

فصل ۱ — مولکول های اطلاعاتی

یکی از پرسش هایی 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، پژوهش ها و آزمایش های زیادی انجام شد که در حال حاضر هم ادامه دارد.

نوکلئیک اسیدها

هر یک 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 تولیدمثل 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 (کروموزوم ها) در هسته قرار دارند و در ساختار آن ها دنا (DNA) 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؟

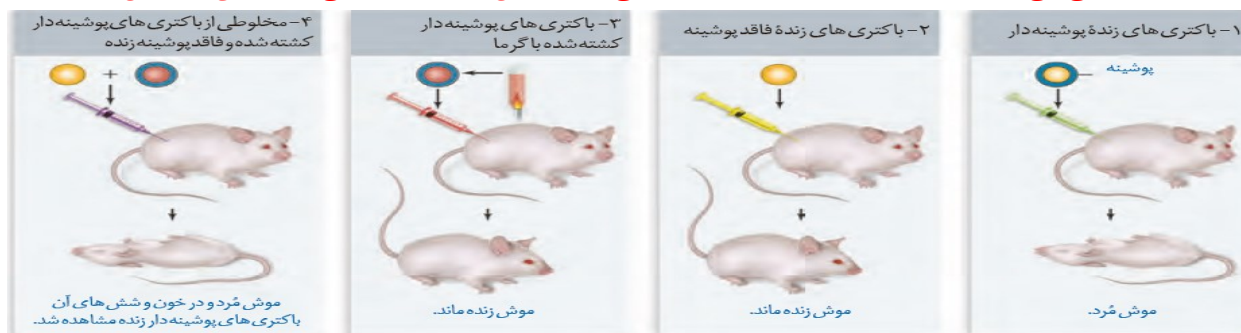
اطلاعات اولیه در مورد ماده وراثتی از فعالیت ها و آزمایش های **باکتری شناسی انگلیسی به نام گریفیت** به دست آمد. او سعی داشت واکسنی برای آنفلوانزا تولید کند. در آن زمان تصور می شد عامل این بیماری، نوعی باکتری به نام استرپتوکوکوس



نومونیا است. گریفیت با دو نوع از این باکتری، آزمایش هایی را روی موش ها انجام داد. نوع بیماری زای آن که پوشینه دار (کپسول پلی ساکارییدی) است در موش ها سبب سینه پهلوی می شود ولی نوع بدون پوشینه آن موش ها را بیمار نمی کند.

گریفیت مشاهده کرد تزریق باکتری های پوشینه دار به موش باعث بروز علائم بیماری و مرگ در آنها می شود؛ در حالی که تزریق باکتری های بدون پوشینه به موش های مشابه، باعث بروز علائم

بیماری نمی شود. او در آزمایش دیگری باکتری های پوشینه دار کشته شده با گرما را به موش ها تزریق و مشاهده کرد که موش ها سالم ماندند. گریفیت نتیجه گرفت وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش ها نیست. سپس مخلوطی از باکتری های پوشینه دار کشته شده با گرما و زنده بدون پوشینه را به موش ها تزریق کرد: برخلاف انتظار، موش ها مردند! او در بررسی خون و شش های موش های مرده، تعداد زیادی باکتری های پوشینه دار زنده مشاهده کرد. مسلماً باکتری های مرده، زنده نشده اند بلکه تعدادی از باکتری های بدون پوشینه به نحوی تغییر کرده و پوشینه دار شده اند. از نتایج این آزمایش ها مشخص شد که ماده وراثتی می تواند به یاخته دیگری منتقل شود ولی ماهیت این ماده و چگونگی انتقال آن مشخص نشد.



اطلاعات اولیه در مورد ماده وراثتی از فعالیت ها و آزمایش های **باکتری شناسی انگلیسی به نام گریفیت** به دست آمد.

هدف: تولید واکسن برای آنفلوآنزا

حدس اولیه: عامل آنفلوآنزا، نوعی باکتری به نام استرپتوکوکوس نومونیا است.

آزمایشات:

(۱) باکتری پوشینه دار (کپسول پلی ساکاریدی) —————> موش —————> ایجاد سینه پهلوی و مرگ!

(۲) باکتری بدون پوشینه —————> موش —————> عدم بروز علائم بیماری و زنده!

(۳) باکتری پوشینه دار کشته شده با گرما —————> موش —————> عدم بروز علائم بیماری و زنده!

هدف: بررسی بیماری زایی پوشینه

نتیجه: وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش ها نیست.

(۴) مخلوط باکتری های پوشینه دار کشته شده با گرما + باکتری های بدون پوشینه زنده —————> موش —————> مرگ!

علت: در بررسی خون و شش های موش های مرده، تعداد زیادی باکتری های پوشینه دار زنده مشاهده کرد. که این یعنی تعدادی از باکتری های برون پوشینه از عصاره سلولی باکتری های پوشینه دار کشته شده، با دریافت عامل انتقال صفت پوشینه **دار شدن**، به نوعی تغییر کرده و پوشینه دار شده اند.

نتیجه: از نتایج این آزمایش ها مشخص شد که ماده وراثتی می تواند به یافته دیگری منتقل شود ولی ماهیت این ماده و پلوانگی انتقال آن مشخص نشد.

عامل اصلی انتقال صفات وراثتی، مولکول دنا است

عامل مؤثر در انتقال این صفت (پوشینه دار شدن) تا حدود ۱۶ سال بعد از گریفیت همچنان ناشناخته ماند. تا اینکه نتایج کارهای دانشمندی به نام **ایوری و همکارانش** عامل مؤثر در آن را مشخص کرد. آنها **ابتدا** از عصاره استخراج شده از باکتری های کشته شده پوشینه دار استفاده کردند و در آن تمامی پروتئین های موجود را تخریب کردند. آنها سپس باقی مانده محلول را به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه اضافه کردند و دیدند که انتقال صفت صورت می گیرد؛ پس می توان نتیجه گرفت که پروتئین ها ماده وراثتی نیستند.

در آزمایش دیگری عصاره استخراج شده از باکتری های کشته شده پوشینه دار را در یک گریزانه (سانتریفیوژ) با سرعت بالا قرار دادند و مواد آن را به صورت لایه لایه جدا کردند. با اضافه کردن هریک از لایه ها به صورت **جدداگانه** به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه مشاهده کردند که انتقال صفت **فقط** با لایه ای که در آن دنا وجود دارد انجام می شود. نتایج این آزمایش ها، ایوری و همکارانش را به این نتیجه رساند که عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات، دنا است. به عبارت ساده تر، دنا همان ماده وراثتی است. با این حال نتایج به دست آمده مورد قبول عده ای قرار نگرفت؛ چون در آن زمان بسیاری از دانشمندان بر این باور بودند که پروتئین ها ماده وراثتی هستند.

در آزمایش های دیگری عصاره باکتری های پوشینه دار را استخراج و آن را به **چهار قسمت** تقسیم کردند. به هر قسمت، آنزیم تخریب کننده یک گروه از مواد آلی (کربوهیدرات ها، پروتئین ها، لیپیدها و 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 همه ظروف انتقال صورت می گیرد **به جز** ظرفی که حاوی آنزیم تخریب کننده دنا است.

تذکره قبل از گریفیت و ایوری

ایوری و همکاران

هدف: کشف عامل مؤثر در انتقال صفت پوشینه دار شدن هرود ۱۶ سال بعد از گریفیت

حدس اولیه: پروتئین ها ماده وراثتی می باشند.

روش:

آزمایش اول: (عصاره سلولی باکتری پوشینه دار کشته شده + پروتئاز) + باکتری فاقد پوشینه زنده ← انتقال صفت صورت

آزمایش دوم:

لایه های فاقد DNA حاصل از سانتریفیوژ پوشینه دار کشته شده جداگانه + باکتری فاقد پوشینه زنده ← انتقال صفت صورت

یک لایه دارای DNA حاصل از سانتریفیوژ پوشینه دار کشته شده + باکتری فاقد پوشینه زنده ← انتقال صفت صورت

نتایج این آزمایش ها، ایوری و همکارانش را به این نتیجه رساند که عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات، دنا است. به عبارت ساده تر، دنا همان ماده وراثتی است.

آزمایش سوم:

کربوهیدراتاز {
 باکتری فاقد پوشینه زنده + عصاره سلولی باکتری پوشینه دار کشته شده + پروتئاز
 لیپاز
 نوکلئاز } انتقال صفت صورت
 انتقال صفت صورت

۱- چند مورد از موارد زیر در رابطه با نتایج آزمایشات فردریک گریفیت صحیح می باشد؟

- باکتری ها می توانند با دریافت ماده ژنتیک از محیط خارج در خصوصیات ظاهری خود تغییراتی ایجاد کنند.
- DNA می تواند از عصاره سلولی باکتری کشته شده کپسول دار به باکتری بدون کپسول زنده انتقال یابد.
- پوشینه باکتری استرپتوکوکوس نومونیا در ایجاد بیماری و مرگ موش ها نقشی ندارد.
- با تزریق باکتری های بدون پوشینه زنده به موش ها نتیجه گرفت وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش ها نیست.
- در مخلوط باکتری های پوشینه دار کشته شده و بدون پوشینه زنده، همه باکتری های زنده پوشینه دار شدند.
- تزریق مخلوط باکتری بدون پوشینه زنده و پوشینه باکتری پوشینه دار، سبب مرگ موش ها می شود.
- باکتری های بدون پوشینه زنده با دریافت ژن پوشینه، خصوصیات ظاهری خود را تغییر دادند.

۲- چند مورد از موارد زیر در رابطه با آزمایشات ایوری و همکاران آن صحیح می باشد؟

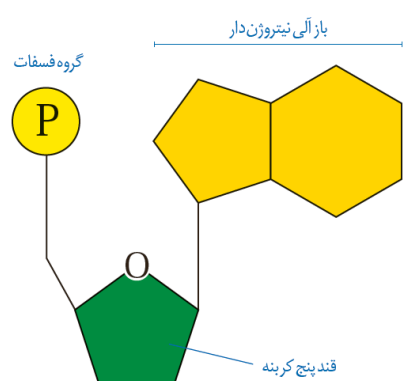
- در هر یک از لایه های حاصل از سانتریفیوژ به جز یکی از لایه ها، مولکول دنا وجود داشت.
- با افزودن پروتئاز به عصاره سلولی باکتری بدون پوشینه نتیجه گرفتند، پروتئین ها ماده وراثتی نیستند.
- فقط در یکی از چهار قسمت پس از افزودن آنزیم تخریب کننده، انتقال صفت صورت گرفت.
- ایوری و همکاران آن ۱۶ سال بعد از گریفیت ساختار شیمیایی مولکول دنا را کشف کردند.
- با افزودن یکی از لایه های حاصل از سانتریفیوژ به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه، انتقال صفت صورت گرفت.
- در هر یک از چهار قسمت پس از افزودن آنزیم تخریب کننده به جز یکی از آنها، مولکول دنا وجود داشت.

۳- چند مورد از موارد زیر صحیح می باشد؟

- تزریق مخلوط باکتری پوشینه دار زنده و آنزیم های تخریب کننده کربوهیدرات ها، سبب مرگ موش می شود.
- عامل بیماری آنفلوآنزا، باکتری استرپتوکوکوس نومونیا می باشد.
- از نتایج آزمایش های ایوری و همکاران ماهیت ماده وراثتی و چگونگی انتقال آن مشخص شد.
- نتایج آزمایشات افزودن آنزیم های تخریب کننده، ایوری را به این نتیجه رساند که عامل اصلی در انتقال صفات، دنا است.
- پس از افزودن عصاره باکتری های پوشینه دار به محیط کشت حاوی باکتری بدون پوشینه، بلافاصله انتقال صفت صورت می گرفت.

ساختار نوکلئیک اسید

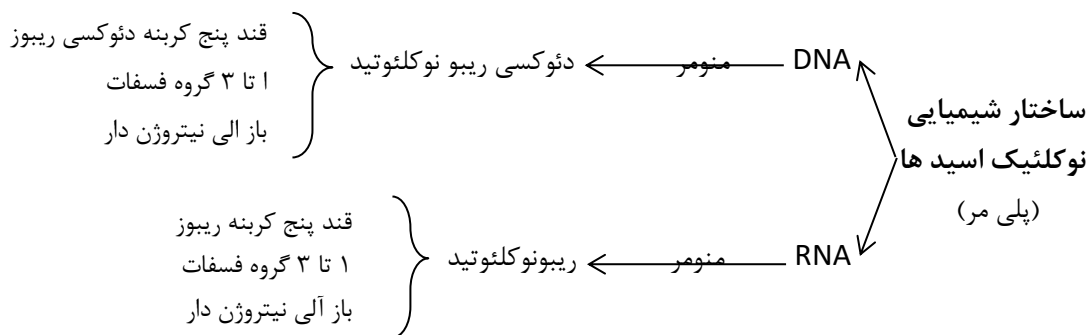
نوکلئیک اسیدها که شامل دئوکسی ریبونوکلئیک اسید(دنا) و ریبونوکلئیک اسید(رنا) هستند، همگی بسپارهایی



(پلیمرهایی) از واحدهای تکرارشونده به نام نوکلئوتید هستند. هر نوکلئوتید شامل سه بخش است: یک قند پنج کربنه، یک باز آلی نیتروژن دار و یک تا سه گروه فسفات.

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. **نوکلئوتیدها یا حلقه آلی دارند.**

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. نوکلئوتیدها از نظر نوع قند، نوع باز آلی و تعداد گروه های فسفات با یکدیگر تفاوت دارند.



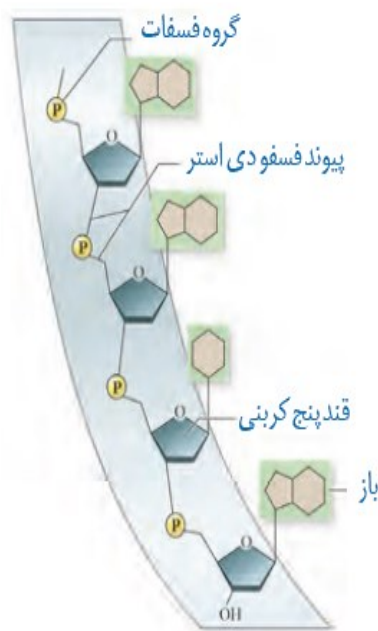
بازهای آلی نیتروژن دار
پورین:
پیریمیدین:

صرفا برای درک بهتر!!

- به طور کلی چند نوع نوکلئوتید در سلول قابل تصور است ؟

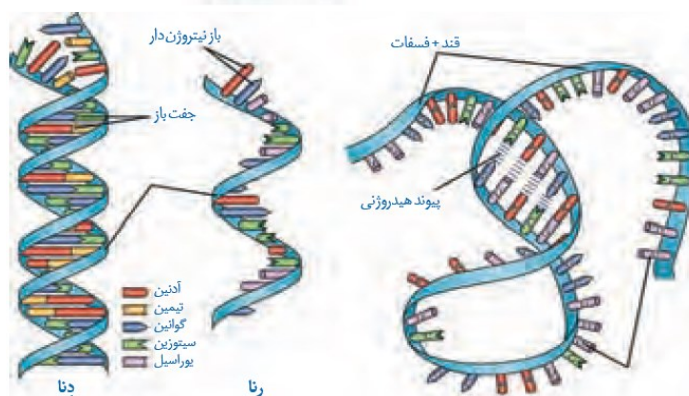
- به طور کلی چند نوع نوکلئوتید با باز آلی پورین و دو فسفات قابل تصور است ؟

- به طور کلی چند نوع نوکلئوتید با باز آلی پیریمیدین و سه فسفات قابل تصور است ؟



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. 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. بنابراین مولکول های دنا از دو رشته پلی نوکلئوتید و مولکول های رنا از یک رشته پلی نوکلئوتید تشکیل می شوند.

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 دنا در باکتری ها (مثل راکیزه و سبزیسه) 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.



دو انتهای رشته های پلی پپتیدی
 دو انتهای رشته های پلی ساکاریدی
 و دو انتهای رشته های پلی نوکلئیدی خطی
 می باشد.

صرفا برای درک بهتر!!

در یک مولکول DNA خطی - DNA حلقوی - RNA با n نوکلئوتید به ترتیب چند پیوند فسفو دی استر و چند پیوند قند فسفات و چند پیوند قند باز وجود دارد؟

تعداد نوکلئوتید	پیوند فسفو دی استر	پیوند قند فسفات	پیوند قند باز
n			
n			
n			

تلاش برای کشف ساختار مولکولی دنا

در ابتدا تصور می شد که چهار نوع نوکلئوتید موجود در دنا به نسبت مساوی در سراسر مولکول توزیع شده اند. بر این اساس دانشمندان انتظار داشتند که مقدار ۴ نوع باز آلی در تمامی مولکول های دنا از هر جاننداری 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 می کند. تحقیقات بعدی دانشمندان دلیل این برابری نوکلئوتیدها را مشخص کرد.

$$\frac{A+C}{G+T} = \frac{T+C}{A+G} \longleftarrow = A + G = T + C \longleftarrow C = G, A = T \longleftarrow \text{چارگاف}$$

صرفا برای درک بهتر!!

در یک مولکول DNA با ۲۰۰ نوکلئوتید تعداد بازهای آدنین سه برابر تعداد بازهای سیتوزین می باشد. معین کنید در این مولکول تعداد بازهای گوانین چقدر است؟

در یک مولکول DNA با ۳۰۰ نوکلئوتید تعداد بازهای آدنین ۲۰ تا بیشتر از تعداد بازهای گوانین است. معین کنید در این مولکول تعداد بازهای تیمین چقدر است؟

استفاده از پرتو ایکس برای تهیه تصویر از دنا



ویلکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس از مولکول های دنا تصاویری تهیه کردند. با بررسی این تصاویر در مورد ساختار دنا نتایجی را به دست آوردند از جمله اینکه دنا حالت مارپیچی و بیش از یک رشته دارد. البته با استفاده از این روش ابعاد مولکول ها را نیز تشخیص دادند. یکی از راه های پی بردن به شکل پروتئین ها نیز استفاده از پرتوهای ایکس است.

مدل مولکولی دنا

واتسون و کریک با استفاده از نتایج آزمایش های چارگاف و داده های حاصل از تصاویر تهیه شده با پرتو ایکس و با استفاده از یافته های فور، 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.

نکات کلیدی مدل واتسون و کریک

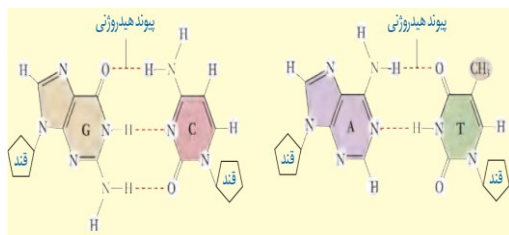
هر مولکول دنا در حقیقت از دو رشته پلی نوکلئوتیدی ساخته شده است که به دور محوری فرضی پیچیده شده و ساختار مارپیچ دو رشته ای را ایجاد می کند. این مارپیچ اغلب با یک نردبان پیچ خورده مقایسه می شود.



ستون های این نردبان را قند و فسفات و پله ها را بازهای آلی تشکیل می دهند. **بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور پیوند فسفودی استر و بین بازهای روبه روی هم پیوند هیدروژنی برقرار است.**

پیوندهای هیدروژنی بین بازها، دو رشته دنا را در مقابل هم نگه می دارد. این پیوندها بین جفت بازها به صورت اختصاصی تشکیل می شوند. آدنین (A) با تیمین (T) روبه روی هم قرار می گیرند و گوانین (G) با سیتوزین (C) جفت می شوند. به این جفت بازها بازهای مکمل می گویند. بین C و G نسبت به A و T پیوند هیدروژنی بیشتری تشکیل می شود. مکمل بودن بازهای آلی نتایج آزمایش های چارگاف را نیز تأیید می کند.

قرارگیری جفت بازها به این شکل باعث می شود که قطر مولکول دنا در سراسر آن یکسان باشد؛ زیرا یک باز تک حلقه ای در مقابل یک باز دو حلقه ای قرار می گیرد و باعث پایداری مولکول دنا می شود. **قطر مولکول دنا حلقه نیتروژنی و حلقه آلی می باشد.** نتیجه دیگر جفت شدن بازهای مکمل این است که اگرچه دو رشته یک مولکول دنا یکسان نیستند، ولی شناسایی ترتیب نوکلئوتیدهای هر کدام می تواند 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 میلیون ها نوکلئوتید و برقراری پیوند هیدروژنی بین آنها به مولکول دنا حالت پایداری می دهد. در عین حال، دو رشته دنا در موقع نیاز هم می توانند در بعضی از نقاط از هم جدا شوند، بدون اینکه پایداری آنها به هم بخورد.

رنا	دنا حلقوی	دنا خطی	
			تعداد پیوند فسفو دی استر
			تعداد پیوند قند فسفات
			تعداد پیوند قند باز
			تعداد باز های پورینی
			تعداد حلقه های نیتروژنی
			تعداد کل حلقه ها
			تعداد گروه های فسفات

در بخشی از یک پلازمید با ۳۰۰ حلقه آلی، چند پیوند قند- فسفات وجود دارد؟

۴- چند مورد از موارد زیر صحیح می باشد؟

- ویلکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس ابعاد مولکول ها را تشخیص دادند.
- گریفیت با آزمایش بر روی دو نوع باکتری، ماهیت ماده وراثتی را مشخص کرد.
- ویلکینز و فرانکلین نشان دادند که دنا ساختار مارپیچی و چند رشته ای دارد.
- چارگاف نشان داد در مولکول های دنا، آدنین با تیمین و سیتوزین با گوانین رابطه مکملی دارد.
- گریفیت نشان داد که خصوصیات یک باکتری به باکتری دیگر قابل انتقال است.
- ساختار مولکولی دنا توسط واتسون و کریک و ساختار شیمیایی دنا به کمک ایوری و همکاران کشف شد.

۵- چند مورد از موارد زیر در رابطه با ساختار هر مولکول دنا صحیح می باشد؟

- در هر یک از رشته های پلی نوکلئوتیدی دنا، تعداد بازهای پورینی با بازهای پیریمیدینی برابر است.
- مولکول های دنا بی که بازهای سیتوزین بیشتری دارند، پایداری بیشتری دارند.
- قطر یکسان مولکول دنا و انرژی زیاد هر پیوند هیدروژنی، سبب پایداری آن می شود.
- هر یک از فسفات ها با اتصال به هیدروکسیل قند در تشکیل پیوندهای فسفو دی استر شرکت می کنند.
- دو رشته دنا می توانند در بعضی از نقاط از هم جدا شوند، بدون اینکه پایداری آنها به هم بخورد.
- نوکلئوتیدهای مقابل از طریق بازها و نوکلئوتیدهای مجاور از طریق قندها به یکدیگر متصل اند.

رنا و انواع آن

گفتیم که نوع دیگری از نوکلئیک اسیدها، رنا است. مولکول رنا تک رشته ای است و از روی بخشی از یکی از رشته های دنا ساخته می شود. رناها نقش های متعددی دارند که به بعضی از آنها اشاره می کنیم:

رنای پیک (mRNA): اطلاعات را از دنا به رناتن ها می رساند. رناتن با استفاده از اطلاعات رنای پیک، پروتئین سازی می کند که در فصل بعد با آن آشنا خواهید شد.

رنای ناقل (tRNA): آمینواسیدها را برای استفاده در پروتئین سازی به سمت رناتن ها می برد.

رنای رناتی (rRNA): در ساختار رناتن ها علاوه بر پروتئین، رنای رناتی نیز شرکت دارد.

رنای کوچک (sRNA): بعضی از آنها با اتصال به رنای پیک مکمل خود، در تنظیم بیان ژن نقش دارند.

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

۶- کدام گزینه عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟ ((مولکول RNA مولکول DNA ،.....))

(۱) برخلاف — نمی تواند دارای پیوندهای هیدروژنی بین جفت بازها باشد.

(۲) همانند — تعداد بازهای پورینی و پیریمیدینی برابری در هر مولکول دارد.

(۳) برخلاف — در ساختار راکیزه و سبز دیسه و رناتن ها یافت می شود.

(۴) همانند — دارای نقش های آنزیمی و تنظیم بیان ژنی می باشد.

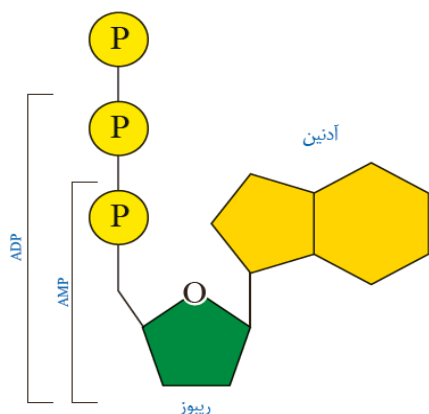
ژن چیست؟

طبق آزمایش های ایوری و همکارانش، اطلاعات وراثتی در دنا قرار دارد و از نسلی به نسل دیگر منتقل می شوند. این اطلاعات در واحدهایی به نام ژن سازماندهی شده اند. **ژن بخشی از مولکول دنا است که بیان آن می تواند به تولید رنا یا پلی پپتید بینجامد.** اینکه رنا چگونه دستورالعمل های دنا را اجرا می کند، در فصل های آینده با آن آشنا خواهید شد.

دخالت نوکلئوتیدها در واکنش های سوخت و سازی

نوکلئوتیدها علاوه بر شرکت در ساختار دنا و رنا نقش های 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 فعالیت های مختلف از آن استفاده می کند. همچنین نوکلئوتیدها در ساختار مولکول هایی وارد می شوند که در فرایندهای فتوسنتز و تنفس یاخته ای نقش

حامل الکترن را بر عهده دارند. با این مولکول ها در فصل های آینده آشنا خواهید شد. (.....)



۷- کدام یک در رابطه با مولکول ATP صحیح می باشد؟

(۱) ریبونوکلئوتید آدنین داری بوده که سه فسفات به آن اضافه شده است.

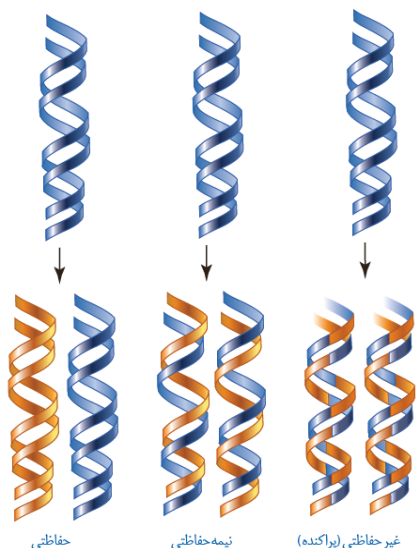
(۲) دارای سه پیوند پر انرژی بین فسفات های خود می باشد.

(۳) دارای باز دو حلقه ای بوده که حلقه کوچک آن به قند آن متصل است.

(۴) مولکول آدنوزینی بوده که دو فسفات به آن اضافه شده است.

هماندسازی دنا

با توجه به اینکه دنا به عنوان ماده وراثتی، حاوی اطلاعات یاخته است، این پرسش مطرح می شود که هنگام تقسیم یاخته، این اطلاعات، چگونه بدون کم و کاست به دو یاخته حاصل از تقسیم می رسند؟ این کار با همانندسازی دنا انجام می شود. به ساخته شدن مولکول دنا جدید از روی دنا قدیمی همانند سازی می گویند. با توجه به مدل واتسون و کریک و وجود رابطه مکملی بین بازها تا حد زیادی همانندسازی دنا قابل توضیح است؛ گرچه طرح های مختلفی برای همانندسازی دنا پیشنهاد شده بود.



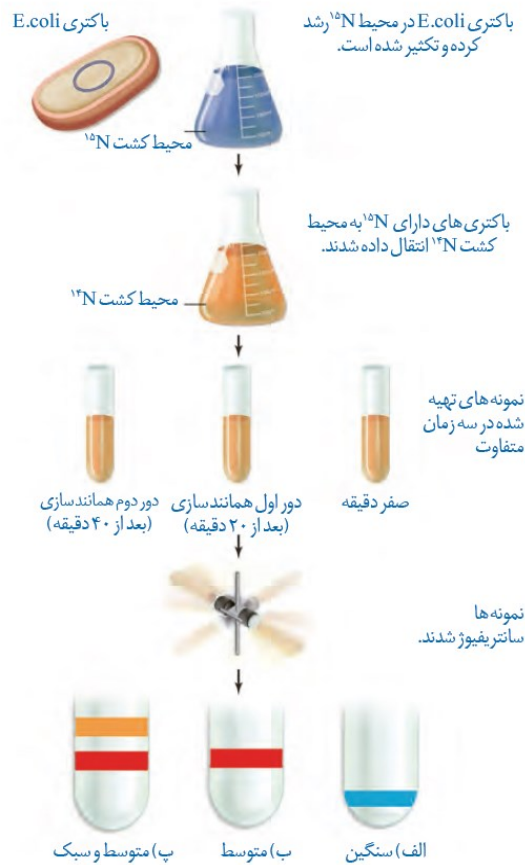
- ۱- **هماندسازی حفاظتی:** در این طرح هر دو رشته دنا قبلی (اولیه) به صورت دست نخورده باقی مانده، وارد یکی از یاخته های حاصل از تقسیم می شوند، دو رشته دنا جدید هم وارد یاخته دیگر می شوند. چون دنا اولیه به صورت دست نخورده در یکی از یاخته ها حفظ شده است به آن همانندسازی حفاظتی می گویند.
- ۲- **هماندسازی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

۸- بر اساس طرح همانندسازی، در مولکول های DNA حاصله

- ۱) نیمه حفاظتی - در هر مولکول نیمی از نوکلئوتیدهای هر رشته قدیمی و نیمی جدید می باشند.
 - ۲) حفاظتی - در هر مولکول در هر رشته فقط نوکلئوتیدهای قدیمی قرار گرفته اند.
 - ۳) غیر حفاظتی - در هر مولکول نیمی از نوکلئوتیدها قدیمی و نیمی جدید می باشند.
 - ۴) نیمه حفاظتی - یک مولکول دارای نوکلئوتیدهای قدیمی و یک مولکول دارای نوکلئوتیدهای جدید می باشند.
- ۹- چند مورد در رابطه با طرح های مختلف پیشنهادی برای همانند سازی به طور صحیح مطرح شده است؟
- در طرح نیمه حفاظتی برخلاف حفاظتی، ممکن است پیوند های هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای قدیمی شکسته شود.
 - در طرح غیر حفاظتی برخلاف نیمه حفاظتی، ممکن است پیوند های فسفودی استر بین نوکلئوتیدهای قدیمی شکسته شود.
 - در طرح نیمه حفاظتی برخلاف حفاظتی، ممکن است بین نوکلئوتیدهای قدیمی و جدید پیوند های هیدروژنی تشکیل شود.
 - در طرح غیر حفاظتی برخلاف نیمه حفاظتی، ممکن است بین نوکلئوتیدهای قدیمی و جدید پیوند های فسفودی استر تشکیل شود.

۱۰- در مولکول DNA حاصل از همانندسازی ، برخلاف ، ممکن است

- ۱) حفاظتی - غیرحفاظتی - نوکلئوتیدها در یک رشته قدیمی و در رشته دیگر جدید باشند.
- ۲) نیمه حفاظتی - حفاظتی - تمام نوکلئوتیدهای هر رشته جدید باشند.
- ۳) غیرحفاظتی - نیمه حفاظتی - نیمی از نوکلئوتیدها قدیمی و نیمی جدید باشند.
- ۴) حفاظتی - نیمه حفاظتی - نوکلئوتیدهای قدیمی وجود نداشته باشد.



کدام طرح مورد تأیید قرار گرفته است؟

مزلسون و استال 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 دناى نوساز را از رشته های قدیمی تشخیص دهند. آنها با این هدف دنا را با استفاده از نوکلئوتیدهایی که ایزوتوپ سنگین نیتروژن (^{15}N) دارند، نشان گذاری کردند.

دناهایی که با ^{15}N ساخته می شوند نسبت به دناى معمولی که در نوکلئوتیدهای خود ^{14}N دارد چگالی بیشتری دارند. بنابراین، بوسیله گریزانه 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 دناى باکتری شرکت می کنند، وارد شدند. پس از چندین مرحله رشد و تکثیر در این محیط، باکتری هایی تولید شدند که دناى 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، دناى باکتری را استخراج و در شیبی از محلول سزیم کلرید با غلظت های متفاوت و در سرعتی بسیار بالا گریز دادند، در نتیجه مواد براساس چگالی در بخش های متفاوتی از محلول در لوله قرار گرفتند. مراحل آزمایش مزلسون و استال و نتایج آن را در شکل می بینید. همان طور که مشاهده می کنید نتایج این آزمایش نشان داد که همانندسازی دنا، نیمه حفاظتی است.

آزمایش های مزلسون و استال و نتایج به دست آمده:

- الف) دناى باکتری های اولیه پس از گریز دادن، یک نوار در انتهای لوله تشکیل دارند چون هر دو رشته دناى آنها ^{15}N و چگالی سنگینی داشت.
- ب) دناى باکتری های حاصل از دور اول همانندسازی در محیط کشت حاوی ^{14}N (بعد از ۲۰ دقیقه) پس از گریز دادن، نواى در میانه لوله تشکیل دارند. پس دناى آنها چگالی متوسط داشت.
- پ) دناى 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 دارند. پس نیمی از آنها چگالی متوسط و نیمی چگالی سبک داشتند.

۱۱- چند مورد از موارد زیر در رابطه با آزمایشات مزلسون و استال صحیح می باشد؟

- آنها ابتدا باکتری های ا.کلای اولیه را در محیط کشت دارای ^{14}N کشت دادند.
- DNA باکتری ها را در محلول سزیم کلرید با شیبی از غلظت های یکسان و سرعت بسیار بالا، گریز دادند.
- پس از ۴۰ دقیقه، در نمونه دناى باکتری ها یک مولکول سبک و یک مولکول متوسط حاصل شده بود.
- با توجه به نتایج سانتریفیوژ در دقیقه ۲۰، طرح حفاظتی عدم تایید و طرح های نیمه حفاظتی تایید می شوند.
- اگر آزمایش ادامه پیدا می کرد در نسل های بعد نیز همواره یک نوار در میانه و یک نوار در بالای لوله تشکیل می شد.

باکتری اکسای با دمای معوی با ^{14}N سترن ها



چنین مرحله تکثیر در محیط حاوی ^{15}N سترن ها

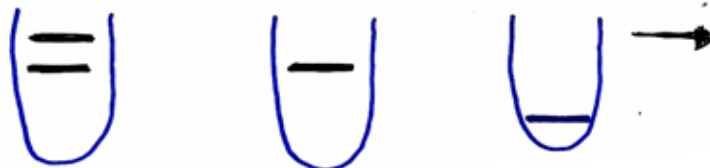


باکتری اکسای با دمای مغزی با ^{15}N سترن ها

در یک کشت طری سترن های ^{14}N



انتزاج دمای باکتری ها و لیز کردن در شیبی از محلول نریکسید با غلظت ها مختلف



این تایید کننده طرح است!

اگر طرح حفاظتی بود ←

اگر طرح نیمه حفاظتی بود ←

اگر طرح غیر حفاظتی بود ←

۱۲- کدام گزینه عبارت زیر را به طور صحیح تکمیل می کند؟

((در شرایطی مشابه آزمایش مزلسون و استال اگر طرح همانندسازی فرض شود، در دقیقه ، پس از سانتیویوژ دناهای باکتری های حاصله تشکیل می شود.))

- (۱) نیمه حفاظتی - ۲۰ - یک نوار در بالا و یک نوار در میانه لوله
- (۲) حفاظتی - ۴۰ - یک نوار در میانه و یک نوار در بالا لوله
- (۳) غیرحفاظتی - ۲۰ - یک نوار در میانه و یک نوار پایین لوله
- (۴) حفاظتی - ۶۰ - یک نوار در پایین و یک نوار در بالا لوله

صرفاً برای درک بهتر!!

یک باکتری با DNA دارای نیتروژن های سبک ^{14}N را در محیط کشت با نیتروژن های سنگین ^{15}N قرار دادیم. معین کنید پس از یک ساعت در هر یک از طرح های زیر چه نسبتی از مولکول های حاصله سبک، متوسط و سنگین خواهند بود؟

• نیمه حفاظتی

• حفاظتی

• غیر حفاظتی

یک باکتری با DNA دارای نوکلئوتیدهای سنگین، چهار نسل در یک محیط با نوکلئوتیدهای سبک همانندسازی می کند مطلوب است:

- تعداد مولکول های دنا و رشته های حاصله؟
- چه نسبتی از مولکول های دنا حاصله نوکلئوتید سنگین دارند؟
- چه نسبتی از رشته های حاصله نوکلئوتید سبک دارند؟

۱۳- به دنبال یک نسل همانندسازی یک مولکول دنا با نوکلئوتیدهای نیتروژن سنگین، در یک محیط کشت با نیتروژن های

سبک چند مورد از موارد زیر رخ می دهد؟

- تشکیل پیوند فسفو دی استر بین دو نوکلئوتید سنگین
- شکستن پیوند فسفو دی استر بین نوکلئوتید سبک و نوکلئوتید سنگین
- تشکیل پیوند هیدروژنی بین دو نوکلئوتید سنگین
- شکستن پیوند فسفو دی استر بین دو نوکلئوتید سبک
- شکستن پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتید سبک و نوکلئوتید سنگین
- تشکیل پیوند فسفو دی استر بین نوکلئوتید سبک و نوکلئوتید سنگین

با مشخص شدن اینکه همانندسازی به صورت نیمه حفاظتی انجام می شود، سؤال دیگری مطرح شد: دو رشته دنا چگونه از یکدیگر باز می شوند؟ آیا هر دو رشته کاملاً از یکدیگر جدا می شوند و سپس همانندسازی انجام می شود یا جدا شدن دو رشته تدریجی و همراه با آن همانندسازی انجام می شود؟ تحقیقات نشان داده است که در محلی که قرار است همانندسازی انجام شود دو رشته از هم باز می شوند. بقیه قسمت ها بسته هستند و به تدریج باز می شوند.

عوامل و مراحل همانندسازی

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

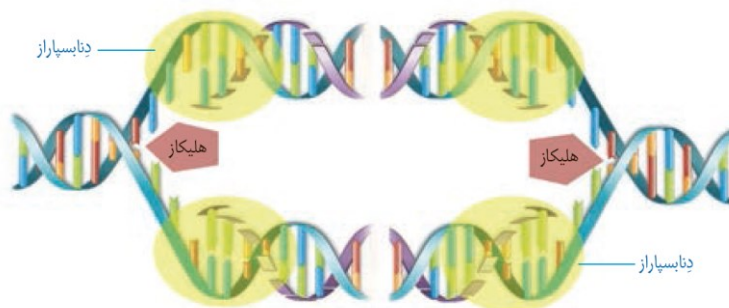
- (۱) مولکول دنا به عنوان الگو
- (۲) واحدهای سازنده دنا که بتوانند در کنار هم نسخه مکمل الگو را بسازند. این واحدها نوکلئوتیدهای آزاد داخل یاخته و سه فسفات هستند که **در لحظه اتصال** به رشته پلی نوکلئوتید در حال ساخت، دو فسفات خود را از دست می دهند.
- (۳) آنزیم های لازم برای همانندسازی که ضمن بازکردن دو رشته، نوکلئوتیدها را به صورت مکمل روبه روی هم قرار می دهد و با پیوند فسفودی استر به هم وصل می کند.

مراحل همانندسازی:

قبل از همانندسازی دنا باید پیچ و تاب فامینه (کروماتین)، باز و پروتئین های همراه آن یعنی هیستون ها از آن جدا شوند تا همانندسازی بتواند انجام شود. این کارها با کمک **آنزیم های** انجام می شود.

سپس آنزیم هلیکاز مارپیچ دنا و دو رشته آن را از هم باز می کند.

انواع دیگری از آنزیم ها با همدیگر فعالیت می کنند تا یک رشته دنا در مقابل رشته الگو ساخته شود. یکی از مهم ترین آنها که نوکلئوتیدهای مکمل را با نوکلئوتیدهای رشته الگو جفت می کند **دنا بسپاراز (DNA پلی مراز)** است. با توجه به اینکه در محل همانندسازی، همانندسازی در دو جهت انجام می شود؛ به آن همانندسازی دو جهتی نیز می گویند.



دوراهی همانندسازی:

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.



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 براساس رابطه مکملی مقابل هم قرار می دهد ولی گاهی در این مورد اشتباهی هم صورت می گیرد، بنابراین آنزیم دنابسپاراز **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 فسفو دی 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 فسفو دی استر را برای رفع اشتباه می شکند. فعالیت نوکلئازی دنابسپاراز را که باعث رفع اشتباه ها در همانندسازی می شود، **ویرایش** می گویند.

نوع آنزیم	نوع فعالیت در همانند سازی
	باز شدن پیچ و تاب فامینه و جداشدن هیستون ها از آن قبل از همانندسازی
	باز شدن مارپیچ دنا و دو رشته آن را از هم
	ساخته شدن یک رشته دنا در مقابل رشته الگو
	جفت کردن نوکلئوتیدهای مکمل با نوکلئوتیدهای رشته الگو
	رفع اشتباه ها در همانندسازی (ویرایش)

آنزیم	توانایی تشکیل	توانایی شکستن
هلیکاز		
دنا بسپاراز		



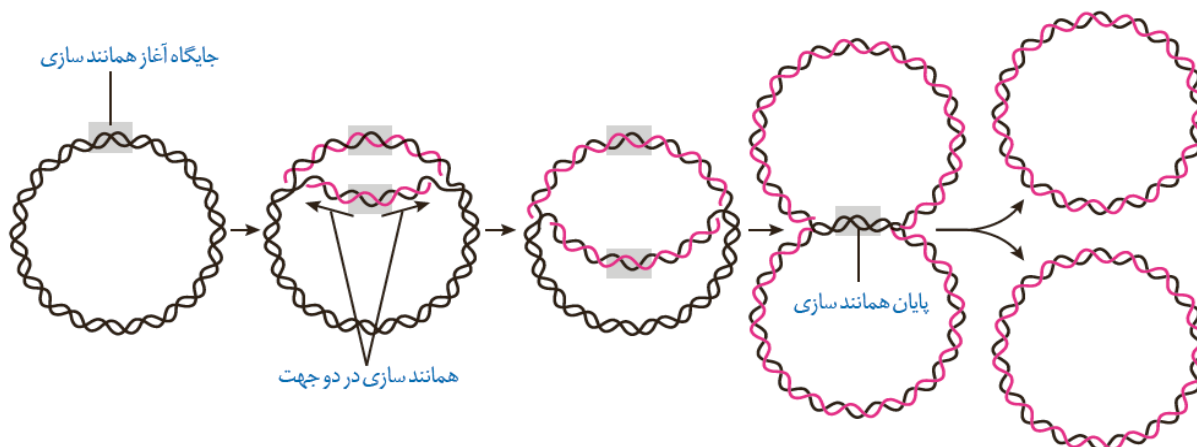
۱۴- چند مورد در رابطه با همانند سازی DNA صحیح می باشد؟

- در ابتدای همانند سازی آنزیم هایی پیچ و تاب کروماتین را باز و هیستون ها را جدا می کنند.
- دنا بسیار به تنهایی می تواند نوکلئوتیدهای آزاد مکمل را با نوکلئوتیدهای رشته الگو جفت کند.
- آنزیم های هلیکاز با شکستن پیوند های هیدروژنی پیچ و تاب کروماتین را باز می کنند.
- هر دنا بسیار بر اساس نوع باز رشته های الگو نوکلئوتیدهای آزاد را به رشته پلی نوکلئوتیدی اضافه می کند.
- DNA پلی مرز در طی ویرایش نوکلئوتید صحیح سه فسفات را جایگزین نوکلئوتید اشتباهی سه فسفات می کند.
- در همانند سازی دنا تشکیل پیوند فسفواستر بعد از شکسته شدن پیوند اشتراکی رخ می دهد.
- در همانند سازی دنا تشکیل پیوندهای هیدروژنی همانند شکستن پیوندهای فسفودی استر رخ می دهد.
- در هنگام اضافه شدن هر نوکلئوتید آزاد سه فسفات، دو تا فسفات از انتهای رشته پلی نوکلئوتیدی جدا می شود.
- آنزیم دنابسپاراز قبل از برقراری هر پیوند فسفودی استر، برمی گردد و رابطه مکملی نوکلئوتید را بررسی می کند.

همانند سازی در پروکاریوت ها و یوکاریوت ها

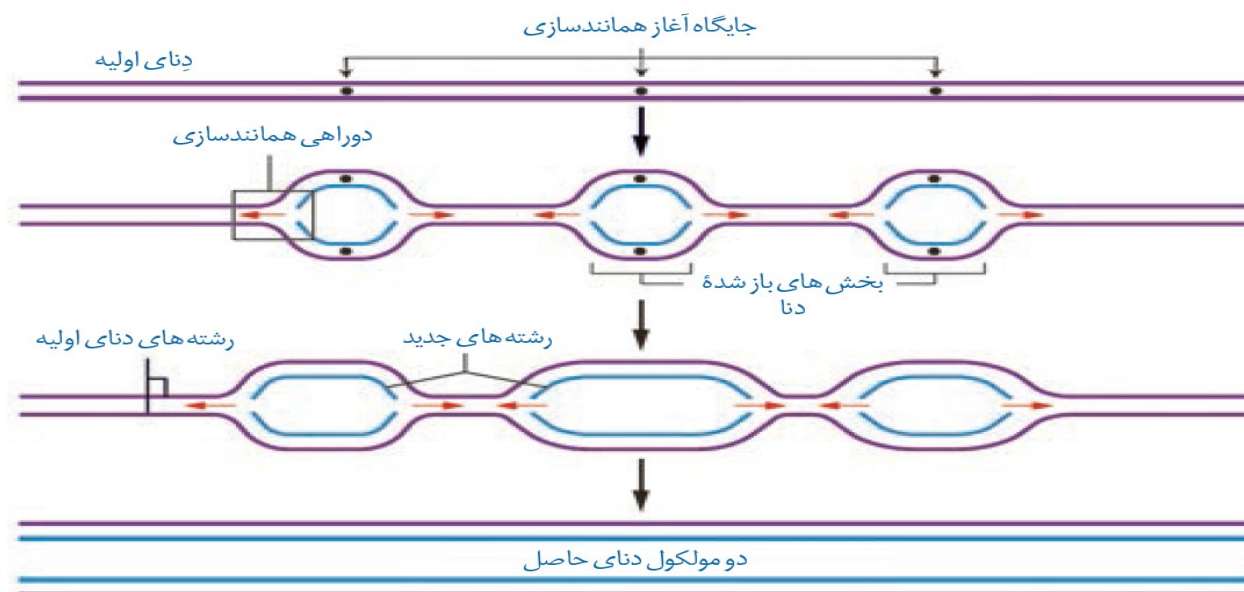
در پروکاریوت ها که شامل همه باکتری ها می شوند، مولکول های وراثتی در غشا محصور نشده و فام تن اصلی به صورت یک مولکول دناي حلقوی است که در سیتوپلاسم قرار دارد و به غشای یاخته متصل است. پروکاریوت ها علاوه بر دناي اصلی ممکن است مولکول هایی از دنايی دیگر به نام دیسک (پلازمید) داشته باشند. دیسک یک مولکول دناي دو رشته ای و حلقوی خارج فام تنی است که معمولاً درون باکتری ها و بعضی قارچ ها مثل مخمرها وجود دارد و می تواند مستقل از کروموزوم یا کروموزوم های میزبان همانند سازی کند. دیسک ها را فام تن های کمکی نیز می نامند چون حاوی ژن هایی هستند که در فام تن اصلی باکتری وجود ندارند مثلاً ژن مقاومت به پادزیست (آنتی بیوتیک) در دیسک قرار دارد. اطلاعات این مولکول ها می تواند ویژگی های دیگری را به باکتری بدهد مانند افزایش مقاومت باکتری در برابر آنتی بیوتیک ها.

اغلب پروکاریوت ها فقط یک جایگاه آغاز همانند سازی در دناي خود دارند. در این جایگاه دو رشته دنا از هم باز می شوند. همانند یوکاریوت ها، همانند سازی دو جهتی در باکتری ها نیز وجود دارد یعنی از یک نقطه همانند سازی شروع و در دو جهت ادامه می یابد تا به همدیگر رسیده و و همانند سازی در نقطه ای در مقابل نقطه آغاز، پایان یابد.



در یوکاریوت ها که بقیه موجودات زنده یعنی آغازیان، قارچ ها، گیاهان و جانوران را شامل می شوند دنا در هر فام تن به صورت خطی است و مجموعه ای از پروتئین ها که مهم ترین آنها هیستون ها هستند همراه آن قرار دارند. بیشتر دنا درون هسته قرار دارد که به آن دنا هسته ای گفته می شود. در یوکاریوت ها علاوه بر هسته، در سیتوپلاسم نیز مقداری دنا وجود دارد که به آن دنا سیتوپلاسمی گفته می شود. این نوع از دنا که حالت حلقوی دارد در راکیزه (میتوکندری) و دیسه (پلاست) دیده می شود. همانندسازی در یوکاریوت ها بسیار پیچیده تر از پروکاریوت ها است. علت این مسئله وجود مقدار زیاد دنا و قرار داشتن در چندین فام تن است که هر کدام از آنها چندین برابر دنا 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 یوکاریوت ها، آغاز همانندسازی در چندین نقطه در هر فام تن انجام می شود.

تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی در یوکاریوت ها حتی می تواند 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 جایگاه های آغاز همانندسازی هم زیاد است ولی پس از تشکیل اندام ها سرعت تقسیم و تعداد جایگاه های آغاز کم می شوند. با توجه به شکل زیر سرعت همانند سازی در جایگاه های آغاز مختلف یک دنا یوکاریوتی متفاوت است.



۱۵- چند مورد از موارد زیر صحیح می باشد؟

- در یوکاریوت ها گروهی از فام تن ها دارای دنا خطی و گروهی دارای دنا حلقوی می باشند.
- در یوکاریوت ها برخلاف پروکاریوت ها بیش از یک جایگاه آغاز همانندسازی در هر فام تن قرار دارد.
- در یوکاریوت ها همانندسازی همواره به کمک آنزیم هایی از جمله هلیکاز و دنا بپاراز در هسته صورت می گیرد.
- در یوکاریوت ها در هنگام تشکیل اندام ها سرعت تقسیم و تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی کم می شوند.
- در یوکاریوت ها تعداد نقاط پایان همانندسازی در هر فام تن بیشتر از تعداد نقاط آغاز همانندسازی می باشد.
- در یوکاریوت ها برخلاف پروکاریوت ها همانندسازی به صورت دوجهتی صورت می گیرد.

۱۶- چند مورد از موارد زیر صحیح می باشد؟

- قبل از همانندسازی هر مولکول دنا، هیستون های همراه آن توسط آنزیم هایی جدا می شوند.
- هر یک از دناهای سیتوپلاسمی حلقوی بوده و به غشای سلولی متصل می باشند.
- هر یک پروتئین های همراه دناهای خطی هسته به شکل دستجات ۸ تایی قرار گرفته اند.
- در هر یک از پروکاریوت ها علاوه بر دنا اصلی، مولکول های دنا دیگری نیز وجود دارد.
- در هر یک از دناهای هسته ای سرعت همانندسازی در نقاط آغاز مختلف یکسان می باشد.

۱۷- کدام گزینه، عبارت زیر را به طور مناسب کامل می کند؟ (۹۸د)

((در جاندارانی که عامل اصلی انتقال صفات وراثتی به غشای یاخته، متصل وجود دارد.))

- (۱) است، فقط پروتئین های هیستونی همراه با دنا (DNA)ی آنها
- (۲) نیست، فقط یک جایگاه آغاز همانند سازی در دنا (DNA)ی آنها
- (۳) نیست، در دو انتهای هر یک از رشته های این عامل، ترکیباتی متفاوت
- (۴) است، در ساختار هر واحد تکرار شونده ی دنا (DNA)ی آنها، پیوند فسفودی استری

۱۸- کدام گزینه، عبارت زیر را به طور مناسب کامل می کند؟ (خ ۹۸)

«در جاندارانی که عامل اصلی انتقال صفات وراثتی، به غشای یاخته متصل».

- (۱) نیست، در هر فام تن (کروموزوم)، می تواند جایگاه های آغاز همانند سازی متعددی به وجود آید.
- (۲) است، در ساختار هر واحد تکرار شونده ی دنا ی آنها، پیوند فسفودی استری وجود دارد.
- (۳) است، با جدا شدن دو گروه فسفات از انتهای رشته ی پلی نوکلئوتیدی دنا ، نوکلئوید جدید به آن اضافه می شود.
- (۴) نیست، آنزیم دور کننده دو رشته دنا از یکدیگر، می تواند نوکلئوتیدها را بر اساس رابطه مکملی مقابل نوکلئوتیدهای رشته الگو قرار دهد.

۱۹- در ارتباط با هر مولکول حامل اطلاعات وراثتی در هو هسته ای (یوکاریوت) ها، کدام مورد صحیح است؟ (۹۹د)

- (۱) هر رشته آن دو سر متفاوت دارد.
- (۲) همانند سازی آن در دو جهت انجام می گیرد.
- (۳) واحدهای سه بخشی آن توسط نوعی پیوند به هم متصل می شوند.
- (۴) تعداد جایگاه های همانند سازی آن بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم می شود.

۲۰- چند مورد، در ارتباط با هر مولکول حامل اطلاعات وراثتی در هو هسته ای (یوکاریوت) ها صحیح است؟ (خ ۹۹)

- بیش از یک جایگاه آغاز همانند سازی دارد.
- مطابق با یکی از سه طرح پیشنهادی، همانند سازی می نماید.
- در ساختار بدون انشعاب خود، واحدهای سه بخشی دارد.
- در پی جدا شدن پروتئین های همراه خود، آماده همانند سازی می شود.

۲۱- در ارتباط با فرایند همانندسازی در یوکاریوت ها، چند مورد صحیح است؟ (د ۱۴۰۰)

الف- آنزیمی که از وقوع جهش در ماده ژنتیکی ممانعت به عمل می آورد، می تواند نوکلئوتیدها را به صورت تک فسفات به رشته پلی نوکلئوتیدی متصل نماید.

ب- آنزیمی که باعث جدا شدن هیستون ها از مولکول دنا می شود، مارپیچ دنا و دو رشته آن را از هم جدا می کند.

ج- آنزیمی که نوکلئوتیدها را به صورت مکمل روبه روی هم قرار می دهد، انرژی فعال سازی واکنش را کاهش می دهد.

د- آنزیمی که پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته مکمل را برقرار می کند، تنها آنزیم دو راهی همانندسازی محسوب می شود.

۲۲- چند مورد، درباره هر نوکلئوتید موجود در بدن یک فرد سالم صحیح است؟ (د ۱۴۰۰)

الف- باز آلی تک حلقه ای یا دو حلقه ای متصل به ریبوز دارد.

ب- گروه یا گروه های فسفات آن، با پیوند کووالانسی به قند اتصال دارد.

ج- از طریق نوعی پیوند اشتراکی به نوکلئوتید دیگری متصل شده است.

د- طی فرایند اکسایش در غشای درونی راکیزه (میتوکندری) تولید گردیده است.

۲۳- کدام گزینه عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟

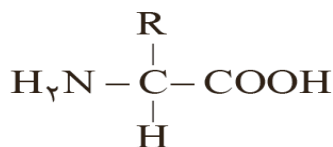
((هر سلولی که دارای پلازمید حلقوی خارج فام تنی است،))

- با فعالیت نوکلئازی دنبسپاراز اشتباه ها را در همانندسازی دنا رفع می کند.
- دارای کروموزوم اصلی حلقوی در سیتوپلاسم و متصل به غشای سلولی است.
- تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی در آن بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم می شود.
- مولکول های دنا در آن به صورت نیمه حفاظتی همانندسازی می شوند.

پروتئین ها

علاوه بر دنا و رنا که در یاخته ذخیره و انتقال اطلاعات را بر عهده دارند مولکول های دیگری نیز هستند که به انجام فرایندهای مختلف یاخته ای کمک می کنند. از جمله این مولکول ها **پروتئین ها** هستند که نقش بسیار مهمی در فرایندهای یاخته ای دارند.

ساختار آمینواسیدها

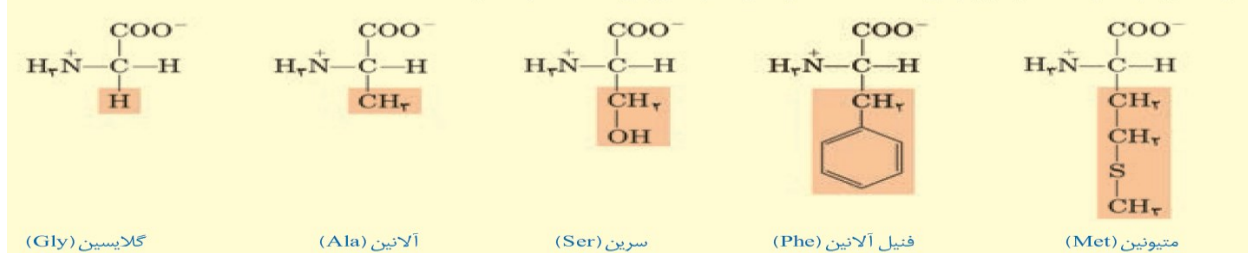


پروتئین ها بسیاری از آمینواسیدها هستند. نوع، ترتیب و تعداد آمینواسیدها در پروتئین، ساختار و عمل آنها را مشخص می کند. آمینواسیدها همان طور که از نامشان بر می آید یک گروه آمین (NH_2) و یک گروه اسیدی کربوکسیل (COOH) دارند. همان طور که در

شکل می بینید گروه آمین و کربوکسیل به همراه یک هیدروژن و گروه R همگی به یک کربن مرکزی متصل اند و چهار ظرفیت آن را پر می کنند. گروه R در آمینو اسیدهای مختلف متفاوت است و ویژگی های منحصر به فرد هر آمینواسید به آن بستگی دارد. هر آمینواسید می تواند در شکل دهی پروتئین مؤثر باشد و تأثیر آن به ماهیت شیمیایی گروه R بستگی دارد.

بیشتر بدانید

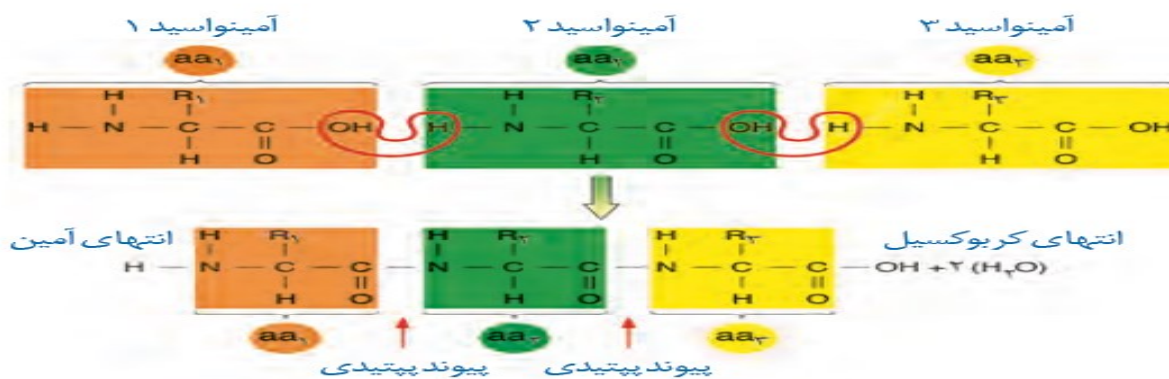
نمونه هایی از آمینواسیدها را در زیر می بینید که به دلیل تفاوت در R ویژگی های متفاوت دارند.



پیوند پپتیدی آمینواسیدها را به یکدیگر متصل می کند

آمینو اسیدهای مختلف با حضور آنزیم، واکنش سنتز آبدهی را انجام می دهند. در این نوع واکنش با خروج یک مولکول آب، یک آمینواسید با آمینواسید دیگر **پیوند اشتراکی** ایجاد می کند. این پیوند اشتراکی بین آمینواسیدها را **پیوند پپتیدی** می گویند. شکل زیر الگوی ساده ای از چگونگی تشکیل این پیوند را نشان می دهد.

وقتی تعدادی آمینواسید با پیوند پپتیدی به هم وصل شوند، زنجیره ای از آمینواسیدها به نام **پلی پپتید** تشکیل می شود. پروتئین ها از **یک یا چند زنجیره بلند و بدون شاخه** از پلی پپتیدها ساخته شده اند. هر نوع پروتئین، ترتیب خاصی از آمینواسیدها را دارد که با استفاده از روش های شیمیایی، آمینواسیدها را جدا و آنها را شناسایی می کنند. اگرچه آمینواسیدها در طبیعت **انواع گوناگونی** دارند اما فقط ۲۰ نوع از آنها در ساختار پروتئین ها به کار می روند.

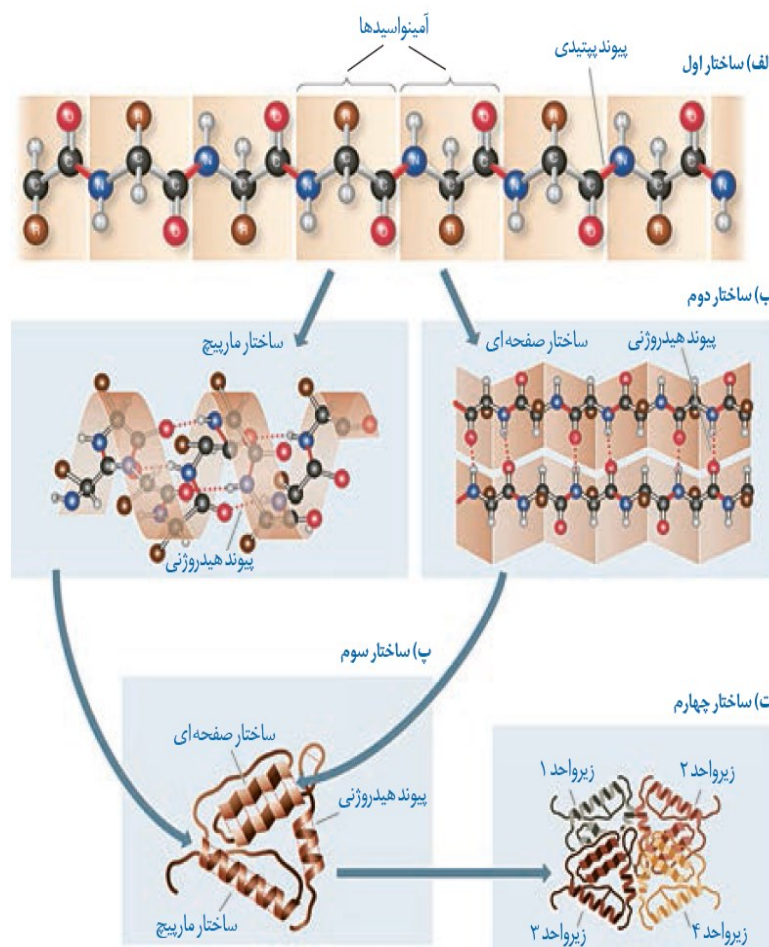


۲۴- چند مورد از موارد زیر صحیح می باشد؟

- شکل دهی پروتئین به ماهیت شیمیایی گروه های R آمینواسیدهایش بستگی دارد.
- ۲۰ نوع آمینواسید در طبیعت وجود داشته که تأثیر آنها به ماهیت شیمیایی گروه R آنها بستگی دارد.
- در ساختار هر پروتئین زنجیره های پلی پپتیدی بلند و بدون شاخه قرار گرفته اند.
- در دو انتهای هر رشته پلی پپتیدی یک پروتئین گروه های کربوکسیل قرار دارد.
- پیوند پپتیدی بین کربن کربوکسیل یک آمینواسید با نیتروژن آمین آمینواسید دیگر تشکیل می شود.
- در ساخت یک مولکول پروتئین هموگلوبین با ۵۷۴ آمینواسید، ۵۷۳ مولکول آب تولید می شود.

تعداد رشته های مولکول — تعداد پیش ماده یا فرآورده = تعداد پیوندهای تشکیل یا شکسته شده = تعداد آب تولیدی یا مصرفی

سطوح مختلف ساختاری در پروتئین ها



شکل فضایی پروتئین، نوع عمل آن را مشخص می کند. یکی از راههای پی بردن به شکل پروتئین استفاده از پرتوهای ایکس است. با استفاده از تصاویر حاصل از آن و روش های دیگر، محققین به ساختار سه بعدی پروتئین ها پی می برند که در آن حتی جایگاه هر اتم را می توانند مشخص کنند.

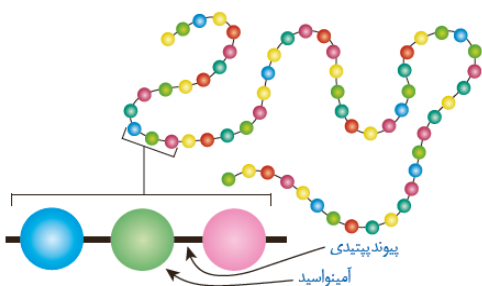
اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد **میوگلوبین** بود. این پروتئین از یک رشته پلی پپتید تشکیل شده است.

میوگلوبین نوعی پروتئین در تارهای ماهیچه ای پویره قرمزها بوده که دارای یک رشته پلی پپتیدی و یک گروه هم آهن دار است و توانایی ذخیره اکسیژن در سلول های ماهیچه ای را دارا می باشد.

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

ساختار اول پروتئین – توالی آمینواسیدها:

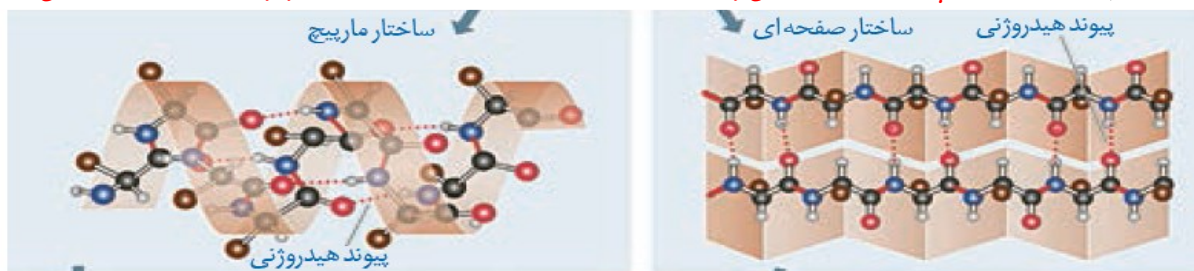
نوع، تعداد، ترتیب و تکرار آمینواسیدها، ساختار اول پروتئین ها را تعیین می کند. ساختار اول با ایجاد پیوندهای پپتیدی بین آمینواسیدها شکل می گیرد و **خطی** است. این پیوند در واقع نوعی پیوند اشتراکی است. **تغییر آمینواسید در هر جایگاه موجب تغییر در ساختار اول پروتئین می شود و ممکن است فعالیت آن را تغییر دهد.**



با در نظر گرفتن ۲۰ نوع آمینواسید و اینکه محدودیتی در توالی آمینواسیدها در ساختار اول پروتئین ها وجود ندارد پروتئین های حاصل می توانند بسیار متنوع باشند. با توجه به اهمیت توالی آمینواسیدها در ساختار اول، همه سطوح دیگر ساختاری در پروتئین ها به این ساختار بستگی دارند. **(تشکیل پیوند های پپتیدی بین آمینواسیدهای مجاور سبب تشکیل این سافتار می شود)**

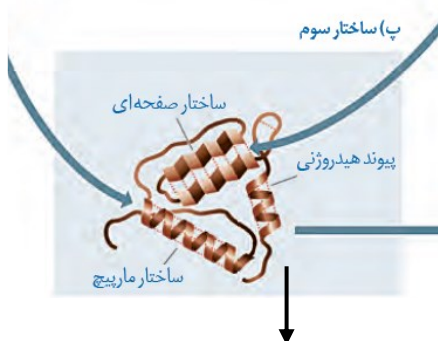
ساختار دوم – الگوهایی از پیوندهای هیدروژنی:

بین **بخش هایی** از زنجیره پلی پپتیدی می تواند پیوندهای هیدروژنی برقرار شود. این پیوندها منشأ تشکیل ساختار دوم در پروتئین ها هستند که به چند صورت دیده می شوند. دو نمونه معروف آنها، ساختار مارپیچ و ساختار صفحه ای است. در **هموگلوبین** زنجیره های پپتیدی **مارپیچی** با همکاری همدیگر مولکول هموگلوبین را می سازند که هر کدامشان خصوصیات ساختار دوم را دارند. **(تشکیل پیوند های هیدروژنی بین آمینواسیدهای غیر مجاور سبب تشکیل این سافتار می شود)**



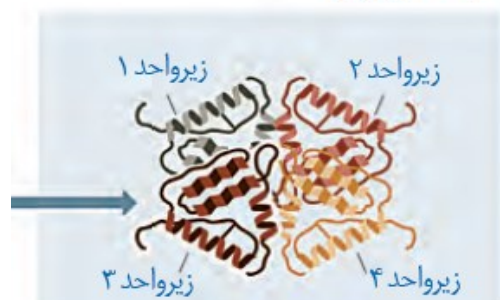
ساختار سوم – تاخورده و متصل به هم:

در ساختار سوم، تاخوردگی بیشتر صفحات و مارپیچ ها رخ می دهد و پروتئین ها به شکل های متفاوتی در می آیند. تشکیل این ساختار در اثر **بر هم کنش های آب گریز** است؛ به این صورت که گروه های R آمینواسیدهایی که آب گریزند، به یکدیگر نزدیک می شوند تا در معرض آب نباشند. سپس با تشکیل پیوندهای دیگری مانند هیدروژنی، اشتراکی و یونی ساختار سوم پروتئین تثبیت می شود. مجموعه این نیروها قسمت های مختلف پروتئین را به صورت **به هم پیچیده** در کنار هم نگه می دارند. بنابراین با وجود این نیروها پروتئین های دارای ساختار سوم، ثبات نسبی دارند. ایجاد تغییر در پروتئین، حتی تغییر یک آمینواسید هم می تواند ساختار و عملکرد آن را به شدت تغییر دهد. **میوگلوبین** نمونه ای از پروتئین ها با ساختار سوم است. **(بر هم کنش های آب گریز بین آمینواسیدها سبب تشکیل این سافتار می شود)**



با توجه به این شکل ممکن است در سافتار دوم یک رشته پلی پپتیدی هم سافتار صفحه و هم سافتار مارپیچ تشکیل شود.

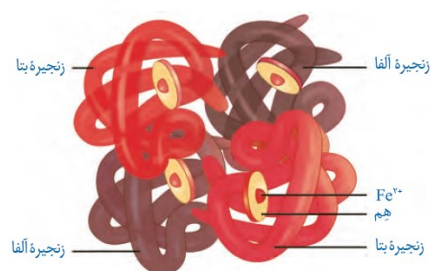
(ت) ساختار چهارم



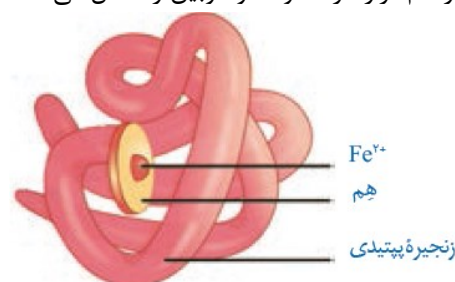
ساختار چهارم – آرایش زیر واحدها:

بعضی از پروتئین ها ساختار چهارم دارند، این ساختار هنگامی شکل می گیرد که دو یا چند زنجیره پلی پپتید در کنار یکدیگر پروتئین را تشکیل دهند. در این ساختار هریک از زنجیره ها نقشی کلیدی در شکل گیری پروتئین دارند. نحوه آرایش این زیر واحدها در کنار هم ساختار چهارم پروتئین ها نامیده می شود.

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 می آیند. در ساختار سوم هر یک از زنجیره ها به صورت یک زیر واحد، تاخورده و شکل خاصی پیدا می کند. در نهایت در ساختار چهارم، این چهار زیر واحد در کنار هم قرار گرفته و هموگلوبین را شکل می دهند.



هموگلوبین با ساختار چهارم



میوگلوبین با ساختار سوم

سطوح مختلف ساختاری در پروتئین ها	
ساختار اول	فقط و با تشکیل پیوند پپتیدی بین آمینو اسیدها (بین C=O و N-H های آمینواسیدهای مجاور) نوع، تعداد، ترتیب و تکرار آمینواسیدها، ساختار اول پروتئین ها را تعیین می کند.
ساختار دوم	با تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین بخش هایی از زنجیره پلی پپتیدی (بین C=O و N-H های آمینواسیدهای غیرمجاور) به چند صورت مثل ساختار مارپیچ و ساختار صفحه ای در هموگلوبین زنجیره های پپتیدی مارپیچی هر کدامشان خصوصیات ساختار دوم را دارند.
ساختار سوم	تأخورده با شکل های متفاوت تشکیل در اثر تأخوردگی بیشتر صفحات و مارپیچ ها و بر هم کنش های آب گیر گروه های R آمینواسیدها و تثبیت با تشکیل پیوندهای هیدروژنی، اشتراکی و یونی
ساختار چهارم	آرایش زیرواحد ها: به دنبال قرارگیری دو یا چند زنجیره پلی پپتیدی کنار هم در بعضی از پروتئین ها

ساختارهای هموگلوبین:

میوگلوبین	هموگلوبین	
		تعداد رشته پلی پپتیدی
		تعداد گروه هم غیر پپتیدی
		ساختار نهایی
		محل
		توانایی اتصال به اکسیژن
		توانایی اتصال به کربن دی اکسید

۲۵- کدام گزینه عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟ ((در ساختار پروتئین ها،))

- (۱) اول- محدودیتی در توالی آمینواسیدها وجود دارد.
 - (۲) دوم- پیوندهای هیدروژنی بین گروه های R تشکیل می شود.
 - (۳) سوم- تشکیل پیوند های هیدروژنی سبب تثبیت ساختار پروتئین می شود.
 - (۴) چهارم- در بعضی از پروتئین هایی با تک رشته پلی پپتیدی تشکیل نمی شود.
- ۲۶- چند مورد از موارد زیر در رابطه با ساختارهای پروتئین ها صحیح می باشد؟
- تغییر آمینواسید در هر جایگاه موجب تغییر در ساختار و فعالیت هر پروتئین می شود.
 - تشکیل پیوندهای یونی در تثبیت ساختار سوم هموگلوبین نقش دارد.
 - ساختار دوم هموگلوبین دارای ساختار صفحه ای و ساختار مارپیچ می باشد.
 - محدودیتی در توالی آمینواسیدها در ساختار اول هر پروتئین وجود ندارد.
 - اولین پروتئینی که شناسایی شد دارای یک گروه غیرپپتیدی آهن دار بود.
 - همه سطوح ساختاری در پروتئین ها به ساختار اول بستگی دارند.
 - در ساختار دوم یک پروتئین ممکن است هم ساختار مارپیچ و هم ساختار صفحه ای تشکیل شود.
 - ساختار مارپیچ به دنبال تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین گروه های R آمینواسیدها ایجاد می شود.

۲۷- چند مورد از موارد زیر در رابطه با ساختار پروتئین ها صحیح می باشد؟

- در یک زنجیره پیوند بین گروه CO یک آمینواسید با گروه NH آمینواسید مجاور سبب تشکیل ساختار اول می شود.
- در یک زنجیره پیوند بین گروه R یک آمینواسید با گروه R آمینواسید غیرمجاور سبب تشکیل ساختار سوم می شود.
- در یک زنجیره پیوند بین گروه CO یک آمینواسید با گروه NH آمینواسید غیرمجاور سبب تشکیل ساختار دوم می شود.
- پیوند بین گروه R آمینواسید یک زنجیره با گروه R آمینواسید زنجیره دیگر سبب تشکیل ساختار چهارم می شود.

۲۸- کدام عبارت، درباره ی اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد، نادرست است؟ (خ ۹۸)

- (۱) در بخش هایی از این مولکول، ساختارهای متنوعی وجود دارد.
- (۲) ساختار نهایی آن با تشکیل بیش از یک نوع پیوند، تثبیت می شود.
- (۳) هر یک از زنجیره های پلی پپتیدی آن، به صورت یک زیر واحد تا خورده است.
- (۴) با تغییر یک آمینواسید، ممکن است ساختار و عملکرد آن به شدن تغییر یابد.

۲۹- کدام عبارت، درباره ی اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد، صحیح است؟ (د ۹۸)

- ۱) در تشکیل ساختار نهایی آن فقط سه نوع پیوند دخالت دارد.
- ۲) با تغییر یک آمینواسید، ساختار و عملکرد آن می تواند به شدت تغییر یابد.
- ۳) هر یک از زنجیره های پلی پپتیدی آن، به صورت یک زیر واحد تا خورده است.
- ۴) با دارا بودن رنگ دانه های فراوان، توانایی ذخیره ی انواعی از گازهای تنفسی را دارد.

۳۰- کدام عبارت، درباره ساختار پروتئین قرمز رنگ موجود در تار ماهیچه ای کند انسان، صحیح است؟ (د ۹۹)

- ۱) بخشی که دارای اتم آهن مرکزی است، جزئی از زنجیره پپتیدی آن محسوب می شود.
- ۲) زنجیره های تاخورده آن، از طریق پیوندهای غیر اشتراکی در کنار یکدیگر قرار می گیرند.
- ۳) همه آمینو اسیدهای موجود در ساختار دوم، از طریق پیوند هیدروژنی با یکدیگر ارتباط دارند.
- ۴) در یک زنجیره، گروه CO یک آمینو اسید به گروه NH آمینو اسید غیر مجاورش نزدیک و پیوند برقرار می نماید.

۳۱- کدام عبارت، درباره ساختار پروتئین قرمز رنگ موجود در تار ماهیچه ای کند انسان، صحیح است؟ (خ ۹۹)

- ۱) زنجیره های تا خورده آن، از طریق پیوندهای غیر اشتراکی در کنار یکدیگر قرار می گیرند.
- ۲) به منظور اتصال به گاز تنفسی، تعدادی اتم آهن مرکزی در بخش پپتیدی زنجیره خود دارد.
- ۳) همه واحدهای ساختاری موجود در ساختار دوم، از طریق پیوند هیدروژنی با یکدیگر ارتباط دارند.
- ۴) به دنبال ایجاد نوعی از الگوهای پیوند هیدروژنی، بخشی از زنجیره پلی پپتیدی آن تغییر جهت پیدا می کند.

۳۲- چند مورد از موارد زیر عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟

((در بدن انسان هر پروتئین آهن داری که ،))

- در سلول های چند هسته ای ژن یا ژن های سازنده آن قرار دارد - پروتئینی دارای ساختار نهایی سوم می باشد.
- توانایی اتصال به اکسیژن را دارا می باشد - به هر یک از رشته های پپتیدی آن یک گروه کروی غیر پپتیدی متصل است.
- برهم کنش های آب گریز سبب تشکیل ساختار سوم آن می شود - در سلولی دارای پروتئین های اکتین و میوزین قرار دارد.
- پیوندهای هیدروژنی سبب تشکیل مارپیچ در ساختار دوم آن می شود - کاهش آن سبب افزایش لاکتیک اسید در خون می شود.

۳۳- کدام مورد، عبارت زیر را به طور مناسب کامل می کند؟ (د ۱۴۰۱)

«در مولکول انسولین، همانند مولکول

- ۱) هموگلوبین، رشته پلی پپتیدی ساختار فشرده و نامتقارنی به خود می گیرد.
- ۲) هموگلوبین، زنجیره های پلی پپتیدی یکسان در کنار یکدیگر قرار می گیرند.
- ۳) میوگلوبین، همه گروه های R آمینواسیدهای آب گریز در بخش بیرونی ساختار قرار می گیرند.
- ۴) میوگلوبین، با شکسته شدن هر نوع پیوند شیمیایی، همه سطوح ساختاری پروتئین تغییر می یابد.

نقش پروتئین ها

پروتئین ها متنوع ترین گروه مولکول های زیستی از نظر ساختار شیمیایی و عملکردی هستند. پروتئین ها در فرایندها و فعالیت های متفاوتی شرکت دارند از جمله فعالیت آنزیمی که در آن به صورت کاتالیزورهای زیستی عمل می کنند و سرعت واکنش شیمیایی خاصی را زیاد می کنند. بعضی دیگر از پروتئین ها به صورت گیرنده هایی در سطح یاخته ها قرار دارند؛ مثلاً گیرنده های آنتی ژنی در سطح لنفوسیت ها نمونه ای از این پروتئین ها می باشند. برخی پروتئین ها مثل هموگلوبین گازهای تنفسی را در خون منتقل می کنند. پمپ سدیم - پتاسیم نیز که با آن آشنا هستید، پروتئینی است که در غشا وجود دارد. این پمپ یون های سدیم و پتاسیم را در عرض غشا جابه جا می کند و فعالیت آنزیمی هم دارد. کلاژن پروتئینی است که باعث استحکام بافت پیوندی می شود. زردپی و رباط مقدار فراوانی از پروتئین کلاژن دارند.

انقباض ماهیچه ها نیز ناشی از حرکت لغزشی دو نوع پروتئین روی یکدیگر یعنی اکتین و میوزین است. از دیگر پروتئین ها می توان به هورمون ها اشاره کرد. بیشتر هورمون ها از جمله اکسی توسین و انسولین که پیام های بین یاخته ای را در بدن جانوران رد و بدل می کنند تا تنظیم های مختلف در بدن انجام شود، پروتئینی هستند. همچنین پروتئین هایی مثل مهارکننده ها که بعداً با آنها آشنا خواهید شد، نقش های تنظیمی متعددی را در فعال و غیرفعال کردن ژن ها بر عهده دارند.

عملکرد پروتئین ها	مثال
ساختاری	کلاژن - الاستین
ذخیره ای	گلوتن - آلبومین
انتقال دهنده	هموگلوبین - میوگلوبین - عامل داخلی معده - کانال ها - پمپ ها
تنظیمی	بسیاری از هورمون ها - ناقل های عصبی - مهارکننده - فعال کننده - عوامل رونویسی
گیرنده	گیرنده هورمون - گیرنده ناقل عصبی - گیرنده آنتی ژن
حرکتی	اکتین - میوزین
دفاعی	پادتن - پرفورین - پروتئین مکمل - اینترفرون
آنزیمی	درون یاخته ای: هلیکاز - رنابسپاراز - دنابسپاراز - روبیسکو - اندراز کربنیک - سر میوزین - آنزیم های لیزوزومی
	برون یاخته ای: پروترومبیناز - پلاسمین - پپسین - آمیلاز - لیپاز - لیزوزیم
	غشایی: پمپ سدیم پتاسیم

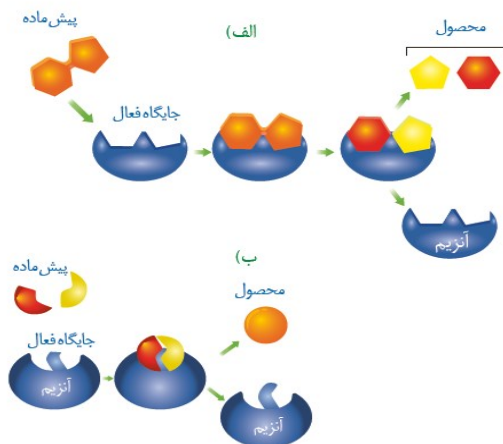
آنزیم ها

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

ساختار آنزیم ها

بیشتر آنزیم ها پروتئینی هستند. (.....).

آنزیم ها در ساختار خود بخشی به نام **جایگاه فعال** دارند. جایگاه فعال بخشی اختصاصی در آنزیم است که پیش ماده در آن قرار می گیرد. ترکیباتی که آنزیم روی آنها عمل می کند، پیش ماده و ترکیباتی که حاصل فعالیت آنزیم هستند **فراورده** یا **محصول** خوانده می شوند.



بعضی آنزیم ها برای فعالیت به یون های فلزی مانند آهن، مس و یا مواد آلی مثل ویتامین ها نیاز دارند. به مواد آلی که به آنزیم کمک می کنند **کوآنزیم** (کمک کننده به آنزیم) می گویند. وجود بعضی از مواد سمی در محیط مثل سیانید و آرسنیک می تواند با قرار گرفتن در جایگاه فعال آنزیم، مانع فعالیت آن شود. بعضی از این مواد به همین طریق باعث مرگ می شوند.

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 آن ها بیش از یک نوع واکنش را سرعت می بخشند مثلاً..... 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 آن ها استفاده کند. به همین دلیل یاخته ها به مقدار کم به آنزیم ها نیاز دارند. البته به مرور مقداری از آن ها از بین می روند و یاخته مجبور به تولید آنزیم های جدید می شود.

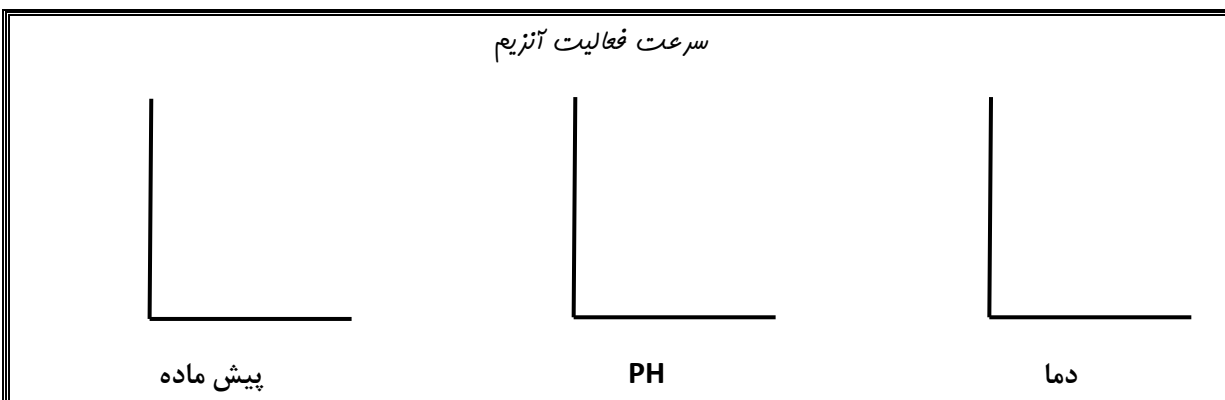
عوامل مؤثر بر فعالیت آنزیم ها

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 پپسین 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 غیرفعال شوند. آنزیم هایی که در دمای پایین غیر فعال می شوند با برگشت دما به حالت طبیعی، می توانند به حالت فعال برگردند.

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



ویژگی‌های آنزیم‌ها

- (۱) بیشتر آنزیم‌ها پروتئینی بوده و برخی از رناها نیز خاصیت آنزیمی دارند.
- (۲) بعضی از آنزیم‌ها برای فعالیت به یون‌های فلزی مانند آهن، مس و مواد آلی مثل ویتامین‌ها (کو آنزیم‌ها) نیاز دارند.
- (۳) با افزایش امکان برخورد مناسب مولکول‌ها و کاهش انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها، سبب افزایش سرعت واکنش‌هایی می‌شوند که در بدن موجود زنده انجام شدنی هستند.
- (۴) عمل اختصاصی داشته و فقط بر روی یک یا چند پیش‌ماده خاص مؤثراند ولی برخی از آن‌ها بیش از یک نوع واکنش را سرعت می‌بخشند.
- (۵) در پایان واکنش‌ها دست نخورده باقی می‌مانند ولی به مرور مقداری از آن‌ها از بین می‌روند و یاخته مجبور به تولید آنزیم‌های جدید می‌شود.
- (۶) سرعت فعالیت آن‌ها تحت تأثیر pH و دما تغییر می‌کند.

۳۴- کدام مورد برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟ (د ۱۴۰۱)

«در بدن انسان، همه آنزیم‌ها همه کوآنزیم‌ها»

- (۱) برخلاف - همواره با تغییرات دما، تغییر شکل برگشت‌ناپذیری پیدا می‌کنند.
- (۲) برخلاف - در روند تنظیم سوخت‌وساز یاخته‌ها مؤثرند.
- (۳) همانند - در ساختار خود اتم کربن دارند.
- (۴) همانند - فقط یک نوع واکنش را سرعت می‌بخشند.

۳۵- چند مورد از موارد زیر عبارت را به طور صحیح تکمیل می‌کند؟ ((آنزیم‌ها همواره))

- (۱) دارای پیوندهای هیدروژنی و پپتیدی می‌باشند.
- (۲) انرژی فعال‌سازی واکنش را کاهش می‌دهند.
- (۳) برای فعالیت به کوآنزیم‌ها نیاز دارند.
- (۴) فقط بر روی یک پیش‌ماده خاص موثر می‌باشند.

۳۶- چند مورد از موارد زیر عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟ ((آنزیم ممکن است))

- در سیتوپلاسم سلول یوکاریوتی سنتز شده ولی در هسته آن فعالیت کند.
- در هسته سلول یوکاریوتی سنتز شده ولی در سیتوپلاسم آن فعالیت کند.
- در یک سلول ساخته شده ولی در سلول دیگر فعال شود.
- به بیش از یک نوع واکنش در یک سلول سرعت ببخشد.

۳۷- چند مورد از موارد زیر در رابطه با آنزیم ها صحیح می باشد؟

- در هر آنزیم تغییر یک یا چند آمینواسید، باعث تغییر در عملکرد آنزیم می شود.
- آنزیم ها در همه واکنش های شیمیایی بدن جانداران شرکت کرده و سرعت واکنش را زیاد می کنند.
- بعضی از کوآنزیم های غیرآلی مثل مس و آهن به عملکرد آنزیم ها کمک می کنند.
- آنزیم ها در پایان واکنش ها دست نخورده باقی می مانند بنابراین یاخته ها مجبور به تولید آنزیم های جدید نیستند.
- سیانید و آرسنیک با تخریب جایگاه فعال، مانع فعالیت آنزیم ها می شوند.

۳۸- کدام مورد، برای تکمیل عبارت زیر، نامناسب است؟ (۹۹د)

«نوعی آنزیم می تواند»

- (۱) با کمک فرآیندی انرژی زا، نوعی واکنش انرژی خواه را به انجام رساند.
- (۲) پیوندی را که در یک مرحله ایجاد کرده است، در مرحله دیگری بشکند.
- (۳) از طریق کاهش انرژی فعال سازی واکنش های انجام نشدنی را ممکن سازد.
- (۴) از طریق اتصال با مولکول های دیگر، تمایل خود را به پیش ماده تنظیم کند.

۳۹- چند مورد از موارد زیر در رابطه با آنزیم ها صحیح می باشد؟

- آنزیم هایی که در دمای بالا غیرفعال می شوند با برگشت دما به حالت طبیعی، می توانند به حالت فعال برگردند.
- همه آنزیم های بدن انسان در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد بهترین فعالیت را دارند.
- سیانید و آرسنیک با تاثیر بر پیوند های شیمیایی آنزیم سبب تغییر شکل آنزیم می شوند.
- همه آنزیم های موجود در خون انسان در pH حدود ۷/۴ بیشترین فعالیت را دارند.
- همه آنزیم هایی که در سیتوپلاسم یک سلول ساخته می شوند، دارای پیوند های پپتیدی می باشند.