بروزترین و برترین
سایت کنکوری کشور
WWW.KONKUR.INFO
Konkur.info
https://konkur.info

فصل ۱

# مولکول‌های اطلاعاتی

یکی از پرسش‌هایی که یافتن جوابی برای آن بیش از پنجاه سال طول کشید، این بود که ژن چیست و از چه ساخته شده است؟

پاسخ این سؤال، به ظاهر شاید ساده باشد ولی برای رسیدن به آن، پژوهش‌ها و آزمایش‌های زیادی انجام شد که در حال حاضر هم ادامه دارد.

در این فصل مطالب در قالب زنجیره‌ای از آزمایش‌ها توضیح داده می‌شود که نتایج آنها آگاهی ما را از ژن و مولکول‌های مرتبط به آن یعنی دِنا (DNA)، رِنا (RNA) و پروتئین بیشتر می‌کند. آشنا شدن با ساختار این مولکول‌ها مقدمه‌ای است برای فهم بهتر فصل‌های دیگر این کتاب. همچنین، در کنار این مباحث با سازوکار مولکولی و چگونگی ذخیره و انتقال اطلاعات وراثتی آشنا می‌شویم.



https://konkur.info

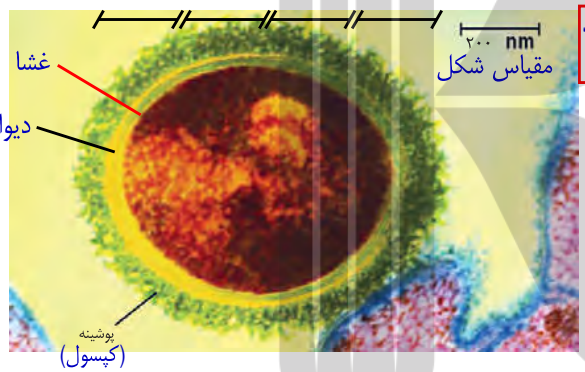
# گفتار ۱ نوکلئیک اسیدها

هریک از یاخته‌های بدن ما ویژگی‌هایی مانند شکل و اندازه دارند. این ویژگی‌ها تحت فرمان هسته* هستند. دستورالعمل‌های هسته در حین تقسیم (میتوز) از یاخته‌ای به یاخته دیگر و در حین تولید مثل (جنسی یا غیرجنسی) از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شود. اطلاعات و دستورالعمل فعالیت‌های یاخته در چه قسمتی از هسته ذخیره می‌شود؟ قبلاً آموختیم که فام‌تن‌ها (کروموزوم ها) در هسته قرار دارند و در ساختار آنها دِنا و پروتئین مشارکت می‌کنند. (فصل 6 ص 80 زیست 2) کدام‌یک از این دو ماده، ذخیره‌کنندهٔ اطلاعات وراثتی است؟

پاسخ این سؤال مشخص شده است. این ماده دِنا است که به‌عنوان مادهٔ ذخیره‌کنندهٔ اطلاعات وراثتی عمل می‌کند. امّا دانشمندان چگونه به این پاسخ رسیده‌اند؟

اطلاعات اولیه در مورد مادهٔ وراثتی از فعالیت‌ها و آزمایش‌های باکتری‌شناسی انگلیسی به نام گریفیت[1] به‌دست آمد. او سعی داشت واکسنی برای آنفلوانزا تولید کند. در آن زمان تصور می‌شد عامل این بیماری، نوعی باکتری به نام استرپتوکوکوس نومونیا[2] است. گریفیت با دو نوع از این باکتری، آزمایش‌هایی را روی موش‌ها انجام داد. نوع بیماری‌زای آن که پوشینه‌دار (کپسول‌دار) است در موش‌ها سبب سینه پهلو می‌شود ولی نوع بدون پوشینه آن موش‌ها را بیمار نمی‌کند (شکل ۱).

تذکر: عامل انفلوانزا، ویروس می باشد نه باکتری استرپتوکوکوس نومونیا.




شکل ۱ـ باکتری پوشینه‌دار کروی

آزمایش‌ها و نتایج کار گریفیت را در شکل ۲ ملاحظه می‌کنید.

شکل ۲ـ آزمایشات گریفیت و نتایج آن

پوشینه در بیماریزایی و مرگ موش نقش دارد.

وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش ها نیست.

۱ـ Fredrick Griffith

۲ـ *Streptococcus Pneumoniae*

تعدادی از باکتری های بدون پوشینه به نحوی تغییر کرده و پوشینه دار شده اند؛ یعنی ماده وراثتی می تواند به یاخته دیگری منتقل شود ولی ماهیت این ماده و چگونگی انتقال آن مشخص نشد.

## بیشتر بدانید

دانشمندی سوئیسی به نام میشر[1] در سال ۱۸۶۹ نوکلئیک اسیدها را کشف کرد. او ترکیبات سفید رنگی را از هسته گویچه‌های سفید انسان و اسپرم ماهی استخراج کرد که نسبت نیتروژن و فسفات در این ترکیبات با نسبت آن در ترکیبات حاصل از بخش‌های دیگر یاخته متفاوت بود. همین باعث شد که میشر این ترکیب زیستی را به عنوان ترکیب جدیدی معرفی کند. او این ماده را نوکلئیک اسید (اسید هسته‌ای) نامید؛ چون از هسته (Nucleus) استخراج شده بود و خاصیت اسیدی ضعیفی هم داشت.

۱ـ Friedrich Miescher

*گویچه های قرمز هسته ندارند و یاخته های ماهیچه اسکلتی چند هسته ای هستند.



https://konkur.info

گریفیت مشاهده کرد[1] تزریق باکتری‌های پوشینه‌دار به موش باعث بروز علائم بیماری و مرگ در آنها می‌شود؛ [2]در حالی که تزریق باکتری‌های بدون پوشینه به موش‌های مشابه، باعث بروز علائم بیماری نمی‌شود. او[3]در آزمایش دیگری باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده با گرما را به موش‌ها تزریق و مشاهده کرد که موش‌ها سالم ماندند. گریفیت نتیجه گرفت وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش‌ها نیست.

[4]سپس مخلوطی از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده با گرما و زندهٔ بدون پوشینه را به موش‌ها تزریق کرد؛ برخلاف انتظار، موش‌ها مُردند! او در بررسی خون و شش‌های موش‌های مرده، تعداد زیادی باکتری‌های پوشینه‌دار زنده مشاهده کرد. مسلماً باکتری‌های مرده، زنده نشده‌اند بلکه تعدادی از باکتری‌های بدون پوشینه به نحوی تغییر کرده و پوشینه‌دار شده‌اند.(ترانسفورماسیون)

از نتایج این آزمایش‌ها مشخص شد که مادهٔ وراثتی می‌تواند به یاختهٔ دیگری منتقل شود ولی ماهیت این ماده و چگونگی انتقال آن مشخص نشد.

نکته:گریفیت عامل تغییر شکل باکتری فاقد پوشینه به باکتری پوشینه دار و چگونگی انتقال صفت جدید را کشف نکرد.

**بیشتر بدانید**

گریفیت در سال ۱۹۲۸ نشان داد که خصوصیات یک باکتری به باکتری دیگر قابل انتقال است.

نکته:**عامل اصلی انتقال صفات وراثتی، مولکول دِنا است**که توسط ایوری و همکارانش مشخص شد.

**آزمایش اول:** نتایج کارهای دانشمندی به نام ایوری[1] و همکارانش عامل مؤثر در آن را مشخص کرد. آنها ابتدا از عصارهٔ استخراج شده از باکتری‌های کشته شدهٔ پوشینه‌دار استفاده کردند و در آن تمامی پروتئین‌های موجود را تخریب کردند. به نظر شما چگونه این کار انجام شد؟ با استفاده از آنزیم‌ها(انواع پروتئازها)

آنها سپس باقی‌ماندهٔ محلول را به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه اضافه کردند و دیدند که انتقال صفت صورت می‌گیرد؛ پس می‌توان نتیجه گرفت که پروتئین‌ها مادهٔ وراثتی نیستند.

چون در آن زمان بسیاری از دانشمندان بر این باور بودند که پروتئین‌ها ماده وراثتی هستند.

**آزمایش دوم:** در آزمایش دیگری عصارهٔ استخراج شده از باکتری‌های کشته شدهٔ پوشینه‌دار را در یک گریزانه (سانتریفیوژ[2]) با سرعت بالا قرار دادند و مواد آن را به‌صورت لایه‌لایه جدا کردند. با اضافه کردن هریک از لایه‌ها به‌صورت جداگانه به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه مشاهده کردند که انتقال صفت فقط با لایه‌ای که در آن دِنا وجود دارد انجام می‌شود.

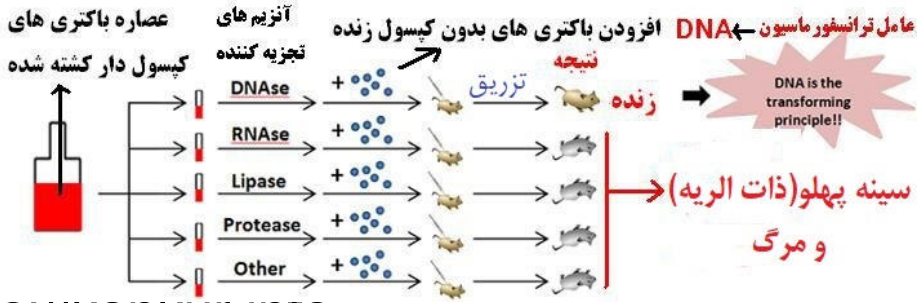
نتایج این آزمایش‌ها، ایوری و همکارانش را به این نتیجه رساند که عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات، دِنا است. به عبارت ساده‌تر، دِنا همان ماده وراثتی است. با این حال نتایج به‌دست آمده مورد قبول عده‌ای قرار نگرفت؛ چون در آن زمان بسیاری از دانشمندان بر این باور بودند که پروتئین‌ها ماده وراثتی هستند.

**بیشتر بدانید**

ایوری و همکارانش برای اولین بار در سال ۱۹۴۴ نشان دادند که دِنا، مادهٔ ژنتیک است.

**آزمایش سوم:** در آزمایش‌های دیگری عصارهٔ باکتری‌های پوشینه‌دار را استخراج و آن را به چهار قسمت تقسیم کردند. به هر قسمت، آنزیم تخریب‌کننده یک گروه از مواد آلی (کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، لیپیدها، نوکلئیک اسیدها) را اضافه کردند. سپس هر کدام را به محیط کشت حاوی باکتری بدون پوشینه منتقل و اجازه دادند تا فرصتی برای انتقال صفت و رشد و تکثیر داشته باشند. مشاهده شد که در همهٔ ظروف انتقال صورت می‌گیرد به‌جز ظرفی که حاوی آنزیم تخریب‌کننده دِنا است.(پس یعنی عامل انتقال صفت، دنا می باشد.)

توجه: امروزه می‌توان دنای استخراج شده از باکتری کپسول‌دار را بطور خالص وارد باکتری بدون کپسول کرد و مشاهده نمود که باکتری‌ها کپسول‌دار شده و پس از تزریق به موش باعث مرگ آنها خواهند شد.




۱_Oswald Avery
۲_Centrifuge

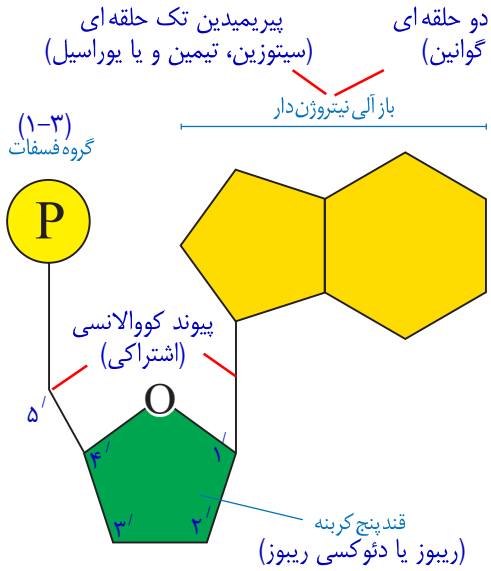


https://konkur.info

## ساختار نوکلئیک اسیدها

نوکلئیک اسیدها که شامل **دئوکسی‌ریبونوکلئیک‌اسید** (دِنا) (DNA) و **ریبونوکلئیک‌اسید** (رِنا) (RNA) هستند، همگی بسپارهایی (پلیمرهایی) از واحدهای تکرارشونده به‌نام **نوکلئوتید** هستند. با توجه به شکل ۳ هر نوکلئوتید شامل سه بخش است: ۱) یک قند پنج کربنه، ۲) یک باز آلی نیتروژن‌دار و ۳) یک تا سه گروه فسفات.

قند پنج کربنه در دِنا، **دئوکسی‌ریبوز** و در رِنا، **ریبوز** است. دئوکسی‌ریبوز یک اکسیژن کمتر از ریبوز دارد. **باز آلی نیتروژن‌دار** می‌تواند **پورین** باشد که ساختار دو حلقه‌ای دارد؛ شامل آدنین (A) و گوانین (G) یا می‌تواند **پیریمیدین** باشد که ساختار تک‌حلقه‌ای دارد؛ شامل تیمین (T) سیتوزین (C) و یوراسیل (U). در دِنا باز یوراسیل شرکت ندارد و به‌جای آن تیمین وجود دارد و در رِنا به‌جای تیمین، باز یوراسیل وجود دارد.




شکل ۳ـ اجزای یک نوکلئوتید

برای تشکیل یک نوکلئوتید، باز آلی نیتروژن‌دار و گروه یا گروه‌های فسفات با پیوند اشتراکی (کووالانسی) به دو سمت قند متصل می‌شوند (شکل ۳).

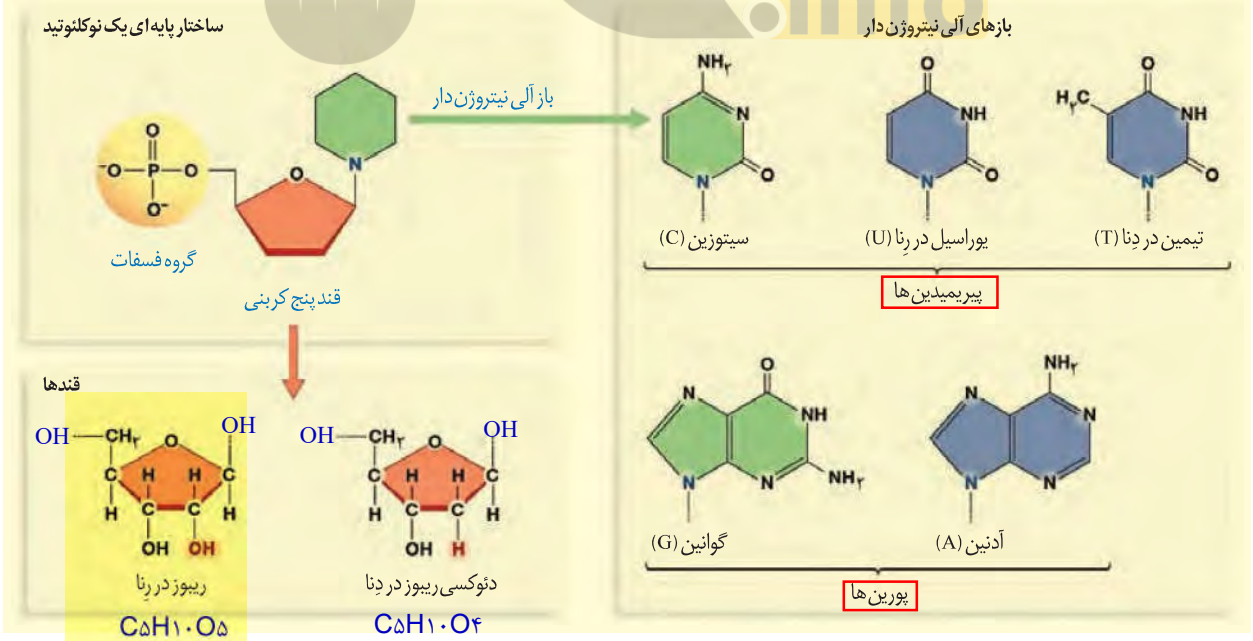
نوکلوتیدها از نظر ۱) نوع قند، ۲) نوع باز آلی و ۳) تعداد گروه‌های فسفات با یکدیگر تفاوت دارند.

نوکلئوتیدها با نوعی پیوند اشتراکی به نام **فسفودی‌استر** به هم متصل می‌شوند و **رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی** را می‌سازند. توجه به ص ۷ در تشکیل پیوند فسفودی‌استر، فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می‌شود (شکل ۵). رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی یا به تنهایی نوکلئیک اسید را می‌سازند، مثل رنا، یا به‌صورت دوتایی مقابل هم قرار می‌گیرند و نوکلئیک اسیدهایی مثل دِنا را می‌سازند.

رشته های پلی نوکلئوتیدی
- تک رشته ای مانند رنا = ریبونوکلئیک اسید
- دو رشته ای مانند دنا = دئوکسی ریبونوکلئیک اسید

### بیشتر بدانید

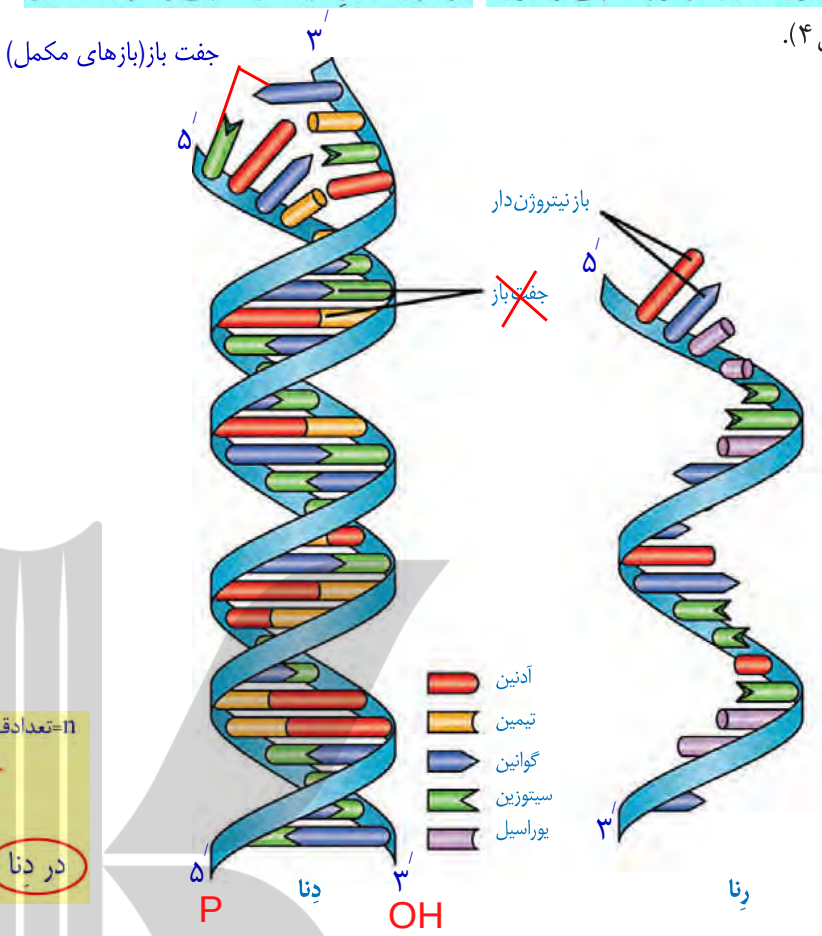
انواع بازهای آلی نیتروژن‌دار و پنتوزها






https://konkur.info

بنابراین مولکول های دِنا از دو رشته پلی نوکلئوتید و مولکول های رِنا از یک رشته پلی نوکلئوتید تشکیل می‌شوند (شکل ۴).




شکل ۴ـ دنای دورشته‌ای و رنای تک رشته‌ای

دو انتهای رشته های پلی نوکلئوتید نیز می توانند با پیوند فسفودی استر به هم متصل شوند و نوکلئیک اسید **حلقوی** را ایجاد کنند؛ برای مثال دِنا در باکتری ها به صورت حلقوی است.

در نوکلئیک اسیدهای **خطی** گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر آزاد است؛ بنابراین هر رشتهٔ دِنا و رِنای خطی همیشه دو سر متفاوت دارد (شکل ۵).

## تلاش برای کشف ساختار مولکولی دِنا

در ابتدا تصور می‌شد که چهار نوع نوکلئوتید موجود در دِنا به نسبت مساوی در سراسر مولکول توزیع شده‌اند. بر این اساس دانشمندان انتظار داشتند که مقدار ۴ نوع باز آلی در تمامی مولکول های دِنا از هر جانداری که به‌دست آمده باشد با یکدیگر برابر باشد.

امّا مشاهدات و تحقیقات چارگاف[1] روی دِناهای جانداران نشان داد که مقدار آدنین در دِنا با مقدار تیمین برابر است و مقدار گوانین در آن با مقدار سیتوزین برابری می کند. تحقیقات بعدی دانشمندان دلیل این برابری نوکلئوتیدها را مشخص کرد. چون A با T و G با C مکمل هستند.توجه به ص۷

A=T
C=G

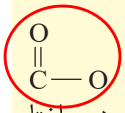
*به جدول صفحه بعد توجه شود.

۱-Erwin Chargaff

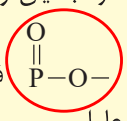
### بیشتر بدانید

**فسفودی استر**

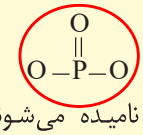
در درس شیمی با اِسترها آشنا شدید



که دارای گروه عاملی هستند این گروه عاملی در ساختار برخی مواد سازندهٔ بدن موجودات زنده از جمله نوکلئیک اسیدها وجود دارد. با این توصیف گروه عاملی



فسفواستر و گروه



عاملی

فسفودی‌اِستر نامیده می‌شوند که در زیست‌شناسی آن را پیوند فسفودی‌اِستر می‌خوانند.

n = تعداد نوکلئوتیدها

در دِنا

n=تعدادقند=تعدادگروه فسفات=تعداد بازآلی=تعدادپیوند قند-بازآلی

$\frac{n}{2}$=تعدادبازهای الی پورینی=تعدادبازهای پیریمیدینی

$\frac{3n}{2}$=تعداد حلقه های آلی نیتروژن دار

$\frac{5n}{2}$=تعداد حلقه های آلی(بازآلی+پنتوز)

پیوندقند-فسفات
تک رشته=۲n-۱
دو رشته=۲n-۲
حلقوی=۲n

پیوند فسفودی استر
تک رشته=n-۱
دو رشته=n-۲
حلقوی=n

*هر رنگ یک نوکلئوتید

تعداد پیوند هیدروژنی
حداکثر=$\frac{3}{2}$n
حداقل=n

شکل ۵ ـ بخشی از رشته نوکلئیک اسید

| قطبیت | نوکلئوتید | پیوند قند باز | پیوند قند - فسفات | پیوند فسفودی‌استر |
|---|---|---|---|---|
| DNA حلقوی ندارد | n | n | ۲n | n |
| DNA خطی (دورشته‌ای) هر رشته دارد | n | n | ۲n−۲ | n−۲ |
| مولکول RNA (با هر رشته DNA خطی) دارد | n | n | ۲n−۱ | n−۱ |



https://konkur.info

$$A=T,\ G=C \Rightarrow \begin{cases} \text{پیریمیدین} = \text{پورین} = \dfrac{\text{تعداد نوکلئوتید DNA}}{۲} \\ \dfrac{A}{T}=\dfrac{G}{C}=\dfrac{A+C}{T+G}=\dfrac{A\times G}{T\times C}=۱ \end{cases}$$

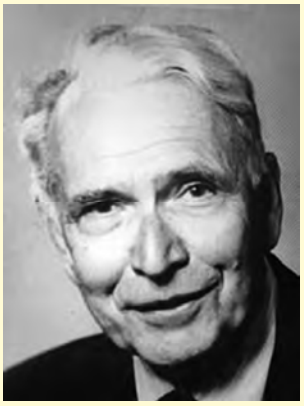
$$\Rightarrow \text{تعداد نوکلئوتید مولکول DNA } N=۲A+۲G$$

$\frac{A}{T}=\frac{G}{C}=۱$ $\quad \frac{A+G}{T+C}=۱$ $\quad \frac{A+T}{G+C}=$ متنوع

$A+C=G+T$ و یا $A+G=T+C$

## بیشتر بدانید

چارگاف در سال ۱۹۵۰ نشان داد که در دِنای جانداران گوناگون $A=T$ و $G=C$ است.



## بیشتر بدانید

برخی از نتایج آزمایش‌های چارگاف (درصد)

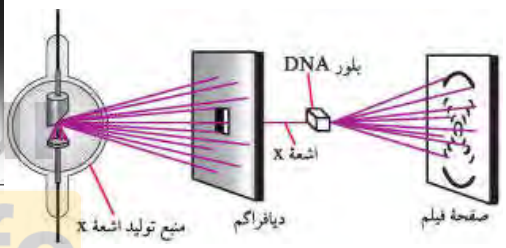
| گونه | A | T | G | C | $\frac{A+G}{T+C}$ | $\frac{A+T}{G+C}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| انسان | ۳۱/۰ | ۳۱/۵ | ۱۹/۱ | ۱۸/۴ | ۱/۰۰ | ۱/۶۶ |
| مگس سرکه | ۲۷/۳ | ۲۷/۶ | ۲۲/۵ | ۲۲/۶ | ۰/۹۹ | ۱/۲۲ |
| ذرت | ۲۵/۶ | ۲۵/۳ | ۲۴/۵ | ۲۴/۶ | ۱/۰۰ | ۱/۰۴ |

اختلاف کم درصدها به دلیل خطاهای آزمایش است.

## استفاده از پرتو ایکس برای تهیهٔ تصویر از دِنا

ویلکینز[۱] و فرانکلین[۲] با استفاده از پرتو ایکس از مولکول‌های دِنا تصاویری تهیه کردند (شکل ۶).

با بررسی این تصاویر در مورد ساختار دِنا نتایجی را به‌دست آوردند از جمله اینکه[۱] دِنا حالت مارپیچی و[۲] بیش از یک رشته دارد. البته با استفاده از این روش[۳] ابعاد مولکول‌ها را نیز تشخیص دادند.




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

## مدل مولکولی دِنا

واتسون[۱] و کریک[۲] با استفاده از[۱] نتایج آزمایش‌های چارگاف و[۲] داده‌های حاصل از تصاویر تهیه شده با پرتو ایکس و[۳] با استفاده از یافته‌های خود، مدل مولکولی نردبان مارپیچ را ساختند که باعث شد در سال ۱۹۶۲ جایزه نوبل را دریافت کنند. نتایج حاصل از این تحقیقات با پژوهش‌های امروزی مورد تأیید قرار گرفته‌اند.

نکته: ساختار مارپیچی دنا توسط ویلکینز و فرانکلین کشف شد اما مدل نردبان مارپیچی توسط واتسون و کریک ساخته شد.

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

۱ــ Maurice Wilkins
۲ــ Rosalind Franklin
۳ــ James Watson
۴ــ Francis Crick



https://konkur.info

## نکات کلیدی مدل واتسون و کریک

[1]هر مولکول دِنا در حقیقت از دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی ساخته شده است که[2]به دور محوری فرضی پیچیده شده و[3]ساختار مارپیچ دو رشته‌ای را ایجاد می‌کند. این مارپیچ اغلب با یک نردبان پیچ‌خورده مقایسه می‌شود.[4]ستون‌های این نردبان را قند و فسفات و[5]پله‌ها را بازهای آلی تشکیل می‌دهند.[6]بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور پیوند فسفودی‌استر، و[7]بین بازهای روبه‌روی هم پیوند هیدروژنی برقرار است (شکل ۸).

پیوندهای هیدروژنی بین بازها، دو رشته دِنا را در مقابل هم نگه می‌دارد. این پیوندها بین جفت بازها به‌صورت اختصاصی تشکیل می‌شوند. آدنین (A) با تیمین (T) روبه‌روی هم قرار می‌گیرند و گوانین (G) با سیتوزین (C) جفت می‌شوند. به این جفت بازها **بازهای مکمل** می‌گویند. بین C و G نسبت به A و T پیوند هیدروژنی بیشتری تشکیل می‌شود.

اهمیت جفت بازها(مکمل بودن بازهای پورینی با پیریمیدینی)؟

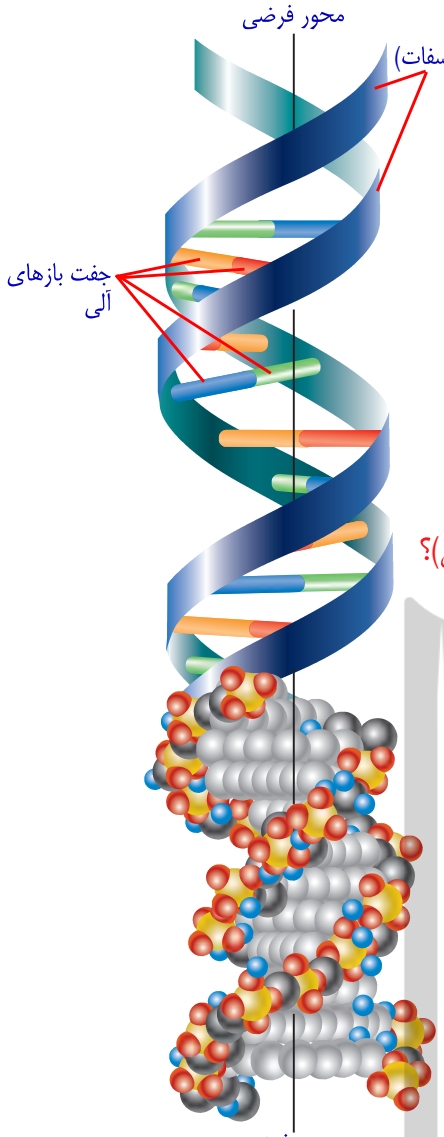
قرارگیری جفت بازها به این شکل باعث می‌شود که[1]قطر مولکول دنا در سراسر آن یکسان باشد؛ زیرا یک باز تک‌حلقه‌ای در مقابل یک باز دوحلقه‌ای قرار می‌گیردو باعث پایداری مولکول دنا می‌شود.*

[2]نتیجهٔ دیگرِ جفت شدن بازهای مکمل این است که اگرچه دو رشتهٔ یک مولکول دِنا یکسان نیستند، ولی شناسایی ترتیب نوکلئوتیدهای هر کدام می‌تواند 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.

[3] اگرچه هر پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی پیوند کمی دارد، ولی وجود هزاران یا میلیون‌ها نوکلئوتید و برقراری پیوند هیدروژنی بین آنها به مولکول دِنا حالت پایدارتری می‌دهد. در عین حال، دو رشته دِنا در موقع نیاز هم می‌توانند در بعضی نقاط از هم جدا شوند، بدون اینکه پایداری آنها به هم بخورد.

[مانند زمان همانندسازی یا رونویسی]

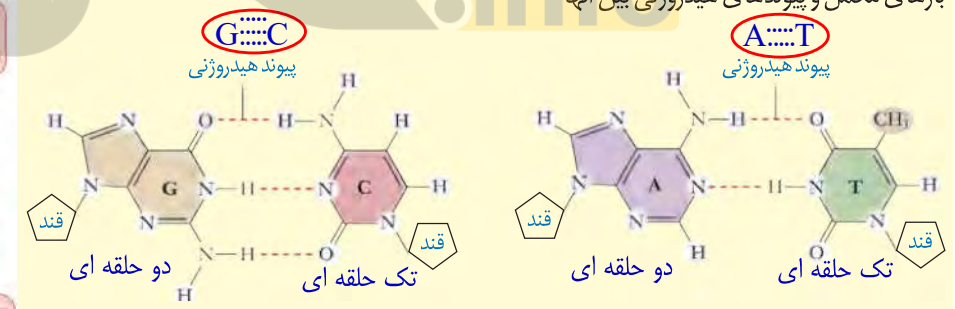
*نکته: ثابت ماندن قطر دنا باعث ۱-پایداری اطلاعات آن شده و۲- در فشرده شدن بهتر فام تن ها مؤثر است.

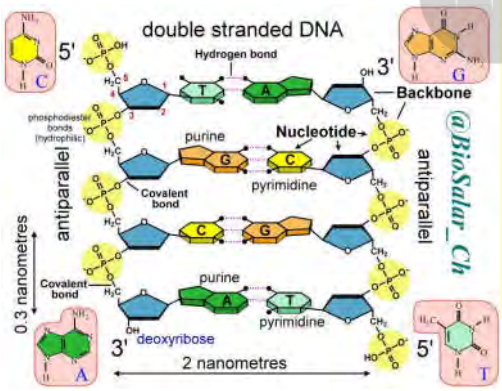


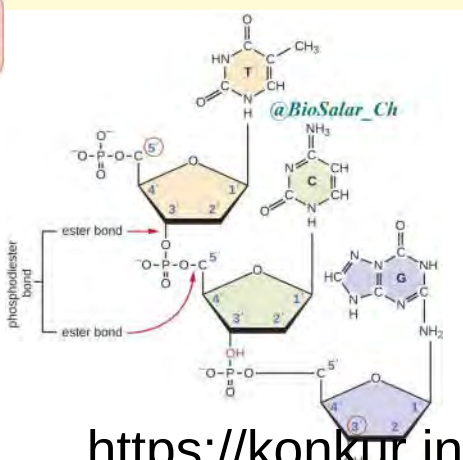
شکل ۸ــ مدل مارپیچ دورشته‌ای دِنا

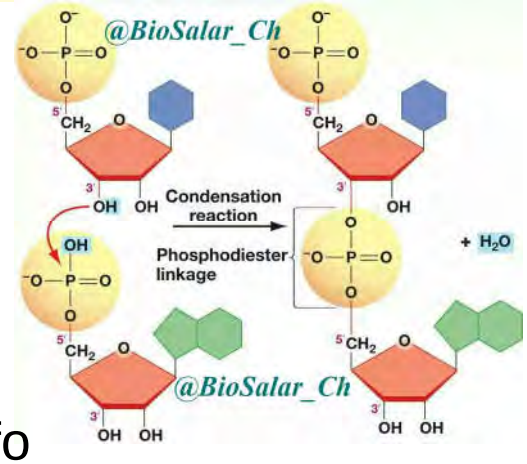
### بیشتر بدانید

بازهای مکمل و پیوندهای هیدروژنی بین آنها






https://konkur.info

## بیشتر بدانید

### تاریخ علم

سال ۱۸۶۹م: میشر در عصارهٔ یاخته‌ها به وجود اسیدهای هسته‌ای (نوکلئیک اسیدها) پی‌برد.

سال ۱۹۲۸م: گریفیت نشان داد که خصوصیات یک باکتری به باکتری دیگر قابل انتقال است.

سال ۱۹۴۴م: ایوری و همکارانش برای اولین بار نشان دادند که دِنا، مادهٔ ژنتیک است.

سال ۱۹۵۰م: چارگاف نشان داد که در دِنای جانداران گوناگون تعداد T مساوی تعداد A و تعداد C مساوی تعداد G است.

سال ۱۹۵۲م: فرانکلین و ویلکینز نشان دادند که دِنا ساختار مارپیچی و چندرشته‌ای دارد.

سال ۱۹۵۳م: واتسون و کریک مدل مارپیچ دورشته‌ای را برای دِنا ارائه کردند.

## رِنا و انواع آن؟

گفتیم که نوع دیگری از نوکلئیک‌اسیدها، رِنا است. مولکول رِنا تک‌رشته‌ای است* و از روی بخشی از یکی از رشته‌های دِنا ساخته می‌شود. رِناها نقش‌های متعددی دارند که به بعضی از آنها اشاره می‌کنیم: انواع(نقش) رناها؟

۱ **رِنای پیک (mRNA[1])**: اطلاعات را از دِنا به رِناتَن‌ها (ریبوزوم) می‌رساند. رِناتَن با استفاده از اطلاعات رِنای پیک، پروتئین‌سازی می‌کند که در فصل بعد با آن آشنا خواهید شد.

۲ **رِنای ناقل (tRNA[2])**: آمینواسیدها را برای استفاده در پروتئین‌سازی به سمت رِناتَن‌ها می‌برد.

۳ **رِنای رِناتَنی (rRNA[3])**: در ساختار رِناتَن‌ها علاوه بر پروتئین، رِنای رِناتَنی نیز شرکت دارد.

علاوه بر این نقش‌ها، رِناها نقش آنزیمی[4] و دخالت در تنظیم بیان ژن[5] نیز دارند.

## ژن چیست؟

در طی این گفتار با ساختار دِنا آشنا شدید. طبق آزمایش‌های ایوری[ص۳] و همکارانش، اطلاعات وراثتی در دِنا قرار دارد و از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شوند. این اطلاعات در واحدهایی به نام ژن سازماندهی شده‌اند. ژن بخشی از مولکول دِنا است که بیان آن می‌تواند به تولید رِنا یا پلی‌پپتید بینجامد. اینکه رِنا چگونه دستورالعمل‌های دِنا را اجرا می‌کند، در فصل‌های آینده با آن آشنا خواهید شد.

## دخالت نوکلئوتیدها در واکنش‌های سوخت‌وساز (متابولیسمی)[4]

نوکلئوتیدها علاوه بر شرکت[1] در ساختار دِنا و رِنا نقش‌های اساسی دیگری نیز در یاخته برعهده دارند. برای مثال[2] نوکلئوتید آدنین‌دار ATP (آدنوزین تری فسفات) به عنوان منبع رایج انرژی در یاخته است و یاخته در فعالیت‌های مختلف از آن استفاده می‌کند.

NADH&FADH$_2$ NADPH

همچنین[3] نوکلئوتیدها در ساختار مولکول‌هایی وارد می‌شوند که در فرایندهای فتوسنتز و تنفس یاخته‌ای نقش حامل الکترون را بر عهده دارند. با این مولکول‌ها در فصل‌های آینده آشنا خواهید شد.

۴ انتقال پیام درون یاخته از گیرنده غشایی به سایر بخش‌های درون یاخته.

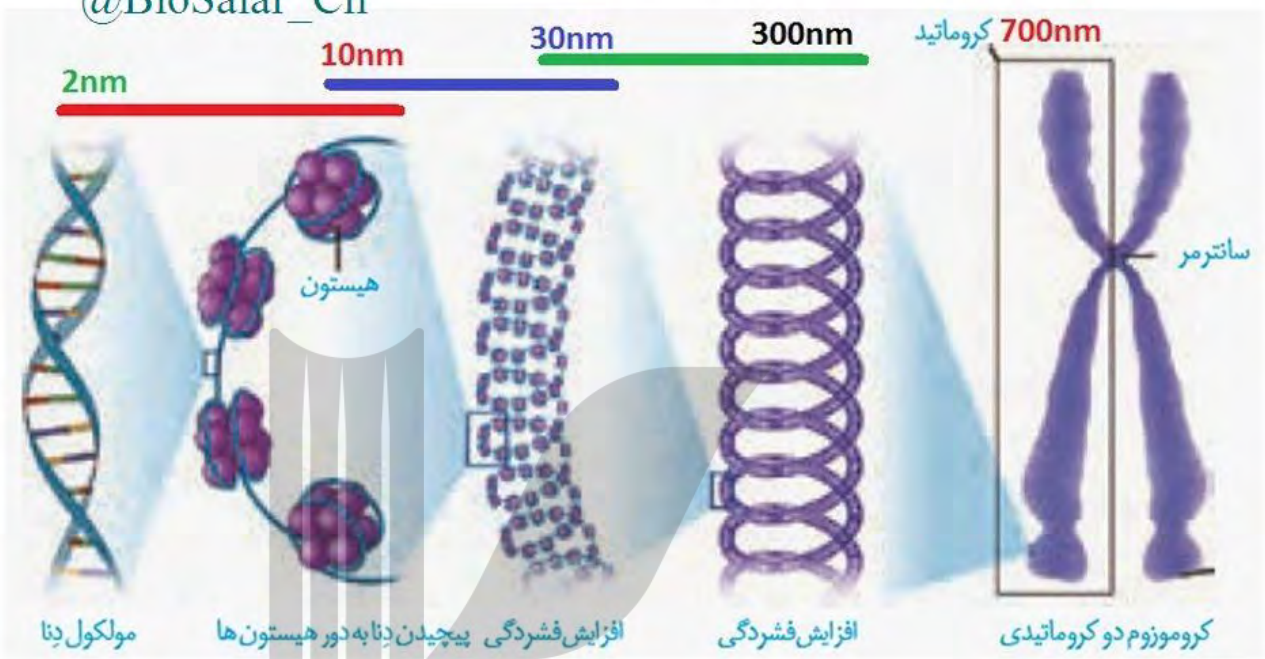
* البته بخش‌هایی از رنای ناقل با تشکیل پیوند هیدروژنی به شکل دو رشته‌ای در می‌آیند.ص۲۸

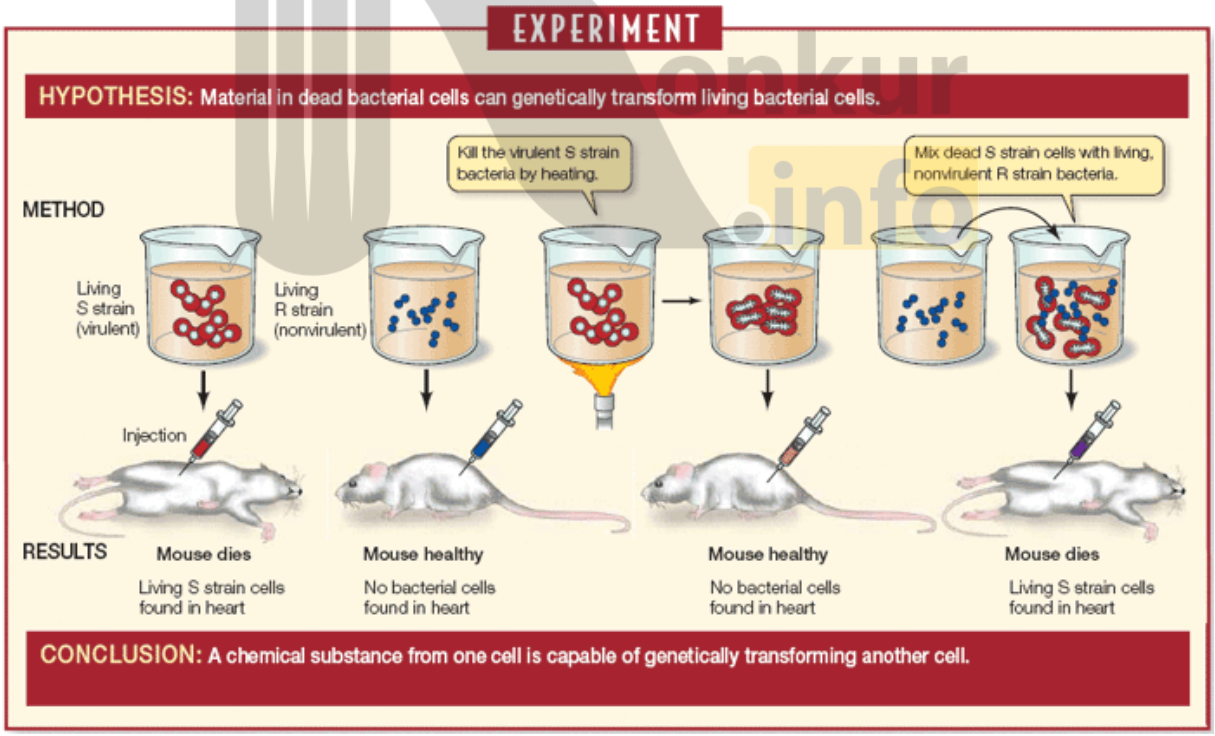
۱_ messenger RNA
۲_ transfer RNA
۳_ ribosomal RNA
۴_ Metabolism

https://konkur.info

# مراحل فشرده شدن کروموزوم

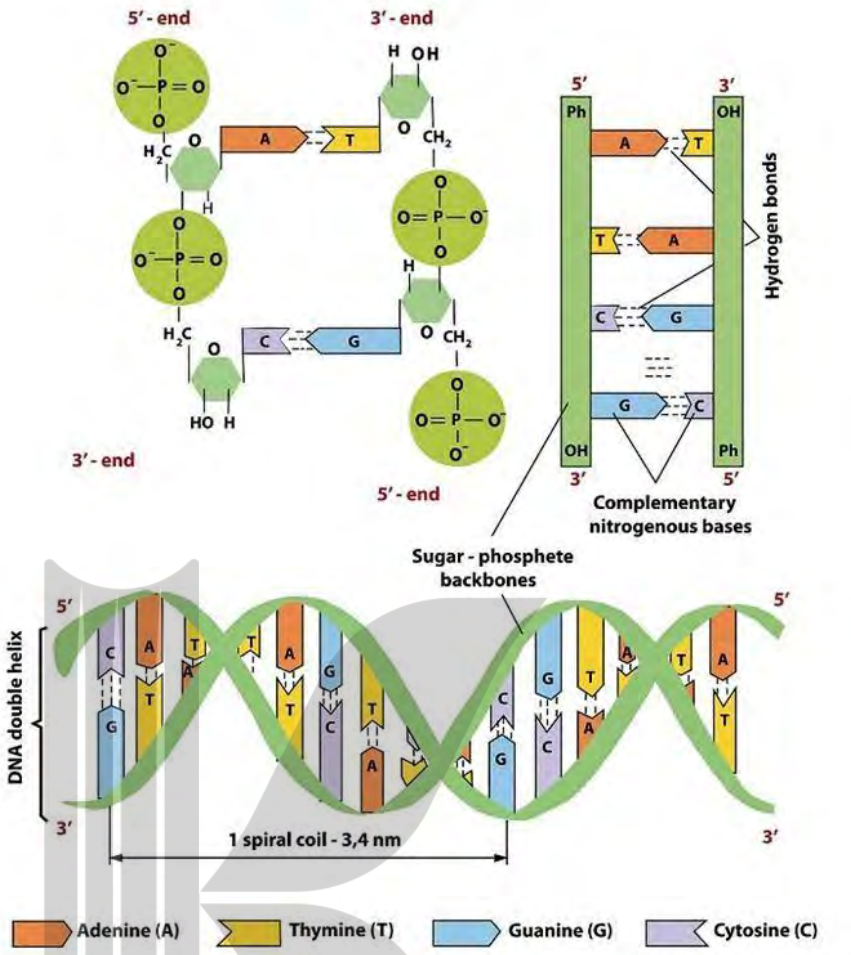
@BioSalar_Ch




https://konkur.info

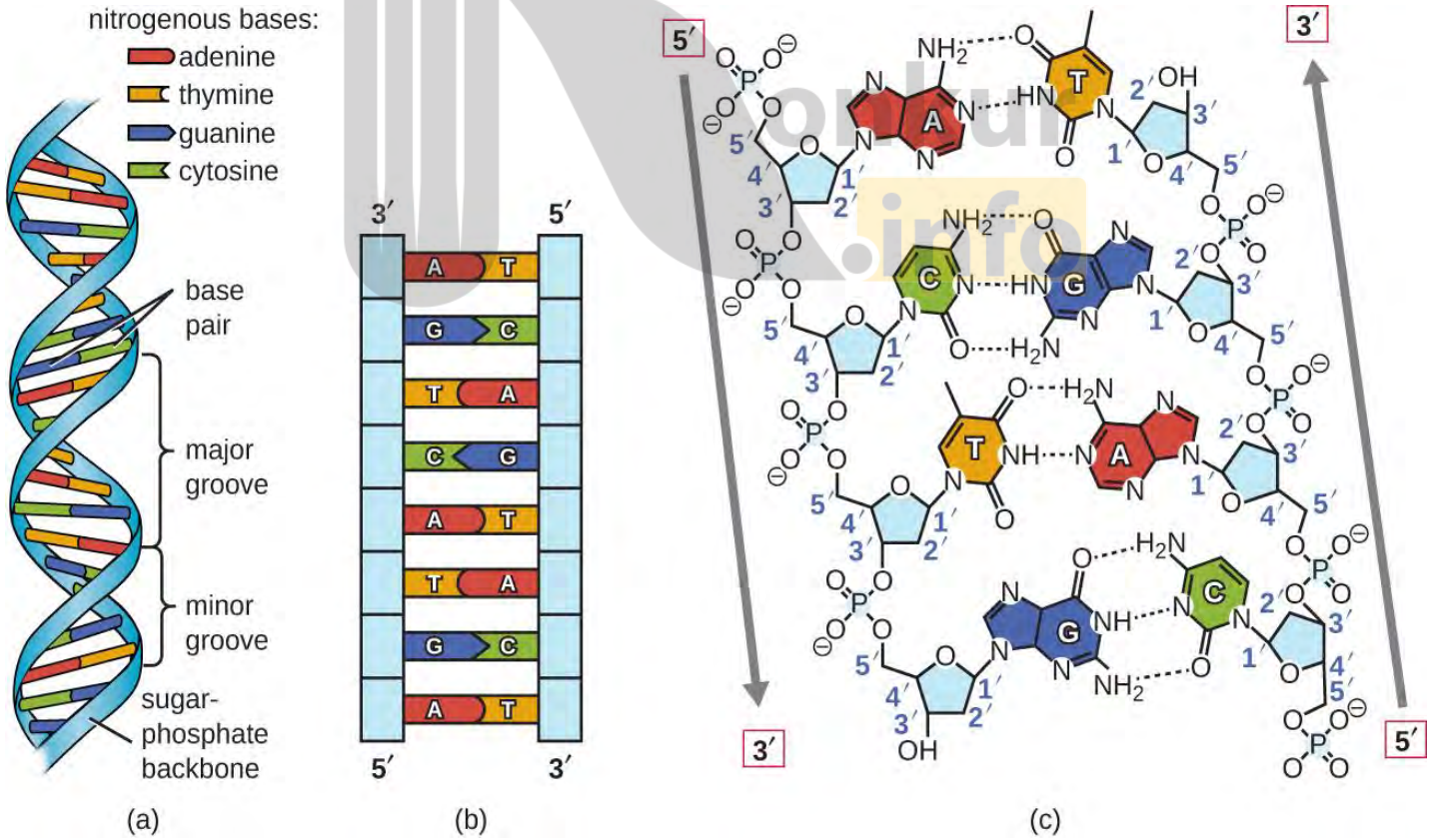
# DNA Structure




©Zvitaliy / Shutterstock.com

| باز | نوکلئوزید(باز+ قند) | | نوکلئوتید(نوکلئوزید + فسفات) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ریبو نوکلئوزید | دئوکسی نوکلئوزید | ریبو نوکلئوتید تک فسفاته = NMP | ریبو نوکلئوتید دو فسفاته = NDP | ریبو نوکلئوتید سه فسفاته = NTP |
| | | | دئوکسی ریبو نوکلئوتید تک فسفاته = dNMP | دئوکسی ریبو نوکلئوتید دو فسفاته = dNDP | دئوکسی ریبو نوکلئوتید سه فسفاته = dNTP |
| پورین | | | | | |
| آدنین | آدنوزین | دئوکسی آدنوزین | AMP<br>dAMP | ADP<br>dADP | ATP<br>dATP |
| گوانین | گوانوزین | دئوکسی گوانوزین | GMP<br>dGMP | GDP<br>dGDP | GTP<br>dGTP |
| پیریمدین | | | | | |
| سیتوزین | سیتیدین | دئوکسی سیتیدین | CMP<br>dCMP | CDP<br>dCDP | CTP<br>dCTP |
| تیمین | تیمیدین | دئوکسی تیمیدین | TMP<br>dTMP | TDP<br>dTDP | TTP<br>dTTP |
| اوراسیل | اوریدین | دئوکسی اوریدین | UMP<br>dUMP | UDP<br>dUDP | UTP<br>dUTP |

https://konkur.info




https://konkur.info

## چند نمونه پرسش فصل۱-گفتار۱

### الف-درست یا نادرست؟

۱-هدف گریفیت از آزمایش بر روی باکتری استرپتوکوکو نومونیا، ساخت واکسن آنفلوآنزا بود.(  )

۲- هـر رشتهٔ دنا و رنای خطی همیشـه دو سـر متفاوت دارد.(  )

۳-برقراری پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای مولکول دنا در پایداری این مولکول نقشی ندارد.(  )

۴-ژن بخشی از مولکول دنا است که بیان آن می‌تواند تنها به تولید رنا بینجامد.(  )

### ب-انتخابی و یا تکمیلی؟

۱-ایوری و همکارانش ابتدا از عصارهٔ استخراج شده از باکتری‌های کشته شده (**بدون پوشینه-پوشینه‌دار**) استفاده کردند و در آن تمامی (**دنا-پروتئین‌های**) موجود را تخریب کردند.

۲-قند پنج کربنه در دنا، (**ریبوز- دئوکسی ریبوز**) بوده که اکسیژن آن (**بیشتر-کمتر**) از قند موجود در مولکول رنا می‌باشد.

۳-بازآلی نیتروژن‌دار می‌تواند ..... باشد که ساختار دو حلقه‌ای دارد؛ شامل آدنین و ..... .

۴-در مدل واتسون و کریک، بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور پیوند .....، و بین بازهای روبه‌روی هم پیوند ..... برقرار است.

### پ-پرسش تشریحی؟

۱-گریفیت با کدام آزمایش نتیجه گرفت که وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش‌ها نیست؟

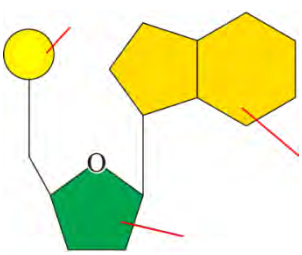
۲-وجود جفت بازهای مکمل با چه پیوندی امکان‌پذیر است؟ پیوند اختصاصی بین جفت بازها چه اهمیتی خواهد داشت؟

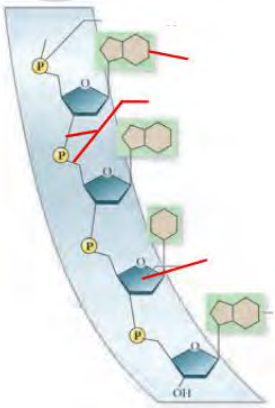
۳-آزمایش دوم ایوری و همکارانش را همراه با نتیجه‌اش بنویسید.

۴- ساختار هر نوکلئوتید و هر رشتهٔ پلی نوکلئوتیدی شامل کدام مولکول‌ها و پیوندها می‌باشند؟

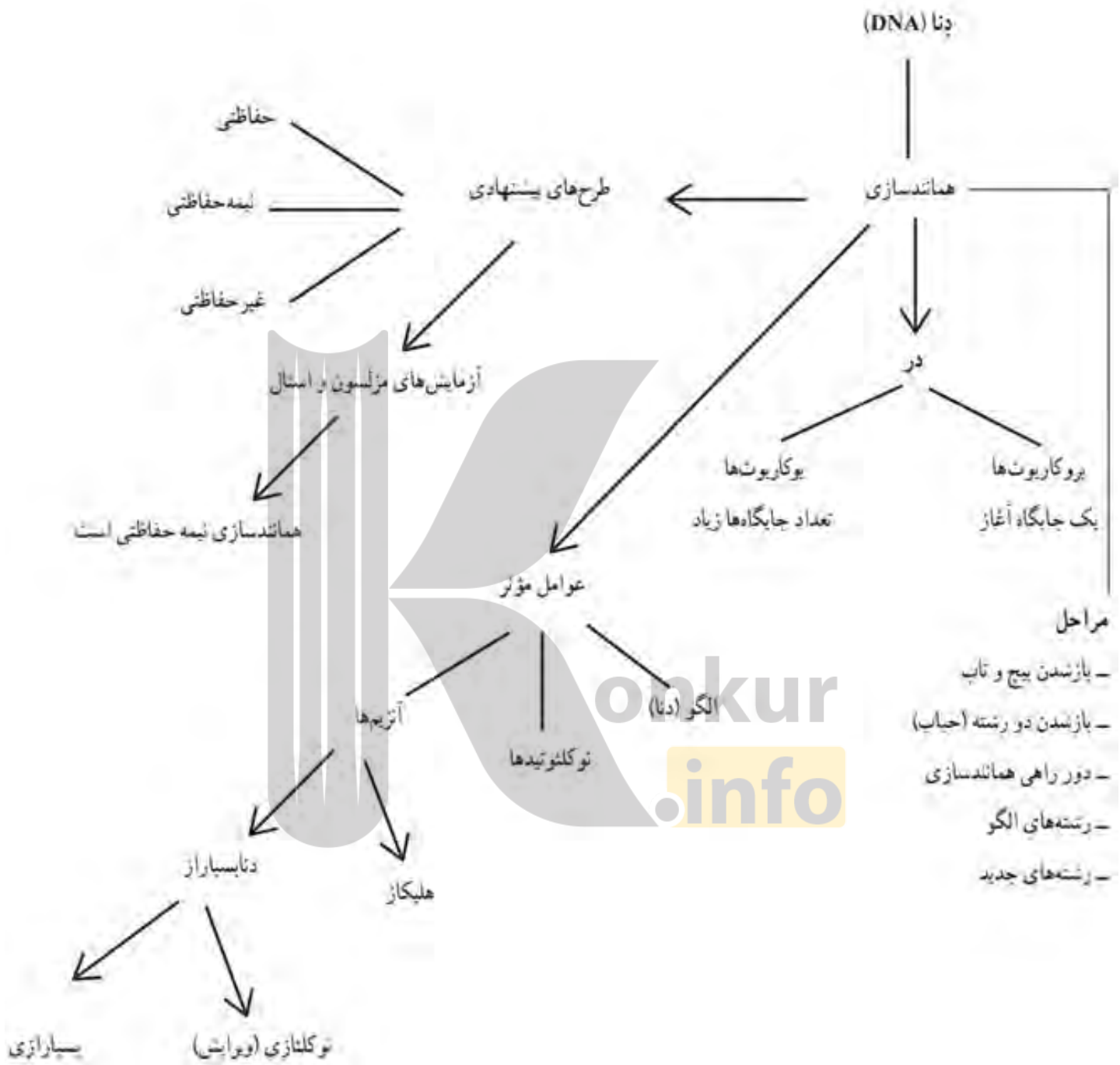
۵- چارگاف پس از مشاهدات و تحقیقات روی دناهای جانداران به چه نتیجه‌ای رسید؟ به نظر شما دلیل این نتیجه چه بود؟

۶-شکل‌های زیر را نام‌گذاری نمایید.





https://konkur.info



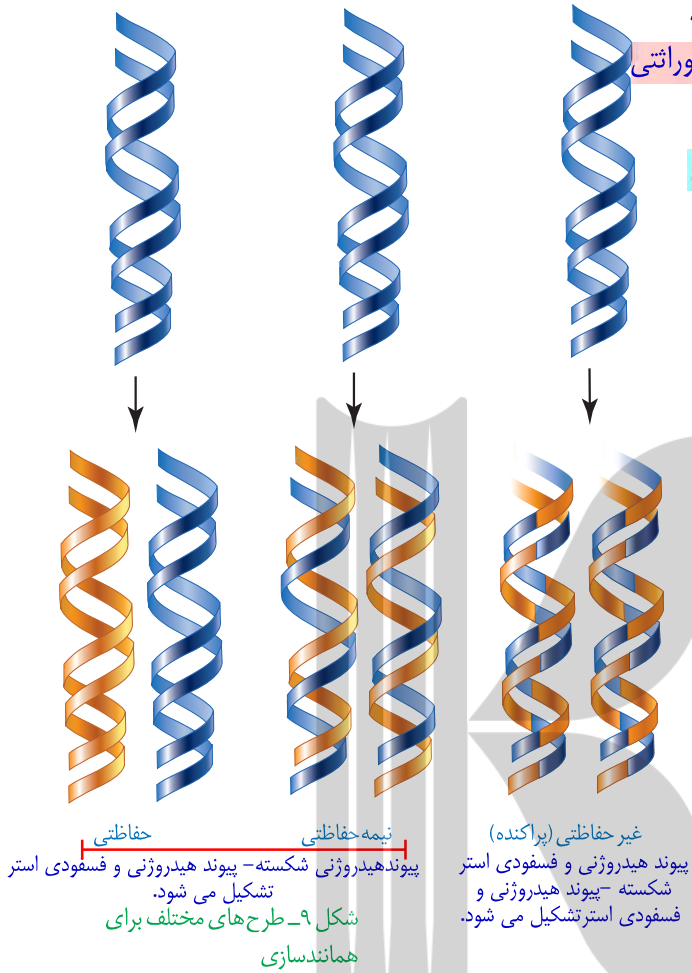

https://konkur.info

## گفتار ۲ همانندسازی دِنا

با توجه به اینکه دِنا به عنوان ماده وراثتی، حاوی اطلاعات یاخته است، این پرسش مطرح می‌شود که هنگام تقسیم یاخته، این اطلاعات وراثتی چگونه بدون کم و کاست به دو یاخته حاصل از تقسیم می‌رسند؟

این کار با همانندسازی دِنا انجام می‌شود. به ساخته شدن مولکول دِنای جدید از روی دِنای قدیمی **همانندسازی**[۱] می‌گویند.*

با توجه به مدل واتسون و کریک[۲] وجود رابطهٔ مکملی بین بازها تا حد زیادی همانندسازی دِنا قابل توضیح است؛ گرچه طرح‌های مختلفی برای همانندسازی دِنا پیشنهاد شده بود (شکل ۹).



شکل ۹ــ طرح‌های مختلف برای همانندسازی

**۱ــ همانندسازی حفاظتی:** در این طرح هر دو رشتهٔ دِنای قبلی (اولیه) به‌صورت دست نخورده باقی مانده، وارد یکی از یاخته‌های حاصل از تقسیم می‌شوند، دو رشته دِنای جدید هم وارد یاختهٔ دیگر می‌شوند. چون دِنای اولیه به‌صورت دست نخورده در یکی از یاخته‌ها حفظ شده است به آن همانندسازی حفاظتی می‌گویند.

**۲ــ همانندسازی نیمه حفاظتی:** در این طرح در هر یاخته یکی از دو رشته دِنا مربوط به دِنای اولیه است و رشتهٔ دیگر با نوکلئوتیدهای جدید ساخته شده است. چون در هر یاختهٔ حاصل، فقط یکی از دو رشته دِنای قبلی وجود دارد، به آن نیمه‌حفاظتی می‌گویند.

**۳ــ همانندسازی غیر حفاظتی (پراکنده):** در این طرح هر کدام از دِناهای حاصل، قطعاتی از رشته‌های قبلی و رشته‌های جدید را به‌صورت پراکنده در خود دارند.

### کدام طرح مورد تأیید قرار گرفته است؟

مزلسون[۲] و استال[۳] با به‌کارگیری روش علمی پاسخ این پرسش را به‌دست آوردند. آنها فرضیه‌های متعدد ارائه شده را در نظر گرفتند و با توجه به امکانات، آزمایشی را طراحی کردند تا بتوانند به پاسخ قانع‌کننده‌ای برسند. برای شروع کار،[۱] آنها باید بتوانند رشته‌های دِنای نوساز را از رشته‌های قدیمی تشخیص دهند. آنها با این هدف دِنا را با استفاده از نوکلئوتیدهایی که ایزوتوپ سنگین نیتروژن ($^{15}N$) دارند، نشانه‌گذاری کردند.

۲–مدت زمان همانندسازی را بدانند ← استفاده از باکتری مانند E.coli

۱ــ Replication
۲ــ Meselson
۳ــ Stahl

* همانندسازی دنا موجب می شود که اطلاعات وراثتی بدون کم و کاست در تقسیم های یاخته ای(میتوز یا میوز) به نسل بعد منتقل شوند.



https://konkur.info

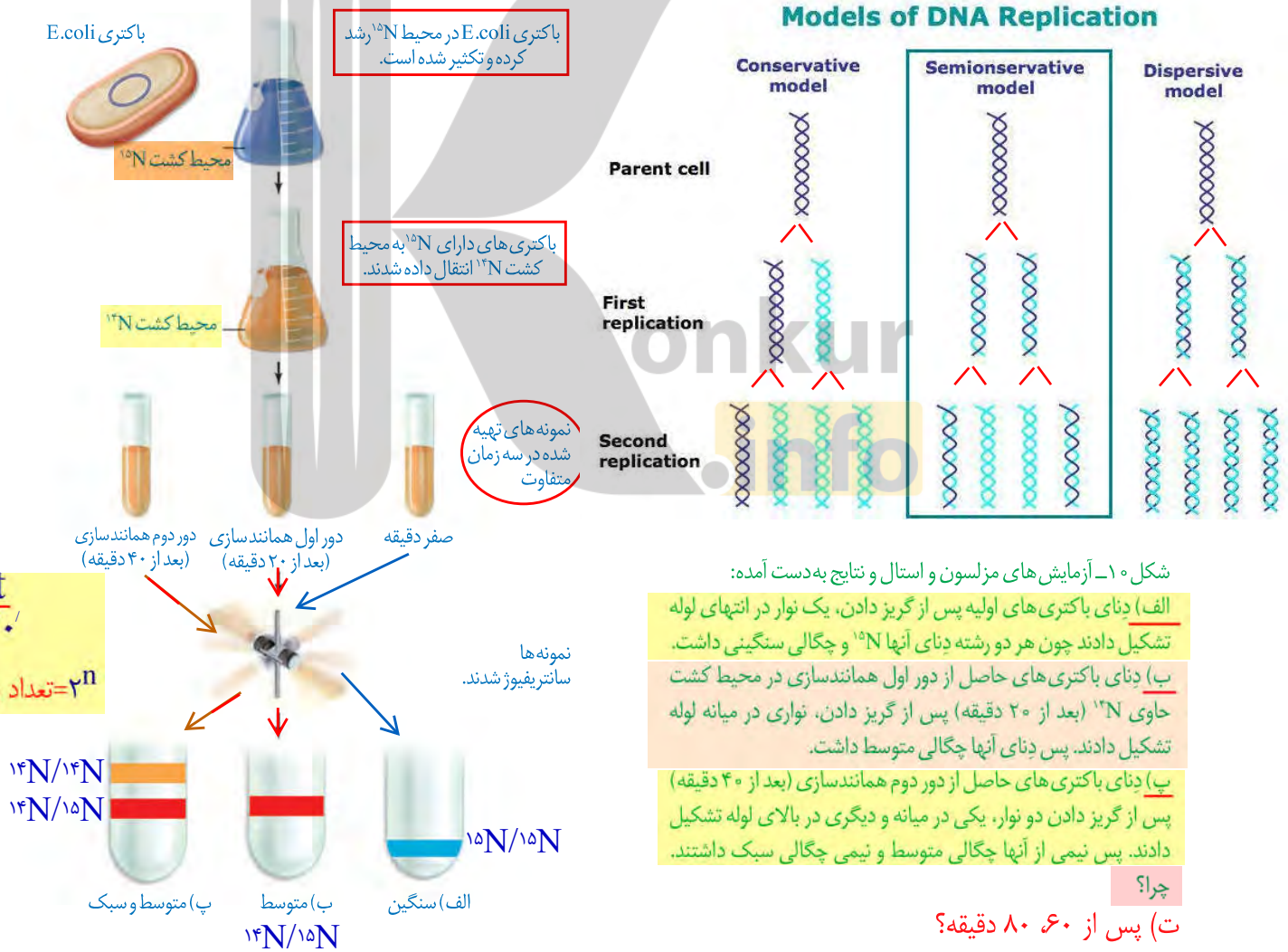
دِناهایی که با $N^{15}$ ساخته می‌شوند نسبت به دِنای معمولی که در نوکلئوتیدهای خود $N^{14}$ دارد چگالی بیشتری دارند. بنابراین، به‌وسیلهٔ گریزانهٔ با سرعت بسیار بالا[1] می‌توان آنها را از هم جدا کرد.

آنها ابتدا باکتری‌ها را در محیط دارای $N^{15}$ کشت دادند. $N^{15}$ در ساختار بازهای آلی نیتروژن‌دار که در ساخت دِنای باکتری شرکت می‌کنند، وارد شدند. پس از چندین مرحله رشد و تکثیر در این محیط، باکتری‌هایی تولید شدند که دِنای سنگین‌تری نسبت به باکتری‌های اولیه داشتند.

سپس این باکتری‌ها را به محیط کشت دارای $N^{14}$ منتقل کردند. با توجه به اینکه تقسیم باکتری‌ها حدود ۲۰ دقیقه طول می‌کشد در فواصل ۲۰ دقیقه‌ای باکتری‌ها را از محیط کشت جدا و بررسی کردند.

برای سنجش چگالی دِناها در هر فاصلهٔ زمانی، دِنای باکتری‌را استخراج و در شیبی از محلول سزیم کلرید CsCl با غلظت‌های متفاوت و در سرعتی بسیار بالا گریز دادند؛ در نتیجه مواد بر اساس چگالی در بخش‌های متفاوتی از محلول در لوله قرار گرفتند. مراحل آزمایش مزلسون و استال و نتایج آن را در شکل ۱۰ می‌بینید.

همان‌طور که مشاهده می‌کنید نتایج این آزمایش نشان داد که همانندسازی دِنا، نیمه حفاظتی است.




$n=\frac{t}{۲۰'}$

تعداد باکتری(دنا)$=۲^n$

شکل ۱۰ــ آزمایش‌های مزلسون و استال و نتایج به‌دست آمده:

الف) دِنای باکتری‌های اولیه پس از گریز دادن، یک نوار در انتهای لوله تشکیل دادند چون هر دو رشته دِنای آنها $N^{15}$ و چگالی سنگینی داشت.

ب) دِنای باکتری‌های 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) دِنای باکتری‌های 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.

چرا؟

ت) پس از ۶۰، ۸۰ دقیقه؟

هر یک، کدام طرح همانندسازی را رد می کنند؟

۱ــ Ultracentrifuge



https://konkur.info

با مشخص شدن اینکه همانندسازی به‌صورت نیمه‌حفاظتی انجام می‌شود، سؤال دیگری مطرح شد: دو رشته دِنا چگونه از یکدیگر باز می‌شوند؟ آیا هر دو رشته کاملاً از یکدیگر جدا می‌شوند و سپس همانندسازی انجام می‌شود یا جدا شدن دو رشته تدریجی و همراه با آن همانندسازی انجام می‌شود؟

تحقیقات نشان داده است در محلی که قرار است همانندسازی انجام شود دو رشته از هم باز می‌شوند. بقیه قسمت‌ها بسته هستند و به تدریج باز می‌شوند.

## عوامل و مراحل همانندسازی

در همانندسازی عوامل متعددی مؤثرند که مهم‌ترین آنها به شرح زیر است:

۱ــ مولکول دِنا به عنوان الگو (هر دو رشته الگو می باشند.)

۲ــ واحدهای سازندهٔ دِنا که بتوانند در کنار هم نسخه مکمل الگو را بسازند. این واحدها نوکلئوتیدهای آزاد داخل یاخته و سه فسفاته هستند که در لحظهٔ اتصال به رشته پلی‌نوکلئوتید در حال ساخت، دو فسفات خود را از دست می‌دهند.

۳ــ آنزیم‌های لازم برای همانندسازی که ضمن بازکردن دو رشته نوکلئوتیدها را به‌صورت مکمل روبه‌روی هم قرارمی‌دهد و با پیوند فسفودی‌استر به هم وصل می‌کند.

[توسط آنزیم دنابسپاراز و آنزیم خاص دیگر]

[توسط آنزیمی خاص]

**مراحل همانندسازی:** قبل از همانندسازی دِنا باید پیچ‌وتاب فامینه، باز و پروتئین‌های همراه آن یعنی هیستون‌ها از آن جدا شوند تا همانندسازی بتواند انجام شود. این کارها با کمک آنزیم‌هایی انجام می‌شود.

سپس آنزیم **هلیکاز**[1] مارپیچ دنا و دو رشته آن را از هم باز می‌کند(شکل ۱۱).

نکته۱: پیچ و تاب فامینه قبل از همانندسازیِ دنا باز می شود اما مارپیچ دنا در هنگام همانندسازی باز می شود.

نکته۲: با توجه به شکل ۱۱، در هر دوراهی یک آنزیم هلیکاز و دو آنزیم دنا بسپاراز وجود دارد!(تذکر: در مورد آنزیم غلظت و مقدار مطرح می باشد نه تعداد؛ اما برای فهم موضوع در اینجا تعداد عنوان شده است.)

شکل ۱۱ــ همانندسازی دِنا

نکته۳: هلیکاز هم قبل و هم هنگام همانندسازی فعالیت دارد و موجب باز شدن مارپیچ دنا می شود نه پیچ و تاب آن! ☻

به نظر شما برای باز شدن دورشته دِنا آنزیم هلیکاز چه پیوندهایی را از هم باز می کند؟ پیوندهای هیدروژنی

[4] انواع دیگری از آنزیم‌ها با همدیگر فعالیت می‌کنند تا یک رشته دِنا در مقابل رشته الگو ساخته شود.

یکی از مهم‌ترین آنها که نوکلئوتیدهای مکمل را با نوکلئوتیدهای رشته الگو جفت می‌کند **دِنابسپاراز**[2] (DNA پلی‌مِراز) است. با توجه به اینکه در محل همانندسازی، همانندسازی در دو جهت انجام می‌شود؛ به آن **همانندسازی دو جهتی** نیز می‌گویند. (همانندسازی نیمه حفاظتی)

آنزیم های همانندسازی در کدام مرحله چرخه سلولی ساخته می شوند؟

نکته۴: در مراحل قبل از همانندسازی پیوند فسفودی استری شکسته نمی شود؛ اما در هنگام همانندسازی پیوند فسفودی استر هم شکسته(جهت ویرایش) و هم تشکیل می شود.

۱ــ Helicase
۲ــ DNA Polymerase

### بیشتر بدانید

**گریزانهٔ هم‌چگال**

برای جداکردن ذره هایی با چگالی متفاوت و تعیین چگالی آنها از روشی به نام گریزانهٔ هم‌چگال استفاده می‌شود. در این روش محلولی از نمک یک فلز سنگین مثل سزیم کلرید را در لوله آزمایش قرار می‌دهند. غلظت این ماده و چگالی آن به طور یکنواخت از پایین به بالای لوله کم می‌شود و به اصطلاح شیب پیوسته‌ای از غلظت‌های مختلف نمک در آن وجود دارد.

با ورود مولکول های مد نظر در این محلول و حرکت آنها حین سانتریفیوژ، براساس چگالی خود در نقطه ای متوقف می شوند. چون ذره ها با چگالی یکسان در یک منطقه تجمع می‌یابند، نوارهایی را تشکیل می دهند که به آسانی قابل تشخیص اند. با مشخص شدن چگالی محلول درهرنقطه ازلوله، می توان چگالی ذره های مورد آزمایش را معلوم کرد.



https://konkur.info

(جایگاه آغاز همانندسازی)

**دوراهی همانندسازی:** در شکل ۱۱ می‌بینید در محلی که دو رشتهٔ دِنا از هم جدا می‌شوند، دو ساختار Y مانند به‌وجود می‌آید که به هریک از آنها **دوراهی همانندسازی** می‌گویند. در فاصلهٔ بین این دو ساختار، پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته از هم گسیخته و دو رشته از یکدیگر باز شده‌اند. همچنین پیوندهای فسفودی‌استر جدیدی در حال تشکیل هستند. دِنابسپاراز نوکلئوتیدها را به انتهای رشته در حال تشکیل اضافه می‌کند. 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 سه‌فسفاته به انتهای رشته پلی‌نوکلئوتید دو تا از فسفات‌های آن از مولکول جدا می‌شوند و نوکلئوتید به‌صورت تک‌فسفاته به رشته متصل می‌شود (شکل ۱۲).

شکل ۱۲ ـ همانندسازی دِنا

**نکته:** هر دو رشته الگو بوده و به طور کامل همانندسازی می شوند.

## فعالیت‌های آنزیم دِنابسپاراز

همانندسازی دِنا با دقت زیادی انجام می‌شود؛ این دقت تاحدود زیادی مربوط به رابطهٔ مکملی بین نوکلئوتیدها است. اگرچه آنزیم دِنابسپاراز، نوکلئوتیدها را براساس رابطهٔ مکملی مقابل هم قرار می‌دهد ولی گاهی در این مورد اشتباهی هم صورت می‌گیرد؛ بنابراین آنزیم دِنابسپاراز پس از برقراری هر پیوند فسفودی‌استر، برمی‌گردد و رابطهٔ مکملی نوکلئوتید را بررسی می‌کند که رابطهٔ آن درست است یا اشتباه؟ اگر اشتباه باشد آن را برداشته و نوکلئوتید درست را به‌جای آن قرار می‌دهد. برای حذف نوکلئوتید نادرست باید بتواند پیوند فسفودی‌استر را بشکند و نوکلئوتید نادرست را از دِنا جدا کند. توانایی بریدن دِنا را فعالیت **نوکلئازی** گویند که در آن پیوند فسفودی استر می‌شکند. بنابراین آنزیم دِنابسپاراز، هم[1] فعالیت **بسپارازی** (پلیمرازی) دارد که در آن پیوند فسفودی استر را تشکیل می‌دهد و هم[2] فعالیت نوکلئازی که در آن پیوند فسفودی استر را برای رفع اشتباه می‌شکند. فعالیت نوکلئازی دنابسپاراز را که باعث رفع اشتباه‌ها در همانندسازی می‌شود، **ویرایش** می‌گویند.

## همانند سازی در پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها

(بدون پوشش هسته)

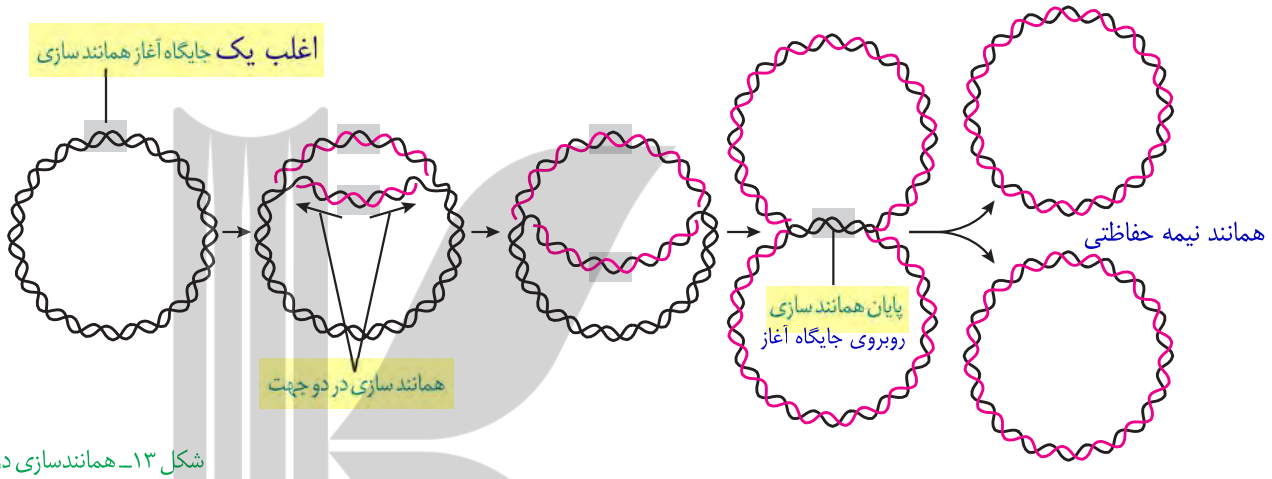
در پروکاریوت‌ها که شامل همهٔ باکتری‌ها می‌شوند، مولکول‌های وراثتی در غشا محصور نشده



https://konkur.info

و فام‌تن اصلی دارای یک مولکول دِنای حلقوی است که در سیتوپلاسم قرار دارد و به غشای یاخته متصل است. پروکاریوت‌ها علاوه بر دِنای اصلی ممکن است مولکول‌هایی از دِنایی دیگر به نام **دیسَک (پلازمید)** داشته باشند* اطلاعات این مولکول‌ها می‌تواند ویژگی‌های دیگری را به باکتری بدهد مانند افزایش مقاومت باکتری در برابر **پادزیست(آنتی بیوتیک)ها**.

اغلب پروکاریوت‌ها فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در دِنای خود دارند. در این جایگاه دو رشته دِنا از هم باز می‌شوند. همانند یوکاریوت‌ها، همانندسازی دوجهتی در باکتری‌ها نیز وجود دارد؛ یعنی از یک نقطه همانندسازی شروع و در دو جهت ادامه می‌یابد تا به همدیگر رسیده و همانندسازی پایان یابد (شکل ۱۳). نکته: جایگاه آغاز همانندسازی و پایان همانندسازی نقطهٔ مقابل هم هستند.




شکل ۱۳ـ همانندسازی دو جهتی دِنا در پروکاریوت‌ها با یک نقطهٔ آغاز

در یوکاریوت‌ها که بقیه موجودات زنده یعنی آغازیان،[۱] قارچ‌ها،[۲] گیاهان[۳] و جانوران[۴] را شامل می‌شوند دِنا در هر فام‌تن به‌صورت خطی است و مجموعه‌ای از پروتئین‌ها که مهم‌ترین آنها هیستون‌ها هستند همراه آن قرار دارند. بیشتر دِنا درون هسته قرار دارد که به آن **دِنای هسته‌ای** می‌گویند. در یوکاریوت‌ها علاوه بر هسته در سیتوپلاسم نیز مقداری دِنا وجود دارد که به آن **دِنای سیتوپلاسمی** می‌گویند. این نوع از دِنا که حالت حلقوی دارد در راکیزه (میتوکندری) و دیسه (پلاست) دیده می‌شود. + دیسک در برخی قارچ‌ها مانند مخمر ص۹۴

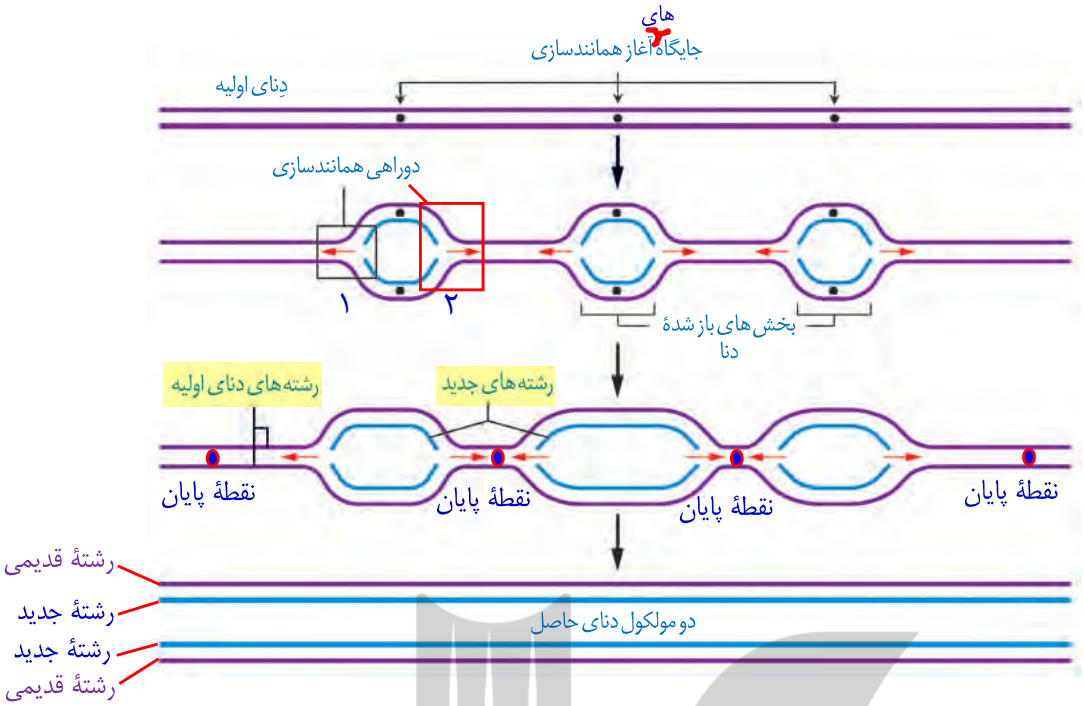
همانندسازی در یوکاریوت‌ها بسیار پیچیده‌تر از پروکاریوت‌ها است. علت این مسئله[۱] وجود مقدار زیاد دِنا و[۲] قرار داشتن در چندین فام‌تن است که هر کدام از آنها چندین برابر دِنای باکتری هستند. بنابراین اگر فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در هر فام‌تن داشته باشند مدت زمان زیادی برای همانندسازی لازم است. به همین علت در یوکاریوت‌ها، آغاز همانندسازی در چندین نقطه در هر فام‌تن انجام می‌شود (شکل ۱۴). و در هر نقطه دو جهتی می باشند.

تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی در یوکاریوت‌ها حتی می‌تواند بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم شود؛ مثلاً در دوران جنینی در مراحل مورولا و بلاستولا (مرحله تشکیل بلاستوسیست)[۱] سرعت تقسیم زیاد و[۲] تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی هم زیاد است ولی پس از تشکیل اندام‌ها،[۱] سرعت تقسیم و[۲] تعداد جایگاه‌های آغاز کم می‌شوند.

*دیسک یک مولکول دنای دورشته‌ای و خارج فام تنی است که معمولا درون باکتری‌ها و بعضی قارچ‌ها مثل مخمرها وجود دارد و می‌تواند مستقل از ژنوم میزبان همانندسازی کند.(ص۹۴)



https://konkur.info




شکل ۱۴ ـ همانندسازی در یوکاریوت‌ها

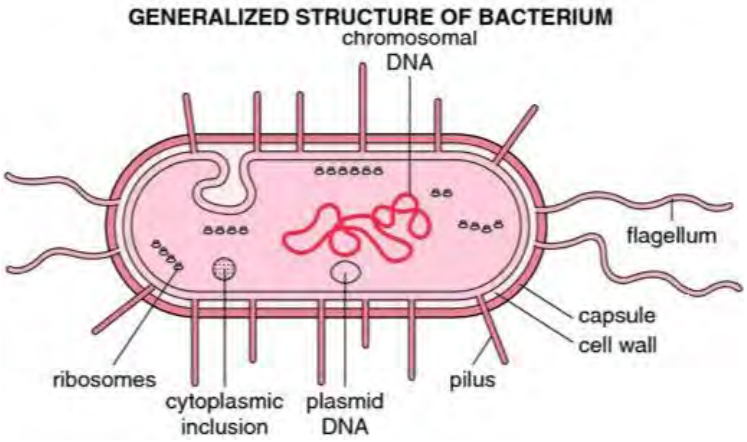
نکته: سرعت یا مدت زمان همانندسازی یوکاریوت ها در نقاط مختلف یکسان نیست. چون میزان فشردگی ، پیچ و تاب دنا در همه جا یکسان نیست و همچنین تعداد پیوند هیدروژنی بین جفت بازها نیز متفاوت است.

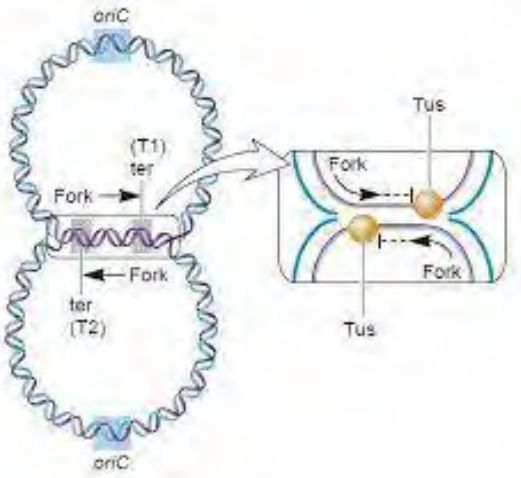
Konkur.info



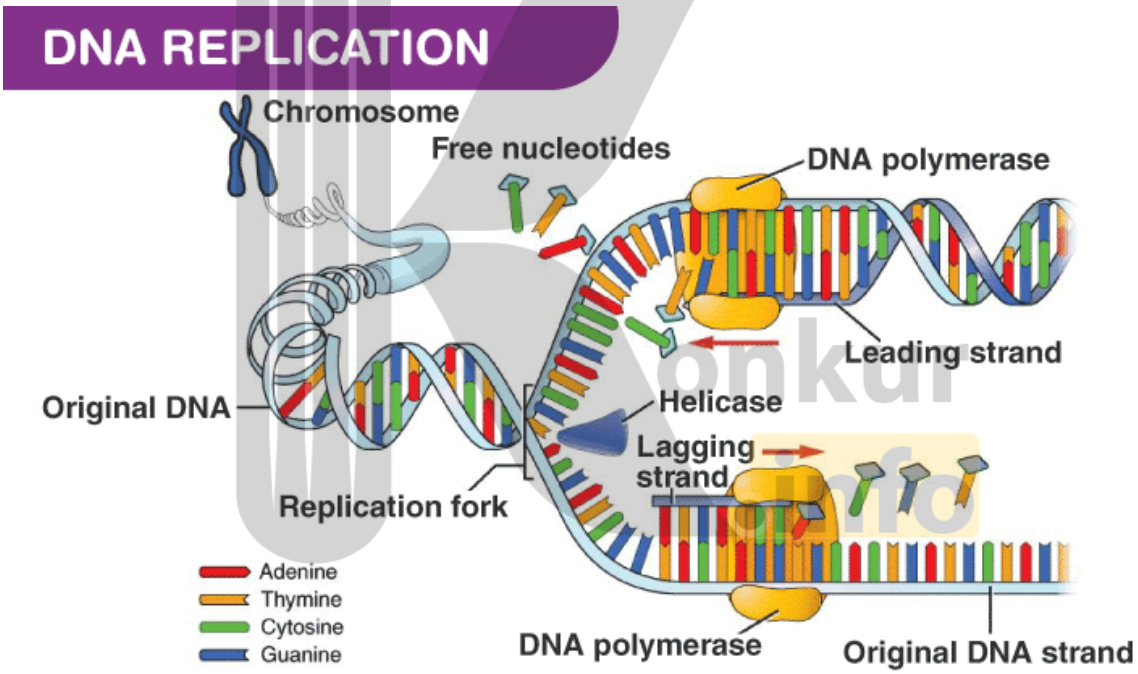
https://konkur.info

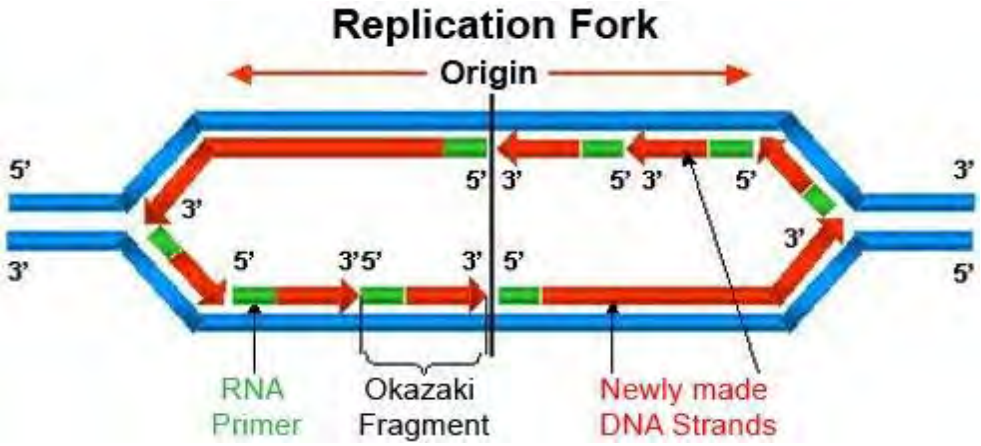
باکتری و همانندسازی دنای حلقوی



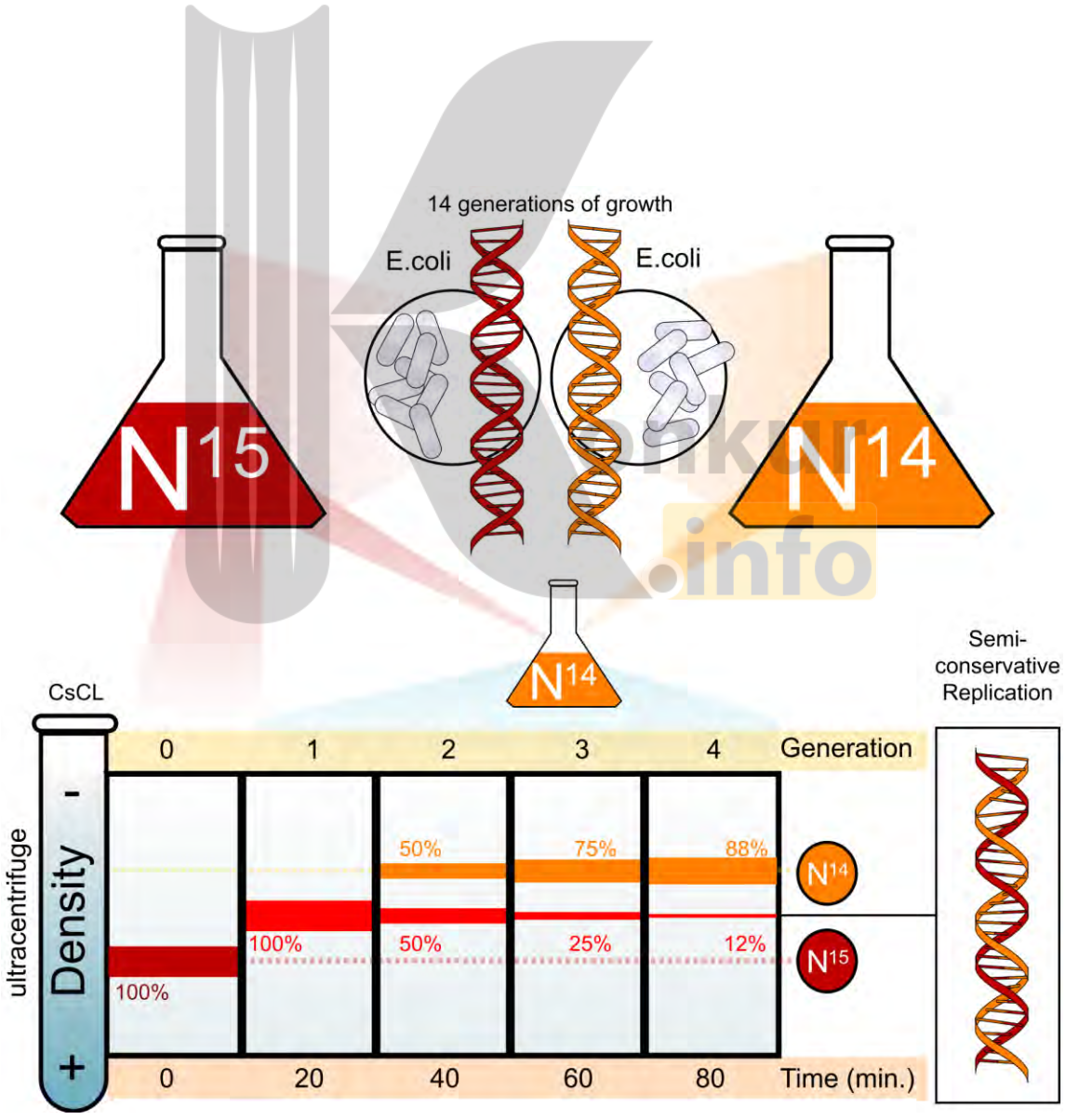




همانندسازی DNA




https://konkur.info


14 generations of growth
E.coli
E.coli
N15
N14
N14
CsCL
Semi-conservative Replication
0
1
2
3
4
Generation
ultracentrifuge
Density
-
+
50%
75%
88%
100%
100%
50%
25%
12%
N14
N15
0
20
40
60
80
Time (min.)

**باسمه تعالی**

## چند نمونه پرسش فصل۱-گفتار۲

### الف-درست یا نادرست؟

۱-با توجه به مدل واتسون و کریک و وجود رابطهٔ مکملی بین بازها تا حد زیادی همانندسازی دِنا قابل توضیح است.(  )

۲- در همانندسازی، دنابسپاراز نوکلئوتیدی یکسان با رشتهٔ غیرالگو را به انتهای رشتهٔ در حال تشکیل اضافه می‌کند.(  )

۳- مزلسون و استال برای سنجش چگالی دِناها، دِنای باکتری را در شیبی از محلول سزیم کلرید با غلظت‌های یکسان و در سرعتی بسیار بالا گریز دادند.(  )

۴- در محلی که دو رشتهٔ دِنا از هم جدا می شوند، یک ساختار Y مانند به وجود می‌آید.(  )

### ب-انتخابی و یا تکمیلی؟

۱-در طرح‌های همانندسازی ..... و ..... نیازی به شکستن پیوند فسفودی استر در دنا نیست؛ اما در طرح ..... شکستن پیوند فسفودی استر لازم است.

۲- در محلی که قرار است همانندسازی دنا انجام شود دو رشته ..... می‌شوند بقیه قسمت‌ها ..... هستند.

۳- پس از $(2n - n)$ نسل همانندسازی دنا، تعداد دفعات همانند سازی یکی (کمتر-بیشتر) از تعداد مولکول‌های دنای حاصل است.

۴-آنزیم‌های لازم برای همانندسازی، نوکلئوتیدها را به صورت (مکمل-یکسان) روبه روی هم قرار می‌دهد و با پیوند (فسفودی استر-هیدروژنی) به هم وصل می‌کند.

### پ-پرسش تشریحی؟

۱- طرح نیمه حفاظتی همانندسازی دنا چیست؟ با رسم شکل ساده‌ای نشان دهید.

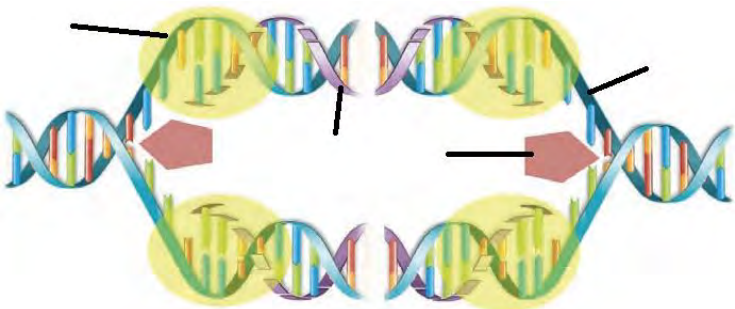
۲- در آزمایش مزلسون و استال، بعد از مدت زمان‌های ۲۰ و ۴۰ دقیقه کدام طرح‌های همانندسازی رد شدند؟ دلیل آن را بنویسید.

۳-نقش هر یک از آنزیم‌های هلیکاز و دنابسپاراز در همانندسازی را بنویسید.

۴- منظور از دنای هسته‌ای، سیتوپلاسمی و پلازمید چیست؟ مثال بزنید.

۵-چرا همانندسازی در یوکاریوت ها بسیار پیچیده تر از پروکاریوت ها است؟ تعداد جایگاه‌های همانندسازی در یوکاریوت‌ها را با پروکاریوت‌ها مقایسه نمایید.

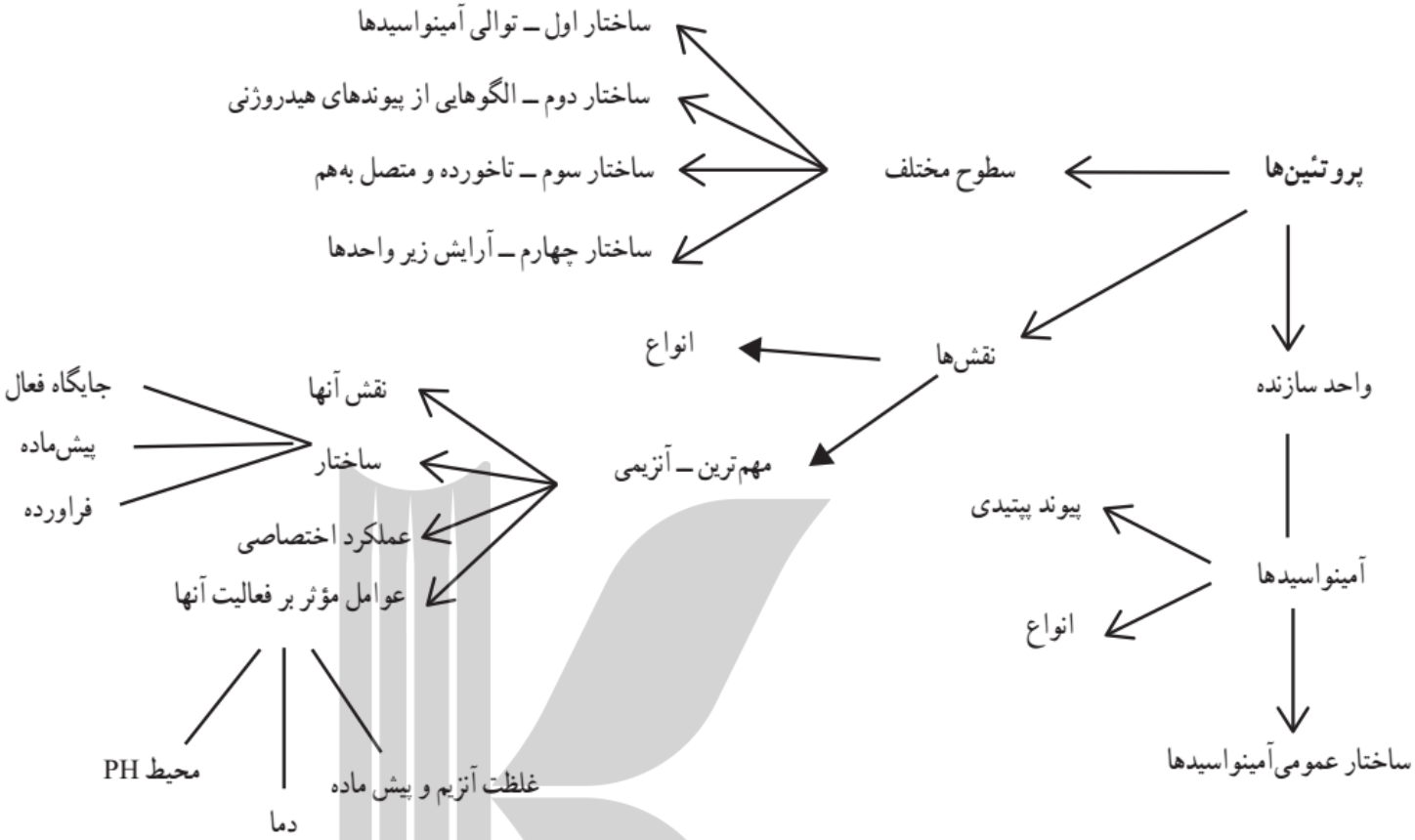
۶-نام گذاری شکل‌ها؟

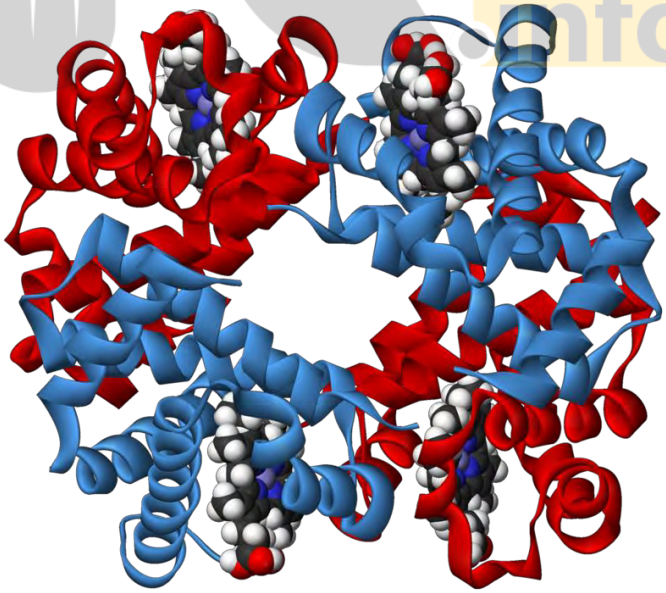


https://konkur.info

**باسمه تعالی**

## نقشه مفهومی ف۱-گ-۳



https://konkur.info

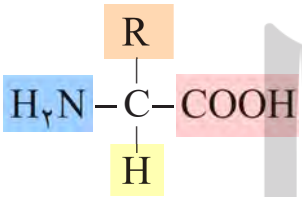
# گفتار ۳ پروتئین‌ها

علاوه بر دِنا و رِنا که در یاخته ذخیره[۱] و انتقال[۲] اطلاعات را بر عهده دارند مولکول‌های دیگری نیز هستند که به انجام فرایندهای مختلف یاخته‌ای کمک می‌کنند. از جملهٔ این مولکول‌ها پروتئین‌ها هستند که نقش بسیار مهمی در فرایندهای یاخته‌ای دارند.

## ساختار آمینواسیدها

پروتئین‌ها بَسپارهایی از آمینواسیدها هستند. نوع[۱]، ترتیب[۲] و تعداد[۳] آمینواسیدها در پروتئین، ساختار و عمل آنها را مشخص می‌کند. آمینواسیدها همان‌طور که از نامشان برمی‌آید یک **گروه آمین** ($-NH_2$) و یک گروه اسیدی **کربوکسیل** ($-COOH$) دارند. همان‌طور که در شکل ۱۵ می‌بینید[۱] گروه آمین و کربوکسیل به همراه[۳] یک هیدروژن و[۴] گروه R همگی به یک کربن مرکزی متصل‌اند و چهار ظرفیت آن را پر می‌کنند. گروه R در آمینو اسیدهای مختلف متفاوت است و ویژگی‌های منحصربه‌فرد هر آمینواسید به آن بستگی دارد.

توجه به ص ۱۶



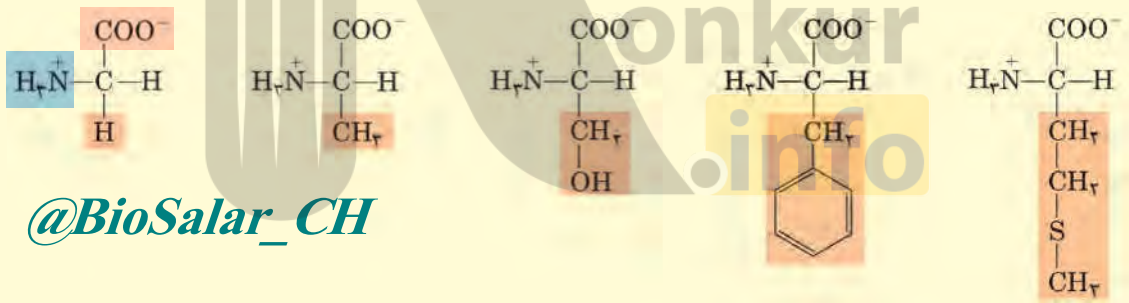

شکل ۱۵ـ ساختار عمومی یک آمینواسید

هرآمینواسید می‌تواند در شکل‌دهی پروتئین مؤثر باشد و تأثیر آن به ماهیت شیمیایی گروه R بستگی دارد.

نکته: ماهیت شیمیایی گروه R ← ویژگی‌های منحصر به فرد هر آمینواسید ← شکل‌دهی پروتئین و فعالیت آن.

### بیشتر بدانید

نمونه‌هایی از آمینواسیدها را در زیر می‌بینید که به دلیل تفاوت در R ویژگی‌های متفاوت دارند.




@BioSalar_CH

گلایسین (Gly) ساده‌ترین آمینواسیدها — آلانین (Ala) — سرین (Ser) — فنیل آلانین (Phe) — متیونین (Met) اولین آمینواسید در پروتئین سازی

## پیوند پپتیدی آمینواسیدها را به یکدیگر متصل می‌کند

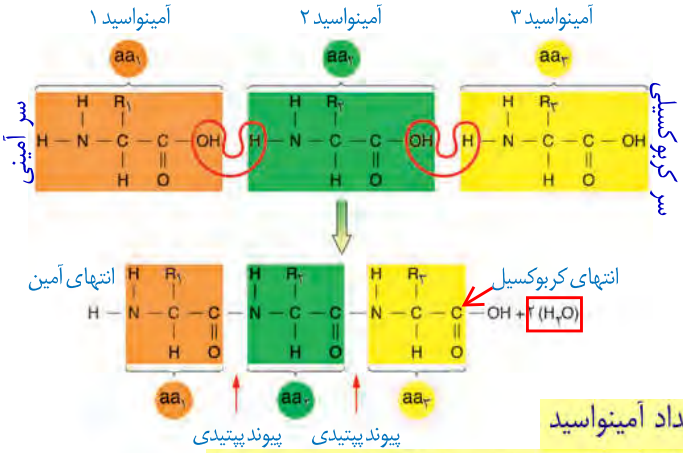
آمینواسیدهای مختلف با حضور آنزیم، واکنش **سنتز آبدهی** را انجام می‌دهند. در این نوع واکنش با خروج یک مولکول آب، یک آمینواسید با آمینواسید دیگر پیوند اشتراکی ایجاد می‌کند. این پیوند اشتراکی بین آمینواسیدها را **پیوند پپتیدی** می‌گویند. شکل ۱۶ الگوی ساده‌ای از چگونگی تشکیل این پیوند را نشان می‌دهد.

پیوند پپتیدی: پیوندی اشتراکی بین آمینواسیدها که در اثر واکنش سنتز آبدهی بوجود می‌آید.



https://konkur.info

وقتی تعدادی آمینواسید با پیوند پپتیدی به هم وصل شوند، زنجیره‌ای از آمینواسیدها به نام **پلی‌پپتید** تشکیل می‌شود. پروتئین‌ها از یک یا چند زنجیره[1] بلند و[2] بدون شاخهٔ* از پلی‌پپتیدها ساخته شده‌اند. هر نوع پروتئین، ترتیب خاصی از آمینواسیدها را دارد که با استفاده از روش‌های شیمیایی، آمینواسیدها را جدا و آنها را شناسایی می‌کنند. اگرچه آمینواسیدها در طبیعت انواع گوناگونی دارند اما فقط ۲۰ نوع از آنها در ساختار پروتئین‌ها به کار می‌روند.




n=تعداد آمینواسید

n-۱=تعداد آب آزادشده یا مصرفی(تعداد پیوند پپتیدی)

شکل ۱۶ــ تشکیل پیوند پپتیدی

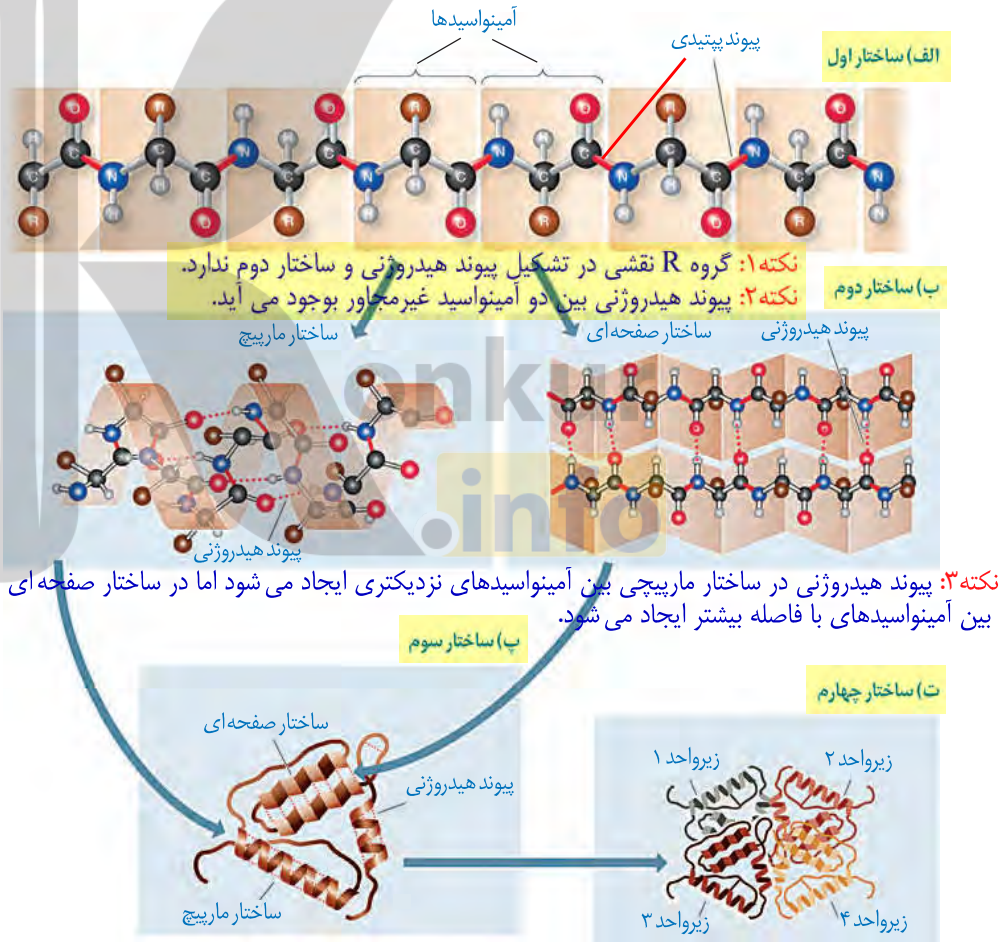
## سطوح مختلف ساختاری در پروتئین‌ها

توجه به ص۱۵

شکل فضایی پروتئین، نوع عمل آن را مشخص می‌کند. یکی از راه‌های پی‌بردن به شکل پروتئین استفاده از پرتوهای ایکس است. با استفاده از تصاویر حاصل از آن و روش‌های دیگر، محققین به ساختار سه‌بعدی پروتئین‌ها پی‌می‌برند که در آن حتی جایگاه هر اتم را می‌توانند مشخص کنند. اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد میوگلوبین بود. آیا به یاد می‌آورید میوگلوبین در بدن چه نقشی دارد؟ این پروتئین از یک رشتهٔ پلی‌پپتید تشکیل شده است.

ذخیره و تامین اکسیژن در ماهیچه شکل۱۸الف ص۱۷

ساختار پروتئین‌ها در چهار سطح بررسی می‌شود که هر ساختار مبنای تشکیل ساختار بالاتر است (شکل ۱۷).یعنی پروتئینی مانند هموگلوبین برای داشتن ساختار چهارم باید به ترتیب دارای ساختار اول، دوم، سوم و چهارم شود.




شکل ۱۷ــ ساختار پروتئین‌ها در چهار ساختار بررسی می‌شود.

*پلی پپتیدها برخلاف تری گلیسریدها و پلی ساکاریدهایی مانند نشاسته و گلیکوژن بدون شاخه اند.



https://konkur.info

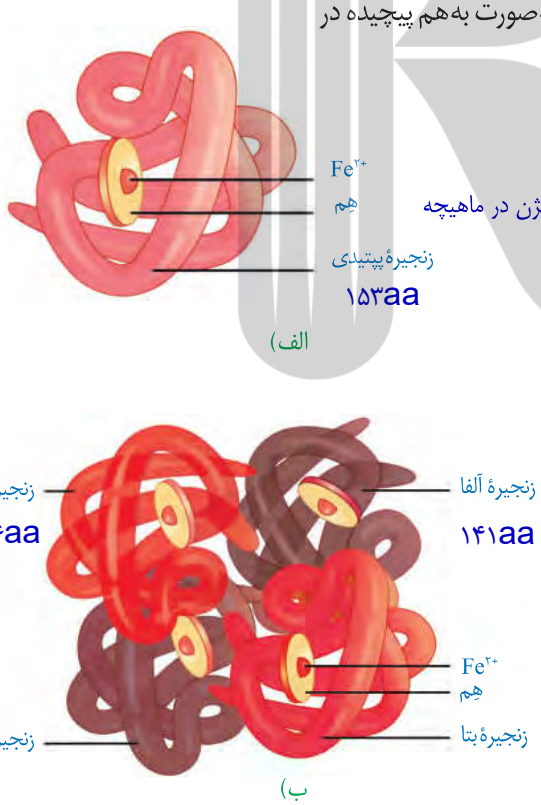
**ساختار اول پروتئین ـ توالی آمینواسیدها:** نوع[1]، تعداد[2]، ترتیب[3] و تکرار[4] آمینواسیدها، ساختار اول پروتئین‌ها را تعیین می‌کنند. ساختار اول با ایجاد پیوندهای پپتیدی بین آمینواسیدها شکل می‌گیرد و خطی است. این پیوند در واقع نوعی پیوند اشتراکی است. تغییر آمینواسید در هر جایگاه موجب تغییر در ساختار اول پروتئین می‌شود و ممکن است فعالیت آن را تغییر دهد.[1] با در نظر گرفتن ۲۰ نوع آمینواسید و[2] اینکه محدودیتی در توالی آمینواسیدها در ساختار اول پروتئین‌ها وجود ندارد پروتئین‌های حاصل می‌توانند بسیار متنوع باشند. با توجه به اهمیت توالی آمینواسیدها در ساختار اول، همه سطوح دیگر ساختاری در پروتئین‌ها به این ساختار بستگی دارند (شکل ۱۷ـ الف).

**ساختـــار دوم ـ الگـــوهایی از پیـــوندهای هیـــدروژنی:** بین بخش‌هایی از زنجیره پلی‌پپتیدی می‌تواند پیوندهای هیدروژنی برقرار شود. این پیوندها منشأ تشکیل ساختار دوم در پروتئین‌ها هستند که به چند صورت دیده می‌شوند. دو نمونه معروف آنها ساختار مارپیچ و ساختار صفحه‌ای است (شکل ۱۷ـ ب).

**ساختار سوم ـ تاخورده و متصل به هم:** در ساختار سوم، تاخوردگی بیشتر صفحات و مارپیچ‌ها رخ می‌دهد و پروتئین‌ها به شکل‌های متفاوتی در می‌آیند. تشکیل این ساختار در اثر[1] برهم‌کنش‌های آب‌گریز است؛ به این صورت که گروه‌های R آمینواسیدهایی که آب‌گریزند، به یکدیگر نزدیک می‌شوند تا در معرض آب نباشند. سپس با تشکیل پیوندهای دیگری مانند[2] هیدروژنی،[3] اشتراکی و[4] یونی ساختار سوم پروتئین تثبیت می‌شود. مجموعهٔ این نیروها قسمت‌های مختلف پروتئین را به‌صورت به‌هم پیچیده در کنار هم نگه می‌دارند (شکل ۱۷ـ پ). بنابراین با وجود این نیروها پروتئین‌های دارای ساختار سوم، ثبات نسبی دارند. ایجاد تغییر در پروتئین، حتی تغییر یک آمینواسید هم می‌تواند ساختار و عملکرد آن را به شدت تغییر دهد. میوگلوبین نمونه‌ای از پروتئین‌ها با ساختار سوم است (شکل ۱۸ـ الف).

**ساختار چهارم ـ آرایش زیرواحدها:** بعضی پروتئین‌ها ساختار چهارم دارند. این ساختار هنگامی شکل می‌گیرد که دو یا چند زنجیره پلی‌پپتید در کنار یکدیگر پروتئین را تشکیل دهند. در این ساختار هریک از زنجیره‌ها نقشی کلیدی در شکل‌گیری پروتئین دارند. نحوهٔ آرایش این زیرواحدها در کنار هم ساختار چهارم پروتئین‌ها نامیده می‌شود (شکل ۱۷ـ ت).

هموگلوبین از چهار زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی تشکیل شده است. دو زنجیره از نوع آلفا و دو زنجیره از نوع بتا است. هر نوع زنجیره، ترتیب خاصی از آمینواسیدها را در ساختار اول دارند. در ساختار دوم به شکل مارپیچ درمی‌آیند. در ساختار سوم هریک از زنجیره‌ها به‌صورت یک زیرواحد، تاخورده و شکل خاصی پیدا می‌کند. در نهایت در ساختار چهارم، این چهار زیرواحد در کنار هم قرار گرفته و هموگلوبین را شکل می‌دهند (شکل ۱۸ـ ب).




پیوندهای ضعیف غیرکووالان بین زیرواحدها

شکل ۱۸

الف) میوگلوبین با ساختارسوم

ب) هموگلوبین با ساختار چهارم

۹۷٪ اکسیژن
۲۳٪ کربن دی اکسید

ذخیره و تامین اکسیژن در ماهیچه

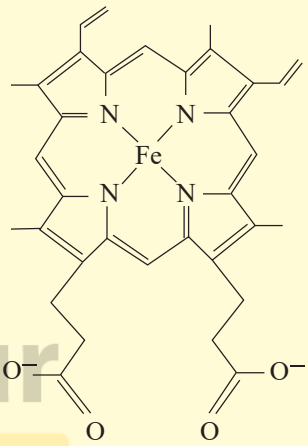


https://konkur.info

**فعّالیت ۱** با استفاده از دو یا چند مفتول فلزی ساختار دوم، سوم و چهارم پروتئین‌ها را مدل‌سازی کنید.

## بیشتر بدانید

هِم (Heme) ترکیبی آهن‌دار و غیر پروتئینی است و در ساختار پروتئین‌هایی مانند هموگلوبین و میوگلوبین وجود دارد. هم انواع متفاوتی دارد، فرمول شیمیایی رایج‌ترین آن $C_{۳۴}H_{۳۲}N_۴O_۴Fe$ است. هر زنجیره هموگلوبین، یک گروه هم دارد که با داشتن اتم آهن می‌تواند به یک مولکول اکسیژن متصل شود؛ بنابراین مولکول هموگلوبین ظرفیت حمل چهار اکسیژن را دارد.




## نقش پروتئین‌ها

پروتئین‌ها متنوع‌ترین گروه مولکول‌های زیستی از نظر ساختار شیمیایی و عملکردی هستند. پروتئین‌ها در فرایندها و فعالیت‌های متفاوتی شرکت دارند از جمله[۱] **فعالیت آنزیمی** که در آن به‌صورت کاتالیزورهای زیستی عمل می‌کنند و سرعت واکنش شیمیایی خاصی را زیاد می‌کنند.

بعضی دیگر از پروتئین‌ها به‌صورت[۲] گیرنده‌هایی در سطح یاخته‌ها قرار دارند؛ مثلاً گیرنده‌های آنتی‌ژنی در سطح لنفوسیت‌ها نمونه‌ای از این پروتئین‌ها هستند.

برخی پروتئین‌ها مثل[۳] هموگلوبین گازهای تنفسی را در خون منتقل می‌کنند.

[۴] پمپ سدیم ـ پتاسیم نیز که با آن آشنا هستید، پروتئینی است که در غشا وجود دارد. این پمپ یون‌های سدیم و پتاسیم را در عرض غشا جابه‌جا می‌کند و فعالیت آنزیمی هم دارد. آیا محل‌های فعالیت و نقش آنزیمی این پمپ را به یاد دارید؟

[۵] کلاژن پروتئینی است که باعث استحکام بافت پیوندی می‌شود. زردپی و رباط مقدار فراوانی از پروتئین کلاژن دارند.

[۶] انقباض ماهیچه‌ها نیز ناشی از حرکت لغزشی دو نوع پروتئین روی یکدیگر یعنی اکتین و میوزین است. از دیگر پروتئین‌ها می‌توان به[۷] هورمون‌ها اشاره کرد. بیشتر هورمون‌ها از جمله اکسی‌توسین و انسولین که پیام‌های بین یاخته‌ای را در بدن جانوران ردوبدل می‌کنند تا تنظیم‌های مختلف در بدن انجام شود، پروتئینی هستند. همچنین[۸] پروتئین‌هایی مثل مهارکننده‌ها که بعداً با آنها آشنا خواهید شد، نقش‌های تنظیمی متعددی را در فعال و غیرفعال کردن ژن‌ها بر عهده دارند.

۹-در حفظ تعادل آب و الکترولیت ها در بدن(فشار اسمزی)۱۰-رشد و نگهداری بافت های بدن۱۱-نقش در تعادل اسیدی و قلیائی(PH) خون ۱۲-تولید انرژی، در صورت کمبود نشاسته و چربی در بدن.

## آنزیم‌ها

واکنش‌های شیمیایی در صورتی سرعت مناسب می‌گیرند که انرژی اولیه کافی برای انجام آن وجود داشته باشد. این انرژی را انرژی فعال‌سازی گویند. انجام واکنش‌ها در بدن موجود زنده نیز که با عنوان کلی سوخت‌وساز (متابولیسم) مطرح می‌شوند همین‌طور هستند. این واکنش‌ها با حضور آنزیم انجام می‌شوند. آنزیم[۱] امکان برخورد مناسب مولکول‌ها را افزایش و[۲] انرژی فعال‌سازی واکنش را کاهش می‌دهد. همچنین با این کار[۳] سرعت واکنش‌هایی را که در بدن موجود زنده انجام‌شدنی هستند زیاد می‌کند. بدون آنزیم ممکن است در دمای بدن سوخت‌وساز یاخته‌ها بسیار کند انجام شود و انرژی لازم برای حیات تأمین نشود.[۱] آنزیم‌های ترشحی دستگاه گوارش مثل آمیلاز بزاق و لیپاز در خارج یاخته عمل می‌کنند ولی[۲] آنزیم‌های



https://konkur.info

و رونویسی

مؤثر در تنفس یاخته‌ای، فتوسنتز و همانندسازی درون یاخته فعالیت می‌کنند. البته[۳] گروهی از آنزیم‌ها مثل پمپ سدیم ـ پتاسیم فعالیت خود را در غشا انجام می‌دهند. تذکر: این آنزیم غشایی در سطح درونی قرار دارد.

## ساختار آنزیم‌ها

بیشتر آنزیم‌ها پروتئینی هستند. آنزیم‌ها در ساختار خود بخشی به نام **جایگاه فعال**[۱] دارند. جایگاه فعال بخشی اختصاصی در آنزیم است که **پیش‌ماده**[۲] در آن قرار می‌گیرد. ترکیباتی که آنزیم روی آنها عمل می‌کند، پیش‌ماده و ترکیباتی که حاصل فعالیت آنزیم هستند، **فراورده**[۳] یا محصول خوانده می‌شوند (شکل ۱۹).

بعضی آنزیم‌ها برای فعالیت به یون‌های فلزی مانند آهن، مس و یا[۲] مواد آلی مثل ویتامین‌ها نیاز دارند. به مواد آلی که به آنزیم کمک می‌کنند **کوآنزیم**[۴] می‌گویند. وجود بعضی از مواد سمی در محیط مثل سیانید و آرسنیک می‌تواند با قرار گرفتن در جایگاه فعال آنزیم، مانع فعالیت آن شود. بعضی از این مواد به همین طریق باعث مرگ می‌شوند.

مدل قفل و کلید

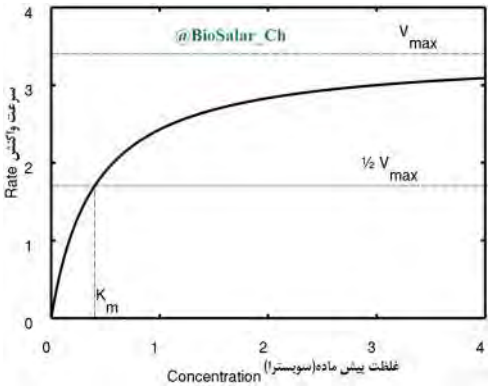
شکل ۱۹ـ طرز عمل آنزیم در واکنش‌های سوخت‌وسازی الف) تجزیه، ب) ترکیب (آب کافت) (سنتز آبدهی)

۱ـ Active site
۲ـ Substrate
۳ـ Product
۴ـ Coenzyme



https://konkur.info

نکته: اگرچه آنزیم ها عملی اختصاصی دارند ولی برخی از آنها بیش از یک نوع واکنش واکنش را سرعت می بخشند و هر آنزیم روی یک یا چند پیش ماده خاص موثر است.

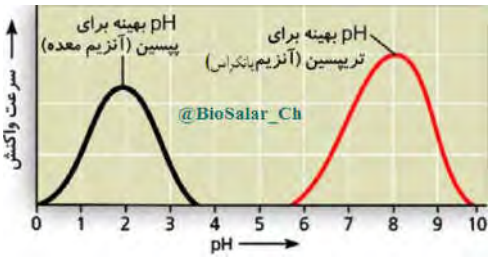



## عملکرد اختصاصی آنزیم ها

هر آنزیم روی یک یا چند پیش‌ماده خاص مؤثر است. بنابراین گفته می‌شود که آنزیم‌ها عمل اختصاصی دارند. شکل آنزیم در جایگاه فعال با شکل پیش‌ماده یا بخشی از آن مطابقت دارد و به اصطلاح مکمل یکدیگرند.

اگرچه آنزیم ها عملی اختصاصی دارند ولی برخی از آنها بیش از یک نوع واکنش را سرعت می بخشند. آیا می توانید مثالی از این نوع آنزیم ها بیاورید؟ دنا بسپاراز(ص۱۲) و روبیسکو(ص۸۴)

آنزیم‌ها در همه واکنش‌های شیمیایی بدن جانداران که شرکت می کنند؛ سرعت واکنش را زیاد می کنند امّا در پایان واکنش ها دست‌نخورده باقی می‌مانند تا بدن بتواند بارها از آنها استفاده کند. به همین دلیل یاخته‌ها به مقدار کم به آنزیم‌ها نیاز دارند. البته به مرور مقداری از آنها از بین می‌روند و یاخته مجبور به تولید آنزیم‌های جدید می‌شود. (دفع از یاخته یا اثر تجزیه ای آنزیم ها بر هم)



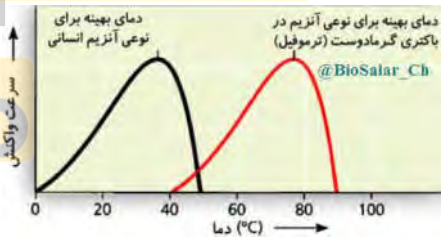

## عوامل مؤثر بر فعالیت آنزیم ها

عوامل متعددی از جمله pH[1]، دما[2]، غلظت آنزیم و[3] پیش‌ماده[4] بر سرعت فعالیت آنزیم‌ها تأثیر می‌گذارند.

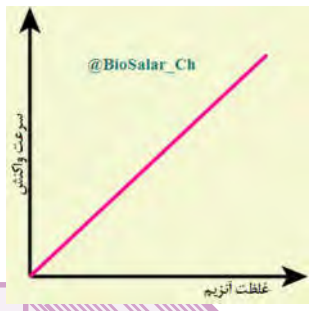
**pH محیط:** pH بیشتر مایعات بدن بین ۶ و ۸ است؛ مثلاً pH خون حدود ۷/۴ است. البته pH بعضی بخش‌ها خارج از این محدوده هستند. یکی از این موارد، pH ترشحات معده است که حدود ۲ می‌باشد.

هر آنزیم در یک pH ویژه بهترین فعالیت را دارد که به آن pH بهینه می گویند؛ مثلاً pH بهینه پپسین حدود ۲ است درحالی که آنزیم‌هایی که از لوزالمعده به روده کوچک وارد می‌شوند pH بهینه حدود ۸ دارند. تغییر pH محیط با تأثیر بر پیوندهای شیمیایی مولکول پروتئین می‌تواند باعث تغییر شکل آنزیم شود و در نتیجه امکان اتصال آن به پیش‌ماده از بین برود، در نتیجه میزان فعالیت آن تغییر می کند.

**دما:** آنزیم‌های بدن انسان در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد بهترین فعالیت را دارند. این آنزیم‌ها در دمای بالاتر ممکن است شکل غیرطبیعی یا برگشت‌ناپذیر پیدا کنند و غیرفعال شوند. آنزیم‌هایی که در دمای پایین غیرفعال می‌شوند با برگشت دما به حالت طبیعی، می‌توانند به حالت فعال برگردند. فریز کردن




**غلظت آنزیم و پیش‌ماده:** مقدار بسیار کمی از آنزیم کافی است تا مقدار زیادی از پیش‌ماده را در واحد زمان به فراورده تبدیل کند. اگر مقدار آنزیم زیادتر شود تولید فراورده در واحد زمان افزایش می‌یابد. افزایش غلظت پیش‌ماده در محیطی که آنزیم وجود دارد نیز می‌تواند تا حدی باعث افزایش سرعت شود ولی این افزایش تا زمانی ادامه می‌یابد که تمامی جایگاه‌های فعال آنزیم‌ها با پیش‌ماده اشغال شوند. در این حالت سرعت انجام واکنش ثابت می‌شود. توجه به اولین تصویر سمت راست همین صفحه




### بیشتر بدانید

**باکتری‌های مقاوم به گرما**

بعضی باکتری‌ها در چشمه‌های آب گرم زندگی می کنند. آنزیم‌های این باکتری‌ها در دمای حدود ۸۰درجه سانتی‌گراد بیشترین فعالیت را دارند. دِنای آنها هم درصد زیادی باز G و C دارد تا با سه پیوند هیدروژنی استحکام و ثبات بیشتری داشته باشد.

### فعّالیت ۲

الف) گفته می‌شود تب بالا خطرناک است، بین این مسئله و فعالیت آنزیم‌ها چه ارتباطی می‌بینید؟

ب) با توجه به تأثیر متفاوت دمای کم و زیاد روی آنزیم‌ها، از این ویژگی آنزیم‌ها در آزمایشگاه‌ها چگونه می‌توان استفاده کرد؟

الف–تب با (بالاتر از ۴۰درجه) ممکن است آنزیم ها را غیرفعال کند بنابراین عملکرد آنها در سلول و بدن مختل می شود. عمل نکردن آنزیم ها ممکن است باعث غیرفعال شدن دستگاه های بدن وحتی مرگ شود.

ب–برای غیرفعال کردن دائمی آنزیم ها از دمای بالا استفاده می شود ولی برای غیرفعال کردن موقتی و برگشت پذیر برای مدتی از دمای پائین استفاده می کنند.

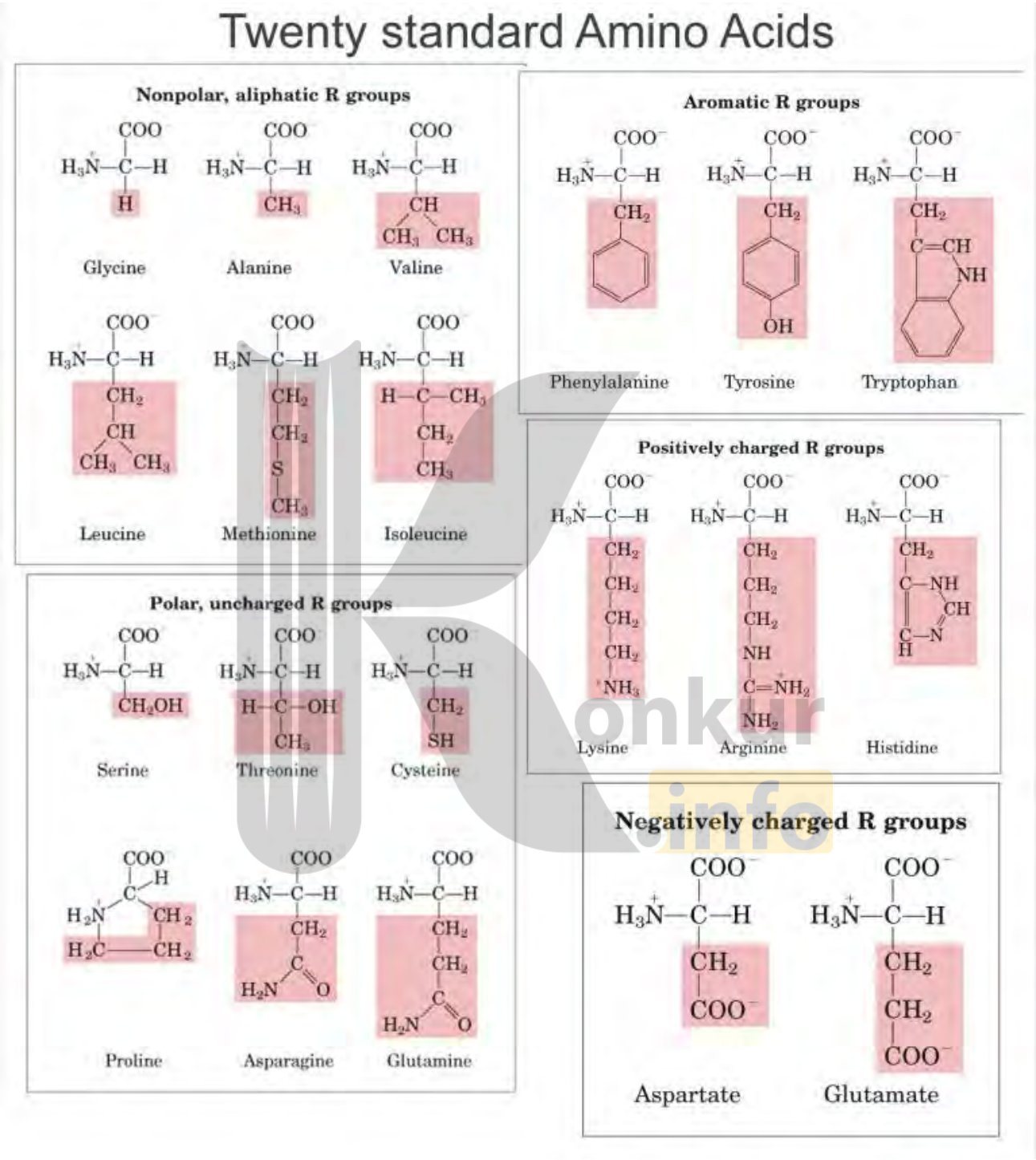


https://konkur.info

باسمه تعالی

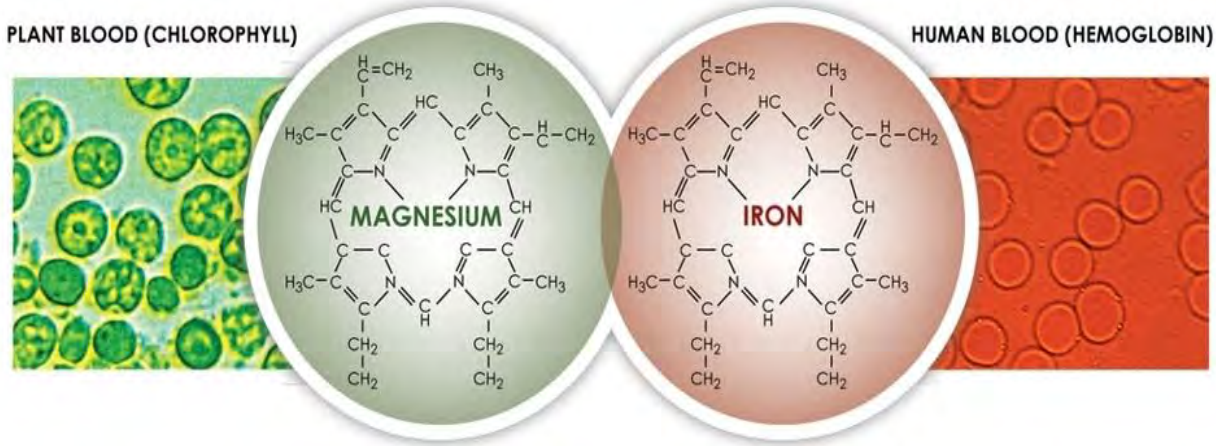
شکل‌های تکمیلی ف۱-گ۳

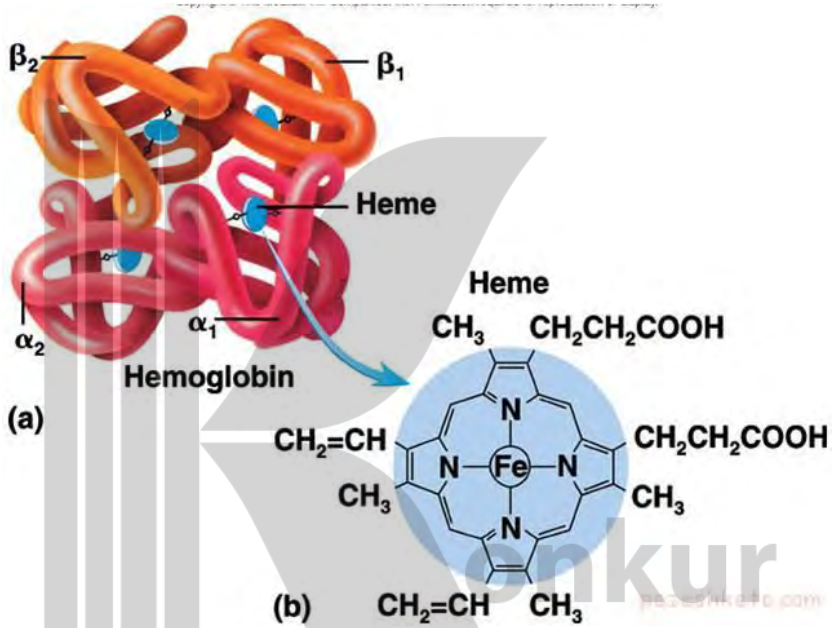
آمینواسیدها



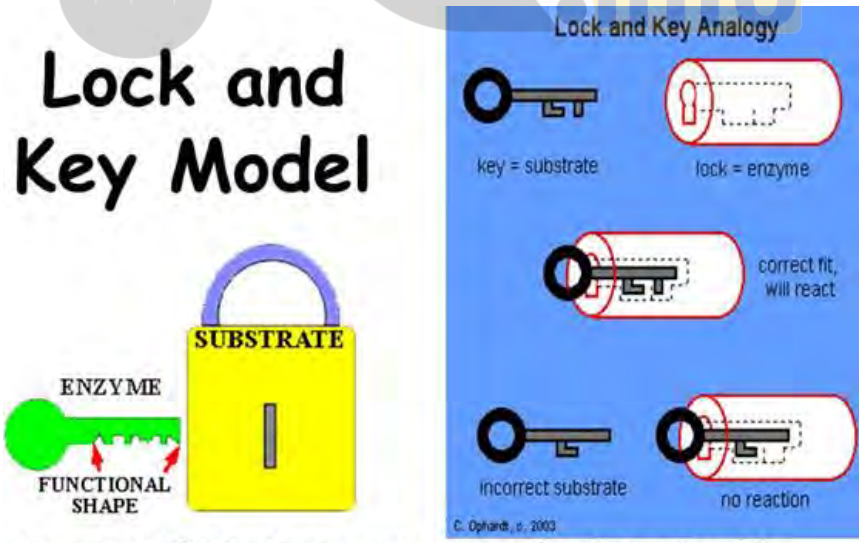

https://konkur.info

## مقایسه ساختار هِم و کلروفیل




## مدل قفل و کلید برای فعالیت آنزیم‌ها!!!

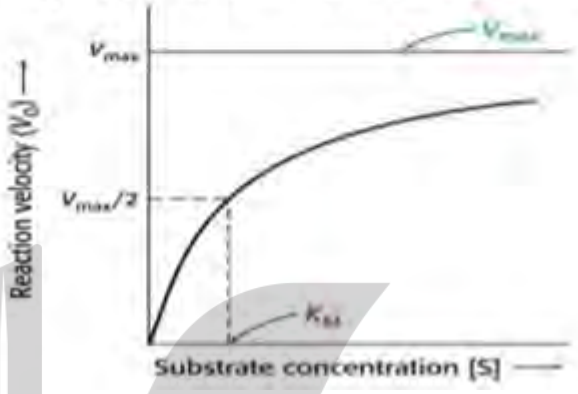


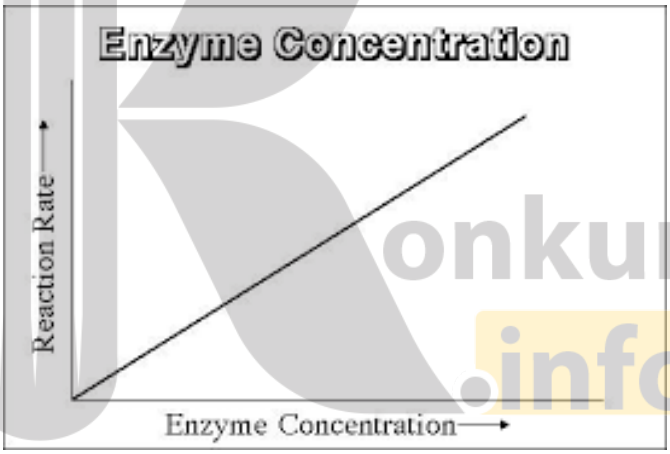

https://konkur.info

# رابطهٔ سرعت فعالیت آنزیم با غلظت پیش ماده(سوبسترا) و غلظت آنزیم

## سرعت بیشینه و ثابت میکائیلیس

- افزایش غلظت سوبسترا تا یک حد معینی سرعت واکنش را بالا می برد. حدی که تمام جایگاه های فعال توسط سوبستراها اشباع شوند. سرعت واکنش آنزیمی در این نقطه را سرعت بیشینه می نامند.
- ثابت میکائیلیس یا $K_m$ عبارت است از غلظت سوبسترایی که در آن، سرعت واکنش آنزیمی به نصف سرعت حداکثری می رسد و بیانی است از میل ترکیبی آنزیم به سوبسترایش.




konkur.info

بروزترین و برترین
سایت کنکوری کشور
WWW.KONKUR.INFO
Konkur.info
https://konkur.info