

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 دنا (DNA)، رنا (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.



طرح سؤالات عددی و محاسباتی از مباحث این فصل در همهٔ آزمون‌ها از جمله کنکور سراسری ممنوع است.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

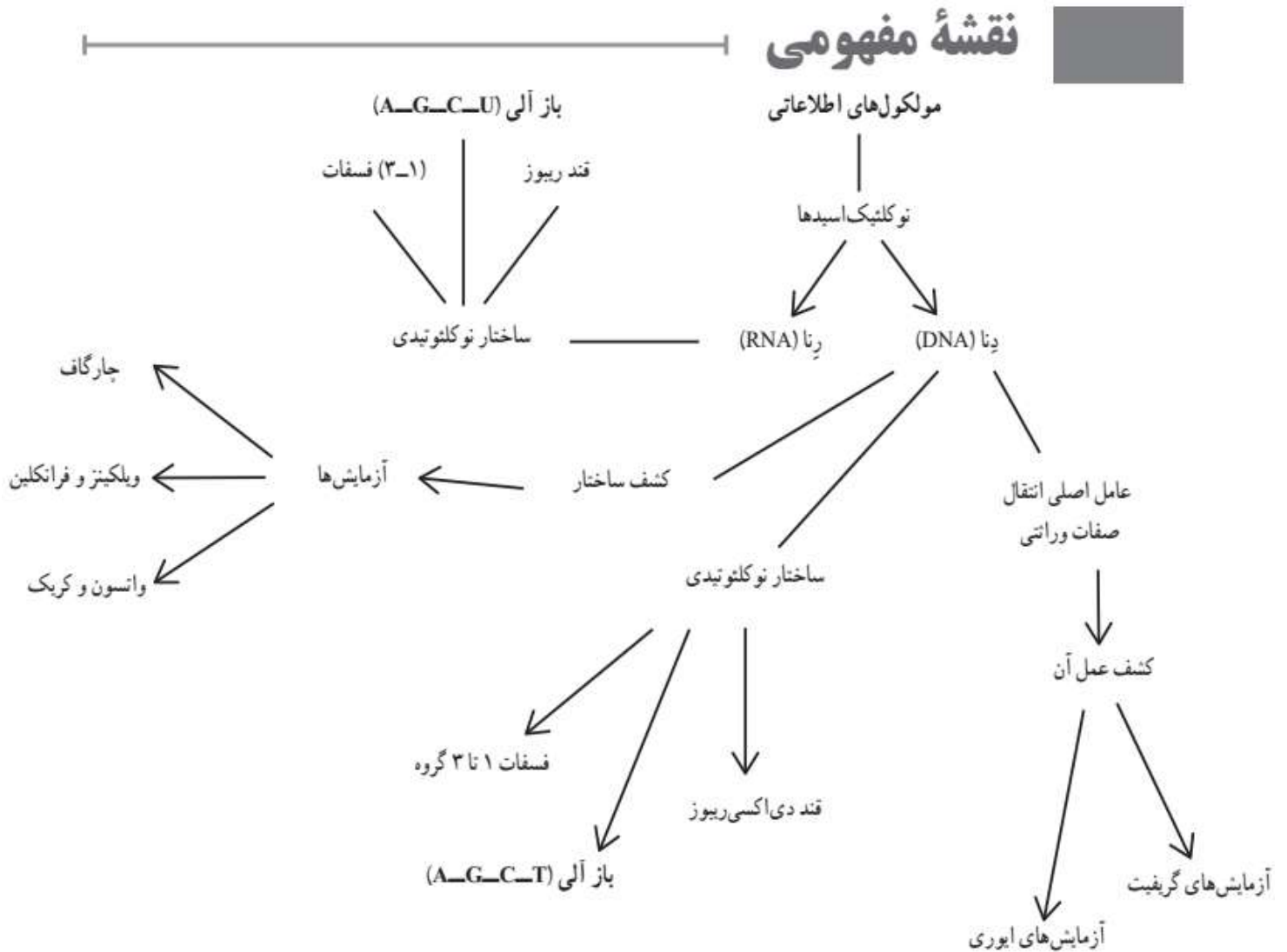
اللَّهُمَّ أَخْرِجْنِي مِنْ ظُلُمَاتِ الْوَهْمِ
خدایا مرا بیرون آور از تاریکی‌های وهم،

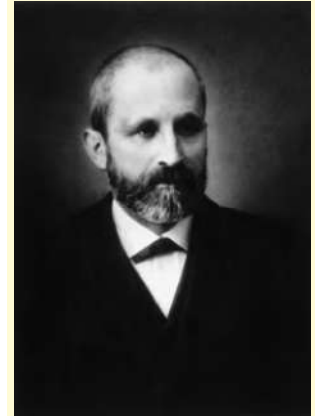
وَ أَكْرِمْنِي بِنُورِ الْفَهْمِ
و به نور فهم گرامی‌ام بدار،

اللَّهُمَّ افْتَحْ عَلَيْنَا أَبْوَابَ رَحْمَتِكَ
خدایا درهای رحمت را به روی ما بگشا،

وَأَنْشُرْ عَلَيْنَا خَزَائِنَ عُلُومِكَ بِرَحْمَتِكَ يَا أَرْحَمَ الرَّاحِمِينَ
و خزانه‌های علومت را بر ما باز کن به مهربانی‌ات ای مهربان‌ترین مهربانان.

نقشه مفهومی فا-گ ۱





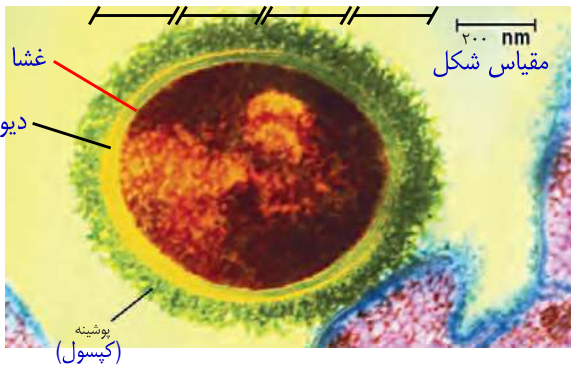
دانشمندی سوئیسی به نام میشر^۱ در سال ۱۸۶۹ نوکلئیک اسیدها را کشف کرد. او ترکیبات سفید رنگی را از هسته گویچه های سفید انسان و اسپرم ماهی استخراج کرد که نسبت نیتروژن و فسفات در این ترکیبات با نسبت آن در ترکیبات حاصل از بخش های دیگر یاخته متفاوت بود. همین باعث شد که میشر این ترکیب زیستی را به عنوان ترکیب جدیدی معرفی کند. او این ماده را نوکلئیک اسید (اسید هسته ای) نامید؛ چون از هسته (Nucleus) استخراج شده بود و خاصیت اسیدی ضعیفی هم داشت.

۱. Friedrich Miescher

هریک از یاخته های بدن ما ویژگی هایی مانند شکل و اندازه دارند. این ویژگی ها تحت فرمان هسته هستند. دستورالعمل های هسته در حین تقسیم از یاخته ای به یاخته دیگر و 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؟ قبلاً آموختیم که فام تن ها در هسته قرار دارند و در ساختار آنها دنا و پروتئین مشارکت می کنند. کدام یک از این دو ماده، ذخیره کننده اطلاعات وراثتی است؟

پاسخ این سؤال مشخص شده است. این ماده دنا است که به عنوان ماده ذخیره کننده اطلاعات وراثتی عمل می کند. اما دانشمندان چگونه به این پاسخ رسیده اند؟

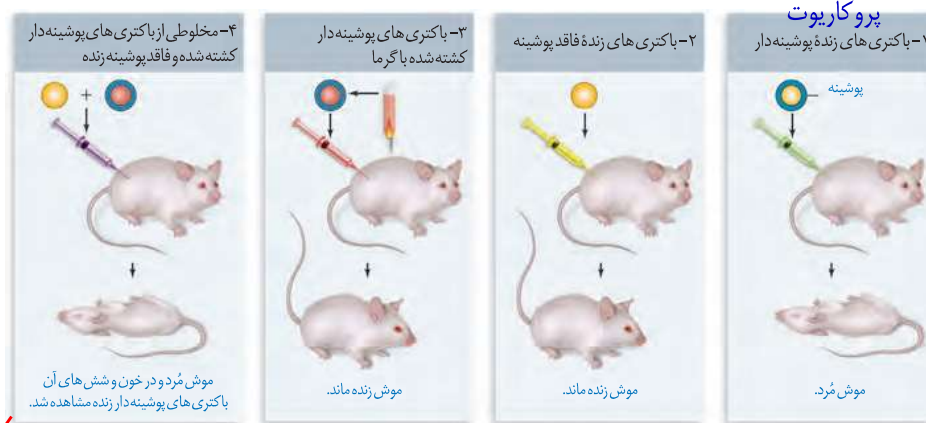
اطلاعات اولیه در مورد ماده وراثتی از فعالیت ها و آزمایش های باکتری شناسی انگلیسی به نام گریفیت^۱ به دست آمد. او سعی داشت واکسنی برای آنفلوآنزا تولید کند. در آن زمان تصور می شد عامل این بیماری، نوعی باکتری به نام استریتوکوکوس نومونیا^۲ است. گریفیت با دو نوع از این باکتری، آزمایش هایی را روی موش ها انجام داد. نوع بیماری زای آن که پوشینه دار (کپسول دار) است در موش ها سبب سینه پهلو می شود ولی نوع بدون پوشینه آن موش ها را بیمار نمی کند (شکل ۱).



تذکر: عامل آنفلوآنزا، ویروس می باشد نه باکتری استریتوکوکوس نومونیا.

شکل ۱- باکتری پوشینه دار کروی

آزمایش ها و نتایج کار گریفیت را در شکل ۲ ملاحظه می کنید.



پروکاریوت

شکل ۲- آزمایشات گریفیت و نتایج آن

وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش ها نیست. پوشینه در بیماری زایی و مرگ موش نقش دارد.

۱- Fredrick Griffith

۲- *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.

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

بیشتر بدانید

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



گرفیت مشاهده کرد تزریق باکتری‌های پوشینه‌دار به موش باعث بروز علائم بیماری و مرگ در آنها می‌شود؛ در حالی که تزریق باکتری‌های بدون پوشینه به موش‌های مشابه، باعث بروز علائم بیماری نمی‌شود. او در آزمایش دیگری باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده با گرما را به موش‌ها تزریق و مشاهده کرد که موش‌ها سالم ماندند. گرفیت نتیجه گرفت وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش‌ها نیست. سپس مخلوطی از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده با گرما و زنده 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:** گرفیت عامل تغییر شکل باکتری فاقد پوشینه به باکتری پوشینه‌دار و چگونگی انتقال صفت جدید را کشف نکرد.

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

عامل مؤثر در انتقال این صفت تا حدود ۱۶ سال بعد از گرفیت همچنان ناشناخته ماند. تا اینکه آزمایش اول: نتایج کارهای دانشمندی به نام ایوری^۱ و همکارانش عامل مؤثر در آن را مشخص کرد. آنها ابتدا از عصارهٔ استخراج شده از باکتری‌های کشته شده 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 پروتازها)

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.

آزمایش دوم: در آزمایش دیگری عصارهٔ استخراج شده از باکتری‌های کشته شده پوشینه‌دار را در یک گریزانه (سانتریفیوژ^۲) با سرعت بالا قرار دادند و مواد آن را به صورت لایه‌لایه جدا کردند. با اضافه کردن هر یک از لایه‌ها به صورت جداگانه به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه مشاهده کردند که انتقال صفت فقط با لایه‌ای که در آن دنا وجود دارد انجام می‌شود.

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

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 به جز ظرفی که حاوی آنزیم تخریب‌کننده دنا است. (پس یعنی عامل انتقال صفت، دنا می‌باشد).

توجه: امروزه می‌توان دنا را 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.

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 دنا، ماده ژنتیک است.



۱- Oswald Avery

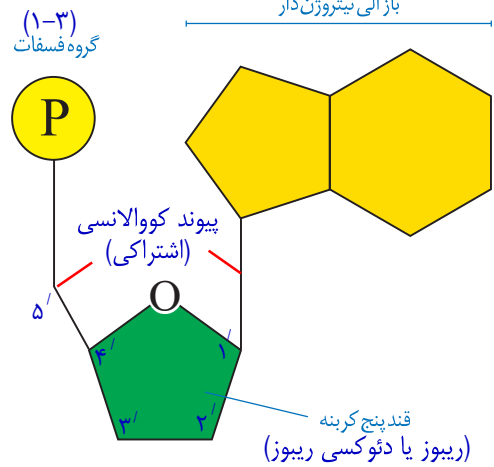
۲- Centrifuge

پورین های دو حلقه ای (آدنین یا گوانین) پیریمیدین تک حلقه ای (سیتوزین، تیمین و یا یوراسیل)

ساختار نوکلئیک اسیدها

(DNA)

نوکلئیک اسیدها که شامل **دئوکسی ریبونوکلئیک اسید (دنا)** و **ریبونوکلئیک اسید (رنا)** هستند، همگی بسپارهایی (پلیمرهایی) از واحدهای تکرارشونده به نام **نوکلئوتید** هستند. با توجه به شکل ۳ هر نوکلئوتید شامل سه بخش است: یک قند پنج کربنه، یک باز آلی نیتروژن دار و یک تاسه گروه فسفات. قند پنج کربنه در دنا، **دئوکسی ریبوز** و در رنا، **ریبوز** است. دئوکسی ریبوز یک اکسیژن کمتر از ریبوز دارد. **باز آلی نیتروژن دار** می تواند **پورین** باشد که ساختار دو حلقه ای دارد؛ شامل **آدنین (A)** و **گوانین (G)** یا می تواند **پیریمیدین** باشد که ساختار تک حلقه ای دارد؛ شامل **تیمین (T)** **سیتوزین (C)** و **یوراسیل (U)**. در دنا باز یوراسیل شرکت ندارد و به جای آن تیمین وجود دارد و در رنا به جای تیمین، باز یوراسیل وجود دارد.



شکل ۳- اجزای یک نوکلئوتید

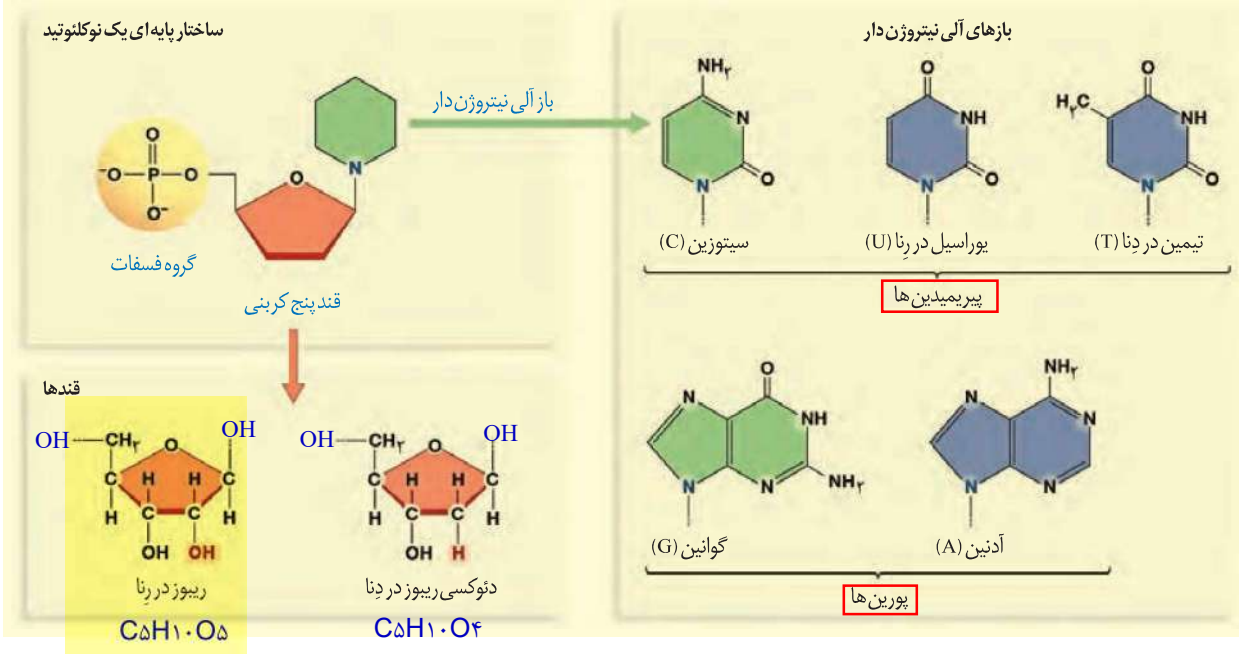
برای تشکیل یک نوکلئوتید، باز آلی نیتروژن دار و گروه یا گروه های فسفات با پیوند اشتراکی (کووالانسی) به دو سمت قند متصل می شوند (شکل ۳).

نوکلئوتیدها 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. در تشکیل پیوند فسفودی استر، فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می شود (شکل ۵). رشته های پلی نوکلئوتیدی یا به تنهایی نوکلئیک اسید را می سازند، مثل رنا، یا به صورت دوتایی مقابل هم قرار می گیرند و نوکلئیک اسیدهایی مثل دنا را می سازند.

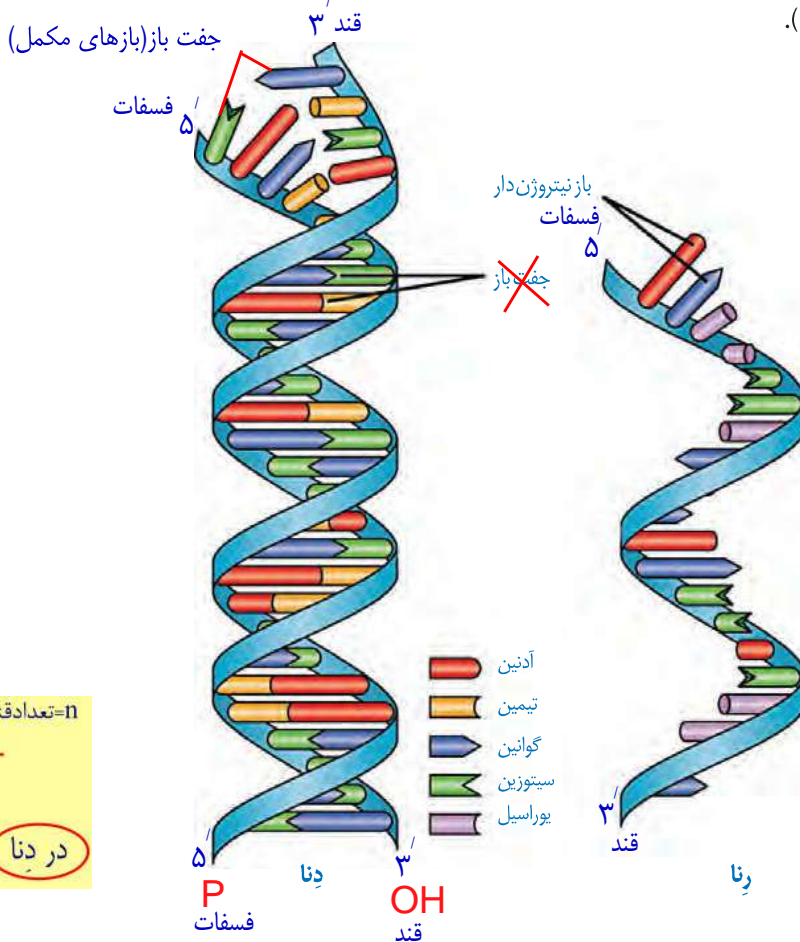
رشته های پلی نوکلئوتیدی > تک رشته ای مانند رنا = ریبونوکلئیک اسید
دو رشته ای مانند دنا = دئوکسی ریبونوکلئیک اسید

بیشتر بدانید

انواع بازهای آلی نیتروژن دار و پنتوزها



بنابراین مولکول‌های دنا از دو رشته پلی نوکلئوتید و مولکول‌های رنا از یک رشته پلی نوکلئوتید تشکیل می‌شوند (شکل ۴).



شکل ۴- دنا و رنا دو رشته‌ای و رنا تک رشته‌ای

دو انتهای رشته‌های پلی نوکلئوتید نیز می‌توانند با پیوند فسفودی استر به هم متصل شوند و نوکلئیک اسید **حلقوی** را ایجاد کنند؛ برای مثال دنا در باکتری‌ها به صورت حلقوی است. در نوکلئیک اسیدهای **خطی** گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر آزاد است؛ بنابراین هر رشته دنا و رنا خطی همیشه دو سر متفاوت دارد (شکل ۵).

تلاش برای کشف ساختار مولکولی دنا

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

اما مشاهدات و تحقیقات چارگاف روی دناهای جانداران نشان داد که مقدار آدنین در دنا با مقدار تیمین برابر است و مقدار گوانین در آن با مقدار سیتوزین برابری می‌کند. تحقیقات بعدی دانشمندان دلیل این برابری نوکلئوتیدها را مشخص کرد. چون A با T و G با C مکمل هستند. توجه به ص ۷

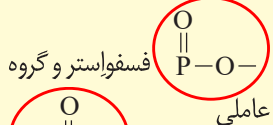


* به جدول صفحه بعد توجه شود.

بیشتر بدانید

فسفودی استر

در درس شیمی با استرها آشنا شدید



فسفودی استر نامیده می‌شوند که در زیست‌شناسی آن را پیوند فسفودی استر می‌خوانند.

$n = \text{تعداد نوکلئوتیدها}$

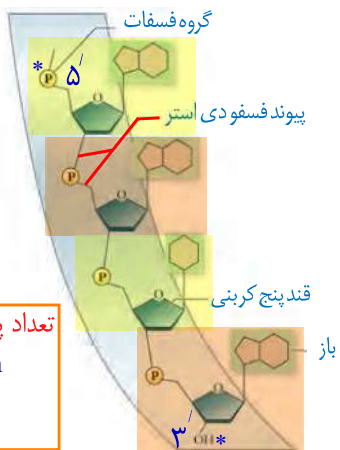
$n = \text{تعداد قند} = \text{تعداد گروه فسفات} = \text{تعداد باز آلی} = \text{تعداد پیوند قند-باز آلی}$
 $\frac{n}{3} = \text{تعداد بازهای آلی پورینی} = \text{تعداد بازهای پیریمیدینی}$
 $\frac{2n}{3} = \text{تعداد حلقه های آلی نیتروژن دار}$
 $\frac{5n}{4} = \text{تعداد حلقه های آلی (باز آلی + پنتوز)}$

در دنا

پیوند فسفودی استر
 $n-1 = \text{تک رشته}$
 $n-2 = \text{دو رشته}$
 $n = \text{حلقوی}$

پیوند قند-فسفات
 $n-1 = \text{تک رشته}$
 $n-2 = \text{دو رشته}$
 $n = \text{حلقوی}$

هر رنگ یک نوکلئوتید



تعداد پیوند هیدروژنی
 $\frac{3}{4}n = \text{حداکثر}$
 $n = \text{حداقل}$

شکل ۵- بخشی از رشته نوکلئیک اسید

پرسش سال ۵

قطبیت	نوکلئوتید	پیوند قند باز	پیوند قند - فسفات	پیوند فسفودی استر
ندارد	n	n	2n	n
هر رشته دارد	n	n	2n-2	n-2
دارد	n	n	2n-1	n-1

Erwin Chargaff

$$A=T \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{تعداد نوکلئوتید DNA} \\ \text{بیریمیدین} = \text{پورین} \\ \text{G=C} \end{array} \right. \Rightarrow N=2A+2G$$

$$\frac{A}{T} = \frac{G}{C} = \frac{A+C}{T+G} = \frac{A \times G}{T \times C} = 1$$

$$\frac{A}{T} = \frac{G}{C} = 1 \quad \frac{A+G}{T+C} = 1 \quad \frac{A+T}{G+C} = 1$$

متنوع = 1

A+C=G+T یا A+G=T+C

بیشتر بدانید

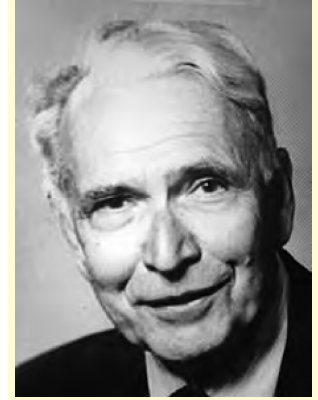
برخی از نتایج آزمایش های چارگاف (درصد)

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.

بیشتر بدانید

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

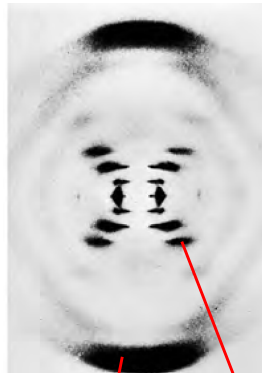


استفاده از پرتو ایکس برای تهیه تصویر از دِنَا

ویلکینز^۱ و فرانکلین^۲ با استفاده از پرتو ایکس از مولکول های دِنَا تصاویری تهیه کردند (شکل ۶). با بررسی این تصاویر در مورد ساختار دِنَا نتایجی را به دست آوردند از جمله اینکه دِنَا حالت مارپیچی و آرایش از یک رشته دارد. البته با استفاده از این روش ابعاد مولکول ها را نیز تشخیص دادند.



فرانکلین

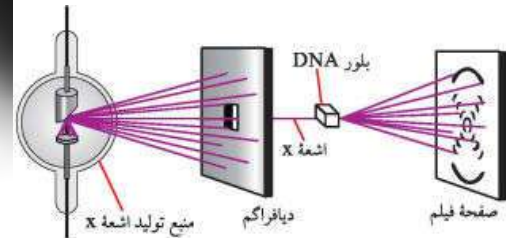


پله (بازهای آلی) ستون (قند و فسفات)



ویلکینز

شکل ۶- تصویر تهیه شده با پرتو ایکس از مولکول دِنَا توسط ویلکینز و فرانکلین



مدل مولکولی دِنَا

واتسون^۳ و کریک^۴ با استفاده از نتایج آزمایش های چارگاف و داده های حاصل از تصاویر تهیه شده با پرتو ایکس و با استفاده از یافته های خود، مدل مولکولی نردبان مارپیچ را ساختند که باعث شد در سال ۱۹۶۲ جایزه نوبل را دریافت کنند. نتایج حاصل از این تحقیقات با پژوهش های امروزی مورد تأیید قرار گرفته اند.

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

شکل ۷- واتسون و کریک و مدل پیشنهادی آنها برای دِنَا



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

نکات کلیدی مدل واتسون و کریک

هر مولکول دنا در حقیقت از دو رشته پلی نوکلئوتیدی ساخته شده است که به دور محوری فرضی پیچیده شده و ساختار مارپیچ دو رشته‌ای را ایجاد می‌کند. این مارپیچ اغلب با یک نردبان پیچ خورده مقایسه می‌شود. ستون‌های این نردبان را قند و فسفات و پله‌ها را بازهای آلی تشکیل می‌دهند. بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور پیوند فسفودی‌استر، و بین بازهای روبه‌روی هم پیوند هیدروژنی برقرار است (شکل ۸).

پیوندهای هیدروژنی بین بازها، دو رشته دنا را در مقابل هم نگه می‌دارد. این پیوندها بین جفت بازها به صورت 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)؟

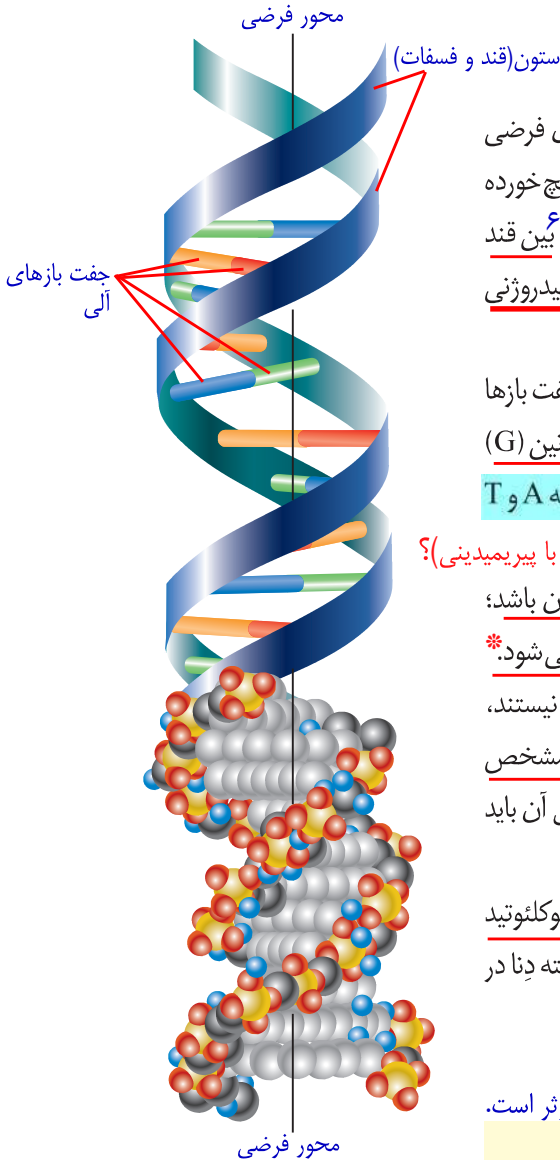
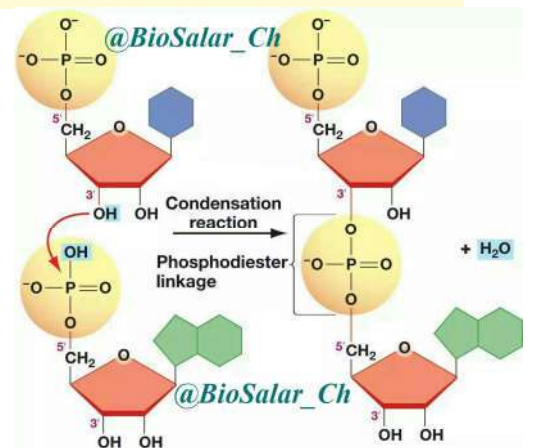
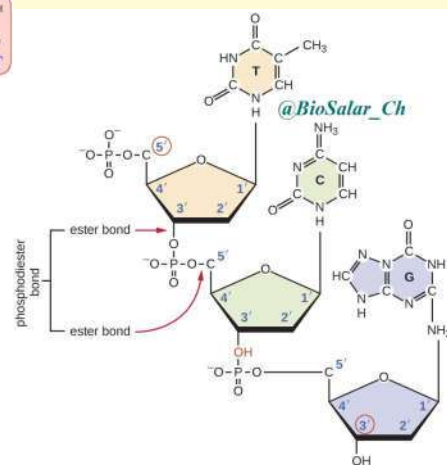
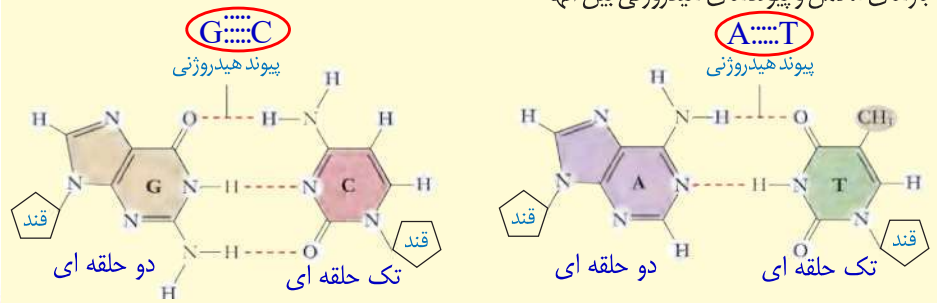
قرارگیری جفت بازها به این شکل باعث می‌شود که قطر مولکول دنا در سراسر آن یکسان باشد؛ زیرا یک باز تک حلقه‌ای در مقابل یک باز دو حلقه‌ای قرار می‌گیرد و باعث پایداری مولکول دنا می‌شود. نتیجه دیگر جفت شدن بازهای مکمل این است که اگرچه دو رشته یک مولکول دنا یکسان نیستند، ولی شناسایی ترتیب نوکلئوتیدهای هر کدام می‌تواند ترتیب نوکلئوتیدهای رشته دیگر را هم مشخص کند؛ مثلاً اگر ترتیب نوکلئوتیدها در یک رشته ATGC باشد ترتیب نوکلئوتیدها در رشته مکمل آن باید TACG باشد.

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

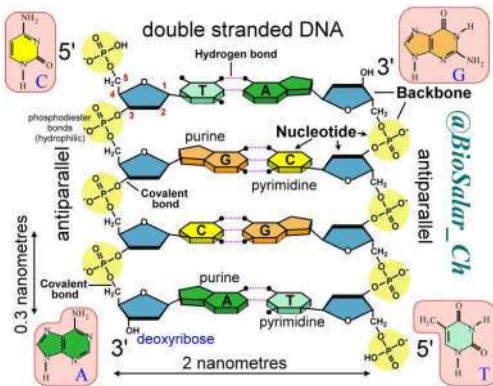
*نکته: ثابت ماندن قطر دنا باعث ۱- پایداری اطلاعات آن شده و ۲- در فشرده شدن بهتر فام تن‌ها مؤثر است.

بیشتر بدانید

بازهای مکمل و پیوندهای هیدروژنی بین آنها



شکل ۸- مدل مارپیچ دورشته‌ای دنا



بیشتر بدانید

تاریخ علم

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

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

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

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

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

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

رنا و انواع آن؟

گفتیم که نوع دیگری از نوکلئیک اسیدها، رنا است. مولکول رنا تک رشته‌ای است* و از روی بخشی از یکی از رشته‌های دنا ساخته می‌شود. رناها نقش‌های متعددی دارند که به بعضی از آنها

اشاره می‌کنیم: **انواع(نقش) رناها؟** (ریبوزوم)

۱ رنا پی‌ک (mRNA): اطلاعات را از دنا به رناتن‌ها می‌رساند. رناتن با استفاده از اطلاعات رنا

پی‌ک، پروتئین‌سازی می‌کند که در فصل بعد با آن آشنا خواهید شد. ↓

۲ رنا ناقل (tRNA): آمینواسیدها را برای استفاده در پروتئین‌سازی به سمت رناتن‌ها می‌برد. ↓

۳ رنا رناتنی (rRNA): در ساختار رناتن‌ها علاوه بر پروتئین، رنا رناتنی نیز شرکت دارد. ↓

علاوه بر این نقش‌ها، رناها نقش **آنزیمی** و **دخال** در **تنظیم بیان ژن** نیز دارند.

ژن چیست؟

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

دخال نوکلئوتیدها در واکنش‌های سوخت و سازی^۴ (متابولیسمی)

نوکلئوتیدها علاوه بر شرکت در ساختار دنا و رنا نقش‌های اساسی دیگری نیز در یاخته برعهده دارند. **برای مثال نوکلئوتید آدنین دار ATP (آدنوزین تری فسفات)** به عنوان منبع رایج انرژی در یاخته است و یاخته در فعالیت‌های مختلف از آن استفاده می‌کند.

NADH&FADH₂ NADPH

همچنین نوکلئوتیدها در ساختار مولکول‌هایی وارد می‌شوند که در فرایندهای فتوسنتز و تنفس یاخته‌ای نقش حامل الکترون را برعهده دارند. با این مولکول‌ها در فصل‌های آینده آشنا خواهید شد. **انتقال پیام درون یاخته از گیرنده غشایی به سایر بخش‌های درون یاخته.**

* البته بخش‌هایی از رنا ناقل با تشکیل پیوند هیدروژنی به شکل دو رشته‌ای در می‌آیند. ص ۲۸

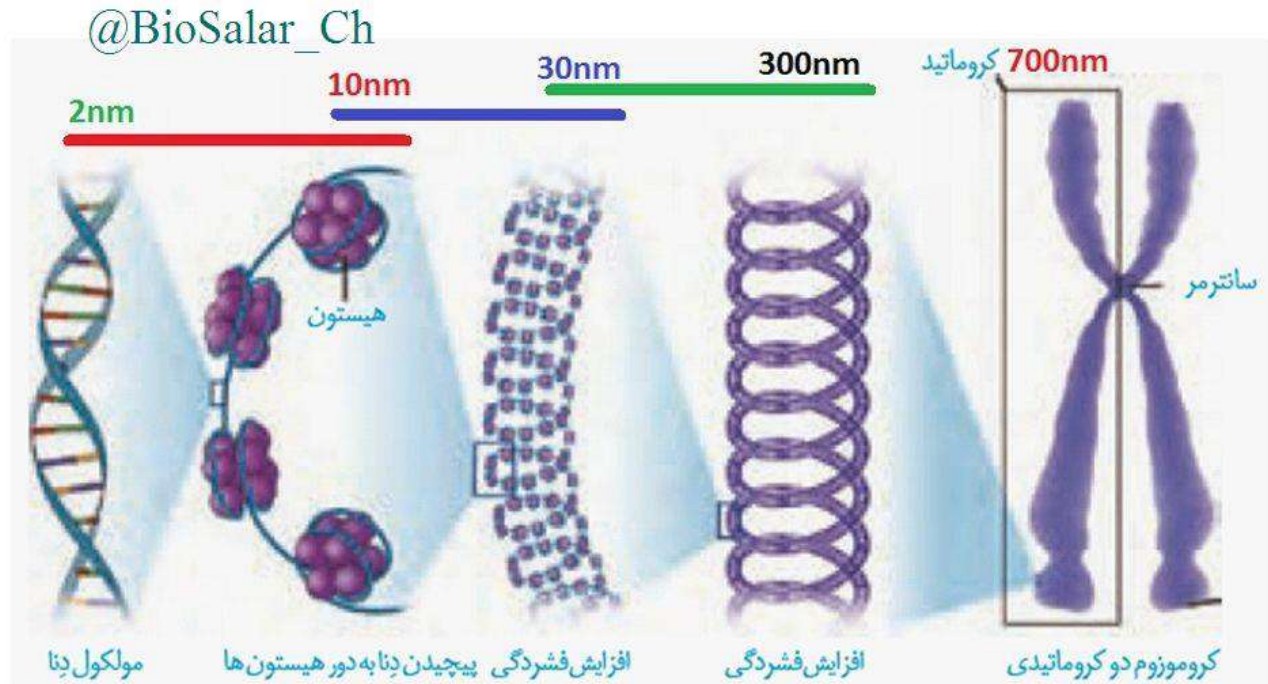
- ۱_ messenger RNA
- ۲_ transfer RNA
- ۳_ ribosomal RNA
- ۴_ Metabolism



باسمه تعالی

شکل‌های تکمیلی ف-۱-گ

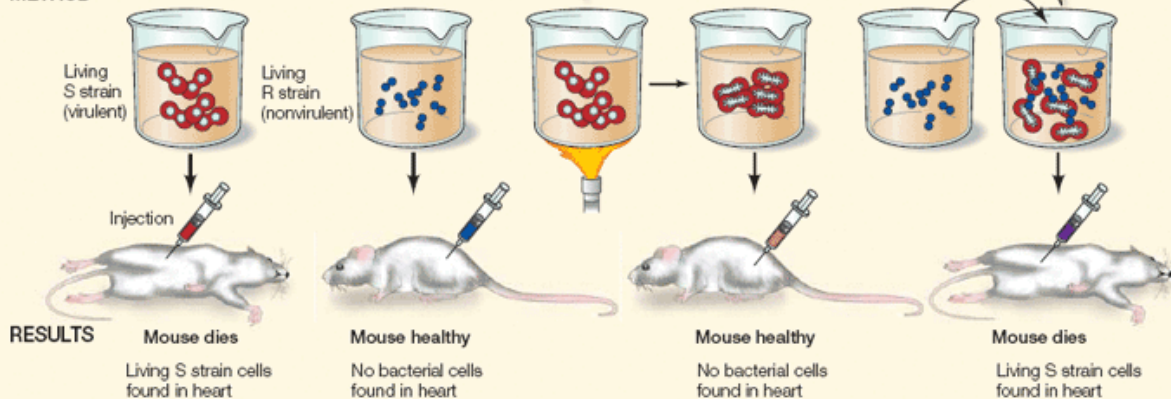
مراحل فشرده شدن کروموزوم



EXPERIMENT

HYPOTHESIS: Material in dead bacterial cells can genetically transform living bacterial cells.

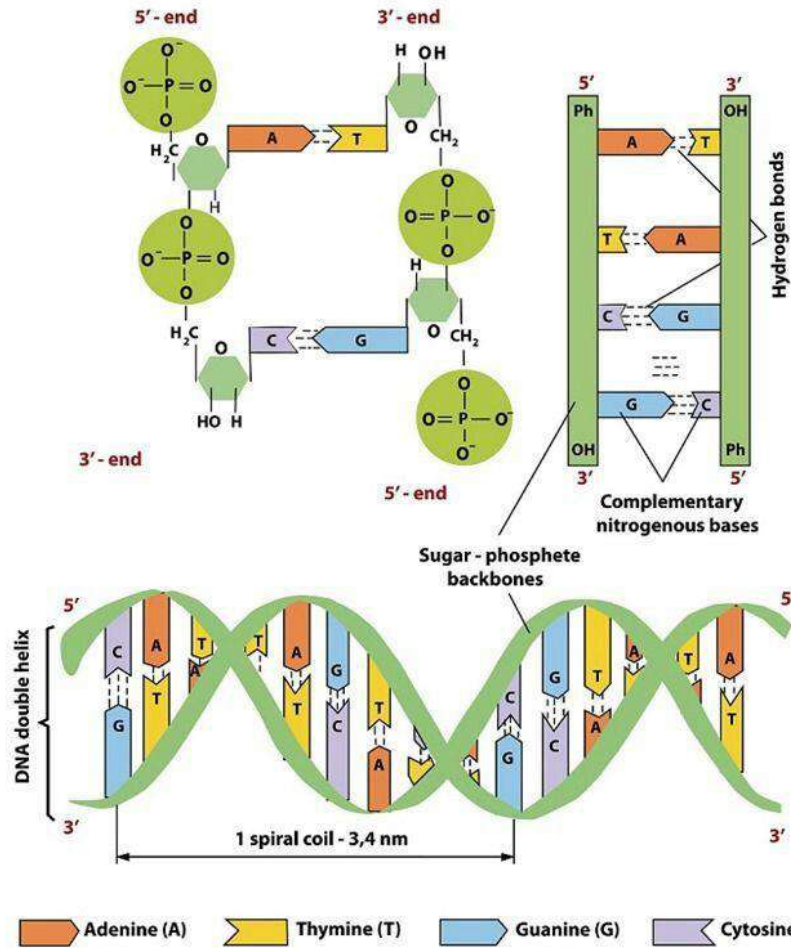
METHOD



CONCLUSION: A chemical substance from one cell is capable of genetically transforming another cell.

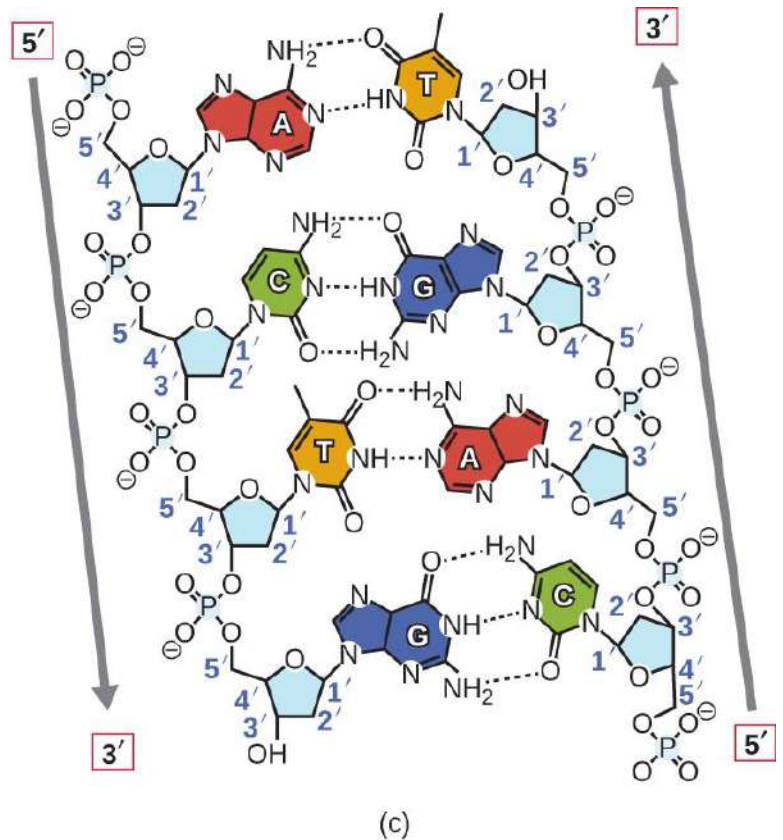
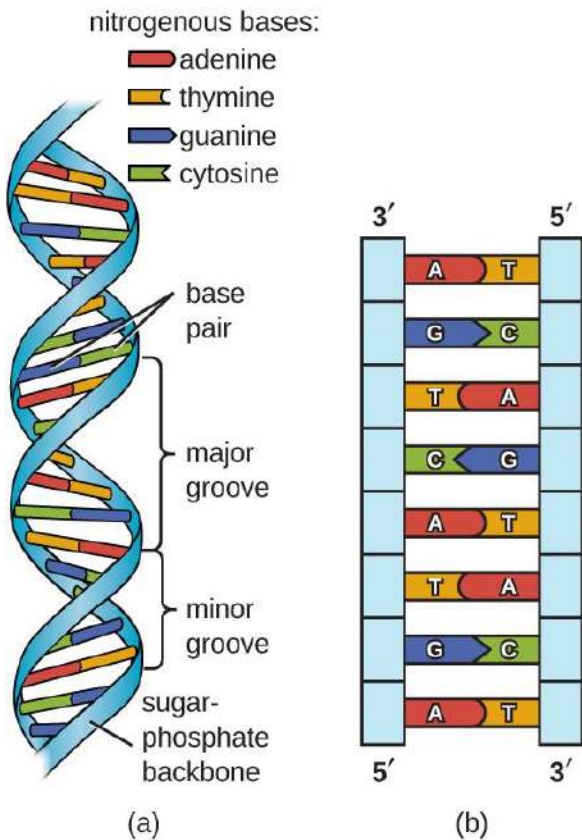
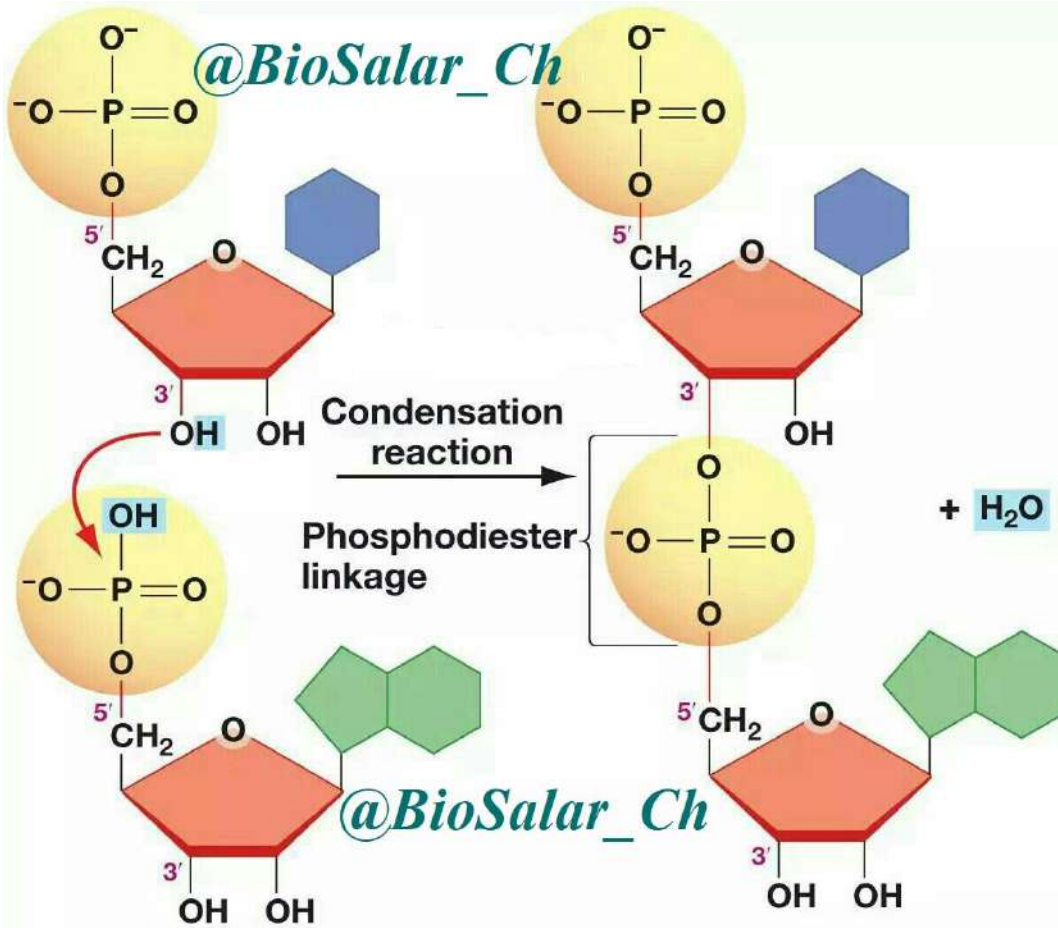
@BioSalar_Ch

DNA Structure



©Zvitaliy / Shutterstock.com

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



چند نمونه پرسش فصل ۱- گفتار ۱

الف- درست یا نادرست؟

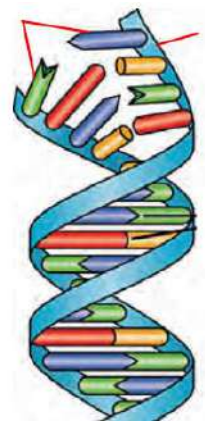
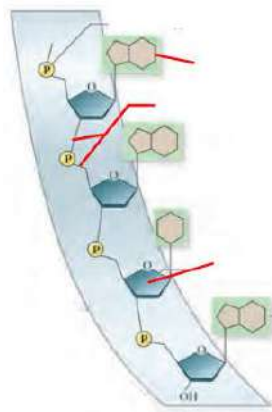
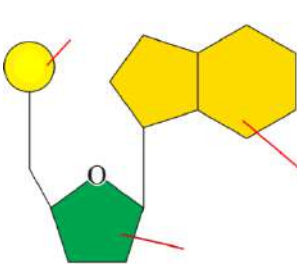
- ۱- هدف گریفیت از آزمایش بر روی باکتری استرپتوکوکو نومونیا، ساخت واکسن آنفلوآنزا بود. ()
- ۲- هر رشته دنا و رنای خطی همیشه دو سر متفاوت دارد. ()
- ۳- برقراری پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای مولکول دنا در پایداری این مولکول نقشی ندارد. ()
- ۴- ژن بخشی از مولکول دنا است که بیان آن می تواند تنها به تولید رنا بینجامد. ()

ب- انتخابی و یا تکمیلی؟

- ۱- ایوری و همکارانش ابتدا از عصاره استخراج شده از باکتری های کشته شده (بدون پوشینه- پوشینه دار) استفاده کردند و در آن تمامی (دنا- پروتئین های) 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 می باشد.
- ۳- بازآلی نیتروژن دار می تواند باشد که ساختار دو حلقه ای دارد؛ شامل آدنین و
- ۴- در مدل واتسون و کریک، بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور پیوند، و بین بازهای روبه روی هم پیوند برقرار است.

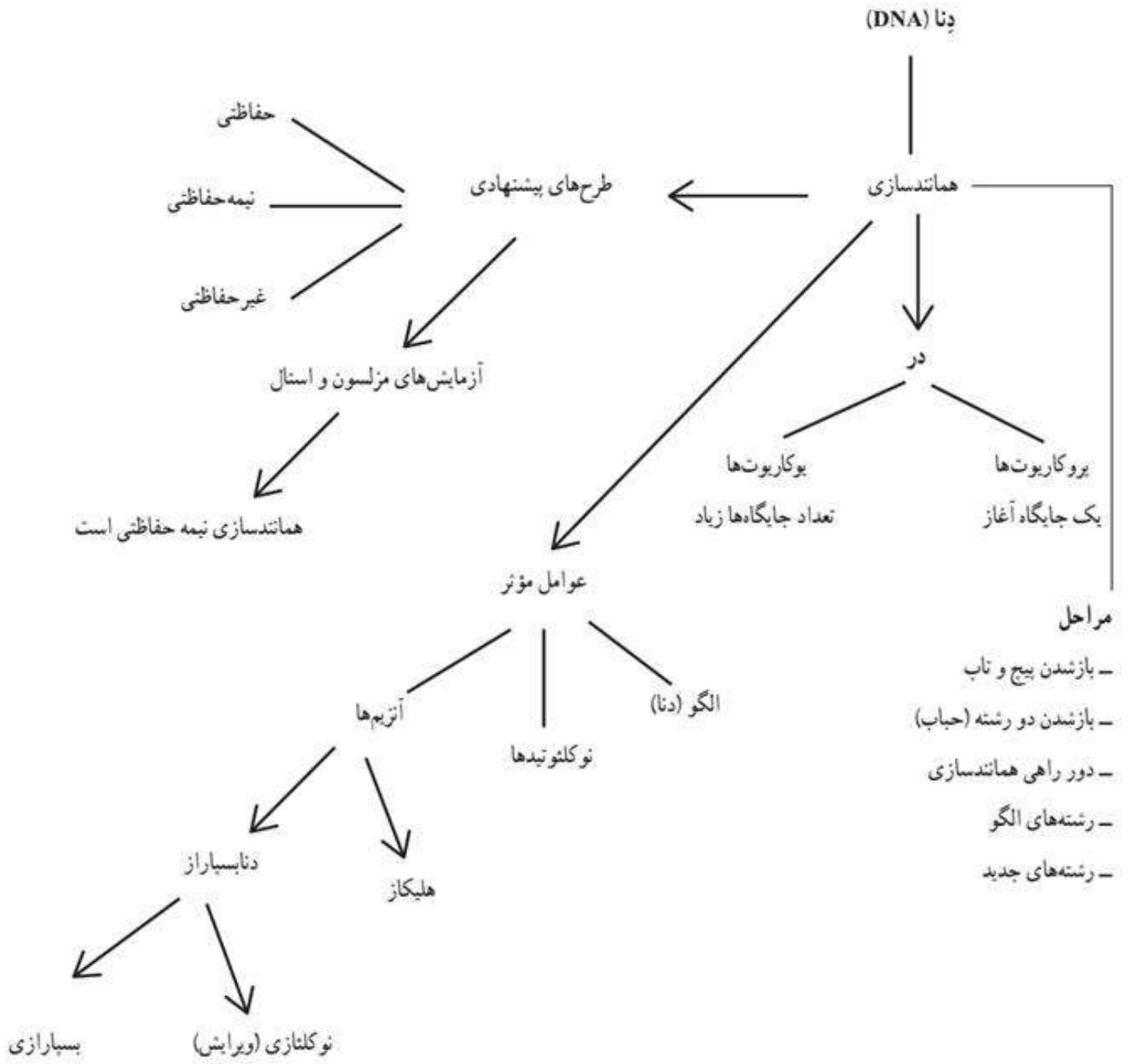
پ- پرسش تشریحی؟

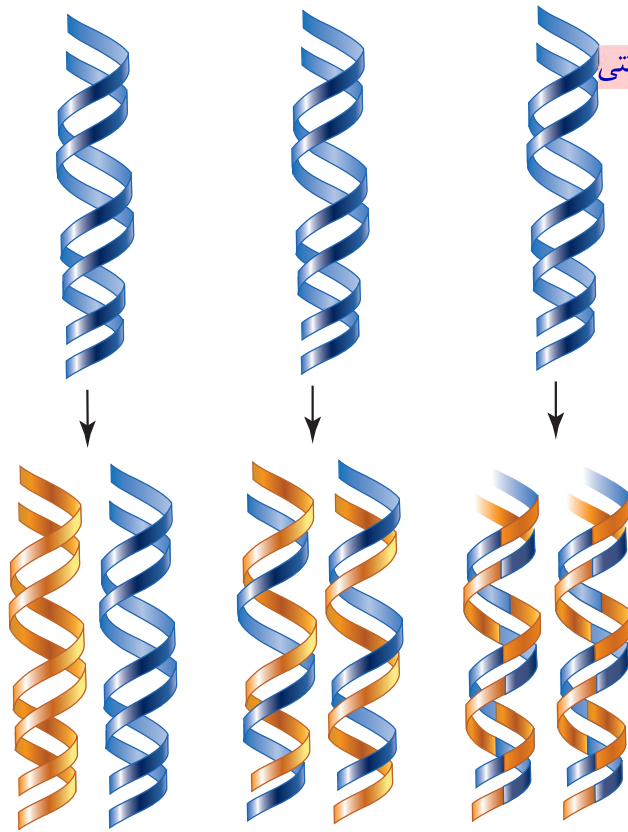
- ۱- گریفیت با کدام آزمایش نتیجه گرفت که وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش ها نیست؟
- ۲- وجود جفت بازهای مکمل با چه پیوندی امکان پذیر است؟ پیوند اختصاصی بین جفت بازها چه اهمیتی خواهد داشت؟
- ۳- آزمایش دوم ایوری و همکارانش را همراه با نتیجه اش بنویسید.
- ۴- ساختار هر نوکلئوتید و هر رشته پلی نوکلئوتیدی شامل کدام مولکول ها و پیوندها می باشند؟
- ۵- چارگاف پس از مشاهدات و تحقیقات روی دناهای جانداران به چه نتیجه ای رسید؟ به نظر شما دلیل این نتیجه چه بود؟
- ۶- شکل های زیر را نام گذاری نمایید.



باسمه تعالی

نقشه مفهومی ف-ا-گ-۲





حفاظتی
پیوندهیدروژنی شکسته - پیوند هیدروژنی و فسفودی استر تشکیل می شود.
شکل ۹ - طرح های مختلف برای هماندسازی

غیر حفاظتی (پراکنده)
پیوند هیدروژنی و فسفودی استر شکسته - پیوند هیدروژنی و فسفودی استر تشکیل می شود.

با توجه به اینکه دنا به عنوان ماده وراثتی، حاوی اطلاعات یاخته است، این پرسش مطرح می شود که هنگام تقسیم یاخته، این اطلاعات، وراثتی چگونه بدون کم و کاست به دو یاخته حاصل از تقسیم می رسند؟

این کار با هماندسازی دنا انجام می شود. به ساخته شدن مولکول دنا جدید از روی دنا قدیمی هماندسازی می گویند.*

با توجه به مدل واتسون و کریک و وجود رابطه مکملی بین بازها تا حد زیادی هماندسازی دنا قابل توضیح است؛ گرچه طرح های مختلفی برای هماندسازی دنا پیشنهاد شده بود (شکل ۹).

۱- هماندسازی حفاظتی: در این طرح هر دو رشته دنا قبلی (اولیه) به صورت دست نخورده باقی مانده، وارد یکی از یاخته های حاصل از تقسیم می شوند، دو رشته دنا جدید هم وارد یاخته دیگر می شوند. چون دنا اولیه به صورت دست نخورده در یکی از یاخته ها حفظ شده است به آن هماندسازی حفاظتی می گویند.

۲- هماندسازی نیمه حفاظتی: در این طرح در هر یاخته یکی از دو رشته دنا مربوط به دنا اولیه است و رشته دیگر با نوکلئوتیدهای جدید ساخته شده است. چون در هر یاخته حاصل، فقط یکی از دو رشته دنا قبلی وجود دارد، به آن نیمه حفاظتی می گویند.

۳- هماندسازی غیر حفاظتی (پراکنده): در این طرح هر کدام از دناهای حاصل، قطعاتی از رشته های قبلی و رشته های جدید را به صورت پراکنده در خود دارند.

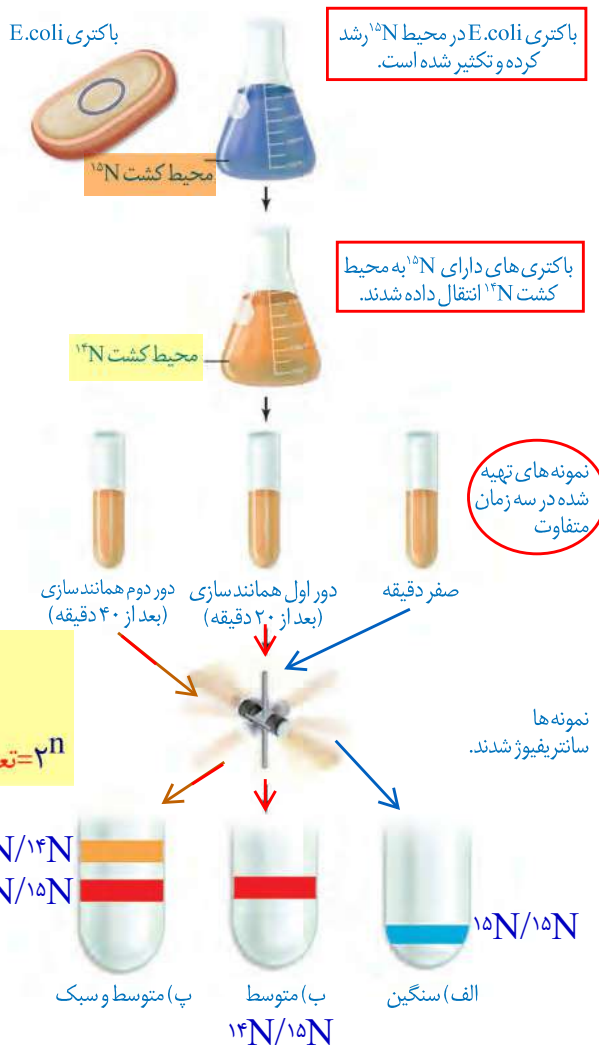
کدام طرح مورد تأیید قرار گرفته است؟

مزلسون^۲ و استال^۳ با به کارگیری روش علمی پاسخ این پرسش را به دست آوردند. آنها فرضیه های متعدد ارائه شده را در نظر گرفتند و با توجه به امکانات، آزمایشی را طراحی کردند تا بتوانند به پاسخ قانع کننده ای برسند. برای شروع کار، آنها باید بتوانند رشته های دنا نوساز را از رشته های قدیمی تشخیص دهند. آنها با این هدف دنا را با استفاده از نوکلئوتیدهایی که ایزوتوپ سنگین نیتروژن (¹⁵N) دارند، نشانه گذاری کردند.

۲- مدت زمان هماندسازی را بدانند ← استفاده از باکتری مانند E.coli
۱- Replication
۲- Meselson
۳- Stahl

دناهایی که با ^{15}N ساخته می شوند نسبت به دناهای معمولی که در نوکلئوتیدهای خود ^{14}N دارد چگالی بیشتری دارند. بنابراین، به وسیله گریزانته با سرعت بسیار بالا می توان آنها را از هم جدا کرد. آنها ابتدا باکتری ها را در محیط دارای ^{15}N کشت دادند. در ساختار بازهای آلی نیتروژن دار که در ساخت دناهای باکتری شرکت می کنند، وارد شدند. پس از چندین مرحله رشد و تکثیر در این محیط، باکتری هایی تولید شدند که دناهای سنگین تری نسبت به باکتری های اولیه داشتند. سپس این باکتری ها را به محیط کشت دارای ^{14}N منتقل کردند. با توجه به اینکه تقسیم باکتری ها حدود ۲۰ دقیقه طول می کشد در فواصل ۲۰ دقیقه ای باکتری ها را از محیط کشت جدا و بررسی کردند. برای سنجش چگالی دناها در هر فاصله زمانی، دناهای باکتری را استخراج و در شیبی از محلول CsCl سزیم کلرید با غلظت های متفاوت و در سرعتی بسیار بالا گریز دادند؛ در نتیجه مواد بر اساس چگالی در بخش های متفاوتی از محلول در لوله قرار گرفتند. مراحل آزمایش مزلسون و استال و نتایج آن را در شکل ۱۰ می بینید.

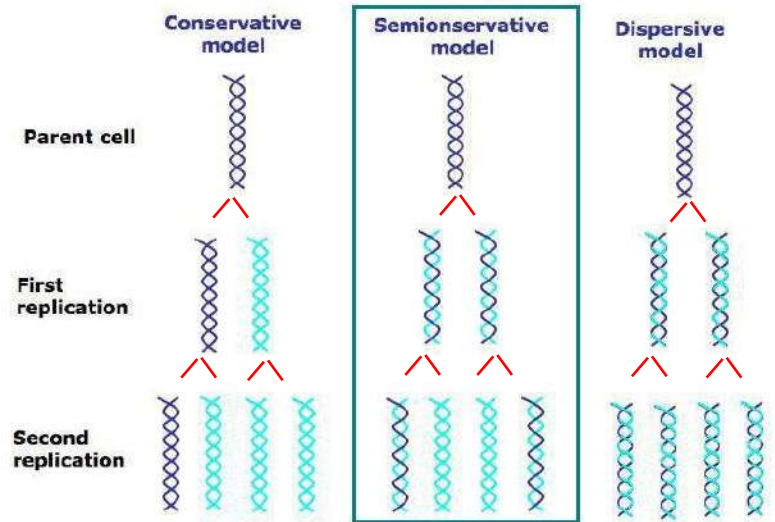
همان طور که مشاهده می کنید نتایج این آزمایش نشان داد که همانندسازی دنا، نیمه حفاظتی است.



$$n = \frac{t}{\tau}$$

$2^n = \text{تعداد باکتری (دنا)}$

Models of DNA Replication



شکل ۱۰-۱. آزمایش های مزلسون و استال و نتایج به دست آمده:

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

ب) دناهای باکتری های حاصل از دور اول همانندسازی در محیط کشت حاوی ^{14}N (بعد از ۲۰ دقیقه) پس از گریز دادن، نوازی در میانه لوله تشکیل دادند. پس دناهای آنها چگالی متوسط داشت.

پ) دناهای 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.

چرا؟

ت) پس از ۶۰ ۸۰ دقیقه؟

هر یک، کدام طرح همانندسازی را رد می کنند؟

بیشتر بدانید

گريزانه هم چگال

برای جدا کردن ذره‌هایی با چگالی متفاوت و تعیین چگالی آنها از روشی به نام گريزانه هم چگال 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 مولکول‌های مد نظر در این محلول و حرکت آنها حین سانتریفیوژ، براساس چگالی خود در نقطه‌ای متوقف می‌شوند. چون ذره‌ها با چگالی یکسان در یک منطقه تجمع می‌یابند، نوارهایی را تشکیل می‌دهند که به آسانی قابل تشخیص‌اند. با مشخص شدن چگالی محلول در هر نقطه از لوله، می‌توان چگالی ذره‌های مورد آزمایش را معلوم کرد.

با مشخص شدن اینکه همانندسازی به صورت نیمه‌حفاظتی انجام می‌شود، سؤال دیگری مطرح شد: دو رشته دنا 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:

۱- مولکول دنا به عنوان الگو (هر دو رشته الگو می‌باشند).

۲- واحدهای سازنده دنا که بتوانند در کنار هم نسخه مکمل الگو را بسازند. این واحدها نوکلئوتیدهای آزاد داخل یاخته و سه فسفات هستند که در لحظه اتصال به رشته پلی‌نوکلئوتید در حال ساخت، دو فسفات خود را از دست می‌دهند.

۳- آنزیم‌های لازم برای همانندسازی که ضمن بازکردن دو رشته نوکلئوتیدها را به صورت مکمل روبه‌روی هم قرار می‌دهد و با پیوند فسفودی‌استر به هم وصل می‌کند.

[توسط آنزیم دنا بسپاراز و آنزیم خاص دیگر]

مراحل همانندسازی: قبل از همانندسازی دنا باید پیچ و تاب 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**^۱ ماریپیچ دنا و دو رشته آن را از هم باز می‌کند (شکل ۱۱).

نکته ۱: پیچ و تاب فامینه قبل از همانندسازی دنا باز می‌شود اما ماریپیچ دنا در هنگام همانندسازی باز می‌شود.
نکته ۲: 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 می‌باشد نه تعداد؛ اما برای فهم موضوع در اینجا تعداد عنوان شده است.



شکل ۱۱- همانندسازی دنا

نکته ۳: هلیکاز هم قبل و هم هنگام همانندسازی فعالیت دارد و موجب باز شدن ماریپیچ دنا می‌شود نه پیچ و تاب آن! 😊

به نظر شما برای باز شدن دو رشته دنا آنزیم هلیکاز چه پیوندهایی را از هم باز می‌کند؟ پیوندهای هیدروژنی

۴ انواع دیگری از آنزیم‌ها با همدیگر فعالیت می‌کنند تا یک رشته دنا در مقابل رشته الگو ساخته شود.

یکی از مهم‌ترین آنها که نوکلئوتیدهای مکمل را با نوکلئوتیدهای رشته الگو جفت می‌کند **دنا بسپاراز**^۲

(DNA پلی‌مراز) است. با توجه به اینکه در محل همانندسازی، همانندسازی در دو جهت انجام می‌شود؛

به آن **همانندسازی دو جهتی** نیز می‌گویند.

(همانندسازی نیمه‌حفاظتی)

آنزیم‌های همانندسازی در کدام مرحله چرخه سلولی ساخته می‌شوند؟

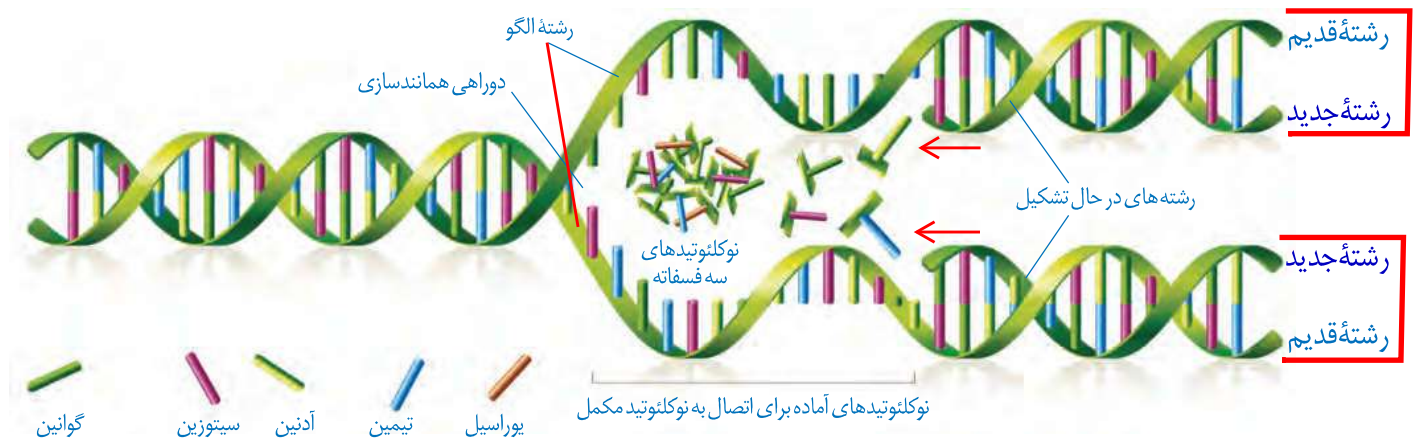
۱- Helicase

۲- DNA Polymerase

نکته ۴: در مراحل قبل از همانندسازی پیوند فسفودی‌استری شکسته نمی‌شود؛ اما در هنگام همانندسازی پیوند فسفودی‌استر هم شکسته (جهت ویرایش) و هم تشکیل می‌شود.

(جایگاه آغاز همانندسازی)

دوراهی همانندسازی: در شکل ۱۱ می بینید در محلی که دو رشته دنا از هم جدا می شوند، دو ساختار Y مانند به وجود می آید که به هریک از آنها دوراهی همانندسازی می گویند. در فاصله بین این دو ساختار، پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته از هم گسیخته و دو رشته از یکدیگر باز شده اند. همچنین پیوندهای فسفودی استر جدیدی در حال تشکیل هستند. دنا بسپاراز 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 فسفات به انتهای رشته پلی نوکلئوتید دو تا از فسفات های آن از مولکول جدا می شوند و نوکلئوتید به صورت تک فسفات به رشته متصل می شود (شکل ۱۲).



شکل ۱۲ - همانندسازی دنا **نکته:** هر دو رشته الگو بوده و به طور کامل همانندسازی می شوند.

فعالیت های آنزیم دنا بسپاراز

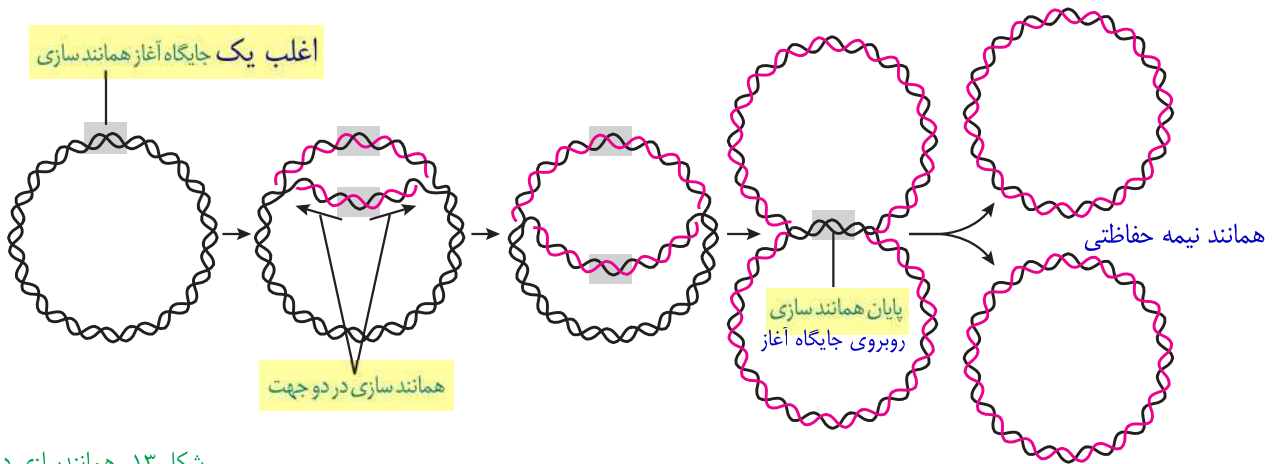
همانندسازی دنا با دقت زیادی انجام می شود؛ این دقت تا حدود زیادی مربوط به رابطه مکملی بین نوکلئوتیدها است. اگرچه آنزیم دنا بسپاراز، نوکلئوتیدها را بر اساس رابطه مکملی مقابل هم قرار می دهد ولی گاهی در این مورد اشتباهی هم صورت می گیرد؛ بنابراین آنزیم دنا بسپاراز پس از برقراری هر پیوند فسفودی استر، برمی گردد و رابطه مکملی نوکلئوتید را بررسی می کند که رابطه آن درست است یا اشتباه؟ اگر اشتباه باشد آن را برداشته و نوکلئوتید درست را به جای آن قرار می دهد. برای حذف نوکلئوتید نادرست باید بتواند پیوند فسفودی استر را بشکند و نوکلئوتید نادرست را از دنا جدا کند. توانایی بریدن دنا را فعالیت **نوکلئازی** گویند که در آن پیوند فسفودی استر می شکند. بنابراین آنزیم دنا بسپاراز، هم فعالیت **بسپارازی** (پلیمرازی) دارد که در آن پیوند فسفودی استر را تشکیل می دهد و هم **فعالیت نوکلئازی** که در آن پیوند فسفودی استر را برای رفع اشتباه می شکند. فعالیت نوکلئازی دنا بسپاراز را که باعث رفع اشتباهها در همانندسازی می شود، **ویرایش** می گویند.

همانند سازی در پروکاریوت ها و یوکاریوت ها

در پروکاریوت ها که شامل همه باکتری ها می شوند، مولکول های وراثتی در غشا محصور نشده (بدون پوشش هسته)

و فام تن 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 **دیسک (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 دِنای از هم باز می‌شوند. **همانند یوکاریوت‌ها**، همانندسازی دو جهتی 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 نقطه مقابل هم هستند.



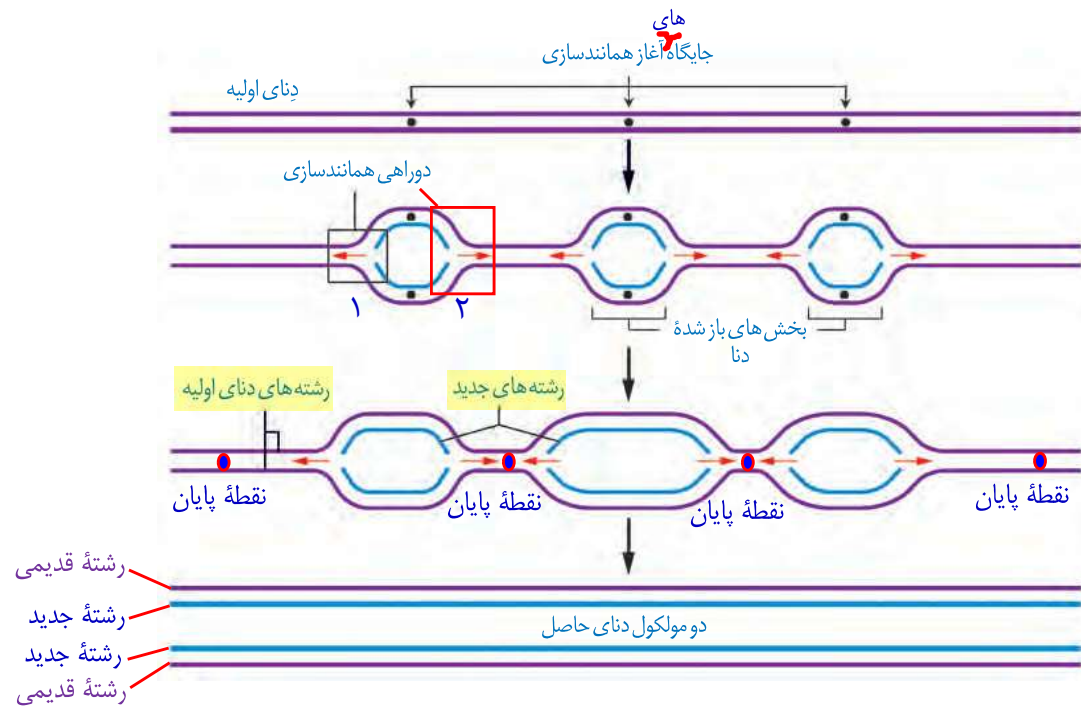
شکل ۱۳- همانندسازی دو جهتی دِنای در پروکاریوت‌ها با یک نقطه آغاز

در یوکاریوت‌ها که بقیه موجودات زنده یعنی آغازیان، قارچ‌ها، گیاهان و جانوران را شامل می‌شوند دِنای هر فام تن به صورت خطی و مجموعه‌ای از پروتئین‌ها که مهم‌ترین آنها هیستون‌ها هستند همراه آن قرار دارند. بیشتر دِنای درون هسته قرار دارد که به آن **دِنای هسته‌ای** می‌گویند. در یوکاریوت‌ها علاوه بر هسته در سیتوپلاسم نیز مقداری دِنای وجود دارد که به آن **دِنای سیتوپلاسمی** می‌گویند. این نوع از دِنای که حالت **حلقوی** دارد در راکیزه (میتوکندری) و دیسه (پلاست) دیده می‌شود. + دیسک در برخی قارچ‌ها مانند مخمر ص ۹۴

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

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) سرعت تقسیم زیاد و تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی هم زیاد است ولی پس از تشکیل اندام‌ها، سرعت تقسیم و تعداد جایگاه‌های آغاز کم می‌شوند.

شکل ۱۴ - همانندسازی در یوکاریوت‌ها

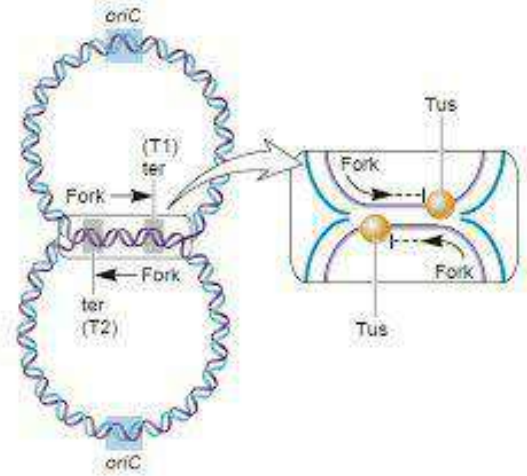
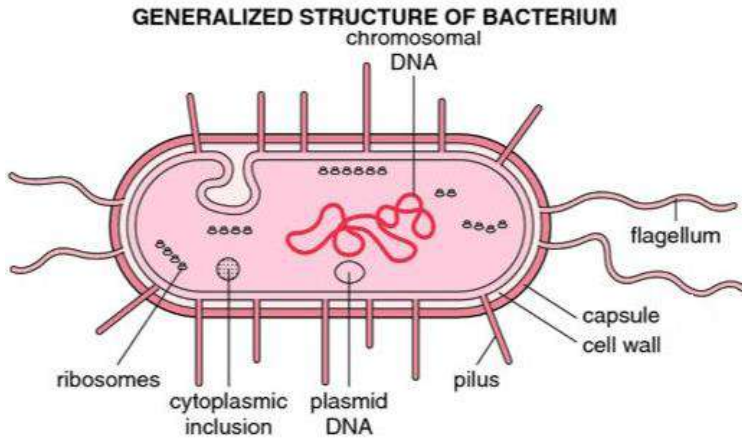


نکته: سرعت یا مدت زمان همانندسازی یوکاریوت‌ها در نقاط مختلف یکسان نیست. چون میزان فشردگی، پیچ و تاب دنا در همه جا یکسان نیست و همچنین تعداد پیوند هیدروژنی بین جفت بازها نیز متفاوت است.

باسمه تعالی

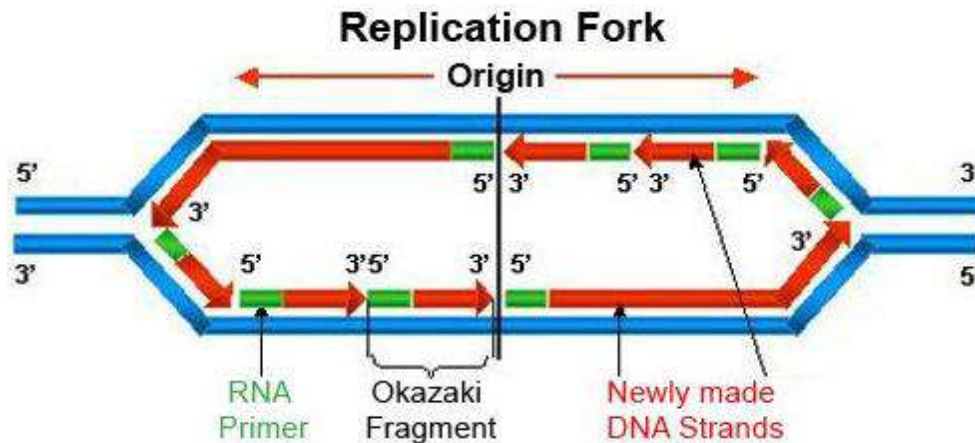
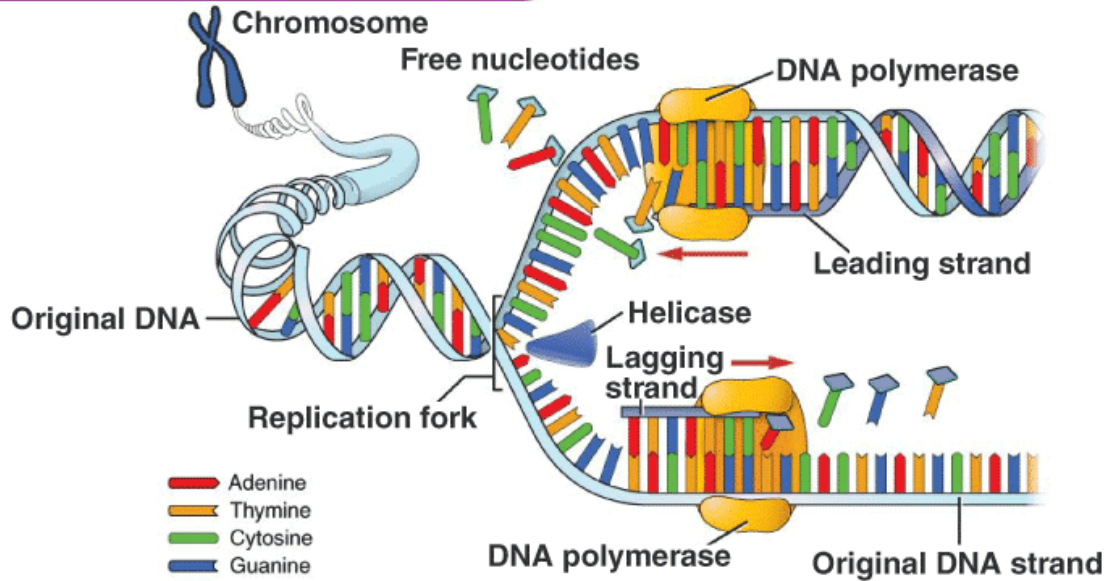
شکل‌های تکمیلی ف-ا-ک

باکتری و همانندسازی دناى حلقوى



همانندسازی DNA

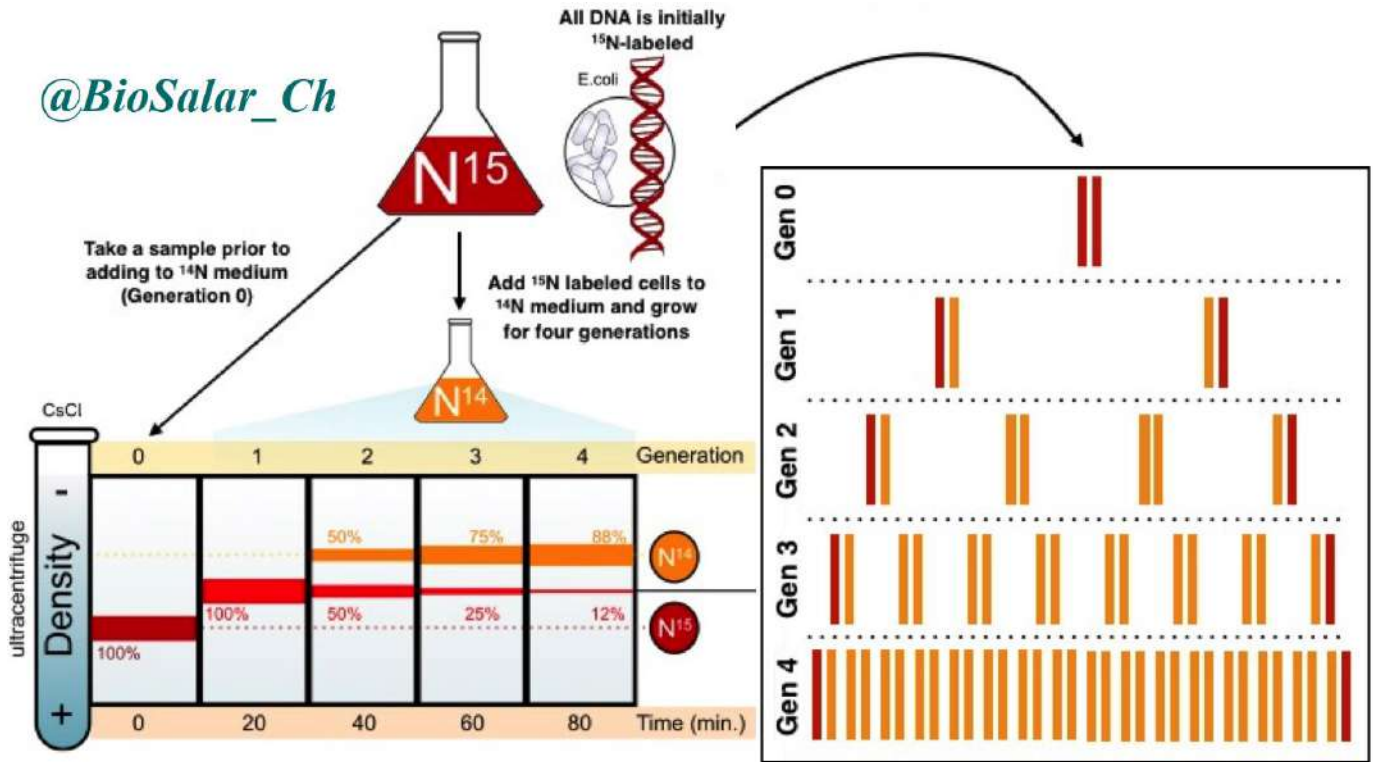
DNA REPLICATION



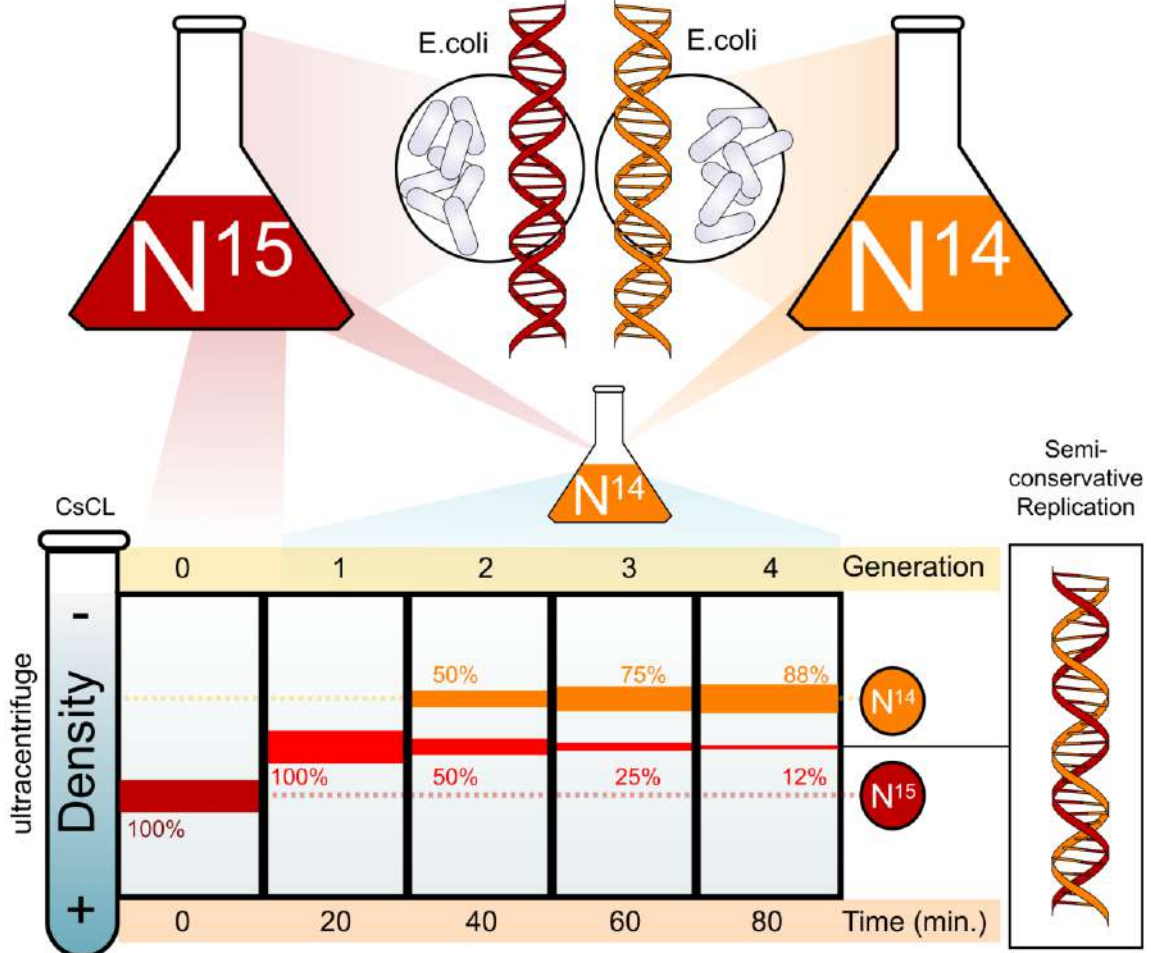
@BioSalar_Ch

آزمایش مزلسون و استال

@BioSalar_Ch



14 generations of growth



@BioSalar_Ch

الف- درست یا نادرست؟

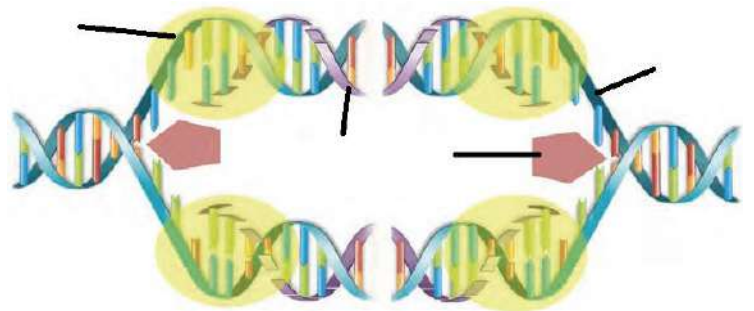
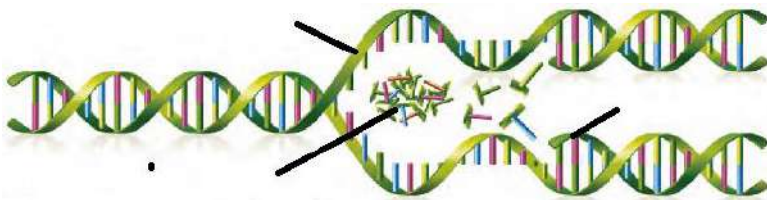
- ۱- با توجه به مدل واتسون و کریک و وجود رابطهٔ مکملی بین بازها تا حد زیادی همانندسازی دنا قابل توضیح است. ()
- ۲- در همانندسازی، دنباسپاراز نوکلئوتیدی یکسان با رشتهٔ غیرالگو را به انتهای رشتهٔ در حال تشکیل اضافه می‌کند. ()
- ۳- مزلسون و استال برای سنجش چگالی دناها، دناهای باکتری را در شیبه از محلول سزیم کلرید با غلظت‌های یکسان و در سرعتی بسیار بالا گریز دادند. ()
- ۴- در محلی که دو رشتهٔ دنا از هم جدا می‌شوند، 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 دنا 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.

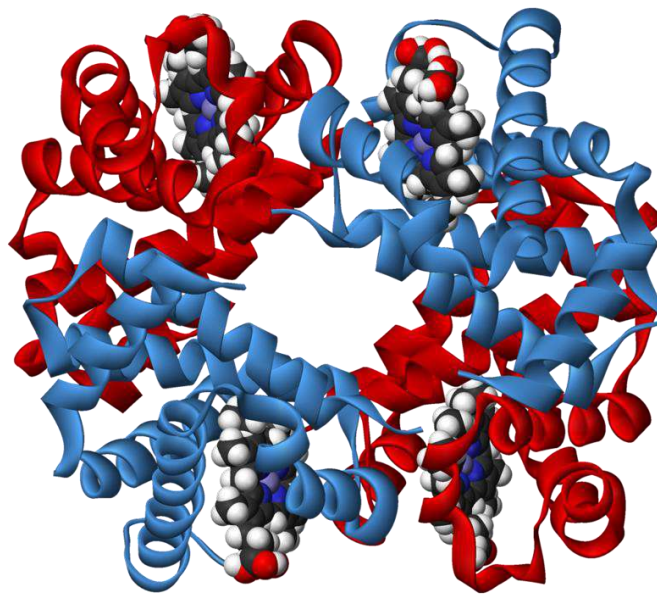
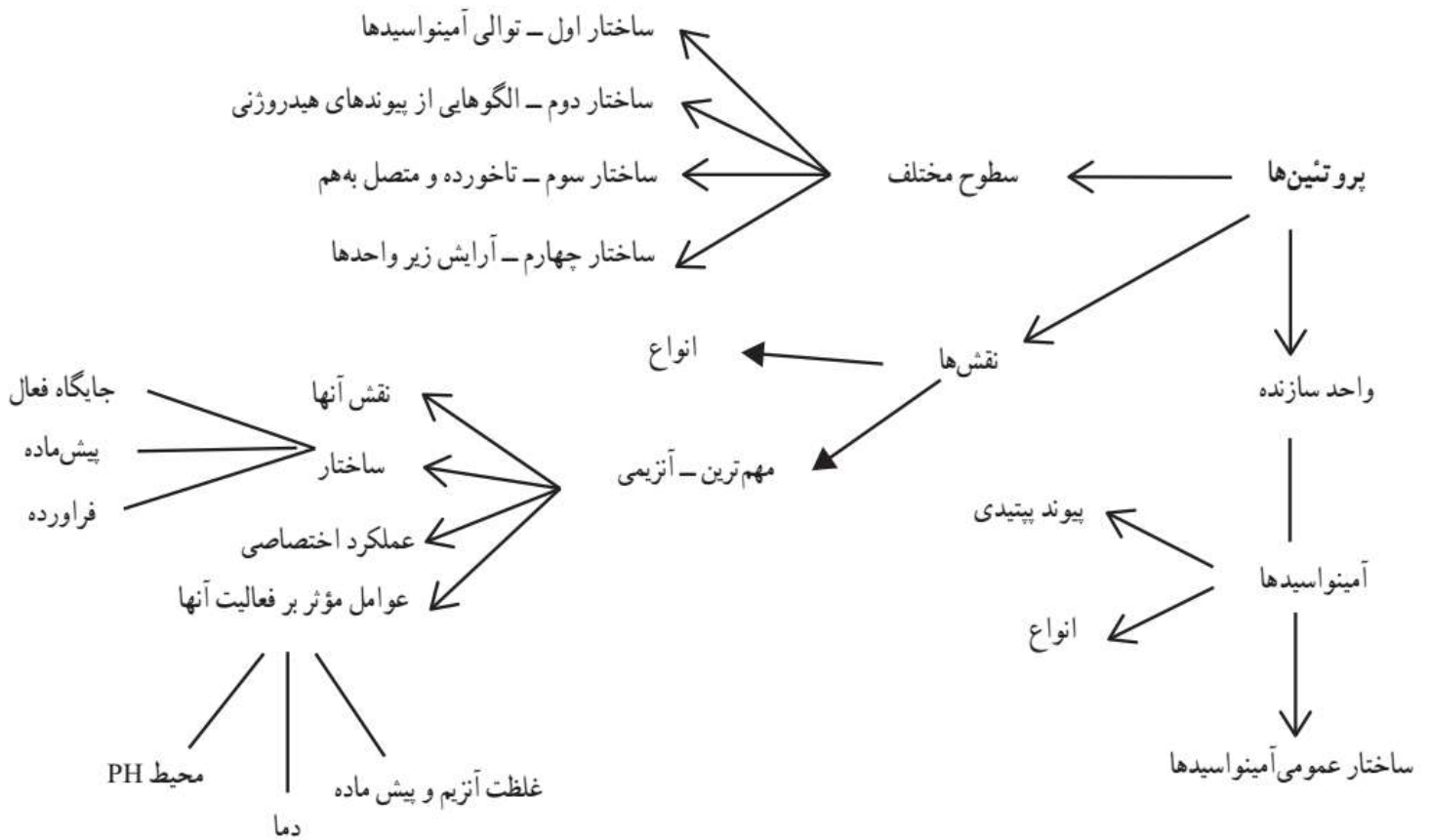
پ- پرسش تشریحی؟

- 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 دنباسپاراز در همانندسازی را بنویسید.
- ۴- منظور از دناهای هسته‌ای، سیتوپلاسمی و پلازمید چیست؟ مثال بزنید.
- ۵- چرا همانندسازی در یوکاریوت‌ها بسیار پیچیده تر از پروکاریوت‌ها است؟ تعداد جایگاه‌های همانندسازی در یوکاریوت‌ها را با پروکاریوت‌ها مقایسه نمایید.
- ۶- نام گذاری شکل‌ها؟



باسمه تعالی

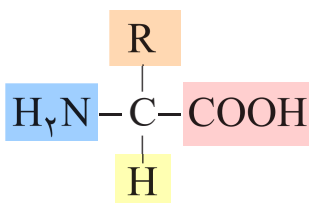
نقشه مفهومی فا-ا-ک-۳



علاوه بر دنا و رنا که در یاخته ذخیره و انتقال اطلاعات را بر عهده دارند مولکول‌های دیگری نیز هستند که به انجام فرایندهای مختلف یاخته‌ای کمک می‌کنند. از جمله این مولکول‌ها پروتئین‌ها هستند که نقش بسیار مهمی در فرایندهای یاخته‌ای دارند.

ساختار آمینواسیدها

پروتئین‌ها بسپارهایی از آمینواسیدها هستند. نوع، ترتیب و تعداد آمینواسیدها در پروتئین، ساختار و عمل آنها را مشخص می‌کند. آمینواسیدها همان‌طور که از نامشان برمی‌آید یک **گروه آمین (-NH₂)** و یک **گروه اسیدی کربوکسیل (-COOH)** دارند. همان‌طور که در شکل ۱۵ می‌بینید گروه آمین و کربوکسیل به همراه یک هیدروژن و 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 منحصر به فرد هر آمینواسید به آن بستگی دارد.**

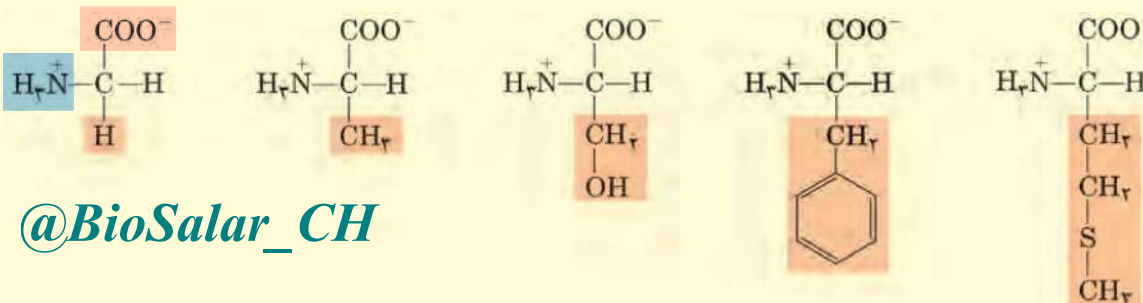


شکل ۱۵ - ساختار عمومی یک آمینواسید

هر آمینواسید می‌تواند در شکل دهی پروتئین مؤثر باشد و تأثیر آن به ماهیت شیمیایی گروه R بستگی دارد.
نکته: ماهیت شیمیایی گروه R ← ویژگی‌های منحصر به فرد هر آمینواسید ← شکل دهی پروتئین و فعالیت آن.

بیشتر بدانید

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



گلیسین (Gly) ساده‌ترین آمینواسیدها

آلانین (Ala)

سرین (Ser)

فنیل آلانین (Phe)

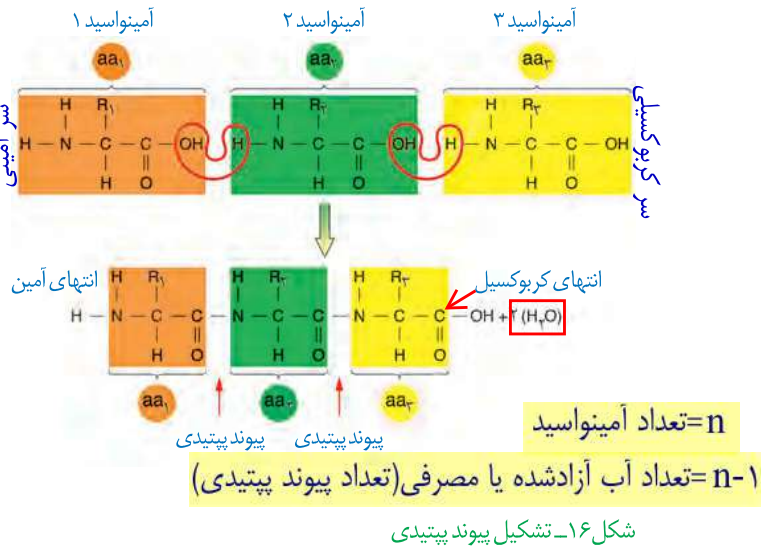
متیونین (Met) اولین آمینواسید در پروتئین سازی که گوگرد نیز دارد.

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.

وقتی تعدادی آمینواسید با پیوند پپتیدی به هم وصل شوند، زنجیره‌ای از آمینواسیدها به نام پلی پپتید تشکیل می‌شود. پروتئین‌ها از یک یا چند زنجیره بلند و بدون شاخه* از پلی پپتیدها 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.



سطوح مختلف ساختاری در پروتئین‌ها

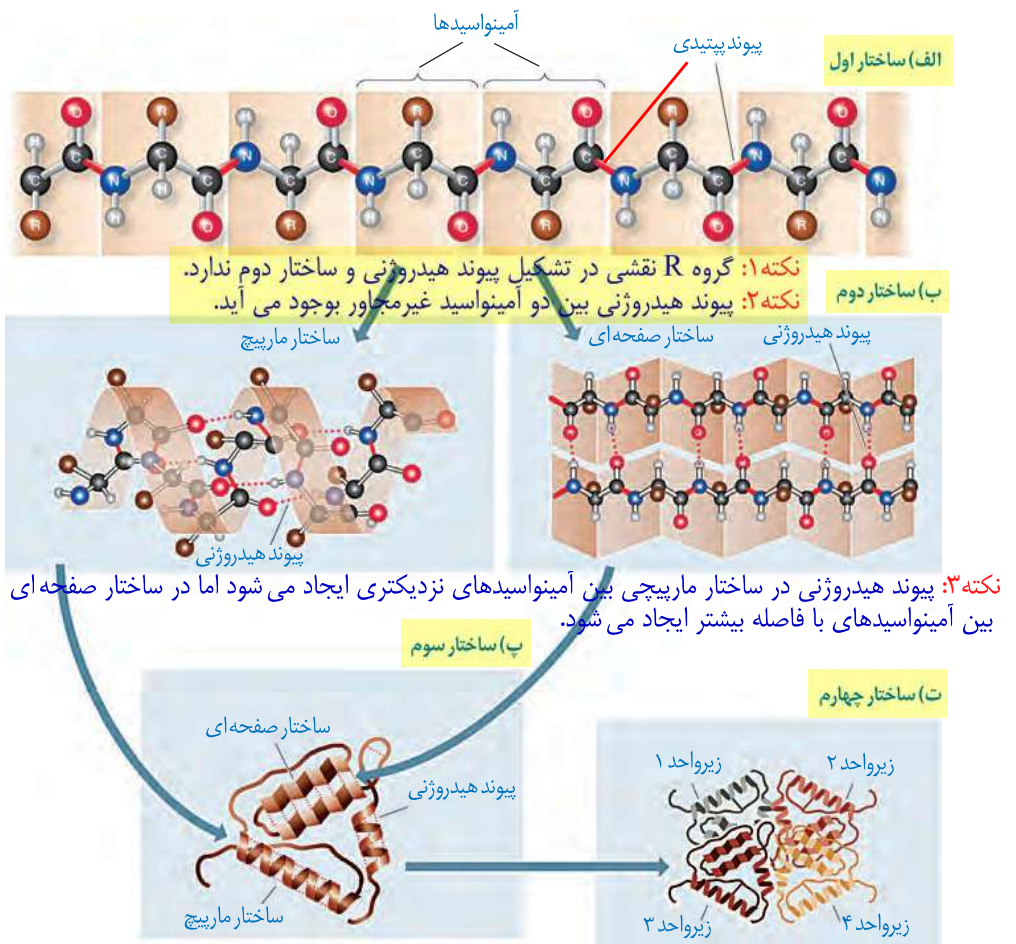
شکل فضایی پروتئین، نوع عمل آن را مشخص می‌کند. یکی از راه‌های پی بردن به شکل پروتئین استفاده از پرتوهای ایکس است. با استفاده از تصاویر حاصل از آن و روش‌های دیگر، محققین به ساختار سه‌بعدی پروتئین‌ها پی می‌برند که در آن حتی جایگاه هر اتم را می‌توانند مشخص کنند.

اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد میوگلوبین بود. آیا

به یاد می‌آورید میوگلوبین در بدن ذخیره و تامین اکسیژن در ماهیچه چه نقشی دارد؟ این پروتئین از یک رشته پلی پپتید تشکیل شده است. شکل ۱۸ الف ص ۱۷

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 ۱۷- ساختار پروتئین‌ها در چهار ساختار بررسی می‌شود.

ساختار اول پروتئین - توالی آمینواسیدها: نوع، تعداد، ترتیب و تکرار آمینواسیدها، ساختار اول

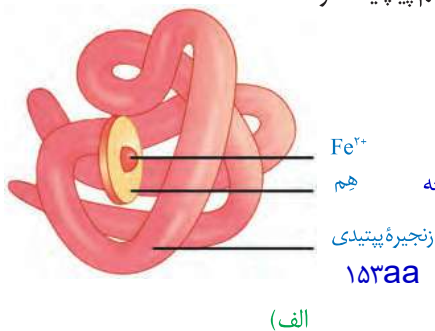
پروتئین‌ها را تعیین می‌کنند. ساختار اول با ایجاد پیوندهای پپتیدی بین آمینواسیدها شکل می‌گیرد و خطی است. این پیوند در واقع نوعی پیوند اشتراکی است. تغییر آمینواسید در هر جایگاه موجب تغییر در ساختار اول پروتئین می‌شود و ممکن است فعالیت آن را تغییر دهد. با در نظر گرفتن ۲۰ نوع آمینواسید و اینکه محدودیتی در 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 ۱۷-الف).

ساختار دوم - الگوهایی از پیوندهای هیدروژنی: بین بخش‌هایی از زنجیره پلی پپتیدی

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 ۱۷-ب).

ساختار سوم - تاخورده و متصل به هم: در ساختار سوم، تاخوردگی بیشتر صفحات و مارپیچ‌ها

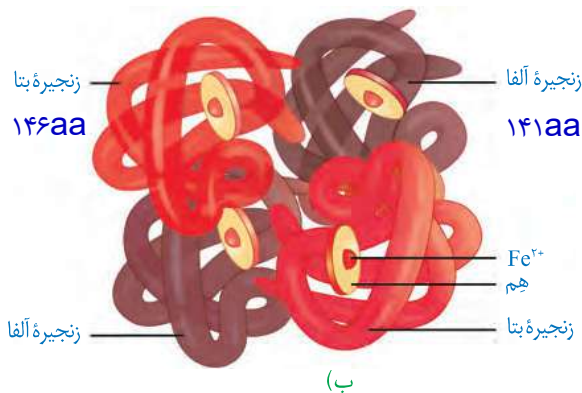
رخ می‌دهد و پروتئین‌ها به شکل‌های متفاوتی در می‌آیند. تشکیل این ساختار در اثر برهم‌کنش‌های آب‌گریز است؛ به این صورت که گروه‌های R آمینواسیدهایی که آب‌گریزند، به یکدیگر نزدیک می‌شوند تا در معرض آب نباشند. سپس با تشکیل پیوندهای دیگری مانند هیدروژنی، اشتراکی و یونی ساختار سوم پروتئین تثبیت می‌شود. مجموعه این نیروها قسمت‌های مختلف پروتئین را به صورت به هم پیچیده در کنار هم نگه می‌دارند (شکل ۱۷-پ). بنابراین با وجود این نیروها پروتئین‌های دارای ساختار سوم، ثابت 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 ۱۸-الف). ذخیره و تامین اکسیژن در ماهیچه



ساختار چهارم - آرایش زیر واحدها: بعضی پروتئین‌ها ساختار چهارم

دارند، این ساختار هنگامی شکل می‌گیرد که دو یا چند زنجیره پلی پپتید در کنار یکدیگر پروتئین را تشکیل دهند. در این ساختار هریک از زنجیره‌ها نقشی کلیدی در شکل‌گیری پروتئین دارند. نحوه آرایش این زیرواحدها در کنار هم ساختار چهارم پروتئین‌ها نامیده می‌شود (شکل ۱۷-ت).

هموگلوبین از چهار زنجیره پلی پپتیدی 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 در می‌آیند. در ساختار سوم هریک از زنجیره‌ها به صورت یک زیر واحد، تاخورده و شکل خاصی پیدا می‌کند. در نهایت در ساختار چهارم، این چهار زیر واحد در کنار هم قرار گرفته و هموگلوبین را شکل می‌دهند (شکل ۱۸-ب).



پیوندهای ضعیف غیر کووالان بین زیرواحدها
شکل ۱۸

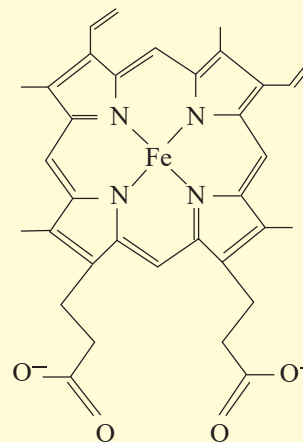
(الف) میوگلوبین با ساختار سوم

(ب) هموگلوبین با ساختار چهارم

۹۷٪ اکسیژن
۲۳٪ کربن دی اکسید

بیشتر بدانید

هم (Heme) ترکیبی آهن دار و غیر پروتئینی است و در ساختار پروتئین‌هایی مانند هموگلوبین و میوگلوبین وجود دارد. هم انواع متفاوتی دارد، فرمول شیمیایی رایج‌ترین آن $C_{34}H_{32}N_4O_4Fe$ 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 **فعالیت آنزیمی** که در آن به صورت کاتالیزورهای زیستی عمل می‌کنند و سرعت واکنش شیمیایی خاصی را زیاد می‌کنند.

بعضی دیگر از پروتئین‌ها به صورت گیرنده‌هایی در سطح یاخته‌ها قرار دارند؛ مثلاً گیرنده‌های آنتی‌ژنی در سطح لنفوسیت‌ها نمونه‌ای از این پروتئین‌ها هستند.

برخی پروتئین‌ها مثل **هموگلوبین** گازهای تنفسی را در خون منتقل می‌کنند.

پمپ سدیم - 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؟

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

انقباض ماهیچه‌ها نیز ناشی از حرکت لغزشی دو نوع پروتئین روی یکدیگر یعنی **اکتین** و **میوزین** است. از دیگر پروتئین‌ها می‌توان به **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 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 الکترولیت‌ها در بدن (فشار اسمزی) ۱۰-رشد و نگهداری بافت‌های بدن ۱۱-نقش در تعادل اسیدی و قلیائی (PH) خون ۱۲-تولید انرژی، در صورت کمبود کربوهیدرات و لیپید در بدن.

آنزیم‌ها

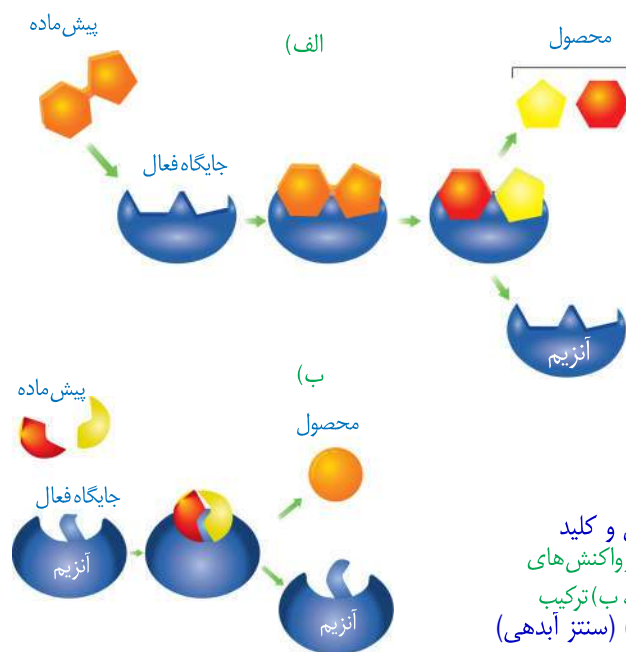
واکنش‌های شیمیایی در صورتی سرعت مناسب می‌گیرند که انرژی اولیه کافی برای انجام آن وجود داشته باشد. این انرژی را **انرژی فعال‌سازی** گویند. انجام واکنش‌ها در بدن موجود زنده نیز که با عنوان کلی **سوخت‌وساز (متابولیسم)** مطرح می‌شوند همین‌طور هستند. این واکنش‌ها با حضور آنزیم انجام می‌شوند. آنزیم امکان برخورد مناسب مولکول‌ها را افزایش و **انرژی فعال‌سازی واکنش را کاهش می‌دهد. همچنین با این کار 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. آنزیم‌های ترش‌حی دست‌گاه‌گوارش مثل آمیلاز بزاق و لیپاز در خارج یاخته عمل می‌کنند ولی آنزیم‌های**

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

ساختار آنزیم‌ها

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

بعضی آنزیم‌ها برای فعالیت به یون‌های فلزی مانند آهن، مس و یا 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 ۱۹- طرز عمل آنزیم در واکنش‌های
سوخت‌وسازی الف) تجزیه، ب) ترکیب
(آب کافت) (سنتز آبدهی)

- ۱_ Active site
۲_ Substrate
۳_ Product
۴_ Coenzyme

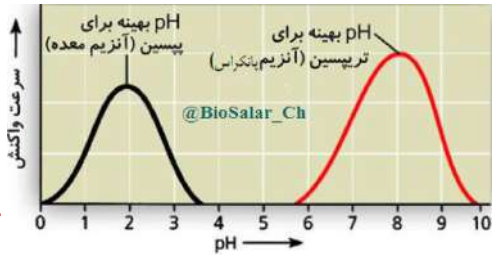
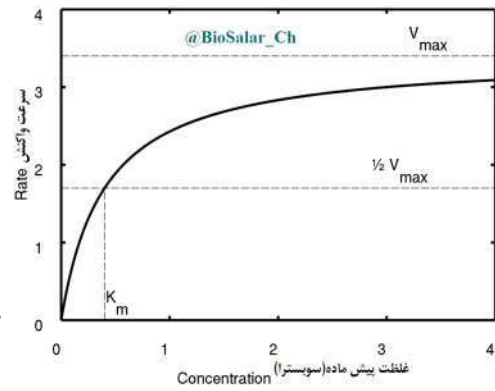
نکته: اگرچه آنزیم ها عملی اختصاصی دارند ولی برخی از آنها بیش از یک نوع واکنش را سرعت می بخشند و هر آنزیم روی یک یا چند پیش ماده خاص مؤثر است.

عملکرد اختصاصی آنزیم ها

هر آنزیم روی یک یا چند پیش ماده خاص مؤثر است. بنابراین گفته می شود که آنزیم ها عمل اختصاصی دارند. شکل آنزیم در جایگاه فعال با شکل پیش ماده 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 (ص ۱۲) و روبیسکو (ص ۸۴)

آنزیم ها در همه واکنش های شیمیایی بدن جانداران که شرکت می کنند؛ سرعت واکنش را زیاد می کنند اما در پایان واکنش ها دست نخورده باقی می مانند تا بدن بتواند بارها از آنها استفاده کند. به همین دلیل یاخته ها به مقدار کم به آنزیم ها نیاز دارند. البته به مرور مقداری از آنها از بین می روند و یاخته مجبور به تولید آنزیم های جدید می شود. (دفع از یاخته یا اثر تجزیه ای آنزیم ها بر هم)



عوامل مؤثر بر فعالیت آنزیم ها

عوامل متعددی از جمله pH، دما، غلظت آنزیم و پیش ماده بر سرعت فعالیت آنزیم ها تأثیر می گذارند. **pH محیط:** pH بیشتر مایعات بدن بین ۶ و ۸ است؛ مثلاً pH خون حدود ۷/۴ است. البته pH بعضی بخش ها خارج از این محدوده هستند. یکی از این موارد، pH ترشحات معده است که حدود ۲ می باشد.

هر آنزیم در یک pH ویژه بهترین فعالیت را دارد که به آن pH بهینه می گویند؛ مثلاً pH بهینه پیسین حدود ۲ است در حالی که آنزیم هایی که از لوزالمعده به روده کوچک وارد می شوند pH بهینه حدود ۸ دارند. تغییر pH محیط با تأثیر بر پیوندهای 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.

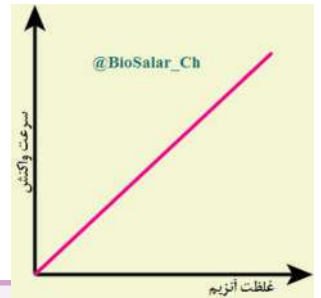
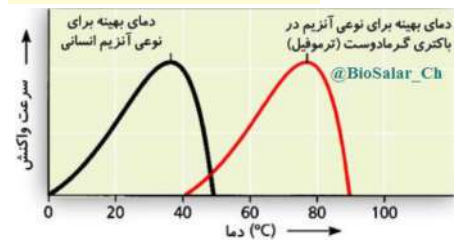
➔ **دما:** آنزیم های بدن انسان در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد بهترین فعالیت را دارند. این آنزیم ها در دمای بالاتر ممکن است شکل غیر طبیعی یا برگشت ناپذیر پیدا کنند و غیر فعال شوند. آنزیم هایی که در دمای پایین غیر فعال می شوند با برگشت دما به حالت طبیعی، می توانند به حالت فعال برگردند. فریز کردن

غلظت آنزیم و پیش ماده: مقدار بسیار کمی از آنزیم کافی است تا مقدار زیادی از پیش ماده را در واحد زمان به فرآورده تبدیل کند. اگر مقدار آنزیم زیادتر شود تولید فرآورده 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. توجه به اولین تصویر سمت راست همین صفحه ➔

بیشتر بدانید

باکتری های مقاوم به گرما

بعضی باکتری ها در چشمه های آب گرم زندگی می کنند. آنزیم های این باکتری ها در دمای حدود ۸۰ درجه سانتی گراد بیشترین فعالیت را دارند. دمای آنها هم درصد زیادی باز C و G دارد تا با سه پیوند هیدروژنی استحکام و ثبات بیشتری داشته باشد.



فعالیت ۲

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

الف- تب با (بالاتر از ۴۰ درجه) 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 و حتی 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.

التماس دعا

@BioSalar_CH

باسمه تعالی

شکل‌های تکمیلی ف-ا-گ-۳

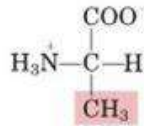
آمینواسیدها

Twenty standard Amino Acids

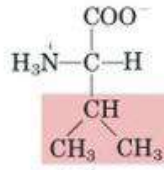
Nonpolar, aliphatic R groups



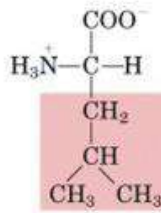
Glycine



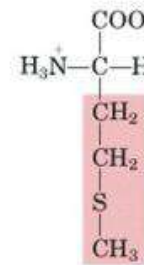
Alanine



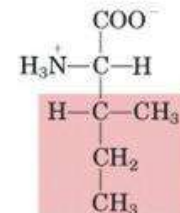
Valine



Leucine

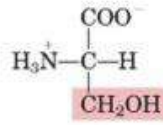


Methionine

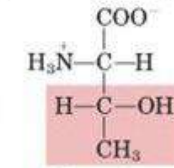


Isoleucine

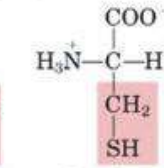
Polar, uncharged R groups



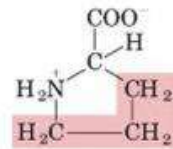
Serine



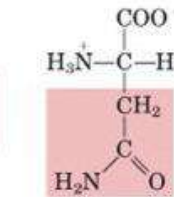
Threonine



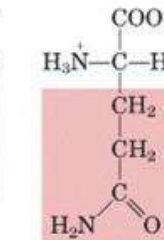
Cysteine



Proline

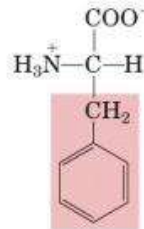


Asparagine

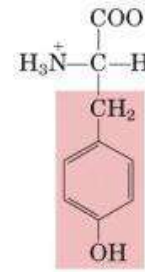


Glutamine

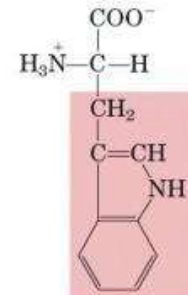
Aromatic R groups



Phenylalanine

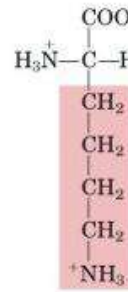


Tyrosine

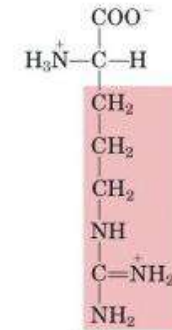


Tryptophan

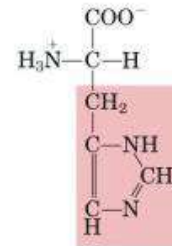
Positively charged R groups



Lysine

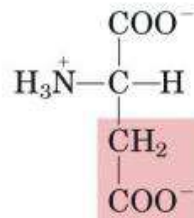


Arginine

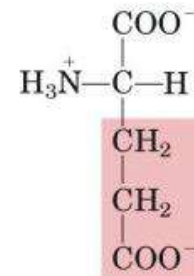


Histidine

Negatively charged R groups



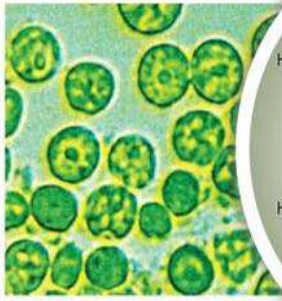
Aspartate



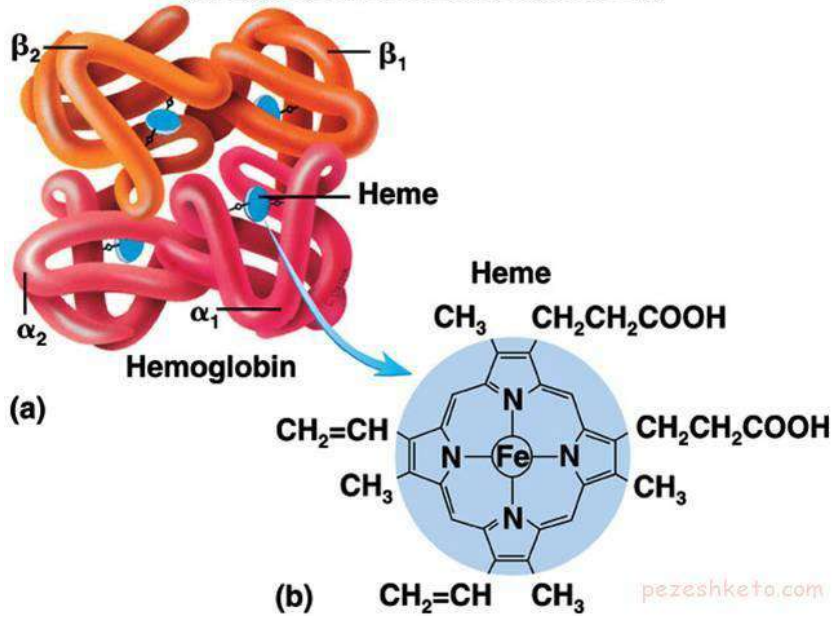
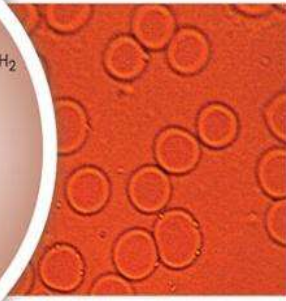
Glutamate

مقایسه ساختار هم و کلروفیل

PLANT BLOOD (CHLOROPHYLL)

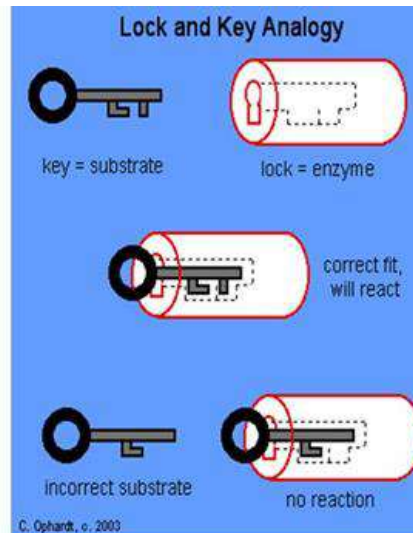
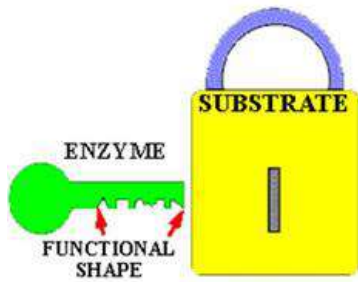


HUMAN BLOOD (HEMOGLOBIN)



مدل قفل و کلید برای فعالیت آنزیمها!!!

Lock and Key Model



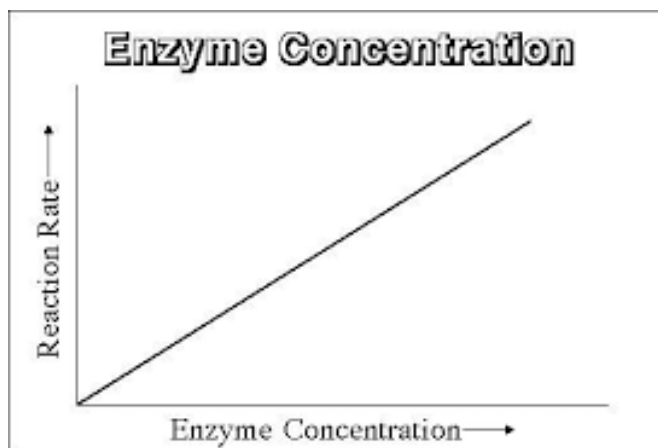
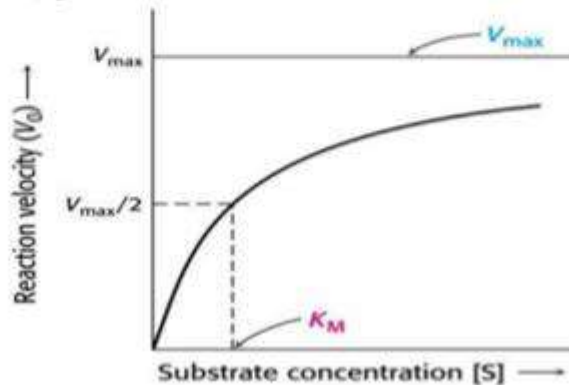
An exact fit between enzyme and substrate; The enzyme works with one specific substrate

@BioSalar_Ch

رابطه 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 سوبسترای که در آن، سرعت واکنش آنزیمی به نصف سرعت حداکثری می رسد و بیانی است از میل ترکیبی آنزیم به سوبسترایش.



الف- درست یا نادرست؟

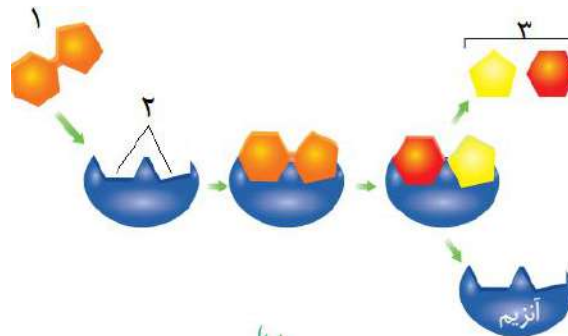
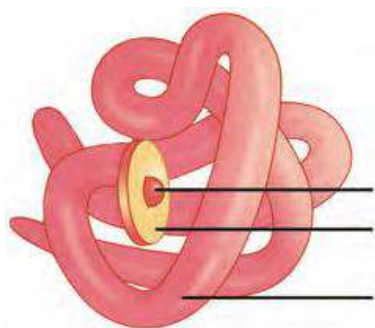
- ۱- هر آمینواسید می تواند در شکل دهی پروتئین مؤثر باشد زیرا گروه R در آمینو اسیدهای مختلف متفاوت است. ()
- ۲- پروتئین ها متنوع ترین گروه مولکول های زیستی از نظر ساختار شیمیایی و عملکردی هستند. ()
- ۳- پروتئین ها از یک یا چند زنجیره بلند و شاخه دار از پلی پپتیدها ساخته شده اند. ()
- ۴- آنزیم ها در همه واکنش های شیمیایی بدن جانداران شرکت می کنند و سرعت واکنش را زیاد می کنند. ()

ب- انتخابی و یا تکمیلی؟

- ۱- هموگلوبین از زنجیره پلی پپتیدی تشکیل شده است. زنجیره از نوع آلفا و زنجیره از نوع بتا است.
- ۲- در تشکیل ساختار اول پروتئین پیوند و برای تشکیل ساختار دوم پروتئین پیوند نقش دارند.
- ۳- با استفاده از تصاویر حاصل از اشعه X و روش های دیگر، محققین به ساختار (دوبعدی- سه بعدی) پروتئین ها پی می برند که در آن حتی جایگاه هر اتم را می توانند مشخص کنند. اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد (میوگلوبین- هموگلوبین) بود.
- ۴- در واکنش سنتز آبدی با (خروج- ورود) یک مولکول آب، یک آمینواسید با آمینواسید دیگر پیوند (اشتراکی- یونی) ایجاد می کند.

پ- پرسش تشریحی؟

- ۱- ساختار یک آمینواسید را رسم نموده و نام گذاری نمایید. در این ساختار کدام گروه در شکل دهی پروتئین ها مؤثر است؟
- ۲- بجز نقش آنزیمی، چهار نقش دیگر برای پروتئین ها در بدن بنویسید.
- ۳- ساختار سوم پروتئین ها چگونه شکل می گیرد؟
- ۴- کدام مواد بر فعالیت آنزیم ها مؤثرند؟ منظور از کوآنزیم چیست؟
- ۵- از آنزیم هایی که درون یاخته، برون یاخته و در سطح غشا فعالیت دارند، نمونه ای نام ببرید.
- ۶- منظور از انرژی فعال سازی چیست؟ آنزیم ها چگونه سرعت واکنش های یاخته ای را سرعت می بخشند؟
- ۷- اثر PH بر فعالیت آنزیم ها را با رسم نمودار توضیح دهید.
- ۸- نام گذاری شکل ها؟



جمع بندی فصل 1 با تشکر ویژه از تهیه کننده گرامی

گفتار اول: نوکلئیک اسید

آزمایش گریفیت: هدف: تولید واکسن آفلوآنزا

باکتری مورد آزمایش: استریتوکوکس نومونیا

نوع بیماری: ذات‌الریه

مراحل آزمایش:

(۱) تزریق باکتری زنده پوشینه‌دار به موش: موش مرد.

(۲) تزریق باکتری زنده فاقد پوشینه به موش: موش نمرد.

نتیجه: کپسول عامل بیماری است.

(۳) تزریق باکتری زنده پوشینه‌دار کشته‌شده یا گرما به موش: موش نمرد.

(۴) تزریق مخلوط باکتری پوشینه‌دار کشته‌شده و فاقد پوشینه زنده به موش: موش مرد.

نتیجه: ماده وراثتی می‌تواند از سلولی به سلول دیگر منتقل شود.

آزمایش ایوری و همکاران:

آزمایش اول: عصاره باکتری پوشینه‌دار بدون پروتئین (تخریب شده توسط پروتاز) در محیط باکتری بدون پیشینه

نتیجه: باکتری بدون پوشینه پوشینه‌دار شد.

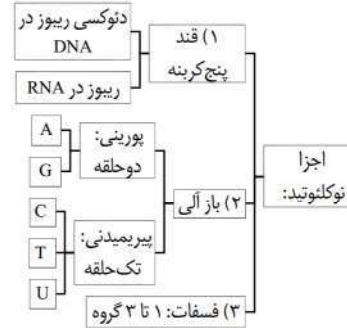
آزمایش دوم: جدا کردن مولکول‌های عصاره باکتری پوشینه‌دار توسط سانتریفیوژ و اضافه کردن آن در کنار هر مولکول باکتری بدون پوشینه

نتیجه: فقط در حضور DNA باکتری پوشینه‌دار نشد.

آزمایش سوم: عصاره‌ی باکتری پوشینه‌دار به چهار قسمت تقسیم شد و به هر قسمت آنزیم تخریب‌کننده یک نوع مولکول اضافه شد.

نتیجه: فقط در محیطی که DNA تخریب شد باکتری پوشینه‌دار نشد.

نوکلئوتیدها:



نکته: نوکلئوتیدها توسط پیوند فسفودی‌استر تبدیل به نوکلئیک‌اسید می‌شوند.

نکته: در سلول دو نوع نوکلئیک‌اسید رنا و دنا وجود دارد که در نوع قند ریبوز برای رنا و دئوکسی ریبوز برای دنا با هم متفاوت اند.



یافته چارکف:

مقدار تیمین با آرتین و مقدار سیتوزین با گوانین برابر است.

یافته ویلکینز و فرانکلین:

- ماریچی بودن DNA

- بیش از یک رشته بودن DNA

- ابعاد مولکول دنا

روش کار: تصویربرداری توسط پرتوی ایکس

واتسون و کریک:

- کار آن‌ها حاصل یافته‌های دانشمندان گذشته و اطلاعات خودشان بود.

نتیجه: ماریچ دورشته‌ای دنا

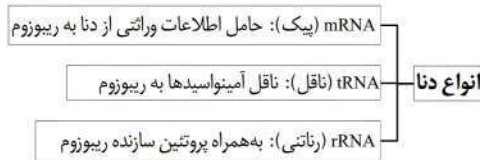


نتایج جفت شدن بازهای مکمل:

(۱) قطر مولکول دنا ثابت

(۲) دو رشته مولکول دنا یکسان نیستند، بلکه مکمل اند.

(۳) افزایش پایداری دنا در اثر تولید میلیون‌ها پیوند هیدروژن



ژن: بخشی از دنا که از روی آن انواع دنا و یا پلی‌پپتید تولید می‌شود.

- اطلاعات وراثتی در واحدهای ژن در مولکول دنا سازماندهی می‌شود.

ATP: نوکلئوتید آزاد برای انتقال انرژی در بدن و دارای قند ریبوز

NADH و FADH₂ و NADPH: دی‌نوکلئوتیدها آزاد در سلول برای انتقال الکترون‌ها در فرآیندهای تنفس سلولی و فتوسنتز

گفتار دوم: همانند سازی دنا



آزمایش مزلسون و اتسال:

آزمایش ابتدای: برای تولید یک مولکول دنا سنگین (N_{15}) باکتری طبیعی (N_{14}) را حداقل دو نسل در محیط دارای نوکلئوتید N_{15} قرار دادند.



آزمایش اصلی: باکتری N_{15} دار و دارای دنا سنگین را در محیط N_{14} دار قرار دادند.

نسل اول: سانتریفیوژ باعث ایجاد یک باند در وسط لوله می شود.

- همانندسازی باعث تولید دو مولکول دنا متوسط وزن می کند.

نسل دوم: سانتریفیوژ تولید دو باند متوسط (وسط لوله) و سبک (باند بالای لوله) کرد.

- همانندسازی باعث تولید چهار مولکول دنا، دو متوسط وزن و دو سبک وزن می کند.

نتیجه: همانندسازی نیمه حفاظتی است.

عوامل لازم برای همانندسازی:

(۱) مولکول دنا: هر دو رشته الگو هستند.

(۲) نوکلئوتیدهای سه فسفات که در زمان تشکیل پیوند دو گروه فسفات خود را از دست می دهند.

(۳) آنزیم ها

مراحل همانندسازی:

انواع آنزیم های دخیل در همانند سازی



۳) DNA پلی مراز: روبه روی هر نوکلئوتید، نوکلئوتید مکمل آن را در رشته جدید قرار می دهد و بین نوکلئوتیدهای پشت سر هم پیوند فسفودی استر تولید می کند.

دوراهی همانندسازی:

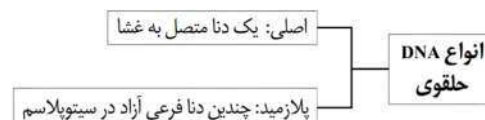
- ساختار Y شکل

- در هر حباب دو دوراهی همانندسازی

- در هر دوراهی یک هلیکاز و دو DNA پلی مراز در حال فعالیت اند.



همانندسازی در پروکاریوت ها:



- اغلب یک جایگاه آغاز همانندسازی

- همانندسازی دو جهته

- یک حباب همانندسازی و دو دوراهی همانندسازی

نکته: همانندسازی DNA های حلقوی میتوکندری و کلروپلاست نیز به همین صورت است.

همانندسازی در یوکاریوت ها:

به دو دلیل پیچیده تر از باکتری هاست:

۱- مقدار زیاد دنا

۲- داشتن چندین کروموزوم خیلی بزرگ

- دارای چندین نقاط همانندسازی که تعداد آن به سرعت تقسیم سلول وابسته است.

نکته: تعداد نقاط همانندسازی در مورلا و بلاستولا زیاد و در مراحل بعدی جنینی کمتر است.

گفتار سوم: پروتئین ها

- ساختار و عمل یک پروتئین وابسته به نوع، ترتیب و تعداد آمینواسیدهاست.

- هر آمینواسید دارای چهار عامل متصل به کربن است.

- سه عامل آمین، کربوکسیل و هیدروژن ثابت

- عامل R در هر نوع آمینواسید متفاوت (ماهیت هر آمینواسید)

- آمینواسیدها توسط پیوند پپتیدی (یک واکنش سنتز آب دهی) به هم متصل شده و رشته پلی پپتیدی می سازند.

- عمل هر پروتئین به شکل فضای آن وابسته هست.

انواع ساختار پروتئین ها:

مثال	تعداد رشته	نوع پیوند	شکل	
ساختار اول	یک	پپتیدی	رشته ای	همه رشته ها
ساختار دوم	یک	هیدروژنی، پپتیدی، یا	مارپیچی یا صفحه ای	منافذ غشا، تک رشته هموگلوبین
ساختار سوم	یک	هیدروژنی، پپتیدی، یونی، دی سولفید	سه بعدی، کروی	میوگلوبین، کلاژن
ساختار چهارم	چندین	هیدروژنی، پپتیدی، یونی، دی سولفید	کروی، میله ای	هموگلوبین، انسولین

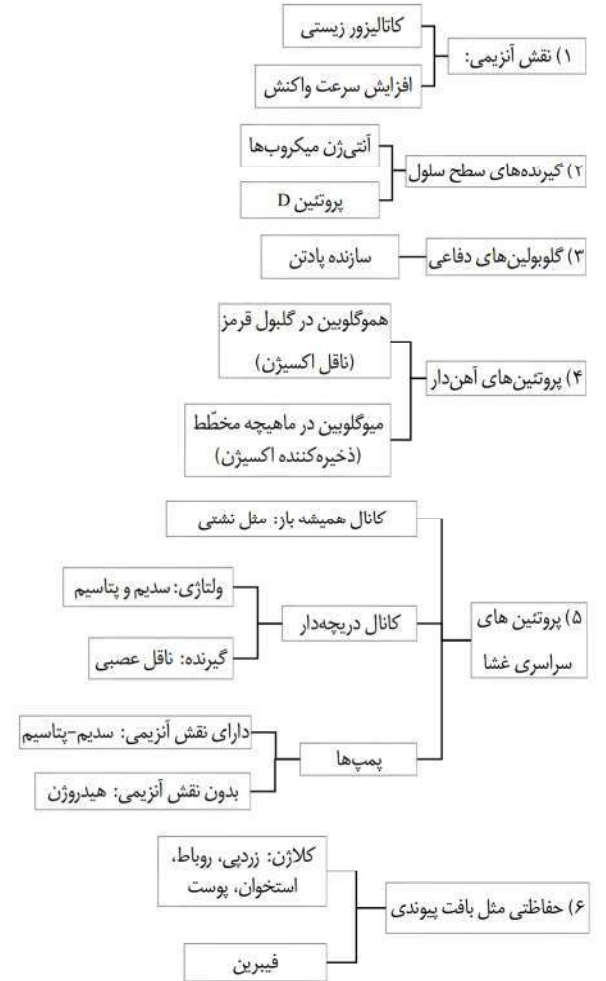
نکته: در ساختار اول تغییر هر آمینواسید باعث تغییر این ساختار می شود چون این ساختار به تعداد، نوع، ترتیب و تکرار آمینواسیدها وابسته هست.

نکته: ساختار دوم حاصل پیچ خوردگی رشته پلی پپتید و تشکیل پیوند هیدروژنی بین برخی از آمینواسیدها

نکته: ساختار سوم حاصل پیچ خوردگی بیش تر و تشکیل پیوند های آب گریز در اثر نزدیکی عوامل R به هم

نکته: تثبیت ساختار سوم در اثر تشکیل پیوندهای هیدروژنی، یونی و کووالانسی بیش تر

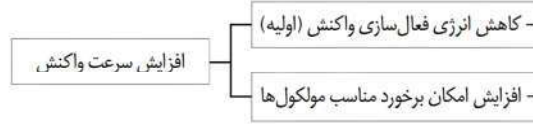
نقش پروتئین ها



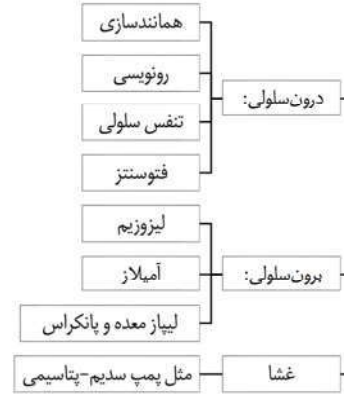
(7) پروتئین های انتقباضی مثل اکتین و میوزین

(8) برخی از هورمون ها مثل اکسی توسین و انسولین

آنزیم ها:



انواع آنزیم ها:



- جایگاه فعال: محل انجام واکنش ها در آنزیمی

- پیش ماده: مولکولی که در جایگاه فعال قرار می گیرد.

- فرآورده: مولکول حاصل از فعالیت آنزیم که از جایگاه فعال خارج می شود.



- مولکول های مهارکننده آنزیم مثل سیانید و آرسنیک

- آنزیم ها واکنش ها را انجام می دهند، اما خود در آن مصرف نمی شوند پس نیازی به تولید فراوان آن نیست.



عوامل مؤثر بر آنزیم:



۲) PH: هر آنزیمی PH بهینه دارد.

۱- اسیدی: پیسین

۲- قلیایی: آنزیم های لوزالمعده

۳- خنثی: آنزیم های خون

۳) غلظت آنزیم: به صورت نامحدود باعث افزایش سرعت واکنش

۴) پیش ماده: افزایش آن به صورت محدود می تواند باعث افزایش سرعت واکنش شد