زیست دوازدهم

درسنامهٔ درختی

گفتار ۱

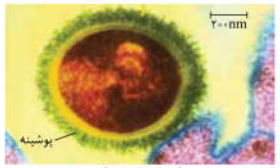
مولکول‌های اطلاعاتی

- 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 پوشینهٔ 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 **کشتهٔ 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 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.

آزمایش سوم

- با اینکه ثابت کردند مادهٔ وراثتی، *DNA* می‌باشد ← ولی بسیاری از دانشمندان همچنان بر این باور بودند که عامل تغییر صفت، **پروتئین‌ها** می‌باشند.
- عصارهٔ استخراج شده از باکتری پوشینه‌دار را چهار قسمت کرد.
- به هر قسمت آنزیم تخریب‌کنندهٔ یک گروه از مواد آلی را اضافه کرد ← از هر چهار نوع آنزیم هیدرولاز (*پروتئاز، لیپاز، نوکلئاز و کربوهیدراز*) استفاده کرد.
- هرکدام را به محیط کشت حاوی باکتری **بدون پوشینه** اضافه کرد (*فرصت انتقال صفت تکثیر و رشد داده شد*).
- نتیجه ← در همهٔ ظروف انتقال صورت می‌گیرد به‌جز ظرفی که حاوی **آنزیم تخریب‌کنندهٔ دنا** است.

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

چارگاف

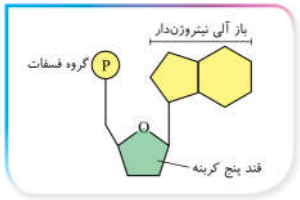
- نقص تصورات گذشته مبنی بر اینکه ۴ نوع نوکلئوتید موجود در دنا به نسبت مساوی در سراسر مولکول توزیع شده‌اند را اعلام کرد.
- روی دنای جانداران مختلف نشان داد که $A=T$ و $C=G$ است.
- **دلیل** برابری نسبت $\frac{A}{T}$ و $\frac{G}{C}$ را نمی‌دانست.

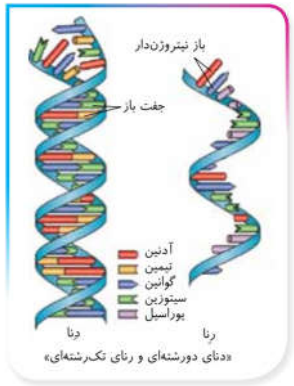
ویلکینز و فرانکلین

- 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.





واحد سازنده

انواع نوکلئوتیدها

قند پنج‌کربنی
- در *DNA* ← دئوکسی ریبوز است.
- در *RNA* ← ریبوز است ← یک اتم اکسیژن از دئوکسی ریبوز، بیشتر دارد.

اجزای هر نوکلئوتید

باز آلی نیتروژن‌دار
- با پیوند اشتراکی به قند متصل است ← هر نوکلئوتید، یک پیوند قند باز دارد.
- انواع:
  - آدنین و گوانین است.
  - دوحلقه‌ای (*پورین‌ها*) ← یک حلقهٔ پنج‌ضلعی و یک حلقهٔ شش‌ضلعی دارد.
  - از حلقهٔ کوچک‌تر خود به قند متصل می‌شود.
  - سیتوزین، تیمین و یوراسیل هستند.
  - تک‌حلقه‌ای (*پیریمیدین‌ها*) ← یک حلقهٔ شش‌ضلعی دارند.
- باز آلی تیمین، فقط در *DNA* و یوراسیل، فقط در *RNA* وجود دارد.

انواع نوکلئوتیدها
- 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 سوخت‌وسازی فرایندهای فتوسنتزی و تنفس یاخته‌ای ($NADH$ ، $FADH_2$ ، $NADPH$) وجود دارند.

نوکلئیک اسیدها

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 *RNA*های 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 دارند
  - 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 دارند.
  - نقش آنزیمی (*ریبوزیم‌ها*) با پایین آوردن انرژی فعال‌سازی دارند ← جایگاه فعال برای اتصال به پیش‌ماده دارند.
  - برخی از آن‌ها در بیان ژن‌ها دخالت دارند.

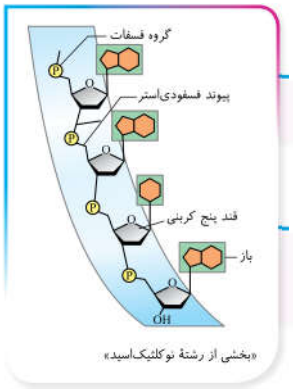
@JOZVEH30S

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 *DNA*های اصلی و کمکی (*پلاسمید*) 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.

@JOZVEH30S

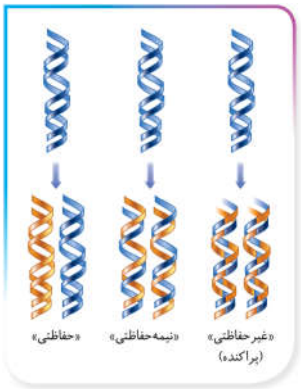
گفتار ۲

- 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 DNA

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 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.



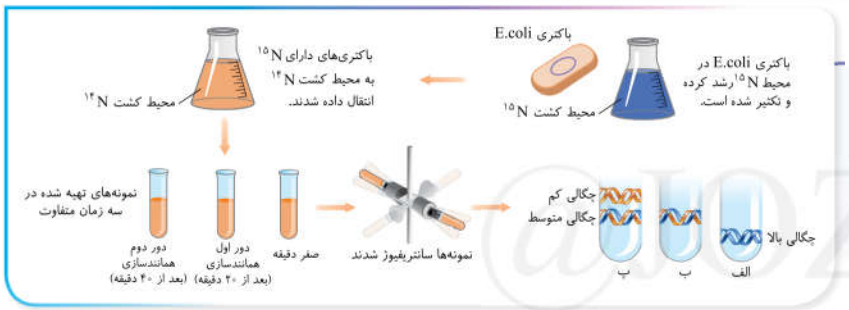
تحقیقات مزلسون و استال

تکات

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

آزمایش

- (۱) ابتدا باکتری‌ها را در محیط دارای N^{15} کشت دادند (*در ۱۵ نسل باکتری‌ها کاملاً نیتروژن‌دار (N۱۵) وارد شدند*).
- (۲) چندین مرحله رشد و تکثیر در این محیط ← باکتری‌هایی با دنای سنگین‌تر و حاوی دو رشتهٔ N^{15} تولید کردند.
- (۳) این باکتری‌ها را به محیط کشت با نوکلئوتیدهای حاوی N^{14} 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 N^{15} و سنگین داشتند و پس از گریز دادن، **یک نوار** در **انتهای** لوله تشکیل دادند (*ضخیم‌تر*).
  - دلیل ← چون هر دو رشتهٔ دنای آن‌ها N^{15} و چگالی سنگینی داشت.
- (۲) دنای باکتری‌های حاصل از دور اول همانندسازی در محیط کشت حاوی N^{14} (*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
    - دناپلیمراز
  - آنزیم‌های فرعی ← قبل از شروع و در حین همانندسازی لازم هستند.

مراحل همانندسازی

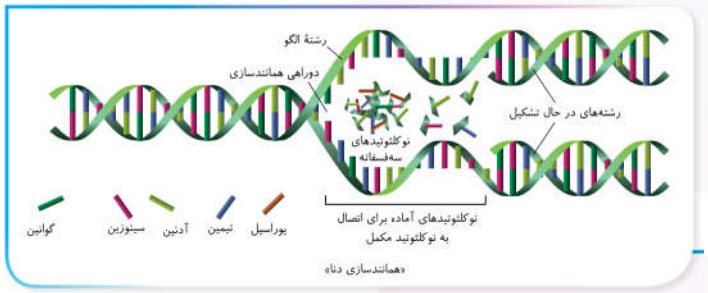
- (۱) قبل از همانندسازی ← با کمک آنزیم‌هایی باید پیچ و تاب دنا باز و پروتئین‌های همراه آن یعنی هیستون‌ها از آن جدا شوند (*هیستون مخصوص یوکاریوت‌هاست*).
- (۲) مارپیچ دنا و دو رشتهٔ آن توسط آنزیم هلیکاز از هم باز می‌شود ← این عمل به تدریج صورت می‌گیرد و دو رشته از ابتدا کاملاً از هم جدا نمی‌شوند.
- (۳)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

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
  1. شکست پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته و باز شدن دو رشته از دو طرف توسط دو هلیکاز مختلف.
  2. قرارگیری نوکلئوتیدهای مکمل (*بستهٔ به‌نوع باز*) روبه‌روی رشتهٔ الگو و ایجاد پیوند هیدروژنی بین بازهای مکمل.
  3. شکسته شدن پیوند اشتراکی پرانرژی بین فسفات‌ها و ایجاد نوکلئوتید یک‌فسفاتهٔ جدید.
  4. تشکیل پیوند فسفودی‌استر جدید بین فسفات نوکلئوتید جدید با هیدروکسیل نوکلئوتید قبلی در همان رشته (*توسط دنابسپاراز*).
  5. اضافه شدن هر نوکلئوتید جدید، به نوع باز آلی مکمل آن در رشتهٔ الگو بستگی دارد.



«همانندسازی دنا»

اعمال آنزیم‌ها

هلیکاز

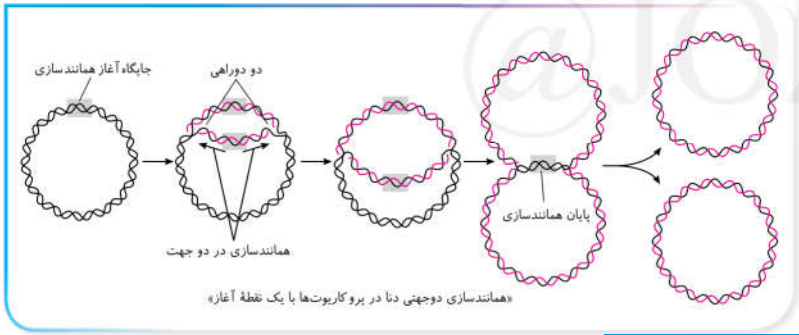
1. شناسایی نقطهٔ شروع همانندسازی به صورت اختصاصی
2. باز کردن مارپیچ دنا
3. باز کردن تدریجی دو رشتهٔ دنا با شکستن پیوند هیدروژنی

دنابسپاراز

1. نوکلئوتیدها را براساس رابطهٔ مکملی با دقت زیادی مقابل هم قرار می‌دهد.
2. برقرار کردن پیوند فسفودی‌استر در همانندسازی ← فعالیت بسپارازی (*پلیمرازی*)
3. پس از برقراری **هر** پیوند فسفودی‌استر، برمی‌گردد و رابطهٔ مکملی نوکلئوتیدها را بررسی می‌کند.
4. 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

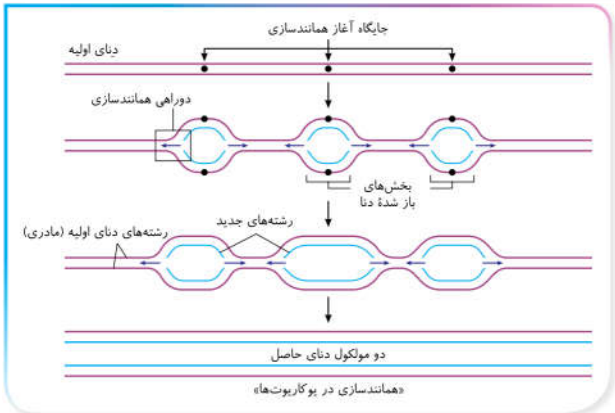
- فام‌تن اصلی آن‌ها به صورت یک مولکول دنای **حلقوی** در سیتوپلاسم و متصل به **غشای** یاخته است.
- علاوه بر دنای اصلی **ممکن** است دنای حلقوی دیگری به نام دیسک (*پلازمید*) داشته باشد ← دنای کمکی به غشا متصل نیست.
- دیسک می‌تواند ویژگی‌های دیگری به باکتری بدهد، مانند افزایش مقاومت باکتری به آنتی‌بیوتیک.
- اغلب فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در هر دنای اصلی و کمکی خود دارند.
- 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
  - دنای خطی دارد.
  - در فام‌تن هسته‌ای
    - 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»

گفتار ۳

- از جمله مولکول‌هایی هستند که نقش بسیار مهمی در **فرایندهای یاخته‌ای** دارند (*برخلاف دنا و ورنا، به‌ذخیره و انتقال اطلاعات کمک نمی‌کنند*).
- **متنوع‌ترین** گروه مولکول‌های زیستی از نظر ساختار شیمیایی و عملکردی هستند.

تکات

- 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.

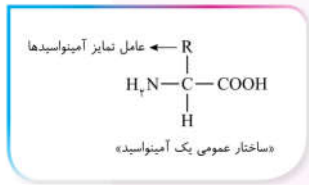
پروتئین‌ها

- پروتئین‌ها، بسیارهایی 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.

ساختار آمینواسیدها

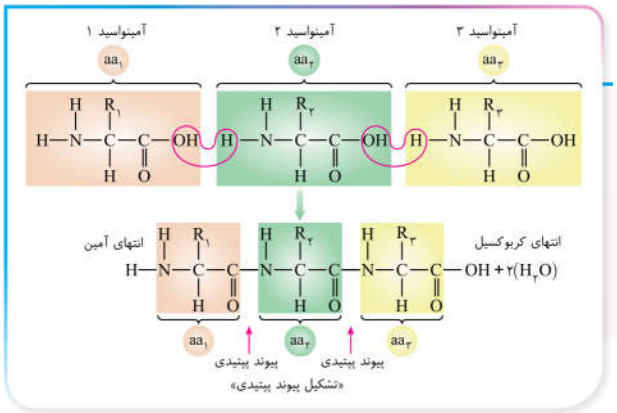
- متشکل از
  - یک گروه آمین (NH_2) ← در سمت چپ
  - یک گروه اسیدی کربوکسیل ($COOH$) ← در سمت راست
  - یک اتم هیدروژن
  - یک گروه R (*از اتم‌های مختلف*)

  ← 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.



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 مولکول H_2O آزاد می‌شود.
  - یک اتم H از عامل آمینی (NH_2) آمینواسید بعدی نیز جدا می‌شود ← یک پیوند اشتراکی ($-C(=O)-NH-$) به نام پیپتیدی 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.



@JOZVEH30s

سطوح ساختاری پروتئین‌ها

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

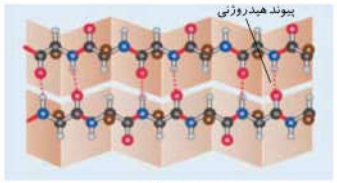
ساختار اول (توالی آمینواسیدها)

- 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.

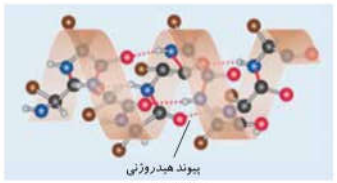
«ساختار اول پروتئین‌ها»

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 ($C=O$) برخی آمینواسیدها صورت می‌گیرد.
- اولین تاخوردگی مولکول در این ساختار دیده می‌شود.



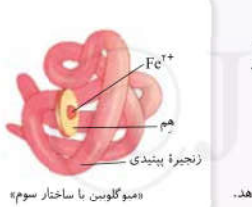
«ساختار صفحه‌ای»



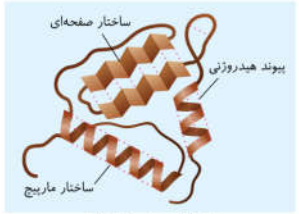
«ساختار مارپیچ»

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 برهم‌کنش‌های **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 (*حشره خاشیرس در تراوح سرنیزهٔ گل‌ها*) 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.



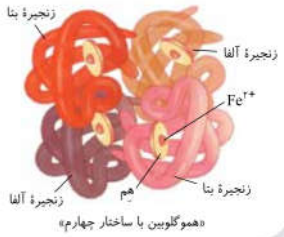
«میوگلوبین با ساختار سوم»



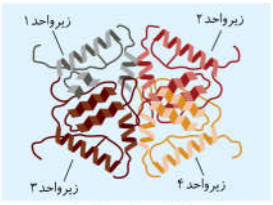
«ساختار سوم پروتئین‌ها»

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

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