

جزوه زیست شناسی

پایه دوازدهم

بر اساس کتاب درسی

نوبت اول



بسم الله الرحمن الرحيم



فصل ۱ مولکول های اطلاعاتی

ژن چیست و از چه ساخته شده است؟

در این فصل با آزمایشاتی آشنا می شویم که نتایج آن ها ما را به درک مفهوم ژن و مولکول های مرتبط با آن یعنی مولکول های DNA، RNA و پروتئین رهنمون می کند.

گفتار ۱ – نوکلئیک اسیدها Nucleic Acids

- هر سلول دارای ویژگی هایی مانند شکل، اندازه، توانایی ها و.... است که هسته آن ها را کنترل می کند.
- دستورالعمل این ویژگی ها از سلولی به سلول دیگر و از نسلی به نسل دیگر منتقل می شود.
- این دستورالعمل ها توسط کروموزوم ها حفظ و منتقل می شود.

سوال: جنس کروموزوم از چیست؟ کدام یک از این مواد ذخیره کننده اطلاعات ژنتیکی هستند؟

آزمایشات گرفت (باکتری شناس انگلیسی):

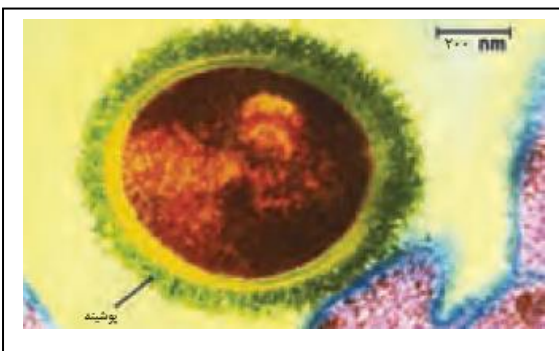
هدف آزمایشات: تهیه واکسن برای بیماری آنفلوآنزا - در آن زمان عامل آن را نوعی باکتری به نام استرپتوکوکوس نومونیا می دانستند.

انواع باکتری استرپتوکوکوس نومونیا:

نوع بیماری زا : کپسول (پوشینه) دار است و در موش ایجاد بیماری

سینه پهلوی می کند.

نوع غیربیماری زا : بدون کپسول است و موش را بیمار نمی کند.



مرحله (۱) تزریق باکتری زنده کپسول دار به موش ها ← موش ها بیمار شدند و مردند.

مرحله (۲) تزریق باکتری زنده بدون کپسول به موش ها ← موش ها بیمار نشدند و زنده ماندند.

مرحله (۳) تزریق باکتری کپسول دار کشته شده با گرما ← موش ها بیمار نشدند و زنده ماندند.

مرحله (۴) تزریق باکتری کپسول دار کشته شده با گرما + باکتری زنده بدون کپسول ← موش ها بیمار شدند و مردند!



بررسی خون و شش موش های مرده مرحله چهارم ← مشاهده باکتری زنده کپسول دار - یعنی تعدادی از باکتری های بدون کپسول به نحوی تغییر کرده و کپسول دار شده اند.

نتیجه آزمایشات گریفیت: ماده ژنتیک می تواند از سلولی به سلول دیگر منتقل شود. (ماهیت و چگونگی انتقال مشخص نشد).

عامل اصلی انتقال صفات وراثتی، DNA است.

شناسایی عامل انتقال صفات وراثتی ۱۶ سال بعد توسط ایوری و همکارانش صورت گرفت.

خلاصه آزمایشات ایوری:

آزمایش (۱) استخراج عصاره باکتری های کپسول دار کشته شده ← تخریب تمام پروتئین های درون عصاره (چگونه؟) ← افزودن آن به محیط کشت باکتری های بدون کپسول

مشاهدات: انتقال صفت (کپسول دار شدن باکتری های بدون کپسول) همچنان صورت می گیرد.

نتیجه: پروتئین ها ماده ژنتیک (انتقال دهنده صفت) نیستند.

آزمایش (۲) سانتریفوژ عصاره باکتری های کپسول دار کشته شده ← جدا کردن مواد آن بصورت لایه های مجزا ← افزودن جداگانه هر لایه به محیط کشت باکتری بدون کپسول

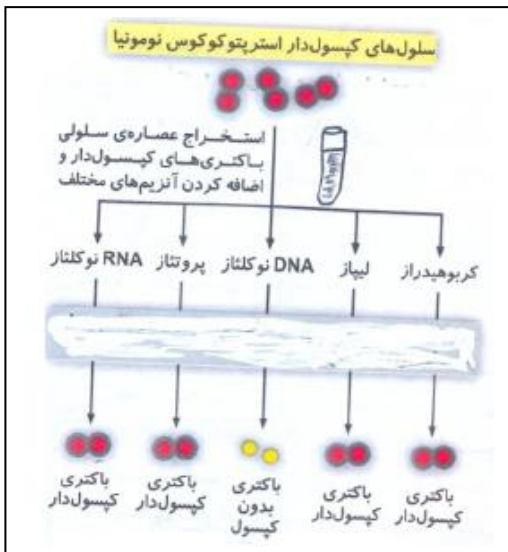
مشاهدات: انتقال صفت (کپسول دار شدن باکتری بدون کپسول) فقط با افزودن لایه DNA دار صورت می گیرد.

نتیجه: عامل انتقال صفات، DNA است. یعنی DNA ماده وراثتی است.

عده ای از دانشمندان این نتایج را نپذیرفتند چون بر این باور بودند که ماده ژنتیک پروتئین است نه DNA.

آزمایش بعدی به همین منظور انجام شد:

آزمایش ۳) تقسیم عصاره باکتری‌های کپسول‌دار کشته شده به چند قسمت ← افزودن آنزیم تخریب کننده یک گروه از مواد آلی به هربخش ← افزودن هر بخش از مواد به محیط کشت باکتری بدون کپسول (به صورت جداگانه) ← دادن فرصت برای انتقال صفت و رشد و تکثیر به باکتری‌ها



مشاهدات: در همه ظروف انتقال صفت صورت گرفت به جز ظرفی که

حاوی آنزیم تخریب کننده DNA بود.

نتیجه نهایی: تایید شد که DNA عامل انتقال صفات وراثتی است.

ساختار پایه ای نوکلئیک اسید

انواع نوکلئیک اسیدها:

الف) دئوکسی ریبونوکلئیک اسید – DNA } هر دو پلیمرهایی از واحدهای
تکرار شونده به نام نوکلئوتید هستند.

ب) ریبونوکلئیک اسید – RNA

(واحد سازنده : نوکلئوتید) اجزای هر نوکلئوتید:

۱) قند ۵ کربنه } در DNA : دئوکسی ریبوز (یک اکسیژن کمتر از ریبوز دارد)

در RNA : ریبوز

آدنین A

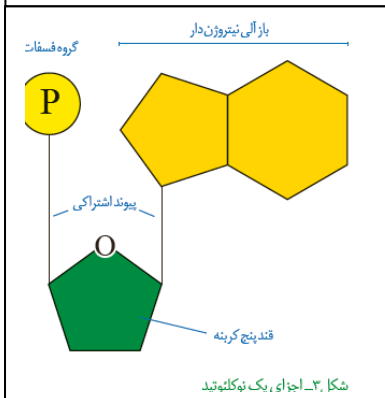
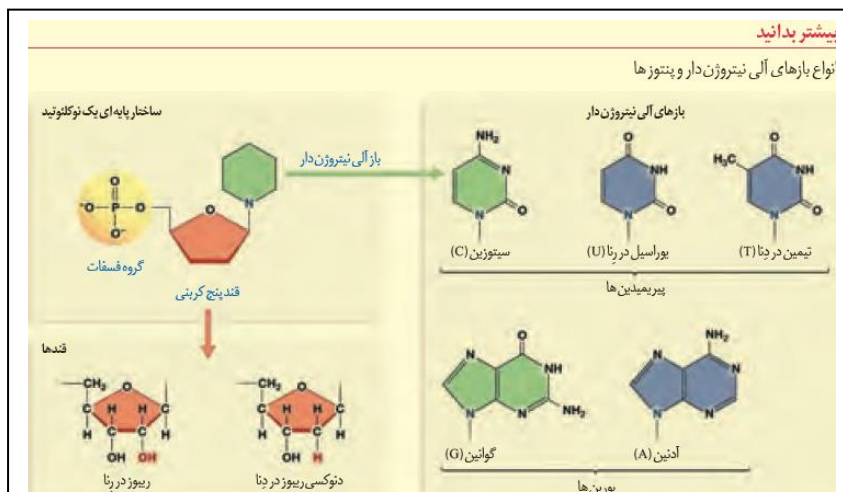
۲) باز آلی نیتروژن دار } پورین‌ها – دارای ساختار دو حلقه ای شامل گوانین G

انواع پیریمیدین‌ها – دارای ساختار تک حلقه ای شامل تیمین T – سیتوزین C – یوراسیل U

نکته مهم : در DNA باز یوراسیل شرکت ندارد و در RNA باز تیمین وجود ندارد.

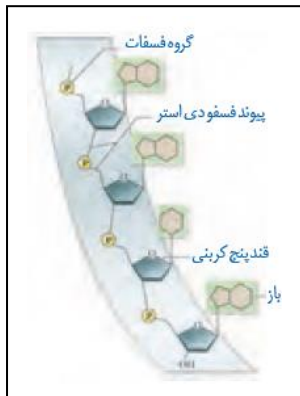
۳) گروه فسفات – یک تا سه گروه فسفات با پیوند کووالانسی به قند متصل می شوند. (در سمت دیگر قند، باز آلی

متصل است)



❖ **سوال:** تفاوت انواع نوکلئوتیدها با هم از چه جهت است؟

بر این اساس، در یک مولکول DNA یا RNA چند نوع نوکلئوتید متفاوت خواهیم داشت؟



✓ پیوند فسفودی استر: نوعی پیوند کووالانسی بین فسفات یک نوکلئوتید و

گروه هیدروکسیل (OH) قند نوکلئوتید بعدی.

این پیوند، دو نوکلئوتید مجاور را به هم متصل می کند و رشته

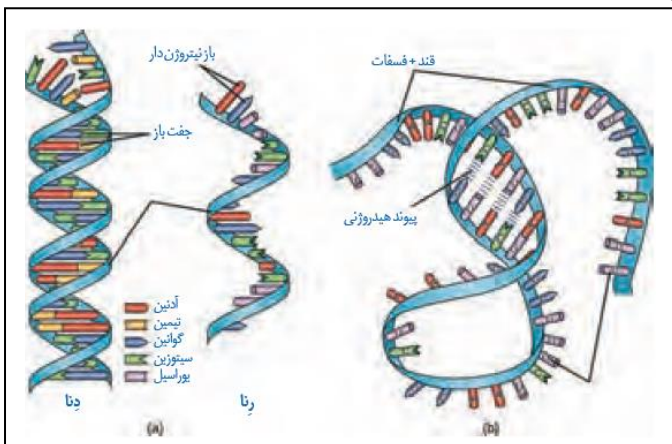
پلی نوکلئوتیدی ایجاد می شود.

✓ در مولکول DNA دو رشته پلی نوکلئوتیدی در مقابل هم قرار می گیرند اما در

مولکول RNA یک رشته پلی نوکلئوتیدی شرکت دارد.

ویژگی رشته پلی نوکلئوتیدی: در یک انتهای دارای گروه فسفات آزاد و در انتهای دیگر دارای گروه هیدروکسیل آزاد است.

❖ **سوال:** سه تفاوت مهم ساختاری در DNA و RNA را بیان کنید.



DNA حلقوی: دو انتهای رشته های پلی نوکلئوتیدی در

مولکول DNA می توانند با پیوند فسفودی استر به هم

متصل شوند و مولکول حلقوی ایجاد کنند. مثال: DNA باکتری ها

نکته: با توجه به ویژگی رشته پلی پپتیدی، هر رشته DNA و RNA که خطی باشند، همیشه دو سر متفاوت دارند.

تلاش برای کشف ساختار DNA

تصورات اولیه در مورد نسبت انواع نوکلئوتیدها در DNA: ۴ نوع نوکلئوتید در آن به نسبت مساوی توزیع شده اند.

نتیجه مشاهدات چارگاف: در هر مولکول DNA مقدار آدنین با تیمین و سیتوزین با گوانین برابر است. (A=T و C=G)

بیشتر بدانید

برخی از نتایج آزمایش های چارگاف (درصد)

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

اختلاف کم درصدها به دلیل خطاهای آزمایش است.



استفاده از پرتو X برای تهیه تصویر از DNA:

موریس ویلکینز و رزالین فرانکلین با کمک پرتو X

تصاویری از مولکول DNA تهیه کردند. نتایج:

این مولکول: (۱) حالت مارپیچی دارد (۲) بیش از یک رشته دارد -- و ابعاد مولکول نیز تعیین شد.

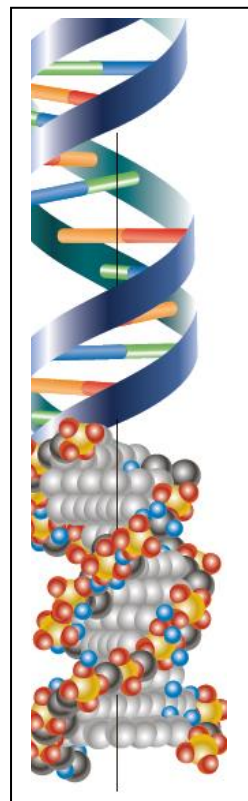
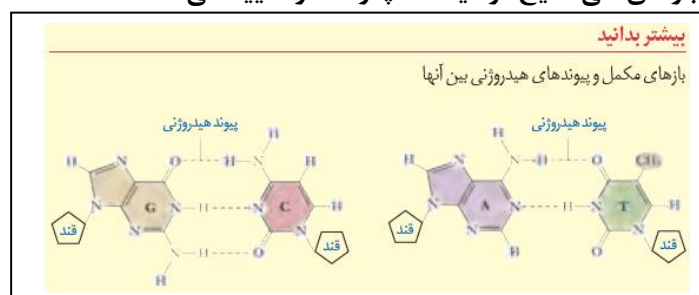
مدل مولکولی DNA

واتسون کریک با استفاده از نتایج شارگاف، داده‌های تصاویر پرتو X و یافته‌های خود

مدل مولکولی نردبان مارپیچ را ساختند که با پژوهش‌های امروزی تایید شده است.

نکات کلیدی مدل واتسون و کریک

- ✓ هر مولکول DNA از دو رشته پلی نوکلئوتیدی تشکیل شده که به دور محوری فرضی پیچیده و ساختار مارپیچ دو رشته‌ای را ایجاد می‌کنند. (مشابه نردبان پیچ خورده)
- ✓ ستون‌های نردبان را **قند** و **فسفات** و پله‌های آن را **بازهای آلی** تشکیل می‌دهند.
- ✓ بین نوکلئوتیدهای مجاور (قند یکی و فسفات دیگری) پیوند فسفودی استر است.
- ✓ پیوند بین دو نوکلئوتید مقابل (بین بازهای آن‌ها) پیوند هیدروژنی برقرار است.
- ✓ پیوندهای هیدروژنی دو رشته DNA را مقابل هم نگه می‌دارند.
- ✓ پیوندهای بین جفت بازها اختصاصی است. آدنین با تیمین و سیتوزین با گوانین جفت می‌شوند. (به نام بازهای مکمل)
- ✓ بین C و G نسبت به A و T پیوند هیدروژنی بیشتری تشکیل می‌شود.
- ✓ مکمل بودن بازهای آلی نتایج آزمایشات چارگاف را تایید می‌کند.



فواید رابطه مکملی بین جفت بازها:

- (۱) یکسان بودن قطر مولکول در تمام طول آن – همواره یک باز تک حلقه‌ای در مقابل یک باز دو حلقه‌ای قرار می‌گیرد. ثابت ماندن قطر سبب پایداری اطلاعات آن شده و در فشردن بهتر کروموزوم‌ها موثر است. (یادآوری: با کمک هیستون‌ها و ایجاد ساختار نوکلئوزوم)

۲) تعیین ترتیب نوکلئوتیدهای یک رشته با داشتن رشته دیگر – ترتیب و توالی دو رشته مقابل با هم یکسان نیست اما با توجه به رابطه مکملی می‌توان با داشتن ترتیب در یک رشته، ترتیب نوکلئوتیدهای رشته دیگر را تعیین کرد.

۳) ایجاد پایداری بیشتر با وجود پیوند هیدروژنی – پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی کمی دارد اما وجود هزاران نوکلئوتید مکمل و برقراری پیوند هیدروژنی بین آن‌ها، به مولکول DNA حالت پایدارتری می‌دهد. نیز، دو رشته می‌توانند در موقع نیاز از هم جدا شوند و بدون برهم خوردن پایداری، وظایف خود را انجام دهند.

مولکول RNA و انواع آن

مولکول RNA: نوعی نوکلئیک اسید که تک رشته‌ای بوده و از روی بخشی از یکی از دو رشته DNA ساخته می‌شود. بعضی انواع RNA بر اساس نقش آن‌ها در سلول:

۱. mRNA (پیگ) – نقش: اطلاعات را از DNA درون هسته به ریبوزوم درون سیتوپلاسم منتقل می‌کند.

(ریبوزوم با استفاده از این اطلاعات پروتئین سازی می‌کند - فصل ۲)

۲. tRNA (ناقل) – نقش: آمینواسیدها را برای پروتئین سازی به ریبوزوم می‌برد.

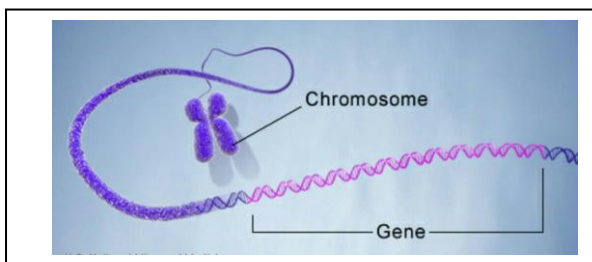
۳. rRNA (ریبوزومی) – نقش: در ساختار ریبوزوم (به همراه پروتئین) بکار می‌رود.

علاوه بر وظایف گفته شده، RNA ها دارای نقش آنزیمی و تنظیم بیان ژن (فصل های آینده) نیز هستند.

ژن Gene

هر ژن بخشی از مولکول DNA است و بیان آن می‌تواند به تولید RNA یا پروتئین بینجامد. اطلاعات وراثتی در ژن ها سازماندهی شده‌اند. (بیان ژن: بروز اثر آن در جاندار - چگونگی

در فصل های بعد)



دخالت نوکلئوتیدها در واکنش های متابولیسمی (سوخت و سازی)

مثال هایی از وظایف نوکلئوتیدها علاوه بر شرکت در ساختار نوکلئیک اسیدها:

الف) آدنوزین تری فسفات (ATP) یک نوکلئوتید است که به عنوان منبع انرژی در سلول می‌باشد و در فعالیت های مختلف از آن استفاده می‌شود.

ب) نوکلئوتیدها در ساختار مولکول هایی وارد می‌شوند که نقش ناقل الکترون در فرآیندهای فتوسنتز و تنفس سلولی را بر عهده دارند. (در فصل های بعد)

گفتار ۲ – همانندسازی DNA (DNA replication)

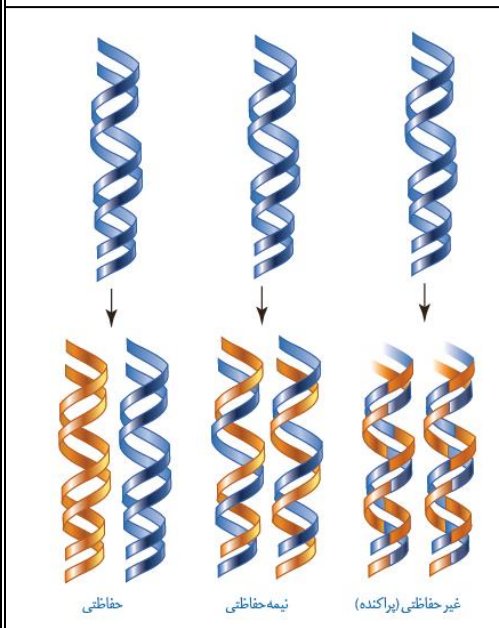
همانند سازی: ساخته شدن مولکول DNA جدید از روی نسخه قدیمی.

❖ سوال: ضرورت همانندسازی DNA چیست؟.....

.....

طرح های پیشنهادی برای همانندسازی DNA :

(۱) همانندسازی حفاظتی - DNA قبلی (هر دو رشته) به صورت دست نخورده وارد یکی از سلول های حاصل از تقسیم شده و یک مولکول DNA جدید (با دو رشته) ساخته شده و وارد سلول دیگر می شود.



(۲) همانند سازی نیمه حفاظتی - در هر سلول دختر، یک مولکول DNA که دارای یک رشته قدیمی و یک رشته جدید است وارد می شود.

(۳) همانندسازی غیر حفاظتی (پراکنده) - هر سلول دختر دارای یک مولکول DNA است که قطعاتی از رشته های قبلی و جدید را به صورت پراکنده در خود دارند.

کدام طرح تایید شد؟

آزمایشات مزلسون و استال (براساس تشخیص رشته های DNA قدیمی از جدید)

نکاتی قابل توجه :

- ✓ ساخت DNA های نشاندار که دارای نوکلئوتیدهایی با ایزوتوپ سنگین نیتروژن N^{15} بودند اساس کار بود.
- ✓ مولکول های DNA ای که با N^{15} ساخته می شوند ، نسبت به مولکول های معمولی (دارای N^{14}) چگالی بیشتری دارند.
- ✓ نیتروژن سنگین در ساختار بازهای آلی نیتروژن دار نوکلئوتیدها شرکت می کنند.
- ✓ جداسازی DNA های سنگین از معمولی با ابزارهایی چون سانتریفیوژ سرعت بالا (فراگریزانه) امکان پذیر است.
- ✓ در سانتریفیوژ، اساس جداسازی چگالی است و مواد سنگین تر، تندتر حرکت می کنند و در قسمت پایین تر قرار می گیرند.
- ✓ برای جداسازی DNA ها را استخراج کرده و در محلولی از سزیم کلرید در سرعت بالای سانتریفیوژ قرار می دهند.

- ✓ DNA سلول‌ها در هر دور تقسیم شدن، ابتدا همانندسازی کرده و بعد سلول آماده تقسیم می‌شود.
- ✓ در هر بار همانندسازی DNA، سلول از نوکلئوتیدهای موجود در محیط کشت (که ممکن است حاوی نیتروژن معمولی یا سنگین باشند) استفاده می‌کند.
- ✓ مزلسون و استال از باکتری‌ها برای انجام آزمایشات خود استفاده کردند.
- ✓ تقسیم باکتری حدود ۲۰ دقیقه طول می‌کشد.

مراحل آزمایش (با توجه به شکل):

- (۱) باکتری‌های E.coli در محیط کشت حاوی N^{15} قرار گرفته و چندین مرحله رشد و تکثیر کردند. این باکتری‌ها دارای DNA سنگین شدند.
- (۲) باکتری‌های دارای N^{15} را به محیط کشت حاوی نوکلئوتیدهای N^{14} منتقل کردند.

(۳) در فواصل ۲۰ دقیقه‌ای (چرا؟)، باکتری‌ها را از محیط کشت جدا و

DNA آن‌ها را بررسی کردند (در زمان صفر، بعد از ۲۰ و بعد از ۴۰ دقیقه).

(۴) سانتریفیوژ DNA های هر گروه از سلول‌ها انجام و بررسی شد.

مشاهدات:

الف) DNA ی باکتری‌های اولیه (زمان صفر)، پس از سانتریفیوژ یک نوار

در انتهای لوله تشکیل دادند. چون هر دو رشته DNA ی آن‌ها N^{15} با چگالی سنگین بوده است.

ب) DNA ی باکتری‌های حاصل از یک دور همانندسازی در محیط کشت N^{14} (زمان ۲۰ دقیقه)، پس از سانتریفیوژ یک نوار در میانه لوله تشکیل دادند. پس DNA ی آن‌ها دارای چگالی متوسط بوده است.

پ) DNA ی باکتری‌های حاصل از ۲ دور همانندسازی در محیط کشت N^{14} (زمان ۴۰ دقیقه)، پس از سانتریفیوژ دو

نوار، یکی در میانه و دیگری در بالای لوله تشکیل دادند. پس نیمی از

آن‌ها دارای چگالی متوسط و نیمی دارای چگالی سبک بوده‌اند. چرا؟

پاسخ: شکل بکشید.

نتیجه آزمایشات مزلسون و استال: همانندسازی DNA نیمه حفاظتی است.

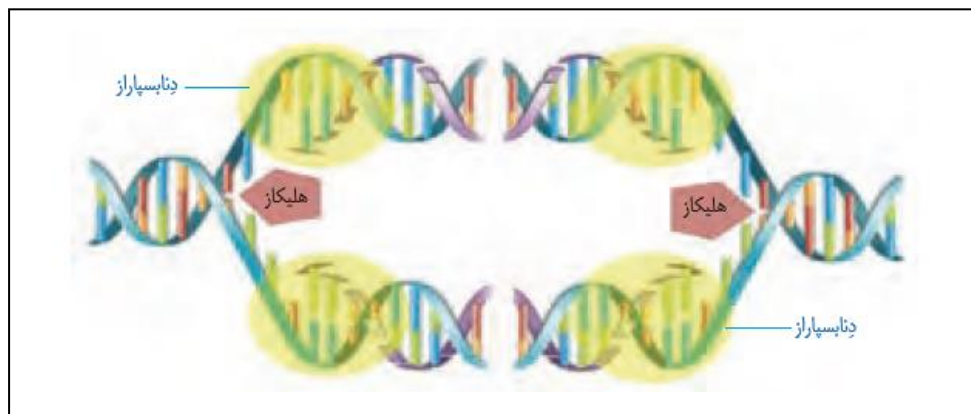


عوامل و مراحل همانندسازی DNA

نکته: برای همانندسازی، دو رشته از هم باز می شوند. بقیه قسمت ها بسته هستند و به تدریج باز می شوند.

مهم ترین عوامل شرکت کننده در همانندسازی :

۱. مولکول DNA - به عنوان الگو
۲. واحدهای سازنده - که بتوانند به هم متصل شده و نسخه مکمل الگو را بسازند. این واحدها نوکلئوتیدهای آزاد سه فسفات درون سلول هستند. این نوکلئوتیدها در لحظه اتصال به رشته پلی نوکلئوتیدی در حال ساخت، دو فسفات خود را از دست می دهند.
۳. آنزیم ها- برای باز کردن دو رشته قدیمی، قرار دادن نوکلئوتیدهای مکمل روبروی آن ها و اتصال پیوند فسفودی استر بین نوکلئوتیدهای مجاور در رشته جدید.



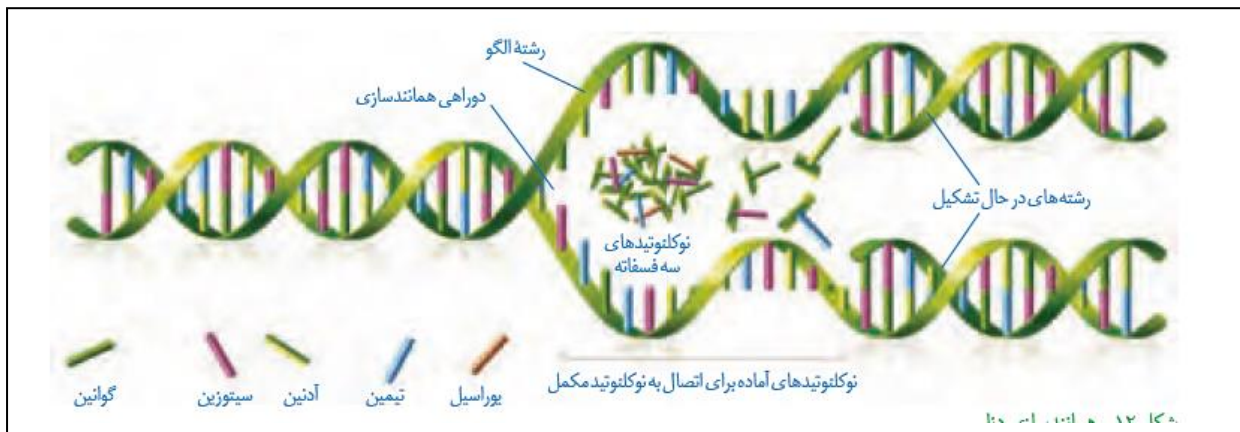
مراحل کلی:

۱. باز شدن پیچ و تاب مولکول DNA، جداسازی هیستون های همراه آن ها، باز شدن و فاصله گرفتن دو رشته الگو از هم - توسط آنزیم هلیکاز (چه پیوندی شکسته می شود؟)
۲. ساخته شدن یک رشته جدید پلی نوکلئوتیدی در برابر رشته الگو، با کمک آنزیم های مختلف که مهم ترین آن ها آنزیم DNA پلیمراز (بسپاراز) است.

☆ **دوراهی های همانندسازی:** در محل جدا شدن دو رشته DNA ی الگو دو ساختار Y مانند ایجاد می شود که دو راهی همانند سازی نامیده می شوند.

وضعیت در فاصله بین ۲ دوراهی:

۱. پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته از هم گسیخته و دو رشته از هم باز شده اند.
۲. پیوندهای فسفودی استر بین نوکلئوتیدهای جدید طبق رابطه مکملی با رشته الگو در حال تشکیل هستند. آنزیم DNA پلیمراز نوکلئوتیدها را به انتهای رشته در حال تشکیل اضافه می کند.



نکات:

- ✓ در هر دوراهی، یک آنزیم هلیکاز در حال شکستن پیوندهای هیدروژنی است.
- ✓ در هر دوراهی، ۲ عدد آنزیم DNA پلیمراز در حال فعالیت هستند. یکی برای رشته بالایی و دیگری برای رشته پایینی.
- ✓ هر نوکلئوتید آزاد ۳ فسفاته است اما هنگام اضافه شدن به انتهای رشته پلی نوکلئوتیدی، ۲ فسفات از آن جدا شده و به صورت تک فسفاته به رشته در حال تشکیل، اضافه می شود.
- ✓ دو مولکول DNA در حال تشکیل، هر کدام یک رشته قدیمی (الگو) و یک رشته جدید دارند.
- ✓ مولکول DNA مادر (اولی) دیگر وجود ندارد اما دو رشته آن بین مولکول DNAهای دختر توزیع شده.
- ✓ جایگاه آغاز همانندسازی: محلی خاص در DNA که دو رشته مولکول از آن جا شروع به باز شدن می کنند.
- ✓ همانند سازی معمولاً دو جهتی است. یعنی از یک نقطه همانندسازی شروع شده و در دو جهت پیش می رود.
- ✓ به ازای یک جایگاه آغاز، ۲ عدد دوراهی، ۲ عدد هلیکاز و ۴ عدد DNA پلیمراز وجود دارد.

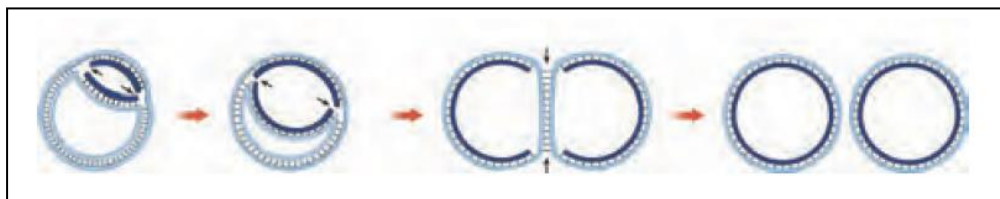
فعالیت های آنزیم DNA پلیمراز

- همانند سازی بادقت زیاد انجام می شود که تا حدود زیادی مربوط به رابطه مکملی است.
- ویرایش: فعالیت نوکلئازی DNA پلیمراز که باعث رفع اشتباهات در همانندسازی می شود.
- ☆ چگونگی ویرایش: آنزیم DNA پلیمراز پس از برقراری هر پیوند فسفودی استر، بر می گردد و درست بودن رابطه مکملی را بررسی می کند. اگر اشتباه باشد، پیوند فسفودی استر را شکسته، آن نوکلئوتید را برداشته و نوکلئوتید درست را جای آن قرار می دهد.
- فعالیت نوکلئازی: توانایی بریدن DNA که در آن، پیوند فسفودی استر بین دو نوکلئوتید مجاور شکسته می شود.
- ✓ آنزیم DNA پلیمراز هم توانایی انجام فعالیت پلیمرازی و هم نوکلئازی (برای رفع اشتباهات) را دارد.

هماندسازی در پروکاریوت‌ها (پیش هسته ای) و یوکاریوت‌ها (هسته ای!)

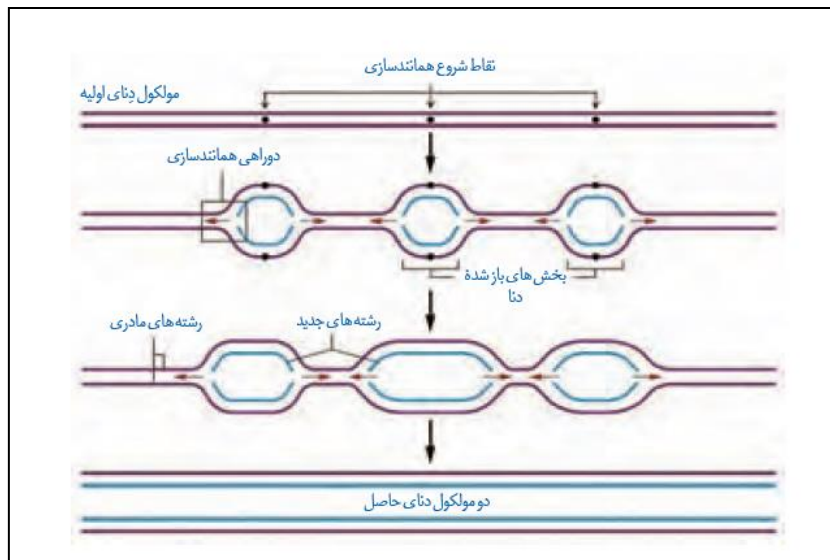
الف) ویژگی‌ها در پروکاریوت‌ها (شامل همه باکتری‌ها):

۱. دارای یک کروموزوم اصلی هستند که به صورت یک مولکول DNA حلقوی در سیتوپلاسم است و با غشا محصور نشده.
۲. کروموزوم اصلی به غشای پلاسمایی سلول متصل است.
۳. پروکاریوت‌ها ممکن است علاوه بر DNA اصلی، دارای DNA های دیگری به نام پلازمید (دیسک!) نیز باشند.
۴. پلازمیدها حلقوی بوده و اطلاعات این مولکول‌ها (ژن‌های آن‌ها) می‌تواند ویژگی‌های دیگری را به باکتری‌ها بدهد مانند افزایش مقاومت باکتری در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها.
۵. اغلب پروکاریوت‌ها فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در DNA خود دارند که در بخش خاصی از این مولکول است.
۶. همانندسازی دوجهتی در باکتری‌ها هم وجود دارد، از یک نقطه شروع شده در دو جهت ادامه می‌یابد تا به همدیگر رسیده و همانندسازی پایان یابد.



ب) ویژگی‌ها در یوکاریوت‌ها (شامل: آغازیان، قارچ‌ها، گیاهان، جانوران)

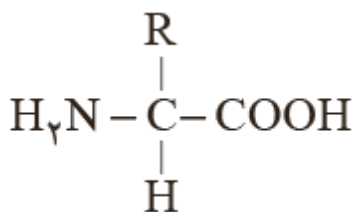
۱. کروموزوم‌ها بصورت خطی بوده و مجموعه‌ای از پروتئین‌ها (مهم‌ترین آن‌ها هیستون‌ها) همراه DNA هستند.
۲. کروموزوم‌ها و بیشتر DNA درون هسته قرار دارند - به نام DNA هسته‌ای.
۳. در یوکاریوت‌ها علاوه بر هسته در سیتوپلاسم نیز مقداری DNA وجود دارد - به نام DNA سیتوپلاسمی.
۴. DNA های سیتوپلاسمی یوکاریوت‌ها حلقوی بوده (مشابه پروکاریوت‌ها) و در میتوکندری و کلروپلاست قرار دارند.
۵. همانندسازی در یوکاریوت‌ها پیچیده‌تر از پروکاریوت‌هاست. (چرا؟)
۶. در هر کروموزوم چندین نقطه آغاز همانندسازی وجود دارد و وجود چندین نقطه آغاز، زمان لازم برای همانندسازی را کاهش می‌دهد.
۷. تعداد جایگاه آغاز می‌تواند بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم شود. در ابتدای تقسیمات سلولی تعداد جایگاه آغاز کمتر و هنگام افزایش سرعت تقسیم، تعداد جایگاه‌های آغاز نیز افزایش می‌یابد. در صورت کاهش مجدد سرعت تقسیم، تعداد جایگاه‌های آغاز هم کمتر می‌شود. (مثال: در دوران جنینی، در مراحل مورولا و بلاستولا سرعت تقسیم و تعداد جایگاه‌های آغاز زیاد اما پس از تشکیل اندام‌ها، سرعت تقسیم و تعداد جایگاه‌ها کاهش می‌یابد). شکل ۱۴



گفتار ۳ – پروتئین ها Proteins

پروتئین ها نقش مهمی در فرآیندهای سلولی دارند. این مولکول ها، پلیمرهایی خطی از آمینواسیدها هستند.

ساختار آمینواسیدها



- ✓ آمینواسیدها واحد سازنده پروتئین ها هستند. این مولکول ها بصورت خطی به هم متصل می شوند.
- ✓ ساختار و عمل پروتئین بستگی به نوع ، ترتیب و تعداد آمینواسیدها دارد.

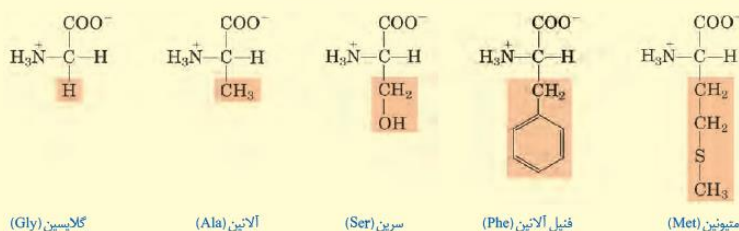
ساختار عمومی : هر آمینواسید دارای یک کربن (C) مرکزی است که چهار ظرفیت آن پر می شود با:

(۱) یک گروه آمین (---NH_2) (۲) یک گروه کربوکسیل (---COOH) (۳) یک هیدروژن (H)

(۴) گروه R – در آمینواسیدهای مختلف متفاوت است و ویژگی های منحصر بفرد هر آمینواسید به آن بستگی دارد.

بیشتر بدانید

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



عامل تعیین کننده شکل هر پروتئین: ماهیت

گروه R در آمینواسیدهای تشکیل دهنده آن .

پیوند پپتیدی

در محیط آبی (مثلا سیتوپلاسم سلول) ، گروه آمین دارای بار مثبت (+) و گروه کربوکسیل دارای بار منفی (-) می شوند.

پیوند پپتیدی: نوعی پیوند کووالانسی بین گروه آمین یک آمینواسید و گروه کربوکسیل آمینواسید دیگر

✓ ایجاد پیوند پپتیدی، در حضور آنزیم انجام شده و نوعی واکنش سنتز آبدهی است.

✓ ایجاد هر پیوند پپتیدی با آزاد شدن یک مولکول آب همراه است. شکل ۱۶

پلی پپتید: زنجیره ای از آمینواسیدها که با پیوند پپتیدی به هم متصل شده اند.

✧ رابطه بین پروتئین و پلی پپتید:

هر مولکول پروتئین از یک یا چند زنجیره بلند و

بدون شاخه (خطی) پلی پپتید، ساخته شده است.

✓ هر نوع پروتئین، دارای ترتیب خاصی از

آمینواسیدهاست که با روش های خاصی جدا و

شناسایی می شوند.

✓ انواع گوناگونی از آمینواسیدها در طبیعت وجود

دارد اما فقط ۲۰ نوع از آن ها در ساختار پروتئین ها شرکت می کنند.

✧ آمینواسیدهای ضروری (اساسی): ۸ نوع از آمینواسیدها که بدن انسان بالغ نمی تواند آن ها را بسازد و باید به

همراه مواد غذایی ، آن ها را دریافت کند.

سطوح مختلف ساختاری در پروتئین

✓ شکل فضایی پروتئین ، نوع عمل آن را مشخص می کند.

چگونگی شناسایی ساختار پروتئین : توسط راه های مختلفی انجام می شود که یکی از آن ها ، استفاده از پرتو X

است که ساختار سه بعدی و حتی جایگاه اتم ها را مشخص می کند.

اولین پروتئین که ساختار آن شناسایی شد: پروتئین میوگلوبین که دارای یک رشته پلی پپتیدی است.

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

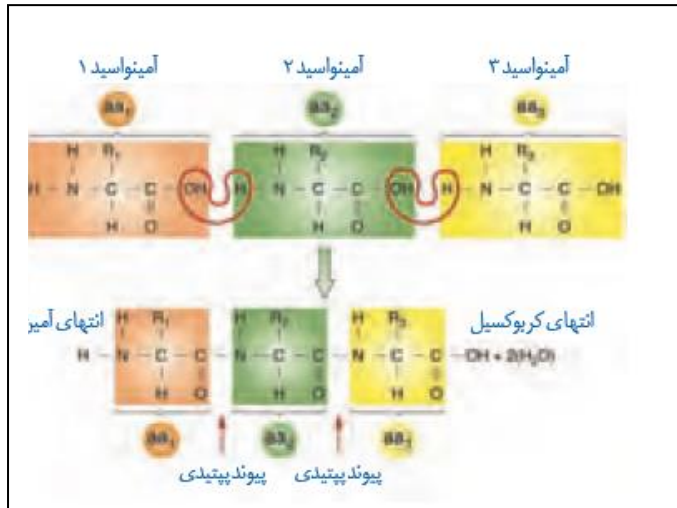
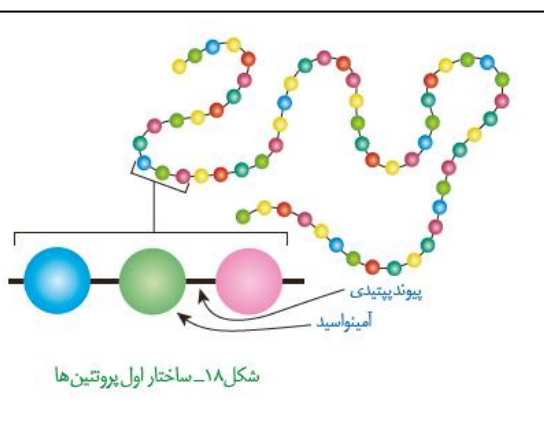
ساختار اول پروتئین - توالی آمینواسیدها

ترتیب قرارگرفتن آمینواسیدها به صورت خطی ، ساختار اول

محسوب می شود.

✓ در ساختار اول چند مورد مطرح است:

نوع ، تعداد ، ترتیب و تکرار آمینواسیدها در مولکول

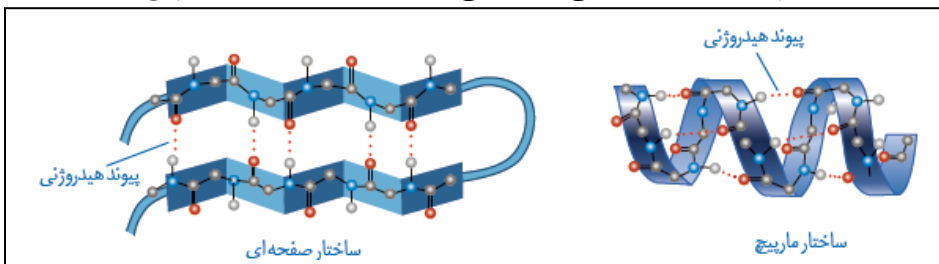


نکات قابل توجه در ساختار اول:

۱. پیوند موثر در شکل‌گیری ساختار: پیوند پپتیدی (نوعی پیوند کووالانسی یا اشتراکی)
۲. تغییر آمینواسید در هر جایگاه، موجب تغییر ساختار اول می‌شود و ممکن است فعالیت آن را تغییر دهد.
۳. این ساختار عامل اصلی تنوع پروتئین‌هاست زیرا هیچ محدودیتی در توالی ۲۰ نوع آمینواسید وجود ندارد.
۴. سه سطح دیگر ساختاری پروتئین‌ها به ساختار اول بستگی دارد.

ساختار دوم پروتئین – الگوهایی از پیوند هیدروژنی

بین بخش‌هایی از زنجیره پلی‌پپتیدی ایجاد شده، پیوندهای هیدروژنی برقرار می‌شود و رشته به صورت مارپیچ یا صفحه‌ای در می‌آید.

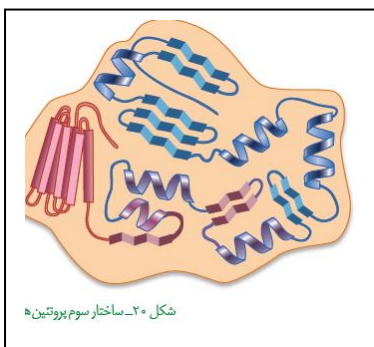


نکات قابل توجه در ساختار دوم:

۱. پیوند موثر در شکل‌گیری ساختار: پیوندهای هیدروژنی
۲. ساختار نهایی بعضی از پروتئین‌ها ساختار دوم است.
۳. منافذ غشایی، مجموعه‌ای از پروتئین‌ها با ساختار صفحه‌ای هستند که در کنار هم منظم شده‌اند.
۴. در هموگلوبین (دارای ۴ رشته پلی‌پپتیدی) زنجیره‌های مارپیچی با همکاری هم مولکول هموگلوبین را می‌سازند که هر کدام ساختار دوم را دارند.

ساختار سوم – تاخورده و متصل به هم

ساختار سه بعدی پروتئین‌ها که در آن با تاخوردگی بیشتر صفحات و مارپیچ‌های ساختار دوم، شکل کروی بوجود می‌آید.

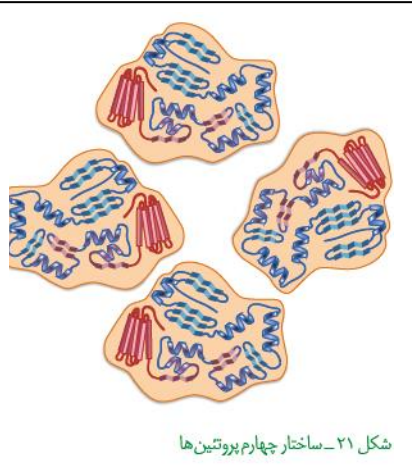


نکات قابل توجه:

۱. تشکیل این ساختار در اثر پیوندهای آب‌گریز است. سپس با پیوندهای دیگری مانند هیدروژنی، کووالانسی و یونی تثبیت می‌شود.
۲. پیوندهای آب‌گریز بین گروه‌های R آمینواسیدهایی که آب‌گریز هستند ایجاد می‌شوند. این گروه‌ها به هم نزدیک می‌شوند (درون ساختار جا می‌گیرند) تا در معرض آب نباشند.
۳. نیروی حاصل از مجموعه پیوندهای آب‌گریز، هیدروژنی، کووالان و یونی قسمت‌های مختلف پروتئین را به صورت به هم پیچیده کنار هم نگه می‌دارند.

۴. باوجود نیروهای مطرح شده (مورد ۳)، پروتئین‌های دارای ساختار سوم، ثبات نسبی دارند.

۵. تغییر در حتی یک آمینواسید، می‌تواند ساختار و عملکرد مولکول را تغییر دهد.



شکل ۲۱- ساختار چهار پروتئین‌ها

ساختار چهارم – آرایش زیرواحدها

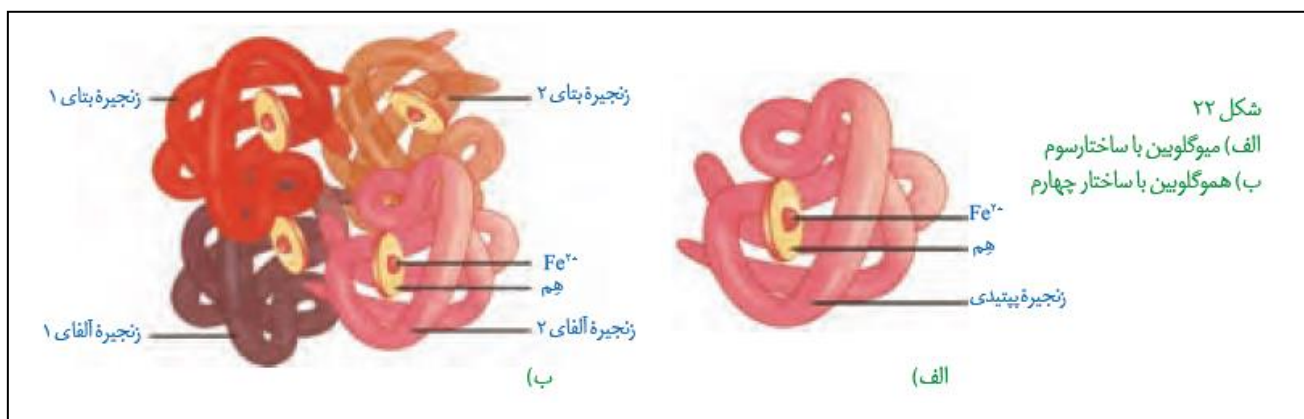
از کنار هم قرار گرفتن دو یا چند زنجیره پلی پپتیدی که دارای ساختارهای اول، دوم و سوم هستند، ساختار چهارم حاصل می‌شود. نحوه آرایش زیرواحدها کنار هم ساختار چهارم نامیده می‌شود.

نکات قابل توجه:

۱. بعضی از پروتئین‌ها، ساختار چهارم دارند. (پروتئین‌هایی که دارای بیش از یک زنجیره پلی پپتیدی هستند)
۲. در این ساختار، هر یک از زنجیره‌ها نقش کلیدی در شکل‌گیری مولکول دارند.
۳. پروتئین‌هایی که فقط یک زنجیره پلی پپتیدی دارند، ساختار نهایی، ساختار دوم یا سوم است. (مانند میوگلوبین)

ویژگی‌های هموگلوبین:

۱. مولکول دارای هر چهار سطح ساختاری است.
۲. پروتئینی که دارای ۴ زنجیره از دو نوع متفاوت است. دو زنجیره آلفا و دو زنجیره بتا
۳. هر زنجیره دارای گروه هم با آهن Fe^{+2} است.
۴. هر زنجیره دارای ترتیب خاصی از آمینواسیدها (ساختار ۱)، شکل مارپیچ (ساختار ۲) با تاخوردگی به شکل خاص (ساختار ۳) است که در نهایت هر ۴ زنجیره کنار هم ساختار چهارم مولکول را می‌یابند.



نقش پروتئین‌ها

پروتئین‌ها، متنوع‌ترین گروه مولکول‌های زیستی از نظر: (۱) ساختار شیمیایی (۲) عملکرد هستند.

وظایف پروتئین‌ها:

۱. نقش آنزیمی – کاتالیزورهای زیستی که سرعت واکنش شیمیایی خاصی (بطور اختصاصی) را زیاد می‌کنند.
۲. به عنوان گیرنده سطح یاخته – برای تشخیص میکروب‌های سرطانی یا مولکول‌های دیگر. مانند گلوبولین‌های دفاعی که پادتن‌ها را می‌سازند.
۳. نقش انتقالی – مانند: (۱) هموگلوبین که گازهای تنفسی (اکسیژن و کربن دی‌اکسید) را در خون منتقل می‌کند. (۲) پمپ سدیم – پتاسیم (در ساختار غشا) که یون‌های سدیم و پتاسیم را در عرض غشا جابجا می‌کند و نقش آنزیمی هم دارد.
۴. نقش حفاظتی – مانند فیبرین و کلاژن در بافت‌های پیوندی، از بخش‌های مختلف بدن حفاظت می‌کنند. زردپی، رباط، استخوان و پوست مقدار فراوانی کلاژن دارند.
۵. نقش انقباضی – انقباض ماهیچه ناشی از حرکت لغزشی دو نوع پروتئین اکتین و میوزین روی یکدیگر است.
۶. نقش پیام‌رسانی – هورمون‌ها مانند اکسی‌توسین و انسولین که پیام‌های بین سلولی را در بدن جانوران رد و بدل می‌کنند.
۷. نقش تنظیمی – مانند مهارکننده‌ها که در فعال و غیر فعال کردن ژن‌ها نقش دارند.

آنزیم‌ها

انرژی فعال‌سازی: انرژی اولیه و کافی برای انجام واکنش‌های شیمیایی با سرعت مناسب

واکنش‌های متابولیسمی با حضور آنزیم‌ها انجام می‌شوند.

☆ نقش آنزیم: افزایش امکان برخورد مناسب بین مولکول‌ها ← کاهش انرژی فعال‌سازی واکنش ← افزایش سرعت واکنش‌های انجام‌شده در بدن موجود زنده

✓ بدون آنزیم ممکن است در دمای بدن متابولیسم سلول‌ها بسیار کند انجام شود و انرژی لازم برای زیست‌جاندار تامین نشود.

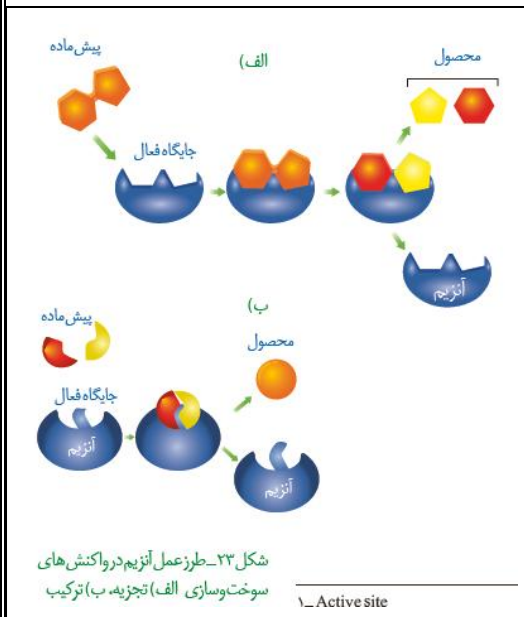
☆ محل فعالیت آنزیم‌ها:

۱. آنزیم ممکن است در بیرون سلول عمل کند. مانند آنزیم‌های ترشحی دستگاه گوارش (آمیلاز بزاق و لیپاز)
۲. آنزیم ممکن است درون سلول فعالیت کند. مانند آنزیم‌های موثر در تنفس سلولی، فتوسنتز و همانندسازی
۳. گروهی از آنزیم‌ها در غشا فعالیت می‌کنند. مانند پمپ سدیم – پتاسیم.

☆ ساختار آنزیم‌ها:

بیشتر آنزیم‌ها (نه همه) پروتئینی هستند.

پیش‌ماده – سوبسترا (Substrate): ترکیباتی که آنزیم روی آن‌ها عمل می‌کند.



فراورده- پروداکت (Product): ترکیبات حاصل از فعالیت آنزیم

جایگاه فعال آنزیم- اکتیوساید (Active side) : بخش اختصاصی در آنزیم

که پیش ماده در آن قرار می گیرد.

کوآنزیم (Coenzyme): بعضی آنزیم ها برای فعالیت نیاز به یون های فلزی

(مانند آهن و مس) یا مواد آلی (مانند ویتامین ها) دارند که به این مواد

کوآنزیم (کمک کننده به آنزیم) گفته می شود.

عوامل بازدارنده فعالیت آنزیم: وجود بعضی مواد سمی در محیط مثل

سیانید و آرسنیک می توانند با قرار گرفتن در جایگاه فعال مانع فعالیت آنزیم شوند. بعضی از این مواد کشنده اند.

نکته شکل ۲۳- انواع واکنش های متابولیسمی:

الف) تجزیه - اتصال پیش ماده به جایگاه فعال ← شکست پیوند بین اجزا ← تولید فراورده ها

ب) ترکیب - اتصال پیش ماده ها به جایگاه فعال ← ایجاد پیوند بین اجزا ← تولید فراورده

✿ عملکرد اختصاصی آنزیم ها

هر آنزیم روی یک یا چند پیش ماده خاص موثر است. - اختصاصی عمل کردن آنزیم ها

علت: شکل آنزیم در جایگاه فعال که با شکل پیش ماده یا بخشی از آن مطابقت دارد و مکمل یکدیگرند.

✓ برخی از آنزیم ها بیش از یک نوع واکنش شیمیایی را سرعت می بخشند. (مثال: عملکرد پپسین در معده)

✓ آنزیم ها در پایان واکنش ، دست نخورده باقی می مانند تا بدن بتواند بارها از آن ها استفاده کند. به همین

دلیل سلول ها به مقدار کم آنزیم ها نیاز دارند.

✓ به مرور مقداری از آنزیم ها در بدن از بین می روند و سلول مجبور به تولید آنزیم های جدید می شود.

✿ عوامل موثر بر فعالیت آنزیم ها

PH (۱) محیط

✓ در بیشتر مایعات بدن PH حدود ۶-۸ است. مثلا در خون حدود ۷/۴ است.

✓ در بعضی از بخش های بدن PH خارج از محدوده ۶-۸ است. مانند ترشحات معده با PH = 2

✓ هر آنزیم در یک PH ویژه بهترین فعالیت را دارد که به آن PH بهینه می گویند. مثال: PH بهینه برای پپسین (ترشحات از سلول های معده) حدود ۲ است اما برای آنزیم های پانکراس که وارد روده کوچک می شوند حدود ۸ است.

اثرات تغییر PH بهینه: تاثیر بر پیوندهای شیمیایی مولکول پروتئین (خود آنزیم) ← تغییر شکل مولکول آنزیم ← از بین رفتن امکان اتصال آنزیم به پیش ماده ← تغییر میزان فعالیت آنزیم

(۲) دما

✓ بهترین دما برای فعالیت آنزیم های بدن انسان ۳۷ درجه سانتی گراد است.
 ✓ اثر دمای بالا بر فعالیت آنزیم: ایجاد شکل غیرطبیعی یا برگشت ناپذیر برای آنزیم و غیر فعال سازی آن
 ✓ آنزیم هایی که با دمای پایین غیرفعال می شوند با برگشت دما به حالت طبیعی، می توانند به حالت فعال برگردند.

(۳) غلظت آنزیم و پیش ماده

✓ مقدار بسیار کمی از آنزیم کافی است تا مقدار زیادی از پیش ماده را در واحد زمان به فرآورده تبدیل کند.
 ✓ اثر افزایش مقدار آنزیم: سبب افزایش تولید فرآورده در واحد زمان می شود.
 ✓ اثر افزایش غلظت پیش ماده: در محیط حاوی آنزیم، تا حدی سبب افزایش سرعت می شود اما افزایش سرعت تا زمانی ادامه دارد که تمامی جایگاه های فعال با پیش ماده اشغال شوند. در این حالت سرعت انجام واکنش ثابت می ماند.

فعالیت ۲ 

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

تب یعنی افزایش دمای بدن بیش از ۳۷ درجه، سبب تغییر شکل آنزیم ها و مختل شدن فعالیت آن ها می شود.

ب) با توجه به تاثیر متفاوت دمای کم و زیاد روی آنزیم ها، از این ویژگی در آزمایشگاه ها چگونه می توان استفاده کرد؟ با استفاده از دمای بالا می توان آنزیم ها را تخریب و واکنش را مختل کرد. اما با کاهش دما می توان بطور موقت از انجام واکنش جلوگیری کرد.