فصل ۱

مولکول های اطلاعاتی

Dr.

تهیه و تنظیم: دکتر سروش صفا

@Zistnovin

دانلود از اپلیکیشن پادرس

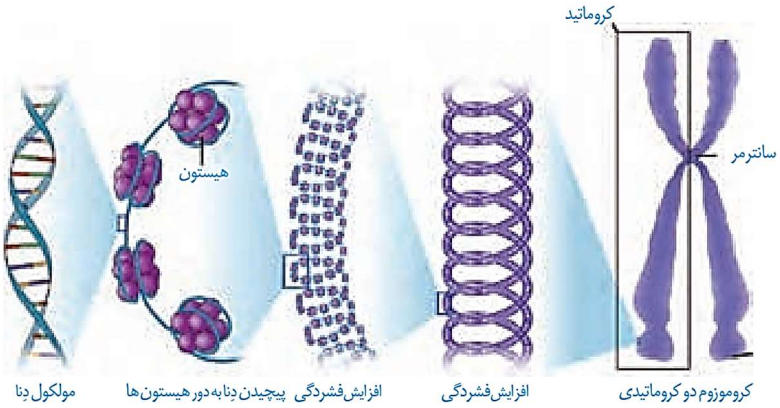
گفتار ۱ نوکلئیک اسیدها

نکات متن:

- هریک از یاخته‌های بدن ما ویژگی‌هایی مانند شکل، اندازه، توانایی‌ها و... دارند. (این ویژگی‌ها در یاخته‌های مختلف، متفاوت است).
- ویژگی‌های یاخته‌ها تحت فرمان هسته هستند.
- دستورالعمل‌های هسته در حین تقسیم از یاخته‌ای به یاخته دیگر و در حین تولیدمثل از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شود.
- اطلاعات و دستورالعمل فعالیت‌های یاخته در ژن‌ها ذخیره می‌شوند که خود ژن‌ها، بخش‌هایی از مولکول DNA (دِنا) می‌باشند.

یادآوری:

مادهٔ ژنتیکی موجود در هسته = فام‌تن‌ها (کروموزوم‌ها) و هر فام‌تن تشکیل شده از : DNA + پروتئین (هیستون‌ها)



آزمایش گریفیت:

گریفیتیک باکتری‌شناس بود

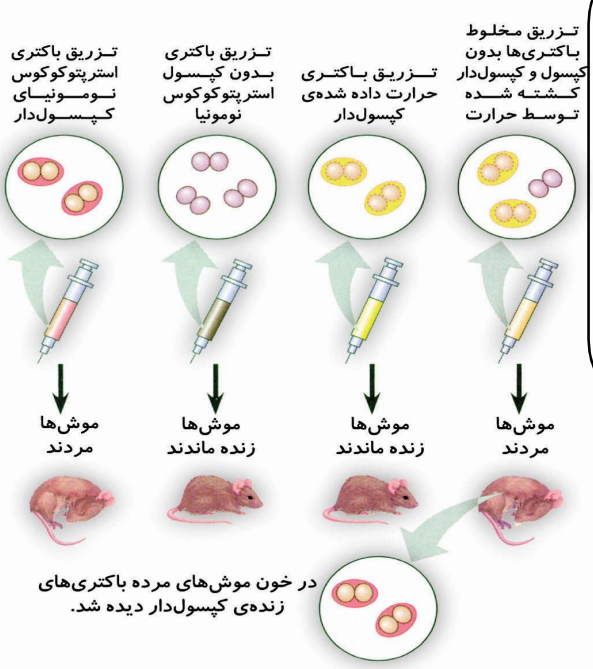
هدف آزمایش: کشف واکسن علیه باکتری مولد آنفولانزا (استرپتوکوکوس نومونیا)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

باکتری استرپتوکوکوس نومونیا

- ✓ **دو نوع از این باکتری وجود دارد**
- ✓ نوع پوشینه‌دار (کپسول‌دار) این باکتری موجب بیماری (سینه پهلو یا آنفولانزا) می شود.
- ✓ نوع بدون پوشینه این باکتری قبل از اینکه بخواهد بیماری ایجاد کند، توسط سیستم ایمنی بدن از بین می‌رود.

آزمایش گریفیت (در جستجوی ماده‌ی ژنتیک):



نتایج آزمایش گریفیت:

- کپسول باکتری عامل مرگ موش‌ها نیست.
- باکتری‌های بدون کپسول با دریافت مواد ژنتیکی از محیط خارج (در مرحلهٔ چهارم آزمایش) در خصوصیات ظاهری خود تغییراتی پدید می‌آورند.
- از نتایج این آزمایشها مشخص شد که ماده وراثتی می‌تواند از یاخته‌ای به یاخته دیگر منتقل شود ولی ماهیت این ماده و چگونگی انتقال آن مشخص نشد.

عامل اصلی انتقال صفات وراثتی، مولکول دِنا است

آزمایش آقای ایوری و همکاران

مراحل آزمایش:

۱. استخراج عصارهٔ سلولی باکتری‌های (استرپتوکوکوس نومونیا) **پوشینه‌دار کشته شده**

۲. افزودن آنزیم تخریب‌کنندهٔ پروتئین‌ها (پروتئازها) به عصاره ودر نتیجه تمام پروتئین‌های موجود در عصاره از بین رفت.

۳. وقتی عصارهٔ فاقد پروتئین‌ها را به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه اضافه کردند و دیدند که انتقال صفت صورت می‌گیرد؛ نتیجه گرفتند که پروتئین‌ها ماده وراثتی نیستند.

٤. در آزمایش دیگری مخلوط به‌دست آمده را در یک گریزانه (سانتریفیوژ) با سرعت بالا قرار دادند و مواد آن را به‌صورت لایه‌لایه جدا کردند. با اضافه کردن هریک از لایه‌ها به‌صورت جداگانه به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه مشاهده کردند که انتقال صفت فقط با لایه ای که در آن دِنا وجود دارد انجام می‌شود.

Dr.Sc.Soroush Safa
دانلود از اپلیکیشن پادرس

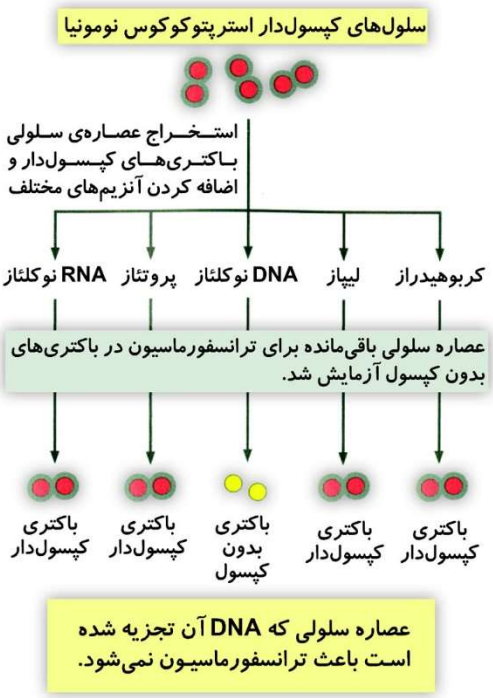
یعنی ⇐ **انتقال صفت فقط زمانی رخ می‌دهد که DNA وجود داشته باشد.**

نتیجهٔ آزمایش: ایوری و همکارانش را به این نتیجه رساند که عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات، دِنا است. به عبارت ساده‌تر، دِنا همان ماده وراثتی است.

نکته: نتایج به‌دست آمده مورد قبول عده ای قرار نگرفت؛ چون در آن زمان **بسیاری** از دانشمندان بر این باور بودند که پروتئین‌ها ماده وراثتی هستند.

آزمایش تحکیم ادعای ایوری

آزمایش ایوری (کشف ماده‌ی وراثتی):



مراحل آزمایش:

۱. استخراج عصارهٔ سلولی باکتری‌های (استرپتوکوکوس نومونیا) **پوشینه‌دار کشته شده**

نکته: عصارهٔ سلولی همهٔ ٤ گروه مواد شیمیایی درون باکتری یعنی اسیدهای نوکلئیک، کربوهیدرات، لیپید و پروتئین‌ها را دارد.

۲. تقسیم عصاره به چند قسمت و افزودن یک آنزیم تخریب کنندهٔ مواد آلی به هر قسمت.

۳. افزودن هر کدام از این عصاره‌ها به باکتری‌های زندهٔ بدون کپسول برای انتقال صفت.

نتیجه ⇦ انتقال صفت فقط در عصاره‌ای که آنزیم تخریب کنندهٔ DNA به آن افزوده شده بود (یعنی DNA آن تجزیه شده بود) صورت نپذیرفت.

یعنی ⇐ **انتقال صفت فقط زمانی رخ می‌دهد که DNA تخریب نشده باشد.**

ساختار نوکلئیک اسید

انواع نوکلئیک اسیدها: DNA (دئوکسی ریبونوکلئیک اسید) و RNA (ریبونوکلئیک اسید)

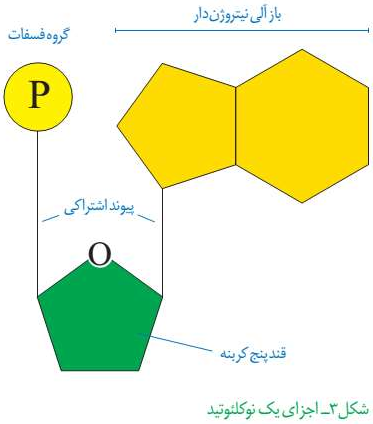
☜ واحد ساختاری اسیدهای نوکلئیک : نوکلئوتید ⇐ یعنی **همهٔ** نوکلئیک اسیدها بسپارهایی (پلیمرهایی) از واحدهای تکرارشونده به‌نام **نوکلئوتید** هستند.

اجزای یک نوکلئوتید

۱- قند ۵ کربنه ⇦ ریبوز در RNA و دئوکسی ریبوز در DNA

۲- یک باز آلی

۳- یک تا سه گروه فسفات



شکل ۳ـ اجزای یک نوکلئوتید

دانلود از اپلیکیشن پادرس

نکته: دئوکسی ریبوز، یک اکسیژن کمتر از ریبوز دارد.

انواع بازهای آلی نیتروژن‌دار در ساختمان نوکلئیک اسیدها:

۱- بازهای **پورینی**(دوحلقه‌ای): آدنین (A) و گوانین (G)

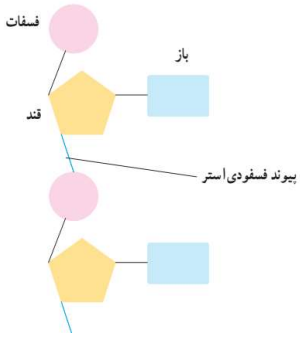
۲- بازهای **پریمیدینی** (تک حلقه‌ای): سیتوزین (C)، تیمین (T) و یوراسیل (U)

نکات:

۱- در دنا باز یوراسیل شرکت ندارد و به‌جای آن تیمین وجود دارد و در رنا به‌جای تیمین، باز یوراسیل وجود دارد.

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

۳- نوکلئوتیدها از نظر **نوع قند**، **نوع باز آلی** و **تعداد گروه‌های فسفات** با یکدیگر تفاوت دارند.

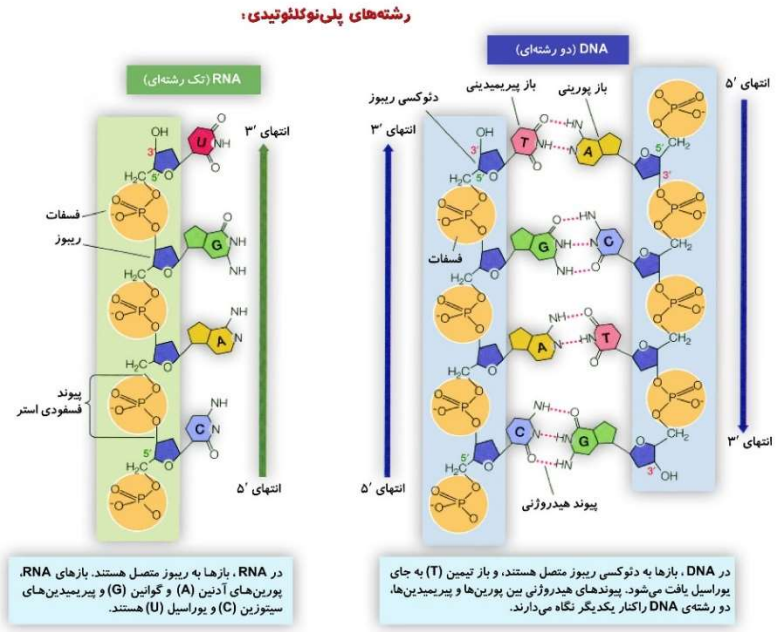


٤- پیوند بین دو نوکلئوتید مجاور (پشت سرهم): نوکلئوتیدها با نوعی پیوند اشتراکی به نام **فسفودی استر** به هم متصل می‌شوند و **رشته پلی‌نوکلئوتیدی** را می‌سازند.

در پیوند فسفودی استر، فسفات نوکلئوتید پائینی به گروه هیدروکسیل(OH) از قند مربوط به نوکلئوتید بالایی متصل می‌شود.

۵- رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی یا به تنهایی نوکلئیک اسید را می‌سازند مثل رِنا، یا به‌صورت دوتایی مقابل نوکلئیک اسیدهایی مثل دِنا را می‌سازند.

۶- در مولکول دِنا، پیوند بین دو نوکلئوتید مقابل هم، بین بازهای نیتروژن‌دار برقرار شده و از نوع هیدروژنی است.



دانلود از اپلیکیشن پادرس

۷- دو انتهای رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی نیز می‌توانند با پیوند فسفودی استر به هم متصل شوند و نوکلئیک اسید **حلقوی** را ایجاد کنند؛ برای مثال دِنا در باکتری‌ها، داخل میتوکندری و کلروپلاست به‌صورت حلقوی است.

۸- در نوکلئیک اسیدهای **خطی**، گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر آزاد است؛ .بنابراین هر رشته دِنا و رِنای خطی همیشه دو سر متفاوت دارد.

۹- نوکلئوتیدهای داخل زنجیره که با نوکلئوتید بالایی پیوند فسفودی‌استری دارند، یک گروه فسفات دارند اما در هر زنجیره نوکلئوتیدی که در انتهای زنجیره قرار دارد، سه گروه فسفات دارد.

جمع‌بندی:

انواع پیوندهای موجود در یک مولکول DNA:
- ۱- پیوندهای درون نوکلئوتیدی
- ۲- پیوندهای بین نوکلئوتیدی

تفاوت‌های DNA و RNA :

۱-

۲-

۳-

٤-

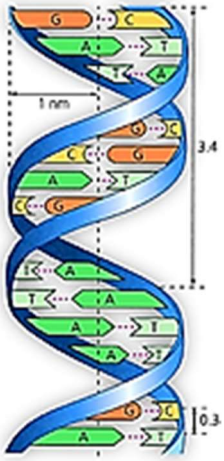
کشف ساختار DNA

نسبت بازهای آلی:

- 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 ٤ نوع باز آلی در تمامی مولکولهای دِنا از هر جانداری که به‌دست آمده باشد با یکدیگر برابر باشد.
- مشاهدات و تحقیقات چارگاف روی دِناهای طبیعی موجودات نشان داد که: مقدار آدنین موجود در دِنا با مقدار تیمین برابر است و مقدار گوانین در آن با مقدار سیتوزین برابری می‌کند (A = T و C =G).
- تحقیقات بعدی دانشمندان دلیل این برابری نوکلئوتیدها را مشخص کرد: چون در دو رشتهٔ DNA، نوکلئوتیدهای آدنین دار در مقابل نوکلئوتیدهای تیمین دار قرار گرفته و نوکلئوتیدهای سیتوزین دار

Dr.Soroush Safa
دانلود از اپلیکیشن پادرس

دربرابر نوکلئوتیدهای گوانین‌دار قرار می‌گیرد. یعنی همیشه یک باز پورینی در برابر یک باز پریمیدینی قرار دارد.



استفاده از پرتو ایکس برای تهیه تصویر از دِنا

ویلکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس از مولکول‌های دِنا تصاویری تهیه کردند.

یافته‌های ویلکینز و فراکلین:
۱- مولکول دنا حالت مارپیچی دارد
۲- مولکول دِنا بیش از یک رشته دارد
۳- تشخیص ابعاد مولکول‌ها

مدل مولکولی دِنا (مدل نردبان مارپیچ)

- واتسون و کریک با استفاده از نتایج آزمایش‌های چارگاف و داده‌های حاصل از تصاویر تهیه شده با پرتو ایکس و با استفاده از یافته‌های خود، مدل مولکولی نردبان مارپیچ را ساختند.
- نتایج حاصل از این تحقیقات با پژوهش‌های امروزی مورد تأیید قرار گرفته‌اند.

نکات کلیدی مدل واتسون و کریک

۱- هر مولکول دنا در حقیقت از دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی ساخته شده است که به دور محوری فرضی پیچیده شده و ساختار مارپیچ دو رشته ای را ایجاد می‌کند.

۲- این مارپیچ اغلب با یک نردبان پیچ‌خورده مقایسه می‌شود: ستون‌های این نردبان را قند و فسفات و پله‌ها را بازهای آلی تشکیل می‌دهند.

۳- بین قند یک نوکلئوتید و فسفات نوکلئوتید دیگر پیوند فسفودی استر و بین بازهای روبه‌روی هم پیوند هیدروژنی برقرار است.

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

۵- بین C و G نسبت به A و T پیوند هیدروژنی بیشتری تشکیل می‌شود.

۶- مکمل بودن بازهای آلی نتایج آزمایشهای چارگاف را نیز تأیید می‌کند.

۷- قرارگیری جفت بازها به این صورت دو مزیت دارد:

Dr.Soroush Safa
دانلود از اپلیکیشن پادرس

الف- موجب می‌شود تا قطر مولکول در سراسر آن یکسان باشد. چون در هر صورت یک باز تک‌حلقه ای

در مقابل یک باز دوحلقه ای قرار می‌گیرد.

ب- جفت شدن بازهای مکمل نتیجهٔ دیگری هم دارد و آن این‌که اگرچه دو رشته یک مولکول دنا یکسان نیستند، ولی شناسایی ترتیب نوکلئوتیدهای هر کدام می تواند ترتیب نوکلئوتیدهای رشته دیگر را هم مشخص کند؛ مثلا اگر ترتیب نوکلئوتیدها در یک رشته ATGC باشد ترتیب نوکلئوتیدها در رشته مکمل آن باید TACG باشد.

۸- ثابت ماندن قطر دِنا باعث پایداری اطلاعات آن شده و در فشرده شدن بهتر فام‌تن‌ها مؤثر است.

۹- اگرچه هر پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی پیوند کمی دارد، ولی وجود هزاران یا میلیون‌ها نوکلئوتید و برقراری پیوند هیدروژنی بین آنها به مولکول دِنا حالت پایدارتری می‌دهد.

۱۰- دو رشته دِنا در موقع نیاز هم می‌توانند در بعضی از نقاط از هم جدا شوند و بدون اینکه پایداری آنها به هم بخورد وظایف خود را انجام دهند.

رِ نا و انواع آن

رِناها نقش‌های متنوعی دارند که در این‌جا به بعضی از آن‌ها اشاره می‌شود:

۱- رِنای پیک (mRNA): اطلاعات ژن‌ها را از دِنا به رِناتن‌ها (ریبوزوم‌ها) می‌رساند. رِناتن با استفاده از اطلاعات رِنای پیک، پروتئین‌سازی می کند. هر رِنای پیک حاوی اطلاعات لازم برای ساخته شدن یک زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی (چند آمینواسیدی) می‌باشد.

۲- رِنای ناقل (tRNA): آمینواسیدها را برای استفاده در پروتئین‌سازی به سمت رِناتن‌ها می‌برد.

۳- رِنای رِناتنی (rRNA): در ساختمان رناتن‌ها، علاوه بر پروتئین، رنای رناتنی نیز حضور دارد. یعنی: رناتن =

نکته: علاوه بر نقشهای بالا، برای رِناها نقشهای آنزیمی و دخالت در تنظیم بیان ژن نیز مطرح می‌شود.

ژن چیست؟

طبق آزمایشات ایوری و همکارانش، اطلاعات وراثتی در دِنا قرار دارد و از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شود. این اطلاعات در واحدهایی به نام ژن سازماندهی شده‌اند.

تعریف ژن: ژن بخشی از مولکول DNA است که اطلاعات لازم برای تولید رِنا (RNA) یا پلی‌پپتید را در خود دارد.

Dr.Soroush Safa
دانلود از اپلیکیشن پادرس

دخالت نوکلئوتیدها در واکنشهای سوخت و سازی

نوکلئوتیدها علاوه برشرکت در ساختار دنا و رنا، نقش‌های اساسی دیگری نیز در یاخته برعهده دارند. برای مثال نوکلئوتید آدنین‌دارATP (آدنوزین تری فسفات) به عنوان منبع رایج انرژی در یاخته است و یاخته در فعالیت‌های مختلف از آن استفاده می‌کند.

همچنین نوکلئوتیدها در ساختار مولکول‌هایی وارد می‌شوند که در فرایندهای فتوسنتز و تنفس یاخته‌ای نقش ناقل الکترون را بر عهده دارند نظیر:

FAD : NAD: NADP :

نکته: ATP به دو طریق در بدن انسان ساخته می‌شود:

۱-

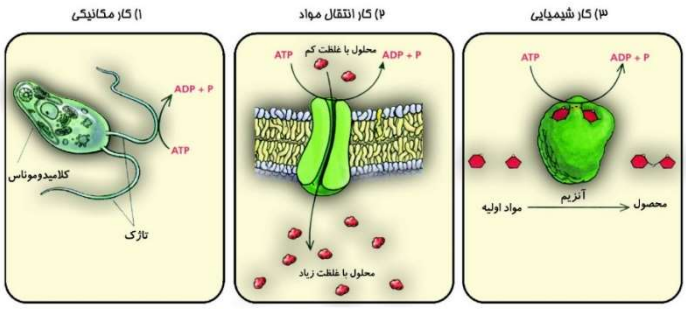
۲-

نکته: ATP در گیاهان به دو طریق ساخته می‌شود:

۱-

۲-

موارد کاربرد ATP :



دانلود از اپلیکیشن پادرس

گفتار ۲ همانندسازی دِنا

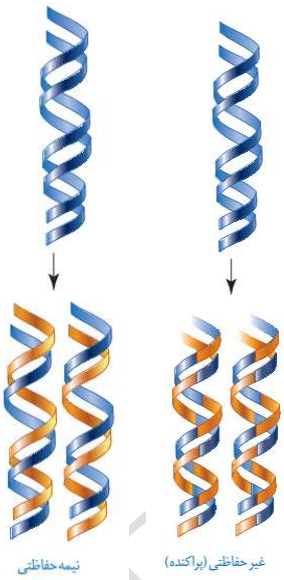
* تعریف: به ساخته شدن مولکول دِنای جدید از روی دنای قدیمی **همانندسازی** گویند.

نکته: همانندسازی در مرحلهٔ S یا سنتز چرخهٔ سلولی (قبل از میتوز یا میوز) انجام می‌شود.

انواع طرح‌های مطرح شده در بارهٔ همانندسازی:

۱- همانندسازی حفاظتی: در این طرح هر دو رشته دنای قبلی (اولیه) به‌صورت دست نخورده باقی مانده و وارد یکی از یاخته‌های حاصل از تقسیم می شوند و دو رشته دنای جدید (که از روی دنای قدیمی ساخته شده‌اند) هم وارد یاخته دیگر می‌شوند. چون دنای اولیه به‌صورت دست نخورده در یکی از یاخته‌ها حفظ شده است به آن همانندسازی حفاظتی می گویند.

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



۳- همانندسازی غیر حفاظتی (پراکنده):

در این طرح هر کدام از دناهای حاصل، قطعاتی از رشته‌های قبلی و رشته‌های جدید را به‌صورت پراکنده در خود دارند.

آزمایش مزلسون و استال برای تعیین طرح اصلی همانندسازی:

۱- ابتدا مولکول دنای مادر (مولکولی که رونویسی از روی آن انجام می‌شود) را با استفاده از نوکلئوتیدهایی که ایزوتوپ سنگین نیتروژن (^{15}N) دارند، نشانه‌گذاری کردند. برای این منظور، اجازه دادند تا باکتری E.Coli در محیط کشت حاوی نوکلئوتیدهای ^{15}N برای چندین نسل رشد و تکثیر انجام دهد.

نکته: دناهایی که با ^{15}N ساخته می‌شوند نسبت به دنای معمولی که در نوکلئوتیدهای خود ^{14}N دارد چگالی بیشتری دارند. بنابراین، با ابزارهایی مثل **فراگریزانه** (سانتریفیوژ سرعت بالا) می‌توان آنها را از هم جدا کرد.

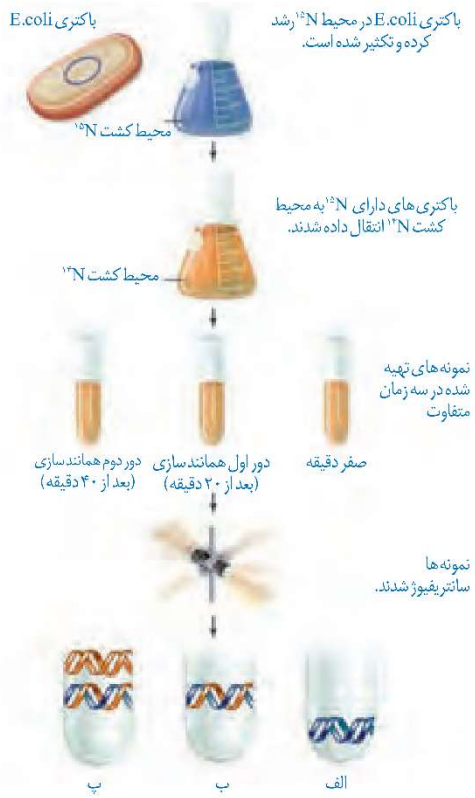
۲- پس از چندین مرحله رشد و تکثیر در این محیط، باکتری‌هایی تولید شدند که دِنای سنگین‌تری نسبت به باکتری‌های اولیه داشتند. سپس این باکتریها را به محیط کشت حاوی نوکلئوتیدهای ^{14}N منتقل کردند.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

نکته: با توجه به اینکه تقسیم باکتریها حدود ۲۰ دقیقه طول می‌کشد در فواصل ۲۰ دقیقه ای باکتریها را از محیط کشت جدا و بررسی کردند.

۳- برای سنجش چگالی دناها در هر فاصله زمانی، دنای باکتریها را استخراج و در محلولی از سزیم‌کلرید در سرعتی بسیار بالا گریز می‌دادند (سانتریفیوژ می‌کردند). با توجه به اینکه در گریزانه، میزان حرکت مواد در محلول براساس چگالی است و مواد سنگین‌تر تندتر حرکت می‌کنند، توانستند براساس میزان حرکت، نوع دنای تشکیل شده در هر مرحله را تشخیص دهند.

*** نتایج این آزمایش نشان داد که همانندسازی دنا، نیمه‌حفاظتی است.**



شکل ۱۰ــ آزمایش‌های مزلسون و استال و نتایج به‌دست آمده:
الف) دِنای باکتری‌های اولیه پس از گریز دادن یک نوار در انتهای لوله تشکیل دادند چون هر دو رشته دِنای آنها ^{15}N و چگالی سنگینی داشت.
ب) دِنای باکتری‌های حاصل از دور اول همانندسازی در محیط کشت حاوی ^{14}N (بعد از ۲۰ دقیقه) پس از گریز دادن نواری در میانه لوله تشکیل دادند. پس دِنای آنها چگالی متوسط داشت.
پ) دِنای باکتری‌های حاصل از دور دوم همانندسازی (بعد از ۴۰ دقیقه) پس از گریز دادن دو نوار، یکی در میانه و دیگری در بالای لوله تشکیل دادند. پس نیمی از آنها چگالی متوسط و نیمی چگالی سبک داشتند. چرا؟

نکته: از نظر چگالی :

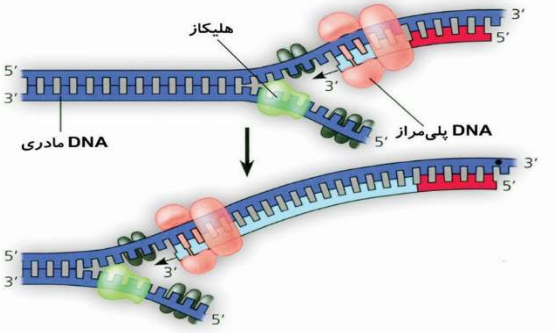
DNA دارای ^{15}N < DNA دارای ^{15}N و ^{14}N < DNA دارای ^{14}N

عوامل مورد نیاز جهت همانندسازی:

۱- مولکول DNA الگو: مولکولی است که از روی آن دو زنجیره دِنای جدید ساخ

۲- واحدهای سازنده دِنا که بتوانند در کنار هم نسخه مکمل الگو را بسازند.این واحدها نو کلئوتیدهای آزاد داخل یاخته و سه فسفاته 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 (هلیکاز) نوکلئوتیدها را به‌صورت مکمل روبه‌روی هم قرارمی‌دهد و با پیوند فسفودی‌استر به هم وصل می‌کند (دِنابسپاراز).



مراحل همانندسازی

۱- باز شدن پیچ و تاب های DNA و جدا شدن هیستون‌ها توسط آنزیم **هلیکاز**

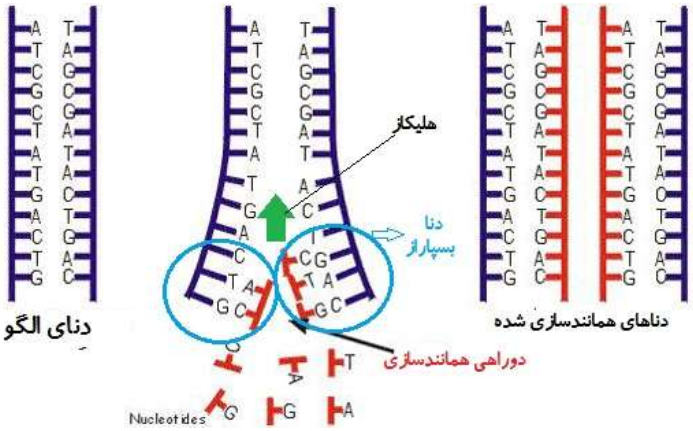
۲- سپس جدا شدن دو رشتهٔ دِنا از یکدیگر توسط آنزیم **هلیکاز** و ایجاد فاصله بین دو رشته : آنزیم هلیکاز در این مرحله پیوندهای هیدروژنی

دانلود از اپلیکیشن پادرس

را می‌شکند تا دو رشته را مانند زیپ از یکدیگر باز کند.

نکته: مراحل ۱ و ۲ قبل از آغاز همانند سازی انجام می‌شوند.

۳- آنزیم دِنابسپاراز (DNA پلی‌مراز) نوکلئوتیدهای مکمل (نوکلئوتیدهای ۳ فسفاتهٔ آزاد) را با نوکلئوتیدهای رشته الگو جفت می‌کند. قرار گیری نوکلئوتیدها در مقابل یکدیگر موجب ایجاد پیوند هیدروژنی بین جفت بازهای مکمل می‌شود.



نکته: 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.

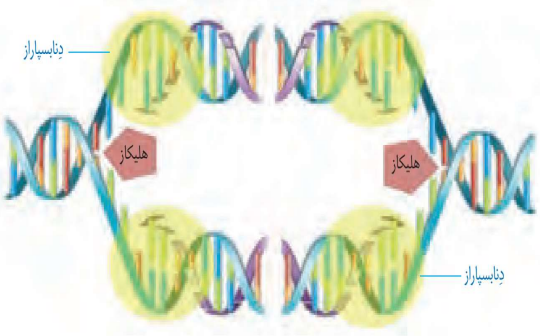
٤- سپس آنزیم دِنابسپاراز بین نوکلئوتیدهای مجاور، پیوند فسفودی‌استری ایجاد می‌کند (فعالیت بسپارازی یا پلی‌مرازی آنزیم). در هنگام تشکیل پیوند فسفودی‌استری، نوکلئوتیدهای ۳ فسفاته، دو فسفات خود را از دست می‌دهند و به صورت یک فسفاته به زنجیرهٔ پلی‌نوکلئوتیدی متصل می‌شوند.

۵- **مرحلهٔ ویرایش:** آنزیم دنابسپاراز پس از ایجاد هر پیوند فسفودی‌استری برمی‌گردد و رابطهٔ مکملی نوکلئوتید را بررسی می‌کند که رابطه آن درست است یا اشتباه؟ اگر اشتباه باشد آن را برداشته و نوکلئوتید درست را به‌جای آن قرار می‌دهد. برای حذف نوکلئوتید نادرست باید بتواند پیوند فسفودی استر را بشکند و نوکلئوتید نادرست را از دِنا جدا کند. توانایی بریدن دنا را فعالیت **نوکلئازی** گویند که در آن پیوند فسفودی استر می‌شکند.

انواع فعالیت‌های آنزیم دِنا بسپاراز
- ۱- فعالیت بسپارازی (پلی‌مِرازی):
- ۲- فعالیت نوکلئازی:

نکته ۱: فعالیت نوکلئازی دنابسپاراز را که باعث رفع اشتباه‌ها در همانندسازی می‌شود، **ویرایش** می‌گویند.

نکته ۲: همانندسازی دنا با دقت زیادی انجام می‌شود؛ این دقت تاحدود زیادی مربوط به رابطهٔ مکملی بین نوکلئوتیدها است و پس از آن مربوط به فعالیت نوکلئازی آنزیم دِنابسپاراز می‌باشد.



جایگاه و دوراهی همانندسازی

محل انجام همانندسازی که دو رشتهٔ دِنا از هم جدا می‌شوند را **جایگاه همانندسازی** می‌نامند.

نکتهٔ ۱: تحقیقات نشان داده است که در جایگاه همانند سازی دو رشته از هم بازمی‌شوند. بقیه قسمتها بسته هستند و به تدریج باز می‌شوند.

Dr.Soroush Safa
دانلود از اپلیکیشن پادرس

نکتهٔ ۲: در هر جایگاه همانندسازی، ۲ تا دوراهی همانندسازی داریم که در هر دوراهی همانندسازی، یک آنزیم هلیکاز و دو آنزیم دِنابسپاراز فعالیت می‌کنند، پس در مجموع در یک جایگاه همانند سازی: ۲ آنزیم هلیکاز و ٤ آنزیم دِنابسپاراز داریم.

دو راهی همانندسازی: در محلی که دو رشته دِنا از هم جدا می‌شوند (جایگاه همانندسازی)، دو ساختار Y مانندی به‌وجود می‌آید که به هریک از آنها دوراهی همانندسازی می‌گویند. در فاصله بین این دو ساختار، پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته از هم گسیخته و دو رشته از یکدیگر باز شده‌اند. همچنین پیوندهای فسفودی استر جدیدی در حال تشکیل هستند.

شکل ۱۲ ـ همانندسازی دِنا

همانند سازی در پیش‌هسته‌ایها (پروکاریوتها) و هو هسته‌ای‌ها (یوکاریوتها)

* **پیش‌هسته‌ای‌ها شامل:** تمام باکتری‌ها می‌شوند.

ویژگی‌های مادهٔ ژنتیک در پیش‌هسته‌ایها

۱- مولکول‌های وراثتی آن‌ها درون غشاءِ قرار ندارد (یعنی هستهٔ مشخصی ندارند)

۲- فام‌تن اصلی به صورت یک مولکول دِنای حلقوی است که در سیتوپلاسم قرار دارد و به غشای-پلاسمایی یاخته متصل است. (* فقط یک کروموزوم یا فام‌تن دارند)

۳- پروتئین متصل به دِنا (مثل هیستون) ندارند

٤- علاوه بر دِنای اصلی **ممکن است** مولکول‌هایی از دِنای دیگر به نام **دیسَک** (پلازمید) یا دِنای کمکی در اختیار داشته باشند.

۵- **اغلب** پیش‌هسته‌ای‌ها، دارای یک جایگاه آغاز همانندسازی در دنای خود می‌باشند.

نکته: اطلاعات موجود در دیسک می‌تواند ویژگی‌های دیگری را به باکتری بدهد مانند افزایش مقاومت باکتری در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها.

* **هوهسته‌ای‌ها شامل:** بقیه موجودات زنده یعنی آغازیان، قارچها، گیاهان و جانوران می‌باشند.

نکته: هوهسته‌ای‌ها = تمام جانداران بجز باکتری‌ها.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

ویژگی‌های مادهٔ ژنتیک هوهسته‌ای‌ها

۱- دنا در هر فام‌تن به‌صورت خطی است و مجموعه ای از پروتئینها که مهمترین آنها هیستون‌ها هستند همراه آن قرار دارند.

۲- دو نوع دِنا دارند

الف) دِنای هسته‌ای: شامل فام‌تن‌ها و بیشتر دِنا بوده که درون هسته قرار دارند.

ب) دِنای سیتوپلاسمی: این نوع از دنا که حالت حلقوی دارد در راکیزه (میتوکندری) و سبزدیسه (کلروپلاست)دیده می‌شود.

۳- دارای چندین جایگاه همانندسازی در دِنای خود می‌باشند.

نکات:

۱- به‌جز هیستون‌ها، انواعی دیگر از پروتئین‌ها نیز در اتصال با دِنای هوهسته‌ای‌ها قرار دارند.

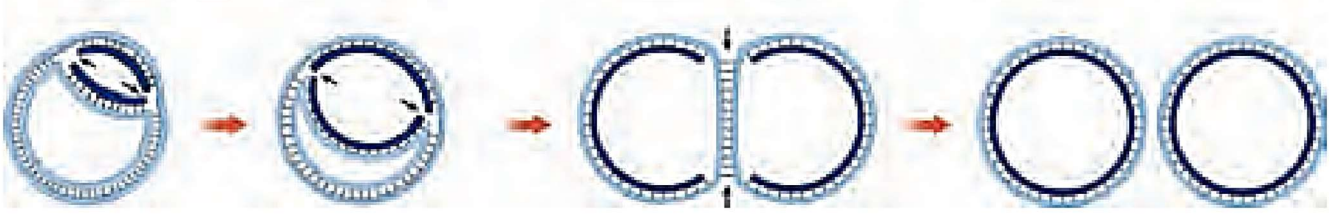
۲- هوهسته‌ای‌ها بیش از یک فام‌تن (کروموزوم) دارند.

۳- دنای سیتوپلاسمی هوهسته‌ای‌ها همانند دِنای اصلی و کمکی (دیسک‌ها) در پیش‌هسته‌ای‌ها، حلقوی می‌باشد.

مقایسهٔ همانندسازی در پیش‌هسته‌ای‌ها و هوهسته‌ای‌ها:

۱- در پیش‌هسته‌ای‌ها:

اغلب پیش‌هسته‌ای‌ها فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در دنای خود دارند. این نقطه در بخش خاصی از دنا قرار دارد، در این جایگاه دو رشته دِنا از هم باز می‌شوند. پژوهش‌ها نشان داده است همانندسازی دوجهتی در باکتریها هم وجود دارد. یعنی از یک نقطه همانندسازی شروع و در دو جهت ادامه می‌یابد تا به همدیگر رسیده و همانندسازی پایان یابد.



دانلود از اپلیکیشن پادرس

۲- در هوهسته‌ای‌ها:

- همانندسازی در هوهسته‌ای‌ها بسیار پیچیده‌تر از پیش‌هسته‌ای‌ها است. علت:

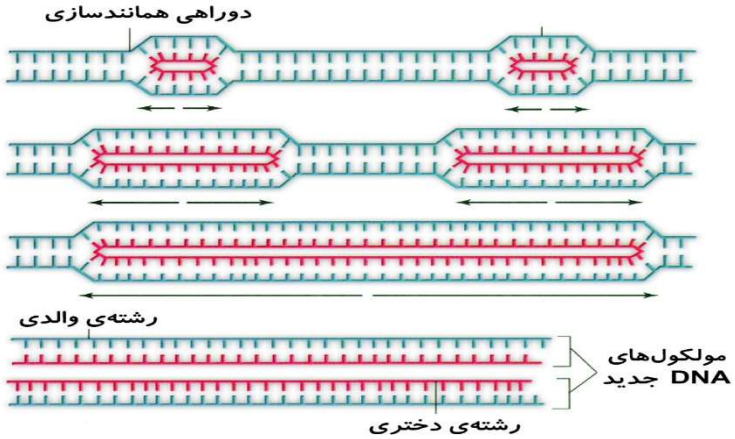
  الف- وجود مقدار زیاد دِنا

  ب- قرار داشتن دِنا در چندین فام‌تن که هر کدام از آنها چندین برابر دنای باکتری هستند.

- بنابراین اگر فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در هر فام‌تن داشته باشند، مدت زمان زیادی برای همانندسازی لازم است. به همین علت در هوهسته‌ای‌ها ، آغاز همانندسازی در چندین نقطه در هر فام‌تن انجام می‌شود.
- تعداد نقطه‌های آغاز همانندسازی در هوهسته‌ای‌ها حتی می‌تواند بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم شود؛ مثلا در ابتدای تقسیمات یاخته‌ای تعداد جایگاه آغاز همانندسازی کمتر و هنگاهی که سرعت تقسیم یاخته زیاد می‌شود تعداد جایگاه آغاز همانندسازی نیز افزایش می‌یابد. پس از آن اگر سرعت تقسیم بخواهد کاهش یابد تعداد جایگاه آغاز هم کاهش می‌یابد.
- در دوران جنینی در مراحل مورولا و بلاستولا سرعت تقسیم زیاد و تعداد نقاط آغاز مورد استفاده هم زیاد است ولی پس از تشکیل اندامها سرعت تقسیم و تعداد نقاط آغاز کم می‌شوند.

نکات شکل:

همانندسازی در یوکاریوت‌ها از چندین نقطه شروع می‌شود:



جدول مقایسه‌ای همانندسازی در پیش‌هسته‌ای‌ها و هوهسته‌ای‌ها				
نوع جاندار	**نوع دِنا**	**طول دِنا**	**تعداد جایگاه‌های همانند سازی**	**سرعت همانندسازی**
پیش‌هسته‌ای	حلقوی	کم	یک جایگاه در هر مولکول دِنا	کم و غیرقابل تنظیم
هوهسته‌ای	خطی	زیاد	چندین جایگاه در هر مولکول دِنا	قابل تنظیم

دانلود از اپلیکیشن پادرس

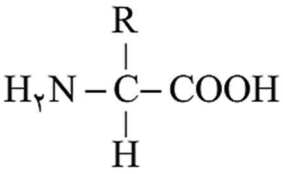
گفتار ۳ پروتئین‌ها

تعریف پروتئین‌ها: یکی از چهار درشت مولکول‌های مهم بدن می‌باشند که بَسپارهای خطی از آمینواسیدها هستند.

(یعنی هر پروتئین از تعداد زیادی آمینواسید تشکیل شده است).

نکته: ساختار و عمل پروتئین‌ها بستگی دارد به ⇐ نوع، ترتیب و تعداد آمینواسیدها در پروتئین

ساختار کلی آمینواسیدها:



شکل ۱۵ـ ساختار عمومی یک آمینواسید

یک اتم کربن مرکزی به چهار گروه مختلف اتصال دارد:

۱- یک گروه آمین ($-NH_2$) : در محیط آبی بار مثبت (+) می‌گیرد.

۲- یک گروه اسیدی کربوکسیل (-COOH): در محیط آبی بار منفی (-) می‌گیرد.

۳- یک اتم H

٤- گروه R: در آمینو اسیدهای مختلف متفاوت است و ویژگی‌های منحصربه‌فرد هر آمینواسید به آن بستگی دارد.

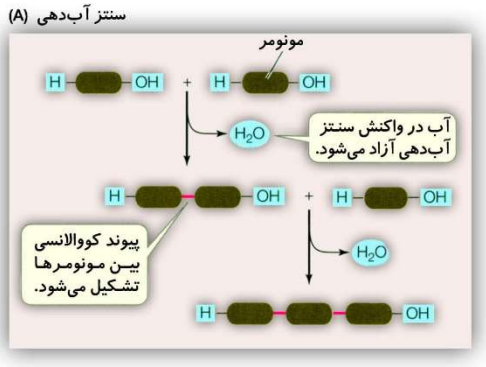
پیوند پپتیدی

پیوندی است اشتراکی بین گروه آمین یک آمینواسید با گروه کربوکسیل آمینواسید دیگر و موجب اتصال دو آمینواسید به یکدیگر می‌شود.

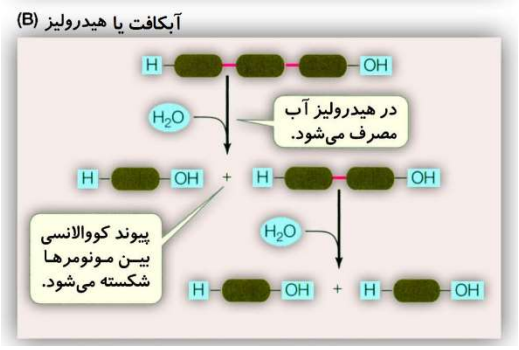
نحوهٔ ایجاد پیوند پپتیدی:

در محیط آبی، گروه آمین بار مثبت و گروه کربوکسیل بار منفی به خود می‌گیرد ← این دو گروه می‌توانند به یکدیگر نزدیک شده و با کمک آنزیم، واکنش **سنتز آبدهی** انجام دهند.

واکنش سنتز آبدهی: واکنشی است که در آن دو منومر یا تک‌پاره (مانند دو آمینواسید) به یکدیگر متصل می‌شوند و به ازای پیوند ایجاد شده، یک مولکول آب آزاد می‌شود.



نکته: واکنش سنتز آبدهی، عکس واکنش آبکافت (هیدرولیز) می‌باشد.



دانلود از اپلیکیشن پادرس

تشکیل پروتئین‌ها

پلی‌پپتید: وقتی تعدادی آمینواسید با پیوندپپتیدی به هم وصل شوند، زنجیره‌ای از آمینواسیدها به نام **پلی‌پپتید** تشکیل می‌شود.

* تمام پروتئین‌ها از یک یا چند زنجیره بلند و بدون شاخه از پلی‌پپتیدها ساخته شده‌اند.

* هر نوع پروتئین، ترتیب خاصی از آمینواسیدها را دارد که با استفاده از **روشهای شیمیایی**، آمینواسیدها را جدا و آنها را شناسایی می‌کنند.

* گرچه آمینواسیدها در طبیعت انواع گوناگونی دارند اما فقط ۲۰ نوع از آنها در ساختار پروتئین‌ها به‌کار می‌روند.

۲۰ از این نوع آمینواسید
- **۸ عدد ضروری** می‌باشند. یعنی در بدن انسان (بالغ) ساخته نمی‌شوند و باید همراه مواد غذایی وارد بدن شوند.
- **۱۲ عدد غیر ضروری** هستند. یعنی در بدن افراد ساخته می‌شوند.

نکتهٔ مهم: آمینواسیدهای ضروری در بدن نوزادان و کودکان ساخته می‌شود.

سطوح مختلف ساختاری در پروتئین‌ها

** در پاراگراف دوم صفحهٔ ۱۶ کتاب آمده است: « ساختار و عمل پروتئین‌ها بستگی دارد به ⇐ نوع، ترتیب و تعداد آمینواسیدها در پروتئین» اما کتاب در این‌جا می‌گوید: « شکل فضایی پروتئین، نوع عمل آن را مشخص می‌کند ».

☜ نتیجه گیری مهم: علاوه بر نوع، ترتیب و تعداد آمینواسیدها، شکل فضایی پروتئین نیز در عملکرد آن موثر است، اما ساختار پروتئین، فقط بستگی به نوع، ترتیب و تعداد آمینواسیدها دارد.

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

نکته: از پرتوهای X علاوه بر تعیین ساختار پروتئین‌ها، در تعیین ساختار مولکول DNA نیز استفاده شده است.

نکته: علاوه بر پرتوهای ایکس، روش‌های دیگری نیز برای تعیین ساختار پروتئین‌ها وجود دارند.

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

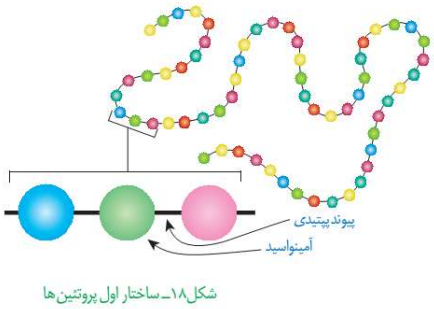
نکته: میوگلوبین نقش ذخیرهٔ اکسیژن را در تارهای ماهیچه‌ای برعهده دارد.

Dr.Soroush Safa
دانلود از اپلیکیشن پادرس

☜ ساختار پروتئین‌ها در چهار سطح بررسی می‌شود که هر ساختار مبنای تشکیل ساختار بالاتر است (یعنی اگر مثلا پروتئینی ساختار دوم را نداشته باشد، نمی‌تواند ساختار سوم را داشته باشد).

بزارید با یک مثال بهتر موضوع رو براتون روشن کنم، هر ساختار پروتئین برابر با یک طبقه از یک آپارتمان است تا طبقهٔ اول ساخته نشود، طبقهٔ دوم نمی‌تواند ساخته شود و همین‌طور برای ساخت طبقهٔ سوم، حتما قبلش باید طبقهٔ دوم ساخته شود.

ساختار اول پروتئین ــ توالی آمینواسیدها :



شکل ۱۸ــ ساختار اول پروتئین‌ها

□ ترتیب قرار گرفتن آمینواسیدها به‌صورت خطی، ساختار اول پروتئین‌ها را مشخص می‌کند.

□ ساختار اول با ایجاد پیوندهای پپتیدی بین آمینواسیدها شکل می‌گیرد. این پیوند در واقع نوعی پیوند اشتراکی است.

□ نوع، تعداد، ترتیب و تکرار آمینواسیدها، در ساختار اول هر پروتئین مهم است؛

زیرا: 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.

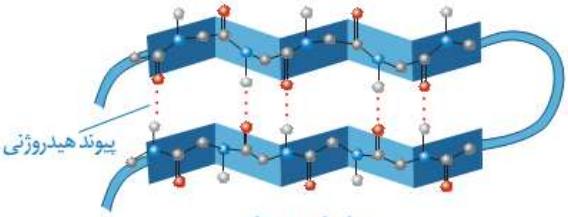
ساختار دوم ــ الگوهایی از پیوندهای هیدروژنی :

□ بین بخش‌هایی از زنجیره پلی‌پپتیدی می‌تواند پیوندهای هیدروژنی برقرار شود که این پیوندها، منشاءِ تشکیل ساختار دوم در پروتئین‌ها هستند.

□ دو نوع ساختار دوم در پروتئین‌ها مشاهده می‌شود:

ساختار مارپیچ و ساختار صفحه‌ای.

ساختار مارپیچ



ساختار صفحه‌ای

□ ساختار نهایی بعضی از پروتئینها می‌تواند همین ساختار دوم باشد.

□ مثالی برای ساختار صفحه‌ای: منافذ غشایی، مجموعه‌ای از پروتئین‌ها با ساختار صفحه‌ای هستند که در کنار هم منظم شده‌اند.

□ مثالی برای ساختار مارپیچ: در هموگلوبین زنجیره‌های پپتیدی مارپیچی با همکاری همدیگر مولکول هموگلوبین را می‌سازند که هر کدامشان خصوصیات ساختار دوم را دارند.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

ساختار سوم ــ تاخورده و متصل به هم:

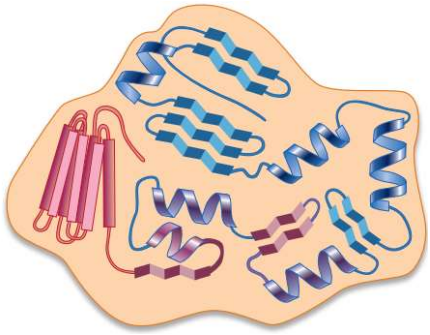
□ ساختار سوم، ساختار سه‌بعدی پروتئین‌هاست که در آن با تاخوردگی بیشتر صفحات و مارپیچ‌های ساختار دوم به شکل کروی در می‌آیند.

□ تشکیل این ساختار در اثر پیوندهای آب گریز 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 به‌صورت به‌هم پیچیده در کنار هم نگه می‌دارند. بنابراین با وجود این نیروها پروتئین‌های دارای ساختار سوم، ثبات نسبی دارند.

□ ایجاد تغییر در پروتئین، حتی تغییر یک آمینواسید هم می‌تواند ساختار و عملکرد آنها را به شدت تغییر دهد.

☜ پس به طور خلاصه: تاخوردگی ساختار دوم و ایجاد پیوندهای آبگریز (هیدروژنی، اشتراکی و یونی) بین گروه‌های R، ساختار سوم را بوجود می‌آورند و در نتیجهٔ بوجود آمدن این ساختار، پروتئین‌ها به یک ثبات نسبی می‌رسند.

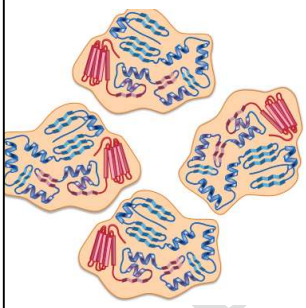


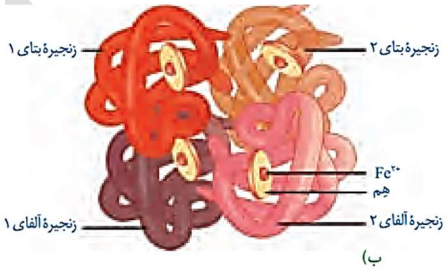
ساختار چهارم ــ آرایش زیرواحدها:

□ **بعضی** از پروتئین‌ها ساختار چهارم دارند،

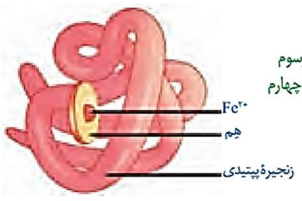
□ این ساختار هنگامی شکل می‌گیرد که دو یا چند زنجیره پلی‌پپتید در کنار یکدیگر پروتئین را تشکیل دهند. در این ساختار هریک از زنجیره‌ها نقشی کلیدی در شکل‌گیری پروتئین دارند. نحوهٔ آرایش این زیرواحدها در کنار هم ساختار چهارم پروتئین‌ها نامیده می‌شود.

□ هموگلوبین چهار زنجیره از دو نوع متفاوت دارد. هر زنجیره، ترتیب خاصی از آمینواسیدها را در ساختار اول دارند. در ساختار دوم به شکل مارپیچ درمی‌آیند. در ساختار سوم هریک از زنجیره‌ها به‌صورت یک زیرواحد تاخورده و شکل خاصی پیدا می‌کنند. در نهایت در ساختار چهارم این چهار زیرواحد در کنار هم قرار گرفته و هموگلوبین را شکل می‌دهند. برای پروتئینهایی که فقط یک زنجیره پلی‌پپتید دارند ساختار نهایی می‌تواند ساختار دوم یا سوم باشد،





ب)



الف)

شکل ۲۲
الف) میوگلوبین با ساختارسوم
ب) هموگلوبین با ساختار چهارم

نکات شکل:

۱-

۲-

دانلود از اپلیکیشن پادرس

-۳

جدول مقایسه‌ای ساختارهای پروتئین‌ها				
انواع ساختار	**تعریف**	**علت تشکیل**	**انواع پیوندها**	**فراوانی**
ساختار اول	توالی خطی آمینواسیدها	ایجاد پیوندهای پپتیدی بین آمینواسیدها	پپتیدی	در تمام پروتئین‌ها
ساختار دوم	الگوهایی از پیوندهای هیدروژنی	ایجاد پیوندهای پپتیدی بین بخش‌هایی از یک زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی و تاخوردگی زنجیره‌های پلی‌پپتیدی	پپتیدی هیدروژنی	در تمام پروتئین‌ها
ساختار سوم	تاخورده و متصل به هم	ایجاد پیوندهای مختلف بین گروه‌های R آمینواسیدها ⇐ تاخوردگی بیشتر ساختارهای دوم ⇐ ایجاد شکل کروی	پپتیدی، هیدروژنی ، یونی اشتراکی مثل دی‌سولفیدی	بیشتر پروتئین‌ها
ساختار چهارم	آرایش زیرواحدها	دو یا چند زنجیره پلی‌پپتید در کنار یکدیگر قرار گرفته و با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند	تمام پیوندهای ساختار سوم را دارد	در برخی از پروتئین‌ها (آنهایی که بیش از یک زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی دارند)

نکتهٔ ترکیبی مهم: پروتئازهای معده ساختارهای چهارم، سوم و دوم پروتئین‌ها را آبکافت (هیدرولیز) کرده و زنجیره‌های پلی‌پپتیدی کوتاه ایجاد می‌کنند (یعنی توانایی آبکافت همهٔ پیوندهای پپتیدی ساختار اول را ندارند) اما پروتئازهای رودهٔ باریک و پانکراس، تمامی پیوندهای پپتیدی ساختار اول را آبکافت کرده و آمینواسیدها را یکی یکی از یکدیگر جدا می‌کنند.

نقش پروتئین‌ها

پروتئین‌ها متنوع‌ترین گروه مولکول‌های زیستی از نظر ساختار شیمیایی و عملکردی هستند.

انواع نقش‌های پروتئین‌ها:

۱- نقش آنزیمی:

بیشتر آنزیم‌های بدن از جنس پروتئین هستند.

پروتئین‌های آنزیمی، به‌صورت کاتالیزورهای زیستی عمل می‌کنند و سرعت واکنش شیمیایی خاصی را زیاد می‌کنند.

۲- نقش ایمنی:

□ بعضی دیگر از پروتئین‌ها به‌صورت گیرنده‌هایی در سطح یاخته‌ها قرار دارند و میکروب‌های خارجی، یاخته‌های سرطانی یا مولکولهای دیگر را تشخیص می‌دهند که به آن‌ها گیرنده‌های آنتی‌ژنی می‌گویند.

□ گلوبولین‌های دفاعی هم که پادتن‌ها را می‌سازند مثالی از این نوع پروتئین هستند.

* **سایر پروتئین‌های ایمنی:** پادتن‌ها، اینترفرون‌ها، پروتئین‌های مکمل، پرفورین.

Dr.Soroush Safa
دانلود از اپلیکیشن پادرس

نکتهٔ ترکیبی: پادتن‌ها هم توسط لنفوسیت‌های B که نوعی گلبول (گویچه) سفید است ساخته می‌شوند و هم توسط نوعی پروتئین به نام گلوبولین.

۳- پروتئین‌های انتقالی:

هموگلوبین: انتقال گازهای تنفسی و تنظیم PH خون.

آلبومین‌ها: انتقال بعضی از داروها نظیر پنی‌سیلین (علاوه بر این، در حفظ فشار اسمزی نیز موثرند).

٤- پروتئین‌های غشایی:

کانال‌ها: پروتئین‌هایی که در انتشار تسهیل‌شده دخالت دارند و بدون صرف انرژی و در جهت شیب غلظت، مواد را جابجا می‌کنند.

نکته: کانال پروتونی موجود در غشای تیلاکوئیدها، فعالیت آنزیمی نیز دارد و ATP می‌سازد.

پمپ‌ها: در انتقال فعال نقش دارند و مواد را در خلاف جهت شیب غلظت و با صرف انرژی جابجا می‌کنند. مثل کانال سدیم – پتاسیم در غشای نورون‌ها که فعالیت آنزیمی هم دارد (با هیدرولیز یک مولکول ATP، انرژی لازم برای انتقال سه یون سدیم به خارج از نورون و ورود دو یون پتاسیم به داخل نورون را فراهم می‌آورد).

۵- پروتئین‌های رشته‌ای:

فیبرین: به صورت فیبرینوژن در خوناب محلول است و توسط ترومبین تبدیل به رشته‌های نامحلول فیبرین می‌شود. رشته‌های نامحلول فیبرین در ایجاد لختهٔ خون نقش دارند.

کلاژن: در بافتهای پیوندی از بخش‌های مختلف بدن حفاظت می‌کند.

نکته: زردپی و رباط (هر دو بافت پیوندی متراکم یا رشته‌ای دارند) استخوان و پوست مقدار فراوانی از پروتئین کلاژن دارند.

۶- پروتئین‌های انقباضی: انقباض ماهیچه‌ها ناشی از حرکت لغزشی دو پروتئینِ انقباضی اکتین و میوزین روی یکدیگر است.

۷- پروتئین‌های تنظیمی:

هورمون‌ها: بیشتر هورمون‌های بدن مثل انسولین و اکسی‌توسین پروتئینی‌اند. هورمون‌ها پیام‌های بین یاخته‌ای را در بدن جانوران رد و بدل می‌کنند تا تنظیم‌های مختلف در بدن انجام شود.

سایر پروتئین‌های تنظیمی: نقاط وارسی چرخهٔ سلولی و تنظیم‌کننده‌های رونویسی مثل پروتئین مهارکنندهٔ رونویسی.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

آنزیم‌ها

انواع واکنش‌های بدن

سوختن
۱. تبدیل بسپاره‌ها(پلی‌مرها) به واحدهای سازنده (منومر). مثل تبدیل پروتئین‌ها به آمینواسیدها
۲. برخی واکنش‌ها مثل تنفس یاخته‌ای

ساختن
۱. ترکیب منومرها با یکدیگر و تولید پلی‌مر یا بسپاره. مثل پیوند بین آمینواسیدها و تولید زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی
۲ تولید برخی از مولکول‌های زیستی مثل گلوکز.

□ واکنش‌های شیمیایی در صورتی سرعت مناسب می‌گیرند که انرژی اولیه کافی برای انجام آن وجود داشته باشد. این انرژی را **انرژی فعال‌سازی** گویند.

□ تمامی واکنشها در بدن موجود زنده (واکنش‌های سوخت وساز) به انرژی فعال‌سازی نیاز داشته و با حضور آنزیم انجام می‌شوند.

□ **تعریف آنزیم:** مولکولی عموما پروتئینی بوده که امکان برخورد مناسب مولکول‌ها را افزایش و انرژی فعال‌سازی واکنش را کاهش می‌دهد ⇐ این دو عمل موجب افزایش سرعت واکنش‌های زیستی می‌شود.

نکته: بدون آنزیم ممکن است در دمای بدن سوخت و ساز یاخته‌ها بسیار کند انجام شود و انرژی لازم برای حیات تأمین نشود.

انواع آنزیم‌ها
(از نظر محل عملکرد)

۱- آنزیم‌های برون یاخته‌ای: مثل آنزیم‌های لولهٔ گوارش (آمیلاز، پروتئاز و لیپاز) و لیزوزیم

۲- آنزیم‌های درون‌یاخته‌ای: مثل آنزیم‌های درون لیزوزوم (کافنده‌تن) و آنزیم‌های مؤثر در تنفس یاخته‌ای، فتوسنتز و همانندسازی

۳- آنزیم‌های غشایی: مثل پمپ سدیم – پتاسیم در غشای نورون‌ها و کانال پروتونی در غشای تیلاکوئیدها

ساختار آنزیم‌ها

□ بیشتر آنزیم‌ها پروتئینی هستند.

□ آنزیمها در ساختار خود بخشی به نام **جایگاه فعال** دارند. جایگاه فعال بخشی اختصاصی در آنزیم است که **پیش‌ماده** در آن قرار می‌گیرد.

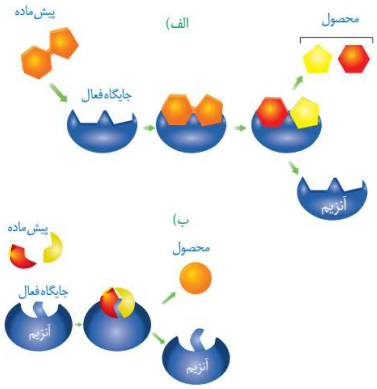
□ **پیش‌ماده:** ترکیباتی که آنزیم روی آنها عمل می‌کند.

Dr Soroush Safa
دانلود از اپلیکیشن پادرس

□ **فراورده** یا **محصول**: ترکیباتی که حاصل فعالیت آنزیم هستند.مثال: پیش‌مادهٔ آنزیم لیپاز لوزالمعده، تری‌گلیسریدها و محصول این‌آنزیم، اسیدهای چرب آزاد و مونوگلیسریدها هستند.

□ **کوآنزیم** (کمک‌کننده به آنزیم): بعضی آنزیمها برای فعالیت به یونهای فلزی مانند آهن، مس و یا مواد آلی مثل ویتامین‌ها نیاز دارند که به این مواد **کوآنزیم**(کمک‌کننده به آنزیم) گفته می‌شود.

نکات شکل:



عملکرد اختصاصی آنزیم‌ها

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

نکته: برخی از آنزیم‌ها نظیر دِنا بسپاراز یا DNA پلی‌مراز، بیش از یک واکنش را سرعت می‌بخشند.

نکته: آنزیم‌ها در همه واکنش‌های شیمیایی بدن جانداران که شرکت می‌کنند؛احتمال برخورد مولکول‌ها و سرعت واکنش را زیاد می‌کنند اما در پایان واکنش‌ها دست‌نخورده باقی می‌مانند تا بدن بتواند بارها از آنها استفاده کند. به همین دلیل یاخته‌ها به مقدار کم به آنزیم‌ها نیاز دارند. البته به مرور مقداری از آنها از بین می‌روند و یاخته مجبور به تولید آنزیم‌های جدید می‌شود.

عوامل مؤثر بر فعالیت آنزیم‌ها

۱. pH محیط:

pH های مهم بدن

- pH بیشتر مایعات بدن ⇐ ۶-۸
- pH خون ⇐ ۷/٤
- pH ترشحات معده ⇐ ۲
- pH دوازدهه ⇐ ۸

pH بهینه: هر آنزیم در یک pH ویژه بهترین فعالیت را دارد که به آن pH بهینه می‌گویند. مثلا pH بهینه پپسین که از یاخته‌های معده ترشح میشود حدود ۲ است درحالی‌که آنزیم‌هایی که از لوزالمعده به روده کوچک وارد میشوند pH بهینه حدود ۸ دارند.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

نتیجهٔ تغییر pH بر روی آنزیم: تغییر pH با تأثیر بر پیوندهای شیمیایی مولکول پروتئین **می‌تواند** باعث تغییر شکل آنزیم شود (خصوصا تغییر شکل جایگاه فعال) و در نتیجه امکان اتصال آن به پیش‌ماده از بین برود، در نتیجه میزان فعالیت آنزیم تغییر می‌کند (کاهش می‌یابد).

۲. دما:

آنزیم‌های بدن انسان در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد بهترین فعالیت را دارند.

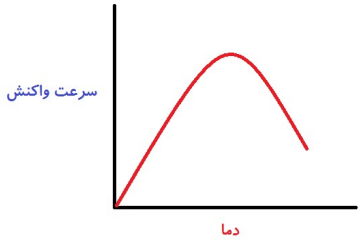
تاثیر دما بر آنزیم‌های بدن

افزایش دما: آنزیم‌های بدن در دمای بالاتر **ممکن است** شکل غیرطبیعی یا برگشت ناپذیر پیدا کنند و غیرفعال شوند.

کاهش دما: کاهش دما نیز ممکن است موجب غیرفعال شدن آنزیم‌ها شود، اما این غیرفعال شدن برگشت پذیر است. یعنی آنزیمهایی که در دمای پایین غیرفعال می‌شوند با برگشت دما به حالت طبیعی، می‌توانند به حالت فعال برگردند.

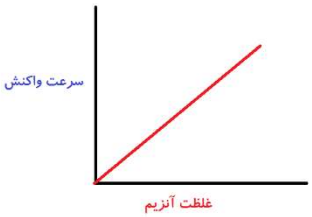
نکته: تب یک مکانیسم دفاعی برای کاهش فعالیت میکروب‌های از طریق کاهش فعالیت آنزیم‌های آن‌ها می‌باشد. یعنی در تب دمای بدن افزایش یافته تا فعالیت آنزیم‌های میکروب‌ها کاهش یابد ⇐ رشد و تکثیر میکروب‌ها کم شود تا بدن فرصت مبارزه با آن‌ها را پیدا کند. اما **تب شدید** (بالای ٤٠ درجه)، بدلیل کاهش فعالیت یکسری از آنزیم‌های بدن انسان، خطرناک بوده و حتی می‌تواند منجر به مرگ شود.

نکتهٔ شکل:

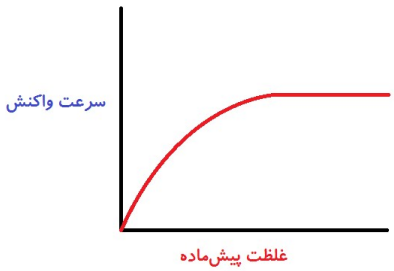


۳. غلظت آنزیم و پیش ماده:

مقدار بسیار کمی از آنزیم کافی است تا مقدار زیادی از پیش‌ماده را در واحد زمان به فراورده تبدیل کند. اگر مقدار آنزیم زیادتر شود تولید فراورده در واحد زمان افزایش می‌یابد.



افزایش غلظت پیش‌ماده در محیطی که آنزیم وجود دارد نیز می‌تواند تا حدی باعث افزایش سرعت شود ولی این افزایش تا زمانی ادامه می‌یابد که تمامی جایگاه‌های فعال آنزیم‌ها با پیش‌ماده اشغال شوند. در این حالت سرعت انجام واکنش ثابت می‌شود.



دانلود از اپلیکیشن پادرس

٤. وجود مواد اشغال کنندهٔ جایگاه فعال آنزیم:

وجود بعضی از مواد سمی در محیط مثل سیانید و آرسنیک می‌تواند با قرار گرفتن در جایگاه فعال آنزیم (بدلیل شباهت با پیش‌مادهٔ آنزیم)، مانع فعالیت آن شود. بعضی از این مواد به همین طریق باعث مرگ می‌شوند.

Dr.Soroush Safa

دانلود از اپلیکیشن پادرس