این جزوه قدیمی است و از کتاب ۹۷ نوشته شده است و

دانلود جزوه های جدید چاپ ۹۸

در

www.biolog.blogfa.com

@BioFile

فصل اول

مولکـول های اطـلاعاتی

پرسش: ژن چیست و از چه ساخته شده است؟
یکی از پرسش هایی که یافتن جوابی برای آن بیش از **پنجاه** سال طول کشید.
آشنا شدن با ساختار دِنا (DNA) و رِنا (RNA) مقدمه ای است برای فهم بهتر فصل های دیگر این کتاب است.
با سازوکار مولکولی و چگونگی ذخیره و انتقال اطلاعات وراثتی نیز آشنا می شویم.

درس ۱ : نوکلئیـک اسیـدها

- هریک از یاخته های بدن ما ویژگی هایی مانند شکل، اندازه، توانایی ها و ...دارند.
- ویژگی های یاخته (شکل، اندازه، توانایی ها و ...) تحت فرمان هسته هستند.
- دستورالعمل های هسته **در حین تقسیم** از یاخته ای به یاخته دیگر منتقل می شود.
- دستورالعمل های هسته **در حین تولید مثل** از نسلی به نسل دیگر منتقل می شود.

اطلاعات و دستورالعمل فعالیت های یاخته در چه قسمتی از هسته ذخیره می شود؟

- فامتن ها (کروموزوم ها)، در هسته قرار دارند.
- در ساختار فامتن ها(کروموزوم ها)، **دِنا**(DNA) و **پروتئین** مشارکت می کنند.

کدام یک از این دو ماده (DNA و پروتئین)، ذخیره کنندهٔ اطلاعات وراثتی است؟

- مادهٔ **دِنا**(DNA) به عنوان مادهٔ ذخیره کنندهٔ اطلاعات وراثتی در هسته عمل می کند.

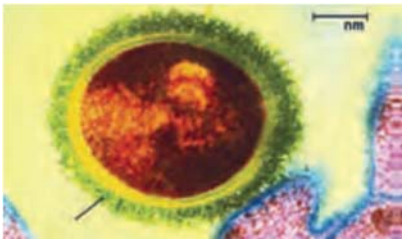
گریفیت

گریفیت

- گریفیت، باکتری شناسی انگلیسی بود.
- **اطلاعات اولیه** در مورد مادهٔ وراثتی، از فعالیت ها و آزمایش های گریفیت به دست آمد.
- گریفیت **سعی داشت** واکسنی برای بیماری آنفلوانزا تولید کند.
- در زمانِ گریفیت **تصور می شد** که عامل **آنفلوانزا**، نوعی باکتری به نام **استرپتوکوکوس نومونیا** است.
- گریفیت با **دو نوع** از باکتری استرپتوکوکوس نومونیا، آزمایش هایی را **روی موش ها** انجام داد.
- **نوع بیماری زا:** باکتری استرپتوکوکوس نومونیای پوشینه دار(**کپسول دار**) و در موش ها سبب **سینه پهلو** می شود.
- **نوع غیر بیماری زا:** باکتری استرپتوکوکوس نومونیای بدون پوشینه (**بدون کپسول**) که موش ها را بیمار نمی کند.
- **جنس پوشینه (کپسول):** پلی ساکارید است.

@BioFile

شکل ۱ : باکتری پوشینه دار



مراحل آزمایش و نتایج کار گریفیت

۱. **آزمایش اول:** تزریق باکتری های زندهٔ پوشینه دار به موش، **نتیجه آزمایش:** موش مُرد.
۲. **آزمایش دوم:** تزریق باکتری های زندهٔ فاقد پوشینه به موش، **نتیجه آزمایش:** موش زنده ماند.
۳. **آزمایش سوم:** تزریق باکتری های پوشینه دار کشته شده با گرما، **نتیجه آزمایش:** موش زنده ماند.
۴. **آزمایش چهارم:** تزریق باکتری های پوشینه دار کشته شده بعلاوه باکتری های فاقد پوشینه زنده، **نتیجه آزمایش:** موش مُرد و در خون و شش های موش مُرده، باکتری های پوشینه دار زنده مشاهده شد.

شکل ۲: آزمایشات گریفیت و نتایج آن

مشاهدات گریفیت

- تزریق باکتری های پوشینه دار به موش ها در **آزمایش اول**، باعث بروز علائم بیماری و مرگ در موش ها می شود.
- تزریق باکتری های بدون پوشینه به موش ها در **آزمایش دوم**، باعث بروز علائم بیماری در موش ها نمی شود.
- تزریق باکتری های پوشینه دار **کشته شده با گرما** به موش ها در **آزمایش سوم**، موش ها سالم ماندند.
  - گریفیت در آزمایش سوم نتیجه گرفت که وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش ها نیست.
- تزریق مخلوطی از باکتری های پوشینه دار **کشته شده با گرما** و زندهٔ بدون پوشینه به موش ها در آزمایش **چهارم**
  - برخلاف انتظار، موش ها مُردند!
- گریفیت در بررسی خون و شُش های موش های مُرده، مقدار زیادی باکتری های پوشینه دار زنده مشاهده کرد.
  - **تعدادی** از باکتر ی های بدون پوشینه به نحوی تغییر کرده و پوشینه دار شده اند.

از نتایج آزمایش های گریفیت مشخص شد

- مادهٔ وراثتی **می تواند** از یاخته ای به یاختهٔ دیگر منتقل شود، ولی ماهیت این ماده و چگونگی انتقال آن مشخص نشد.

@BioFile

عامل اصلی انتقال صفات وراثتی، مولکول دِنا است

- عامل مؤثر در انتقال صفتِ پوشینه دار شدن در باکتری، تا حدود ۱۶ سال بعد از گریفیت همچنان ناشناخته ماند.
- **ایوری و همکارانش** عامل مؤثر در انتقال صفتِ پوشینه دار شدن در باکتری را مشخص کردند.

مراحل آزمایش اول ایوری

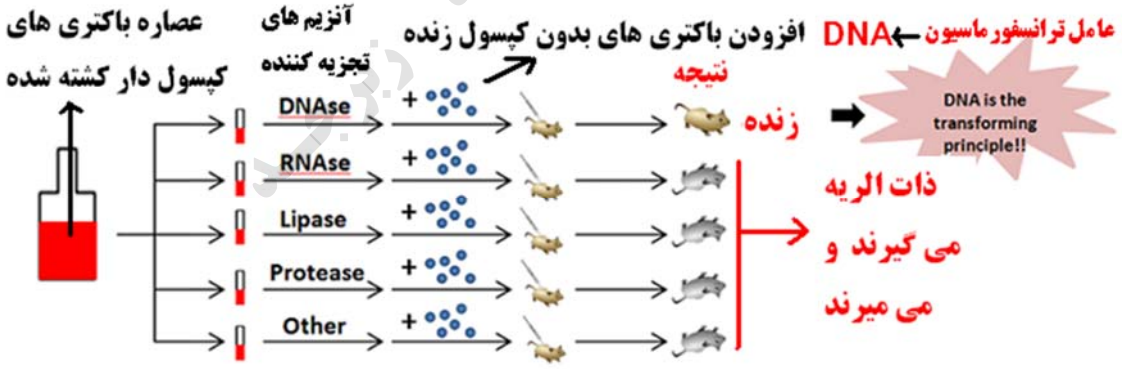
- باکتری های پوشینه دار را کُشتند.
- عصارهٔ باکتری های کشته شدهٔ پوشینه دار را بدست آوردند.
- تمامی پروتئین های موجود در عصاره ی باکتری های کشته شدهٔ پوشینه دار را تخریب کردند. (**به کمک پروتناز**)
- عصارهٔ بدون پروتئین باکتریهای کشته شدهٔ پوشینه دار را به محیط کِشت باکتری فاقد پوشینه اضافه کردند و دیدند که انتقال صفت صورت می گیرد.
  - **نتیجه گرفت**: پروتئین ها، مادهٔ وراثتی نیستند.

مراحل آزمایش دوم ایوری

- عصارهٔ باکتری های کشته شدهٔ پوشینه دار را در یک گُریزانه(سانتریفیوژ)با سرعت بالا قرار دادند.
- در گُریزانه مواد داخل عصاره (**لیپید، کربوهیدارت ، پروتئین ، اسید نوکلئیک**) به صورت لایه لایه جدا شدند.
- هریک از لایه ها (مواد داخل عصاره) را به صورت جداگانه به محیط کِشت باکتریِ فاقد پوشینه اضافه کردند.
- مشاهده شد که انتقال صفت (پوشینه دار شدن) فقط با لایه ای که در آن دِنا وجود دارد انجام می شود.
- **نتایج آزمایش ها:** مشخص شد که عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات، دِنا (DNA) است .
- دِنا (DNA) همان ماده وراثتی است.
- نتایج به دست آمده مورد قبول عده ای قرار نگرفت؛ چون در آن زمان **بسیاری از** دانشمندان بر این باور بودند که پروتئین ها ماده وراثتی هستند.

مراحل آزمایش سوم ایوری

- عصارهٔ باکتری های پوشینه دار را استخراج و آن را به چند قسمت تقسیم کردند.
- به هر قسمت از عصارهٔ باکتری های پوشینه دار، آنزیم تخریب کننده یک گروه از مواد آلی را اضافه کردند.
- هر کدام از قسمت ها را به محیط کِشت حاوی باکتری بدون پوشینه منتقل کردند.
- اجازه دادند تا باکتری های بدون پوشینه فرصتی برای انتقال صفت و رشد و تکثیر داشته باشند.
- در همهٔ ظروف، انتقالِ صفت پوشینه دار شدن صورت گرفت؛ به جز ظرفی که حاوی آنزیم تخریب کننده دِنا است.

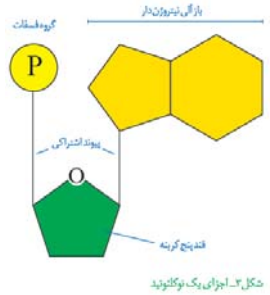


@BioFile

ساختار نوکلئیک اسید

نوکلئیک اسیدها

- شامل **دئوکسی ریبونوکلئیک اسید(دِنا)**و **ریبونوکلئیک اسید(رِنا)**هستند.
- نوکلئیک اسیدها، بَسپارهایی(پُلیمرهایی) از واحدهای تکرارشونده به نام **نوکلئوتید** هستند.
- هر نوکلئوتید شامل سه بخش است:**یک قند پنج کربنه، یک باز آلی نیتروژن دار و یک تا سه گروه فسفات.**



شکل ۳ـ اجزای یک نوکلئوتید

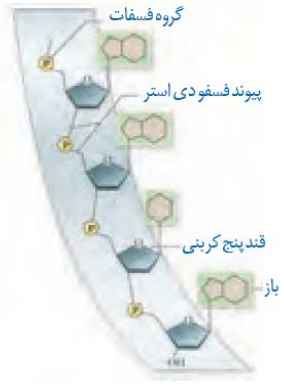
دئوکسی ریبونوکلئیک اسید(دِنا) DNA		ریبونوکلئیک اسید(رِنا) RNA	
قند پنج کربنه: دئوکسی ریبوز		قند پنج کربنه: ریبوز	
باز آلی نیتروژن دار	دو حلقه ای(پورین) : آدنین (A) و گوانین (G) تک حلقه ای(پریمیدین): تیمین(T) و سیتوزین (C)	باز آلی نیتروژن دار	دو حلقه ای(پورین) : آدنین (A) و گوانین (G) تک حلقه ای(پریمیدین): یوراسیل(U) و سیتوزین (C)
یک تا سه گروه فسفات		یک تا سه گروه فسفات	

- دئوکسی ریبوز، یک اکسیژن کمتر از ریبوز دارد.
- در دِنا باز یوراسیل شرکت ندارد و به جای آن تیمین وجود دارد و در رِنا به جای تیمین باز یوراسیل وجود دارد.

برای تشکیل یک نوکلئوتید

- باز آلی نیتروژن دار به یک قسمت قند متصل می شود.
- گروه یا گروه های فسفات با پیوند اشتراکی(کووالانسی)به قسمت دیگر قند متصل می شوند.

- نوکلوتیدها از **نظر نوع قند، نوع باز آلی و تعداد گروه های فسفات** با یکدیگر تفاوت دارند.
- نوکلئوتیدها با نوعی پیوند اشتراکی به نام **فسفودی استر** به هم متصل می شوند و **رشته پلی نوکلئوتیدی** را می سازند.



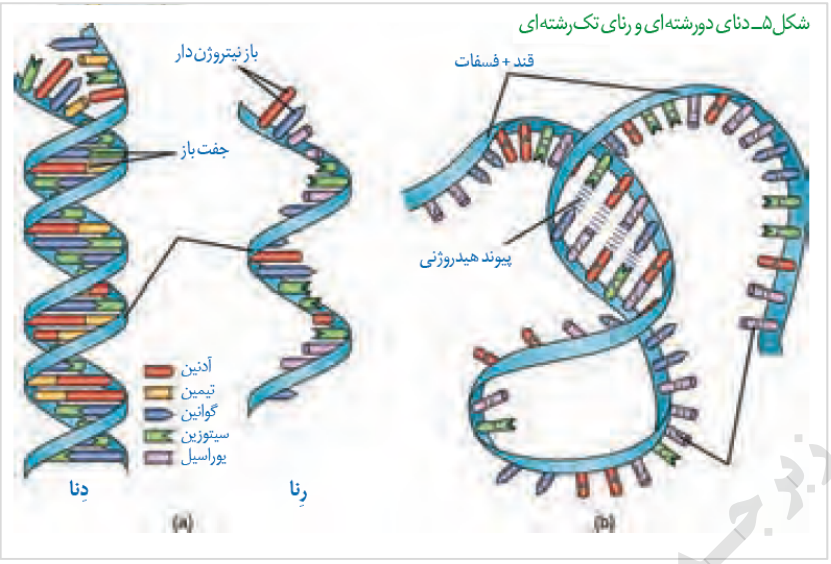
شکل ۴ ـ تشکیل رشته نوکلئیک اسید

- **در تشکیل پیوند فسفودی استر:**
  - فسفات یک نوکلئوتید، به گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می شود.

@BioFile

انواع نوکلئیک اسید ها بر اساس تعداد رشته های پلی نوکلئوتیدی

- رشته های پلی نوکلئوتیدی به تنهایی نوکلئیک اسید را می سازند. مثل رنا
- رشته های پلی نوکلئوتیدی به صورت دوتایی مقابل هم قرار می گیرند. مثل دِنا



- مولکول های **دِنا** از دو رشته پلی نوکلئوتید تشکیل می شوند.
- مولکول های **رِنا** از یک رشته پلی نوکلئوتید تشکیل می شوند.

نوکلئیک اسید حلقوی

- دو انتهای رشته های پلی نوکلئوتید با پیوند فسفودی استر به هم متصل هستند.
- برای مثال دِنا در **باکتری ها** به صورت حلقوی است.

نوکلئیک اسید خطی

- گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل (OH)در انتهای دیگر آزاد است.
- هر رشتهٔ دِنا و رِنای خطی همیشه دو سر متفاوت دارد.

تلاش برای کشف ساختار مولکولی دِنا

- **در ابتدا :**
  - **تصور می شد** که چهار نوع نوکلئوتید موجود در دِنا به نسبت مساوی در سراسر مولکول توزیع شده اند.
  - دانشمندان **انتظار داشتند** که مقدار ۴ نوع باز آلی در تمامی مولکول های دِنا در هر جانداری با یکدیگر برابر باشد.

مشاهدات و تحقیقات چارگاف

چارگاف

- تحقیقات روی دِناهای طبیعی موجودات انجام شد.
- مقدار آدنین موجود در دِنا با مقدار تیمین برابر است.
- مقدار گوانین موجود در دِنا با مقدار سیتوزین برابر است.
- تحقیقات بعدی دانشمندان دلیل این برابری نوکلئوتیدها را مشخص کرد.

@BioFile

استفاده از پرتو ایکس برای تهیهٔ تصویر از دِنا

- **آزمایش ویلکینز و فرانکلین**
  - با استفاده از پرتو ایکس از مولکول های دِنا تصاویری تهیه کردند.
  - با بررسی تصاویر حاصل از مولکول های دِنا، در مورد ساختار دِنا نتایجی را به دست آوردند.
  - **نتایج به دست آمده:**
    - دِنا حالت مارپیچی دارد.
    - دِنا بیش از یک رشته دارد.
    - با استفاده از این روش ابعاد مولکول ها را نیز تشخیص دادند.

شکل ۶ـ تصویر تهیه شده با پرتو ایکس ازمولکول دِنا توسط ویلکینز و فرانکلین

مدل مولکولی دِنا

- **آزمایش واتسون و کریک**
  - با استفاده از نتایج زیر، مدل مولکولی نردبان مارپیچ را ساختند :
    - آزمایش های چارگاف
    - داده های حاصل از تصاویر تهیه شده با پرتو ایکس آزمایش ویلکینز و فرانکلین
    - با استفاده از یافته های خود،
- واتسون و کریک در سال ۱۹۶۲ جایزه نوبل را دریافت کردند.
- نتایج حاصل از این تحقیقات با پژوهش های امروزی مورد تأیید قرار گرفته اند.

شکل ۷ – واتسون و کریک و مدل پیشنهادی آنها برای دِنا

نکات کلیدی مدل واتسون و کریک

- **هر مولکول دِنا (DNA) :**
  - از **دو رشته پلی نوکلئوتیدی** ساخته شده است.
  - دو رشته به **دور محوری فرضی پیچیده شده** است.
  - دو رشته ساختار **مارپیچ دو رشته ای** را ایجاد می کند.
  - مارپیچ دو رشته ای اغلب با یک نردبان پیچ خورده مقایسه می شود.
    - **ستون** های این نردبان را **قند و فسفات** تشکیل می دهند.
    - **پله** های این نردبان را **بازهای آلی** تشکیل می دهند.
    - بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید دیگر **پیوند فسفودی استر** وجود دارد.
    - بین باز های روبه روی هم **پیوند هیدروژنی** برقرار است.

@BioFile

شکل ۸ـ مدل مارپیچ دورشته‌ای دِنا

- پیوندهای هیدروژنی بین بازها، دو رشته دِنا را در مقابل هم نگه می دارد.
- پیوندهای هیدروژنی بین جفت بازها، به صورت اختصاصی تشکیل می شوند.

- **جفت باز های مکمل عبارتند از:**
  - آدنین(A) با تیمین(T) روبروی هم قرار می گیرند.
  - گوانین(G) با سیتوزین (C) روبروی هم قرار می گیرند.

- بین C و G نسبت به A و T پیوند هیدروژنی **بیشتری** تشکیل می شود.
- مکمل بودن باز های آلی نتایج آزمایش های **چارگاف** را نیز تأیید می کند.

- قرارگیری جفت بازها به صورت مکمل باعث می شود، قطر مولکول در سراسر آن یکسان باشد.
- در هر صورت یک باز تک حلقه ای در مقابل یک باز دو حلقه ای قرار می گیرد.
- **ثابت ماندن قُطر دِنا:**
  - باعث پایداری اطلاعات دنا می شود.
  - در فشرده شدن بهترِ فام تن ها(کروموزوم ها) مؤثر است.
- **جفت شدن بازهای مکمل نتیجهٔ دیگری هم دارد** :
  - اگرچه دو رشتهٔ یک مولکول دِنا یکسان نیستند، ولی شناسایی ترتیب نوکلئوتیدهای هر کدام می تواند ترتیب نوکلئوتیدهای رشتهٔ دیگر را هم مشخص کند. مثلاً اگر ترتیب نوکلئوتیدها در یک رشته ATGC باشد ترتیب نوکلئوتیدها در رشتهٔ مکمل آن باید TACG باشد.
- هر پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی پیوندِ کمی دارد.
- وجود هزاران یا میلیون ها نوکلئوتید و برقراری پیوند هیدروژنی بین آنها به مولکول دِنا حالت پایدارتری می دهد.
- دو رشته دِنا در موقع نیاز می توانند در بعضی از نقاط از هم جدا شوند و بدون اینکه پایداری آنها به هم بخورد وظایف خود را انجام دهند.

رِنا و انواع آن

- نوع دیگری از نوکلئیک اسید ها، رِنا (RNA) است.
- رِنا دستورالعمل های دِنا را اجرا می کند.
- مولکول رِنا (RNA) تک رشته ای است.
- مولکول رِنا (RNA) از روی بخشی از یکی از رشته های دِنا (DNA) ساخته می شود.

رِناها نقش های متعددی دارند

- **رِنای پیک (mRNA):** اطلاعات را از دِنا به رِناتَن ها(ریبوزوم ها) می رساند.
  - رِناتَن با استفاده از اطلاعات رِنای پیک، پروتئین سازی می کند.
- **رنای ناقل (tRNA):** آمینواسیدها را برای استفاده در پروتئین سازی به سمت رِناتَن ها می برد.
- **رنای ناقل (rRNA):** در ساختار رِناتَن ها علاوه بر پروتئین، رِنای رِناتَنی نیز شرکت دارد.
- برای رِناها نقش های آنزیمی و دخالت در تنظیم بیان ژن نیز مطرح می شود.

ژن چیست؟

- برطبق آزمایش های ایوری و همکارانش، اطلاعات وراثتی در دِنا قرار دارد و از نسلی به نسل دیگر منتقل می شوند.
- اطلاعاتوراثتی در واحدهایی به نام ژن سازماندهی شده اند.
- ژن بخشی از مولکول دِنا است که می تواند بیان آن به تولید رِنا یا پلی پپتید بینجامد.

@BioFile

دخالت نوکلئوتیدها در واکنش های سوخت و سازی

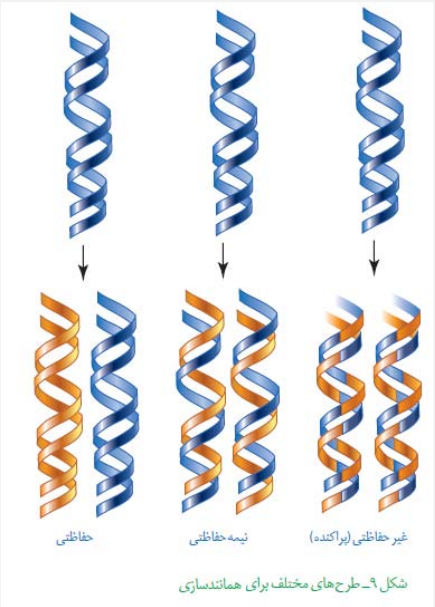
- نوکلئوتیدها علاوه برشرکت در ساختار دِنا و رِنا نقش های اساسی دیگری نیز در یاخته برعهده دارند.
  - **منبع رایج انرژی در یاخته:**
    - نوکلئوتید آدنین دار ATP (آدنوزین تری فسفات) به عنوان منبع رایج انرژی در یاخته است.
  - **نقش ناقل الکترون :**
  - نوکلئوتیدها در ساختار مولکول هایی وارد می شوند که در فرایندهای فتوسنتز و تنفس یاخته ای نقش ناقل الکترون را بر عهده دارند.

فصل ۴ : همانند سازی

- دِنا به عنوان ماده وراثتی، حاوی اطلاعات یاخته است.
- هنگام تقسیم یاخته، اطلاعات موجود در دِنا، بدون کم وکاست به دو یاخته حاصل از تقسیم می رسند.
- رسیدن اطلاعات دِنا هنگام تقسیم یاخته به یاخته های حاصل، با همانندسازی دِنا انجام می شود.
- به ساخته شدن مولکول دِنای جدید از روی دِنای قدیمی **همانند سازی** گویند.
- با توجه به مدل واتسون و کریک و وجود رابطه مکملی بین بازها تا حد زیادی همانندسازی دِنا قابل توضیح است.

طرح های مختلفی برای همانندسازی دِنا پیشنهاد شده بود

- **همانندسازی حفاظتی:**
  - چون دِنای اولیه به صورت دست نخورده در یکی از یاخته ها حفظ شده است به آن همانندسازی حفاظتی می گویند.
  - هر دو رشته دِنای قبلی (اولیه) به صورت دست نخورده باقی می ماند.
  - هر رشته دِنای قبلی (اولیه) ،وارد یکی از یاخته های حاصل از تقسیم می شوند.
  - دو رشته دِنای جدید هم وارد یاخته دیگر می شوند.
- **همانندسازی نیمه حفاظتی :**
  - چون در هر یاخته حاصل، فقط یکی از دو رشته دِنای قبلی وجود دارد به آن نیمه حفاظتی می گویند.
  - در هر یاخته یکی از دو رشته دِنا مربوط به دِنای اولیه است و رشته دیگر با نوکلئوتیدهای جدید ساخته شده است.
- **همانندسازی غیر حفاظتی(پراکنده):**
  - هر کدام از دِناهای حاصل، قطعاتی از رشته های قبلی و رشته های جدید را به صورت پراکنده در خود دارند.



شکل ۹ـ طرح‌های مختلف برای همانندسازی

@BioFile

کدام طرح مورد تأیید قرار گرفته است؟

- **مزلسون و استال** با به کارگیری **روش علمی** نشان دادند که همانندسازی دِنا، نیمه حفاظتی است.
- آنها فرضیه های متعددِ ارائه شده را در نظر گرفتند و با توجه به امکانات، آزمایشی را طراحی کردند.
- برای شروع کار، آنها باید بتوانند رشته های دِنای نوساز را از رشته های قدیمی تشخیص دهند.
- **جهت تشخیص رشته های نوساز از قدیمی:** از نوکلئوتید هایی که ایزوتوپ سنگین نیتروژن (N^{15})دارند، استفاده کردند.
- دِنا هایی که با N^{15} ساخته می شوند نسبت به دِنای معمولی که در نوکلئوتیدهای خود N^{15} دارد چگالی بیشتری دارند.
- **دستگاه فراگریزانه** (سانتریوفوژ با سرعت بالا): وسیله ای برای جدا کردن دناهایی که چگالی های متفاوتی دارند.

روش آزمایش مزلسون و استال

- ابتدا باکتری های (دارای N^{14}) را در محیطی حاوی N^{15} کشت دادند.
- N^{15} در ساختار بازهای آلی نیتروژن‌دار که در ساخت دِنای باکتری‌های (نسل های بعد) شرکت می‌کنند، وارد شدند.
- باکتری های جدید در محیط (دارای N^{15}) چندین مرحله رشد و تکثیر می کنند.
- باکتری هایی (دارای N^{15})تولید می شوند که دِنای سنگین تری نسبت به باکتری های اولیه (دارای N^{14}) دارند.
- باکتری ها(دارای N^{15}) را به محیط کشت حاوی وکلئوتیدهای N^{14}منتقل کردند.
- در فواصل ۲۰ دقیقه ای باکتری ها را از محیط کشت جدا و بررسی کردند.(مدت زمان تقسیم باکتری ها حدود ۲۰ دقیقه)

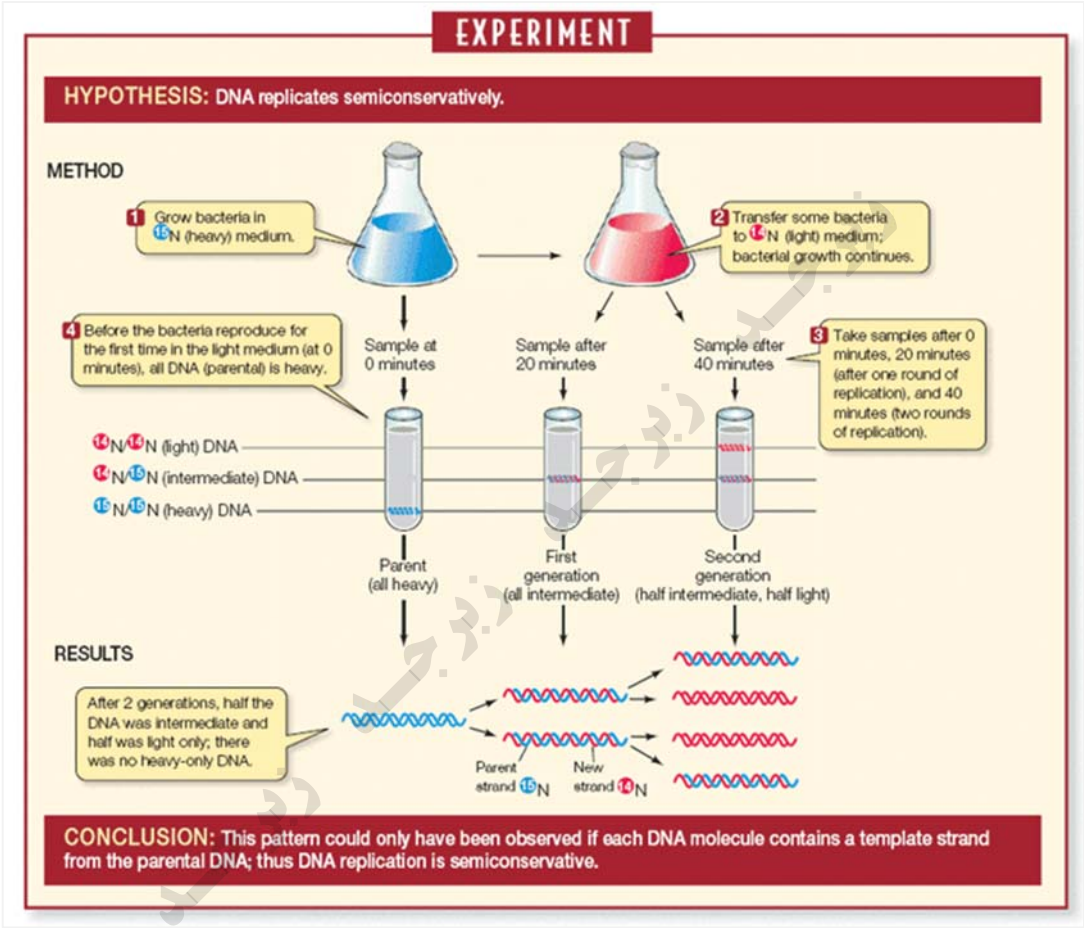
روش سنجش چگالی دِناها

- در هر فاصلهٔ زمانی (حدود ۲۰ دقیقه)، دِنای باکتری ها را استخراج می شود.
- دِنای باکتری ها در محلولی از سزیم کلرید در سرعتی بسیار بالا گریز داده می شود.
- در گریزانه میزان حرکت مواد در محلول براساس چگالی است.
- مواد سنگین تر تندتر حرکت می کنند، مواد سبک تر کندتر حرکت می کنند.
- براساس میزان حرکت مواد، نوع دِنای تشکیل شده در هر مرحله را تشخیص داده می شود.

@BioFile

آزمایش های مزلسون و استال و نتایج به دست آمده است.

- **الف)** در دقیقه صفر، دِنای باکتری های اولیه (دارای N^{15}) پس از گریز دادن، یک نوار در انتهای لوله تشکیل دادند چون هر دو رشته دِنای آنها N^{15} و چگالی سنگینی داشت.
- **ب)** در دقیقه ۲۰، دِنای باکتری های حاصل از دور اول همانندسازی در محیط کشت حاوی N^{14} (بعد از ۲۰ دقیقه) پس از گریز دادن نواری در میانه لوله تشکیل دادند .پس دِنای آنها چگالی متوسط داشت.
- **پ)** در دقیقه ۴۰، دِنای باکتری های حاصل از دور دوم همانندسازی(بعد از ۴۰ دقیقه)پس از گریز دادن دو نوار، یکی در میانه و دیگری در بالای لوله تشکیل دادند .پس نیمی از آنها چگالی متوسط و نیمی چگالی سبک داشتند.



- **دو رشته دِنا چگونه از یکدیگر باز می شوند؟**
  - آیا هر دو رشته کاملاً از یکدیگر جدا می شوند؟ و سپس همانندسازی انجام می شود؟
  - یا جدا شدن دو رشته تدریجی و همراه با آن همانندسازی انجام می شود؟

- **تحقیقات نشان داده است که:**
  - در محلی که قرار است همانندسازی انجام شود دو رشته از هم باز می شوند.
  - بقیه قسمت ها بسته هستند و به تدریج باز می شوند.

@BioFile

عوامل و مراحل همانندسازی

- در همانندسازی عوامل متعددی مؤثرند که مهم ترین آنها به شرح زیر است:
  - **مولکول دِنا به عنوان الگو**
  - **نوکلئوتیدهای آزاد داخل یاخته**
    - واحدهای سازنده دِنا می توانند در کنار هم، نسخه مکمل الگو را بسازند.
    - این واحدها نوکلئوتیدهای آزاد داخل یاخته و سه فسفاته هستند.
    - نوکلئوتیدهای آزاد در لحظه اتصال به رشته پلی نوکلئوتید، دو فسفات خود را از دست می دهند.
  - **آنزیم های لازم برای همانندسازی**
    - دو رشته نوکلئوتید ها را از هم باز می کنند. (پیوند های هیدروژنی را می شکنند).
    - نوکلئوتید ها را به صورت مکمل روبه روی هم قرارمی دهند.
    - با پیوند فسفودی‌استر، نوکلئوتیدها را به هم وصل می کنند.

مراحل همانندسازی

- **قبل از همانندسازی دِنا :**
  - آنزیم **هلیکاز**
    - پیچ وتاب دِنا را باز می کند. (ابتدا مارپیچ دِنا را باز می کند)
    - پروتئین های همراه آن(هیستون ها) از آن جدا می شوند تا همانندسازی بتواند انجام شود.
    - دو رشته الگو هم را از هم باز می کند. (دو رشته دِنا را در محلی از هم فاصله می دهد)
    - باز کردن دو رشته را با شکستن پیوند های هیدروژنی بین نوکلئوتید های مکمل انجام می دهد.

- **آنزیم دِنابسپاراز (DNA پلی مراز) :**
  - یکی از مهم ترین آنزیم ها که نوکلئوتیدهای مکمل را با نوکلئوتیدهای رشته الگو جفت می کند.
- انواع دیگری از آنزیم ها با همدیگر فعالیت می کنند تا یک رشته دِنا در مقابل رشته الگو ساخته شود.

شکل ۱۱ــ همانندسازی دِنا

دوراهی همانندسازی

- محلی که دو رشته دِنا از هم جدا می شوند، دو ساختار Y مانند، که به هریک از آنها دوراهی همانندسازی می گویند .
- **در فاصله بین این دو ساختارY مانند:**
  - پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته از هم گسیخته و دو رشته از یکدیگر باز شده اند.
  - پیوندهای فسفودی استر جدیدی در حال تشکیل هستند.
  - دِنابسپاراز نوکلئوتیدها را به انتهای رشته در حال تشکیل اضافه می کند.
- اضافه شدن یک نوکلئوتید به نوع بازی بستگی دارد که در نوکلئوتید رشته الگو قرار دارد.
- هر نوکلئوتید باید با نوکلئوتید روی رشته الگو مکمل باشد.
- هنگام اضافه شدن هر نوکلئوتید سه فسفاته به انتهای رشته پلی نوکلئوتید دو تا از فسفات های آن از مولکول جدا می شوند و نوکلئوتید به صورت تک فسفاته به رشته متصل می شود.

@BioFile

شکل ۱۲ ـ همانندسازی دنا

فعالیت های آنزیم دِنابسپاراز

- همانندسازی دِنا با دقت زیادی انجام می شود.
- دقت در همانند سازی تاحدود زیادی مربوط به رابطهٔ مکملی بین نوکلئوتیدها است.
- آنزیم دِنابسپاراز نوکلئوتیدها را براساس رابطهٔ مکملی مقابل هم قرار می دهد.
- گاهی در مورد قرار گرفتن نوکلئوتید ها بر اساس رابطهٔ مکملی اشتباهی صورت می گیرد.
- مثلاً در مقابل A، به جای T ، نوکلئوتید C دار قرار می گیرد.

- **برای جلوگیری اشتباه در رابطه ی مکملی:**
  - آنزیم دِنابسپاراز پس از برقراری هر پیوند فسفودی استر، برمی گردد، رابطهٔ مکملی نوکلئوتید را بررسی می کند.
  - اگر اشتباه باشد آنزیم دِنابسپاراز نوکلئوتید اشتباه را برداشته و نوکلئوتید درست را به جای آن قرار می دهد.
- **فعالیت نوکلئازی آنزیم دِنابسپاراز :**
- توانایی بریدن پیوند فسفودی استر نوکلئوتید نادرست، و حذف آن از دنا را گویند.
- فعالیت نوکلئازی دنابسپاراز را که باعث رفع اشتباه ها در همانندسازی می شود، **ویرایش** می گویند.
- **بنابراین آنزیم دِنابسپاراز :**
  - هم فعالیت **بسپارازی**(پلیمرازی) دارد که در آن پیوند فسفودی استر را تشکیل می دهد.
  - هم فعالیت **نوکلئازی** که در آن پیوند فسفودی استر را برای رفع اشتباه می شکند.

همانند سازی در پیش هسته ای ها(پروکاریوت ها) و هو هسته ای ها(یوکاریوت ها)

پیش هسته ای ها(پروکاریوت ها):

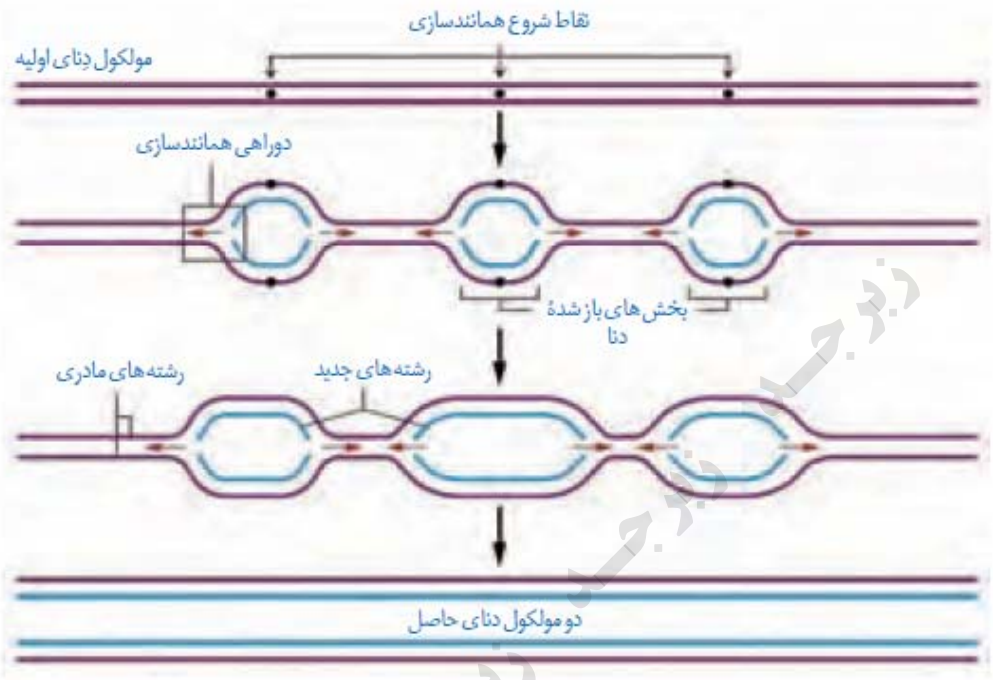
- که شامل همهٔ باکتری ها می شوند.
- مولکول های وراثتی (**DNA**) در غشا محصور نشده است.
- **فام تن (کروموزوم) اصلی:**
  - به صورت یک مولکول دِنای حلقوی است.
  - در سیتوپلاسم قرار دارد.
  - به غشای پلاسمایی یاخته متصل است.
- **ممکن است** علاوه بر دِنای اصلی، مولکول هایی از دِنای دیگر به نام **دیسَک** (پلازمید) در اختیار داشته باشند.
- **ویژگی های دیسَک ها(پلازمیدها):**
  - به صورت یک مولکول دِنای حلقوی است.
  - می تواند اطلاعات مربوط به افزایش مقاومت باکتری در برابر آنتی بیوتیک ها را دارا باشد.
- **اغلب** پیش هسته ای ها فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در دِنای خود دارند.
  - جایگاه آغاز همانندسازی در بخش خاصی از دِنا قرار دارد، در این جایگاه دو رشته دِنا از هم باز می شوند.
  - **همانندسازی دو جهتی:**
    - از یک نقطه همانندسازی شروع و در دو جهت ادامه می یابد تا به همدیگر رسیده و همانندسازی پایان یابد.
    - در باکتری ها هم وجود دارد.

هو هسته ای ها (یوکاریوت ها):

- شامل آغازیان، قارچ ها، گیاهان و جانوران هستند.
- در هر فام تن (کروموزوم) دِنا به صورت خطی است.
- مجموعه ای از پروتئین ها که مهم ترین آنها هیستون ها هستند همراه دنا در فام تن(کروموزوم) قرار دارند.
- فام تن ها و بیشتر دِنا درون هسته قرار دارد که به آن **دِنای هسته ای** گفته می شود.
- علاوه بر هسته در سیتوپلاسم نیز مقداری دِنا وجود دارد که به آن **دِنای سیتوپلاسمی** گفته می شود.
- **دِنای سیتوپلاسمی** به حالت حلقوی است.
- **دِنای سیتوپلاسمی** در راکیزه(میتوکندری)و سبزدیسه (کلروپلاست) دیده می شود.

@BioFile

شکل ۱۳ــ همانندسازی دو جهتی دِنا در پیش‌هسته‌ای‌ها با یک نقطهٔ آغاز



شکل ۱۴ــ همانندسازی در هوهسته‌ای‌ها

@BioFile

فصل ۳ : پروتئین ها

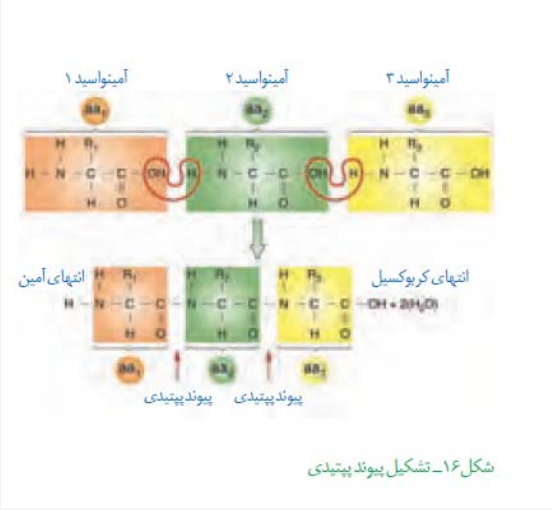
- **مولکول های موجود در یاخته:**
  - **دِنا (DNA) و رِنا (RNA)** مولکول هایی که در یاخته ذخیره و انتقال اطلاعات را بر عهده دارند.
  - **پروتئین ها**، مولکول های که به انجام فرایند های مختلف یاخته ای کمک می کنند.

ساختار آمینواسیدها

- پروتئین ها بَسپارهای خطی از آمینواسیدها هستند.
- نوع، ترتیب و تعداد آمینواسیدها در پروتئین، ساختار و عمل آنها را مشخص می کند.
- آمینواسیدها یک **گروه آمین(NH-)** و یک گروه اسیدی **کربوکسیل(COOH-)**دارند.
- در آمینو اسید ها یک کربن مرکزی با چهار ظرفیت وجود دارد:
  - یک ظرفیت را گروه آمین پُر می کند.
  - یک ظرفیت را گروه اسیدی کربوکسیل پُر می کند.
  - یک ظرفیت را یک هیدروژن پُر می کند.
  - یک ظرفیت را یک گروه R پُر می کند.
    - گروه R در آمینو اسیدهای مختلف متفاوت است.
    - گروه R ویژگی های منحصر به فرد هر آمینواسید را باعث می شود.
    - هرآمینواسید می تواند در شکل دهی پروتئین مؤثر باشد و تأثیر آن به ماهیت شیمیایی گروه R بستگی دارد.

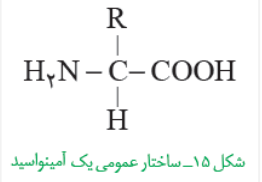
پیوند پپتیدی آمینواسیدها را به یکدیگر متصل می کند

- وقتی آمینواسیدی در محیط آبی(یاخته)قرار می گیرد، گروه آمین بارمثبت(+) و گروه کربوکسیل بار منفی (−) به خود می گیرد.
- گروه آمین و گروه کربوکسیل در آمینواسیدهای مختلف می توانند با حضور آنزیم واکنش **سنتزآبدهی** را انجام دهند.
- واکنش **سنتزآبدهی:** با خروج یک مولکول آب، یک آمینواسید با آمینواسید یا رشتهٔ آمینواسید دیگر پیوند اشتراکی ایجاد می کند.
- واکنش سنتز آبدهی، نوعی پیوند اشتراکی است.
- پیوند اشتراکی بین آمینواسیدها را **پیوند پپتیدی** می گویند.
- واکنش سنتز آبدهی بین آمینواسیدها، پیوند پپتیدی است.



شکل ۱۶ـ تشکیل پیوند پپتیدی

- وقتی تعدادی آمینواسید با پیوند پپتیدی به هم وصل شوند، زنجیره ای از آمینواسیدها به نام **پلی پپتید** تشکیل می شود.
- پروتئین ها از یک یا چند زنجیره بلند و بدون شاخه از پلی پپتیدها ساخته شده اند.



شکل ۱۵ـ ساختار عمومی یک آمینواسید

@BioFile

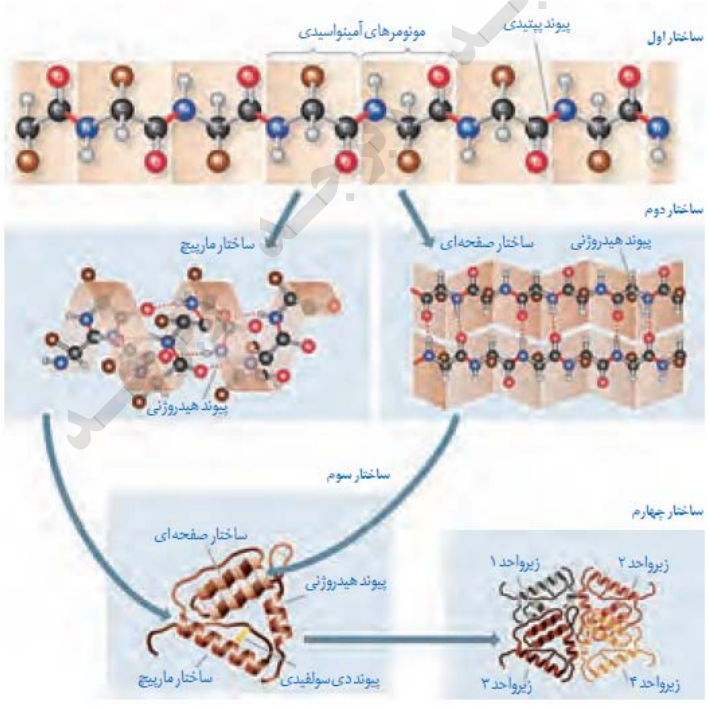
هر نوع پروتئین

- ترتیب خاصی از آمینواسیدها را دارد.
  - **ابتدا** : آمینو اسید های موجود در پروتئین ها را با استفاده از روش های شیمیایی، جدا می کنند.
  - **بعد :** آمینو اسید های جدا شده را با استفاده از روش های شیمیایی، شناسایی می کنند.
- اگرچه آمینواسیدها در طبیعت انواع گوناگونی دارند، اما فقط ۲۰ نوع از آنها در ساختار پروتئین ها به کار می روند.
- **در یک انسان بالغ:** ۸ نوع از آمینواسید ها ضروری (اساسی)هستند.
- آمینواسیدهای ضروری (اساسی): بدن انسان نمی تواند آنها را بسازد؛ و باید این آمینواسیدها را به همراه مواد غذایی دریافت کند.

سطوح مختلف ساختاری در پروتئین ها

- شکل فضایی پروتئین، نوع عمل آن را مشخص می کند.
- یکی از راه های پی بردن به شکل پروتئین، استفاده از پرتوهای ایکس است .
- با استفاده از تصاویر حاصل از پرتوهای ایکس و روش های دیگر:
  - o محققین به ساختار سه بعدی پروتئین ها پی می برند.
  - o محققین حتی جایگاه هر اتم را نیز می توانند مشخص کنند.
- **میوگلوبین :**
  - o اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد.
  - o از یک رشتهٔ پلی پپتید تشکیل شده است.

- ساختار پروتئین ها در چهار سطح بررسی می شود که هر ساختار مبنای تشکیل ساختار بالاتر است.



شکل ۱۷ــ ساختار پروتئین‌ها در چهار ساختار بررسی می‌شود.

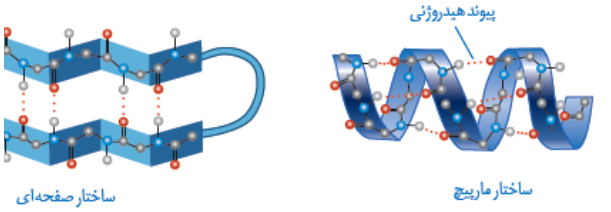
@BioFile

ساختار اول پروتئین توالی آمینواسیدها

- ترتیب قرار گرفتن آمینواسیدها به صورت خطی، ساختار اول پروتئین ها را مشخص می کند.
- نوع، تعداد، ترتیب و تکرار آمینواسیدها، در ساختار اول هر پروتئین مطرح است.
- ساختار اول با ایجاد پیوندهای پپتیدی بین آمینواسیدها شکل می گیرد.
- پیوندهای پپتیدی در واقع نوعی پیوند اشتراکی است.
- تغییر آمینواسید در هر جایگاه موجب تغییر در ساختار اول پروتئین می شود.
- تغییر در ساختار اول پروتئین، ممکن است فعالیت آن را تغییر دهد.
- توالی آمینواسیدها در ساختار اول پروتئین ها بسیار مهم است.
- همه سطوح دیگر ساختاری در پروتئین ها به ساختار اول پروتئین ها بستگی دارند.
- **پروتئین ها بسیار متنوع هستند زیرا:**
  - ۲۰نوع آمینواسید وجود دارد.
  - محدودیتی در توالی آمینواسیدها در ساختار اول پروتئین ها وجود ندارد.

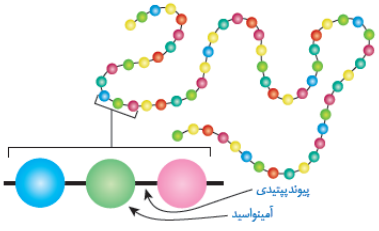
ساختار دوم الگوهایی از پیوندهای هیدروژنی

- بین بخش هایی از زنجیره پلی پپتیدی می تواند پیوندهای هیدروژنی برقرار شود.
- پیوند های هیدروژنی منشأ تشکیل ساختار دوم در پروتئین ها هستند.
- ساختار دوم در پروتئین ها به دو صورت **مارپیچ** و **صفحه ای** دیده می شوند.
- ساختار نهایی بعضی از پروتئین ها می تواند همین ساختار دوم باشد.
- **مثال ها:**
  - **منافذ غشایی**
    - مجموعه ای از پروتئین ها هستند که در کنار هم منظم شده اند.
    - زنجیره های پپتیدی دارای ساختار دوم **صفحه ای** هستند.
  - **هموگلوبین**
    - از چهار زنجیره های پپتیدی تشکیل شده است.
    - زنجیره های پپتیدی ساختار دوم **مارپیچی** دارند
    - زنجیره های پپتیدی با همکاری همدیگر مولکول هموگلوبین را می سازند.



شکل ۱۹ــ ساختار دوم پروتئین‌ها ــ وجود پیوندهای هیدروژنی بین بخش‌های مختلف زنجیره

ساختار سوم تاخورده و متصل به هم



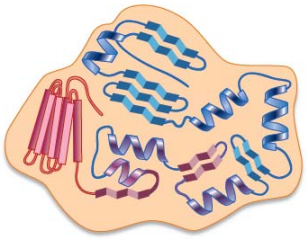
شکل ۱۸ــ ساختار اول پروتئین‌ها

- ساختار سوم، ساختار سه بعدی پروتئین هاست.
- در ساختار سوم، با تاخوردگی بیشتر صفحات و مارپیچ های ساختار دوم به شکل کروی در می آیند.
- تشکیل ساختار سوم در اثر پیوندهای آب گریز است.
- در ساختار سوم، گروه های R آمینواسیدهایی که آب گریزند، به یکدیگر نزدیک می شوند تا در معرض آب نباشند.
- در ساختار سوم، با تشکیل پیوندهای مانند هیدروژنی، اشتراکی و یونی پروتئین تثبیت می شود.
- در تشکیل ساختار سوم، مجموعه ای از نیروهای زیر شرکت دارد:

@BioFile

- گروه های R آمینواسیدهایی که آب گریزند، به یکدیگر نزدیک می شوند تا در معرض آب نباشند.
- پیوندهای مانند هیدروژنی، اشتراکی و یونی

- در ساختار سوم، مجموعه ای از نیروها، قسمت های مختلف پروتئین را به صورت به هم پیچیده در کنار هم نگه می دارند.
- با وجود مجموعه ای از نیروها، پروتئین های دارای ساختار سوم، ثبات نسبی دارند.
- ایجاد تغییر در پروتئین، حتی تغییر یک آمینواسید هم می تواند ساختار و عملکرد آنها را به شدت تغییر دهد.
- شکل ۲۰ نمونه ای از پروتئین ها با ساختار سوم، میوگلوبین است.

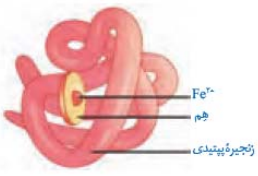


شکل ۲۰ـ ساختار سوم پروتئین‌ها

ساختار چهارم آرایش زیر واحدها

- بعضی از پروتئین ها ساختار چهارم دارند.
- ساختار چهارم هنگامی شکل می گیرد که دو یا چند زنجیره پلی پپتید در کنار یکدیگر پروتئین را تشکیل دهند.
- در ساختار چهارم، هریک از زنجیره ها نقشی کلیدی در شکل گیری پروتئین دارند.
- نحوهٔ آرایش زیر واحدها در کنار هم، ساختار چهارم پروتئین ها نامیده می شود.
- **هموگلوبین**
  - چهار زنجیره از دو نوع متفاوت دارد.
  - در ساختار اول، هر زنجیره، ترتیب خاصی از آمینواسیدها را دارند.
  - در ساختار دوم، به شکل مارپیچ در می آیند.
  - در ساختار سوم هریک از زنجیره ها به صورت یک زیر واحد تاخورده و شکل خاصی پیدا می کنند.
  - در ساختار چهارم، چهار زیر واحد در کنار هم قرار گرفته و هموگلوبین را شکل می دهند.
- برای پروتئین هایی که فقط یک زنجیره پلی پپتید دارند ساختار نهایی می تواند ساختار دوم یا سوم باشد،
- **مثل میوگلوبین** که ساختار نهایی آن سوم است .

شکل ۲۱ ـ ساختار چهارم پروتئین‌ها



شکل ۲۲ الف) میوگلوبین با ساختارسوم

ب) هموگلوبین با ساختار چهارم

فعالیت

با استفاده از دو یا چند مفتول فلزی ساختار دوم، سوم و چهارم پروتئین ها را مدل سازی کنید.

@BioFile

نقش پروتئیــن ها

پروتئین ها متنوع ترین گروه مولکول های زیستی از نظر ساختار شیمیایی و عملکردی هستند.	
فعالیت آنزیمی	به صورت کاتالیزورهای زیستی عمل می کنند و سرعت واکنش شیمیایی خاصی را زیاد می کنند.
گیرنده	گیرنده هایی در سطح یاخته ها، میکروب های خارجی، یاخته های سرطانی یا مولکول های دیگر را تشخیص می دهند.
دفاعی	گلوبولین های دفاعی هم که پادتن ها را می سازند مثالی از این نوع پروتئین هستند.
انتقال گازها	برخی پروتئین ها مثل هموگلوبین گازهای تنفسی را در خون منتقل می کنند.
پمپ	پمپ سدیم–پتاسیم، یون های سدیم و پتاسیم را در عرض غشا جابه جا می کند و فعالیت آنزیمی هم دارد.
حفاظتی	فیبرین و کلاژن در بافت های پیوندی از بدن حفاظت می کنند. زردپی، رباط، استخوان و پوست مقدار فراوانی کلاژن دارند.
انقباضی	انقباض ماهیچه ها نیز ناشی از حرکت لغزشی دو نوع پروتئین روی یکدیگر یعنی اکتین و میوزین است.
انتقال پیام	بیشتر هورمون ها از جمله اکسی توسین و انسولین که با ردوبدل پیام های بین یاخته ای، تنظیم های مختلف را انجام میدهند.
مهارکننده ها	نقش های تنظیمی متعددی را در فعال و غیرفعال کردن ژن ها بر عهده دارند.

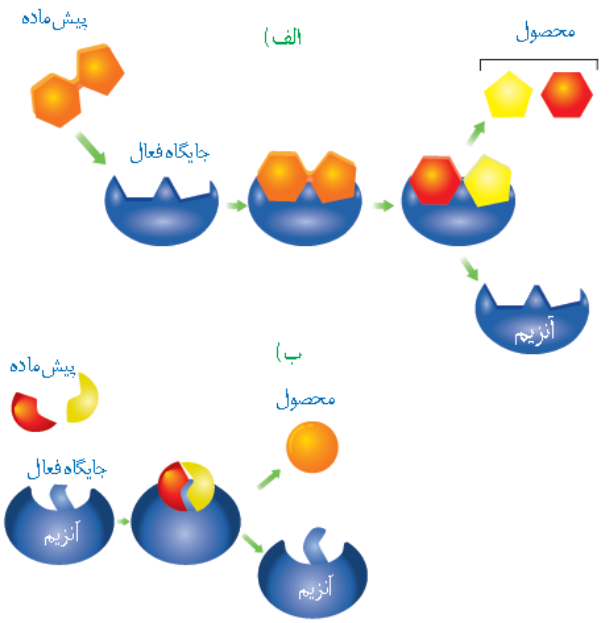
آنزیم ها

- **انرژی فعال سازی :** واکنش های شیمیایی در صورتی سرعت مناسب می گیرند که انرژی اولیه(فعال سازی) کافی برای انجام آن وجود داشته باشد.
- انجام واکنش ها در بدن موجود زنده نیز که با عنوان کلی سوخت وساز مطرح می شوند همین طور هستند.
- واکنش های سوخت و ساز با حضور آنزیم انجام می شوند.
- آنزیم امکان برخورد مناسب مولکول ها را افزایش و انرژی فعال سازی واکنش را کاهش می دهد.
- آنزیم ها با کاهش انرژی فعال ساز واکنش ها، سرعت واکنش هایی را که در بدن موجود زنده انجام شدنی هستند زیاد می کند.
- بدون آنزیم ممکن است در دمای بدن سوخت وساز یاخته ها بسیار کُند انجام شود و انرژی لازم برای حیات تأمین نشود.
- مکان فعالیت آنزیم ها:
    - آنزیم های ترشحی دستگاه گوارش مثل آمیلاز بزاق و لیپاز در خارج یاخته عمل می کنند.
    - آنزیم های مؤثر در تنفس یاخته ای، فتوسنتز و همانندسازی درون یاخته فعالیت می کنند.
    - آنزیم هایی مثل پمپ سدیم پتاسیم فعالیت خود را در غشا انجام می دهند.

ساختار آنزیم ها

- بیشتر آنزیم ها پروتئینی هستند.
- **جایگاه فعال آنزیم:** بخشی اختصاصی در آنزیم است که پیش ماده در آن قرار می گیرد.
- **پیش ماده**(فراورده)**:** ترکیباتی که آنزیم روی آنها عمل می کند.
- **فراورده** (محصول) **:** ترکیباتی که حاصل فعالیت آنزیم هستند.
- **کوآنزیم** (کمک کننده به آنزیم)**:** بعضی آنزیم ها برای فعالیت به یون های فلزی مانند آهن، مس و یا مواد آلی مثل ویتامین ها نیاز دارند.
- وجود بعضی از مواد سمی در محیط مثل سیانید و آرسنیک می تواند با قرار گرفتن در جایگاه فعال آنزیم، مانع فعالیت آن شود.
- بعضی از این مواد به همین طریق باعث مرگ می شوند.

@BioFile



شکل ۲۳ـ طرز عمل آنزیم در واکنش‌های سوخت‌وسازی الف) تجزیه، ب) ترکیب

عملکرد اختصاصی آنزیم ها

- آنزیم ها عمل اختصاصی دارند : هر آنزیم روی یک یا چند پیش ماده خاص مؤثر است.
- شکل آنزیم در جایگاه فعال با شکل پیش ماده یا بخشی از آن مطابقت دارد و به اصطلاح مکمل یکدیگرند.
- برخی از آنزیم ها بیش از یک نوع واکنش را سرعت می بخشند.
- آنزیم ها در همه واکنش های شیمیایی، سرعت واکنش را زیاد می کنند امّا در پایان واکنش ها دست نخورده باقی می مانند.
- آنزیم ها پس از انجام واکنش ها، دست نخورده باقی می مانند تا بدن بتواند بارها از آنها استفاده کند.
- به دلیل اینکه بدن بتواند بارها از آنزیم ها استفاده کند، یاخته ها به مقدار کم به آنزیم ها نیاز دارند.
- به مرور زمان مقداری از آنزیم ها از بین می روند و یاخته مجبور به تولید آنزیم های جدید می شود.

عوامل مؤثر بر فعالیت آنزیم ها

- **عوامل موثر برسرعت فعالیت آنزیم ها :** pH، دما، غلظت آنزیم، غلظت پیش ماده

pH محیط

- **pH** بیشتر مایعات بدن بین ۶ و ۸ است. مثلاً pH خون حدود ۷/۴ است.
- **pH** بعضی از بخش ها خارج از این محدوده هستند. یکی از این موارد، ترشحات معده است که حدود ۲ است.
- **pH بهینه:** هر آنزیم در یک **pH** ویژه بهترین فعالیت را دارد که به آن **pH بهینه** می گویند.
- **pH بهینه** پپسین که از یاخته های معده ترشح می شود حدود ۲ است.
- **pH بهینه** آنزیم هایی که از لوزالمعده به روده کوچک وارد می شوند، حدود ۸ است.
- تغییر **pH** با تأثیر بر پیوند های شیمیایی مولکول پروتئین می تواند باعث تغییر شکل آنزیم شود و در نتیجه امکان اتصال آن به پیش ماده از بین برود، در نتیجه میزان فعالیت آن تغییر می کند.

@BioFile

دما

- آنزیم های بدن انسان در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد بهترین فعالیت را دارند.
- **آنزیم های بدن در دمای بالاتر از ۳۷ درجه:** ممکن است شکل غیر طبیعی یا برگشت ناپذیر پیدا کنند و غیر فعال شوند.
- **آنزیم های بدن در دمای پایین از ۳۷ درجه:** غیر فعال می شوند با برگشت دما به حالت طبیعی، می توانند به حالت فعال برگردند.

فعالیت

الف)گفته می شود تب بالا خطرناک است، بین این مسئله و فعالیت آنزیم ها چه ارتباطی می بینید؟

پاسخ: آنزیم های بدن در دمای بالاتر از ۳۷ درجه: ممکن است شکل غیر طبیعی یا برگشت ناپذیر پیدا کنند و غیر فعال شوند.

ب)با توجه به تأثیر متفاوت دمای کم و زیاد روی آنزیم ها، از این ویژگی آنزیم ها در آزمایشگاه ها چگونه می توان استفاده کرد؟

غلظت آنزیم و پیش ماده

- مقدار بسیار کمی از آنزیم کافی است تا مقدار زیادی از پیش ماده را در واحد زمان به فراورده تبدیل کند.
- اگر مقدار آنزیم زیادتر شود تولید فراورده در واحد زمان افزایش می یابد.
- افزایش غلظت پیش ماده در محیطی که آنزیم وجود دارد نیز می تواند تا حدی باعث افزایش سرعت شود ولی این افزایش تا زمانی ادامه می یابد که تمامی جایگاه های فعال آنزیم ها با پیش ماده اشغال شوند. در این حالت سرعت انجام واکنش ثابت می شود.

@BioFile