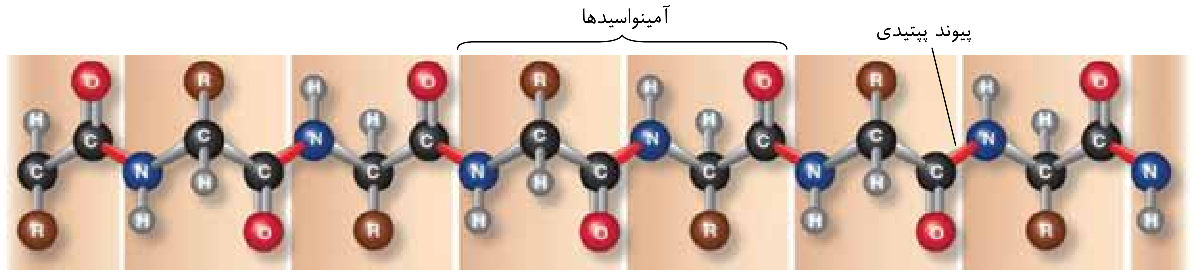
کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

سطوح ساختاری پروتئین‌ها

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

ساختار اول (توالی آمینواسیدها)

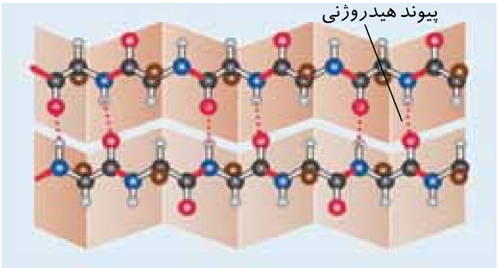
- نوع، تعداد، ترتیب و تکرار آمینواسیدها، ساختار اول پروتئین‌ها را تعیین می‌کنند.
- این ساختار خطی است و با تشکیل پیوند اشتراکی از نوع پپتیدی شکل می‌گیرد.
- تغییر آمینواسید در **هر** جایگاه، موجب تغییر در ساختار اول می‌شود.
- تغییر آمینواسید **ممکن** است فعالیت آن را تغییر دهد.
- عدم محدودیت در توالی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



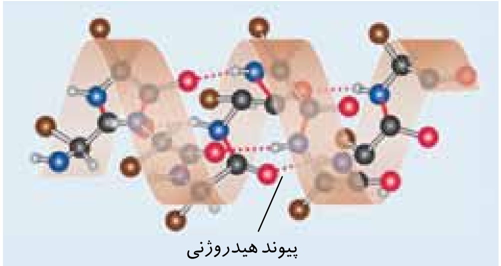
«ساختار اول پروتئین‌ها»

ساختار دوم (الگوهایی از پیوندهای هیدروژنی)

- بین **بخش‌هایی** از زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی ← می‌تواند پیوند هیدروژنی برقرار شود.
- به چند صورت دیده می‌شود. دو نوع معروف آن‌ها
  - ساختار مارپیچ (*در هر رشتهٔ هموگلوبین دیده می‌شود.*)
  - ساختار صفحه‌ای
- همهٔ آمینواسیدها در تشکیل پیوند هیدروژنی شرکت نمی‌کنند.
- پیوند هیدروژنی بین H عامل آمینی (NH) با اکسیژن عامل کربوکسیلی $(\overset{}{\underset{O}{\underset{\Vert}{C}}})$ برخی آمینواسیدها صورت می‌گیرد.
- اولین تاخوردگی مولکول در این ساختار دیده می‌شود.



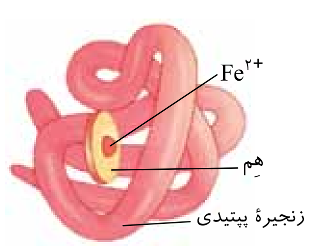
«ساختار صفحه‌ای»



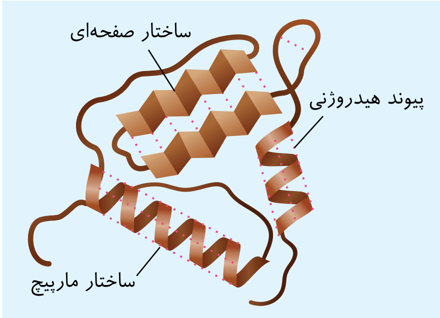
«ساختار مارپیچ»

ساختار سوم (تاخورده و متصل به هم)

- در اثر تاخوردگی **بیشتر** صفحات و مارپیچ‌ها رخ می‌دهد و پروتئین‌ها به شکل **کروی** درمی‌آیند.
- نحوهٔ 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 **ثبات نسبی** دارد.
- ایجاد تغییر در پروتئین، حتی تغییر یک آمینواسید (*جهش جایگزینی در ژن سازندهٔ آن‌ها*) هم می‌تواند ساختار و هم عملکرد را به شدت تغییر دهد.
- مثال پروتئین با ساختار سوم: میوگلوبین ← یک گروه غیرآلی هم ← یک آهن ← یک O_2 دارد.



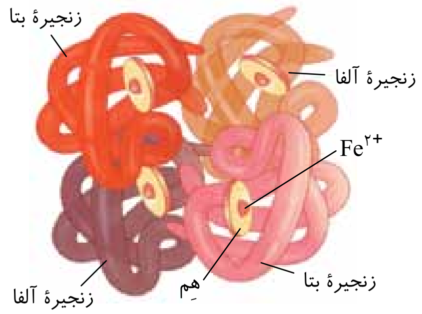
«میوگلوبین با ساختار سوم»



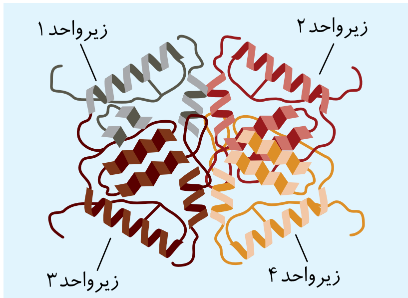
«ساختار سوم پروتئین‌ها»

ساختار چهارم (آرایش زیرواحدها)

- **بعضی** پروتئین‌ها ساختار چهارم را دارند ← باید بیش از یک زنجیرهٔ پلی‌پپتید داشته باشند.
- دو یا چند زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی در کنار هم این ساختار را تشکیل می‌دهند ← نحوهٔ 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 / ۲ زنجیره از نوع بتا ← ۴ گروه هم و آهن
  - هر زنجیره ترتیب خاصی از آمینواسیدها ← در ساختار اول دارد.
  - شکل مارپیچی اولیه ← در ساختار دوم دارد.
  - هر زیرواحد تاخورده با شکل خاص کروی سه‌بعدی ← ساختار سوم دارد.
  - قرارگیری چهار زیرواحد کنار هم ← ساختار چهارم را ایجاد می‌کند.



«هموگلوبین با ساختار چهارم»



«ساختار چهارم پروتئین‌ها»

انواع نقش پروتئین‌ها

- ① آنزیمی ← به صورت کاتالیزورهای زیستی عمل می‌کنند ← سرعت واکنش شیمیایی خاصی را افزایش می‌دهند.
- ② گیرندهٔ سطح یاخته ← به‌طور مثال گیرنده‌های آنتی‌ژنی در سطح لنفوسیت‌ها نمونه‌ای از این‌هاست (*پلاسموسیت‌ها، گیرندهٔ آنتی‌ژنی ندارند.*)
- ③ انتقال دهنده ← مانند هموگلوبین که گاز تنفسی را منتقل می‌کند.
- ④ پمپ سدیم - پتاسیم ← ۲ نوع فعالیت دارد
  - ① نقش آنزیمی ← خاصیت هیدرولیز ATP دارد.
  - ② نقش جابه‌جایی یون‌های سدیم و پتاسیم در عرض غشا
- ⑤ ساختاری ← مثل کلاژن که باعث استحکام بافت **پیوندی** می‌شوند ← زردپی، رباط، لایهٔ درم پوست و استخوان‌ها مقدار فراوانی از آن را دارند.
- ⑥ انقباض ← انقباض ماهیچه‌ها نیز ناشی از حرکت لغزشی دو نوع پروتئین روی یکدیگر یعنی اکتین و میوزین است.
- ⑦ نشانه‌ای (*پیام‌آور*) ← بیشتر هورمون‌ها پروتئینی هستند ← مانند اکسی‌توسین و انسولین
- ⑧ تنظیمی ← مثل مهارکننده‌ها و فعال‌کننده‌ها که نقش تنظیمی در فعال و غیرفعال کردن ژن‌ها برعهده دارند.

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

آنزیم‌های پروتئینی

نکات

- سوخت‌وساز یا همان انجام واکنش‌ها در بدن موجود زنده را انجام می‌دهند.
- در صورتی یک واکنش شیمیایی سرعت مناسب می‌گیرد که ← انرژی فعال‌سازی (*انرژی اولیه*) کافی داشته باشد.
- فعالیت آنزیم
  - افزایش امکان برخورد مناسب مولکول‌های پیش‌ماده را فراهم می‌کنند.
  - کاهش انرژی فعال‌سازی واکنش را سبب می‌شوند.
- سرعت واکنش‌های انجام‌شدنی را زیاد می‌کند.
- بعضی مواد سمی مانند سیانید و آرسنیک با قرار گرفتن در جایگاه فعال آنزیم مانع فعالیت آن می‌شوند. ← بعضی از این مواد به همین طریق باعث مرگ می‌شوند.
- بدون آنزیم ← سوخت‌وساز یاخته‌ها در دمای بدن بسیار کند می‌شود ← انرژی لازم برای حیات تأمین نمی‌شود.

محل تولید در یوکاریوت‌ها

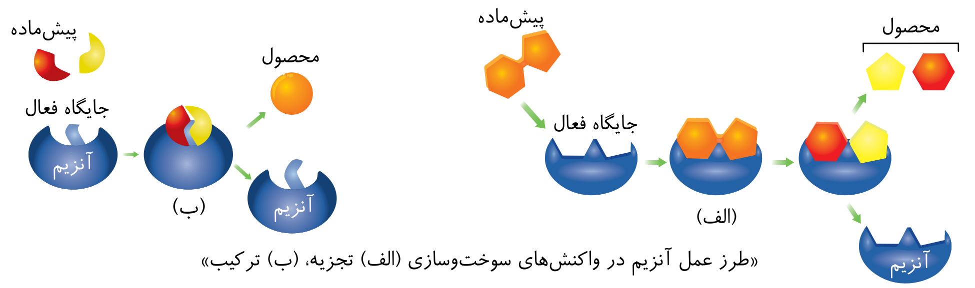
- ریبوزوم آزاد در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم ← آنزیم‌های هسته، مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم، میتوکندری و کلروپلاست را می‌سازد.
- ریبوزوم شبکهٔ آندوپلاسمی ← به دستگاه گلژی می‌رود ← پس از بسته‌بندی
  - آنزیم غشایی می‌شود (*پمپ سدیم - پتاسیم*).
  - اگزوسیتوز می‌شوند ← آنزیم گوارشی
  - آنزیم لیزوزوم و واکوئل را می‌سازند.

محل فعالیت

- درون یاخته ← مانند آنزیم‌های مؤثر در تنفس یاخته‌ای، فتوسنتز، همانندسازی، رونویسی، ترجمه، گلیکولیز
- بیرون یاخته ← مانند آنزیم‌های ترشحی دستگاه گوارش مانند آمیلاز براق و لیپاز
- سطح غشای یاخته ← مانند پمپ سدیم - پتاسیم
- صفرا و موسین لولهٔ گوارش نقش آنزیمی ندارد.

ساختار

- بیشتر آنزیم‌ها پروتئینی هستند و بعضی غیرپروتئینی هستند، مانند *rRNA* در ریبوزوم
- هر نوع آنزیم پروتئینی و *RNA*ای، در ساختار خود بخشی به نام **جایگاه فعال** دارند که بخش اختصاصی اتصال به پیش‌ماده است.
- پیش‌ماده ← ترکیباتی که آنزیم‌ها روی آن عمل می‌کنند.
- محصول (*فراورده*) ← ترکیباتی که حاصل فعالیت آنزیم هستند.
- بعضی آنزیم‌ها برای فعالیت به ماده‌ای نیاز دارند
  - کوآنزیم ← مواد آلی مثل ویتامین‌ها یا کوآنزیم *A* در تنفس هوازی
  - یون‌های فلزی مانند مس و آهن



«طرز عمل آنزیم در واکنش‌های سوخت‌وسازی (الف) تجزیه، (ب) ترکیب»

عملکرد اختصاصی

- آنزیم روی یک یا چند پیش‌مادهٔ خاص مؤثر است (*عمل اختصاصی آنزیم*).
- شکل آنزیم در جایگاه فعال با شکل پیش‌ماده یا بخشی از آن مطابقت دارد (*مکمل یکدیگرند*).
- برخی از آن‌ها بیش از یک نوع واکنش را سرعت می‌بخشند ← مثلاً دنابسپاراز هم فعالیت نوکلئازی و هم فعالیت پلیمرازی (*بسپارازی*) دارد.
- در **همهٔ** واکنش‌های شیمیایی بدن جانداران شرکت می‌کنند و سرعت واکنش را زیاد می‌کنند ← انرژی فعال‌سازی را کاهش می‌دهند.
- در پایان واکنش دست‌نخورده باقی می‌مانند (*بارها از آن‌ها استفاده می‌شود*)، به همین دلیل یاخته‌ها به مقدار کم به آنزیم‌ها نیاز دارند.
- به مرور مقداری از آن‌ها از بین می‌روند و یاخته آن را می‌سازد.
- تغییر در ساختار آنزیم‌ها
  - اگر سبب تغییر در جایگاه فعال شود ← احتمال تغییر عملکرد آنزیم بسیار زیاد است.
  - اگر در جایی دور از جایگاه فعال باشد ← به‌طوری که روی عمل آن اثر نگذارد ← احتمال تغییر در عملکرد آنزیم را کم و یا حتی صفر می‌کند.

عوامل مؤثر بر فعالیت آنزیم

pH

- *pH* بیشتر مایعات بدن بین ۶ و ۸ است ($pH=۷/۴$ *خون*، $pH=۲$ *ترشحات معده*).
- هر آنزیم در یک *pH* ویژه بهترین فعالیت را دارد که به آن ***pH* بهینه** می‌گویند.
- *pH* بهینهٔ پپسین ۲ و *pH* بهینهٔ آنزیم‌های لوزالمعده ۸ می‌باشد.
- تغییر *pH* محیط با تأثیر بر پیوندهای **شیمیایی**، باعث تغییر شکل و تغییر فعالیت آنزیم می‌شود ← امکان اتصال آنزیم به پیش‌ماده کم می‌شود.

دما

- بهترین فعالیت آنزیم‌های بدن در ۳۷ درجه است (*به‌جز آنزیم‌های درون کیسهٔ بیضه که در دمای* $۳۴^\circ C$ *فعالیت بهینه دارند*).
- آنزیم‌ها در دمای بالاتر، شکل غیرطبیعی یا برگشت**ناپذیر** پیدا می‌کنند و غیرفعال می‌شوند.
- آنزیم‌هایی که در دمای پایین غیرفعال می‌شوند، با برگشت دما به حالت طبیعی، می‌توانند به حالت **فعال** برگردند.

غلظت آنزیم و پیش‌ماده

- مقدار **بسیار کم** آنزیم برای تبدیل مقدار زیادی پیش‌ماده به فراورده در واحد زمان، کافی است.
- افزایش مقدار آنزیم در بدن ← تولید فراورده در واحد زمان افزایش می‌یابد.
- افزایش غلظت پیش‌مادهٔ آنزیم
  - در صورت وجود مقدار مناسب آنزیم ← سرعت واکنش زیاد و تولید محصول بیشتر می‌شود.
  - اگر با محدودیت آنزیم‌ها، سبب اشباع جایگاه فعال شود ← سرعت واکنش پس از اشباع آنزیم‌ها ثابت می‌شود.

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

گفتار ۱

بیماری کم‌خونی داسی‌شکل

- نوعی بیماری ارثی مستقل از جنس نهفته می‌باشد که به صورت Hb^SHb^S در فرد بروز می‌یابد.
- جهش ژنی جانشینی کوچک در یک جفت نوکلئوتید دارند.
- فقط در ششمین آمینواسید زنجیرهٔ 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 گویچهٔ قرمز این افراد به جای گرد بودن، به صورت داسی‌شکل می‌باشد.
- افراد بیمار (Hb^SHb^S) و ناقل سالم (Hb^AHb^S) برخلاف افراد فاقد الل بیماری Hb^AHb^A، نسبت به مالاریا مقاوم هستند.
- افراد بیمار معمولاً به سن بلوغ نمی‌رسند و می‌میرند.

نکات

- دنا از ۴ نوع نوکلئوتید تشکیل شده است که تفاوت آن‌ها در بازهای آلی است.
- توالی ۳تایی از نوکلئوتیدها بیانگر نوعی آمینواسید (۲۰ نوع آمینواسید) است.
- با ۴ نوع نوکلئوتید ۶۴ توالی ۳ نوکلئوتیدی مختلف ایجاد می‌شود.
- به هر یک از این توالی‌های سه‌تایی (سه‌نوکلئوتیدی) در دنا، رمز می‌گویند.
- رونویسی ← به ساخته شدن مولکول رنا از روی **بخشی** از یک رشتهٔ دنا می‌گویند.
- رنا نقش مولکول میانجی را دارد که اطلاعات دنا را برای ساخت پلی‌پپتید به رناتن در سیتوپلاسم انتقال می‌دهد.
- اساس رونویسی شبیه همانندسازی است (با توجه به نوکلئوتیدهای رشتهٔ دنا، نوکلئوتیدهای مکمل در زنجیرهٔ رنا قرار می‌گیرند و به هم متصل می‌شوند).
- برخلاف همانندسازی که در هر چرخهٔ یاخته‌ای یک‌بار انجام می‌شود، رونویسی یک ژن می‌تواند در هر چرخه بارها انجام شود.
- نوکلئوتید یوراسیل‌دار رنا به عنوان مکمل در برابر نوکلئوتید آدنین‌دار دنا قرار می‌گیرد.
- ریبوزوم به صورت کامل و فعال در هسته وجود ندارد ولی درون میتوکندری، پلاست‌ها، روی شبکهٔ آندوپلاسمی و مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم وجود دارند و پروتئین‌سازی می‌کنند.
- رونویسی برخلاف همانندسازی، فرایندی یک‌جهته و فاقد دوراهی می‌باشد.

«طرح ساده‌ای از فرایند رونویسی»

آنزیم‌های مورد نیاز (تحت عنوان کلی رنابسپاراز)

- پروکاریوت ← یک نوع رنابسپاراز وظیفهٔ ساخت انواع رنا را برعهده دارد.
- یوکاریوت
  - رنابسپاراز ۱ ← سنتز رنای رناتنی ($rRNA$)
  - رنابسپاراز ۲ ← سنتز رنای پیک ($mRNA$)
  - رنابسپاراز ۳ ← سنتز رنای ناقل ($tRNA$)

محل فرایند

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

رونویسی

مراحل رونویسی (فرایندی پیوسته)

- مانند عمل همانندسازی به صورت پیوسته صورت می‌گیرد.

۱ مرحلهٔ آغاز

1. رنابسپاراز توالی‌های نوکلئوتیدی ویژه‌ای در دنا به نام راه‌انداز را برای رونویسی ژن از محل صحیح خود شناسایی می‌کند ← آنزیم روی هر دو رشتهٔ دنا قرار می‌گیرد.
2. راه‌انداز موجب می‌شود رنابسپاراز اولین نوکلئوتید مناسب را به‌طور دقیق پیدا و تولید رنا را از آنجا آغاز کند.
3. RNA پلیمراز (رنابسپاراز)، بخش **کوچکی** از مولکول دنا را باز می‌کند.
4. نوکلئوتیدهای سه‌فسفاته با قند ریبوز روبه‌روی رشتهٔ الگوی دنا قرار می‌گیرند.
5. دو فسفات نوکلئوتید جدید با شکستن پیوند اشتراکی جدا می‌شود و سپس به نوکلئوتید قدیم با پیوند فسفودی‌استر متصل می‌شود.
6. زنجیرهٔ **کوتاهی** از رنا در این مرحله ساخته می‌شود.
7. در این مرحله، پیوند هیدروژنی بین دو رشتهٔ دنا شکسته و بین رنا و دنا تشکیل می‌شود.
8. در این مرحله، پیوند اشتراکی بین فسفات‌های هر نوکلئوتید شکسته می‌شود.
9. در این مرحله، تعداد کمی پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهای ریبوزدار متصل می‌شود.

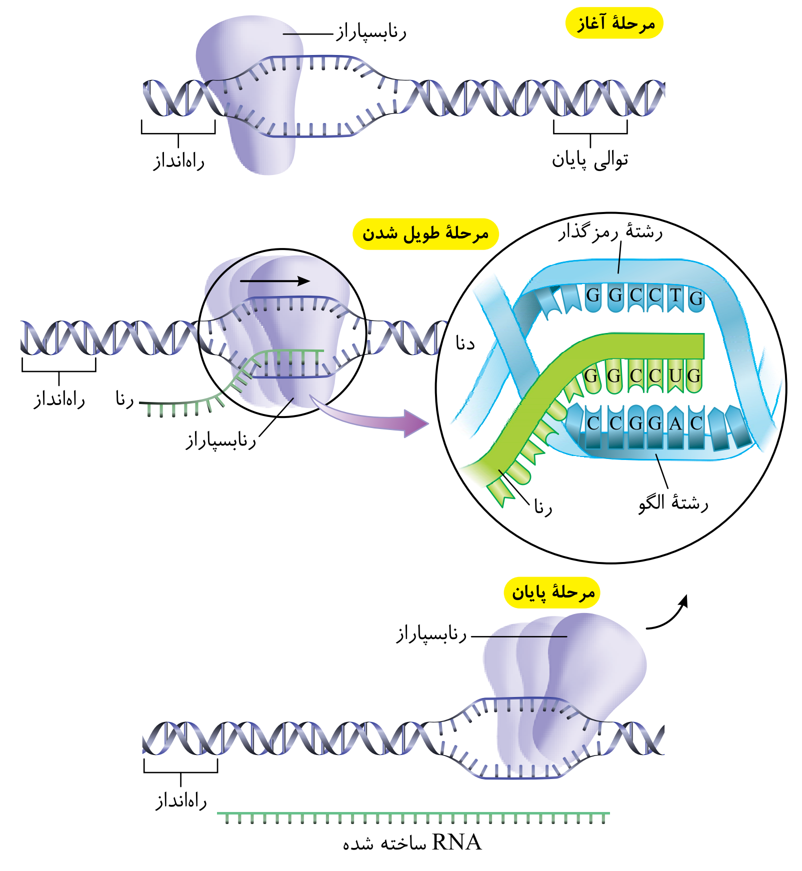
۲ مرحلهٔ طویل شدن

1. رنابسپاراز ساخت دنا را ادامه می‌دهد.
2. دو رشتهٔ دنا در جلوی آن باز و RNAسازی ادامه می‌یابد و در چندین نوکلئوتید عقب‌تر، رنای در حال تولید از دنا جدا می‌شود.
3. دو رشتهٔ دنا مجدداً به هم می‌پیوندند.
4. در این مرحله پیوند هیدروژنی بین رنا و دنا، هم تشکیل و هم شکسته می‌شود.
5. بیشترین پیوند فسفودی‌استر رنا در این مرحله تشکیل می‌شود.

۳ مرحلهٔ پایان

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

- فقط در مرحلهٔ 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.
- رنابسپاراز برخلاف دنابسپاراز، قدرت ویرایش و تجزیهٔ پیوند فسفودی‌استر ندارد.



«مراحل مختلف رونویسی»

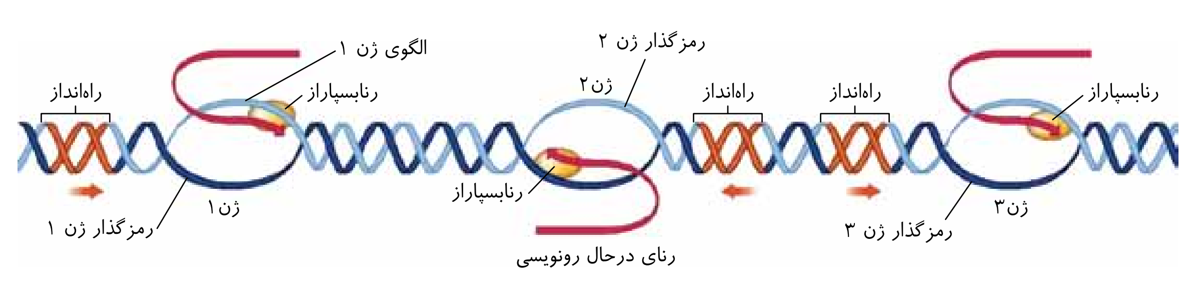
برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین دکتر اشکان هاشمی به سایت رایان کلاس www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

دو نوع رشتهٔ دنا در هر ژن

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

رشتهٔ رمزگذار
- به رشته مکمل رشتهٔ الگو در مولکول دنا، رشته رمزگذار گفته می‌شود.
- توالی نوکلئوتیدی آن شبیه رشته رنایی است که از روی رشتهٔ 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 یوراسیل‌دار در رنا قرار دارد.

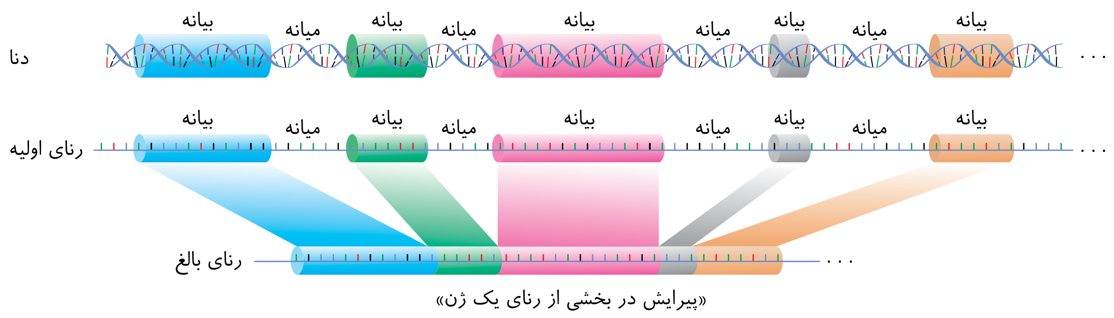


- در یک مولکول دنا، ژن‌هایی که رشتهٔ الگوی یکسانی دارند، جهت رونویسی یکسانی هم دارند (مثل ژن ۱ و ۳).
- اگر بین دو ژن، راه‌اندازی وجود نداشته باشد (مثل ژن ۱ و ۲) ← جهت رونویسی آن‌ها متفاوت است ← رشته الگوی متفاوت دارند.
- اگر بین دو ژن، دو راه‌انداز وجود داشته باشد (مثل ژن ۲ و ۳) ← جهت رونویسی آن‌ها متفاوت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

تغییرات رنای پیک

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

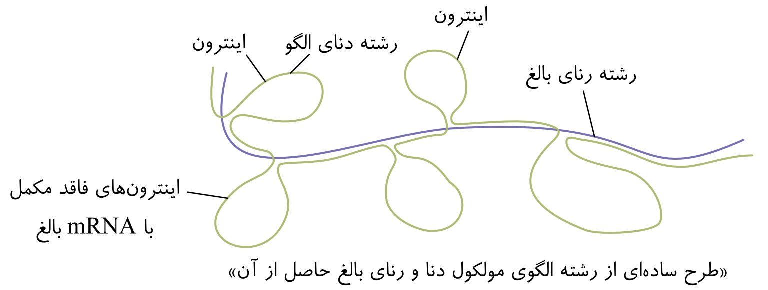
انواع
- تغییرات در حین رونویسی
- تغییرات پس از رونویسی
  - **پیرایش** یکی از این تغییرات است که بخش‌هایی از مولکول‌های رنای پیک به نام رونوشت‌های اینترون حذف می‌شوند.
  - اتصال برخی رناهای کوچک به رنای پیک برای جلوگیری از فعالیت ترجمهٔ ریبوزوم‌ها (رناتن‌ها)



«پیرایش در بخشی از رنای یک ژن»

نکات پیرایش رنای پیک

- رنای ساخته شده در رونویسی هستهٔ یوکاریوت‌ها با رنایی که در سیتوپلاسم آن‌ها وجود دارد، تفاوت‌هایی دارد.
- در **بعضی** ژن‌ها مشاهده می‌شود که RNA پیک سیتوپلاسمی از نمونهٔ 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 اولیهٔ رونویسی شدهٔ هسته با رشتهٔ الگوی آن در دنا ← متوجه شدند که کاملاً مکملند و به هم متصل می‌شوند.
  - رنای پیک بالغ سیتوپلاسمی با رشتهٔ الگوی آن در دنا
    - متوجه شدند که برخی قسمت‌های دنا به صورت حلقه درمی‌آیند و مکمل نیستند.
    - به قسمت‌های حلقه شده دنا، توالی‌های اینترون یا میانه می‌گویند.



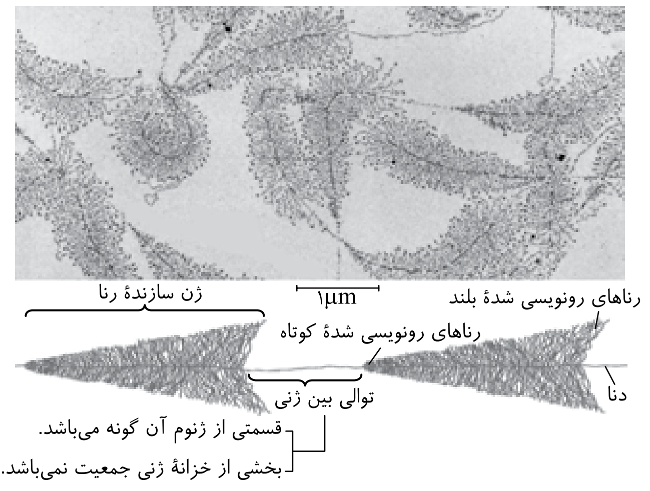
«طرح ساده‌ای از رشته الگوی مولکول دنا و رنای بالغ حاصل از آن»

تعاریف
- اینترون (میانه) ← بخشی از ژن در مولکول دنا که رونوشت آن در رنای پیک سیتوپلاسمی حذف شده است.
- اگزون (بیانه) ← سایر بخش‌های ژنی مولکول دنا که رونوشت آن‌ها حذف نمی‌شود.
- رنای نابالغ یا اولیه ← رنای رونویسی شده از رشتهٔ 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 رشتهٔ 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 سازندهٔ رنای رناتنی 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، اندازهٔ رناها از اندازهٔ کوتاه به بلند دیده شود.
- در رونویسی هم‌زمان تعداد زیادی از یک نوع رنا از یک ژن، رناهایی که اندازهٔ بلندتری دارند به توالی پایان نزدیک‌ترند.



«ساخته شدن هم‌زمان چندین رنا از روی ژن»

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین دکتر اشکان هاشمی به سایت رایان کلاس www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

گفتار ۲

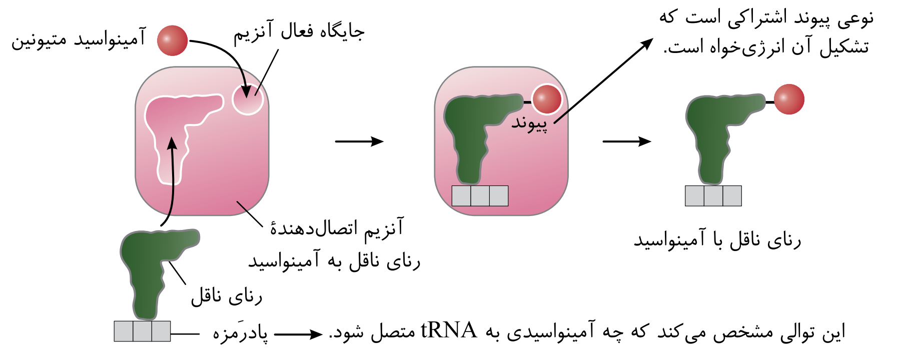
پروتئین‌ها

نکات
- پلی‌پپتیدها از مهم‌ترین فراورده‌های ژن‌ها هستند که اعمال مختلفی را در بدن انجام می‌دهند.
- از روی توالی دنا، **رونویسی** رنا و از روی رنا با فرایند **ترجمه**، پلی‌پپتید حاصل می‌شود.
- ترجمه ← به ساخته شدن پلی‌پپتید از روی اطلاعات رنای پیک گفته می‌شود.
- پروتئین‌سازی در مناطق دارای ریبوزوم فعال صورت می‌گیرد
  - بسترهٔ راکیزه
  - بسترهٔ سبزدیسه
  - مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم
  - روی شبکهٔ آندوپلاسمی

عوامل لازم در ترجمه

۱ آمینواسیدها
- ۲۰ نوع آن‌ها در ساختار پلی‌پپتیدها به کار می‌روند.

۲ رناهای ناقل
- **پس از رونویسی** دچار تغییراتی می‌شود
  - تاخوردگی اولیه
    - برخی مناطق آن پیوند هیدروژنی دارد.
    - با تشکیل پیوند هیدروژنی روی خود تا می‌خورد.
  - ساختار سه‌بعدی ← تاخوردگی بیشتر
  - هر دو ساختار دارای توالی آنتی‌کدون بدون پیوند هیدروژنی می‌باشند.
  - در هر دو ساختار توالی محل اتصال آمینواسید وجود دارد.
- ساختار
  - محل اتصال آمینواسید در یک سمت آن می‌باشد.
  - پادرمزه (آنتی‌کدون)
    - ۶۱ نوع مختلف می‌باشند.
    - عامل تمایز $tRNA$ها می‌باشند.
    - حاوی سه نوکلئوتید هستند.
    - روبه‌روی رمزه‌های مربوط به آمینواسیدها قرار می‌گیرند و با آن‌ها پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهند.
  - به‌جز توالی پادرمزه (آنتی‌کدون) سایر قسمت‌ها در همهٔ $tRNA$ها، توالی مشابهی دارند.
- تعداد انواع پادرمزه از رمزه کمتر است (برای رمزه‌های پایان، رنای ناقل وجود ندارد).
- نحوهٔ عمل
  - هر نوع آمینواسید، به هر نوع رنای ناقل متصل نمی‌شود.
  - آنزیم‌های ویژه‌ای وجود دارد که با تشخیص توالی پادرمزه، آمینواسید مناسب را در سیتوپلاسم به رنای ناقل متصل می‌کنند.
  - اتصال آمینواسید به $tRNA$، نیازمند انرژی می‌باشد.



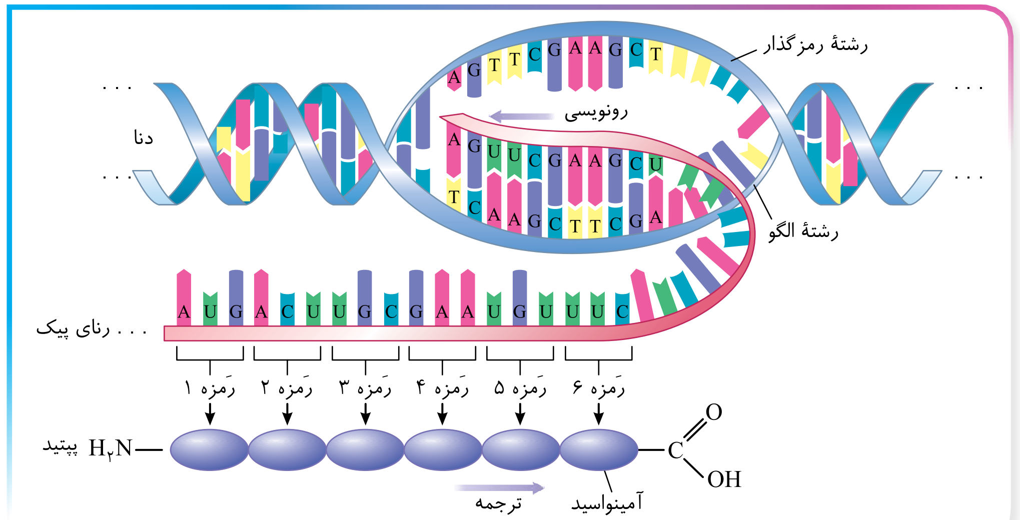
«نحوهٔ پیوستن آمینواسید به رنای ناقل مربوط به خود توسط آنزیم ویژهٔ آن»

۳ رناتن
- درون میتوکندری، کلروپلاست روی شبکهٔ آندوپلاسمی و مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم وجود دارد و فعال است.
- محل ساخت پلی‌پپتید می‌باشد.
- از دو زیرواحد کوچک و بزرگ تشکیل شده‌اند.
- هر زیرواحد از رنا و پروتئین تشکیل شده است ← $rRNA$ و پروتئین ریبوزومی دارد.
- در ساختار کامل خود، سه جایگاه به نام A، P و E دارد.

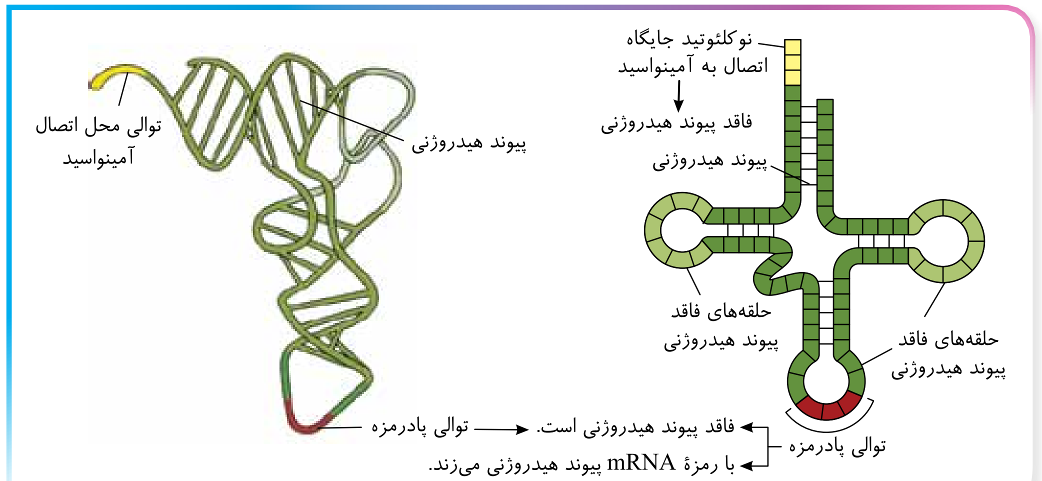
۴ رنای پیک
- توالی‌های سه‌نوکلئوتیدی رنای پیک را رمزه (کدون) می‌گویند ← این توالی‌ها تعیین می‌کنند که کدام آمینواسید در ساختار پلی‌پپتید قرار بگیرد.
- ۶۴ نوع رمزه وجود دارد که سه‌تای آن رمزهٔ پایان هستند (UAG، UAA و UGA).
- رمزهٔ پایان هیچ آمینواسیدی را رمز نمی‌کند.
- رمزهٔ آغاز یا AUG معرف آمینواسید متیونین است.

۵ منبع انرژی واکنش
- برای تهیهٔ پلی‌پپتید به مولکول‌های پرانرژی مانند ATP نیاز است.

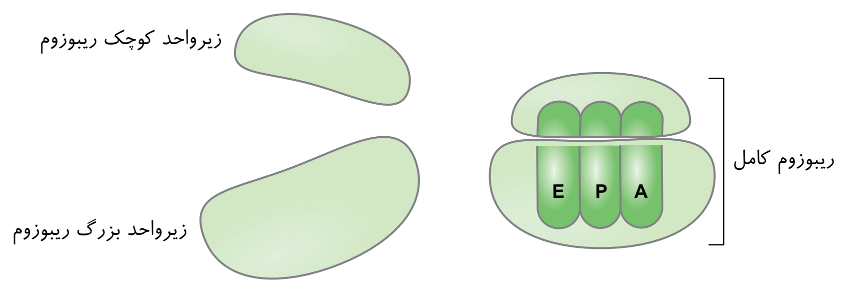
۶ آنزیم‌ها
- به صورت متنوع در ریبوزوم به فعالیت می‌پردازند.



«طرح ساده‌ای از تشکیل شدن پلی‌پپتید»



«تاخوردگی اولیه» «tRNA ساختار سه‌بعدی»



«ترتیب قرارگیری زیرواحدهای رناتن»

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

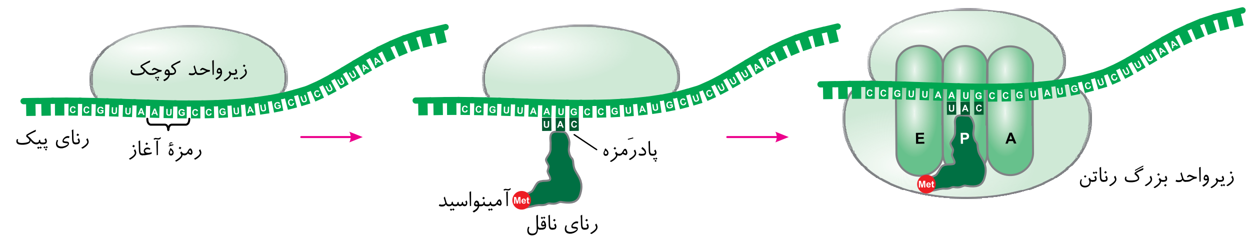
مراحل ترجمه (فرایندی پیوسته)

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

۱ مرحلهٔ آغاز

۱) بخش‌هایی از رنای پیک، زیرواحد **کوچک** رناتن را به سوی رمزهٔ آغاز، هدایت می‌کند تا کدون *AUG* وارد جایگاه *P* شود.
۲) رنای ناقل که مکمل رمزهٔ 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.

نکات
- 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 آنتی‌کدون برقرار می‌شود.
- در این مرحله، قبل از کامل شدن شکل ریبوزوم، اولین رمزه در جایگاه *P* ترجمه می‌شود.

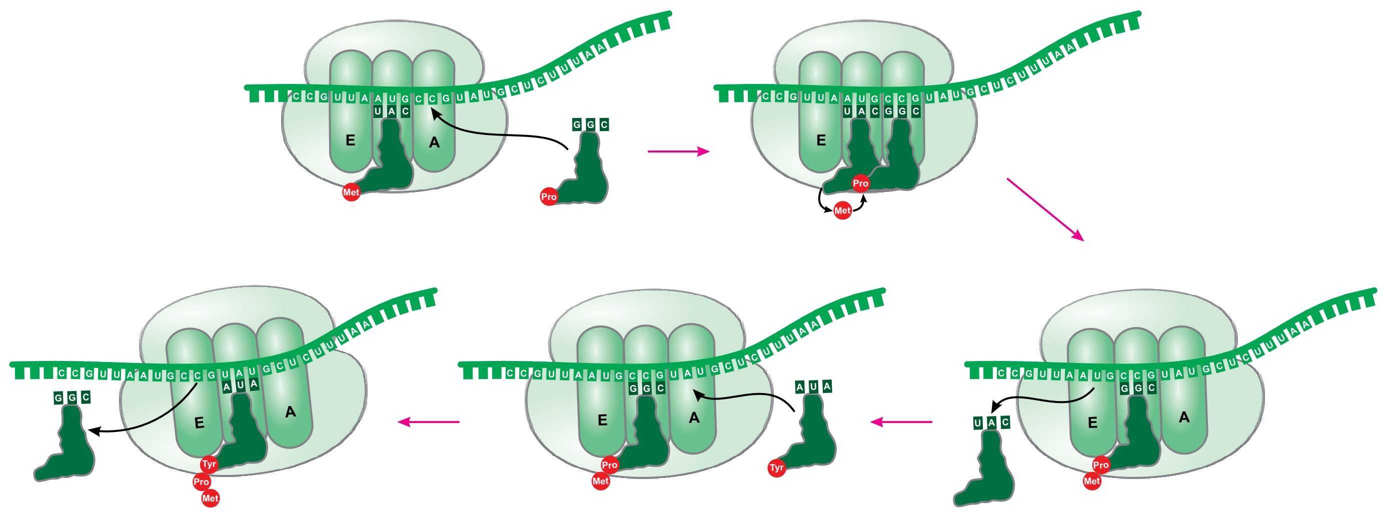


«مرحلهٔ آغاز ترجمه»

۲ مرحلهٔ طویل شدن

۱) رناهای ناقل مختلفی وارد جایگاه *A* رناتن می‌شوند ولی فقط رنایی که مکمل رمزهٔ 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 اندازهٔ یک رمزه به سوی رمزهٔ پایان پیش می‌رود.
۴) رنای ناقل حامل رشتهٔ 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 زنجیرهٔ آمینواسیدی بیشتر می‌شود تا رناتن به یکی از رمزه‌های پایان برسد.

نکات
- 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.

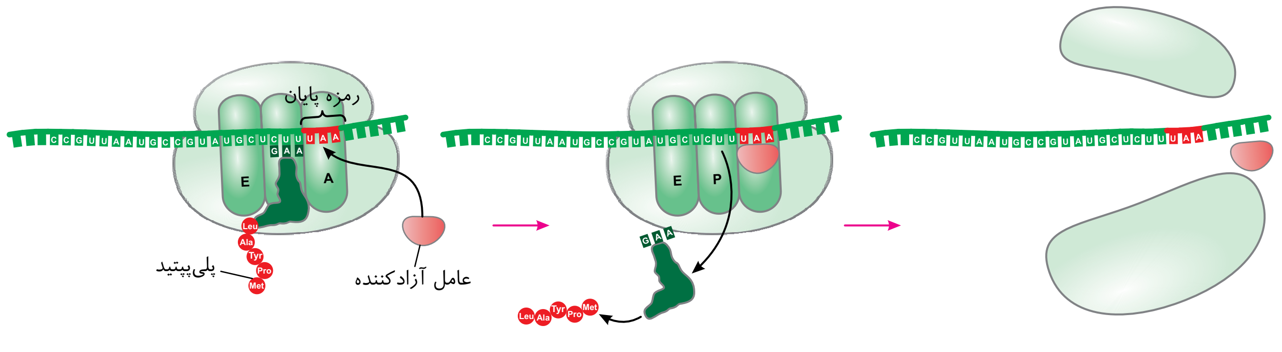


«مرحلهٔ طویل شدن ترجمه»

۳ مرحلهٔ پایان

۱) رنای ناقل جدیدی وارد جایگاه *A* که رمزهٔ پایان دارد، نمی‌شود.
۲) عوامل پروتئینی آزادکننده وارد جایگاه *A* می‌شوند و رمزهٔ 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.

نکات
- 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 مرحلهٔ 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.



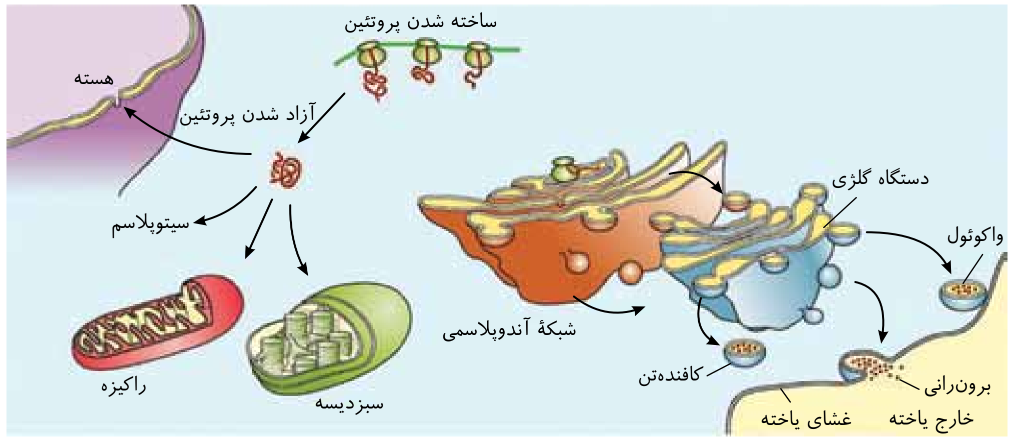
«مرحلهٔ پایان ترجمه»

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

مرحلهٔ پروتئین‌سازی و سرنوشت آن‌ها

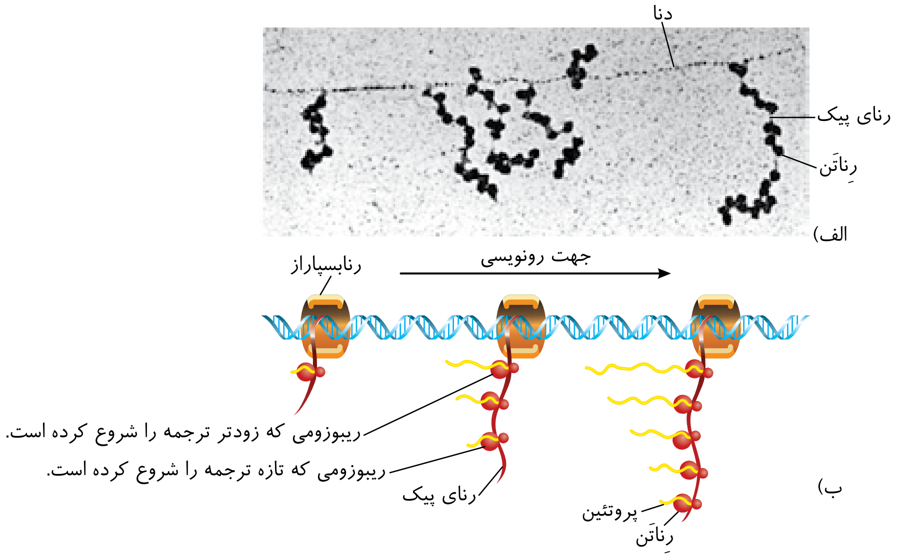
- در هر محلی از یاخته که ریبوزوم فعال وجود دارد، پروتئین‌سازی صورت می‌گیرد
  - پروکاریوت‌ها ← در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم
  - یوکاریوت‌ها
    - در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم
    - درون راکیزه
    - درون سبزدیسه
    - روی شبکهٔ آندوپلاسمی
- ۱) بعضی از پروتئین‌ها، در ریبوزوم‌های روی شبکهٔ آندوپلاسمی ساخته شده و وارد این شبکه و دستگاه گلژی می‌شوند و بعد از بسته‌بندی به سوی موارد مقابل می‌روند
  - لیزوزوم‌ها (*کافندەتن*) ← آنزیم‌های گوارشی درون‌یاخته‌ای
  - واکوئول (*کریچه*) ← تنظیم آب و ...
  - برای ترشح به خارج یاخته ← آنزیم گوارشی
  - درون غشای یاخته ← پمپ سدیم - پتاسیم و ...
- ۲) بعضی از این پروتئین‌ها که در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید می‌شوند
  - یا در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم می‌مانند ← آنزیم‌های گلیکولیزی و تخمیر
  - یا به هسته می‌روند ← دنابسپاراز، رنابسپاراز، 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.



«سرنوشت پروتئین‌های ساخته شده در سیتوپلاسم»

سرعت و مقدار پروتئین‌سازی

- بسته به نیاز هر یاخته تنظیم می‌شود.
- **پروکاریوت‌ها**
  - 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.
- در هر جانداری، می‌توان هم‌زمانی فعالیت چند مجموعهٔ 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) تصویر میکروسکوپی مجموعهٔ رناتن‌ها
ب) طرحی ساده از رناتن‌هایی که چند رنای درحال رونویسی را ترجمه می‌کنند.»

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

گفتار ۳

تنظیم بیان ژن

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 شدن ژن*) ⟵ هرگاه اطلاعات ژنی در یک یاخته مورد استفاده قرار بگیرد، می‌گوییم آن ژن بیان شده است.
- خاموش شدن ژن (*بیان نشدن 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 جاندار ممکن است فرق داشته باشد.
- تنظیم بیان ژن
  - 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.
  - 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.

پروکاریوت‌ها

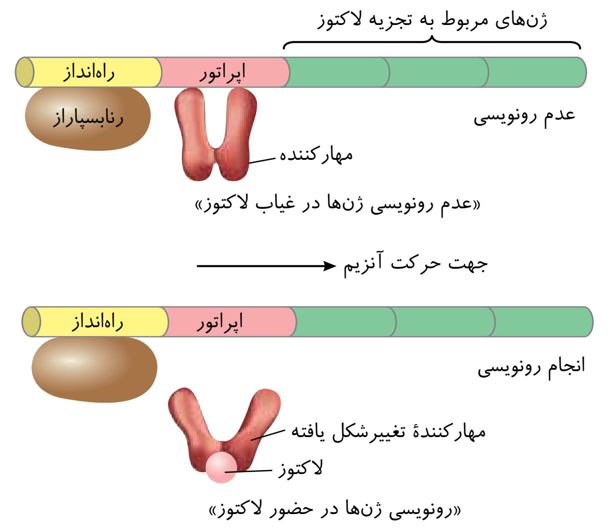
نکات

- 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 اشرشیاکلای، 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.

انواع تنظیم

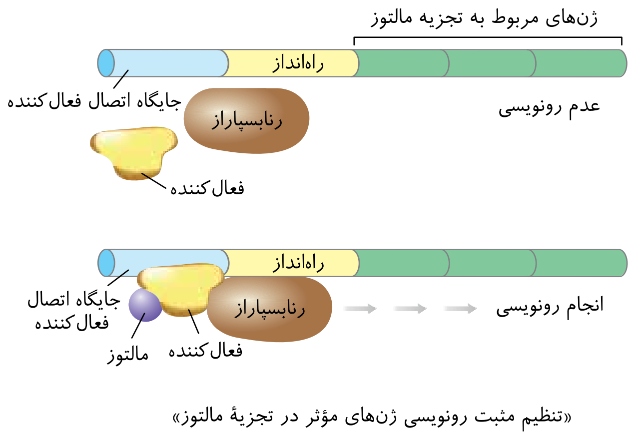
۱ تنظیم منفی رونویسی

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



۲ تنظیم مثبت رونویسی

۱) در این روش، پروتئین‌های خاصی به نام **فعال‌کننده** به رنابسپاراز **کمک** می‌کنند تا بتواند به راه‌انداز متصل شود و رونویسی را شروع کند.
۲) در این ژن‌ها، راه‌انداز به اولین ژن متصل است و فاصله‌ای بین آن‌ها وجود ندارد.
۳) در این روش، مانعی در سر راه رنابسپاراز متصل به دنا وجود نخواهد داشت.
۴) در این ژن‌ها، قبل از راه‌انداز، جایگاه اتصال پروتئین **فعال‌کننده** روی دنا وجود دارد.
۵) ژن‌های مربوط به تجزیهٔ مالتوز، به صورت سه ژن مجاور هم می‌باشند که هدف آن‌ها تجزیهٔ مالتوز است.
۶) این ژن‌ها در حالتی بیان می‌شوند که مالتوز در محیط باکتری زیاد و گلوکز کم باشد.
۷) 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.
۸) در حضور قند مالتوز **انواعی** از پروتئین‌ها به نام فعال‌کننده وجود دارند که به توالی‌های خاصی از دنا در قبل از راه‌انداز متصل می‌شوند.
۹) این توالی خاص جایگاه اتصال فعال‌کننده نام دارد که به راه‌انداز متصل است ⟵ ولی با ژن‌ها فاصله دارد.
۱۰) مالتوز وارد شده به باکتری، ابتدا به فعال‌کننده متصل شده و سپس **این مجموعه** به توالی قبل از راه‌انداز متصل می‌شود.
۱۱) اتصال مالتوز به فعال‌کننده، تغییر شکلی در پروتئین فعال‌کننده ایجاد نمی‌کند (*برخلاف اتصال لاکتوز به مهارکننده*).
۱۲) سپس این مجموعه، به اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز کمک می‌کند و رونویسی شروع می‌شود.
۱۳) با بیان این ژن‌ها، ابتدا یک mRNA دارای رونوشت هر سه ژن رونویسی می‌شود.
۱۴) mRNA ساخته شده قادر به تولید سه رشتهٔ پلی‌پپتیدی مختلف می‌باشد که آنزیم‌های مورد نیاز تجزیهٔ مالتوز می‌باشند.



برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

نکات مشترک ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز و مالتوز در باکتری اشرشیاکلای

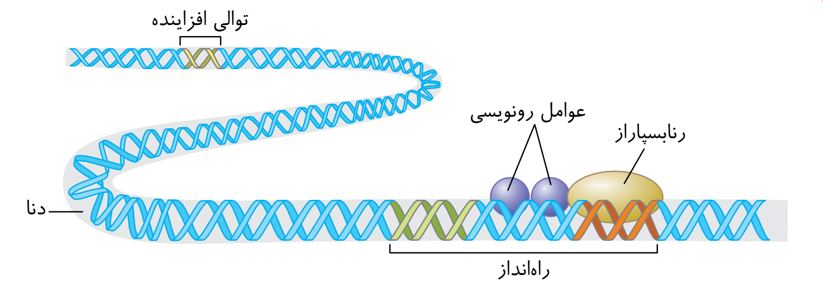
- در هر دو مورد، **سه** ژن مجاور هم وجود دارد که همگی توسط **یک راه‌انداز** بیان می‌شوند.
- **ژن دوم** آن‌ها فاقد نقطهٔ آغاز و توالی پایان رونویسی می‌باشد.
- این سه ژن، فقط یک نقطهٔ آغاز رونویسی در ابتدای ژن اول و یک توالی پایان رونویسی در انتهای ژن سوم دارند.
- با بیان آن‌ها، ابتدا **یک** رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی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

یوکاریوت‌ها

- 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 وسیلهٔ غشاها به بخش‌های مختلفی تقسیم شده‌اند.
- یاخته در هسته، راکیزه و پلاست می‌تواند بر بیان ژن‌ها نظارت کند.

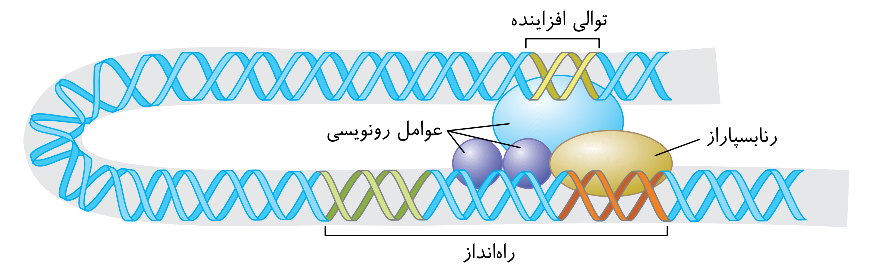
مراحل مختلف تنظیم بیان ژن

در مرحلهٔ رونویسی



«تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها»

- 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 افزاینده متصل شوند.
- با پیوستن این پروتئین‌ها به توالی افزاینده 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 افزاینده **ممکن** است نزدیک و یا در فاصلهٔ **دورتری** از ژن قرار داشته باشد.
- اتصال این پروتئین‌های عامل رونویسی بر **سرعت** و **مقدار** رونویسی ژن مؤثر است.
- عوامل رونویسی روی افزاینده، **بعد** از ایجاد خمیدگی، به عوامل و رنابسپاراز روی راه‌انداز متصل می‌شود.



«توالی افزاینده و عوامل رونویسی متصل به آن»

در مراحل غیررونویسی

- **پیش** از رونویسی ← در سطح **فام‌تنی** 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.
- **پس** از رونویسی
  - اتصال بعضی از رناهای کوچک **مکمل** به رنای پیک
    - (۱) از کار رناتن در پیدا کردن رمز آغاز ترجمه جلوگیری می‌کند.
    - (۲) با تجزیهٔ 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.

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

گفتار ۱

فصل ۳: انتقال اطلاعات در نسل‌ها

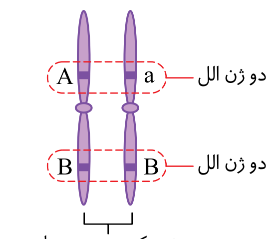
انتقال اطلاعات در نسل‌ها

- در تولیدمثل جنسی ارتباط بین نسل‌ها را گامت‌ها برقرار می‌کنند.
- ویژگی‌های هر یک از والدین توسط دستورالعمل‌هایی که در دنای 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
  - **ارثی** ← 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

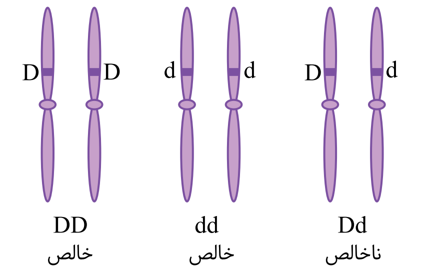
انواع صفات از نظر تعداد جایگاه ژنی

صفات دارای یک جایگاه ژنی

- صفاتی هستند که ژن‌های به ارث رسانندهٔ آن‌ها در یک قسمت از یک جفت کروموزوم همتا قرار دارند.
- اگر ژن‌های به ارث برندهٔ این صفات روی جفت کروموزوم غیرجنسی باشند ← صفت مستقل از جنس می‌باشد
  - مانند گروه خونی Rh و گروه خونی ABO
  - به ارث رسیدن آن در زنان و مردان فرقی ندارد.
  - مانند صفت رنگ گلبرگ گل میمونی
  - مانند صفت شکل گویچهٔ قرمز در انسان
- به عواملی که در یک جمعیت، در هر جایگاه ژنی، سبب ایجاد شکل‌های مختلف یک صفت می‌شوند، الل (*دگره*) 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 ناخالص گفته می‌شود ← Aa یا RW
- فنوتیپ (*رخ‌نمود*) ← به شکل ظاهری یا حالت بروز یافتهٔ صفت گفته می‌شود
  - رنگ گلبرگ قرمز یا سفید یا صورتی
  - گروه خونی A یا B یا AB یا O



جفت کروموزوم همتا



«ژن‌نمودهای خالص و ناخالص»

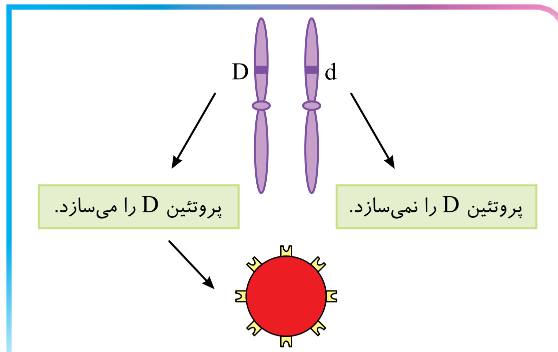
انواع صفات تک‌جایگاهی از نظر تنوع الل‌ها در جامعه

- **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*).

انواع رابطهٔ بین الل‌ها

- رابطهٔ بارز و نهفتگی
  - به‌طور مثال اگر دو دگرهٔ D و d کنار هم قرار بگیرند، دگرهٔ D بروز می‌کند (*بارز*) و دگرهٔ d بروز نمی‌کند (*نهفته*).
  - طبق قرارداد دگرهٔ بارز را با حرف بزرگ و دگرهٔ نهفته را با حرف کوچک آن نشان می‌دهیم.
  - در گروه خونی ABO، دگره‌های I^A و I^B نسبت به i بارزند.
  - برای دو الل
    - سه نوع ژنوتیپ می‌توان در نظر گرفت
      - خالص ← DD / dd
      - ناخالص ← Dd
    - دو نوع فنوتیپ می‌توان در نظر گرفت
      - Rh مثبت (DD و Dd)
      - Rh منفی (dd)
  - در فنوتیپ، خالص یا ناخالصی صفت مهم نمی‌باشد.
- هم‌توان
  - دگره‌ها همراه با هم ظاهر می‌شوند و هیچ کدام بر دیگری برتری و بارزی ندارد.
  - مانند رابطه‌ای که بین دگرهٔ A و B در گروه خونی ABO است ← در حالت ناخالص (AB) گروه خونی AB می‌باشد.
- بارزیت ناقص
  - صفت در حالت ناخالص 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*)
- در حالت هم‌توانی و بارزیت ناقص ← توسط دو الل
  - سه نوع ژنوتیپ می‌توان در نظر گرفت ← (AA – AB – BB) یا (RR – RW – WW)
  - 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 فنوتیپ **گسسته** دارند و طیفی از اعداد گوناگون در ایجاد آن صفات در جامعه وجود ندارند و نمودار توزیع فراوانی آن‌ها زنگوله‌ای نمی‌باشد.



«توضیح رابطهٔ بارز و نهفتگی بین الل‌های گروه خونی Rh»

«گل میمونی»

صفات دارای چند جایگاه ژنی

- در ادامه بررسی می‌شوند!

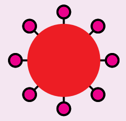
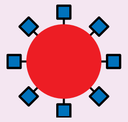
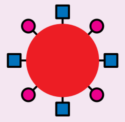
برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

گروه‌های خونی

ABO

- یک صفت تک‌جایگاهی غیرجنسی است که در جامعه توسط سه نوع الل 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 گویچهٔ قرمز یک واکنش **آنزیمی** است.
- دو نوع آنزیم برای آن وجود دارد، یکی برای اضافه کردن کربوهیدرات A به غشا و یکی برای B.
- سه نوع الل (دگره) در جامعه وجود دارد
  - دگره‌ای که آنزیم A را می‌سازد $(A=I^A)$.
  - دگره‌ای که آنزیم B را می‌سازد $(B=I^B)$.
  - دگره‌ای که هیچ آنزیمی نمی‌سازد $(O=i)$.
- جایگاه ژنی آن در فام‌تن ۹ قرار دارد ← هر فرد در هر یاختهٔ $2n$ خود دو الل برای این صفت دارد.
- انواع ژن‌نمود
  - خالص AA – BB – OO
  - ناخالص AO – BO – AB
- الل‌های A و B با هم به صورت هم‌توان هستند ولی هر دو نسبت به الل O بارز می‌باشند.
- انواع رخ‌نمود
  - A ← ژن‌نمود AO – AA
  - B ← ژن‌نمود BO – BB
  - O ← ژن‌نمود OO
  - AB ← ژن‌نمود AB

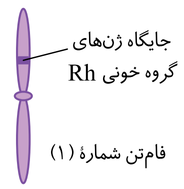
	گروه خونی A	گروه خونی B	گروه خونی AB	گروه خونی O
گویچهٔ قرمز				
نوع کربوهیدرات گویچهٔ قرمز	A	B	A و B	هیچ‌کدام

Rh

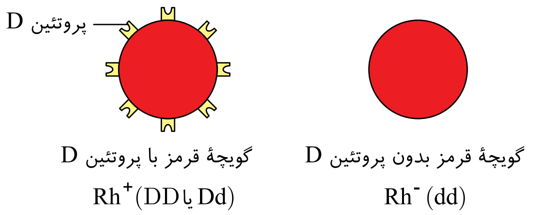
- صفتی تک‌جایگاهی غیرجنسی است که تحت کنترل دو الل D و d با رابطهٔ بارز و نهفتگی می‌باشد.
- به دو گروه Rh^- و Rh^+ گروه‌بندی می‌شود.
- بر مبنای بودن یا نبودن پروتئین D است ← دقت کنید پروتئین d وجود ندارد.
- دو دگره وجود دارد
  - دگره‌ای که می‌تواند پروتئین D را بسازد (D) ← دگرهٔ بارز
  - دگره‌ای که نمی‌تواند پروتئین D را بسازد (d) ← دگرهٔ نهفته
- انواع ژن‌نمود
  - DD و Dd ← رخ‌نمود D (مثبت)
  - dd ← رخ‌نمود d (منفی)
- هر دو دگره جایگاه ژنی یکسانی دارند که هر یک روی فام‌تن ۱ و در بالای سانترومر قرار دارند.

ژنوتیپ	فنوتیپ
DD	گروه خونی +
Dd	گروه خونی +
dd	گروه خونی −

انواع ژنوتیپ و فنوتیپ گروه خونی Rh



«جایگاه ژن‌های Rh»



«مبنای گروه خونی Rh پروتئین D»

بررسی هم‌زمان

- در بررسی هم‌زمان آن‌ها، فرد دارای گروه خونی A^+، چهار نوع ژنوتیپ می‌تواند داشته باشد
  - $AODD$
  - $AODd$
  - $AADD$
  - $AADd$
  - در هر چهار حالت، فاقد کربوهیدرات B در غشای گویچهٔ قرمز می‌باشد.
  - در هر چهار حالت، واجد کربوهیدرات A و پروتئین D در غشای گویچهٔ قرمز می‌باشد.

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین دکتر اشکان هاشمی به سایت رایان کلاس www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

گفتار ۲

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، فنیل‌کتونوری و کم‌خونی داسی‌شکل.

گامت‌ها	D	d
D	DD	Dd
d	dD	dd

مربع پانت

وابسته به جنس
- صفاتی را که جایگاه ژنی آن‌ها در یکی از دو فامتن جنسی قرار داشته باشد، وابسته به جنس گویند.

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 (هشت) مربوط است.
- دگره‌های هموفیلی
  - H دگرهٔ سلامتی
  - h دگرهٔ بیماری
- فردی که ژن‌نمود X^HX^h را دارد، سالم و ناقل است ← مردان در صفت وابسته به X، نمی‌توانند ناقل یا ناخالص باشند.

رخ‌نمود	زن	مرد
سالم	X^HX^H	X^HY
سالم	X^HX^h	-
هموفیل	X^hX^h	X^hY

(ستون کناری: ژن‌نمود)

«انواع ژن‌نمودها و رخ‌نمودها برای هموفیلی»

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.

گامت‌ها	X^h	Y
X^H	X^HX^h دختر ناقل	X^HY پسر سالم

«ژن‌نمود و رخ‌نمود نسل بعد»

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

از نظر کمیت

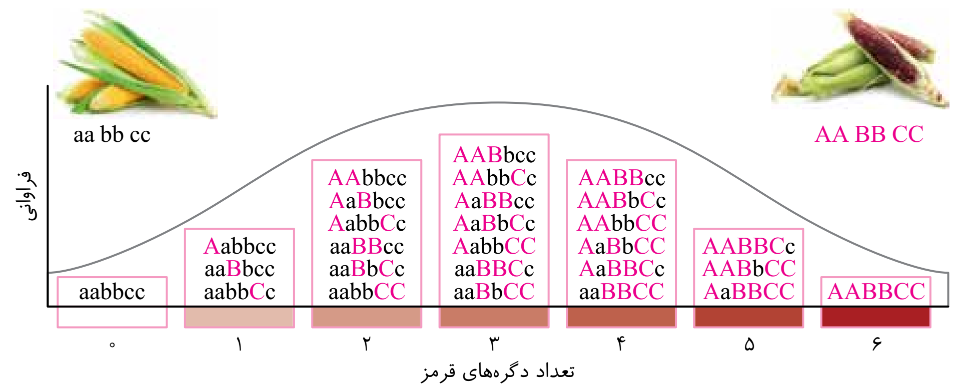
پیوسته
- صفاتی مانند اندازهٔ قد که طیف اعداد گوناگونی دارد ← نمودار توزیع آن‌ها در جامعه به صورت زنگوله‌ای می‌باشد.

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

از نظر تعداد جایگاه

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

چندجایگاهی
- در بروز آن‌ها بیش از یک جایگاه ژن شرکت دارد ← در هر جایگاه ژنی آن دو الل را به ارث می‌برند.
- در این صفات
  - چند جایگاه ژنی مختلف در بروز نهایی صفت مؤثر هستند.
  - ژن‌های هر جایگاه با جایگاه دیگر، الل (دگره) نمی‌باشند.
  - چند ژن مختلف، یک صفت را به ارث می‌رسانند که برخی با هم الل و برخی غیرالل 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 الل‌های 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 الل 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.



«چگونگی تعیین رنگ در ذرت»

اثر محیط

- گاهی برای بروز یک رخ‌نمود تنها وجود ژن کافی نیست (رنگ گلبرگ گل ادریسی).
- مثال
  - ساخته شدن سبزینه علاوه بر ژن به نور هم نیاز دارد.
  - تغذیه و ورزش می‌توانند روی اندازهٔ قد انسان اثر بگذارند.
  - تغذیه با رژیم‌هایی بدون (یا کم) فنیل‌آلانین

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

- **مهار بیماری‌های ژنتیکی**
  - بیماری‌های ژنتیکی در موارد معدودی درمان‌پذیرند.
  - گاهی می‌توان با تغییر عوامل محیطی، عوارض بیماری‌های ژنی را مهار کرد.
  - **فنیل‌کتونوری**
    - در این بیماری مستقل از جنس نهفته، آنزیمی که آمینواسید فنیل‌آلانین را می‌تواند تجزیه کند، وجود ندارد و ساخته نمی‌شود.
    - تجمع فنیل‌آلانین در بدن به ایجاد ترکیبات خطرناک منجر می‌شود ← مغز آسیب می‌بیند.
    - با تغذیه نکردن از خوراکی‌هایی که فنیل‌آلانین دارند می‌توان مانع بروز اثرات این بیماری شد.
  - **تغذیهٔ افراد مبتلا به فنیل‌کتونوری**
    - **نوزاد**
      - در ابتدای تولد، علائم آشکاری ندارد.
      - تغذیهٔ نوزاد مبتلا با شیرخشک‌هایی که **فاقد** فنیل‌آلانین است باید صورت بگیرد.
      - شیر مادر پر از فنیل‌آلانین است ← به یاخته‌های مغزی آن آسیب می‌رساند.
      - در بدو تولد از نظر ابتلا به آن آزمایش خون می‌شوند.
    - **بزرگسال**
      - تغذیه با رژیم‌هایی بدون (یا کم) فنیل‌آلانین

- **نحوهٔ به ارث رسیدن بیماری‌های وراثتی**
  - **بیماری‌های مستقل از جنس**
    - **بیماری مستقل از جنس بارز (A)**
      - افراد بیمار به صورت خالص AA یا ناخالص Aa هستند.
      - کلمهٔ **ناقل** در این بیماری‌ها معنی ندارد.
      - افراد سالم به صورت خالص aa و فاقد الل بیماری می‌باشند.
      - از آمیزش والدین بیمار ناخالص (Aa) ← امکان به دنیا آمدن دختر یا پسر سالم (aa) وجود دارد.
    - **بیماری مستقل از جنس نهفته (a)**
      - فرد بیمار به صورت خالص aa می‌باشد (فنیل‌کتونوری و کم‌خونی داسی‌شکل).
      - افراد سالم خالص به صورت AA می‌باشند.
      - افراد ناخالص به عنوان ناقل Aa در مردان و زنان دیده می‌شوند.
      - از آمیزش والدین سالم ناقل (Aa) می‌توان فرزند دختر یا پسر بیمار (aa) متولد شود.
  - **بیماری‌های وابسته به X**
    - **وابسته به X بارز (X^A)**
      - در زنان شایع‌تر از مردان می‌باشد.
      - مردان دارای دو نوع فنوتیپ و ژنوتیپ بیمار (X^AY) و سالم (X^aY) می‌باشند.
      - زنان دارای سه نوع ژنوتیپ و دو نوع فنوتیپ بیمار و سالم هستند
        - 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 (ناقل باید ناخالص با فنوتیپ سالم باشد).
      - پسر بیمار (X^AY)
        - قطعاً مادر بیمار داشته است (X^AX^A یا X^AX^a).
        - قطعاً همهٔ **دختران** آیندهٔ او نیز بیمار می‌شوند. چون X^A را از وی دریافت می‌کنند.
      - از والدین بیمار آن‌ها ← در صورتی که مادر ناخالص (X^AX^a) باشد ← ممکن است پسر سالم X^aY به دنیا بیاید.
    - **وابسته به X نهفته (X^a)**
      - مثل بیماری هموفیلی است ← شایع‌ترین نوع آن، در اثر فقدان عامل انعقادی ۸ خون می‌باشد.
      - در مردان شایع‌تر از زنان می‌باشد.
      - مردان دو نوع ژنوتیپ و فنوتیپ دارند
        - X^AY = مرد سالم
        - X^aY = مرد بیمار
        - مرد ناقل وجود ندارد.
      - زنان دارای سه نوع ژنوتیپ و دو نوع فنوتیپ می‌باشند
        - X^AX^A = زن سالم خالص
        - X^AX^a = زن سالم ناخالص = زن ناقل (حامل)
        - X^aX^a = زن بیمار
      - دختر بیمار (X^aX^a)
        - قطعاً پدر بیمار (X^aY) داشته است.
        - قطعاً در آینده، هر پسر وی بیمار خواهد شد (X^aY).
      - از والدین سالم آن‌ها ← اگر مادر ناقل (X^AX^a) باشد ← احتمال به دنیا آمدن پسر بیمار (X^aY) وجود دارد.

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

ژنتیک در جانوران

کرم‌های پهن نرمادهٔ 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؟
- **پاسخ:**
  - اسپرم‌ها: Ab ، ab
  - تخمک‌ها: Ab ، ab
  - زیگوت ← $AAbb$
  - زیگوت ← $Aabb$
  - زیگوت ← $Aabb$
  - زیگوت ← $aabb$
  - ($Aabb$ و $Aabb$) مشابهند.

کرم خاکی نرمادهٔ 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؟
- **پاسخ:**
  - کرم (۲) ($aaBB$)
    - اسپرم aB
    - تخمک aB + اسپرم Ab یا ab کرم دیگر
    - زیگوت‌های درون کرم (۲): $AaBb$ ، $aaBb$
  - کرم (۱) ($Aabb$)
    - اسپرم: Ab ، ab
    - تخمک: Ab ، ab
    - زیگوت‌های درون کرم (۱): $AaBb$ ، $aaBb$

بکرزایی یا لقاح زنبور عسل

- با لقاح اسپرم‌ها و تخمک‌ها ← زنبور مادهٔ $2n$ ایجاد می‌شود
  - ملکهٔ $2n$ زایا
  - کارگر $2n$ نازا
- 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؟
- **پاسخ:**
  - زنبور مادهٔ $AaBb$ ← میوز
    - تخمک AB ← میتوز ← زنبور نر AB
    - تخمک aB ← میتوز ← زنبور نر aB
  - زنبور نر ab ← میتوز ← اسپرم ab + تخمک
    - AB ← لقاح ← $AaBb$
    - aB ← لقاح ← $aaBb$
    - ملکه یا کارگر می‌شوند.

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 همهٔ صفات می‌سازند.
- در این حالت مارهای حاصله مانند مار ماده، دیپلوئید می‌باشند.
- مارهای حاصله در همهٔ صفات خود خالص می‌باشند.
- **مثال:** اگر مار مادهٔ بکرزایی‌کننده، ژنوتیپ $AaBb$ داشته باشد، چند نوع مار در فرزندان حاصل از بکرزایی آن دیده می‌شود؟
- **پاسخ:** مار مادهٔ $AaBb$ ← میوز ← انواع تخمک‌ها
  - AB ← میتوز ← ساخت دو نسخهٔ $AB\times AB$ ← ترکیب آن‌ها ← مار $AABB$ ایجاد می‌شود.
  - Ab ← میتوز ← ساخت دو نسخهٔ $Ab\times Ab$ ← ترکیب آن‌ها ← مار $AAbb$ ایجاد می‌شود.
  - aB ← میتوز ← ساخت دو نسخهٔ $aB\times aB$ ← ترکیب آن‌ها ← مار $aaBB$ ایجاد می‌شود.
  - ab ← میتوز ← ساخت دو نسخهٔ $ab\times ab$ ← ترکیب آن‌ها ← مار $aabb$ ایجاد می‌شود.

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین دکتر اشکان هاشمی به سایت رایان کلاس www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

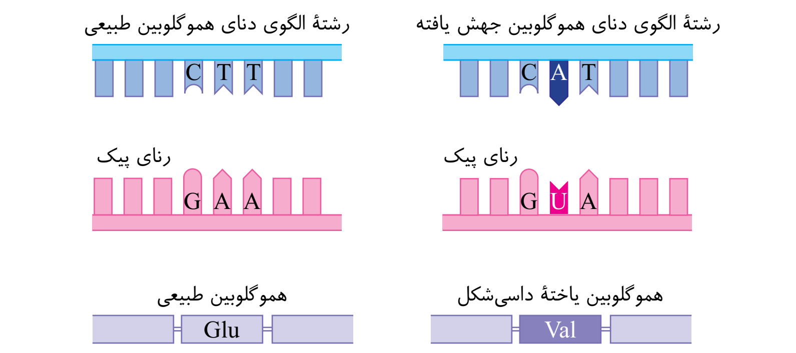
گفتار ۱

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 اخلال 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 ($C\underline{T}T$ ← $C\underline{A}T$).
- بیماری ارثی مستقل از جنس نهفته می‌باشد.
- افراد در حالت سالم ناخالص Hb^AHb^S و بیماران Hb^SHb^S، نسبت به مالاریا مقاوم می‌باشند.



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

جهش

انواع جهش (از نظر اندازه و تعداد)

کوچک

- در یک یا چند نوکلئوتید رخ می‌دهد.
- اگر در توالی بین ژنی رخ دهد ← نوعی جهش خنثی به حساب می‌آید.
- اگر در توالی‌های تنظیمی رخ دهد ← برحسب افزایش یا کاهش مقدار رونویسی، می‌تواند مضر یا مفید باشد.
- اگر در ژن‌های مربوط به تولید $rRNA$ یا $tRNA$ رخ دهد ← نوع پروتئین‌های یاخته تغییر نمی‌کند.

جانشینی

- **تعریف:** یک نوکلئوتید، جانشین نوکلئوتید دیگری می‌شود.
- جانشینی در یک نوکلئوتید به جانشینی در یک جفت نوکلئوتید منجر می‌شود.
- طول دنا تغییر نمی‌کند.

انواع

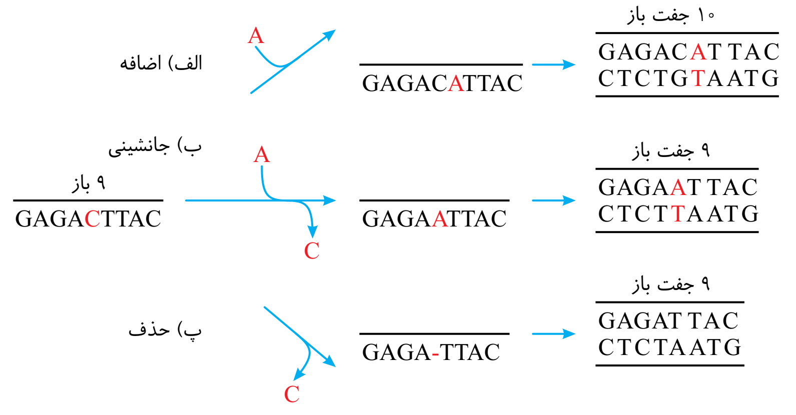
- اگر این جهش در ژن‌های مربوط به ساخت پروتئین رخ دهد، به سه نوع زیر می‌باشد.
- **دگرمعنا**
  - جهش جانشینی در **رمز دنا** که سبب تغییر در نوع آمینواسید در زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی می‌شود.
  - جهش دگرمعنا، در ساختار پروتئین، تغییر ایجاد می‌کند ولی اثر آن بر فعالیت پروتئین، بستگی به محل جهش دارد.
- **خاموش**
  - 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.

حذف و اضافه

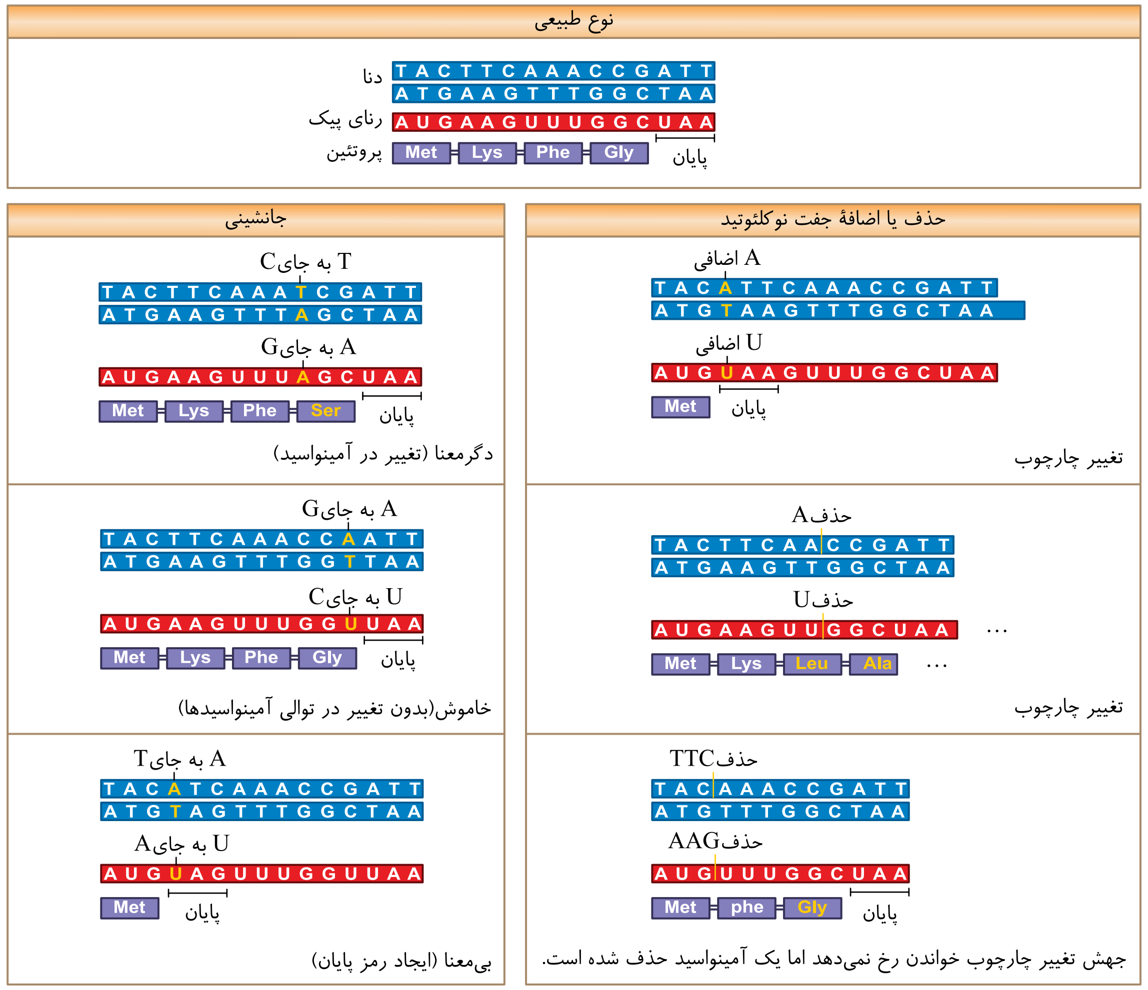
- به ترتیب یک یا چند جفت نوکلئوتید حذف یا اضافه می‌شود.

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.



«انواع جهش‌های کوچک»



«تأثیر جهش بر پروتئین»

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

جهش

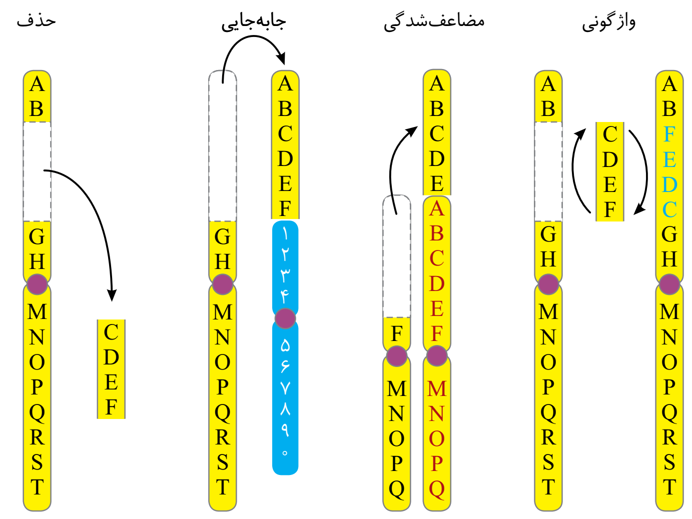
بزرگ (ناهنجاری‌های فام‌تنی)

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

انواع

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.

ناهنجاری‌های ساختاری
- **حذف:** ممکن است قسمتی از فام‌تن از دست برود که معمولاً باعث مرگ می‌شوند.
- **جابه‌جایی:** 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.



«انواع ناهنجاری‌های ساختاری در فام‌تن‌ها»

انواعی که طول فام‌تن را تغییر نمی‌دهد
- واژگونی
- جابه‌جایی 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 ← به نسل بعد جاندار منتقل نمی‌شود.
- اگر یاخته فاقد قدرت تقسیم باشد ← فعالیت همان یاخته آسیب می‌بیند. } در بقای همان فرد مؤثر است.
- اگر یاخته قدرت تقسیم داشته باشد ← به یاخته‌های حاصل از آن در همان بافت منتقل می‌شود. }

در یاخته‌های جنسی
- در کروموزوم جنسی یا غیرجنسی آن می‌تواند رخ دهد ← 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.

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

پیامدهای جهش

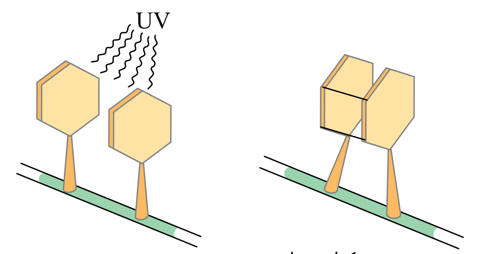
به عوامل مختلفی از جمله محل وقوع در ژنوم بستگی دارد

- **ژنگان**
  - **تعریف:** به کل محتوای مادهٔ وراثتی گفته می‌شود ← شامل ژن‌ها، توالی‌های بین ژنی و توالی‌های تنظیمی می‌شود.
  - برابر است با
    - ژنگان هسته‌ای
      - معادل مجموعه‌ای شامل یک نسخه از هر یک از انواع فام‌تن‌های همتا می‌باشد.
      - در انسان: ۲۲ فام‌تن غیرجنسی + فام‌تن جنسی ($X+Y$)
      - در هستهٔ اسپرماتوسیت اولیه ($2n$) برخلاف اووسیت اولیه وجود دارد ← چون اووسیت، کروموزوم Y ندارد.
    - ژنگان سیتوپلاسمی
      - دنای راکیزه، ژنگان سیتوپلاسمی انسان و سایر جانوران را تشکیل می‌دهد.
      - در گیاهان می‌تواند راکیزه و سبزدیسه باشد.
  - ژن‌ها فقط بخشی از ژنگان هستند ← ژن‌ها در تولید RNA و پروتئین مؤثرند.
- **در توالی درون ژنی**
  - اگر جهش سبب تغییر در جایگاه فعال آنزیم (*چه پروتئینی و چه از نوع RNA*) شود ← احتمال تغییر در عملکرد آن بسیار زیاد است.
  - اگر جهش سبب تغییر در جایی دور از جایگاه فعال شود، **به‌طوری که بر آن اثری نگذارد** ← احتمال تغییر در عملکرد آنزیم، کم و یا حتی صفر می‌شود.
  - اگر جهش در توالی‌های اینترون ژن یوکاریوتی رخ دهد ← نوعی جهش خنثی می‌باشد و در پروتئین‌سازی و فعالیت یاخته نقشی ندارد.
- **در توالی بین‌ژنی**
  - این توالی‌ها شامل ژن‌ها و بخش تنظیمی مثل راه‌انداز، افزاینده، اپراتور و جایگاه فعال‌کننده نمی‌باشند.
  - این توالی‌ها در تولید ردیف و مقدار RNA و پروتئین تأثیری ندارند.
  - ژن‌ها فقط بخشی از ژنگان‌اند و جهش ممکن است در توالی‌های بین‌ژنی رخ دهد.
  - اثری بر محصول یا مقدار رنا و پروتئین ندارد ← نوعی جهش خنثی محسوب می‌شوند.
- **در توالی تنظیمی**
  - به‌طور مثال در راه‌انداز، افزاینده یا در اپراتور یا توالی اختصاصی فعال‌کنندهٔ پروکاریوت‌ها رخ می‌دهد.
  - بر توالی رونوشت RNA و پروتئین اثری ندارد بلکه بر مقدار تولید آن‌ها تأثیر می‌گذارد.
  - جهش در **راه‌انداز** ممکن است آن را به راه‌اندازی قوی‌تر یا ضعیف‌تر تبدیل کند و میزان رونویسی را زیاد یا کم کند.
- جهش مفید یا مضر، قطعاً درون ژن یا بخش تنظیمی رخ داده است ولی جهش خنثی ممکن است در هر قسمتی از ژنوم رخ دهد.

علت جهش

انواع عوامل جهش‌زا

- **فیزیکی**
  - مانند پرتو فرابنفش که باعث تشکیل پیوند بین دو باز آلی تیمین مجاور هم در دنا می‌شود که به آن دوپار (*دیمر*) تیمین می‌گویند ← باعث آسیب در ساختار دنا می‌شود.
  - دوپار تیمین در عملکرد آنزیم دنابسپاراز اختلال ایجاد می‌کند ← همانندسازی دنا را دچار اختلال می‌کند.
  - آفتاب‌سوختگی در اثر اشعهٔ فرابنفش خورشید می‌تواند باعث اشکال در ساختار دنا و بروز سرطان شود.
- **شیمیایی**
  - مانند **بنزوپیرن** که در دود سیگار وجود دارد و ممکن است به سرطان منجر شود.
  - حملهٔ رادیکال‌های آزاد به مولکول‌های زیستی مثل آنزیم‌ها و دنا می‌تواند سبب آن شود.
  - برخی ویروس‌ها، قرص‌های ضد بارداری و نوشیدنی‌های الکلی در ایجاد جهش و سرطان مؤثرند.



«تشکیل دوپار تیمین»

انواع جهش

- **ارثی**
  - از یک یا هر دو والد به فرزند می‌رسد.
  - جهش‌های روی کروموزوم Y فقط از والد نر به فرزندان پسر می‌رسند.
  - جهش در ژن‌های میتوکندری تخمک ← فقط از مادران به هر فرزند پسر یا دختر می‌رسد.
  - در گامت‌ها وجود دارد که پس از لقاح، جهش را به تخم منتقل می‌کنند ← همهٔ یاخته‌های حاصل از تخم، دارای آن جهش هستند.
  - فرد مبتلا به بیماری‌های مستقل از جنس نهفته و زنان هموفیل، ژن‌های جهش یافته را از هر دو والد به ارث برده‌اند.
- **اکتسابی**
  - از محیط کسب می‌شود مانند سیگار کشیدن که می‌تواند باعث ایجاد جهش در یاخته‌های دستگاه تنفس شود.

پیشگیری از سرطان

- سبک زندگی و تغذیهٔ سالم نقش مهمی در پیشگیری از سرطان دارد.
- ورزش و وزن مناسب ← در حفظ سلامت مؤثر است.
- غذاهای گیاهی که پاداکسنده دارند (*کاروتنوئیدها و آنتوسیانین‌ها*) ← مانع اثر رادیکال آزاد بر مولکول‌های زیستی می‌شوند.
- **الیاف** گیاهی نیز مؤثرند.
- از آلکالوئیدهای گیاهی در تولید داروهای ضد سرطان استفاده می‌شود.
- شیوهٔ فراوری و پخت غذا
  - مصرف کم غذاهای نمک‌سود یا دودی شده
  - مصرف کم غذاهای کباب شده یا سرخ شده
  - مصرف کم غذاهایی مثل سوسیس و کالباس که ترکیبات نیتریت‌دار (*مانند سدیم نیتریت*) دارند.
    - سدیم نیتریت سبب ماندگاری بیشتر این مواد می‌شود.
    - سدیم نیتریت در بدن به ترکیباتی تبدیل می‌شود ← تحت شرایطی سرطان‌زایی می‌کنند.

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

گفتار ۲

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.

خزانهٔ ژن
- 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.
- **تعریف خزانهٔ ژن یک جمعیت**:
  - مجموع **همهٔ دگره‌های** موجود در **همهٔ** جایگاه‌های ژنی افراد یک جمعیت را خزانهٔ ژن آن جمعیت می‌نامند.
  - دقت کنید که در تعریف خزانهٔ ژن، فقط توالی‌های **درون ژنی** مربوط به ساخت صفات بررسی می‌شود ← خزانهٔ ژنی به بررسی توالی‌های **تنظیمی** و **بین‌ژنی** نمی‌پردازد (برخلاف ژنوم).
- دقت کنید که دو فرد یا دو جمعیت مختلف از یک گونه، خزانهٔ ژنی متفاوتی دارند ولی ژنوم آن‌ها یکسان است.

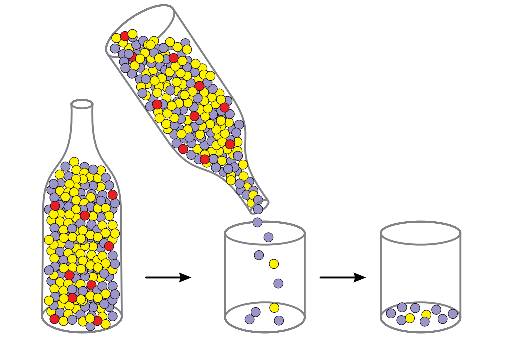
تعادل در جمعیت

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.

عوامل برهم زنندهٔ تعادل در جمعیت

۱ جهش
- با افزودن دگره‌های جدید، **خزانهٔ ژن** را غنی‌تر می‌کند و گوناگونی را افزایش می‌دهد.
- در صورت ایجاد جهش در توالی‌های بین‌ژنی و تنظیمی، تأثیری در **خزانهٔ ژنی** ندارد.
- **بسیاری** از آن‌ها، تأثیر فوری بر رخ‌نمود ندارند.
- با تغییر شرایط محیط، ممکن است دگرهٔ 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:
  - خزانهٔ 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.

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 زیادی داشته باشد).
- رانش، الل جدید ایجاد نمی‌کند.
- رانش، سبب **کاهش** در:
  - خزانهٔ ژنی جمعیت می‌شود.
  - اندازهٔ جمعیت اولیه می‌شود.
  - تنوع جمعیت می‌شود.
  - تفاوت افراد نسل بعد می‌شود ← چون تنوع الل‌ها در جمعیت اولیه کاهش یافته است.



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

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

۳ شارش ژن

- وقتی افرادی از یک جمعیت به جمعیت دیگری مهاجرت می‌کنند، در واقع تعدادی از دگره‌های جمعیت مبدأ را به جمعیت مقصد وارد می‌کنند.
- اگر شارش دوطرفه (دوسویه) و به‌طور پیوسته ادامه یابد، سرانجام **خزانهٔ ژن** دو جمعیت به هم شبیه می‌شود.
- سبب تغییر در فراوانی نسبی دگره‌های هر دو جمعیت می‌شود.
- همانند جهش، سبب غنی‌تر شدن تنوع الل‌ها و خزانهٔ 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.
- فراوانی نسبی دگره‌ها را تغییر می‌دهد.
- جانوران جفت خود را براساس ویژگی‌های ظاهری و رفتاری «انتخاب» می‌کنند ← در حقیقت در جمعیت‌ها، آمیزش‌ها اغلب غیرتصادفی رخ می‌دهد ← پس همواره جامعه در حال دگرگونی است.

۵ انتخاب طبیعی

- فراوانی دگره‌ها را در خزانهٔ ژنی تغییر می‌دهد ← روی **فنوتیپ** اثر می‌گذارد و انتخاب می‌کند.
- افراد **سازگارتر** با محیط را برمی‌گزیند و از فراوانی دیگر افراد می‌کاهد.
- خزانهٔ 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 ادامهٔ 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، تعیین‌کنندهٔ 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 می دهد نه فرد را!
- تفاوت‌های فردی و در نتیجه گوناگونی جمعیت را کاهش می‌دهد ← توان بقای جمعیت را **کاهش** می‌دهد.
- به اندازهٔ جمعیت ارتباطی ندارد ← معمولاً به دلیل تغییر محیط، به حذف کامل الل ناسازگار نمی‌انجامد.
- برخلاف رانش، همواره به سازگاری جامعه می‌پردازد.
- **همانند** رانش، سبب **کاهش** گوناگونی افراد در جامعه می‌شود.

«چگونگی مقاوم شدن باکتری‌ها به پادزیست»

عوامل برهم زنندهٔ تعادل در جامعه

- خزانهٔ ژنی جمعیت را تغییر می‌دهند ← خزانهٔ ژنی محدود است.
- ژنوم جمعیت‌ها و گونه‌ها را تغییر نمی‌دهد ← ژنوم به بررسی جایگاه توالی‌ها می‌پردازد.

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

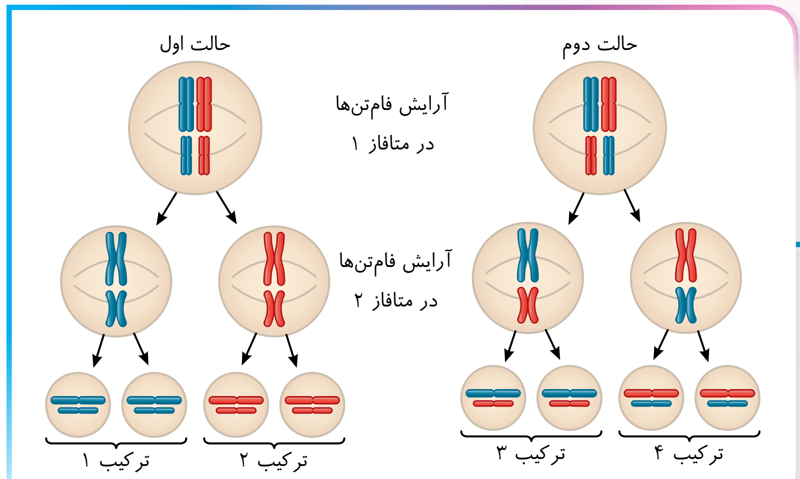
تداوم گوناگونی جمعیت‌ها

- 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.

انواع سازوکارها برای حفظ و تداوم گوناگونی در جمعیت‌ها

۱ گوناگونی دگره‌ای در گامت‌ها

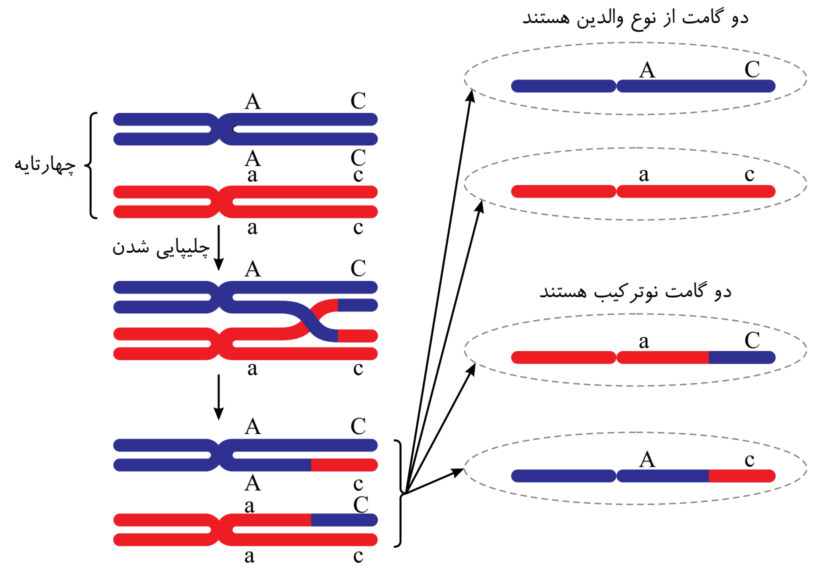
- ویژهٔ جانداران دارای میوز و تولیدمثل جنسی می‌باشد.
- آرایش‌های متفاوت چهارتایه (تتراد) در متافاز میوز ۱ که به ایجاد گامت‌های مختلف می‌انجامد.
- این عمل بدون نیاز به جهش، سبب تنوع در تولیدمثل جنسی می‌شود.
- اگر فردی در همهٔ صفات خالص باشد $(aaBB...)$ ← گوناگونی دگره‌ای آن فقط در اثر جهش ایجاد می‌شود.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



«نحوهٔ توزیع فام‌تن‌ها طی میوز»

۲ نوترکیبی

- نوعی فرایند عادی در پروفاز میوز ۱ می‌باشد که جهش **نمی‌باشد**.
- در پروفاز میوز ۱ هنگام جفت شدن فام‌تن‌های **همتا**، فرایند چلیپایی شدن آغاز می‌شود.
- **چلیپایی شدن (کراسینگ‌اوور)**: قطعه‌ای از فام‌تن بین فامینک‌های **غیرخواهری** در کروموزوم‌های **همتا** مبادله می‌شود.
- طی این فرایند در دو کروماتید **غیرخواهری** از تتراد، پیوندهای فسفودی‌استری، شکسته و تشکیل می‌شوند.
- **فامینک‌های نوترکیب**: اگر قطعات مبادله شده حاوی دگره‌های **متفاوت** باشند، ترکیب جدیدی از دگره‌ای در این دو فامینک به وجود می‌آید.
- **گامت نوترکیب**: گامت‌هایی که فامینک‌های نوترکیب را دریافت می‌کنند، گامت‌های نوترکیب نامیده می‌شوند.
- این فرایند **برخلاف** جهش، سبب ایجاد الل جدید نمی‌شود.
- این فرایند **همانند** گوناگونی دگره‌ها ← تغییری در خزانهٔ ژنتیکی ایجاد 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.



«نوترکیبی بر اثر چلیپایی شدن»

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^AHb^A : سالم
  - Hb^AHb^S : فقط در هنگام کاهش اکسیژن، گویچه‌های آن‌ها داسی می‌شود.
  - Hb^SHb^S : در سنین پایین معمولاً می‌میرند.
- **مالاریا**: بیماری ناشی از نوعی انگل **تک**‌یاخته‌ای آغازی است که **بخشی** از چرخهٔ زندگی خود را در گویچه‌های **قرمز** می‌گذراند.
- فراوانی دگرهٔ Hb^S در مناطقی که مالاریا شایع است، بسیار بیشتر از سایر مناطق است.
- در مناطق مالاریاخیز
  - افراد خالص سالم (Hb^AHb^A) : در معرض ابتلا (ح-س) به بیماری مالاریا هستند ← این افراد، حساس به مالاریا هستند و در صورت ابتلا می‌میرند.
  - افراد ناخالص سالم (Hb^AHb^S)
    - در این افراد، عامل مالاریا نمی‌تواند بیماری ایجاد کند (مقاوم).
    - وقتی گویچهٔ قرمز آن‌ها آلوده می‌شود، آن‌ها داسی‌شکل‌اند و **انگل می‌میرد** ولی فرد به مالاریا مبتلا نمی‌شود.
  - افراد مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل Hb^SHb^S
    - در اثر کم‌خونی داسی‌شکل، معمولاً می‌میرند.
    - اگر به مالاریا مبتلا شوند ← به مالاریا مقاوم هستند و در اثر مالاریا نمی‌میرند.
- دگرهٔ Hb^S در این مناطق باعث بقای جمعیت می‌شود.
- مثال خوبی است که نشان می‌دهد شرایط محیط، تعیین‌کنندهٔ صفتی است که حفظ می‌شود.

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین دکتر اشکان هاشمی به سایت رایان کلاس www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

گفتار ۳

شواهد تغییر گونه‌ها

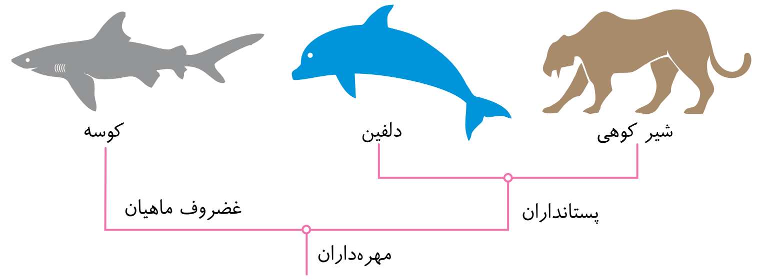
۱ سنگواره‌ها

- تعریف: بقایای یک جاندار یا آثاری از جانداری است که در گذشتهٔ دور زندگی می‌کرده است.
- **انواع**
  - قسمت‌هایی از بدن: سنگواره **معمولاً** حاوی قسمت‌های سخت بدن جانداران است (*مثل استخوان‌ها یا اسکلت خارجی*).
  - تمام بدن
    - ماموت منجمدشده‌ای که همهٔ قسمت‌های بدن آن‌ها، حتی پوست و مو حفظ شده‌اند.
    - حشراتی که در رزین‌های گیاهان به دام افتاده‌اند ← این رزین‌ها در پاسخ به زخم گیاهی و برای محافظت ترشح شده‌اند.
- **دیرینه‌شناسان**
  - به مطالعهٔ 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**
  1. جاندارانی که در گذشته زندگی می‌کرده‌اند و امروز دیگر نیستند، مثل دایناسورها.
  2. جاندارانی که در گذشته زندگی نمی‌کرده‌اند ولی امروز زندگی می‌کنند، مثل گل لاله یا گربه (*گونه‌های جدیدتری هستند*).
  3. گونه‌هایی که از گذشته‌های دور تا زمان حال زندگی کرده‌اند، مثل درخت گیسو.
  4. شواهد سنگواره‌ای درخت گیسو نشان می‌دهد که گونهٔ این درخت در ۱۷۰ میلیون سال پیش هم وجود داشته است.

«برگ درخت گیسو و سنگوارهٔ آن»

۲ تشریح مقایسه‌ای

- در تشریح مقایسه‌ای، اجزای پیکر جانداران گونه‌های **مختلف** با یکدیگر مقایسه می‌شود.
- نشان می‌دهد که ساختار بدنی **بعضی** گونه‌ها از طرح مشابهی برخوردار است.
- مقایسهٔ اندام حرکتی **جلویی** در **مهره‌داران** مختلف، از طرح **ساختاری** یکسان حکایت دارد.
- **اندام‌ها یا ساختارهای همتا**
  - اندام‌هایی را که **طرح ساختاری** آن‌ها یکسان است، حتی اگر کار متفاوتی انجام دهند.
  - مثال‌هایی برای ساختار همتا: دست انسان، بال پرنده، بالهٔ دلفین و دست گربه
  - **نیای** مشترکی دارند، یعنی در گذشته از گونهٔ 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.



«نیای مشترک و گونه‌های خویشاوند»

- **ساختارهای آنالوگ**
  - ساختارهایی را که **کار یکسان** اما طرح ساختاری **متفاوت** دارند.
  - مثال: بال کبوتر و بال پروانه آنالوگ‌اند
    - هر دو برای **پرواز** کردن‌اند (*کار یکسان*).
    - ساختارهای متفاوتی دارند.
    - 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 عدهٔ دیگر، **کوچک** یا **ساده** شده و حتی ممکن است فاقد کار خاصی باشند.
  - این ساختارهای کوچک، ساده یا ضعیف شده را ساختارهای وستیجیال می‌نامیم.
  - مثال: مار پیتون
    - بقای پا در لگن به صورت وستیجیال موجود است.
    - این ساختار نشان از رابطه‌ای میان آن گونه و دیگر مهره‌داران است.
    - 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.

«بقایای پا در مار پیتون»

۳ مطالعات مولکولی

- مقایسهٔ گونه‌ها در تراز **ژنگان** (*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 مقایسهٔ بین دنای جانداران مختلف برای تشخیص خویشاوندی آن‌ها استفاده می‌شود.
- هرچه دو جاندار شباهت بیشتری بین دنای آن‌ها وجود داشته باشد، خویشاوندی نزدیک‌تری دارند و می‌توان به تاریخچهٔ 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.

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

گونه‌زایی

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 جانداری 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.

جدایی تولیدمثلی

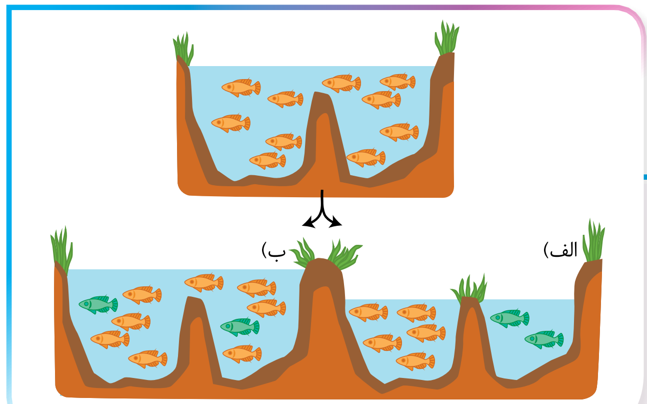
- منظور از جدایی تولیدمثلی ← عواملی هستند که مانع آمیزش بعضی از افراد یک گونه با برخی افراد دیگر همان گونه در جمعیت‌های مختلف می‌شود.
- عواملی است که مانع آمیزش بعضی از افراد یک گونه با بعضی دیگر از افراد همان گونه می‌شوند ← سبب ایجاد دو جمعیت و دو خزانهٔ ژنی جدا از هم می‌شود ← احتمال ایجاد گونهٔ جدید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

انواع آن براساس سازوکار ایجاد

- همواره با جدایی تولیدمثلی آغاز می‌شوند.

دگرمیهنی

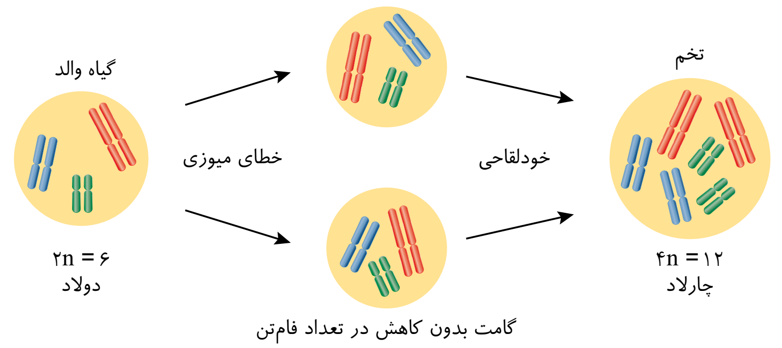
- **جدایی جغرافیایی** رخ می‌دهد مانند کوه‌زایی، ایجاد کوه، دره و یا دریاچه ← سبب جدایی تولیدمثلی برخی افراد می‌شود.
- گاهی بر اثر وقوع رخدادهای زمین‌شناختی و سدهای جغرافیایی، یک جمعیت به دو قسمت جداگانه تقسیم می‌شود.
- ارتباط دو قسمت از جمعیت اولیه قطع می‌شود و **شارش** بین آن‌ها متوقف می‌گردد.
- به تدریج دو جمعیت متفاوت می‌شوند.
- پدیده‌هایی که وقوع آن‌ها در این حالت نیز ادامه دارد
  - جهش ← ایجاد الل‌های جدید
  - نوترکیبی ← ایجاد ترکیب جدید الل‌ها در گامت‌ها
  - انتخاب طبیعی ← انتخاب افراد سازگارتر با تغییرات محیط
  - رانش ← در صورتی مؤثر است که جمعیت جدا شدهٔ اولیه از سایر افراد، تعداد کم یا اندازهٔ 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 گونهٔ مختلف گفته می‌شود.



«الف) گونه‌زایی دگرمیهنی و ب) هم‌میهنی»

هم‌میهنی

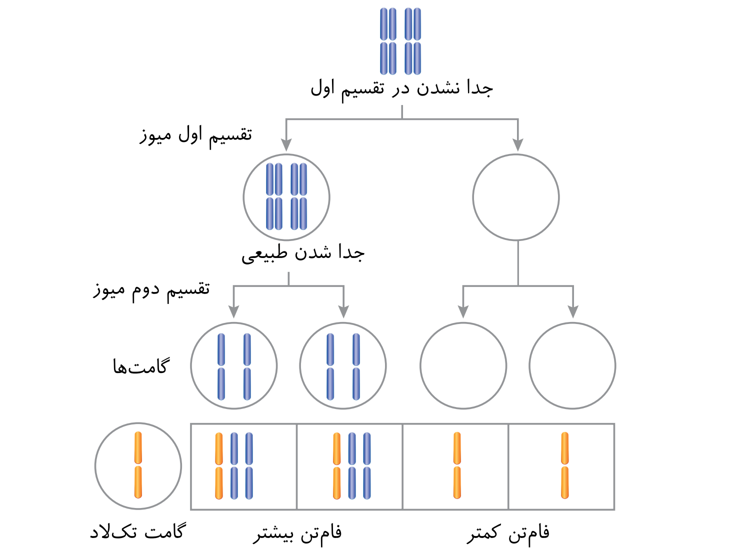
- در **یک زیستگاه** جدایی تولیدمثلی اتفاق می‌افتد و در نتیجه گونهٔ جدیدی حاصل می‌شود.
- جدایی جغرافیایی رخ نمی‌دهد.
- در این گونه‌زایی نیز جهش، رانش و انتخاب طبیعی نقش دارند.
- مثال: پیدایش گیاهان چندلادی (*پلی‌پلوئیدی*)
- چندلادی به تولید گیاهانی منجر می‌شود که **زیستا** و **زایا** هستند ← ولی در آمیزش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



«چگونگی تشکیل گیاه چارلاد از گیاه دولاد»

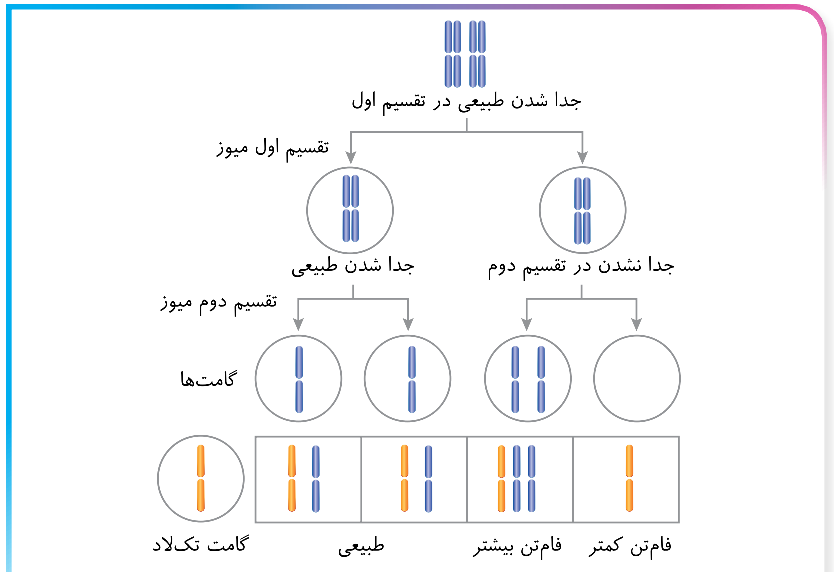
آزمایشات هوگو دووری

- با گیاهان گل مغربی $(2n=14)$ کار می‌کرد ← در **هر** مجموعهٔ خود ۷ کروموزوم **غیر**همتا دارند.
- در آمیزش عادی، گامت‌های $n=7$ ایجاد می‌کردند.
- دووری، 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 تولیدکنندهٔ آن‌ها، دو یاختهٔ $2n=14$ 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 زادهٔ آن‌ها نمی‌تواند یک گونهٔ جدید به حساب بیاید.
- اگر گیاه چارلاد خودلقاحی کند یا با گیاه مانند خود دگرلقاحی کند، یاختهٔ $4n$ حاصل می‌شود.
- گیاه $4n$ زیستا و زایاست ولی با گیاه $2n$ نمی‌تواند آمیزش موفقیت‌آمیز کند، بنابراین به گونهٔ جدیدی تعلق دارد.



توضیح: اگر طی تولید گامت‌ها در یاختهٔ $2n$، همهٔ کروموزوم‌ها در آنافاز ۱ میوز جدا نشوند، در نهایت دو نوع گامت ایجاد می‌شود:

- الف) گامت‌هایی بدون کروموزوم هسته‌ای
- ب) گامت‌هایی با تعداد کروموزوم برابر با یاختهٔ اولیهٔ $(2n)$



توضیح: اگر در یاختهٔ $2n$، جدا نشدن کروموزوم‌ها در یکی از یاخته‌های شروع‌کنندهٔ میوز ۲ رخ دهد:

- سه نوع گامت در انتها ایجاد می‌شود
  - دوتا گامت طبیعی (n)
  - یک گامت دیپلوئید $(2n)$
  - یک گامت خالی از کروموزوم هسته‌ای

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

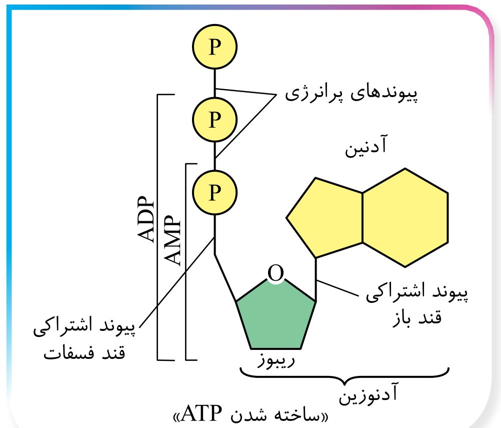
کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

گفتار ۱ و ۲

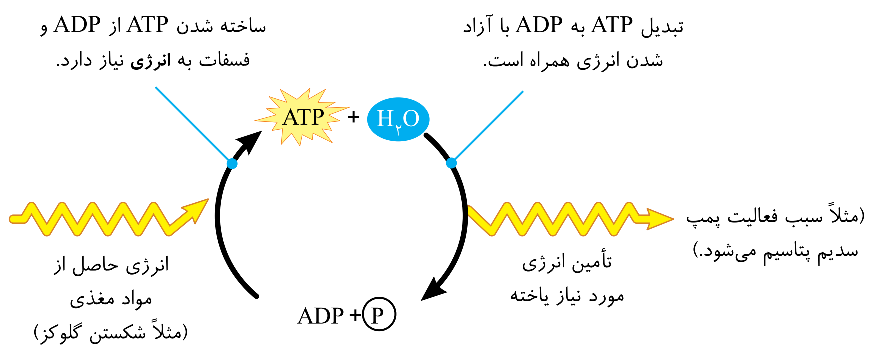
تأمین انرژی

ATP

- 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.
- متشکل از باز آلی آدنین، قند پنج‌کربنی ریبوز و سه گروه فسفات است.
- به مجموعهٔ باز آلی آدنین و قند ریبوز آن، آدنوزین گفته می‌شود.
- افزوده شدن فسفات به آدنوزین در سه مرحله روی می‌دهد: آدنوزین $\xrightarrow{P_i}$ AMP $\xrightarrow{P_i}$ ADP $\xrightarrow{P_i}$ ATP
- به‌طور معمول از ADP تشکیل می‌شود.
- پیوندهای پرانرژی 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 آبدهی 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.



«ساخته شدن ATP»



«تبدیل ADP و ATP به یکدیگر»

روش‌های ساخت

- ۱) **ساخته شدن ATP در سطح پیش‌ماده**
  - گروه فسفات از یک ترکیب فسفات‌دار (پیش‌ماده) و افزودن آن به ADP است.
  - مثال
    - تولید ATP در مرحلهٔ آخر گلیکولیز (قندکافت) هر نوع تنفس یاخته‌ای از پیش‌مادهٔ سه‌کربنی دوفسفاته
    - تولید ATP در چرخهٔ کربس ← مخصوص بخش هوازی تنفس یاخته‌ای می‌باشد.
    - تولید ATP در ماهیچه‌ها به کمک کراتین فسفات
      - طبق واکنش مقابل، **به سرعت**، ATP تولید می‌کند. $CP+ADP \rightarrow$ کرآتین $(C)+ATP$
      - کرآتین، سپس در ماهیچه به مادهٔ زائد نیتروژن‌دار **کرآتینین** تبدیل می‌شود.
      - کرآتینین‌ها وارد خون شده و سپس به عنوان مادهٔ زائد نیتروژن‌دار از کلیه‌ها دفع می‌شوند.
      - در جایگاه فعال آنزیم مورد نیاز آن، فسفات‌ها در کنار هم قرار می‌گیرند.
- ۲) **ساخته شدن ATP اکسایشی** ← از یون فسفات و انرژی حاصل از انتقال الکترون‌ها در راکیزه ساخته می‌شود ← مخصوص تنفس یاخته‌ای هوازی است.
- ۳) **ساخته شدن ATP نوری** ← در سبزدیسه انجام می‌شود ← نیاز به زنجیرهٔ انتقال الکترون دارد ← در فتوسنتز تولید و مصرف می‌شود.

«ساخته شدن ATP در سطح پیش‌ماده»

تنفس یاخته‌ای

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

۱ تنفس هوازی

- تجزیهٔ مادهٔ مغذی و تولید ATP با حضور **اکسیژن** انجام می‌شود.
- واکنش کلی آن: $C_6H_{12}O_6+6O_2+ADP+P \rightarrow 6CO_2+6H_2O+ATP$
- دو مرحله دارد
  - الف) بخش بی‌هوازی (مستقل از اکسیژن): قندکافت (گلیکولیز) ← در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم هر یاختهٔ زنده‌ای رخ می‌دهد.
  - ب) بخش هوازی (وابسته به اکسیژن)
    - در یوکاریوت‌ها، درون راکیزه انجام می‌شود.
    - ۱) اکسایش پیرووات
    - ۲) چرخهٔ کربس (اکسایش استیل)
    - ۳) زنجیرهٔ انتقال الکترون ← بیشترین مقدار ATP را به صورت اکسایشی تولید می‌کند.
- بازدهٔ انرژی
  - به ازای تجزیهٔ کامل گلوکز در بهترین شرایط آزمایشگاهی، یاختهٔ یوکاریوت، حداکثر ۳۰ATP تولید می‌کند.
  - تولید ATP در یاخته‌های متفاوت و متناسب با نیاز بدن فرق می‌کند.
- تنظیم تنفس یاخته‌ای
  - هورمون‌های یددار تیروئیدی با تنظیم سوخت‌وساز یاخته‌ها، سبب تنظیم مقدار ATP می‌شوند.
  - اگر ATP زیاد باشد، آنزیم‌های درگیر در قندکافت و چرخهٔ 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 می‌شود.
  - یاخته‌های بدن به‌طور معمول از گلوکز و ذخیرهٔ قندی کبد برای تأمین انرژی استفاده می‌کنند.
  - در صورت عدم منابع کافی، یاخته‌ها به سراغ تجزیهٔ 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.

۲ تنفس بی‌هوازی (تخمیر)

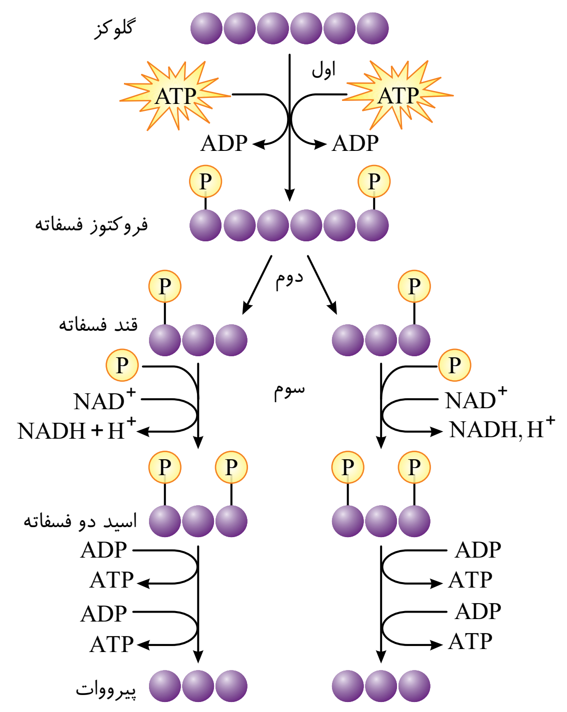
- **دو مرحله دارد**
  - **قندکافت (گلیکولیز)**
    - در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم رخ می‌دهد.
    - کمی ATP تولید می‌کند.
  - **ادامهٔ دو نوع تخمیر مهم**
    - **الکلی**
      - در نهایت اتانول و CO_2 تولید می‌کند.
      - در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم رخ می‌دهد.
    - **لاکتیکی**
      - در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم رخ می‌دهد.
      - در نهایت با الکترون‌گیری پیرووات، لاکتات تولید می‌کند.
      - تنها تنفس یاخته‌ای است که CO_2 تولید نمی‌کند.

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

الف) قندکافت (گلیکولیز)

- اولین مرحلهٔ تنفس یاخته‌ای و به معنی تجزیهٔ گلوکز است.
- در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم و به صورت چندمرحله‌ای در هر یاختهٔ زنده‌ای انجام می‌شود.
- متشکل از مراحلی است
  - ① گلوکز با گرفتن فسفات‌های ATP به فروکتوز فسفاته تبدیل می‌شود (*این ATPها برای انرژی فعال‌سازی واکنش صرف می‌شوند*).
  - ② از تجزیهٔ گلوکز فسفاته، دو قند سه‌کربنی یک‌فسفاته حاصل می‌شود.
  - ③ هر قند سه‌کربنهٔ یک‌فسفاته با گرفتن یک فسفات آزاد دیگر به مادهٔ اسیدی دوفسفاته تبدیل می‌شود ← در این مرحله، به ازای تولید هر اسید، یک $NADH$ و یک H^+ ایجاد می‌شود.
  - ④ هر اسید دوفسفاته بعد از طی مراحلی به مولکول سه‌کربنی به نام پیرووات تبدیل می‌شود ← در این مرحله به ازای هر پیرووات، دو مولکول ATP در سطح پیش‌ماده تولید می‌شود.
- در قندکافت، $O_۲$ و $CO_۲$، تولید و مصرف نمی‌شود.



«مراحل قندکافت»

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.

گیرنده‌های الکترونی در تنفس یاخته‌ای

NAD^+

- در قندکافت و بخش هوازی تنفس برای اکسایش پیرووات و استیل، مصرف می‌شود (NAD^+ *در واکنش، با گرفتن الکترون کاهش می‌یابد*).
- مادهٔ نیکوتین‌دار دی‌نوکلئوتیدی می‌باشد.
- در تخمیر و زنجیرهٔ انتقال الکترون دوباره‌سازی می‌شود ($NADH$، *اکسایش می‌یابد*) $NAD^+ + ۲H^+ + ۲e^- \rightleftharpoons NADH + H^+$
- 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.

FAD

- گیرندهٔ الکترون مخصوص اکسایش استیل در بخش هوازی تنفس است.
- در بسترهٔ راکیزه در واکنش چرخهٔ کربس مصرف می‌شود (*با گرفتن الکترون کاهش می‌یابد*).
- با گرفتن دو اتم هیدروژن به صورت ناقل الکترونی $FADH_۲$ درمی‌آید. $FAD + ۲e^- + ۲H^+ \rightleftharpoons FADH_۲$
- مادهٔ دی‌نوکلئوتیدی می‌باشد.
- همراه با ایجاد $FADH_۲$، پروتونی به صورت آزاد حمل نمی‌شود.
- در زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه (*بین پمپ اول و دوم*) دوباره‌سازی می‌شود ($FADH_۲$ *اکسایش می‌یابد*).

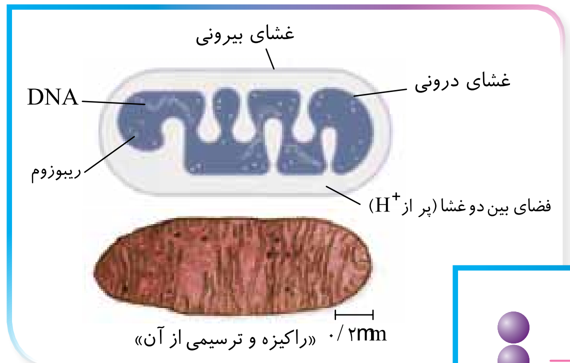
برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

ب بخش هوازی یا وابسته به اکسیژن در یوکاریوت‌ها

ساختمان راکیزه

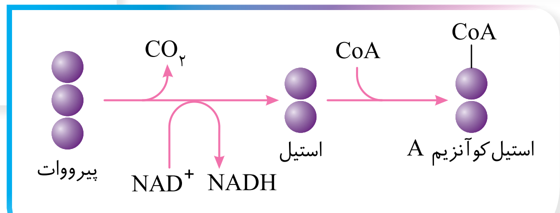
- دو غشای داخلی چین‌خورده و بیرونی صاف دارد. چین‌های غشای درونی به سمت داخل یا بستره می‌باشد.
- درون آن دو فضا دارد: بخش داخلی (*بستره*) و بخش بیرونی (*فضای بین دو غشا*)
- برای تنفس یاخته‌ای به پروتئین‌هایی که ژن‌های آن‌ها در هسته قرار دارد وابسته است. این پروتئین‌ها در ریبوزوم‌های مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم ساخته می‌شوند.
- دارای دنا یا دناهای مستقل از هسته و رناتن **مخصوص** به خود هستند. در آن همانندسازی، رونویسی و پروتئین‌سازی انجام می‌شود.
- در دنای 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 ترجمهٔ هم‌زمان دارد*).
- دنای آن ژنوم سیتوپلاسمی انسان را شامل می‌شود.



«راکیزه و ترسیمی از آن»

۱ اکسایش پیرووات

- در راکیزهٔ یوکاریوت‌ها انجام می‌شود.
- پیرووات از طریق انتقال **فعال** وارد راکیزه می‌شود و در آنجا اکسایش می‌شود.
- پیرووات در راکیزه یک CO_2 از دست می‌دهد و به بنیان استیل تبدیل می‌شود ← ضمن این عمل یک NAD^+ با کاهش یافتن به $NADH$ به همراه یک پروتون تبدیل می‌شود.
- بنیان استیل با اتصال به مولکولی آلی به نام کوآنزیم A، استیل‌کوآنزیم 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 مرحلهٔ تولید CO_2 در تنفس یاخته‌ای می‌باشد.



«اکسایش پیرووات و تشکیل استیل‌کوآنزیم A»

۲ چرخهٔ کربس

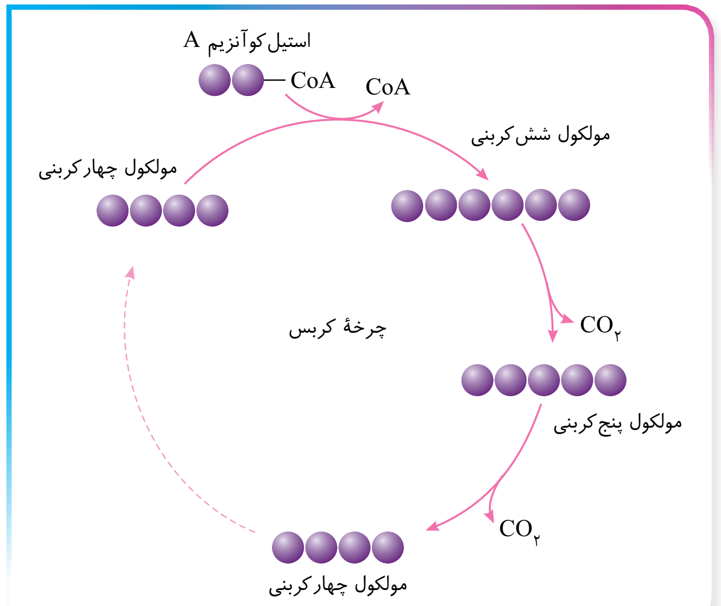
- واکنش‌های چرخه‌ای برای اکسایش گروه استیل در بسترهٔ راکیزه می‌باشد.
- چرخه با مادهٔ چهارکربنی شروع می‌شود و در آخر دوباره‌سازی می‌شود.
- مولکول گلوکز اولین در پایان این مرحله تا حد تشکیل مولکول‌های CO_2 تجزیه شده است.
- واکنش‌های آن به صورت چرخه‌ای از واکنش‌های آنزیمی صورت می‌گیرد.

مراحل

۱) ترکیب استیل‌کوآنزیم A با مولکول چهارکربنی ← سبب جدا شدن کوآنزیم A و تشکیل مولکول شش‌کربنی می‌شود.
۲) تبدیل مولکول شش‌کربنی به مولکول پنج‌کربنی با آزاد کردن CO_2
۳) تبدیل مولکول پنج‌کربنی به اولین مولکول چهارکربنی با آزاد کردن CO_2
۴) بازسازی مولکول چهارکربنی اولیه برای گرفتن استیل‌کوآنزیم دیگر ← تبدیل انواع مولکول‌های چهارکربنی به یکدیگر

- مولکول‌های $NADH$، $FADH_2$ و ATP 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 مرحلهٔ چرخه‌های کربس، انرژی حاصل از تجزیهٔ گلوکز، صرف ساخته شدن ATP، $FADH_2$ و $NADH$ شده است.
- تا پایان مرحلهٔ چرخه‌های کربس، همهٔ $6CO_2$ حاصل از تجزیهٔ گلوکز، در بسترهٔ راکیزه آزاد شده‌اند.

$$FAD+2H^++2e^- \rightleftharpoons FADH_2$$



«طرح ساده‌ای از چرخهٔ کربس»

۳ زنجیرهٔ انتقال الکترون (تشکیل ATP اکسایشی)

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.

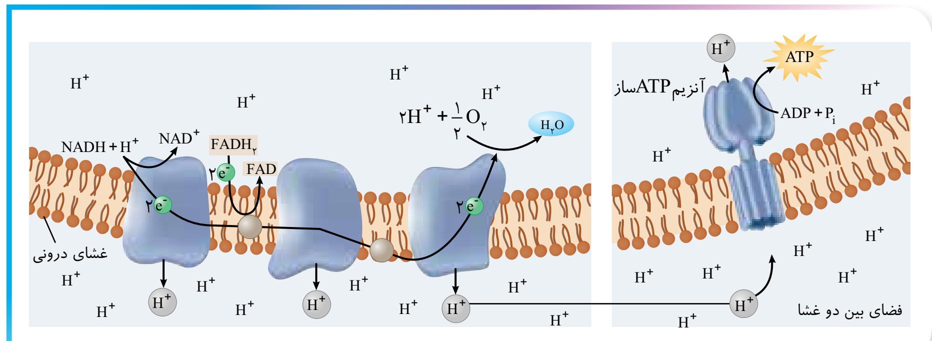
۳ اجزای زنجیره

پمپ‌ها

- همگی پروتون‌ها را برخلاف شیب غلظت از بسترهٔ راکیزه به فضای بین دو غشای آن می‌برند.
- همگی انرژی زیستی مورد نیاز خود را از الکترون عبوری می‌گیرند (نه ATP !).
- 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 بسترهٔ راکیزه برمی‌گرداند تا به O_2 برساند ← یون اکسید ایجاد می‌کند.

پروتئین‌ها

- 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.



«زنجیرهٔ انتقال الکترون در راکیزه و تشکیل ATP»

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 (*اتم اکسیژن با دو بار منفی*) 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 بسترهٔ راکیزه، مقداری آب تولید می‌شود.
۸) انرژی لازم برای انتقال پروتون‌های آن از الکترون‌های پرانرژی $NADH$ 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 (*بستره*) برگردند.
۱۰) پروتون‌ها فقط از طریق مجموعه‌ای پروتئینی به نام آنزیم ATPساز به بخش داخلی راکیزه می‌روند (*این مجموعه از اجزای زنجیرهٔ 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 گیرندهٔ نهایی الکترون و پروتون در تنفس هوازی می‌باشد.

$$\frac{1}{2}O_2+2e \rightarrow O^{2-} \quad , \quad O^{2-}+2H^+ \rightarrow H_2O$$

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

خلاصه‌ای از تنفس هوازی

گفتار ۳

تنفس بی‌هوازی (تخمیر)

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 زنجیرهٔ انتقال الکترون نقشی ندارند.
- از دو مرحله تشکیل شده، یکی مرحلهٔ قندکافت و یکی مرحلهٔ تداوم تولید NAD^+ ← به مجموع هر دو مرحلهٔ 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 گیرندهٔ نهایی الکترونی آن‌ها نوعی مادهٔ آلی می‌باشد.

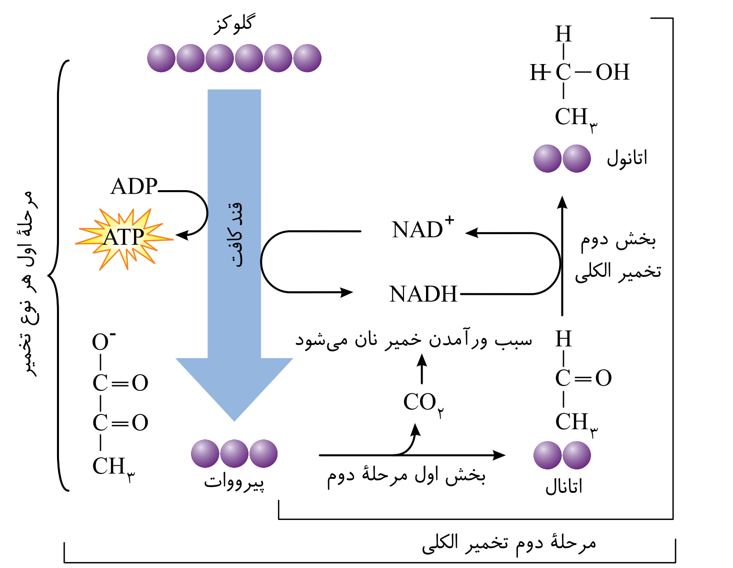
دو نوع تخمیر

مرحلهٔ اول هر نوع تخمیر ← قندکافت یا گلیکولیز است
- در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم رخ می‌دهد.
- هر ATP تنفس بی‌هوازی در این مرحله ایجاد می‌شود.
- محصول آن، پیرووات، ATP در سطح پیش‌ماده و NADH می‌باشد.

مرحلهٔ دوم

۱ در تخمیر الکلی

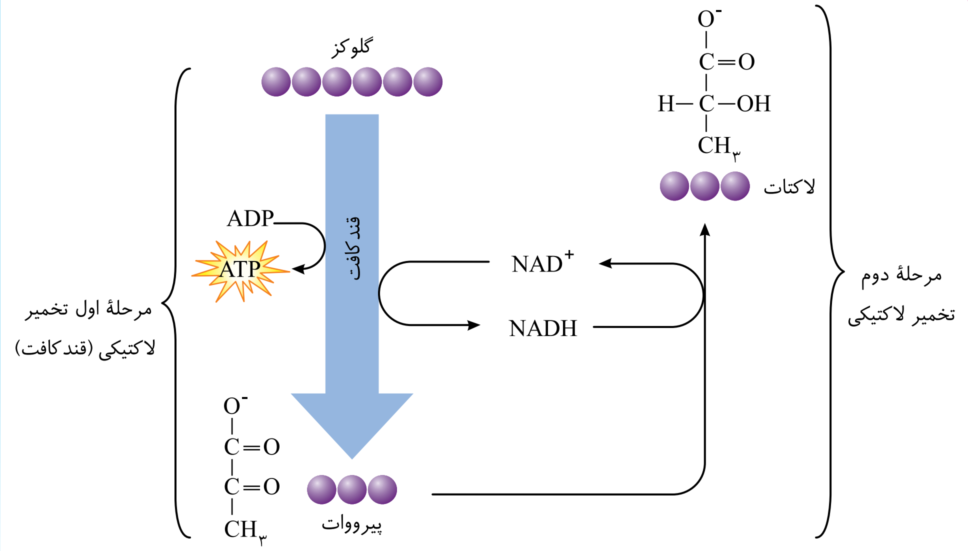
- در برخی باکتری‌ها، در قارچ مخمر نان و برخی یاخته‌های گیاهان انجام می‌شود.
- واکنشی دومرحله‌ای است.
- در مرحلهٔ اول، پیرووات حاصل از قندکافت با از دست دادن CO_2 به اتانال تبدیل می‌شود.
- در مرحلهٔ دوم، ضمن واکنش‌های کاهشی، اتانال با گرفتن الکترون‌های NADH، اتانول ایجاد می‌کند و NAD^+ دوباره‌سازی می‌شود.
- ورآمدن خمیر نان به علت انجام این نوع تخمیر است و با تولید CO_2 ایجاد می‌شود.
- تخمیر الکلی در نهایت سبب تولید اتانول، CO_2 و ATP می‌شود.
- مرحلهٔ دوم تخمیر الکلی سبب تولید اتانول، CO_2 و NAD^+ می‌شود.
- مادهٔ نهایی الکترون گیرندهٔ آن اتانال آلی می‌باشد.



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

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_2 تولید نمی‌شود.
- پیرووات حاصل از قندکافت وارد راکیزه‌ها نمی‌شود، بلکه با گرفتن الکترون‌های NADH به لاکتات تبدیل می‌شود.
- اگر اکسیـژن کافی برای تجزیهٔ گلوکز در ماهیچه‌های اسـکلتی وجود نداشـته باشـد، 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 لاکتیکی، علت ترش شدن شیر، لاکتیک‌اسید است.»

تخمیر در گیاهان

- هر دو نوع تخمیر الکلی و لاکتیکی در گیاهان وجود دارد.
- تجمع الکل یا لاکتیک اسید در یاختهٔ گیاهی به مرگ آن می‌انجامد، بنابراین باید از یاخته‌ها دور شوند.
- گیاهانی که به‌طور طبیعی در شرایط غرقابی رشد می‌کنند، سازوکارهایی برای تأمین اکسیژن مورد نیاز دارند
  - یا به کمک شش ریشه‌ها، از هوا O_2 می‌گیرند.
  - یا نرم‌آکنهٔ پرهوا دارند.
- تشکیل بافت نرم‌آکنهٔ هوادار در گیاهان آبزی (آزولا، تویره‌واش) و شش ریشه در درخت حرّا مثالی از این سازوکارها هستند.

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین دکتر اشکان هاشمی به سایت رایان کلاس www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

سلامت بدن (پاداکسنده‌ها)

رادیکال‌های آزاد

نکات

- رادیکال‌های آزاد به علت داشتن الکترون‌های جفت نشده در ساختار خود، واکنش‌پذیری بالایی دارند.
- می‌توانند در واکنش با مولکول‌های تشکیل دهندهٔ بافت‌های بدن، به آن‌ها آسیب برسانند.
- در فرایند تنفس هوازی امکان تولید رادیکال آزاد از اکسیژن وجود دارد.
- اتم اکسیژن برخلاف مولکول اکسیژن به عنوان یک رادیکال آزاد بوده و می‌تواند به مولکول‌های زیستی آسیب برساند.
- در گاهی موارد، درصدی از اکسیژن‌ها وارد واکنش تشکیل آب نمی‌شوند و به صورت رادیکال آزاد درمی‌آیند.
- راکیزه‌ها برای مقابله با اثر سمی رادیکال آزاد به ترکیبات پاداکسنده وابسته‌اند.
- میوه‌ها و سبزیجات دارای پاداکسنده‌هایی مانند کاروتنوئیدها و آنتوسیانین‌ها هستند.
- کاروتنوئیدهای درون پلاست‌ها می‌توانند در راکیزه وارد شوند و مانع عمل رادیکال‌های آزاد شوند.
- پاداکسنده‌ها در واکنش با رادیکال‌های آزاد مانع از اثر تخریبی آن‌ها بر مولکول‌های زیستی و در نتیجه مانع تخریب بافت‌های بدن می‌شوند.
- واکنش تشکیل آب دو مرحله دارد
  - مرحله اول ← ترکیب O_2 با الکترون‌ها و ایجاد یون اکسید منفی (O^{2-}) ← یون اکسید رادیکال آزاد نمی‌باشد.
  - مرحله دوم ← ترکیب یون O^{2-} (اکسید) با پروتون و تشکیل آب

تجمع رادیکال‌های آزاد

- وقتی به وجود می‌آید که سرعت تشکیل رادیکال آزاد از سرعت مبارزه با آن‌ها بیشتر باشد
  - یا در اثر کمبود مواد پاداکسنده بوده است.
  - یا عواملی از رسیدن الکترون‌ها به اکسیژن جلوگیری کرده‌اند (مثل سیانید).
- ابتدا سبب تخریب راکیزه و سپس تخریب یاخته می‌شود.

علت

۱ اثر الکل

- سرعت تشکیل رادیکال‌های آزاد از اکسیژن را افزایش می‌دهد.
- مانع عملکرد راکیزه در جهت کاهش رادیکال آزاد می‌شود.
- تجمع رادیکال آزاد ← حمله به DNA حلقوی راکیزه ← تخریب راکیزه ← مرگ یاخته‌های کبدی ← بافت‌مردگی (نکروز) (مرگ تصادفی) ← اختلال در کار کبد و از کار افتادن آن
- اختلال در کار کبد و از کار افتادن آن از شایع‌ترین عوارض نوشیدن مشروبات الکلی است.

۲ نقص ژنی

- گاه نقص در ژن‌های مربوط به پروتئین‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون، به ساخته شدن پروتئین‌های معیوب می‌انجامد ← مانع انتقال الکترون کافی به O_2 می‌شود.
- راکیزه با این پروتئین‌های معیوب در مبارزه با رادیکال‌های آزاد عملکرد مناسبی ندارد ← احتمال تخریب دنای راکیزه بالا می‌رود.
- این نقص ژنی می‌تواند مربوط به ژن‌های درون هسته یا خود راکیزه باشد.

توقف انتقال الکترون

- مواد سمی فراوانی وجود دارند که یک یا تعدادی از واکنش‌های تنفس هوازی را مهار می‌کنند ← سبب توقف تنفس یاخته‌ای ← مرگ

سیانید

- سبب توقف واکنش **نهایی** مربوط به انتقال الکترون به O_2 می‌شود
  - احتمال تولید یون اکسید (O^{2-}) را در راکیزه کم می‌کند ← تولید آب نیز کم می‌شود.
  - احتمال ایجاد رادیکال آزاد از اکسیژن زیاد می‌شود.
  - چون مراحل انتهایی زنجیره را دچار اختلال می‌کند، روی تولید NAD^+ و FAD اثر مستقیم ندارد.

کربن مونواکسید

- اتصال پایدار به هموگلوبین در محل اتصال اکسیژن دارد ← مانع اتصال اکسیژن به هموگلوبین می‌شود ← اختلال در تنفس یاخته‌ای ← مقدار تنفس هوازی و تولید ATP در یاخته کم می‌شود.
- همانند سیانید سبب توقف واکنش‌های مربوط به انتقال الکترون به اکسیژن می‌شود
  - احتمال ایجاد یون اکسید و آب را کم کرده
  - احتمال تولید رادیکال آزاد اکسیژن را زیاد می‌کند.

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

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

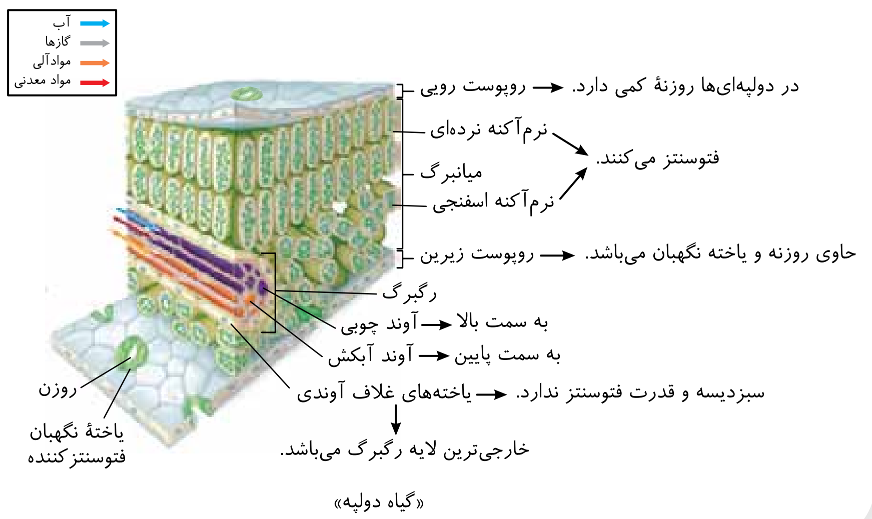
گفتار ۱

فتوسنتز

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 مادهٔ آلی 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 به‌جز **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.
  - **هر** یاختهٔ فتوسنتزکننده باید رنگیزهٔ جذب نور و دنای **حلقوی** داشته باشد.
  - **هر** یاختهٔ فتوسنتزکننده باید سامانه‌ای برای تبدیل انرژی نوری به شیمیایی داشته باشد.

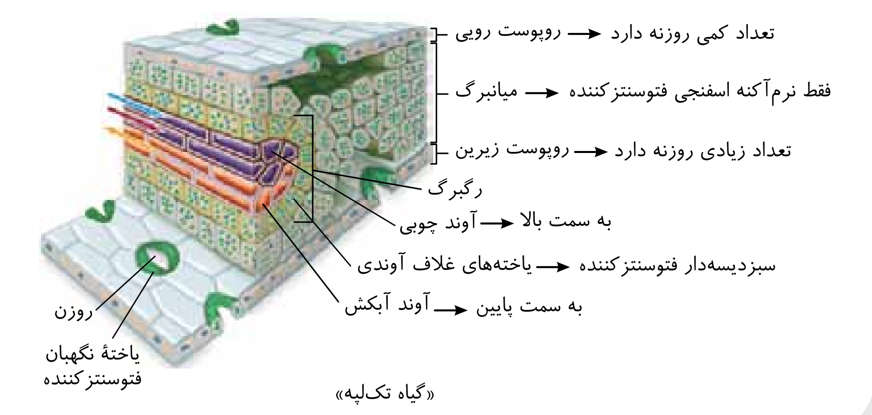
برگ

ساختار برگ گیاه دولپه
- **فاقد** کامبیوم و رشد قطری می‌باشد ← واجد سه سامانهٔ 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.
- **پهنک**
  - **روپوست**
    - رویی ← یاختهٔ نگهبان و روزنهٔ هوایی کم، کرک، پوستک و یاختهٔ ترشحی دارد.
    - زیرین ← یاختهٔ نگهبان و روزنهٔ هوایی زیاد، کرک، پوستک و یاختهٔ ترشحی دارد.
  - **میانبرگ**
    - از نوع اسفنجی ← چند لایهٔ فتوسنتزکننده با فضای بین‌یاخته‌ای زیاد در مجاور روپوست زیرین می‌باشد.
    - انواع نرده‌ای ← چند لایهٔ فتوسنتزکننده با فضای بین‌یاخته‌ای کم و فشرده در مجاور روپوست رویی می‌باشد.
    - از بافت نرم‌آکنه‌ای سبزدیسه‌دار می‌باشد.
  - **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.



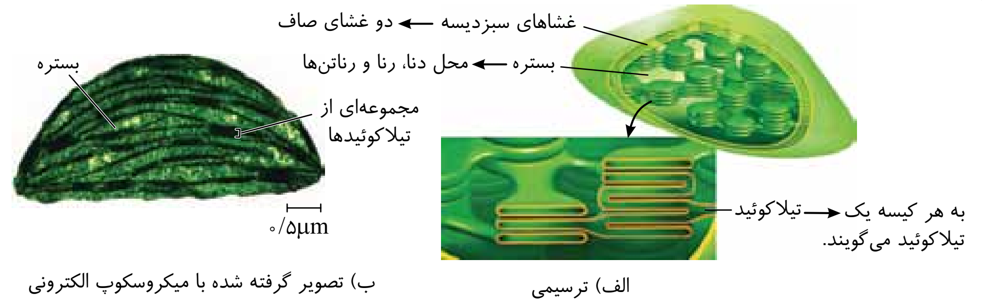
«گیاه دولپه»

ساختار برگ گیاه تک‌لپه
- فاقد پهنک و دمبرگ می‌باشند.
- **سه سامانهٔ بافتی دارد**
  - **پوششی**
    - **روپوست رویی**
      - تعدادی کرک و یاختهٔ ترشحی به همراه پوستک دارد.
      - تعداد کمی یاختهٔ نگهبان فتوسنتزکننده و روزنهٔ هوایی دارد.
      - به میانبرگ اسفنجی متصل است.
    - **روپوست زیرین**
      - تعداد یاختهٔ نگهبان و روزنهٔ هوایی بیشتری دارد.
      - تعدادی کرک، یاختهٔ ترشحی و پوستک دارد.
      - به میانبرگ اسفنجی متصل است.
  - **زمینه‌ای** ← فقط یاخته‌های اسفنجی با فضای بین‌یاخته‌ای فراوان دارند.
  - **آوندی** ← **رگبرگ دارند**
    - غلاف آوندی سبزدیسه‌دار فتوسنتزکننده دارند.
    - آوند چوبی به سمت بالا دارند.
    - آوند آبکش به سمت پایین دارند.



«گیاه تک‌لپه»

سبزدیسه
- همانند راکیزه، هسته و سایر پلاست‌ها اندامکی دوغشایی می‌باشد.
- در پروکاریوت‌ها وجود ندارد ← ویژهٔ گیاهان و برخی آغازیان می‌باشد.
- **ساختار**
  - غشای بیرونی ← صاف بوده و در فتوسنتز نقشی ندارد.
  - غشای درونی ← صاف بوده و در فتوسنتز نقشی ندارد.
  - بستره ← محل دنای 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 تجزیهٔ 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.



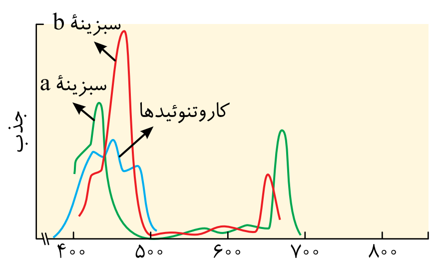
«ساختار سبزدیسه»

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

رنگیزه‌های فتوسنتزی

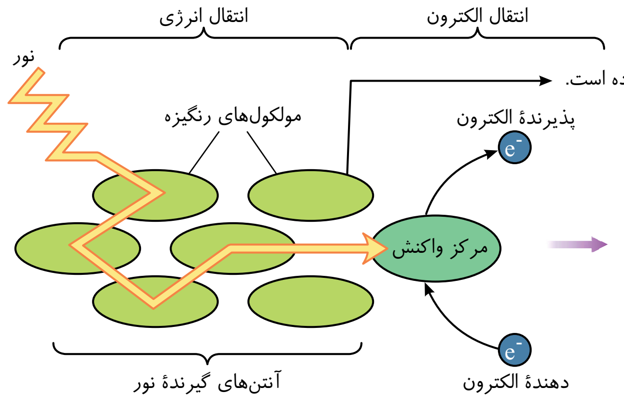
- در غشای تیلاکوئیدها درون سامانه‌های تبدیل انرژی به نام فتوسیستم قرار دارند.
- **سبزینه**
  - **سبزینهٔ a و b**
    - بیشترین جذب: در محدودهٔ ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر ← آبی، بنفش و در محدودهٔ ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر ← قرمز، نارنجی
    - حداکثر جذب: در ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر است که مقدار جذب سبزینهٔ b از a بیشتر است.
    - در طول موج ۵۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر، کمترین جذب را در نور سبز و زرد دارند.
  - بیشترین رنگیزه در سبزدیسه‌هاست ← در اطراف کاروتنوئیدها قرار دارد.
  - نوع a آن در غشای سیانوباکتری‌ها نیز وجود دارد.
- **کاروتنوئید**
  - رنگیزه‌هایی در سبزدیسه‌ها و رنگ‌دیسه‌ها می‌باشند.
  - در سبزدیسه‌ها در لابه‌لای 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 می‌شوند ← در ریشهٔ هویج و میوهٔ 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.



«طیف جذبی رنگیزه‌های فتوسنتزی»

فتوسیستم

- سامانه‌های تبدیل انرژی هستند که در هر جاندار فتوسنتزکننده وجود دارند.
- حاوی رنگیزه‌های فتوسنتزی متنوع به همراه انواع پروتئین‌ها هستند.
- **ساختار**
  - آنتن‌های گیرندهٔ نور
    - رنگیزه‌های متفاوت (*سبزینه‌ها و کاروتنوئیدها*) دارند.
    - حداکثر جذب نور در رنگیزه‌های این بخش طی طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر صورت می‌گیرد.
    - انواع پروتئین دارند.
    - وظیفهٔ انتقال انرژی به همدیگر و به مرکز واکنش دارند.
  - یک مرکز واکنش شامل
    - مولکول‌های سبزینهٔ a است که در بستری پروتئینی قرار دارند.
    - حاوی الکترون‌هایی است که با آزاد کردن آن‌ها، واکنش‌های نوری فتوسنتز آغاز می‌شود.
    - سبزینهٔ a درون مرکز واکنش فتوسیستمی را با علامت P نشان می‌دهند.
- **انواع**
  - فتوسیستم ۱
    - حداکثر جذب سبزینهٔ a در مرکز واکنش آن، در طول موج ۷۰۰ نانومتر است.
    - به سبزینهٔ a در آن $P700$ می‌گویند.
    - کمبود الکترونی خود را از مرکز واکنش فتوسیستم ۲ جبران می‌کند.
  - فتوسیستم ۲
    - حداکثر جذب سبزینهٔ a در مرکز واکنش آن، در طول موج ۶۸۰ نانومتر است.
    - به سبزینهٔ a در آن $P680$ می‌گویند.
    - کمبود الکترونی خود را با تجزیهٔ 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.



آنتنی که در انتقال انرژی شرکت نکرده است.

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

«انتقال انرژی به مرکز واکنش و خروج الکترون از آن»

اسپیروژیر

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

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

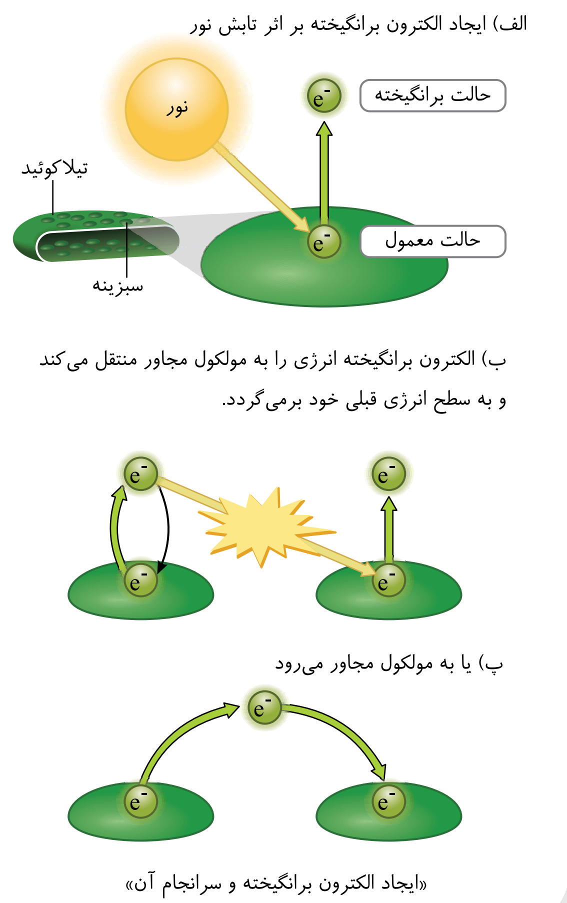
گفتار ۲

واکنش‌های فتوسنتزی

واکنش‌های وابسته به نور (واکنش‌های تیلاکوئیدی)

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 رنگیزهٔ بعدی به مدار خود برگردد (شکل ب).
- ممکن است از رنگیزه خارج و به وسیلهٔ رنگیزه یا مولکولی دیگر گرفته شود (شکل پ).
- انرژی آن‌ها از رنگیزه‌ای به رنگیزهٔ دیگر و بین آنتن‌ها منتقل شده و در نهایت به سبزینهٔ a در مرکز واکنش می‌رود.
- الکترون‌های سبزینهٔ a در مرکز واکنش برانگیخته شده و از آن خارج می‌شوند.
- هم در آنتن‌ها و هم در مرکز واکنش ایجاد می‌شوند ولی فقط در مرکز واکنش، از فتوسیستم خارج می‌شوند.
- از آنتن به مرکز واکنش منتقل نمی‌شوند، بلکه می‌توانند بین آنتن‌ها منتقل شوند.



«ایجاد الکترون برانگیخته و سرانجام آن»

زنجیرهٔ انتقال الکترون

زنجیرهٔ ۱

- 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 تجزیهٔ آب جبران می‌کند.

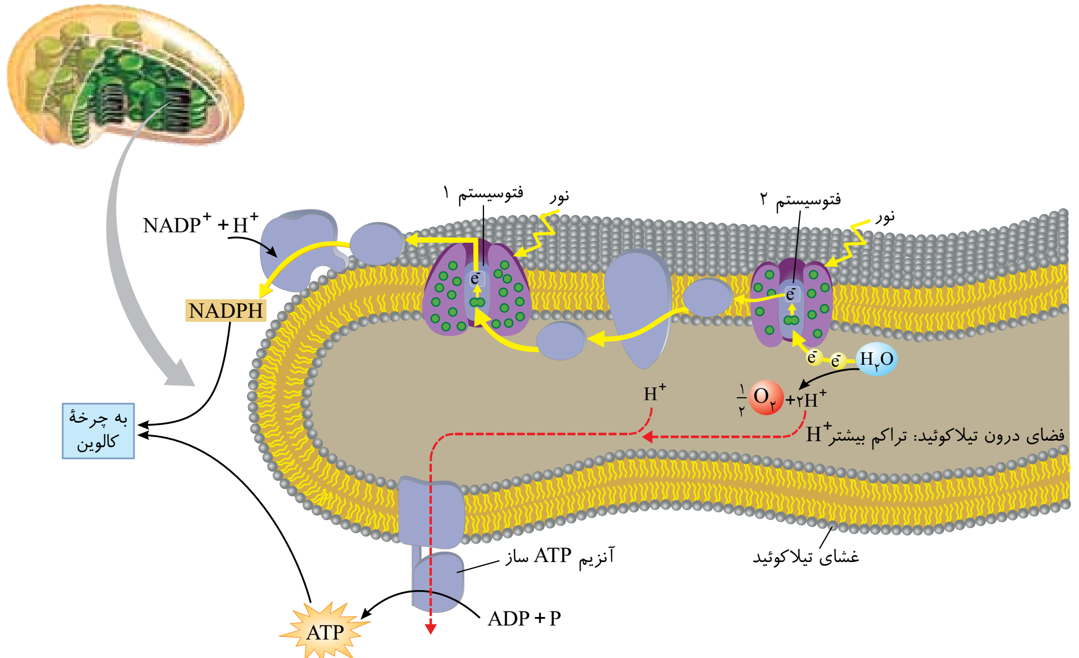
اجزا — از جنس پروتئین هستند

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

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

ترتیب واکنش‌های آن

- جذب نور توسط فتوسیستم ۲ و آزاد شدن الکترون از $P680$
- تجزیهٔ نوری آب توسط فتوسیستم ۲ در درون تیلاکوئید و تولید O_2
- انتقال الکترون‌های حاصل از تجزیهٔ 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 تجزیهٔ آب و عملکرد پمپ پروتونی
- انتقال الکترون به پروتئین آب‌دوست بعد از پمپ
- رسیدن الکترون به $P700$ در مرکز واکنش فتوسیستم ۱



«طرحی از فتوسیستم‌ها و انتقال الکترون در واکنش‌های نوری»

تجزیهٔ نوری آب

- $H_2O \rightarrow 2H^+ + \frac{1}{2}O_2 + 2e^-$ (محصول: الکترون، پروتون، اکسیژن)
- 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 تجزیهٔ 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 تجزیهٔ 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 مجموعهٔ آنزیمی ATPساز عبور می‌کنند.
- همراه با عبور پروتون‌ها از کانال آنزیمی ATP ساخته می‌شود که به آن ساختن ATP نوری می‌گویند.

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

- بین فتوسیستم ۱ و $NADP^+$ (به‌عنوان گیرندهٔ الکترون نهایی واکنش نوری) است.

زنجیرهٔ ۲

- **اجزا** ← **دو نوع پروتئین دارند**
  - هر دو آب‌گریز می‌باشند.
  - هر دو به سطح خارجی غشای تیلاکوئید متصلند.
  - اندازهٔ متفاوت دارند.
  - نوع بزرگ‌تر به $NADP^+$ الکترون‌رسانی می‌کند.
  - نوع کوچک‌تر از P_{700} الکترون می‌گیرد.
  - به انتقال پروتون نمی‌پردازند.
- **ترتیب واکنش‌های آن**
  - با گرفتن نور توسط فتوسیستم ۱، الکترون‌های برانگیخته از P_{700} خارج می‌شوند.
  - الکترون‌ها ابتدا به ناقل الکترونی کوچک‌تر و سپس بزرگ‌تر آب‌گریز می‌رسند.
  - الکترون‌ها در نهایت به گیرندهٔ $NADP^+$ رسیده و آن را طی کاهش به ناقل $NADPH$ تبدیل می‌کنند.
- $NADP^+$ با گرفتن دو الکترون، بار منفی ($NADP^-$) پیدا می‌کند و با ایجاد پیوند با یک پروتون به مولکول $NADPH$ تبدیل می‌شود.
- فرمول: $NADP^+ + 2e + 2H^+ \rightarrow NADPH + H^+$
- $NADP^+$ یا $NADPH$ از اجزای زنجیرهٔ انتقال الکترون نمی‌باشد.
- انرژی این زنجیره صرف تولید $NADPH$ می‌شود.

مجموعهٔ پروتئینی ATPساز

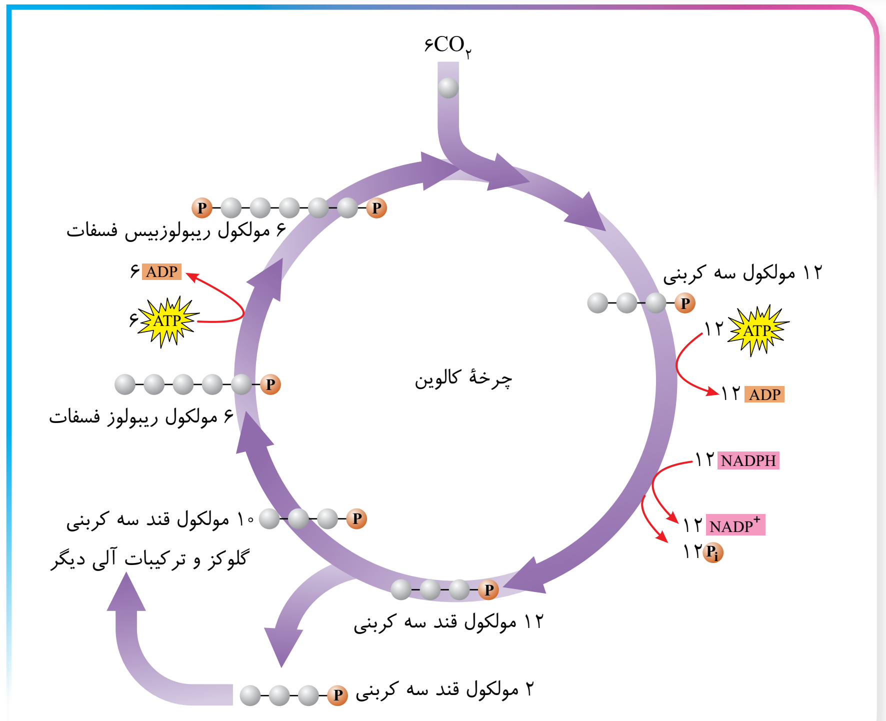
- پروتئینی کانالی در غشای تیلاکوئید برای انتشار تسهیل شدهٔ پروتون می‌باشد.
- از اجزای زنجیرهٔ انتقال الکترون نمی‌باشد و الکترون عبور نمی‌دهد.
- **دو نقش دارد**
  - **نقش انتقالی**
    - پروتون‌ها را در جهت شیب غلظت از درون تیلاکوئید به بستره وارد می‌کند.
    - برای این عمل، انرژی زیستی صرف نمی‌کند.
  - **نقش آنزیمی** ← با استفاده از انرژی شیب غلظت
    - در بستره به تولید ATP می‌پردازد.
    - ضمن واکنش آن انرژی مصرف و آب تولید می‌شود.

محصولات واکنش‌های تیلاکوئیدی (وابسته به نور فتوسنتز)

- O_2
  - محصول عمل فتوسیستم ۲ می‌باشد.
  - درون تیلاکوئید از تجزیهٔ آب ایجاد می‌شود.
- **ATP نوری**
  - توسط کانال ATPساز تولید می‌شود.
  - انرژی آن در اصل از فتوسیستم ۲ تأمین شده است.
  - همانند تولید ATP اکسایشی، واکنشی وابسته به زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌باشد.
- $NADPH, H^+$
  - در واکنش‌های مستقل از نور فتوسنتز در بستره مصرف می‌شوند.
  - محصول زنجیرهٔ دوم فتوسنتزی می‌باشد.
  - در بستره و پس از عمل فتوسیستم ۱ ایجاد می‌شود.

واکنش‌های مستقل از نور (واکنش‌های تثبیت کربن)

- در این مرحله، ATP و $NADPH$ ساخته شده در مرحلهٔ نوری مصرف می‌شوند.
- این مرحله همانند واکنش‌های تیلاکوئید، فقط در حضور نور انجام می‌شود.
- در این مرحله، به تدریج مولکول‌های CO_2 با صرف انرژی ATP و الکترون‌های $NADPH$ به قند تبدیل می‌شوند.
- عدد اکسایش اتم کربن در مولکول قند، نسبت به کربن در CO_2، کاهش یافته است.
- در این مرحله، کربن مولکول CO_2 در یک اسید سه‌کربنی تثبیت می‌شود.
- **چرخهٔ کالوین** ← ساخته شدن قند در چرخه‌ای از واکنش‌ها به نام چرخهٔ کالوین صورت می‌گیرد.
- این واکنش‌ها در بسترهٔ سبزدیسه انجام می‌شوند.
- این مرحله همانند چرخهٔ کربس، به صورت چرخه‌ای انجام می‌شود ولی واکنش با قندی پنج‌کربنی دوفسفاته به نام ریبولوزبیس فسفات آغاز می‌شود.
- **ترتیب مراحل چرخهٔ کالوین**
  1. آنزیم روبیسکو سبب ترکیب CO_2 با قند ریبولوزبیس فسفات شده و مادهٔ شش‌کربنی ناپایدار ایجاد می‌شود.
  2. هر مادهٔ شش‌کربنی ناپایدار، بلافاصله تجزیه شده و به دو مولکول اسید سه‌کربنی یک‌فسفاتهٔ پایدار تبدیل می‌شود.
  3. هر اسید سه‌کربنی با مصرف انرژی از ATP و الکترون از $NADPH$، به قند سه‌کربنی فسفات‌دار تبدیل می‌شود.
  4. تعدادی از قند سه‌کربنی از چرخه خارج شده تا به ساخت قند گلوکز و سایر ترکیبات آلی مورد نیاز بپردازند.
  5. تعداد بیشتری از قندهای سه‌کربنی در همان چرخه ابتدا به قندهای پنج‌کربنی تبدیل می‌شوند.
  6. در آخر قندهای پنج‌کربنی یک‌فسفاته با مصرف ATP به قند پنج‌کربنی دوفسفاته اولیه تبدیل می‌شوند.
- آنزیم روبیسکو ← همان ریبولوزبیس فسفات کربوکسیلاز - اکسیژناز است
  - در صورت CO_2 بالا ← فعالیت کربوکسیلازی در شروع چرخهٔ کالوین دارند.
  - در صورت O_2 زیاد ← فعالیت اکسیژنازی در شروع تنفس نوری دارند.
- این واکنش‌ها وابسته به ATP و $NADPH$ مرحلهٔ نوری هستند.
- به فرایند استفاده از CO_2 برای تشکیل ترکیب‌های آلی تثبیت کربن می‌گویند.
- **گیاهان C_3**: گیاهانی که اولین مادهٔ آلی پایدار ساخته شده، ترکیبی اسیدی سه‌کربنی است و **فقط** تثبیت کربن آن‌ها با چرخهٔ کالوین انجام می‌شود.
- اکثر گیاهان از نوع C_3 هستند که در شرایط گرم و خشک رشد مناسبی ندارند.



«چرخهٔ کالوین»

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین دکتر اشکان هاشمی به سایت رایان کلاس www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

گفتار ۳

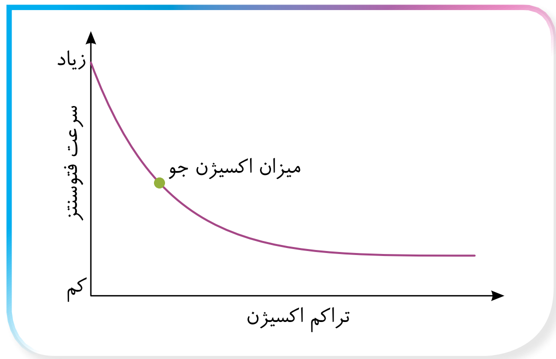
عوامل مؤثر در فتوسنتز

اثر محیط بر فتوسنتز

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

عوامل درونی گیاه

- مقدار رنگیزه‌ها ← در میزان فتوسنتز اثر مثبت دارند.
- وسعت برگ‌ها ← هرچه بیشتر باشند، مقدار فتوسنتز بیشتر است.
- موقعیت روزنه‌ها ← هرچه روزنه‌های هوایی در روپوست فرورفته‌تر باشند (*مانند خرزهره*) ← مقدار فتوسنتز کمتر است.
- تعداد روزنه‌ها ← هرچه بیشتر باشد، ورود CO_2 و مقدار فتوسنتز بیشتر می‌باشد.



انواع فعالیت‌های روبیسکو

فعالیت کربوکسیلازی

- این فعالیت با ترکیب CO_2 و قند ریبولوزبیس فسفات در بسترهٔ سبزدیسه انجام می‌گیرد.
- زمانی صورت می‌گیرد که نسبت $\frac{CO_2}{O_2}$ در گیاه زیاد باشد.
- سبب انجام واکنش‌های چرخهٔ کالوین و قندسازی می‌شود.
- مصرف ATP و $NADPH$ در سبزدیسه زیاد می‌شود.
- سبب تولید مادهٔ شش کربنی ناپایدار می‌شود (ناپایدار $C_5+CO_2 \xrightarrow{\text{روبیسکو}} C_6$).
- مادهٔ ناپایدار محصول آن به دو اسید سه‌کربنی پایدار تبدیل می‌شود.

فعالیت اکسیژنازی

- سبب ترکیب O_2 با قند ریبولوزبیس فسفات در بسترهٔ سبزدیسه می‌شود.
- زمانی صورت می‌گیرد که نسبت $\frac{O_2}{CO_2}$ در گیاه زیاد باشد.
- سبب تولید مادهٔ پنج‌کربنی ناپایدار در تنفس نوری می‌شود (ناپایدار $C_5+O_2 \to C_5$).
- مانع انجام واکنش‌های مستقل از نور فتوسنتز برای ساخت مواد آلی می‌شود.
- مصرف ATP و $NADPH$ را در سبزدیسه کاهش می‌دهد.
- مادهٔ ناپایدار آن به دو مولکول سه‌کربنی و دوکربنی تبدیل می‌شود.
- در هنگام روزنهٔ هوایی بسته در شرایط گرم و خشک رخ می‌دهد.

شرایط محیطی انجام آن

در دما و نور زیاد و رطوبت کم (*محیط خشک*) ← هورمون آبسیزیک اسید زیاد می‌شود ← روزنهٔ 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.
- روبیسکو با فعالیت اکسیژنازی به سمت تنفس نوری می‌رود.
- فتوسنتز و ساخت مواد آلی در گیاه کاهش می‌یابد.

روبیسکو

- $\uparrow\frac{CO_2}{O_2} \rightarrow C_5+CO_2 \xrightarrow{\text{سبزدیسه}} C_6$ ناپایدار (*چرخهٔ کالوین*)
- $\uparrow\frac{O_2}{CO_2} \rightarrow C_5+O_2 \xrightarrow{\text{سبزدیسه}} C_5$ ناپایدار (*تنفس نوری*)

تنفس نوری

- واکنشی مخصوص یاخته‌های دارای آنزیم روبیسکو می‌باشد.
- در نگهبان روزنهٔ هوایی و یاخته‌های فتوسنتزکنندهٔ میانبرگ و ساقه دیده می‌شود.
- در هنگام نسبت بالای $\frac{O_2}{CO_2}$ در گیاه و توسط فعالیت اکسیژنازی آنزیم روبیسکو در سبزدیسه آغاز می‌شود.
- مقداری از فرایند آن در سبزدیسه و بخشی در راکیزه انجام می‌شود.

واکنش

$O_2+C_5 \xrightarrow[\text{سبزدیسه}]{\text{روبیسکو}} C_5$ ناپایدار ← تجزیه:

- C_3 ← به منظور بازسازی ریبولوزبیس فسفات (C_5) مصرف می‌شود.
- C_2 ← از سبزدیسه خارج می‌شود ← وارد راکیزه می‌شود:
  - تولید CO_2 می‌کند.
  - ATP تولید نمی‌کند.

- 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 مادهٔ سه‌کربنی از چهار غشای سبزدیسه و راکیزه عبور می‌کند.

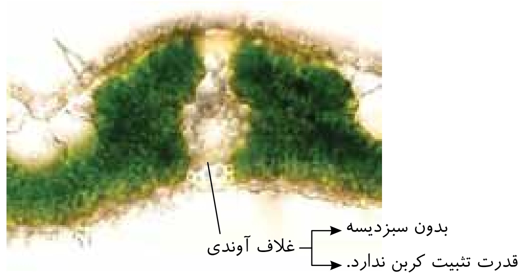
برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

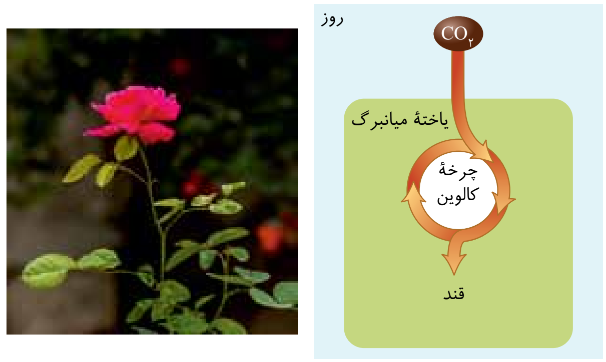
فتوسنتز در شرایط دشوار

گیاهان C_3

- **اغلب** گیاهان طبیعت را شامل می‌شوند.
- **فقط** قادرند، کربن CO_2 را در چرخهٔ **کالوین** و در اسید سه‌کربنی تثبیت کنند.
- یاخته‌های **غلاف آوندی** آن‌ها سبزدیسه ندارد و چرخهٔ 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_2 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 چرخهٔ کالوین انجام می‌دهند.
- در شرایط گرم و خشک نمی‌توانند مانع تنفس نوری شوند.
- گل رز مثالی از گیاه C_3 است که همانند سایر انواع این گروه در مناطق با دمای بالا و تابش شدید زندگی نمی‌کنند.

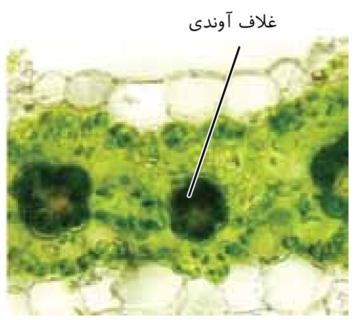


«برگ گیاه C_3»

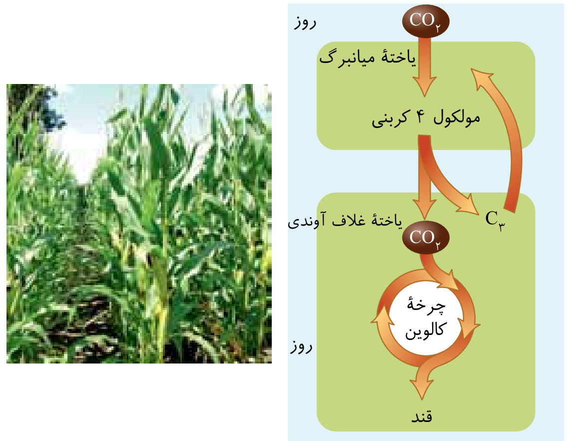


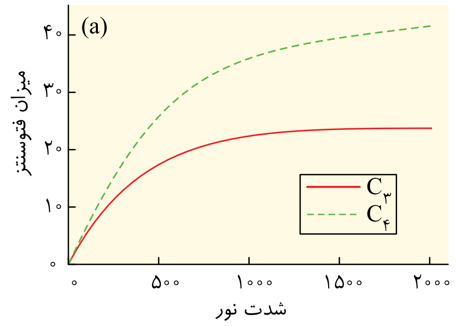
گیاهان C_4

- 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 چرخهٔ کالوین است.
- تثبیت کربن CO_2 را در دو مرحله و در دو یاختهٔ مختلف در روز انجام می‌دهند:
  - مرحلهٔ اول در یاخته‌های میانبرگ ← اسید سه‌کربنی + CO_2 ←(آنزیم) اسید چهارکربنی C_4
  - مرحلهٔ دوم در یاخته‌های غلاف آوندی ← C_4 ← CO_2 و اسید سه‌کربنی
- به دلیل اینکه اولین مادهٔ پایدار حاصل از تثبیت کربن، ترکیبی چهارکربنی است به این گیاهان، گیاهان C_4 می‌گویند.
- این گیاهان **تقسیم مکانی** برای دو نوع تثبیت C_4 و C_3 کربن دارند.
- این گیاهان هر دو نوع تثبیت کربن را در **روز** انجام می‌دهند *(تقسیم زمانی ندارند)*.
- آنزیمی که در ترکیب CO_2 و ترکیب سه‌کربنی دخیل است، برخلاف روبیسکو، به‌طور **اختصاصی** با CO_2 عمل می‌کند و تمایلی به اکسیژن ندارد.
- اسید چهارکربنی از طریق **پلاسمودسم‌ها** از یاخته‌های میانبرگ به یاخته‌های غلاف آوندی منتقل می‌شوند.
- **در غلاف آوندی**:
  - ابتدا CO_2 از اسید C_4 جدا می‌شود.
  - CO_2 وارد چرخهٔ کالوین و تثبیت در اسید C_3 می‌شود.
  - اسید C_3 حاصل جدا شدن CO_2 از اسید C_4 ← از راه پلاسمودسم به یاختهٔ میانبرگ برمی‌گردد.
- با وجود عملکرد آنزیم‌های گوناگون در تثبیت کربن و تقسیم مکانی آن در دو نوع یاخته، میزان CO_2 در محل فعالیت آنزیم روبیسکو در غلاف آوندی بالا نگه داشته می‌شود.
- این فعالیت بازدارندهٔ تنفس نوری است پس تنفس نوری **به ندرت** در این گیاهان روی می‌دهد.
- ذرت مثالی از گیاه C_4 است.
- روزنه‌های آن‌ها در نور شدید و محیط خشک، بسته می‌باشند تا از تبخیر آب جلوگیری کنند.
- در محیط گرم و خشک، تقریباً دو برابر گیاهان C_3، فتوسنتز می‌کنند *(نمودار ۱)*.
- با مقدار کم CO_2 محیط، می‌توانند خیلی سریع‌تر از گیاهان C_3، به حداکثر فتوسنتز خود برسند *(نمودار ۲)*.

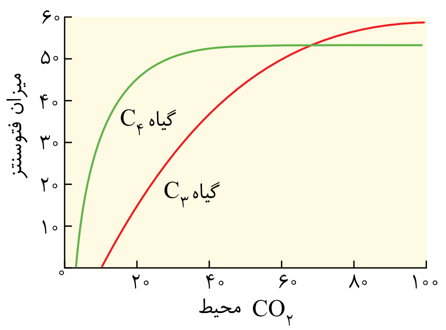


«برگ گیاه C_4»





نمودار ۱



نمودار ۲

گیاهان CAM (کم)

- در مناطق زندگی می‌کنند که با مسئلهٔ 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_4 است. با این تفاوت که تقسیم مکانی ندارد، بلکه تقسیم زمانی دارد.
- **انواع تثبیت کربن آن‌ها**:
  - **در شب**:
    - در یاختهٔ میانبرگ آن‌ها، کربن به صورت اسید C_4 با متابولیسم کراسولاسیون تثبیت می‌شود.
    - روزنهٔ هوایی آن‌ها باز می‌شود ← یعنی یاختهٔ نگهبان روزنهٔ آن‌ها انبساط طولی داشته است.
    - CO_2 محیط وارد گیاه می‌شود.
  - **در روز**:
    - در همان یاختهٔ میانبرگ، ابتدا CO_2 از اسید C_4 جدا می‌شود.
    - CO_2 یک بار دیگر وارد چرخهٔ کالوین می‌شود.
    - کربن آن در اسید C_3 تثبیت می‌شود.
    - روزنهٔ هوایی آن‌ها بسته می‌باشد و CO_2 وارد گیاه نمی‌شود.
- تقسیم زمانی ← در یاختهٔ میانبرگ تثبیت اولیهٔ کربن در شب که روزنه‌ها بازند و چرخهٔ کالوین در روز انجام می‌شود که روزنه‌ها بسته‌اند.
- برخی کاکتوس‌ها و آناناس مثالی از گیاهان CAM است ← بر تنفس نوری غلبه کرده‌اند.

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین دکتر اشکان هاشمی به سایت رایان کلاس www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

جانداران تولیدکنندهٔ مواد آلی

فتوسنتزکننده

- بخش عمدهٔ فتوسنتز در جاندارانی انجام می‌شود که گیاه نیستند و در خشکی زندگی نمی‌کنند ← این جانداران انواعی از باکتری‌ها و انواعی از آغازیان می‌باشند.
- انواعی از باکتری‌ها و آغازیان در محیط‌های متفاوت خشکی و آب به فتوسنتز می‌پردازند.

گیاهان

- به‌جز گیاهان انگل (سِس و گل جالیز)، سایر گیاهان فتوسنتزکننده‌اند.

باکتری فتوسنتزکننده

- همگی با استفاده از CO_2 و نور به تولید مادهٔ آلی می‌پردازند.
- همگی دنای حلقوی، رنگیزهٔ جذب‌کنندهٔ نور و قدرت تثبیت کربن دارند.

اکسیژن‌زا

- سبزدیسه و تیلاکوئید ندارند ولی سبزینه دارند.
- سیانوباکتری‌ها سبزینهٔ a دارند (همانند گیاهان).
- برخی سیانوباکتری‌ها به تثبیت نیتروژن نیز می‌پردازند ولی همگی قدرت تثبیت کربن دارند.
- در فرایند فتوسنتز از آب به عنوان منبع الکترون استفاده کرده و O_2 تولید می‌کنند.

غیراکسیژن‌زا

- سبزدیسه و تیلاکوئید ندارند ولی رنگیزهٔ فتوسنتزی باکتریوکلروفیل دارند.
- گوگردی ارغوانی و سبز از این گروه‌اند.
- در گوگردی‌های این گروه به جای آب از H_2S به عنوان منبع الکترون استفاده می‌شود و گوگرد (S) تولید می‌کنند.
- از باکتری‌های گوگردی در تصفیهٔ فاضلاب برای حذف H_2S استفاده می‌شود.
- H_2S گازی بی‌رنگ است و بویی شبیه تخم مرغ گندیده دارد.
- $6CO_2 + 12H_2S +$ نور $\rightarrow C_6H_{12}O_6 + 12S + 6H_2O$ ← در واکنش‌های فتوسنتزی خود، آب مصرف نمی‌کنند ولی به تولید آب می‌پردازند.

آغازیان

- برای فتوسنتز از آب به عنوان منبع الکترون استفاده می‌کنند و اکسیژن‌زا هستند.
- نقش مهمی در تولید مادهٔ آلی از مادهٔ معدنی دارند.
- جلبک سبز، قرمز، قهوه‌ای از این دسته‌اند.
- اوگلنا
  - جانداری تک‌یاخته یوکاریوتی است.
  - در حضور نور فتوسنتز می‌کنند.
  - در شرایط فقدان نور، سبزدیسه‌های خود را از دست می‌دهند و از مواد آلی تغذیه می‌کنند.

اوگلنا

شیمیوسنتزکننده

- انرژی مورد نیاز ساختن مواد آلی از مواد معدنی را از واکنش‌های اکسایش **مواد معدنی** به دست می‌آورند.
- انواعی از باکتری‌ها در معادن، اعماق اقیانوس‌ها و اطراف دهانهٔ آتشفشان‌های زیر آب وجود دارند که شیمیوسنتز می‌کنند.
- براساس وضعیت زمین در آغاز شکل‌گیری حیات، دانشمندان بر این باورند که باکتری‌های **شیمیوسنتزکننده** از قدیمی‌ترین جانداران روی زمین‌اند.
- باکتری‌های نیترات‌ساز که آمونیوم را به نیترات تبدیل می‌کنند، مثالی از شیمیوسنتزکننده‌ها هستند.
- در واکنش‌های تولیدکنندگی خود به تثبیت کربن می‌پردازند.
- از آب به عنوان منبع الکترون استفاده نمی‌کنند و O_2 تولید نمی‌کنند.

جانداران تولیدکننده	منبع اصلی انرژی واکنش	منبع الکترون	دنای خطی	دنای حلقوی	سبزدیسه و تیلاکوئید	رنگیزهٔ فتوسنتزی	تولید O_2	تثبیت کربن	نکته
گیاهان	نور خورشید	آب	دارند	دارند	دارند	سبزینه و کاروتنوئید	دارند	دارند	سِس و گل جالیز فتوسنتز 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	سبزینهٔ a	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 تصفیهٔ فاضلاب برای حذف H_2S استفاده می‌شوند.
جلبک‌ها و اوگلنا	نور خورشید	آب	دارند	دارند	دارند	سبزینه و کاروتنوئید	دارند	دارند	اسپیروژیر، سبزدیسهٔ رشته‌ای دارد. اوگلنا بدون نور، فاقد سبزدیسه می‌شود.
شیمیوسنتزکننده‌ها	مواد معدنی	مواد معدنی	ندارند	دارند	ندارند	**ندارند**	ندارند	**دارند**	قدرت تثبیت N ندارند. آمونیوم را به نیترات تبدیل می‌کنند.

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

زیست‌فناوری

کلیات

- امروزه پلاستیک‌های قابل تجزیه را با هزینهٔ 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 زمینهٔ تولید فراورده‌های دارویی فراهم کرده است.
- **تعریف:** به‌طور کلی به هرگونه فعالیت **هوشمندانهٔ** آدمی در تولید و بهبود محصولات گوناگون با استفاده از موجود **زنده**، زیست‌فناوری گویند.
- روش‌های مورد استفاده
  - مهندسی ژنتیک
  - مهندسی پروتئین
  - مهندسی بافت
- کاربرد زیست‌فناوری نشانهٔ 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.

تاریخچه

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.

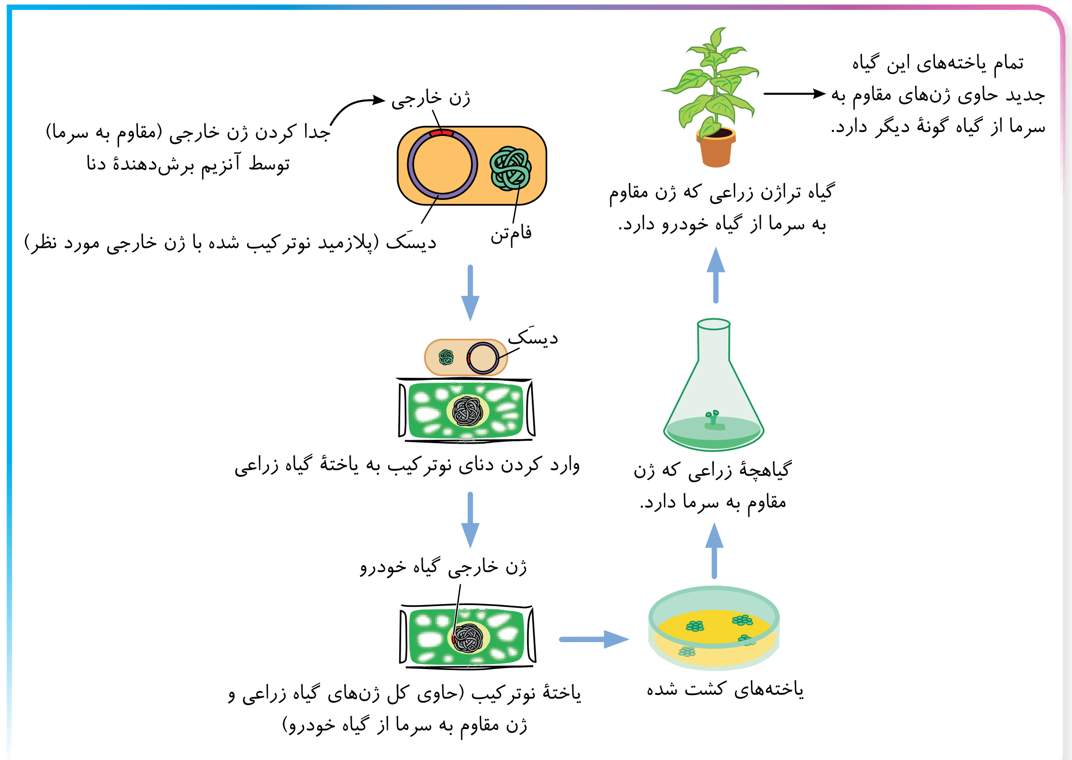
نوین

- 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.

مهندسی ژنتیک

نکات

- یکی از روش‌های زیست‌فناوری نوین می‌باشد.
- در مهندسی ژنتیک قطعه‌ای از دنای یک یاخته توسط **ناقل** به یاخته‌ای دیگر انتقال می‌یابد.
- **یاختهٔ** دریافت‌کنندهٔ قطعهٔ دنا، دچار دست‌ورزی ژنتیکی و دارای صفت جدید می‌شود.
- **جاندار** تغییر یافتهٔ ژنتیکی یا تراژنی ← به جانداری که از طریق مهندسی ژنتیک دارای ترکیب جدیدی از مواد ژنتیکی گونهٔ دیگر شده است.
- ابتدا با **باکتری** این روش شروع شد ← بعداً در گیاهان و جانوران نیز ادامه یافت.
- مراحل ایجاد گیاه زراعی تراژن
  1. تعیین صفت یا صفات مطلوب
  2. استخراج ژن یا ژن‌های صفت مورد نظر
  3. آماده‌سازی انتقال ژن به گیاه ← به کمک ناقل ژنی و ایجاد یاختهٔ نوترکیب
  4. تولید گیاه تراژنی از کشت یاخته‌های تراژنی و ایجاد گیاهچهٔ آن‌ها
  5. بررسی دقیق ایمنی زیستی و اثبات بی‌خطر بودن برای سلامت انسان و محیط زیست
  6. 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.



«تولید یک گیاه تراژنی»

همسانه‌سازی دنا

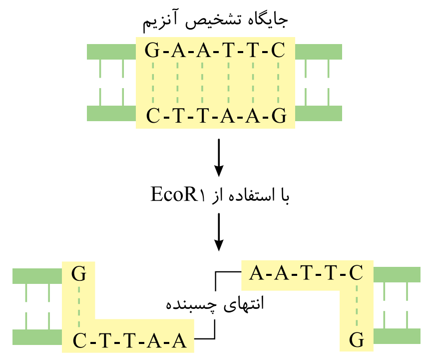
نکات

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

مراحل

۱ جداسازی قطعه‌ای از دنا

- با استفاده از آنزیم‌های **برش‌دهنده**، جداسازی ژن‌ها صورت می‌گیرد (*نوعی نوکلئاز*).
- آنزیم‌های برش‌دهنده قسمتی از سامانهٔ **دفاعی باکتری‌ها** هستند ← رنای پیک این آنزیم در محل رونویسی می‌تواند ترجمه شود.
- آنزیم‌ها توالی‌های خاصی را در **دو رشتهٔ دنا** شناسایی و برش می‌دهند که به آن جایگاه تشخیص آنزیم گفته می‌شود.
- **مثال:** آنزیم *EcoR۱*
  - جایگاه شناسایی آن، توالی ۶ جفت نوکلئوتیدی *GAATTC* / *CTTAAG* دارد.
  - برش پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتید *G*دار و *A*دار **در هر رشته** را انجام می‌دهد.
  - توالی نوکلئوتیدی جایگاه تشخیص آن از هر دو رشتهٔ دنا از دو سمت **مخالف** یکسان خوانده می‌شود.
  - ضمن عمل آن در هر جایگاه تشخیص، دو انتهای تک‌رشته‌ای ایجاد می‌شود.
  - **انتهای چسبنده:** انتهایی از مولکول دنا ایجاد می‌شود که یک رشتهٔ آن بلندتر از رشتهٔ مقابل است.
  - در پی شکست دو پیوند فسفودی‌استر، تعدادی پیوند هیدروژنی بین دو رشتهٔ دنا در منطقهٔ تشخیص نیز شکسته می‌شود.
  - انتهای چسبندهٔ 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 دنای 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.



«برش مولکول دنا توسط آنزیم EcoR۱»

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

۲ اتصال قطعه دنا به ناقل و تشکیل دنای نوترکیب

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

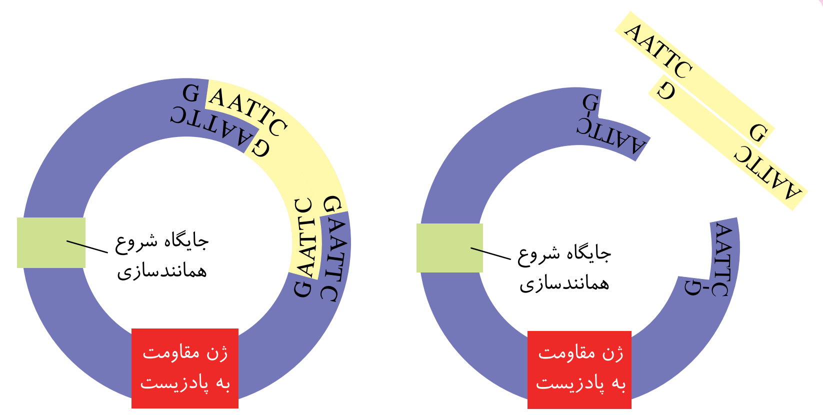
ناقلین همسانه‌سازی

- توالی‌هایی دنایی 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 دنای نوترکیب ← ورود به میزبان ← با هربار همانندسازی ناقل ژنی ← ژن مورد نظر نیز همانندسازی می‌شود.

پلازمید (دیسک)

- یک مولکول دنای 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 کمکی گفته می‌شود.
- **بسیاری** از دیسک‌ها دارای ژن‌های مقاومت به پادزیست‌ها هستند. این ژن‌ها به باکتری‌ها این توانایی را می‌دهند که پادزیست‌ها را به مواد غیرکشنده و قابل مصرف برای خود تبدیل کنند.

- 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.
- **بهتر** است از دیسکی استفاده کنیم که **فقط** یک جایگاه تشخیص برای برش‌دهندهٔ 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 دنای مورد نظر استفاده شده است ← تا انتهای چسبندهٔ آن با ژن مورد نظر **مکمل** باشد.
- سپس باید ژن مورد نظر را در مجاورت ناقل ژنی (دیسک) قرار دهیم تا انتهای چسبندهٔ 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 دنای ناقل و ژن جاگذاری شده در آن دنای نوترکیب گفته می‌شود که **در خارج** میزبان توسط **لیگاز** ایجاد شده است.

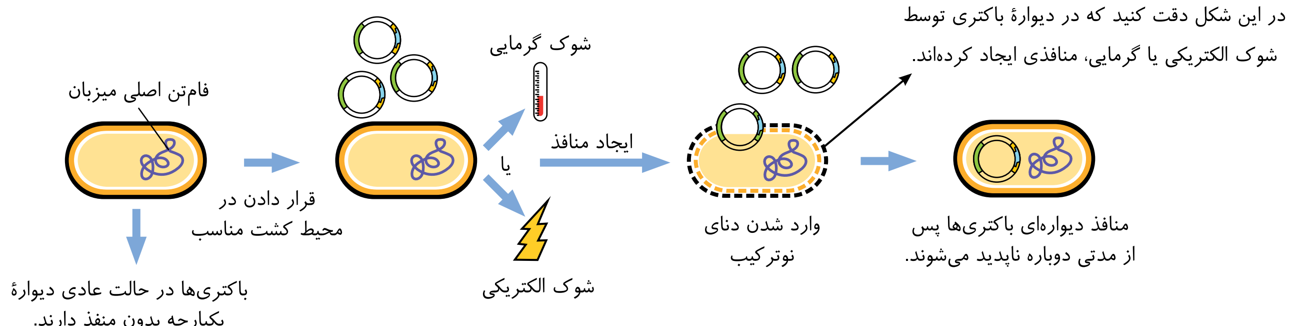


«قبل از تأثیر لیگاز» «بعد از تأثیر لیگاز»

۳ وارد کردن دنای نوترکیب به یاختهٔ میزبان

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

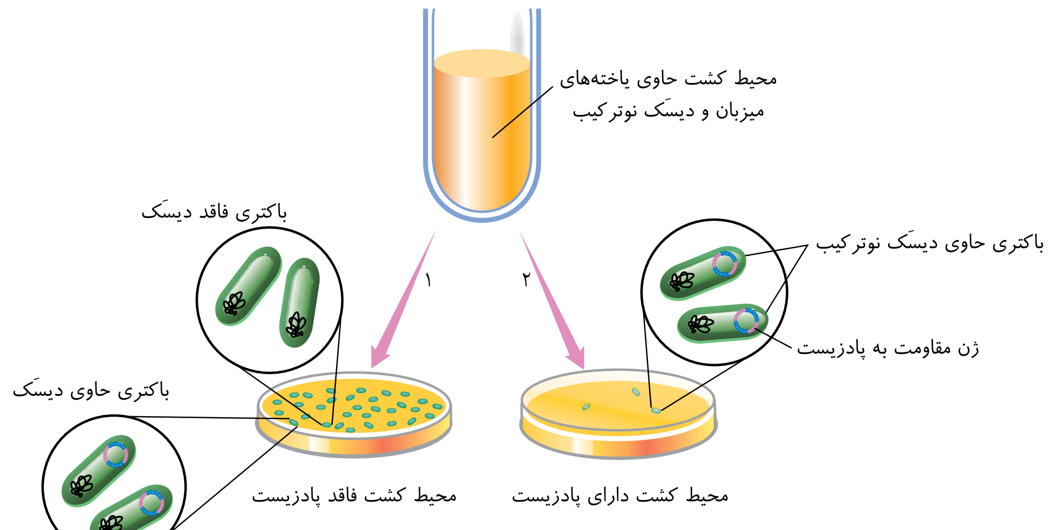
در این شکل دقت کنید که در دیوارهٔ باکتری توسط شوک الکتریکی یا گرمایی، منافذی ایجاد کرده‌اند.



«وارد کردن دنای نوترکیب به یاخته میزبان»

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 دنای نوترکیب را دریافت کرده باشد، در محیط حاوی این پادزیست رشد می‌کند.
- باکتری‌های حساس به دلیل نداشتن ژن مقاومت به آنتی‌بیوتیک یا همان دنای نوترکیب، از بین می‌روند.
- با توجه به شکل مقابل، در این مرحله **تعداد زیادی** از باکتری‌ها از بین می‌روند و فقط آن‌هایی می‌مانند که دنای نوترکیب دارند.
- در شرایط مناسب، تکثیر باکتری‌های تراژن با **سرعت بالا** ادامه می‌یابد.
- در نتیجه دنای 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.



«جداسازی یاخته‌های تراژنی دارای دنای نوترکیب»

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

گفتار ۲

فناوری مهندسی پروتئین

نکات
- این روش، **با تغییر در ژن**، امکان ایجاد تغییرات **دلخواه** در توالی آمینواسیدهای یک **پروتئین** را فراهم می‌کند ← در نهایت هدف ایجاد پروتئینی بادوام‌تر یا با کیفیت‌تر از حالت عادی می‌باشد.
- شناخت کامل ساختار و عملکرد آن پروتئین، پایهٔ انجام مهندسی پروتئین می‌باشد.
- انواع تغییرات روی پروتئین
  - جزئی ← شامل تغییرات در رمز دنای سازندهٔ **یک یا چند آمینواسید** در مقایسه با پروتئین طبیعی است.
  - عمده ← گسترده‌تر است و شامل
    - برداشتن قسمتی از یک ژن یک پروتئین
    - ترکیب بخش‌هایی از ژن‌های مربوط به پروتئین‌های متفاوت
- تغییر در توالی آمینواسیدها ← سبب تغییر شکل فضایی مولکول پروتئین شده ← در نهایت سبب تغییر در عمل پروتئین می‌شود ← 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 پیش‌ماده

افزایش پایداری پروتئین‌ها

نکات
- افزایش پایداری در برابر گرما سبب می‌شود
  - 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 واکنش‌های **گرمازا** از بین برود.

آمیلازها (مقاوم به گرما)
- از آنزیم‌های پرکاربرد در صنعت هستند که نشاسته را به قطعات کوچک‌تری تجزیه می‌کنند.
- کاربرد در صنعت
  - صنایع غذایی، نساجی و تولید شوینده‌ها
  - امروزه با روش مهندسی **پروتئین** در زیست‌فناوری ← تولید **آمیلازهای پایدار** در برابر گرما ممکن شده است.
  - علت استفاده از آمیلازهای مقاوم به گرما
    - کاهش زمان واکنش
    - صرفه‌جویی اقتصادی
    - افزایش بهره‌وری صنعتی
    - بسیاری از مراحل تولید صنعتی در دماهای بالا انجام می‌شوند.
- در **طبیعت** نیز آمیلاز مقاوم به گرما وجود دارد ← **مثال**: **باکتری‌های** گرمادوست در چشمه‌های آب گرم دارای آمیلازهای مقاوم به گرما هستند.

اینترفرون
- از پروتئین‌های دستگاه ایمنی است ← نوع I آن در مبارزه با یاختهٔ آلوده به ویروس و نوع II در مقابله با یاختهٔ سرطانی، **به‌طور طبیعی** ترشح می‌شود.
- انواع روش ساخت
  - محصول مهندسی ژنتیک
    - فعالیت **بسیار کمتر** از اینترفرون طبیعی دارد.
    - علت کاهش فعالیت ← تشکیل **پیوندهای نادرست** در هنگام ساخته شدن در **باکتری** می‌باشد.
    - پیوندهای نادرست درون مولکولی ← تغییر شکل مولکول ← سبب کاهش فعالیت آن می‌شود.
  - محصول مهندسی پروتئین
    - تغییر **جزئی** در رمز **یک** آمینواسید آن ایجاد می‌شود ← با نوعی **جهش جانشینی** ← نوع یک آمینواسید آن تغییر می‌کند.
    - فعالیت اینترفرون حاصله به اندازهٔ اینترفرون طبیعی می‌شود.
    - مولکول اینترفرون حاصله، از نوع عادی، پایدارتر می‌شود ← استفادهٔ دارویی دارد.
  - از نظر فعالیت: اینترفرون مهندسی ژنتیک >> اینترفرون مهندسی پروتئین = اینترفرون طبیعی
  - از نظر پایداری: نوع مهندسی ژنتیک > نوع طبیعی > اینترفرون مهندسی پروتئین

پلاسمین
- تشکیل لخته
  - یک فرایند زیستی مهم است ← در خونریزی محدود با درپوش و در نوع شدید با ایجاد لخته می‌باشد.
  - سبب جلوگیری از ادامهٔ خونریزی می‌شود.
  - در سرخرگ‌های ششی، قلبی و مغزی به علت بسته شدن رگ‌های ششی، سکتهٔ قلبی و مغزی خطرناک است و می‌تواند باعث مرگ شود.
- نوع طبیعی آن
  - سبب تجزیهٔ لخته‌ها می‌شود ← 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 می‌شود.
  - نوعی تغییر جزئی در مهندسی پروتئین می‌باشد.

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

مهندسی بافت

نکات

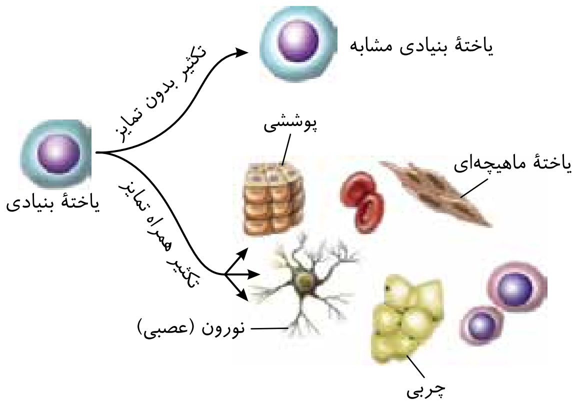
- در این روش با استفاده از یاخته‌های **تمایز نیافتهٔ بنیادی**، به تولید یک بافت ویژه می‌پردازیم.
- در سوختگی‌های **وسیع** ← پیوند پوست مورد نیاز است، در این حالت ممکن است
  - اهداکنندهٔ پوست مناسب وجود نداشته باشد.
  - برداشت پوست قبلی غیرممکن باشد.
- در سوختگی وسیع ← در صورت نبودن شرایط بالا ← **بهترین** 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 زمینهٔ تولید و پیوند اعضا فعالیت دارند.
- جراحان بازسازی کنندهٔ چهره ← با روش‌های مهندسی ← از بافت غضروف برای بازسازی لالهٔ گوش و بینی استفاده می‌کنند.
- برای بازسازی لالهٔ گوش ← تکثیر یاخته‌های **غضروفی** در محیط کشت روی داربست مناسب ← تولید غضروف جدید برای بازسازی اندام آسیب‌دیده

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

«مهندسی بافت غضروف گوش انسان»

یاخته‌های بنیادی

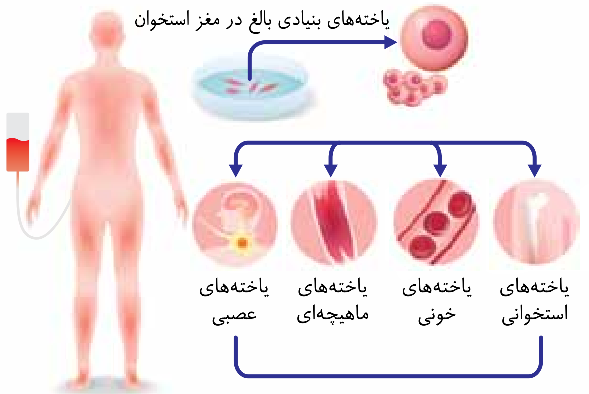
- یاخته‌هایی تمایز نیافته هستند که ضمن تکثیر فراوان، قدرت تمایز و تبدیل شدن به بافت‌های گوناگون دارند.
- از آن‌ها برای تکثیر یاخته‌هایی که در محیط کشت به مقدار کم تکثیر می‌شوند یا اصلاً تکثیر نمی‌شوند، استفاده می‌کنند.
- هر یاختهٔ بنیادی ← ضمن تکثیر متوالی
  - برخی یاخته‌های تمایز نیافتهٔ بنیادی مثل خود می‌سازد.
  - به برخی یاخته‌های تمایز یافته از بافت‌های مختلف تبدیل می‌شود.



انواع

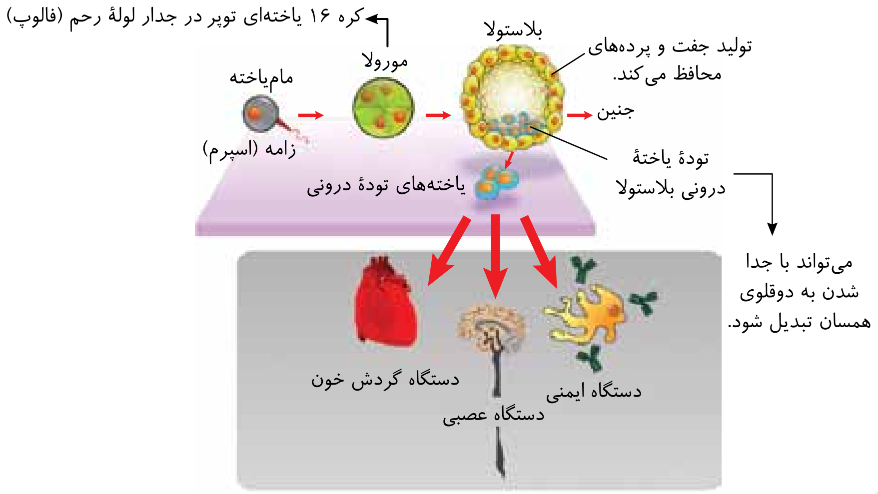
نوع بالغ

- می‌توانند در بدن یا محیط کشت، تکثیر و به انواع متفاوت یاخته تبدیل شوند.
- در بافت‌های مختلف بدن وجود دارند.
- مثال
  - یاخته‌های بنیادی **کبد** ← تکثیر
    - تعدادی یاختهٔ بنیادی بدون تمایز می‌سازد.
    - در اثر تمایز به
      - یاختهٔ **کبدی** تبدیل می‌شود.
      - یاختهٔ **مجاری صفراوی** تبدیل می‌شود.
  - یاخته‌های بنیادی مغز استخوان
    - برخی به انواع مختلف بافت‌ها و یاخته‌ها تمایز پیدا می‌کنند ← تمایز به
      - رگ‌های خونی
      - یاخته‌های خونی
      - یاخته‌های استخوانی
      - یاخته‌های ماهیچه‌ای (اسکلتی و قلبی)
      - یاخته‌های عصبی
    - بنیادی میلوئیدی ← منشأ
      - گویچه‌های قرمز می‌شوند.
      - مگاکاریوسیت‌ها شده ← پلاکت‌ها را می‌سازد.
      - ائوزینوفیل، بازوفیل و نوتروفیل می‌سازد.
      - مونوسیت می‌سازد ← به درشت‌خوار یا بیگانه‌خوار دندریتی تبدیل می‌شود.
    - بنیادی لنفوئیدی ← منشأ لنفوسیت‌ها می‌شود
      - نوع B
      - نوع T
      - نوع کشندهٔ طبیعی



نوع جنینی

1. قادر به تشکیل **همهٔ** بافت‌های بدن جنین هستند.
2. همان تودهٔ توپر مورولا در لولهٔ رحم و یا تودهٔ یاخته‌ای درونی در کرهٔ توخالی بلاستوسیست می‌باشند.
3. اگر در مراحل اولیهٔ جنینی جداسازی شوند، می‌توانند یک جنین کامل را تشکیل دهند.
4. یاخته‌های بنیادی **مورولا** ← کشت ← تمایز به
   - همهٔ یاخته‌های جنینی می‌دهد.
   - همهٔ یاخته‌های خارج جنینی (جفت و پرده‌های محافظ جنین) می‌دهد.
5. جدا کردن یاختهٔ بنیادی ← کشت یاختهٔ بنیادی ← تحریک برای تولید **بسیاری** از انواع یاخته‌ها
6. تنظیم آن برای تولید **همهٔ** انواع یاخته‌های بدن جنین در شرایط آزمایشگاهی مقدور نیست.
7. یاخته‌های بنیادی تودهٔ یاختهٔ درونی **بلاستوسیست** ← کشت
   - فقط انواع یاخته‌های بدن جنین را می‌سازد.
   - پرده‌های خارج جنینی و جفت را نمی‌سازد.



برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

گفتار ۳

کاربرد زیست‌فناوری در کشاورزی

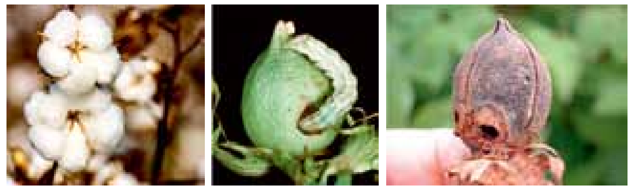
- برای بهبود کیفیت زندگی انسان و حفظ محیط زیست از آن بهره می‌برند.
- افزایش چشمگیر در محصولات کشاورزی مانند گندم، برنج و ذرت نتیجهٔ تحول در کشاورزی **نوین** است.

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 ← در اثر رشد گونه‌های مفید و عدم توجه به سایر گونه‌ها
- تخریب جنگل‌ها و مراتع

کاربردهای زیست‌فناوری
- تولید گیاهان مقاوم در برابر بعضی آفت‌ها ← سبب کاهش مصرف آفت‌کش‌ها می‌شود.
- 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 ← در این حالت، علف‌کش فقط به حذف علف‌های هرز می‌پردازد.

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



گیاه آلوده — ورود آفت به درون غوزه — گیاه سالم

«آلوده شدن غوزهٔ گیاه پنبه به آفت را نشان می‌دهد.»

رابطهٔ طبیعی نوزاد کرمی‌شکل (لارو) و گیاه پنبه
- به درون غوزهٔ نارس پنبه نفوذ می‌کند و گیاه آلوده می‌گردد.
- برای از بین بردن این حشرهٔ آفت ← سم‌پاشی متعدد لازم است، زیرا آفت در معرض سم قرار نمی‌گیرد و به درون غوزه می‌رود ← سبب آلودگی محیط می‌شود.

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

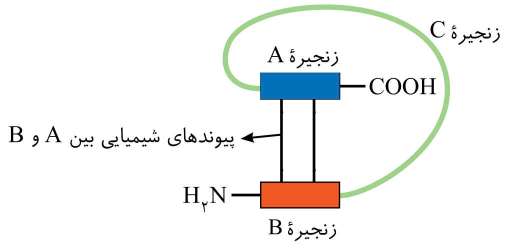
کاربرد زیست‌فناوری در پزشکی

۱ تولید دارو

به روش قدیمی
- از منابع **غیر** انسانی تهیه می‌کردند.
- پاسخ‌های ایمنی در بدن افراد ایجاد می‌کردند.
- تولید انسولین ← جداسازی و خالص‌سازی آن از لوزالمعدهٔ جانورانی مثل گاو ← برای درمان **دیابت نوع I** استفاده می‌شود.

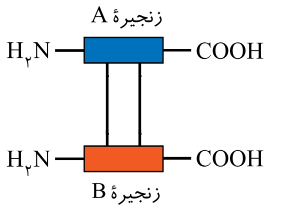
ساختار انسولین در پستانداران

پیش‌هورمون انسولین
- **یک** رشتهٔ پلی‌پپتید دارد (*یک سر آمینی و یک سر کربوکسیل در دو سمت مختلف دارد*).
- سه زنجیرهٔ B ← C ← A دارد.
- زنجیرهٔ B به سر آمینی و زنجیرهٔ A به سمت کربوکسیل قرار دارد.
- بین زنجیرهٔ A و B آن پیوند وجود دارد.



پیش‌انسولین

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



انسولین

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

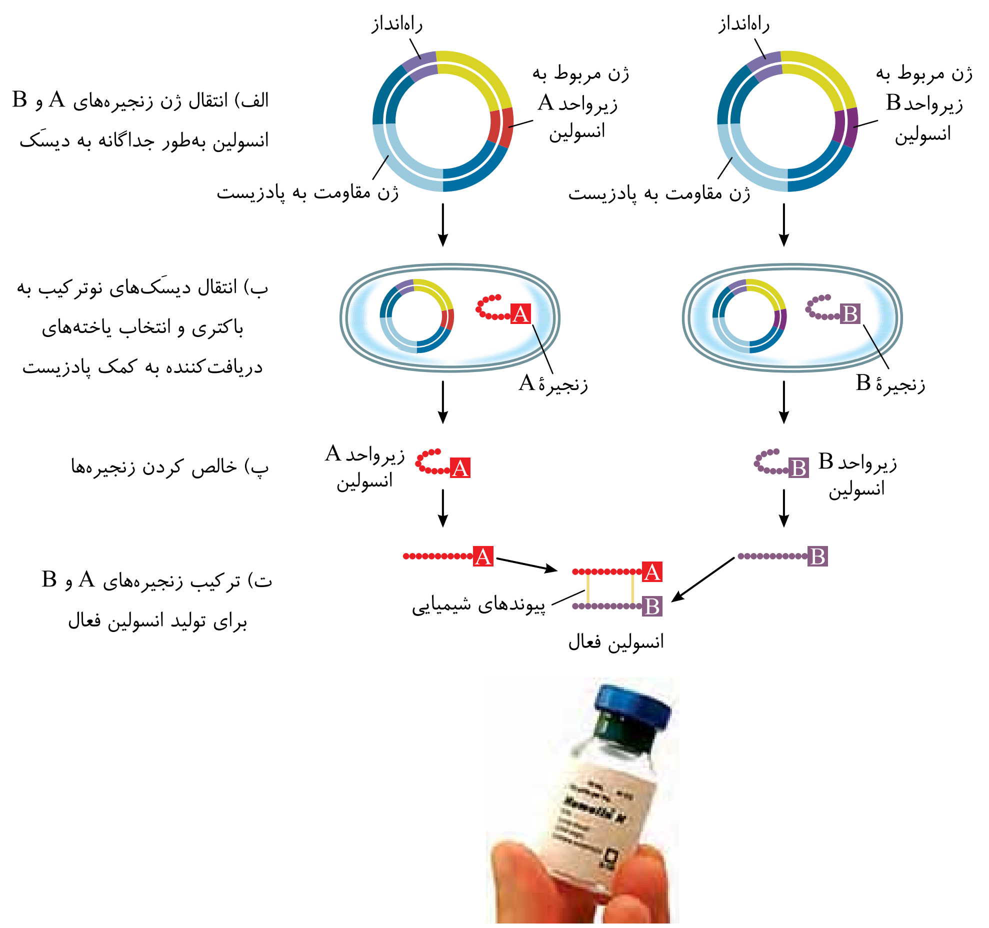
کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

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 زنجیرهٔ 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 (*پادزیست*) 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 مرحلهٔ ساخت انسولین در پستانداران که حذف زنجیرهٔ C می‌باشد، در این روش و درون باکتری انجام نمی‌شود.



«مراحل ساخت انسولین در مهندسی ژنتیک»

۲ تولید واکسن

روش‌های قبلی

- ضعیف کردن میکروب
- کشتن میکروب
- غیرفعال کردن سموم خالص شده با روش‌های خاص
  - ← تزریق به انسان ← تحریک دستگاه ایمنی اختصاصی ← تولید یاختهٔ 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.

روش مهندسی ژنتیک

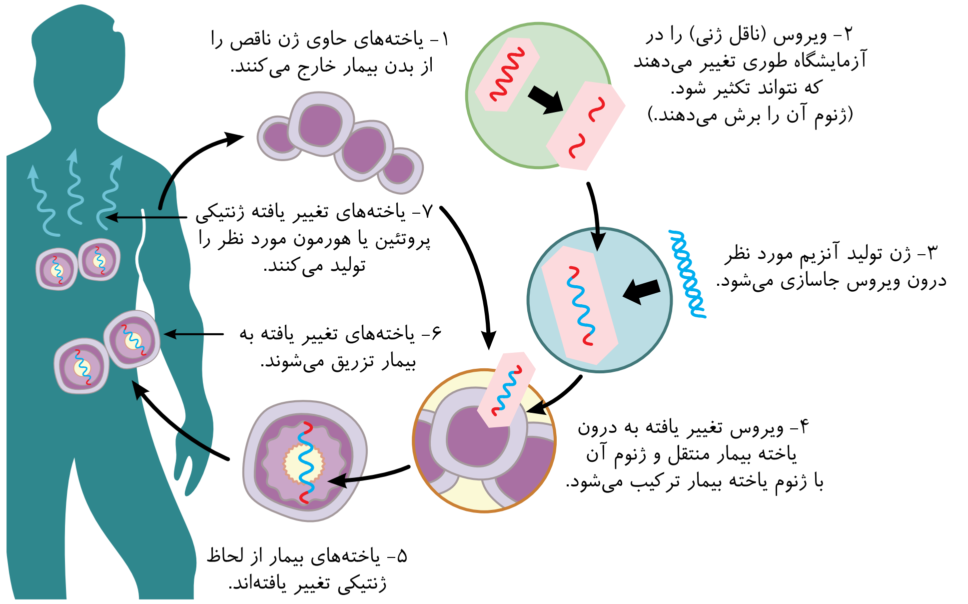
- خطرات واکسن‌های گذشته را ندارد.
- ژن مربوط به آنتی‌ژن سطحی عامل بیماری‌زا را به یک باکتری یا ویروس غیربیماری‌زا منتقل می‌کنند.
- بیان ژن مورد نظر در میزبان ← تزریق میزبان دارای آنتی‌ژن مورد نظر به انسان ← تحریک ایمنی فرد با واکسن جدید و ایجاد یاختهٔ خاطره
- **مثال**: تولید واکسن ضد هپاتیت B

۳ ژن‌درمانی

- روشی برای درمان بیماری‌های **ارثی** یک گونه می‌باشد.
- یکی از روش‌های جدید درمان بیماری‌های ژنتیکی، ژن‌درمانی است که خود **مجموعه‌ای از روش‌هاست**.
- **تعریف**: یعنی قرار دادن نسخهٔ سالم یک ژن در یاخته‌های فردی که دارای نسخه‌های ناقص از همان ژن است ← ژن ناقص را خارج نمی‌کنند.

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 یاختهٔ خارج شده از بدن فرد بیمار منتقل و ژنوم آن با ژنوم یاختهٔ بیمار ترکیب می‌شود.
۵) یاخته‌های بیمار با ورود ژنوم جدید به آن از لحاظ ژنتیکی تغییر یافته‌اند.
۶) یاختهٔ تغییر یافته که حاوی ژن سالم و ناقص می‌باشد را به بدن بیمار بازمی‌گردانند.
۷) یاخته‌های تغییر یافتهٔ ژنتیکی با بیان ژن در بدن فرد بیمار، پروتئین یا هورمون مورد نظر را تولید می‌کنند.
۸) اگرچه این یاخته‌ها به تولید مادهٔ مورد نیاز می‌پردازند ولی چون بقای زیادی ندارند، لازم است به‌طور متناوب این عمل تکرار شود.



«مراحل ژن‌درمانی»

اولین ژن‌درمانی

- در سال ۱۹۹۰ برای یک دختربچهٔ 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 یافتهٔ 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 مادهٔ مورد نیاز می‌پردازند ولی چون بقای زیادی ندارند، لازم است به‌طور متناوب این عمل تکرار شود.

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین دکتر اشکان هاشمی به سایت رایان کلاس www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

۴ تشخیص بیماری

- تشخیص اولیه و شناخت دقیق از بیماری ← اصل مهم در درمان
- **روش‌های تشخیص بیماری**
  - مانند آزمایش خون و ادرار
  - روش‌های دیگری مثل فناوری‌های مبتنی بر دنا
- با کمک روش‌های زیست‌فناوری و شناسایی نوکلئیک اسیدِ عامل بیماری‌زا ← به وجود عامل بیماری‌زا پی می‌برند.
- تشخیص بیماری وقتی که هنوز علائم ظاهر نشده‌اند و میزان عامل بیماری‌زا در بدن پایین است، مشکل می‌باشد.
- **موارد کاربرد**
  - تشخیص ایدز در مراحل اولیه
    - ایدز هنوز درمان قطعی ندارد.
    - فرد مبتلا به ایدز توانایی دفاع در مقابل عوامل بیماری‌زا را از دست می‌دهد.
    - دناهای درون خون فرد مشکوک استخراج می‌شود (دنای ژنوم فرد + دنای ساخته شده از روی رنای ویروس)
    - تشخیص دنای ویروس با روش‌های زیست‌فناوری
    - اهمیت
      - اقدامات درمانی بدون اتلاف وقت
      - پیشگیری لازم برای جلوگیری از انتقال ویروس به سایر افراد
  - تشخیص ژن‌های جهش یافته در بیماران مستعد به سرطان
  - پزشکی قانونی
  - تحقیقاتی ← مانند مطالعه در مورد دنای فسیل‌ها

اهمیت تولید جانوران تراژنی در زیست‌فناوری

- **تولید جانور تراژنی**
  - جانوری است که در همهٔ یاخته‌های پیکری خود، ژن یا ژن‌هایی از گونهٔ دیگر دارد.
  - ژن پروتئین انسانی را در یک پلازمید، نزدیک جایگاه شروع همانندسازی قرار می‌دهند.
  - دنای نوترکیب را وارد تخم لقاح یافتهٔ جانور می‌کنند.
  - زیگوت تغییر یافتهٔ ژنتیکی را وارد رحم جانور می‌کنند.
  - از رشد و تمایز زیگوت، جانوری ایجاد می‌شود که در هر یاختهٔ آن ژن انسانی وجود دارد.
  - با بیان ژن مورد نظر در جانور بالغ، می‌توان محصول ژن را در شیر آن جانور به دست آورد.
- ۱) مطالعهٔ عملکرد ژن‌های خاص در بدن مثل ژن‌های عوامل رشد و نقش آن‌ها در رشد بهتر دام‌ها
- ۲) کاربرد آن‌ها به عنوان مدلی برای مطالعهٔ بیماری‌های انسانی از قبیل انواع سرطان، آلزایمر و MS
- ۳) تولید پروتئین‌های انسانی یا داروهای خاص در بدن آن‌ها ← مثل تولید شیر غنی از نوعی پروتئین انسانی ← نسبت به شیر طبیعی دام‌ها مناسب‌تر است.

«تولید پروتئین‌های انسانی با استفاده از دام‌های تراژنی»

زیست‌فناوری و اخلاق

- هر دستاورد بشری باید با جنبهٔ اخلاقی، اجتماعی و ایمنی زیستی آن مطابق باشد.
- **ایمنی زیستی**
  - شامل مجموعه‌ای از تدابیر، مقررات و روش‌هایی برای تضمین بهره‌برداری از این فناوری است.
  - قانون آن به منظور استفادهٔ مناسب از مزایای زیست‌فناوری و پیشگیری از خطرات احتمالی آن است.
- تاکنون از نتایج تحقیقات زیست‌فناوری هیچ موردی برخلاف اخلاق زیستی ارائه نشده است.

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین دکتر اشکان هاشمی به سایت رایان کلاس www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

گفتار ۱

اساس رفتار

نکات

- علت مشاهدهٔ رفتارهای جانوران توسط انسان
  - زندگی انسان به داشتن اطلاعات دربارهٔ رفتار جانوران وابسته است.
  - به‌طور مثال یافتن راه‌های مبارزه با حشرهٔ آفت با دانستن چگونگی زادآوری آن
  - حفظ گونه و حفاظت از تنوع زیستی با دانستن مهاجرت یا تغذیهٔ یک جانور در معرض خطر
- نمونه‌هایی از رفتارها
  - قمری خانگی ← **بعد** از جمع‌آوری شاخهٔ **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 محرک‌**ها** 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

انواع رفتار

غریزی

- رفتاری است که زمینهٔ ارثی و ژنی دارد و در نتیجهٔ یادگیری، تجربه و تغییر رفتار حاصل نشده است.
- اساس این رفتارها در **همه** افراد گونه یکسان است ← چون **ژنوم** یکسانی دارند.
- همگی به‌طور کامل هنگام تولد در جانور ایجاد نشده‌اند.

رفتار جوجه‌های کاکایی

- برای دریافت غذا (*بعد از خروج از تخم*) **به منقار** پرندهٔ **والد** نوک می‌زنند و والد ماده **بخشی** از غذای خورده شده را برمی‌گرداند تا جوجه آن را بخورد.
- دریافت غذای کافی برای بقا و رشد جوجه اهمیت دارد.

«رفتار درخواست غذا در جوجه کاکایی»

رفتار مراقبت موش ماده

- موش مادهٔ طبیعی
  - ۱) **همهٔ** 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 وارسی 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.
- موش مادر جهش یافته در ژن B
  - ۱) موش‌های مادر نوزادان را همانند قبل جهش، وارسی می‌کردند.
  - ۲) پس از وارسی، نوزادان را نادیده می‌گرفتند و رفتار مراقبت نشان نمی‌دادند.
  - ۳) مشخص شد رفتار مراقبت مادری در موش مادر **اساس ژنی** دارد.
  - ۴) مشخص شد که ژن B، نقشی در وارسی نوزادان ندارد.
  - ۵) رفتار موش مادر در مراقبت از فرزندان **رفتار غریزی** است.

«مراقبت مادری موش مادر دارای ژن طبیعی»

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

مثال‌های دیگر

- رفتار جوجه کاکایی برای به دست آوردن غذا
- 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 می‌زنند.
- 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 می‌زنند.

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

یادگیری (تغییر رفتار)

- **تغییر** نسبتاً پایدار در رفتار که در اثر **تجربه** به وجود می‌آید را یادگیری می‌گویند.
- در انواع متنوعی یادگیری
  - در همهٔ آن‌ها **تغییر رفتار** ایجاد می‌شود.
  - تغییر رفتار **نسبتاً** پایدار است.
  - در اثر **تجربه** ایجاد می‌شود.

انواع

۱ خوگیری (عادی شدن)

- در این یادگیری، پاسخ جانور به یک محرک **تکراری** بی‌اثر که سود و زیانی برای آن ندارد، **کاهش** پیدا می‌کند
  - تا هنگامی که جانور به محرک پاسخ عادی می‌دهد ← عادی شدن رخ نداده است.
  - جانور می‌آموزد به **برخی** 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 ذخیرهٔ انرژی و مصرف بهینهٔ آن می‌شود.

مثال

- رفتار جوجهٔ پرندگان 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 **مکرر** برگ‌ها و اجسام در حال حرکت ← چون برایشان خطر ندارد ← یاد می‌گیرند که به آن محرک‌ها پاسخ ندهند.
- شقایق دریایی
  - در ابتدا به صورت غریزی ← با تحریک مکانیکی تماسی ← بازوهای خود را **منقبض** می‌کند.
  - 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.

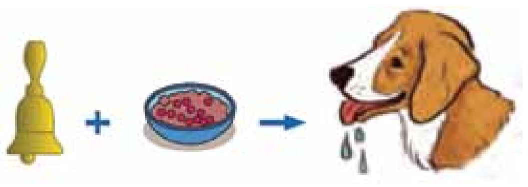
۲ شرطی شدن کلاسیک

مراحل یادگیری

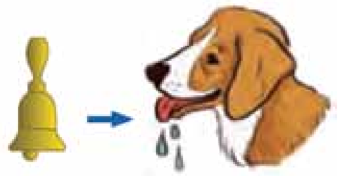
- ۱ در ابتدا جانور به یک محرک طبیعی، یک پاسخ طبیعی می‌دهد *(ترشح بزاق با بوی غذا)*.
- ۲ اگر مدتی یک محرک بی‌اثر *(صدای زنگ)* با محرک طبیعی *(بوی غذا)* همراه شود.
- ۳ جانور بین **محرک** بی‌اثر و طبیعی ارتباط برقرار می‌کند.
- ۴ محرک بی‌اثر به صورت محرک شرطی درمی‌آید.
- ۵ پس از مدتی جانور به محرک شرطی شده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

ترشح بزاق سگ با صدای زنگ

- دیدن یا بوی غذا، محرک طبیعی و ترشح بزاق، پاسخی غریزی و یک بازتاب طبیعی است.
- پاولوف
  - مشاهده کرد که پس از مدتی، ترشح بزاق سگ قبل از دریافت غذا با دیدن فرد غذادهنده نیز رخ می‌دهد.
  - 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.

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

۳ شرطی شدن فعال

- 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.

آزمایش اسکینر

① موش گرسنه ابتدا به صورت **تصادفی** اهرم درون جعبه را فشار می‌دهد و غذا دریافت می‌کند.
② جانور پس از **چندبار** تکرار این رفتار، بین فشار دادن اهرم و دریافت غذا ارتباط برقرار می‌کند.
③ پس از آن، موش به‌طور **عمدی** اهرم را فشار می‌دهد تا غذا به دست بیاورد.

«موش در جعبه اسکینر (آزمون و خطا)»

پرنده و پروانهٔ مونارک

- پرنده ابتدا به صورت **تصادفی** پروانهٔ مونارک را می‌بلعد.
- سپس دچار تهوع می‌شود (*تنبیه می‌شود*).
- 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.

«حل مسئله در شامپانزه»

۴ حل مسئله

- **تعریف**: جانور بین **تجربه‌های گذشته و موقعیت جدید** ارتباط برقرار می‌کند و با استفاده از آن‌ها برای حل مسئلهٔ **جدید**، آگاهانه برنامه‌ریزی می‌کند.
- در این یادگیری، جانور برای **اولین‌بار** در معرض محرک قرار گرفته است و با استدلال **آگاهانه** به انجام آن رفتار می‌پردازد.
- مثال‌ها
  - شامپانزه
    ① پس از چندین بار بالا پریدن، چند جعبهٔ چوبی را روی هم می‌گذارد تا به موز آویخته شده به سقف برسد.
    ② برگ‌های شاخهٔ **نازک** درختان را به درون لانهٔ موریانه‌ها فرو می‌برند تا موریانه‌ها را بیرون بیاورند و بخورند.
    ③ از تکه‌های چوب یا سنگ به شکل سندان و چکش استفاده می‌کنند تا پوستهٔ 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 **پنجهٔ پا**، به دست می‌آورد.

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

۵ نقش‌پذیری

- **تعریف**: نوعی یادگیری است که در **دورهٔ مشخصی** از زندگی جانور انجام می‌شود.
- جوجه غاز
  - **اولین** جسم متحرکی که بعد از بیرون آمدنش از تخم می‌بینند، دنبال می‌کنند.
  - 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 نگهدارندهٔ آن‌ها ظاهر و رفتاری شبیه پرنده را تقلید می‌کنند.

«نقش‌پذیری جوجه غازها نسبت به مادر خود»

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.
- رفتار درخواست غذای جوجه کاکایی
  - ابتدا به صورت غریزی است
    - جانور اساس ژنی آن را دارد.
    - ابتدا کامل بروز نمی‌کند.
  - برای شکل‌گیری کامل آن
    - برهم‌کنش جوجه و والدین و تجربه لازم است.
    - رشد جانور همراه تجربهٔ محیط، لازم است.

نوک زدن جوجه دو روزه به مناطق خاص از نوک والد

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

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین دکتر اشکان هاشمی به سایت رایان کلاس www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

گفتار ۲

انواع پرسش‌ها

- ۱ نوع اول (چگونه‌ای)
  - جانور **چگونه** رفتاری را انجام می‌دهد؟
  - پاسخ پژوهشگران با بررسی فرایندهای ژنی، رشد و نمو و عملکرد بدن جانور می‌باشد.
- ۲ نوع دوم (چرایی)
  - **چرا** جانور رفتاری را انجام می‌دهد؟
  - رفتارشناسان با دیدگاه انتخاب طبیعی
    - نقش **سازگارکنندگی** رفتارهای جانوران و به عبارتی نقش رفتارهای گوناگون را در **بقا** و **زادآوری** بیشتر جانوران بررسی می‌کنند.
    - بررسی **سود** و **هزینه** رفتار برای جانور
    - رفتار سازگار را نتیجهٔ برگزیده شدن با **انتخاب طبیعی** می‌دانند.

جوجه کاکایی

- پرندهٔ کاکایی پس از آن که جوجه‌هایش از تخم بیرون می‌آیند ← **پوسته‌های** تخم را از لانه خارج می‌کند ← رنگ سفید **داخل** پوستهٔ تخم‌های شکسته بسیار مشخص است.
- تخم‌ها و جوجه‌های کاکایی در میان علف‌های اطراف آشیانه استتار می‌یابند ← کاکایی‌ها، زمان **بسیار کوتاهی** را برای بیرون بردن پوستهٔ تخم‌ها صرف می‌کنند ← بقای زاده‌ها ↑
- آزمایش محققین
  - ۱ رنگ‌آمیزی تخم‌مرغ خانگی شبیه تخم کاکایی و قرار دادن آن‌ها در محل آشیانه را انجام دادند.
  - ۲ در کنار **تعدادی** از آن‌ها پوستهٔ تخم‌های **شکسته** کاکایی قرار دادند.
  - ۳ کلاغ‌ها **بیشتر** تخم‌مرغ‌هایی که کنار پوسته‌های خالی بودند را پیدا کردند و خوردند.
  - نتیجه ← رنگ سفید داخل پوستهٔ تخم‌های شکسته راهنمای کلاغ‌ها بود.
- علت رفتار
  - کاهش احتمال شکار شدن جوجه‌ها
  - افزایش احتمال بقای جوجه‌ها
  - این رفتار به دلیل افزایش شانس **بقای** جوجه‌هاست نه برای تولید زاده‌ها!
- رفتار کاکایی‌ها در بیرون انداختن پوسته‌ها ← نوعی رفتار سازگارکننده است
  - دسترسی شکارچی به زاده‌ها **کم** می‌شود.
  - احتمال بقای زاده‌ها **زیاد** می‌شود.
  - به سود پرنده و زاده‌هاست.
  - با انتخاب طبیعی برگزیده شده است.

انتخاب طبیعی و رفتار

- داشتن **بیشترین** تعداد زاده‌های **سالم** ← معیاری برای موفقیت زادآوری در جانوران است.
- جانور برای موفقیت در زادآوری ← رفتارهای زادآوری انجام می‌دهد.

رفتار زادآوری

۱ انتخاب جفت

- 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.
- ویژگی‌های ظاهری برتر
  - نشانهٔ سلامت و کیفیت رژیم غذایی آن است.
  - سلامت جانور **ماده و زاده‌هایش** را تضمین می‌کند.
  - نشانهٔ داشتن ژن‌های مربوط به صفات سازگارکننده است.

انواع

طاووس

- 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**، پرهای پرنقش 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 پرهای دم خود داشته باشد.
- جانور ماده به ویژگی‌های ظاهری طاووس‌های نر مختلف توجه می‌کند تا انتخاب جفت کند.
- دم بلند و زینتی جانور نر
  - حرکت جانور را دشوار می‌کند.
  - جانور را در مقابل شکارچی آسیب‌پذیرتر می‌کند.
  - احتمال بقای آن را **کاهش** می‌دهد.
  - درخشان بودن رنگ پرنده ← نشان دهندهٔ سلامت و کیفیت رژیم غذایی آن بوده است.
  - این ویژگی سبب سلامت جانور مادهٔ انتخاب‌کننده و تضمین بقای زاده‌های آن است.
  - بقای جانور **نر** دارای این ویژگی تا هنگام تولیدمثل، نشان دهندهٔ 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 می‌روند و سریع‌تر انتخاب می‌شوند.
- 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 پرندهٔ نر، در تولید و رشد زاده‌ها، نقش کمتری از والد ماده دارد.

برخی جیرجیرک‌ها

- انتخاب جفت با جانور **نر** است.
- جانور نر هزینهٔ 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.
- کیسهٔ لقاحی بخش قابل توجهی از وزن بدن جانور نر را تشکیل می‌دهد.
- جانور نر، مادهٔ **بزرگ‌تر** را بررسی و انتخاب می‌کند ← به دلیل اینکه نشانهٔ 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، پردهٔ صماخ و گیرندهٔ مکانیکی صدا دارند.

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

۲ نظام جفت‌گیری

- **چندهمسری**
  - یکی از والدین، پرورش و نگهداری زاده‌ها را انجام می‌دهد.
  - طاووس نر
    - در **نگهداری** زاده‌ها نقشی ندارد.
    - 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 غذایابی

- تعریف ← **مجموعهٔ** رفتارهای جانور برای جست‌وجو و به دست آوردن غذاست.
- غذایابی بهینه ← موازنهٔ بین محتوای **انرژی غذا** و هزینهٔ **به دست آوردن** و مصرف آن است ← رفتار غذایابی بهینه ← سبب دریافت انرژی **خالص** بیشتر می‌شود.
- غذاهایی که جانور می‌خورد ← اندازه‌های متفاوتی دارند.
- غذای بزرگ‌تر
  - انرژی بیشتر دارد.
  - 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 غذایابی برگزیده می‌شود که
  - انرژی دریافتی **کارآمدتر** داشته باشد ← یعنی در هر بار غذایابی ← بیشترین انرژی **خالص** را دریافت کند.
  - کسب بیشترین انرژی و کمترین خطر را داشته باشد ← در هنگام وجود **شکارچی**، رفتار غذایابی جانور **تغییر** می‌کند ← آماده و گوش به زنگ برای غذایابی می‌شود.
- **خرچنگ ساحلی**
  - صدف‌های با اندازهٔ **متوسط** را ترجیح می‌دهند ← بیشترین انرژی **خالص** را تأمین می‌کنند.
  - صدف‌های بزرگ‌تر
    - انرژی بیشتری دارند.
    - 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 لولهٔ گوارش آن‌ها خنثی کند.

«تغذیه طوطی‌ها از خاک رس»

قلمروخواهی

- قلمرو یک جانور، **بخشی** از محدودهٔ جغرافیایی است که جانور در آن زندگی می‌کند.
- جانوران در برابر افراد **هم‌گونه** یا افراد **گونه‌های دیگر** از قلمرو خود دفاع می‌کنند.
- **نحوهٔ انجام**
  - اجرای نمایش ← پرنده با آواز خواندن (*مانند قوهای سرخرود مازندران*) ← از ورود پرنده‌های مزاحم جلوگیری می‌کنند.
  - در صورت مؤثر نبودن آواز ← تهاجم به جانوران دیگر ← حملهٔ پرنده به پرندهٔ مزاحم
- **فواید (چرا قلمروخواهی می‌کند)**
  - استفادهٔ 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 زیادتر 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.

«قلمروخواهی در قو، سرخرود مازندران»

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

مهاجرت

- جابه‌جایی **طولانی** و رفت و برگشتی جانوران مهاجرت نام دارد.
- رفتاری **غریزی** است که یادگیری نیز در آن نقش دارد.

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.

«پرندگان مهاجر به پناهگاه حیات وحش میانکاله مازندران»

علت

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

تجربه

- سارهایی که تجربهٔ مهاجرت دارند، بهتر از آن‌هایی که برای نخستین‌بار مهاجرت می‌کنند، مسیر مهاجرت را تشخیص می‌دهند (*نوعی شرطی شدن فعال است*).
- در مسیر مهاجرت **بسیاری** از آن‌ها، مناطق جدید ایجاد می‌شود ← جانور با **حل مسئله**، مسیر جدید خود را با تجربه‌های قبلی پیدا می‌کند.

نحوهٔ جهت‌یابی

- استفاده از نشانه‌های محیطی
  - با استفاده از موقعیت خورشید **در روز** ← در سارها و پروانهٔ مونارک دیده می‌شود.
  - با استفاده از موقعیت **ستاره‌ها** در آسمان در شب
  - میدان مغناطیسی زمین
    - کبوتر خانگی و بعضی پرندگان
      - در روزها و شب‌های ابری، به جای نور خورشید یا ستاره‌ها از آن برای مسیریابی 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.
    - لاک‌پشت 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

- صفات غریزی می‌باشند و یادگیری نیست.

خواب زمستانی

- برخی جانوران برای بقا، در زمستان، خواب زمستانی دارند.
- جانور به خواب عمیقی فرو می‌رود.
- دورهٔ 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 دورهٔ 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.

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.

کلیهٔ حقوق این اثر متعلق به انتشارات الگو است و هرگونه نسخه‌برداری و برداشت به هر صورت و شیوه به موجب بند ۵ از مادهٔ ۲ قانون حمایت از ناشران قابل پیگرد است.

گفتار ۳

ارتباط بین جانوران

- **از طریق**
  - تولید صدا ← صدای جیرجیرک نر
    - در تحریک پردهٔ صماخ روی پاهای جلویی جیرجیرک ماده مؤثر است.
    - اطلاعاتی مانند **گونه** و **جنس** را به اطلاع جیرجیرک ماده می‌رساند.
  - علامت‌های دیداری
    - بین زنبورهای کارگر
    - طاووس نر و ماده
  - بو و فرومون ← زنبورها
  - لمس کردن ← جوجه کاکایی با لمس منقار والد
- در نتیجهٔ این ارتباط رفتار جانور تغییر می‌کند.
- **در زنبورهای عسل**
  - زنبورهای کارگر که ماده هستند
    - قدرت تخمک‌زایی، لقاح و بکرزایی ندارند.
    - شهد و گردهٔ گل‌ها را جمع‌آوری کرده و به کندو می‌آورند.
  - زنبور کارگر یابندهٔ منبع جدید ← به کندو برمی‌گردد ← با انجام حرکات ویژه و صدای وزوز متفاوت ← انتقال اطلاعات به زنبورهای کارگر دیگر
    - دریافت اطلاعات توسط زنبورهای کارگر دیگر
    - زنبورهای کارگر دیگر ← با این اطلاعات و به کمک حس **بویایی** خود ← محل دقیق غذا و منبع جدید را پیدا می‌کنند.
  - انتقال اطلاعات از طریق حرکات زنبور کارگر یابنده
    - فاصلهٔ تقریبی کندو تا محل منبع غذا
    - جهتی را که باید پرواز کنند.
    - ← برای سایر کارگرها مشخص می‌شود.
  - هرچه حرکات طولانی‌تر باشد ← محل منبع غذا دورتر است.
  - فواید این ارتباط
    - صرف انرژی کمتر
    - زمان کوتاه برای پیدا کردن محل دقیق منبع غذا

زندگی گروهی

- **برخی** از جانوران زندگی گروهی دارند ← جانوران در زندگی گروهی باید با هم ارتباط داشته باشند.
- مورچه و گرگ به شکل گروهی زندگی می‌کنند ← در جمعیت با هم همکاری دارند.
- **مزایا**
  - جانوران از زندگی گروهی سود می‌برند.
  - احتمال شکار شدن جانور در گروه کمتر است.
  - دسترسی به منابع غذایی نیز ممکن است افزایش یابد.
  - شکار گروهی موفقیت بیشتری دارد ← احتمال دسترسی به شکار با اندازهٔ بزرگ‌تر بیشتر می‌شود.
- **اجتماع مورچه‌ها**
  - از گروه‌هایی تشکیل شده‌اند که در اندازه، شکل و کارهایی که انجام می‌دهند، تفاوت دارند.
  - انواع
    - مورچهٔ برگ‌بُر کارگر
      - اندازه‌های متفاوتی دارند.
      - بزرگ‌ترها، برگ را برش می‌دهند و به لانه حمل می‌کنند و کوچک‌ترها روی برگ می‌مانند و از آن دفاع می‌کنند.
      - قطعه‌های برگ را به عنوان کود آلی برای پرورش نوعی قارچ که از آن تغذیه می‌کنند، به کار می‌برند.
    - مورچه‌های روی برگ درخت آکاسیا
      - به پستانداران کوچک، حشرات و گیاهان دارزی مزاحم حمله می‌کنند.
      - **از برگ** آن به عنوان قلمرو و مواد غذایی استفاده می‌کنند.

«مورچهٔ 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.»

رفتار دگرخواهی

- **تعریف**: نوعی زندگی گروهی و رفتاری است که در آن یک جانور، بقا و موفقیت تولیدمثلی جانور دیگری را با هزینهٔ کاسته شدن از احتمال بقا و تولیدمثل خود افزایش می‌دهد.
- در اثر انتخاب طبیعی سبب حفظ گروه و بقای ژن‌های گروه می‌شود.
- **به نفع دیگران**
  - **نسبت به خویشاوندان**
    - جانوران نگهبان (*مثل دم‌عصایی*) و زنبورهای عسل کارگر
    - مزایا
      - افراد نگهبان با تولید صدا حضور شکارچی را هشدار می‌دهند.
      - زنبورهای عسل کارگر نگهداری و پرورش زاده‌های ملکه را برعهده دارند ← زنبورهای کارگر، ماده‌های **نازا** هستند که حاصل لقاح بوده‌اند نه بکرزایی!
      - خویشاوندان نگهبان، زادآوری کرده و ژن‌های مشترک را به نسل بعد منتقل می‌کنند.
    - معایب
      - احتمال بقای نگهبان‌ها کاهش می‌یابد.
      - جلب توجه شکارچی به سمت آن‌ها زیاد می‌شود.
  - **لزوماً نسبت به خویشاوندان نیست**
    - خفاش‌های خون‌آشام به‌طور گروهی درون غارها یا سوراخ درختان زندگی می‌کنند.
    - غذای آن‌ها، خون **پستانداران** بزرگ (*مثل دام‌ها*) است ← خفاشان، خونی که خورده‌اند را با هم به اشتراک می‌گذارند.
    - خفاش‌های سیر، **کمی** از خون خورده شده را برای تغذیهٔ خفاش گرسنه برمی‌گردانند.
    - خفاش گرسنه‌ای که غذا دریافت کرده، در آینده کار خفاش دگرخواه را باید جبران کند.
    - در صورت عدم جبران، این خفاش از اشتراک غذا کنار گذاشته می‌شود.
    - این رفتار در اثر **انتخاب طبیعی** به بقای آن‌ها منجر می‌شود.
- **به نفع خود و گروه**
  - در میان پرندگان، انواع **یاریگری** هستند که در پرورش زاده‌ها، به والدین دیگر خانواده‌ها یاری می‌رسانند.
  - مزایا
    - احتمال بقای زاده‌ها افزایش می‌یابد ← سبب بقای گروه می‌شود.
    - پرندهٔ یاریگر تجربه کسب می‌کند (*با کمک به والدین صاحب لانه*).
    - با مرگ احتمالی جفت‌های زادآور، **قلمرو** آن‌ها را تصاحب و خود زادآوری می‌کنند ← در آینده سبب قلمروخواهی می‌شود.
  - یاریگرها اغلب پرنده‌های **جوان** هستند.

«خفاش خون‌آشام از خون پستانداران تغذیه می‌کند.»

برای ثبت‌نام کلاس‌های سالیانه و نکته و تست آنلاین **دکتر اشکان هاشمی** به سایت **رایان کلاس** www.rayanclass.com مراجعه فرمایید.