



گفتار - ۱ نوکلئیک اسیدها

هریک از یاخته های بدن ما ویژگیهایی دارند مانند شکل، اندازه، تواناییها و ... این ویژگیها تحت کنترل هسته است دستور العمل آنها در حین تقسیم از سلولی به سلول دیگر و در حین تولید مثل از نسلی به نسل دیگر منتقل میشود. در هسته ماده دنا به عنوان ماده ذخیره کننده اطلاعات وراثتی عمل میکند.

هسته :

اندامکی دارای دو غشاء است (۴ لایه فسفولیپید) که بیشترین ماده ژنتیک در آن قرار دارد و مرکز تنظیم ژنتیک سلولهای یوکاریوتی است.

غشاء دو لایه ای منفذدار و دارد.

هسته دارای شیره هسته DNA و پروتئین های متصل به آن (هیستون) و هستک و اسکلت هسته وجود دارد.

بیشتر ماده ژنتیک سلولهای یوکاریوتی در ساختار اندامک هسته جا دارد البته مقداری در میتوکندری و کلروپلاست وجود دارد اغلب سلولهای یوکاریوتی یک هسته دارند ولی بعضی دو یا چند هسته دارند.

تولید مثل فرآیندی است که در طی آن جاندار، افراد نسل بعد خود را به وجود می آورد.

برای یافتن پاسخ پرسش های خود در مورد تولید مثل باید به سراغ سلول برویم چون هر جاندار یا خود یک سلول است (تک سلولی) یا زمانی یک سلول بوده است.

اطلاعات اولیه در مورد ماده وراثتی از کارهای باکتریشناسی انگلیسی به نام گریفیت ۲ بدست آمد. او سعی داشت واکسنی بر علیه آنفلوآنزا تولید کند. در آن زمان فکر میکردند عامل این بیماری باکتری به نام استرپتوکوکوس نومونیا است. این باکتری بیماری ذاتالریه را باعث میشود. گریفیت با دو نوع از این باکتری آزمایشاتی را روی موش انجام داد. نوع بیماریزای آن که کپسول دار است در موش ایجاد ذات الریه میکند و نوع غیر بیماریزا و بدون کپسول موش را بیمار نمی کند

آزمایش گریفیت : روی دونوع (سویه) باکتری استرپتوکوکوس نومونیا کارکرد که یکی از سویه ها دارای کپسول پلی ساکاریدی (هیدرات کربن) بود که ایجاد بیماری می کرد و سویه ی دیگر که بدون کپسول بود و ایجاد بیماری نمی کرد را به بدن موش وارد کرد. در آزمایشی باکتری های کپسول داری را با گرما کشت و با باکتری زنده ی بدون کپسول مخلوط کرد و مشاهده کرد که موش را می کشد. پس دریافت که کپسول باکتری عامل مرگ موش ها نیست.

او در بررسی شش های موشهای مرده مقدار زیادی از باکتریهای کپسول دار زنده مشاهده کرد. مسلماً باکتریهای مرده زنده نشده اند بلکه مقداری از باکتریهای بدون کپسول تغییر کرده و کپسول دار شده اند.

از نتایج این آزمایشها مشخص شد که ماده وراثتی میتواند بین سلولها منتقل شود ولی ماهیت ماده و چگونگی انتقال آن مشخص نشد.

عامل اصلی انتقال وراثتی دنا است.

عامل مؤثر در انتقال این صفت حدود ۲۲ سال بعد از گریفیت ناشناخته ماند. اما نتایج کارهای دانشمندی به نام آوری و همکارانش عامل مؤثر در آن را مشخص کرد. آنها ابتدا مخلوطی از باکتریهای کپسول دار کشته شده و بدون کپسول زنده که گریفیت از آنها استفاده کرده بود را تهیه کردند. سپس از این مخلوط تقریباً همه پروتئینهای موجود را جدا کردند. باقی مانده مخلوط را به محیط کشت اضافه کردند. مشاهده شد که انتقال صفت صورت می گیرد



و آوری و همکاری را به این نتیجه رساند که عامل اصلی مؤثر در این انتقال دنا است و به عبارت ساده تر دنا همان ماده وراثتی است. با این حال نتایج بدست آمده مورد قبول عده ای قرار نگرفت چون بسیاری از دانشمندان این عقیده را داشتند که پروتئینها ماده وراثتی هستند.

در آزمایشهای دیگری عصاره ی باکترهای کپسول دار را استخراج و آن را به چند قسمت تقسیم کردند. به هر قسمت آنزیم تخریب کننده یک ماده آلی را اضافه کردند. هر کدام را به محیط کشت حاوی باکتری بدون کپسول 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.

تا پیش از ایوری، زیست شناسان تصور می کردند که عامل ترانسفورماسیون نوعی پروتئین است. ولی ایوری DNA باکتری کپسول دار را به طور خالص تهیه کرد و آن را به باکتری بدون کپسول اضافه کرد. باکتری بدون کپسول به کپسول دار تبدیل شد و عامل اصلی انتقال صفات را DNA بیان کرد.

(تغییر شکل) در باکتری ها به علت انتقال ژن ها (بخشی از DNA پلازمید) از باکتری کشته شده کپسول دار به باکتری زنده بدون کپسول است.

ساختار اسید های نوکلئیک

نوکلئیک اسیدها که شامل دئوکسی ریبونوکلیک اسید (دنا - DNA) و ریبونوکلیک اسید (رنا - RNA) هستند همه پلیمرهایی از واحدهایی تکرارشونده به نام نوکلئوتید می باشند. شامل سه بخش است. یک قند ۵ کربنه یا پنتوز که در دنا دئوکسی ریبوز و در رنا ریبوز است. دئوکسی ریبوز یک اکسیژن کمتر از ریبوز دارد. بخشی که دارای یک تا سه گروه فسفات (PO_4^-) است و یک باز آلی نیتروژن دار که میتواند پورین باشد که ساختار دو حلقه ای دارند شامل آدنین (A) یا گوانین (G) یا میتواند پیریمیدین باشد که ساختار تک حلقه ای دارد شامل تیمین (T) سیتوزین (C) و یوراسیل (U) در دنا باز یوراسیل کاربرد ندارد و به جای آن تیمین وجود دارد.

برای تشکیل یک نوکلئوتید باز آلی نیتروژن دار و گروه فسفات به دو طرف قند با پیوند کوالان متصل میشوند نوکلئوتیدها با پیوند فسفودیاستر به هم متصل و رشته های پلی نوکلئوتیدی را می سازند. در پیوند فسفودی استر فسفات یک نوکلئوتید به هیدروکسیل قند نوکلئوتید دیگر متصل میشوند. رشته های پلی نوکلئوتیدی یا به تنهایی نوکلئیک اسید ها را می سازند مثل رنا یا به صورت دوتایی در کنار هم قرار گرفته و نوکلئیک اسیدها را می سازند مثل دنا.

نوکلئیک اسید های سلول دو نوع هستند. ۱- ریبو نوکلئیک اسید و ۲- دئوکسی ریبونوکلیک اسید. ریبو نوکلئیک اسید که با اختصار RNA نامیده می شود در ساختار خود دارای قند ریبوز است. ولی در DNA (دئوکسی ریبونوکلیک اسید) قند دئوکسی ریبوز به کار رفته است.

نقش نوکلئوتید ها:

- ۱- واحد سازنده ی اسید های نوکلئیک (DNA, mRNA, tRNA, rRNA) است.
 - ۲- تامین انرژی لازم برای فرآیند های شیمیایی و واکنش های زیستی سلول (ATP)
- در واحد های سازنده (مونومر) DNA قند دئوکسی ریبوز است و باز های آلی A, G, C, T می باشد و U نداریم. در واحد های سازنده ی RNA، قند ریبوز است و باز های آلی A, G, C, U می باشد و T نداریم.

نوکلئوتید ها را بر اساس قند، باز ها و اسید های نوکلئیک نامگذاری می کنند.

نوکلئوتیدهای پیش ساز DNA به صورت آزاد بوده و سه فسفات هستند ولی هنگامی که در DNA می روند دو عدد فسفات خود را از دست می دهند و یک فسفات می شوند و با پیوند فسفودی استر به هم متصل می شوند.



- نوکلئیک اسید ها همانند قند ها نوعی پلی مر هستند. و واحد های مونومری آنها نوکلئوتید نام دارد.
- هر نوکلئوتید خود از سه بخش تشکیل شده است ۱- یک قند ۵ کربنه ۲- یک تا سه گروه فسفات ۳- یک باز آلی نیتروژن دار (دوحلقه ای = پورین و تک حلقه ای = پیریمیدین)
- قند ۵ کربنه در DNA ، دئوکسی ریبوز و در RNA ، ریبوز است. دئوکسی ریبوز یک اکسیژن کمتر از ریبوز دارد
- تفاوت های RNA با DNA در
- ۱- نوع قند (ریبوز در RNA و دئوکسی ریبوز در DNA)
 - ۲- تعداد رشته (RNA تک رشته ای و DNA دو رشته ای)
 - ۳- باز آلی نیتروژن دار (در DNA تیمین و در RNA یوراسیل)
 - ۴- محل قرار گرفتن (DNA در هسته و RNA هم در هسته و هم در سیتوپلاسم) است.
- نوکلئوتید ها به حالت آزاد سه گروه فسفات دارند ولی هنگام برقراری پیوند دو گروه فسفات خود را از دست می دهند.
- از اتصال نوکلئوتید ها با یکدیگر ، پلیمری خطی به وجود می آید که به آن یک رشته ی پلی نوکلئوتیدی گفته می شود.
- اتصال نوکلئوتیدها با هم از طریق ایجاد پیوند کوالان بین قند از یک نوکلئوتید با گروه فسفات از نوکلئوتید دیگر ، صورت می گیرد.
- پیوند بین دو نوکلئوتید را پیوند فسفو دی استر می نامند.
- اگر به دو انتهای رشته ی پلی نوکلئوتیدی نگاه کنیم ، خواهیم دید که دو انتها با هم متفاوت هستند به صورتی که در یک انتها فسفات داریم و در انتهای دیگر فسفات نداریم.
- چون دو انتهای رشته ی پلی نوکلئوتیدی مثل هم نیست ، می گویند که رشته ی پلی نوکلئوتیدی دارای قطبیت است.

ساختار ملکولی دنا

- در ابتدا تصور میشد 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 در تمامی ملکولهای دنا از هر جاندار که به دست آمده باشد با یکدیگر برابر باشد.
- اما مشاهدات و تحقیقات شارگاف بر روی دناهای طبیعی نتیجه زیر را بدنبال داشت:
- مقدار آدنین موجود در دنا همیشه با مقدار تیمین برابر است و مقدار گوانین در آن همیشه با مقدار سیتوزین برابری میکند. تحقیقات بعدی دانشمندان دلیل این برابری نوکلئوتید ها را مشخص کرد
- آزمایش شارگاف: در مولکول DNA نسبت A به T ، C به G برابر ۱ است (بازهای مکمل را در ساختار DNA تعیین کرد)

- در یک مولکول DNA روابط زیر برقرار است :

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



۵۰٪ تک حلقه ای = ۵۰٪ دو حلقه ای

استفاده از پرتو X برای تهیه تصویر از دنا

با استفاده از تصاویر تهیه شده با کمک پرتو X نیز نتایجی بدست آمد مهمترین نتیجه بدست آمده از آن این بود که :

- ۱- دنا حالت مارپیچی دارد
- ۲- دنا بیش از یک رشته دارد
- ۳- با استفاده از این روش ابعاد ملکول ها را نیز تشخیص دادند.

داده های پراش پرتو X :

- a. در این روش ، پرتو X مستقیماً به بلور جسمی که می خواهند به ساختار آن پی ببرند ، تابانده می شود و پرتو ها پس از برخورد به جسم پراکنده می شوند و روی صفحه ی حساس فیلم که در پشت بلور قرار دارد ، ثبت می شود.
- b. پژوهشگران با تجزیه و تحلیل الگوهای پیچیده ای که روی فیلم ثبت می شود ، می توانند ساختار مولکول را تعیین کنند.
- c. این کار برای بررسی ساختار DNA انجام شد

مدل ملکولی دنا

واتسون و کریک با استفاده از نتایج آزمایشهای شارگاف و دادهای حاصل از تصاویر تهیه شده با پرتوهای X و با استفاده از یافته های خود مدل ملکولی را ساختند که باعث شد سال ۱۹۲۲ جایزه نوبل را دریافت کنند. نتایج حاصل از این تحقیقات مورد تأیید تحقیقات امروزی نیز هست.

قرارگیری جفت بازها به این صورت باعث ثبات قطر دو رشته نیز میشود چون در هر صورت یک باز تک حلقهای در مقابل یک باز دو حلقهای قرار میگیرد. ثبات قطر دنا باعث پایداری اطلاعات آن شده و در فشرده شدن بهتر کروموزوم ها مؤثر است. جفت شدن بازهای مکمل نتیجه دیگری هم دارد، اگر چه دو رشته یک ملکول دنا یکسان نیستند ولی شناسایی ترتیب نوکلئوتیدهای هر کدام میتواند ترتیب نوکلئوتیدهای رشته دیگر را هم مشخص کند. مثلاً اگر ترتیب نوکلئوتیدها در یک رشته ATGC باشد ترتیب نوکلئوتیدها در رشته مکمل آن باید TACG باشد. اگر چه پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی پیوند کمی دارد ولی وجود هزاران یا میلیون ها نوکلئوتید و برقراری پیوند هیدروژنی بین آن ها به ملکول دنا حالت پایداری می دهد . در عین حال در موقع نیاز هم می توانند در بعضی از نقاط از هم جدا شوند و بدون اینکه پایداری آن به هم بخورد وظایف خود را انجام دهند.

طبق مدل پیشنهادی واتسون و کریک : DNA

- ۱- از دو رشته ی پلی نوکلئوتیدی تشکیل شده است که حول یک محور فرضی ، به دور یکدیگر پیچیده اند . این مدل ، به مدل مارپیچ دو رشته ای (یا مارپیچ دو گانه) معروف شده است .
- ۲- مارپیچ دو رشته ای در واقع شبیه نردبانی است که حول محور طولی خود پیچ خورده است .
- ۳- نرده های این نردبان را گروه های قند - فسفات تشکیل می دهند . بازهای یک رشته در مقابل باز های رشته ی دیگری قرار دارند و پله های این نردبان را می سازند .
- ۴- دو بازی که در دو رشته در مقابل هم هستند و با هم پیوند هیدروژنی دارند را جفت باز می نامند.
- ۵- جفت شدن باز ها از قوانین خاصی پیروی می کند که مربوط به ساختار بازها است به صورتی که مکمل هم هستند.
- ۶- همیشه آدنین از یک رشته در مقابل تیمین از رشته ی دیگر و سیتوزین از یک رشته در مقابل گوانین از رشته ی دیگر قرار می گیرد. بین C و G بیشترین پیوند هیدروژنی تشکیل می شود



- ۷- جفت بودن بازها در DNA ، اصل شارگف را را توجیه می کند .
- ۸- بر اساس جفت بودن باز ها می توان گفت که هر رشته مکمل رشته ی مقابل است.
- ۹- ترتیب باز های یک رشته ، ترتیب بازهای رشته ی مقابل را تعیین می کند.
- ۱۰- تحقیقات نشان دهنده است که اطلاعات وراثتی را ترتیب و تعداد بازها ، تشکیل می دهند.
- ۱۱- هیچ محدودیتی برای تعداد و ترتیب بازها در یک رشته وجود ندارد. اما با مشخص شدن توالی بازهای یک رشته ، رشته ی مقابل باید مکمل آن باشد.

ژن چیست ؟

طبق آزمایشات آوری و همکارانش اطلاعات وراثتی در دنا قرار دارند و از نسلی به نسل دیگر منتقل می شود . این اطلاعات در واحدهایی به نام ژن سازماندهی شده اند . ژن بخشی از مولکول دنا است که دستورالعمل بروز صفات را در خود ذخیره دارد . از روی آن رنا ساخته می شود.

ژن قسمتی از مولکول DNA است که ساختن (سنتز) پروتئین یا RNA را رمز می کند . قندها و چربی ها ژن ندارند رنا (RNA) و انواع آن

گفتیم که نوع دیگری از نوکلئیک اسیدها رنا است . مولکول رنا معمولاً تک رشته ای است و از روی بخشی از یکی از رشته های دنا ساخته میشود . با چگونگی این فرایند در فصل بعد آشنا خواهید شد . رناها نقشهای متعددی دارند که به بعضی از آنها اشاره می کنیم .

رنا ی پیک (mRNA) اطلاعات را از دنا به ریبوزومها میرساند . ریبوزوم با استفاده از اطلاعات رنا ی پیک پروتئین سازی میکند

رنا ی ناقل (tRNA) آمینواسیدها را برای استفاده در پروتئین سازی به سمت ریبوزومها می برند . رنا ی ریبوزومی (rRNA) در ساختار ریبوزومها علاوه بر پروتئین رنا ی ریبوزومی نیز شرکت دارد . علاوه بر نقشهای بالا است برای رنا نقش آنزیمی و دخالت در تنظیم بیان ژن نیز مطرح میشود .

هم در پروکاریوت ها و هم در یوکاریوت ها سه نوع RNA داریم که هر سه توسط آنزیم RNA پلیمر از روی DNA رونویسی می شوند.

۱- mRNA (پیک) (کدون): اطلاعات DNA را از هسته به سیتوپلاسم منتقل می کند و پس از روی اطلاعات mRNA ، پروتئین سازی در سیتوپلاسم انجام می گیرد.

۲- tRNA (ناقل): مسئول انتقال آمینواسیدها به ریبوزوم است.

۳- rRNA (ریبوزومی): نقش آنزیمی دارد و مسئول اتصال آمینواسید به یکدیگر است و بین آمینواسیدها پیوند پپتیدی برقرار می کند.

rRNA تنها آنزیمی است که ساختار پروتئینی ندارد بلکه ساختار ریبونوکلئیک اسید دارد و وظیفه آن ایجاد پیوند پپتیدی در روند پروتئین سازی است . در یوکاریوت ها در هسته ساخته شده و در پروکاریوت ها در ناحیه نوکلئوتیدی ساخته می شود.

دخالت نوکلئوتیدها در واکنشهای سوختوسازی

علاوه بر اینکه نوکلئوتیدها واحدهای سازنده دنا و رنا هستند نقشهای اساسی دیگری نیز در یاخته برعهده دارند . برای مثال نوکلئوتید آدنین دار ATP انرژی رایج در سلول است و سلول در فعالیتهای مختلف از آن استفاده میکند.



انواع دیگری از ملکولها که نوکلئوتیدها در ساختار آنها شرکت دارند و به صورت ناقل الکترون در فرایندهای سلولی مانند تنفس سلولی و فتوسنتز شرکت دارند

✍ به مجموع واکنش های درون سلول **متابولیسم** گفته می شود که خود شامل دو نوع **سوختن** (تجزیه) و **ساختن** (ترکیب) میشود . واکنش های سوختن انرژی را و واکنش های ساختن انرژی خواه هستند .

✍ **واکنش های انرژی خواه انرژی لازم را از واکنش های انرژی زا تأمین می کنند** . در این میان مولکول ناقل انرژی به نام **ATP** نقش اساسی و مهمی دارد .

✍ **ATP** مولکولی کوچک است که به راحتی انرژی را آزاد و به **ADP** تبدیل می شود و نیز به راحتی انرژی دریافت و به **ATP** تبدیل می شود .

✍ **ATP** از سه قسمت **قند ریبوز** و **باز آلی آدنین** و **سه گروه فسفات** ساخته شده است .

✍ **ATP** انرژی را در پیوند های پر انرژی بین گروه های فسفات خود ذخیره دارد که با شکستن این پیوند ها (هیدرولیز) انرژی ذخیره شده آزاد می شود

✍ **ATP** در کل ۲ پیوند پر انرژی دارد .

✍ پیش سازها (نوکلئوتید های سه فسفاته) : **ATP , GTP , CTP , TTP**

گفتار ۲

هماندسازی دنا

مدل واتسون و کریک و وجود رابطه مکملی بین بازها این امکان را بوجود می آورد که از روی هر یک از رشته ها، رشته ای مکمل ساخته شود. به ساخته شدن ملکول دنا جدید از روی دنا ی قدیمی **هماندسازی** گویند. اگر چه با وجود رابطه مکملی بین بازها تا حد زیادی هماندسازی دقیق دنا قابل توضیح است ولی بر همین اساس هم طرح های مختلفی برای هماندسازی دنا پیشنهاد شده بود .

۱- **هماندسازی حفاظتی** - در این طرح هر دو رشته دنا ی قبلی به صورت دست نخورده باقی مانده و وارد یکی از یاخته های حاصل از تقسیم میشوند و دو رشته دنا جدید هم وارد یاخته دیگر میشود. چون دنا اولیه در یکی از یاخته ها حفظ شده است به آن هماندسازی حفاظتی میگویند.

۲- **هماندسازی نیمه حفاظتی** - در این طرح در هر یاخته یکی از دو رشته دنا آن 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 میگویند.

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

کدام طرح مورد تأیید قرار گرفته است؟

مزلسون و استال برای شروع کار جهت تشخیص رشته های دنا نوساز را از رشته های قدیمی از ایزتوپ سنگین نیتروژن N^{15} نشانه گذاری کردند. دناهایی که با N^{15} ساخته میشوند نسبت به دنا معمولی که در نوکلئوتیدهای خود N^{14} دارد چگالی بیشتری دارند بنابراین با ابزارهایی مثل سانتریفوژ سرعت بالا میتوان آنها را از هم جدا کرد. آنها ابتدا باکتریهای را در محیطی حاوی N^{15} کشت دادند. N^{15} در ساختار بازهای آلی نیتروژندار که در ساخت دنا باکتری شرکت میکنند وارد شدند. پس از چندین مرحله رشد و تکثیر در این محیط، باکتریهای تولید شدند که دنا سنگینتری نسبت به باکتریهای اولیه داشتند.



سپس این باکتریها را به محیط کشت حاوی $14N$ منتقل کردند. با توجه به اینکه تقسیم باکتریها حدود ۲۰ دقیقه طول میکشد در فواصل ۲۰ دقیقه ای باکتریها را از محیط کشت جدا و بررسی نمودند. برای سنجش چگالی دناها در هر فاصله زمانی دنا باکتریها را استخراج و در محلولی از سزیم کلراید در سرعتی بسیار بالا سانتریفیوژ میکردند. در سانتریفیوژ میزان حرکت مواد در محلول براساس چگالی است و مواد سنگین تر تندتر حرکت میکنند. نتایج این آزمایش نشان داد که همانندسازی دنا، نیمه حفاظتی است.

نتایج بدست آمده:

الف - دناي باکتری های اولیه پس از سانتریفیوژ یک نوار در انتهای لوله تشکیل دادند چون هر دو رشته دناي آنها $15N$ و چگالی سنگینی داشت.

ب - دناي باکتری های حاصل از دور اول همانند سازی (بعد از ۲۰ دقیقه) پس از سانتریفیوژ نواری در میانه لوله تشکیل دادند. پس دناي آنها چگالی متوسط داشت.

پ - دناي باکتری های حاصل از دور دوم همانند سازی (بعد از ۴۰ دقیقه) پس از سانتریفیوژ دو نوار، یکی در میانه و دیگری در بالای لوله تشکیل دادند پس نیمی از آنها چگالی متوسط و نیمی چگالی سبک داشتند.

آزمایشات مزلسون و استال و نتایج آن با مشخص شدن اینکه همانندسازی به صورت نیمه حفاظتی انجام شود تحقیقات نشان داده است که فقط در محلی که قرار است همانند سازی 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 سه عامل مؤثر است:

- ۱- ملکول دنا به عنوان الگو
- ۲- آنزیمی که نوکلئوتیدها را به صورت مکمل کنار یکدیگر قرار دهد.
- ۳- واحدهای سازنده دنا که بتوانند در کنار هم نسخه مکمل الگو را بسازند. این واحدها نوکلئوتیدهای سه فسفات (ATP, GTP, CTP) هستند.

قبل از همانندسازی دنا باید پروتئینهای اطراف آن یعنی هیستونها از آن جدا شوند تا همانندسازی بتواند انجام شود پس از آن دو رشته الگو هم باید از هم باز شوند.

آنزیم هلیکاز ابتدا مارپیچ دنا را باز میکند سپس دو رشته دنا را در محلی از هم فاصله میدهد. انواعی دیگری از آنزیم ها با همدیگر فعالیت میکنند تا یک رشته دنا در مقابل رشته الگو ساخته شود. یکی از مهمترین آن ها که نوکلئوتیدهای مکمل را با نوکلئوتیدهای رشته الگو جفت میکند دنا بسپاراز (دنا پلی مرار) است.

اجزای لازم برای همانند سازی DNA: ۱- آنزیم هلیکاز، ۲- آنزیم DNA پلیمراز ۳- DNA الگو ۴- پیش سازها (نوکلئوتید های سه فسفات): ATP, GTP, CTP, TTP

در همانند سازی DNA، دو رشته ی آن به کمک آنزیم هلیکاز، مانند زیپ (Y) از یکدیگر جدا می شوند و سپس از روی هر رشته، رشته ی جدیدی ساخته می شود.

در همانند سازی، با استفاده از نوکلئوتید های آزاد در سیتوپلاسم، در مقابل A باز T و در مقابل C باز G قرار می گیرد.

چون هر DNA دختر، یک رشته ی قدیمی و یک رشته ی جدید دارد، می گویند که همانند سازی DNA به طریقه ی نیمه حفظ شده است.



✍ در همانند سازی دو ملکول DNA تولید می شود که هر یک دارای یک رشته ی DNA جدید و یک رشته ی DNA قدیمی هستند.

✍ ردیف نوکلئوتید ها در هر یک از مولکول های DNA ی حاصل ، یکسان است.

✍ آنزیم هایی که فسفودی استر را می شکند : ۱- DNA پلیمراز ۲- محدود کننده ECORI

✍ آنزیم هایی که فسفودی استر ایجاد می کنند : ۱- DNA پلیمراز ۲- RNA پلیمراز ۳- لیگاز

✍ آنزیم هایی که هیدروژنی را می شکند : ۱- هلیکاز ۲- RNA پلیمراز ۳- محدود کننده ECORI

دو راهی همانند سازی

در محلی که دو رشته دنا از یکدیگر جدا شده اند، ساختار Y مانندی بوجود می آید که دو راهی همانند سازی نام دارد. در این محل پیوند هیدروژنی بین دو رشته 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 میکند اضافه شدن یک نوکلئوتید بستگی دارد به نوع بازی که در نوکلئوتید رشته الگو قرار دارد. هر نوکلئوتید باید با باز روی رشته الگو مکمل باشد. با اضافه شدن هر نوکلئوتید سه فسفات دو تا از فسفات های آن از ملکول جدا می شوند .

✍ در همانند سازی ، دوراهی همانند سازی ایجاد می شود ، یعنی در یک نقطه ی خاص دوراهی باز می شود و همانند سازی پیش می رود .

مراحل همانند سازی :

۱- آنزیم هلیکاز دو زنجیره ی DNA را با شکستن پیوند هیدروژنی بین بازهای مکمل از یکدیگر جدا می کند و ایجاد دو راهی همانند سازی می کند .

۲- آنزیم DNA پلیمراز در طول هر رشته DNA حرکت می کند و نوکلئوتیدها را در برابر نوکلئوتیدهای مکمل خود قرار می دهد و در نهایت از یک مولکول ، دو مولکول شبیه هم ساخته می شوند . همانند سازی از روی هر دو رشته انجام می گیرد و مانند همانند سازی DNA از نوع نیمه حفظ شده است .

فعالتهای آنزیم دنا بسپاراز

همانند سازی دنا با دقت زیادی انجام میشود این دقت تاحدودی زیادی مرهون رابطه مکملی بین نوکلئوتیدها است. اگر چه آنزیم نوکلئوتیدها را براساس رابطه مکملی کنار هم قرار میدهد ولی گاهی در این مورد اشتباهی هم صورت میگیرد مثلاً در مقابل A به جای T ، C قرار گیرد. برای جلوگیری از این اشتباه آنزیم دنا پلیمراز پس از برقراری پیوند فسفودی استر. یکبار برگشت میکند و نوکلئوتید را بازمینی میکند که رابطه آن صحیح است یا غلط. اگر اشتباه باشد آن را حذف میکند و نوکلئوتید صحیح را قرار میدهد. برای حذف نوکلئوتید غلط باید بتواند پیوند فسفودی استر را بشکند و آن را از دنا جدا کند. توانایی بریدن دنا را فعالیت نوکلئازی گویند که در آن پیوند فسفودی استر میشکند. بنابراین آنزیم دنا بسپاراز هم فعالیت پلیمرازی دارد که در آن پیوند فسفودی استر را تشکیل میدهد و هم فعالیت نوکلئازی که در آن پیوند فسفودی استر را برای تصحیح اشتباه میشکند. فعالیت نوکلئازی دنا بسپاراز که باعث تصحیح اشتباهات در همانند سازی میشوند را ویرایش میگویند.

✍ همانند سازی DNA به کمک آنزیم DNA پلیمراز صورت می گیرد.

✍ آنزیم DNA پلیمراز در طول DNA حرکت می کند و نوکلئوتید های آزاد را در مقابل نوکلئوتید مکمل خود در رشته قرار می دهد.



✍ DNA پلیمرز ضمن همانند سازی ، ویرایش DNA را انجام می دهد یعنی اگر نوکلئوتید اشتباه وارد زنجیر شود ، پیوند فسفودی استر را می شکند و نوکلئوتید صحیح را جای آن می گذارد .

✍ آنزیم DNA پلی مرز دارای توانایی ویرایش هم می باشد یعنی در صورتی که نوکلئوتیدی اشتباهی به DNA اضافه شود (مکمل نباشد) آنزیم DNA پلی مرز بر می گردد و آن را جدا کرده و نوکلئوتید درست را به جای آن قرار می دهد.

✍ اگر DNA پلی مرز نتواند کار ویرایش را درست انجام دهد ، به این اشتباه تصحیح نشده جهش می گویند.

✍ اگر جهش مربوط به سلول های جنسی باشد ، می تواند به نسل بعد نیز منتقل شود.

همانند سازی در پروکاریوتها و یوکاریوتها

پروکاریوتها که همه باکتریها را شامل میشوند اطلاعات وراثتی آنها در غشا محصور نشده است. کروموزوم اصلی آنها به صورت یک ملکول دنا حلقوی است ، در سیتوپلاسم قرار دارد و به غشای سلول متصل است. پروکاریوتها علاوه بر دنا اصلی مولکول هایی از دنا دیگری را نیز به نام پلازمید در اختیار دارند .اطلاعات این ملکول ها می تواند ویژگی های اضافه تری را به میزبان بدهند. اغلب پروکاریوت ها فقط یک نقطه آغاز همانندسازی در دنا خود دارند این نقطه در جایگاه خاصی از دنا قرار دارد در این قسمت دو رشته دنا از هم باز میشوند .تحقیقات نشان داده است همانند سازی دو جهتی در باکتری ها هم وجود دارد یعنی در یک نقطه در دو جهت همانندسازی شروع و ادامه میابد تا به همدیگر رسیده و همانندسازی پایان میابد.

✍ کوچک ترین سلول ها باکتری ها هستند. بنابراین بیشترین نسبت سطح به حجم را در بین سلول های کروی دارند.

✍ در باکتری ها چون اندامک ندارند، متابولیسم سلولی در غشاء سیتوپلاسمی آن ها انجام می گیرد. به طور مثال در سیانوباکترها (آنانبا) چون کلروپلاست ندارند فتوسنتز در غشاء سیتوپلاسمی آنها انجام می شود.

✍ باکتری ها فاقد اندامک غشاء دار بوده ولی ریبوزوم دارند.

✍ باکتری های فتوسنتز کننده فاقد کلروپلاست هستند و رنگیزه ها در غشاء سیتوپلاسمی آن قرار دارد.

✍ باکتری ها فاقد میتوکندری هستند و آنزیم های تولید کننده ی ATP در غشای سیتوپلاسمی آن ها قرار دارد.

✍ در ساختار میتوکندری و کلروپلاست و هسته و هستک و باکتری ها هم DNA و هم RNA وجود دارد.

✍ در پروکاریوتها همانند سازی فقط از یک نقطه آغاز می شود و یک عدد حباب همانند سازی ایجاد می وشد . یعنی دو عدد دو راهی همانند سازی دارند و نقطه پایان همانند سازی مقابل نقطه آغاز همانند سازی است چون DNA بکتری ها حلقوی است

✍ در باکتری ها دو ، دو راهی همانندسازی ایجاد می شود که همانند سازی در آن ها در دو جهت پیش می رود تا سرانجام در نقطه ای مقابل نقطه ی شروع به همدیگر برسند.

در یوکاریوتها که بقیه موجودات زنده یعنی آغازیان، قارچها، گیاهان و جانوران را شامل می شوند دنا در هرکروموزوم به صورت خطی است و مجموعه ای از پروتئینها به نام هیستون در کنار آن قرار دارند.



کروموزومها و دنا درون هسته قرار دارند و به آن دنا (دنا) هسته ای گفته میشود. در یوکاریوتها علاوه بر هسته در سیتوپلاسم نیز مقداری دنا وجود دارد که به آن دنا سیتوپلاسمی گفته میشود. این نوع از دنا که حالت حلقوی دارد در میتوکندری و کلروپلاست دیده میشود.

در یوکاریوتها به دلیل وجود مقدار زیاد دنا و قرار داشتن در چندین کروموزوم که هر کدام از آنها چندین برابر یک دنا باکتری هستند مسئله همانندسازی دنا بسیار پیچیده است.

حتی اگر فقط یک نقطه شروع در هر کروموزوم هم داشته باشند مدت زمان لازم برای انجام همانندسازی خیلی زیاد میشود. حل این مسئله در یوکاریوتها با شروع همانندسازی در چندین نقطه در هر کروموزوم انجام شده است.

تعداد نقطه های آغاز مورد استفاده در یوکاریوت ها حتی میتواند بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم شود ابتدا با تعدادی آغاز می شود هنگامی که سرعت تقسیم سلولی زیاد میشود تعداد نقاط شروع مورد استفاده نیز افزایش یابد. و پس از آن اگر بخواهد سرعت تقسیم کاهش یابد نقاط آغاز هم کاهش می یابند. مثلاً در دوران جنینی در مراحل مورولا و بلاستوسیت سرعت تقسیم زیاد و نقاط آغاز هم زیاد است ولی پس از تشکیل اندام ها سرعت تقسیم و نقاط آغاز کم می شوند.

بنابراین در یوکاریوتها در هر کروموزوم همانندسازی در چندین نقطه آغاز میشود که در هر کدام همانندسازی در دو جهت انجام میشود

✍ عمل آنزیم هلیکاز در همانند سازی بر عمل DNA پلیمراز تقدم دارد.

✍ عمل همانند سازی در یوکاریوتها در مرحله ی S ایتر فاز بر روی کروماتین از چند نقطه به طور همزمان به صورت دو جهته توسط آنزیم DNA پلیمراز انجام می گیرد.

✍ اگر از عمل آنزیم DNA پلیمراز جلوگیری کنیم اولاً تقسیم سلول متوقف می شود چون عمل همانند سازی کم می شود و ثانیاً جهش در سلول زیاد می شود چون عمل ویرایش انجام نمی گیرد.

✍ سلولهایی که تقسیم بیشتری دارند فعالیت DNA پلیمراز بیشتر است. مثل بافت مریستم جوانه انتهایی گیاهان ولی سلول هایی که تقسیم ندارند مثل اریتروسیت و تراکئید و اسکلوئید این آنزیم فعال نیست.

✍ به ازای هر نقطه آغاز همانند سازی چون دو جهته پیش می رود دو عدد دو راهی همانند سازی داریم ۲ عدد هلیکاز لازم داریم و ۴ عدد آنزیم DNA پلیمراز لازم داریم.

✍ یک مولکول DNA اگر n بار همانند سازی کند 2^n مولکول ایجاد می شود که از این مولکول های ایجاد شده فقط ۲ عدد از آنها هر کدام یک عدد زنجیره ی قدیمی (مادری) را دارند.

گفتار ۳

پروتئین ها

علاوه بر دنا و رنا که در سلول ذخیره و حمل اطلاعات را بر عهده دارند ملکول های دیگری نیز هستند که کمک میکنند فرایندهای مختلف سلولی به انجام برسد. از جمله این ملکولها پروتئینها هستند که نقش بسیار مهمی در فرایندهای سلولی دارند.

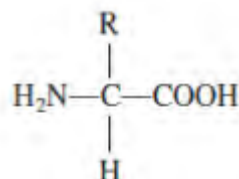
ساختار پروتئینها

پروتئینها پلیمرهای خطی از آمینواسیدها هستند و ترتیب خاص آمینواسیدها در پروتئین، ساختار و عمل آن را مشخص میکند. آمینواسیدها همانطور که از نامشان بر میآید یک گروه آمین (NH_2) و یک گروه اسیدی کربوکسل ($COOH$) دارند. همانطور 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 میکنند. گروه R در آمینواسیدهای مختلف متفاوت است و خصوصیات منحصر به فرد هر آمینواسید به آن بستگی دارد.

هر آمینواسید میتواند در شکل دهی پروتئین موثر باشد. تأثیر آن به ماهیت شیمیایی گروه R آن بستگی دارد.



گروه R میتواند هیدروکربن های مختلف از قبیل ساده، شاخه دار و حلقوی باشد که می تواند حالت اسیدی، بازی یا خنثی به آمینواسیدها بدهد و گاهی امکان اتصال گروه SH نیز به آنها لقب آمینواسیدها گوگرد دار می دهد.

پیوند پپتیدی آمینواسیدها را به یکدیگر متصل می کند

هنگامی که آمینواسیدی در محیط آبی قرار میگیرد، گروه آمین آن بار مثبت و گروه کربوکسیل آن بار منفی به خود میگیرد. این دو گروه در آمینواسیدهای مختلف می توانند به همدیگر نزدیک شوند و واکنش سنتزآبدی را انجام دهند. در این نوع واکنش با خروج یک مولکول آب، مونومری با پیوند کوالان به مونومر یا مولکول دیگری متصل می شود. این پیوند کوالان بین آمینواسیدها را پیوند پپتیدی میگویند.

وقتی تعدادی آمینواسید با پیوند پپتیدی به هم وصل شوند، زنجیرهای از آمینواسیدها به نام پلی پپتید تشکیل میشود. پروتئینها ترکیبی از یک یا چند زنجیره بلند و بدون شاخه از پلیپپتیدها هستند. برای پروتئینهایی که یک زنجیره پلیپپتید دارند هر دو واژه پلیپپتید و پروتئین را بکار میبرند. هر نوع از پروتئین، ترتیب خاصی از آمینواسیدها را دارد که با استفاده از روشهای شیمیایی، آمینواسیدها را جدا کرده و آنها را شناسایی میکنند. اگر چه آمینواسیدها در طبیعت انواع گوناگونی دارند اما فقط ۲۰ نوع از آنها در پروتئینها به کار میروند. از این ۲۰ نوع، ۶ مورد آنها را ضروری (اساسی) مینامند. آمینواسیدهای ضروری را بدن انسان نمیتواند بسازد و باید به همراه مواد غذایی در اختیار بدن قرار گیرند.

فراوان ترین و متنوع ترین مولکول های بدن هستند. پلی مر خطی است که منومر آن ها ۲۰ نوع آمینواسید است.

واکنش سنتز آبدی: واکنش انرژی خواه است که طی آن دو عدد منومر با هم ترکیب می شوند و طی آن یک مولکول آب آزاد می شود. مثل تشکیل پیوند پپتیدی بین دو آمینواسید توسط آنزیم tRNA و یا تشکیل پیوند فسفودی استر بین دو نوکلئوتید. توسط DNA پلیمرز و RNA پلیمرز طی واکنش سنتز آبدی است.

واکنش هیدرولیز: طی این واکنش یک مولکول پلی مر به منومرهای سازنده اش تبدیل می شود و آب مصرف شده و پلی مر تجزیه می شود. توجه کنید که در هیدرولیز پلی مر به منومرهای آن ATP تولید نمی شود بلکه گرما تولید می شود. مثلاً در هیدرولیز نشاسته به گلوکز گرما تولید می شود. امیلاز (پتالین) باعث هیدرولیز نشاسته می شود. و پپسین که یک پروتئاز است، باعث هیدرولیز و شکستن پپتیدی بین آمینواسیدها می شود. طی عمل آن ها، آب مصرف می شود.

پیوند بین منومرها پپتیدی است که توسط آنزیم rRNA طی واکنش سنتز آبدی ایجاد می شود. سنتز پروتئین ها در سیتوپلاسم توسط ریبوزوم ها است. دو اسید آمینه ی متصل به هم را دی پپتید گوئیم.

در ساختار ریبوزوم ۲۰ نوع آمینو اسید که از طریق پیوند پپتیدی و نیز ۴ نوع نوکلئوتید A و G و C و U که به وسیله ی پیوند فسفر دی استر به یکدیگر متصل شده اند بکار می رود. در ساختار ریبوزوم باز تیمین و قند دلوکسی ریبوز نداریم.



توجه کنید که پروتئین ریوزومی نقش آنزیمی ندارد. بلکه RNA ریوزومی نقش آنزیمی دارد که مسئول ایجاد پیوند پپتیدی طی واکنش سنتز آبدهی (انرژی خواه) ضمن عمل ترجمه می باشد

اگر n آمینواسید داشته باشیم ، به تعداد $n-1$ پیوند پپتیدی بین آنها می تواند تشکیل شود . (اگر مولکول حلقوی باشد n پیوند خواهیم داشت)

در یک پروتئین با n عدد آمینو اسید، $m-n$ عدد پیوند پپتیدی دارد که به ازای هر پیوند یک مولکول آب آزاد می شود. مثال: هموگلوبین با ۴ عدد زنجیره و ۵۷۴ آمینو اسید دارای ۵۷۰ عدد پیوند است.

ساختار اول پروتئین - توالی آمینواسیدها

ترتیب قرار گرفتن آمینواسیدها به صورت خطی ساختار اول پروتئینها را مشخص می کند، اینکه چه انواعی از آمینواسید، به چه تعداد و با چه ترتیبی قرار بگیرند، در ساختار اول هر پروتئین مطرح است. تغییر اسید آمینه در هر جایگاه موجب تغییر در ساختار اول آن میشود که ممکن است تغییر فعالیت آن را نیز باعث شود. با در نظر گرفتن ۲۰ نوع آمینواسید و اینکه محدودیتی در تعداد و تکرار آمینواسیدها در ساختار اول پروتئینها وجود ندارد پروتئینهای حاصل بسیار متنوع هستند. با توجه به اهمیت توالی آمینواسیدها در ساختار اول، تمام سطوح دیگر ساختاری در پروتئینها به این ساختار بستگی دارد

ساختار دوم - الگوهایی از پیوندهای هیدروژنی

در بخشهایی از زنجیره پل پپتیدی میتواند پیوندهای هیدروژنی برقرار شوند. این پیوندها منشاء تشکیل ساختار دوم در پروتئینها هستند. که به دو صورت مارپیچ و صفحه ای دیده می شوند. ساختار نهایی بعضی از پروتئینها میتواند همین ساختار دوم باشد. سوراخهای غشایی، مجموعه ای از پروتئینها با ساختار صفحه ای هستند که در کنار هم منظم شده اند. در هموگلوبین زنجیره های پپتیدی مارپیچی با همکاری هم مولکول هموگلوبین را میسازند که هر کدامشان خصوصیات ساختار دوم را دارند

ساختار اول

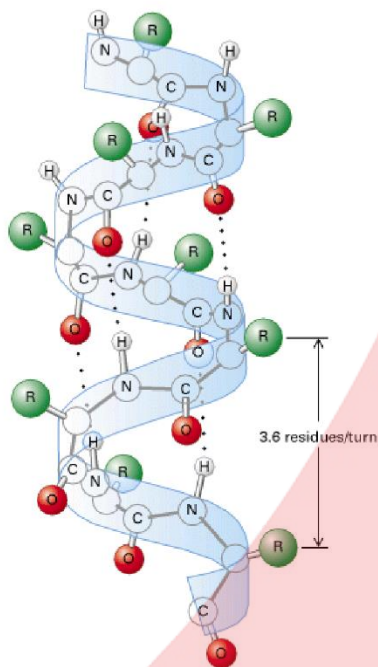
تولی خطی ریشه ها را نشان می دهد. یعنی می گوید پروتئین چه تعداد ریشه دارد و این ریشه ها به چه ترتیبی پشت سر هم قرار گرفته اند. برای نوشتن ساختار اول از انتهای N شروع و ریشه ها را به ترتیب ذکر کرده و به انتهای C خاتمه می دهیم.

$N\text{-terminal}$ NH₂-Ala-Leu-Val-Thr-Cys Arg-His-Phe-Ser-COOH $C\text{-terminal}$



ساختار دوم

اشاره به کانفورماسیون موضعی قسمتی از پروتئین می نماید که منظم است و در پروتئین های مختلف تکرار می شود. دو نوع مهم ساختار دوم مارپیچ α (α -Helix) و صفحات β (β -Sheet) می باشند.



مارپیچ α : در ساختار مارپیچ α زنجیره پلی پپتیدی حول محور فرضی چرخیده و شکل مارپیچی به ملکول می دهد. جهت پایداری مارپیچ α بین گروه های CO و NH پیوند هیدروژنی تشکیل می شود. پیوند هیدروژنی بین NH یک ریشه و CO پنجمین ریشه ($n, n+4$) تشکیل می شود. در هر دور مارپیچ ۳.۶ ریشه قرار می گیرد که ۱۳ اتم را شامل می شود. لذا به مارپیچ α ، مارپیچ ۳.۶_{۱۳} هم می گویند. در مارپیچ α زوایای ϕ و ψ به ترتیب ۶۰- و ۴۰- می باشند. مارپیچ α به حالت راستگرد می باشد. تقریباً تمامی پروتئین ها در ساختار خود مارپیچ α دارند. مو پروتئینی است که کاملاً از مارپیچ α تشکیل شده است.

صفحات β : یکی دیگر از ساختارهای منظم است که در پروتئین ها وجود دارد. در این ساختار پیوند هیدروژنی در درون یک زنجیره ایجاد نمی شود، بلکه دو بخش از یک زنجیره که ممکن است از هم فاصله داشته باشند مجاور هم قرار گرفته و بین گروه های CO و NH آنها پیوند هیدروژنی تشکیل می شود. اگر دو رشته در یک جهت باشند آنها را موازی همسو (Parallel) و اگر در جهت های مختلف باشند، موازی ناهمسو (Anti-parallel) می نامند. صفحات β ناهمسو به دلیل پایداری بیشتر در پروتئین ها فراوان تراند. زوایای ϕ و ψ برای صفحات β ناهمسو به ترتیب برابر ۱۴۰- و ۱۳۵+ و برای صفحات β همسو ۱۲۰- و ۱۱۰+ می باشد. ابریشم و تار عنکبوت پروتئین هایی رشته ای هستند که تنها از صفحات β تشکیل شده اند.

ساختار سوم - تاخورد و متصل به هم

ساختار سه بعدی پروتئین هاست که در آن با تاخوردگی بیشتر به شکل کروی در می آیند. شروع تشکیل این ساختار با وجود نیروهای آب گریز است به این صورت که، قسمتهایی از پروتئین تمایلی به قرار گرفتن در کنار آب ندارند. با شکل پیوندهای یونی بین گروه های R آمینواسیدها، نواحی ویژه ای در پروتئین ها به هم می چسبند تا بخش های آب گریز در معرض آب نباشند. تثبیت این ساختار با تشکیل پیوندهای دیگری بین گروه های R مثل هیدروژنی، کوالان، آب گریز و یونی انجام می شود. مجموعه این نیروها قسمتهای مختلف پروتئین را به صورت به هم پیچیده در کنار هم نگه میدارند. بنابراین مسلم است که با وجود این نیروها پروتئینهای دارای ساختار سوم ثابت نسبی دارند و بروز تغییر در آن حتی به صورت یک اسید آمینه هم میتواند قویاً "ساختار و عمل آنها را تغییر دهد"

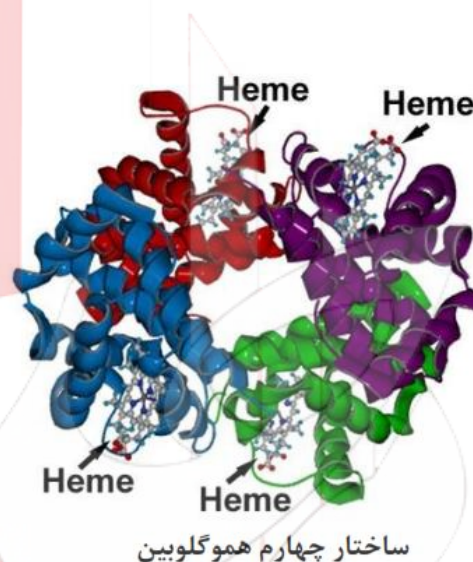
✍



پیوند دی سولفیدی: در صورتی که دو ملکول سیستین (Cystein) در مجاورت هم قرار بگیرند بین آنها پیوند کوالانسی برقرار می شود. به این پیوند، پیوند دی سولفیدی می گویند و ترکیب حاصله سیستین (Cystin) نام دارد. پیوند دی سولفیدی در پایداری ساختار سوم پروتئین ها به خصوص پروتئین های کوچک اهمیت بسیاری دارد.

ساختار چهارم - آرایش زیر واحدها

بعضی از پروتئین ها ساختار چهارم دارند و هنگامی شکل می گیرد که دو یا چند زنجیره پلی پپتید با همدیگر یک پروتئین را تشکیل می دهند. در این ساختار هر یک از زنجیره ها زیر واحدی از پروتئین محسوب میشوند و نقشی کلیدی دارند. آرایش دادن به این زیر واحدها ساختار چهارم پروتئینها نامیده میشوند. در مورد هموگلوبین گفتیم که چهار زنجیره دارد هر یک از زنجیره ها، ترتیب خاصی از آمینواسیدها را در ساختار اول دارند در ساختار دوم به فرم مارپیچ در می آیند در ساختار سوم هر یک از زنجیره ها به صورت یک زیر واحد تاخوردگیهای پیدا کرده و شکل خاصی پیدا کنند و در نهایت این چهار زیر واحد در کنار هم قرار گرفته و هموگلوبین را شکل می دهند. برای پروتئینهایی که فقط یک زنجیره پلیپپتید دارند ساختار نهایی همان سوم است



نقش پروتئین ها

پروتئین ها متنوعترین گروه ملکولهای 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 میکنند.

بعضی از پروتئین ها به صورت گیرندهایی در سطح سلولها قرار دارند و میکروبهای خارجی، یاخسته های سرطانی یا مواد دیگر را تشخیص می دهند. اینها اساس کار دستگاههای هورمونی و ایمنی در بدن را تشکیل می دهند. گلوبولینها هم که پادتنها را می سازند پروتئین هستند.

برخی پروتئین ها مثل هموگلوبین مواد را در خون منتقل می کنند. پمپ سدیم پتاسیم نیز که با آشنا هستید پروتئینی است، ضمن اینکه در ساختار غشا شرکت دارد، یون های سدیم و پتاسیم را در عرض غشا جابجا می کند و فعالیت آنزیمی هم دارد. پروتئین هایی مثل فیبرین در لخته خون و کلاژن در بافتهای پیوندی از بخش های مختلف بدن حفاظت می کنند. زردپی، رباط، استخوان و پوست مقدار فراوانی از پروتئین کلاژن دارند.



انقباض ماهیچه ها ناشی از حرکت لغزشی دو نوع پروتئین بر روی یکدیگر یعنی اکتین و میوزین است. هورمون هایی مثل اکسی توسین و انسولین که پیامهای بین سلولی را در بدن جانوران ردوبدل میکنند تا تنظیم های مختلف در بدن انجام شود پروتئینی هستند.

همچنین پروتئینها نقشهای تنظیمی متعددی را در روشن و خاموش کردن ژنها در حین تمایز بر عهده دارند. مثل مهار کننده ها

انواع پروتئین ها:

۱- پروتئین ساختاری: تار عنکبوت، ابریشم، کراتین مو و ناخن، کلاژن در رباط ها و زرد پی ها. میکروتوبول در ساختار تاژک، مژک، سانتیریول اسکلت سلولی، دوک تقسیم.

۲- منقبض شونده: در ماهیچه ها و سارکومرها.

۳- ذخیره ای: آلبومین در تخم مرغ و کازئین در شیر.

دفاعی: پادتن (گاماگلوبین) ترشح شده از پلاسموسیت ها و پرفورین ترشح شده از لنفوسیت های T کشنده، اینترفرون ترشح شده از سلول های آلوده به ویروس، پروتئین های مکمل و لیزوزیم در بزاق و اشک.

۵- پروتئین های انتقال دهنده: هموگلوبین در گلبول های قرمز و میو گلوبین در ماهیچه.

۶- پروتئین های نشانه ای: هورمون های پلی پپتیدی مثل گلوکاگون - انسولین - اریتروپویتین - گاسترین - سکرترین...

۷- انعقادی: پرو ترومبین - فیبرینوژن

۸- ضد انعقادی: هپارین

۹- مهارتی

۱۰- آنزیمی: (لیپاز - سلولاز - DNA پلیمراز - پپسین - پتالین (نوعی آمیلاز) - کاتالاز...) مهم ترین و متنوع ترین پروتئین ها هستند و در طی واکنش هایی که انجام می دهند، تغییری نمی کنند.

ساختار آنزیمها

بیشتر آنزیمها پروتئین هستند. آنزیم ها در ساختار خود بخشی به نام جایگاه فعال ۲ دارند. جایگاه فعال بخشی است اختصاصی در آنزیم که پیش ماده در آن قرار میگیرد. ترکیباتی که آنزیم روی آنها عمل میکند پیش ماده و ترکیباتی که حاصل فعالیت آنزیم هستند فراورده خوانده میشوند. بعضی آنزیمها برای فعالیت به یونهای فلزی مانند آهن، مس و یا مواد آلی مثل ویتامینها نیاز دارند. وجود بعضی از مواد سمی در محیط مثل سیانید و آرسنیک می تواند جلوی فعالیت آنزیم ها را بگیرد. این مواد به جای پیش ماده در جایگاه فعال آنزیم قرار می گیرند و مانع فعالیت آنزیم می شوند. بعضی از این مواد به همین طریق باعث مرگ می شوند

بیشتر آن ها پروتئینی هستند

عمل اختصاصی دارند و هر کدام واکنش خاص را کاتالیز می کند.

سلول از هر کدام بارها استفاده می کند. چون آنزیم طی واکنش تغییر نمی کند ولی کاهش می یابد به همین دلیل سلول مدام آن را می سازد.

به تغییرات شدید دما حساس هستند. بسیاری از آنزیم های بدن ما در دمای بالاتر از ۴۵ درجه غیر فعال می شوند چون ساختار سه بعدی به هم می خورد.

ترموفیل که یک آرکی باکتری است آنزیم ها در دماهای ۶۰ - ۸۰ درجه سانتیگراد فعال می باشند.



- ✍ به تغییرات pH حساس هستند. اغلب در pH خنثی فعالند. ولی پپسینوژن معده در pH اسیدی فعال می شود.
- ✍ جایگاه فعال آنزیم : بخشی از آنزیم است که پیش ماده به آن متصل می شود. جایگاه فعال اختصاصی عمل می کنند به همین دلیل آنزیم ها اختصاصی عمل می کنند.
- ✍ افزایش دما و بعضی ویتامین ها باعث افزایش سرعت عمل آنزیم ها می شود. ولی سموم مانند سیانید و آرسنیک و حشره کش ها جایگاه فعال را اشغال می کنند و از فعالیت آنزیم ها جلوگیری می کنند.
- ✍ برای جستجوی آمیلاز در میکروب های خاک (محیط خشک) از محلول ید دار استفاده می شود.
- ✍ کاربرد آنزیم های مصنوعی: از پروتئاز ها و لیپازهای مصنوعی در پودر رخت شویی استفاده می شود که در دمای پایین به خوبی کار می کنند
- ✍ پروتئازها : نرم کردن گوشت - پوست کندن ماهی - زدودن موهای روی پوست - تجزیه پروتئین در غذای بچه -
- ✍ آمیلازها: تجزیه ی نشاسته به قند ساده مثل مالتوز - تهیه آب میوه و شکلات.
- ✍ سلولاز : برای نرم کردن مواد گیاهی - خارج کردن پوسته دانه ها در کشاورزی.

