

۱ مولکول‌های اطلاعاتی

هریک از یاخته‌های بدن ما ویژگی‌هایی مانند شکل، اندازه، توانایی‌ها و... دارند. این ویژگی‌ها تحت فرمان هسته هستند. دستورالعمل‌های هسته در حین تقسیم از یاخته‌ای به یاخته دیگر و در حین تولید مثل از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شود.

نکته ۱: اطلاعات اولیه در مورد ماده وراثتی از فعالیت‌ها و آزمایش‌های باکتری‌شناسی انگلیسی به نام **گریفیت** به دست آمد. او سعی داشت واکسنی برای آنفلوانزا تولید کند. در آن زمان تصور می‌شد عامل این بیماری، نوعی باکتری به نام **استرپتوکوکوس نومونیا** است. (امروزه میدانیم که عامل آنفلوانزا نوعی ویروس است. استرپتوکوکوس نومونیا عامل ذات‌الریه است)

نکته ۲: گریفیت با دو نوع از این باکتری، آزمایش‌هایی را روی موش‌ها انجام داد. نوع بیماری‌زای آن که پوشینه‌دار (کپسول‌دار) است در موش‌ها سبب سینه‌پهلو (ذات‌الریه) می‌شود. ولی نوع بدون پوشینه آن موش‌ها را بیمار نمی‌کند. (شکل ۱)

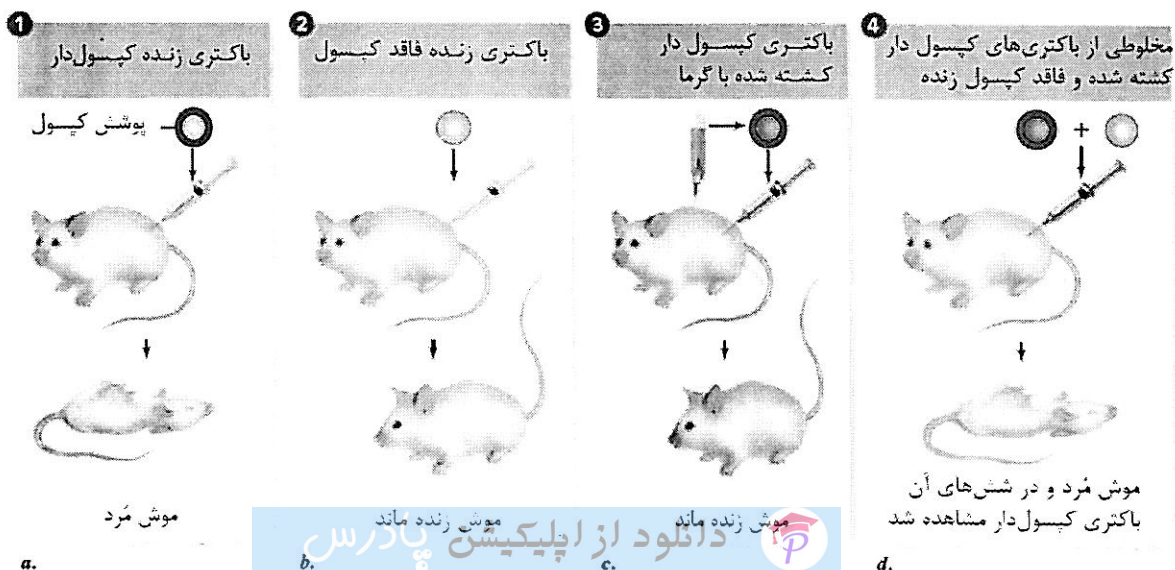
نکته ۳: گریفیت مشاهده کرد که؛

(۱) تزریق باکتری‌های پوشینه‌دار به موش باعث بروز علائم بیماری و مرگ در آن‌ها می‌شود.

(۲) تزریق باکتری‌های بدون پوشینه به موش‌های مشابه، باعث بروز علائم بیماری نمی‌شود.

(۳) باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده با گرما را به موش‌ها تزریق و مشاهده کرد که موش‌ها سالم ماندند. گریفیت نتیجه گرفت وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش‌ها نیست.

(۴) سپس مخلوطی از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده با گرما و زنده بدون پوشینه را به موش‌ها تزریق کرد و دید برخلاف انتظار، موش‌ها مُردند! او در بررسی خون و شش‌های موش‌های مرده، مقدار زیادی از باکتری‌های پوشینه‌دار زنده مشاهده کرد. مسلماً باکتری‌های مرده، زنده نشده‌اند بلکه تعدادی از باکتری‌های بدون پوشینه به نحوی تغییر کرده و پوشینه‌دار شده‌اند. 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 وراثتی دنا است.

نکته ۱: از نتایج آزمایش‌های گریفیت مشخص شد که ماده وراثتی می‌تواند بین سلول‌ها منتقل شود ولی ماهیت ماده و چگونگی انتقال آن مشخص نشد.

نکته ۲: عامل مؤثر در انتقال این صفت تا حدود ۱۶ سال بعد از گریفیت همچنان ناشناخته ماند. تا اینکه نتایج کارهای دانشمندی به نام ایوری و همکارانش عامل مؤثر در آن را مشخص کرد.

نکته ۳: آزمایش اول:

ایوری و همکارانش ابتدا از عصاره استخراج شده از باکتری‌های کشته شده پوشینه‌دار استفاده کردند و در آن تمامی پروتئین‌های موجود را تخریب کردند. آن‌ها سپس باقی مانده محلول را که فاقد پروتئین بود به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه اضافه کردند و دیدند که انتقال صفت صورت می‌گیرد؛ با این آزمایش نتیجه گرفتند که پروتئین‌ها ماده وراثتی نیستند.

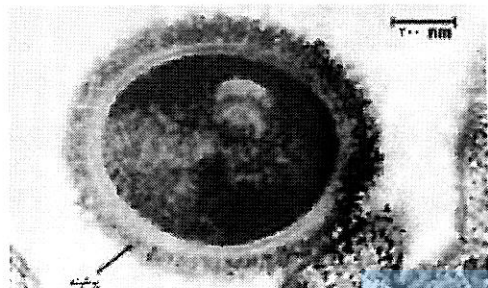
نکته ۴: آزمایش دوم:

عصاره استخراج شده از باکتری‌های کشته شده پوشینه‌دار را در یک گریزانه (سانتریفیوژ) با سرعت بالا قرار دادند و مواد آن را به صورت لایه لایه جدا کردند (پروتئین، لیپید، کربوهیدرات، دنا). با اضافه کردن هریک از لایه‌ها به صورت جداگانه به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه مشاهده کردند که انتقال صفت فقط با لایه‌ای که در آن دنا وجود دارد انجام می‌شود. نتایج این آزمایش‌ها ایوری و همکارانش را به این نتیجه رساند که عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات، دنا است. به عبارت ساده‌تر، دنا همان ماده وراثتی است. با این حال نتایج به دست آمده مورد قبول عده‌ای قرار نگرفت؛ چون در آن زمان بسیاری از دانشمندان بر این باور بودند که پروتئین‌ها ماده وراثتی هستند.

نکته ۵: آزمایش سوم:

در آزمایش‌های دیگری عصاره باکتری‌های پوشینه‌دار را استخراج و آن را به ۴ قسمت تقسیم کردند. به هر قسمت، آنزیم تخریب کننده یک گروه از مواد آلی (کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، لیپیدها، نوکلئیک اسیدها) را اضافه کردند. سپس هر کدام را به محیط کشت حاوی باکتری بدون پوشینه منتقل و اجازه دادند تا فرصتی برای انتقال صفت و رشد و تکثیر داشته باشند. مشاهده شد که در همه ظروف انتقال صورت می‌گیرد به جز ظرفی که حاوی آنزیم تخریب کننده دنا است.

نکته ۶: اگر به عصاره استخراج شده از باکتری‌های کپسول‌دار، آنزیم نوکلئاز (مثل آنزیم EcoRI) اضافه کنیم انتقال ماده وراثتی رخ نمی‌دهد. چون این آنزیم پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهای DNA را می‌شکند. ولی اگر پروتئاز و یا لیپاز و یا آمیلاز اضافه کنیم انتقال ماده وراثتی رخ می‌دهد.



ساختار اسیدهای نوکلئیک (اسید هسته‌ای)

نکته ۱: همه‌ی پروکاریوت‌ها (باکتری‌ها) و همه‌ی یوکاریوت‌ها (آغازیان، قارچ‌ها، گیاهان، جانوران) دو نوع نوکلئیک اسید (اسید هسته‌ای) دارند. نوکلئیک اسیدها که شامل دئوکسی‌ریبونوکلئیک‌اسید (دنا - DNA) و ریبونوکلئیک‌اسید (رنا - RNA) هستند همه پلیمرهایی (بسیارهایی) از واحدهایی تکرار شونده به نام نوکلئوتید می‌باشند.

نکته ۲: هر نوکلئوتید واحد سازنده (مونومر) دنا و رنا است که شامل سه بخش است:

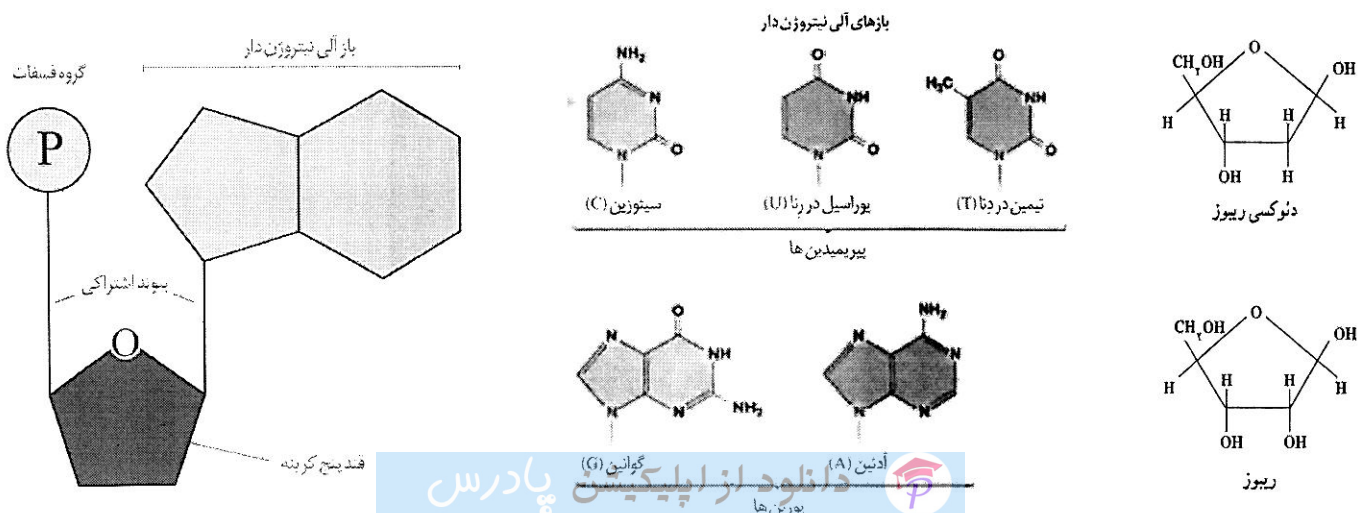
الف) یک قند ۵ کربنه یا پنتوز: در ساختار هر نوکلئیک اسید فقط یک نوع قند وجود دارد. مونوساکارید به کار رفته در DNA، قند دئوکسی ریبوز و در RNA، قند ریبوز است. هر کدام یک حلقه پنج ضلعی دارند که یکی از ضلع‌های آن‌ها اکسیژن است. دئوکسی‌ریبوز یک اتم (نه یک مولکول) اکسیژن کمتر از ریبوز دارد.

ب) یک باز آلی نیتروژن‌دار: که می‌تواند پورین باشد که ساختار دو حلقه‌ای دارند شامل آدنین (A) یا گوانین (G) یا می‌تواند پیریمیدین باشد که ساختار تک حلقه‌ای دارد شامل تیمین (T) سیتوزین (C) و یوراسیل (U). در دنا باز یوراسیل کاربرد ندارد و به جای آن تیمین وجود دارد. و در رنا بجای تیمین باز یوراسیل وجود دارد. در کل سه نوع باز پیریمیدین وجود دارد. ولی در ساختار هر نوکلئیک اسید حداکثر دو نوع باز پیریمیدین یافت می‌شود.

ج) بخشی که دارای یک تا سه گروه فسفات است.

نکته ۳: آدنوزین: از باز آدنین و یک قند پنتوز ساخته شده است. آدنوزین نوکلئوتید محسوب نمی‌شود چون فسفات ندارد. آدنوزین نسبت به آدنین، پنج کربن بیشتر دارد. آدنین از طریق حلقه‌ی پنج ضلعی خود با پیوند کووالانسی (پیوند اشتراکی) به قند پنج کربنه متصل است.

ریبوز ($C_5H_{10}O_5$) در RNA بکار می‌رود	قند ۵ کربنه (پنتوز)
دئوکسی ریبوز ($C_5H_{10}O_4$) در DNA بکار می‌رود	تک حلقه‌ای
تک حلقه‌ای (پیریمیدینی): T (تیمین)، C (سیتوزین)، U (یوراسیل)	باز آلی نیتروژن دار
دو حلقه‌ای (پورینی): G (گوانین)، A (آدنین)	
	یک تا سه گروه فسفات



نکته ۵: برای تشکیل یک نوکلئوتید باز آلی نیتروژن دار و گروه فسفات به دو طرف قند با پیوند کووالانسی (پیوند اشتراکی) متصل می‌شوند. باز آلی به یک طرف و فسفات به طرف دیگر قند متصل می‌شود.

نکته ۶: نوکلئوتیدها از نظر نوع قند، نوع باز آلی و تعداد گروه‌های فسفات با یکدیگر تفاوت دارند. بنابراین شش نوع نوکلئوتید دارای باز آدنین و شش نوع نوکلئوتید دارای باز گوانین و شش نوع نوکلئوتید دارای باز سیتوزین هستند ولی سه نوع نوکلئوتید دارای باز یوراسیل و سه نوع نوکلئوتید دارای باز تیمین هستند بنابراین در کل ۲۴ نوع نوکلئوتید وجود دارد.

نکته ۷: آدنوزین تری فسفات (ATP): یک نوکلئوتید (مونومر) است. در ساختار آن سه بخش یافت می‌شود، که دو بخش آن (یعنی باز آدنین و یک عدد مونوساکارید) ماده آلی حلقوی هستند و یک بخش آن ماده معدنی (فسفات) است. توجه کنید که اگر بگویند در ATP، سه عدد فسفات به باز آدنین متصل از غلط است، چون فسفات به قند متصل است.

نکته ۸: آدنوزین تری فسفات، شکل رایج و قابل استفاده انرژی در یاخته‌ها است که از باز آلی آدنین، قند پنج کربنی ریبوز (که با هم آدنوزین نامیده می‌شوند) و سه گروه فسفات است. فاقد پیوند فسفو دی استر است

نکته ۹: افزوده شدن فسفات به آدنوزین در سه مرحله روی می‌دهد. در نتیجه در ابتدا AMP (آدنوزین مونو فسفات)، سپس ADP (آدنوزین دی فسفات) و در نهایت ATP (آدنوزین تری فسفات) تشکیل می‌شود. بطور معمول ATP از ADP تشکیل می‌شود و این دو مولکول به هم تبدیل می‌شوند. هنگام تشکیل مولکول ATP از ADP پیوندهای پرانرژی بین گروه‌های فسفات ایجاد و با شکسته شدن این پیوندها، انرژی ذخیره شده در آن‌ها آزاد می‌شود هر مولکول ATP دو عدد پیوند پر انرژی بین گروه‌های فسفات دارد. (شکل ۲).

نکته ۱۰: علاوه بر اینکه نوکلئوتیدها واحدهای سازنده دنا و رنا هستند نقش‌های اساسی دیگری نیز در یاخته برعهده دارند. نوکلئوتیدها در واکنش‌های ساخت و ساز نقش دارند. نوکلئوتید آدنین دار (ATP) رایج‌ترین شکل انرژی در سلول‌ها است. ATP در بیشتر واکنش‌های انرژی‌خواه مصرف می‌شود. در برخی واکنش‌های انرژی خواه ATP مصرف نمی‌شود.

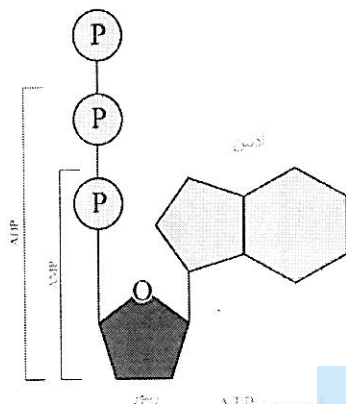
نکته ۱۱: نقش نوکلئوتیدها

۱- واحد سازنده (مونومر) نوکلئیک اسیدها (DNA، mRNA، tRNA، rRNA) است.

۲- انرژی لازم برای بیشتر واکنش‌های زیستی درون سلول از ATP است که قند آن ریبوز است.

۳- در ساختار بعضی آنزیم‌ها فقط نوکلئوتید به کار رفته است، مانند rRNA که نوعی آنزیم غیر پروتئینی است، این آنزیم بین آمینواسیدها پیوند پپتیدی ایجاد می‌کند.

۴- در ساختار ناقلین الکترون مانند NADH و FADH_۲ که در تنفس سلولی و NADPH در فتوسنتز مسئول انتقال الکترون هستند و قند آن‌ها ریبوز است.



نحوه‌ی تشکیل رشته‌ی پلی‌نوکلئوتیدی (ساختار اول DNA):

نوکلئوتیدها در ابتدا به صورت آزاد، سه گروه فسفات دارند؛ اما هنگام برقراری پیوند با یکدیگر، دو گروه از سه گروه فسفات خود را از دست می‌دهند و فقط با یک گروه فسفات خود با پیوند فسفودی‌استر در رشته‌ی پلی‌نوکلئوتیدی جای می‌گیرند. توجه کنید که قبل از این که پیوند فسفودی‌استر تشکیل شود، باید پیوند کووالانسی بین فسفات‌ها شکسته شود. هنگام تشکیل پیوند فسفودی‌استر، تعداد فسفات‌های آزاد در سلول افزایش می‌یابد.

پیوند فسفودی‌استر

در دنا و رنا نوکلئوتیدها با نوعی پیوند اشتراکی (کووالانسی) بنام پیوند فسفودی‌استر به هم متصل و رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی را می‌سازند. در تشکیل پیوند فسفودی‌استر فسفات یک نوکلئوتید به هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می‌شود.

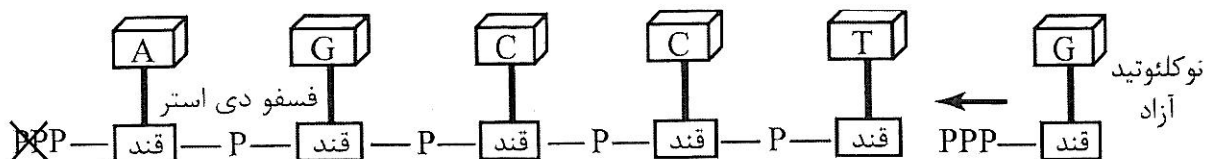
نکته ۱: توجه کنید که موقع اضافه شدن یک نوکلئوتید به رشته پلی‌نوکلئوتیدی، فسفات نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل قند آخرین نوکلئوتید رشته متصل می‌شود. اگر بگویید گروه هیدروکسیل قند نوکلئوتید به فسفات زنجیره متصل می‌شود، غلط است.

نکته ۲: هر رشته دنا و رنا که به صورت خطی است همیشه دو سر متفاوت دارد. در نوکلئیک اسیدهای خطی گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل قند در انتهای دیگر آزاد است؛ توجه کنید اگر نوکلئوتیدی بخواهد به رشته دنا یا رنا اضافه شود، فقط به انتهای رشته که قند دارد، اضافه می‌شود نه به انتهای فسفات، یعنی یک نوکلئوتید نمی‌تواند به دو انتهای یک رشته اضافه شوند.

نکته ۳: مولکول رنا چه در پروکاریوت‌ها و چه در یوکاریوت‌ها، پلی‌مری خطی است بنابراین همیشه دوسر متفاوت دارد، در ساختار آن قند ریبوز است و بازهای آلی A و G و C و U می‌باشد و T وجود ندارد.

نکته ۴: مولکول DNA پلی‌مری است که از دو رشته‌ای پلی‌نوکلئوتیدی تشکیل شده است، مونوساکارید آن دی‌وکسی‌ریبوز است و بازهای آلی A و G و C و T است. در ساختار آن ریبوز و U وجود ندارد. دنا می‌تواند بصورت خطی (داخل هسته) یا حلقوی (در باکتری-میتوکندری-کلروپلاست) باشد.

نکته ۵: دو انتهای رشته‌های پلی‌نوکلئوتید نیز می‌توانند با پیوند فسفودی‌استر به هم متصل شوند و نوکلئیک‌اسید حلقوی را ایجاد کنند. DNA باکتری‌ها و DNA سیتوپلاسمی یوکاریوت‌ها (DNA داخل بستره‌ی میتوکندری و کلروپلاست) حلقوی است. در DNA حلقوی، تعداد نوکلئوتید با تعداد پیوند فسفودی‌استر برابر است.



نکته ۷: در یک زنجیره پلی نوکلئوتیدی با n عدد نوکلئوتید :

رشته	قند	باز	فسفودی استر	محل
حلقوی	N	N	N	DNA باکتری-میتوکندری-کلروپلاست
خطی	N	N	N-1	DNA هسته و انواع RNA ها

نکته ۸: در یوکاریوت‌ها (هو هسته‌ای‌ها) بیشتر دنا درون هسته قرار دارد که به صورت خطی است. ولی مقداری دنا درون میتوکندری و کلروپلاست وجود دارد که به صورت حلقوی است و به آن دنا سیئوپلاسمی می‌گویند.

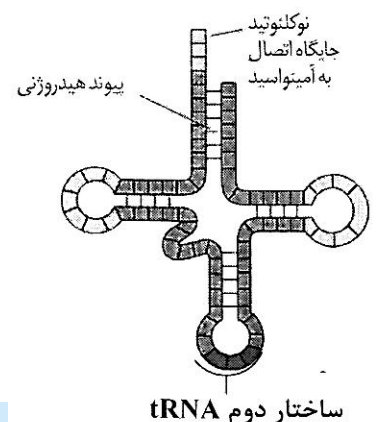
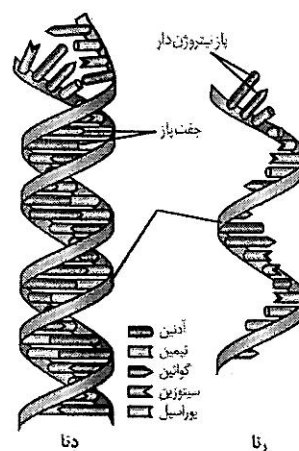
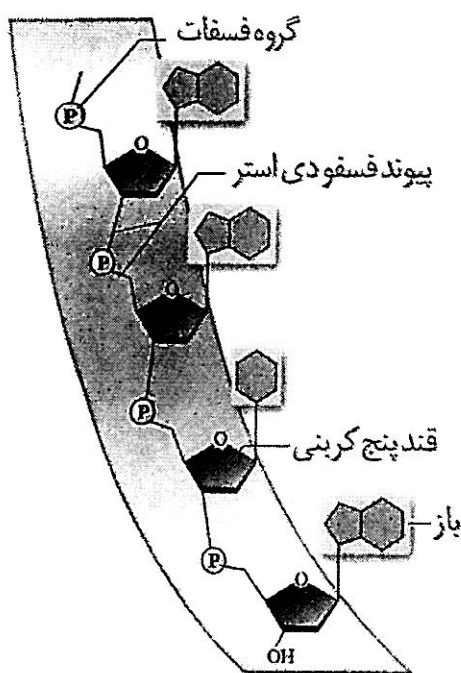
نکته ۹: درون هسته و در سیئوپلاسم باکتری‌ها و در بستره میتوکندری و کلروپلاست دو نوع اسید هسته‌ای (نوکلئیک اسید) یافت می‌شود یعنی هم DNA و هم RNA یافت می‌شود.

نکته ۱۰: هر نوکلئیک اسید داخل هسته (چه DNA و چه RNA) قطعاً خطی است و دو انتهای متفاوت دارد. درون هسته نوکلئیک اسید حلقوی یافت نمی‌شود. ولی درون میتوکندری و کلروپلاست و باکتری‌ها هر نوکلئیک اسیدی که دو انتهای متفاوت دارد قطعاً رنا است.

نکته ۱۱: در سیئوپلاسم باکتری‌ها و در بستره میتوکندری و کلروپلاست هم نوکلئیک اسید حلقوی (یعنی DNA) و هم نوکلئیک اسید خطی (یعنی RNA) یافت می‌شود. در باکتری‌ها و میتوکندری و کلروپلاست DNA خطی یافت نمی‌شود ولی نوکلئیک اسید خطی (یعنی RNA) یافت می‌شود. (مانند tRNA که مسئول انتقال

آمینواسید است و آنزیم rRNA که نوعی آنزیم غیر پروتئینی است، این آنزیم بین آمینواسیدها پیوند پپتیدی **نکته ۱۲:** در یوکاریوت‌ها و پروکاریوت‌ها، در هر نوکلئیک اسیدی که تعداد نوکلئوتیدها با تعداد پیوندهای فسفودی استر برابر باشد، قطعاً DNA حلقوی است، قند آن دئوکسی ریبوز است. و فاقد یوراسیل و ریبوز است.

نکته ۱۳: در یوکاریوت‌ها هر اندامکی که دو غشاء دارد، قطعاً دو نوع اسید هسته‌ای دارد. یعنی هم DNA و هم RNA دارد.



شکل ۴ - تشکیل رشته نوکلئیک اسید

ساختار دوم (مولکول DNA) :

۱- مولکول DNA دارای دو رشته موازی است. ۲- دو رشته مکمل و ناهمسو هستند. ۳- دو رشته مارپیچ هستند. ۴- در یک مولکول DNA بین دو نوکلئوتید مجاور در یک رشته پیوند فسفودی‌استر (پیوند اشتراکی) وجود دارد. ولی پیوند دو نوکلئوتید مکمل (مقابل هم) هیدروژنی است بین A و T و پیوند هیدروژنی و بین G و C سه عدد پیوند هیدروژنی است. که منجر به پایدارترین حالت شده است.

نکته ۱: اگر خواستید پیوند دو رشته DNA را از هم باز کنید باید پیوند هیدروژنی بین بازهای مکمل را بشکنید و اگر خواستید یک رشته‌ی پلی‌نوکلئوتیدی RNA یا DNA را بشکنید باید پیوند فسفودی‌استر را بشکنید.

نکته ۲: توجه کنید بین دو باز مجاور چه در DNA و چه در RNA هیچ پیوندی وجود ندارد پیوند فسفودی‌استر بین فسفات و قند دو نوکلئوتید مجاور است (نه بین دو باز مجاور).

نکته ۳: رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی یا به تنهایی نوکلئیک اسیدها را می‌سازند مثل RNA یا به صورت دوتایی در کنار هم قرار گرفته و نوکلئیک اسیدها را می‌سازند مثل DNA. بنابراین مولکول‌های دنا از دو رشته پلی‌نوکلئوتید و مولکول‌های رنا از یک رشته پلی‌نوکلئوتید تشکیل می‌شوند.

نکته ۴: در یک مولکول DNA چون دو رشته است تعداد بازهای پورین (دو حلقه‌ای) با تعداد بازهای پیریمیدین (تک حلقه‌ای) برابر است. ولی توجه کنید که نمی‌توان گفت که در یک رشته یا یک زنجیره دنا بطور حتم A با T و C با G برابر است. رشته پلی‌نوکلئوتیدی رنا به تنهایی نوکلئیک اسید را می‌سازد، بنابراین نمی‌توان گفت در هر مولکول نوکلئیک اسیدی بازهای پورین با بازهای پیریمیدین برابر هستند.

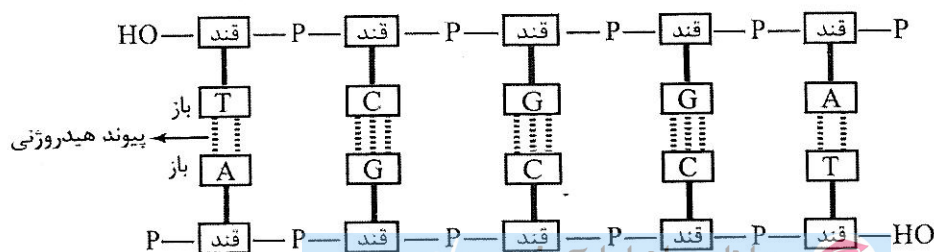
$$\frac{50\% \text{ پورین}}{A+G} = \frac{50\% \text{ پیریمیدین}}{T+C}$$

نکته ۶: در مولکول دنا پیوند هیدروژنی، بین بازهای مکمل دو رشته است. ولی برخی رناها (مانند tRNA) می‌تواند در بخش‌هایی روی هم تا بخورد و پیوند هیدروژنی بین بازهای مکمل در یک رشته برقرار می‌شود. بنابراین نوکلئیک اسیدی که در ساختار خود پیوند هیدروژنی و پیوند فسفودی‌استر دارد می‌تواند دنا یا رنا باشد. ولی در نوکلئیک اسیدی که بین بازهای مکمل یک رشته پیوند هیدروژنی دارد، قطعاً رنا است.

نکته ۸: در یک مولکول DNA با N عدد نوکلئوتید، اگر مولکول خطی باشد N-۲ پیوند فسفودی‌استر و اگر حلقوی باشد (میتوکندری-کلروپلاست و باکتری‌ها) N عدد پیوند فسفودی‌استر وجود دارد.

نکته ۸: در مولکول DNA حلقوی، تعداد نوکلئوتید با تعداد پیوند فسفودی‌استر برابر است. و تعداد پیوندهای فسفودی‌استر دو برابر تعداد بازهای پورین و یا دو برابر بازها پیریمیدین است.

نکته ۸: هر یاخته‌ای که DNA خطی دارد قطعاً یوکاریوتی است. ولی یاخته‌ای که DNA حلقوی دارد می‌تواند یوکاریوتی (هسته‌ای) و یا پروکاریوت (پیش‌هسته‌ای) باشد.



پلازمید (دیسک)

نکته ۱: دیسک یک مولکول دناى دو رشته‌ای و حلقوی خارج فامتنی است که معمولاً درون باکتری‌ها و بعضی قارچ‌های تک‌سلولی مثل مخمرها وجود دارد و می‌توانند مستقل از کروموزوم اصلی تکثیر شوند. هر پلازمید دارای یک جایگاه شروع همانندسازی است.

نکته ۲: پیش هسته‌ای‌ها (پروکاریوت‌ها) علاوه بر دناى اصلی ممکن است مولکول‌هایی از دناى دیگر به نام دیسک (پلازمید) در اختیار داشته باشند. اطلاعات این مولکول‌ها می‌تواند ویژگی‌های دیگری را به باکتری بدهد مانند افزایش مقاومت باکتری در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها. (توجه کنید که باکتری‌ها ممکن است پلازمید داشته باشند یعنی بیشتر باکتری‌ها فاقد پلازمید هستند).

نکته ۳: دیسک‌ها را فامتن‌های کمکی نیز می‌نامند چون حاوی ژن‌هایی هستند که در فامتن اصلی باکتری وجود ندارند. مثلاً ژن مقاومت به پادزیست (آنتی‌بیوتیک) در دیسک قرار دارد. بسیاری از دیسک‌ها دارای ژن‌های مقاومت به پادزیست‌ها هستند. چنین ژن‌هایی به باکتری این توانایی را می‌دهند که پادزیست‌ها را به موادی غیرکشنده و قابل استفاده برای خود تبدیل کنند.

نکته ۴: پلازمید می‌تواند در سلول‌های هسته‌دار (یوکاریوتی) یافت شوند مثلاً در برخی قارچ‌ها (مثل مخمرها) پلازمید یافت می‌شود.

نکته ۵: در ساختار هر پلازمید چهار نوع مونومر (نوکلئوتید A, G, C, T) به کار رفته است. و پیوند بین مونومرهای آن فسفودی‌استر است. مونوساکارید به کار رفته در آن دئوکسی‌ریبوز است. در ساختار پلازمید نوکلئوزوم یافت نمی‌شود. در ساختار آن ریبوز و یوراسیل یافت نمی‌شود.

نکته ۶: هر پلازمید یک مولکول DNAی دو رشته و حلقوی است. چون حلقوی است بنابراین تعداد نوکلئوتیدهای آن با تعداد پیوندهای فسفودی‌استر برابر است. و تعداد پیوندهای فسفودی‌استر دو برابر تعداد بازهای پورین و یا دو برابر بازها پیریمیدین است. چون دو رشته است در ساختار آن پیوند هیدروژنی هم یافت می‌شود.

نکته ۷: در نتیجه سوخت و ساز نوکلئوتیدها بکار رفته در دنا و رنا، آمونیاک و اسید اوریک تولید می‌شود. آمونیاک بسیار سمی است. دو عدد آمونیاک در کبد از طریق ترکیب شده با یک عدد کربن‌دی‌اکسید به اوره تبدیل می‌شود. اوره فراوان‌ترین ماده دفعی آلی در ادرار است.

نکته ۸: ماده دفعی آلی نیتروژن‌دار دیگر که در ادرار وجود دارد، اسید اوریک است که در نتیجه سوخت و ساز نوکلئیک اسیدها حاصل می‌شود. اوریک اسید انحلال پذیری زیادی در آب ندارد. بنابراین تمایل آن به رسوب کردن و تشکیل بلور زیاد است. رسوب بلورهای اسید اوریک در کلیه باعث ایجاد سنگ کلیه و در مفاصل باعث بیماری نقرس می‌شود.

نکته ۹: آنزیم هایی که پیوند فسفودی استر (بین فسفات - قند) را ایجاد می کنند:

۱- آنزیم DNA پلیمراز: در هنگام DNA سازی (همانندسازی)

۲- آنزیم RNA پلیمراز: در هنگام RNA سازی (رونویسی) ابتدا با شکستن پیوند هیدروژنی دو رشته DNA را از هم باز می کند و سپس از روی یک رشته DNA، مولکول رنا را می سازد.

۳- آنزیم لیگاز: در مهندسی ژنتیک مسئول ایجاد پیوند فسفودی استر است.

نکته ۱۰: همه آنزیم هایی که مسئول ایجاد پیوند فسفودی استر هستند، از جنس پروتئین هستند و توسط ریبوزوم در سیتوپلاسم (یعنی خارج از هسته) ساخته می شوند. ولی می توانند درون هسته یا خارج از هسته (درون میتوکندری و کلروپلاست) فعالیت کنند. هیچ پروتئینی در هیچ جای دنیا.....

نکته ۱۱: آنزیم هایی که پیوند فسفودی استر (بین فسفات - قند) را می شکنند:

الف- آنزیم DNA پلیمراز:

در هنگام ویرایش DNA پیوند فسفودی استر را هیدرولیز می کند. بنابراین DNA پلیمراز علاوه بر فعالیت پلیمرازی، فعالیت نوکلئازی هم دارد. DNA پلیمراز برخلاف RNA پلیمراز نمی تواند پیوند هیدروژنی را بشکند.

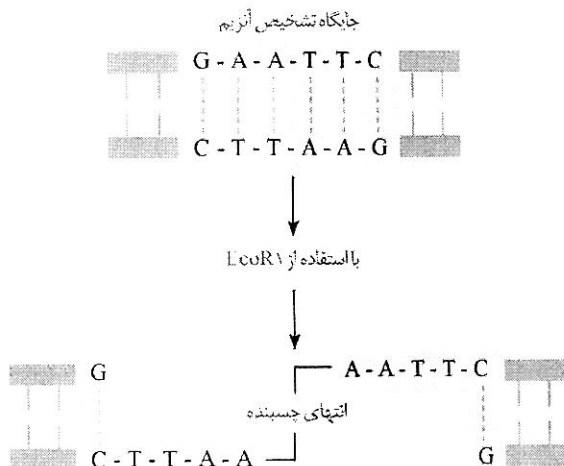
ب - آنزیم برش دهنده:

این آنزیم بطور طبیعی در باکتری ها یافت می شوند و قسمتی از سامانه دفاعی باکتری ها به حساب می آیند. در مهندسی ژنتیک برای برش و جدا سازی ژن ها استفاده می شوند. این آنزیم ها توالی نوکلئوتیدی خاص را در دنا تشخیص داده و برش می دهند. مثلاً آنزیم EcoR1 نوعی آنزیم برش دهنده (نوکلئاز) است توسط باکتری

اشریشیا کلای ساخته می شود. جایگاه تشخیص این آنزیم، توالی شش جفت نوکلئوتید GAATTC است. این CTTAAG

آنزیم پیوند فسفودی استر بین نوکلئوتید آدنین دار و گوانین دار هر دو رشته را برش می زند. توجه کنید آنزیم های نوکلئاز پیوند بین قند و فسفات دو نوکلئوتید مجاور را برش می دهد. (نه پیوند بین دو باز مجاور)

نکته ۵: آنزیم EcoR1 پس از آنکه مولکول دنا را برش داد به ازای هر جایگاه تشخیص دو عدد پیوند فسفودی استر برش می دهد و دو عدد انتهای چسبنده ایجاد می کند. انتهای چسبنده ای که توسط آنزیم EcoR1 ایجاد می شود دارای ۴ نوکلئوتید AATT است که نوکلئوتید آزاد آن آدنین دار است.



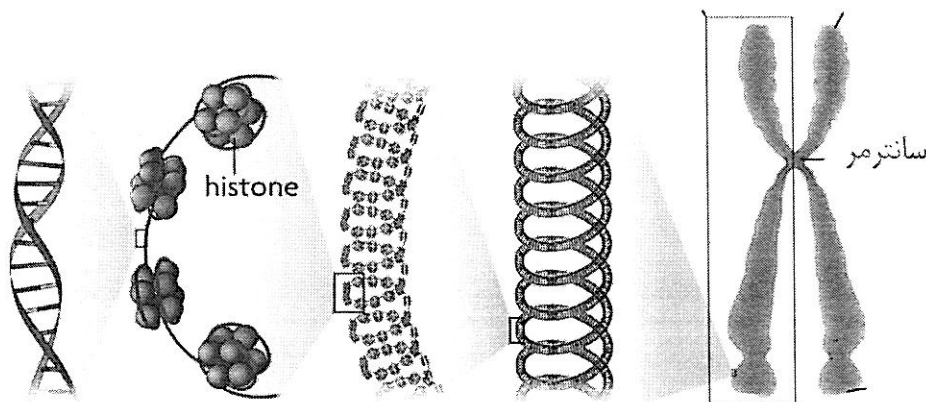
ساختار سوم DNA

در هویسته‌ای‌ها، دنا در هر فام‌تن به صورت خطی است و مجموعه‌ای از پروتئین‌ها که مهم‌ترین آن‌ها هیستون‌ها هستند همراه آن قرار دارند. زمانی که یاخته در حال تقسیم نیست، فشردگی مادهٔ وراثتی هسته، کمتر و به صورت توده‌ای از رشته‌های درهم است که به آن، کروماتین (فامینه) می‌گویند. هر رشتهٔ کروماتین از واحدهای تکراری به نام نوکلئوزوم (هسته‌تن) تشکیل می‌شود که در آن، مولکول (دنا) حدود ۲ دور در اطراف مولکول ۸ مولکول پروتئینی به نام هیستون پیچیده است. مادهٔ وراثتی هسته در تمام مراحل زندگی یاخته، به جز تقسیم، به صورت کروماتین است. پیش از تقسیم یاخته، رشته‌های کروماتینی در مرحله S اینترفاز دو برابر می‌شوند و در شروع تقسیم یاخته (در مرحله پروفاز) فشرده، ضخیم و کوتاه‌تر می‌شوند و، کروموزوم (فام‌تن) پدیدار می‌شود. فام‌تن‌ها در هسته قرار دارند و در ساختار آن‌ها دنا (DNA) و پروتئین مشارکت می‌کنند.

نکته ۱: هیستون: پروتئین‌های متصل به DNA هسته بوده که مسئول فشردن DNA هستند. هیستون‌ها توسط ریبوزوم در سیتوپلاسم ساخته می‌شوند، سپس از سیتوپلاسم از طریق منافذی وارد هسته می‌شوند و درون هسته، DNA دور آن‌ها می‌چرخد و فشرده می‌شود. دقت کنید که محل ساخت هیستون و محل فعالیت هیستون‌ها باهم متفاوت است. این پروتئین مختص سلول‌های یوکاریوتی است.

نکته ۲: نوکلئوزوم (هسته‌تن): واحدهای هیستونی (۸ واحد) که توسط قسمتی از مولکول DNA دو رشته‌ای احاطه شده‌اند. در ساختار نوکلئوزوم هم پروتئین هیستون و هم مولکول DNA به کار رفته است. (نوکلئوزوم ترکیبی از دو نوع پلیمر است) در ساختار هیستون‌ها پیوند پپتیدی و در ساختار DNA پیوند هیدروژنی و فسفودی‌استری وجود دارد. در ساختار نوکلئوزوم بازهای A, G, C, T به کار رفته است. مونوساکارید به کار رفته در آن دئوکسی‌ریبوز است. در ساختار آن ریبوز و یوراسیل یافت نمی‌شود باکتری‌ها نوکلئوزوم ندارند.

نکته ۳: هر نوکلئیک اسیدی که توسط هیستون فشرده می‌شود و یا تشکیل نوکلئوزوم می‌دهد،



مولکول دنا

افزایش فشردگی پیچیدن دنا به دور هیستون‌ها

افزایش فشردگی

کروموزوم دو کروماتیدی

ساختار ملکولی دنا

در ابتدا تصور می‌شد که مقدار ۴ نوع باز در تمامی ملکول‌های دنا از هر جاننداری که به دست آمده باشد با یکدیگر برابر باشد.

نکته ۱: مشاهدات و تحقیقات چارگاف بر روی دناهای طبیعی نتیجه زیر را بدنبال داشت: مقدار آدنین موجود در دنا همیشه با مقدار تیمن برابر است و مقدار گوانین در آن همیشه با مقدار سیتوزین برابری می‌کند. تحقیقات بعدی دانشمندان (نه چارگاف) دلیل این برابری نوکلئوتیدها را مشخص کرد.

استفاده از پرتو X برای تهیه تصویر از دنا



نکته ۲: ویلکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو X از مولکول دنا تصاویری تهیه کردند. با بررسی این تصاویر در مورد ساختار دنا نتایجی را به دست آوردند از جمله اینکه الف) دنا حالت مارپیچی دارد ب) بیش از یک رشته دارد ج) با استفاده از این روش ابعاد ملکول‌ها را نیز تشخیص دادند.

مدل ملکولی واتسون و کریک

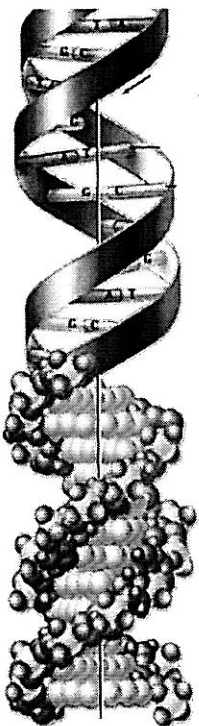
نکته ۳: واتسون و کریک با استفاده از نتایج آزمایش‌های چارگاف و داده‌های حاصل از تصاویر تهیه شده با پرتو ایکس و با استفاده از یافته‌های خود، مدل مولکولی نردبان مارپیچ را ساختند که باعث شد در سال ۱۹۶۲ جایزه نوبل را دریافت کنند. نتایج حاصل از این تحقیقات با پژوهش‌های امروزی مورد تأیید قرار گرفته‌اند.

نکته ۴: هر ملکول دنا در حقیقت از دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی ساخته شده است که به دور محوری فرضی پیچیده شده و ساختار مارپیچ دو رشته‌ای را ایجاد می‌کند.

نکته ۵: هر مولکول دنا در حقیقت از دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی ساخته شده است که به دور محوری فرضی پیچیده شده و ساختار مارپیچ دو رشته‌ای را ایجاد می‌کند. این مارپیچ اغلب با یک نردبان پیچ خورده مقایسه می‌شود. ستون‌های این نردبان را قند و فسفات و پله‌ها را بازهای آلی تشکیل می‌دهند. بین قند یک نوکلئوتید و فسفات نوکلئوتید دیگر پیوند فسفودی‌استر و بین بازهای روبه‌روی هم پیوند هیدروژنی برقرار است.

نکته ۶: پیوندهای هیدروژنی بین بازها، دو رشته دنا را در مقابل هم نگه می‌دارد. این پیوندها بین جفت بازها به صورت اختصاصی تشکیل می‌شوند. آدنین (A) با تیمین (T) روبه‌روی هم قرار می‌گیرند و گوانین (G) با سیتوزین (C) جفت می‌شوند. به این جفت بازها بازهای مکمل می‌گویند. بین C و G نسبت به A و T پیوند هیدروژنی بیشتری تشکیل می‌شود. مکمل بودن بازهای آلی نتایج آزمایش‌های چارگاف را نیز تأیید می‌کند.

نکته ۷: در مدل واتسون و کریک در ستون‌های نردبان پیوند فسفودی‌استر وجود دارد ولی در پله‌ها پیوند فسفودی‌استر یافت نمی‌شود. در پله‌ها پیوند کووالانسی بین باز و قند و همچنین پیوند غیر کووالان (هیدروژنی) بین بازهای مکمل یافت می‌شود.



نکته ۸: قرارگیری جفت بازها به این صورت باعث می‌شود قطر مولکول دنا در سراسر آن یکسان باشد. زیرا یک باز تک حلقه‌ای در مقابل یک باز دو حلقه‌ای قرار می‌گیرد. و باعث پایداری مولکول دنا می‌شود. ثابت ماندن قطر دنا باعث پایداری اطلاعات آن شده و در فشرده شدن بهتر فام‌تن‌ها مؤثر است.

نکته ۹: نتیجه دیگر بازهای مکمل این است که اگرچه دو رشته یک مولکول دنا یکسان نیستند، ولی شناسایی ترتیب نوکلئوتیدهای هر کدام می‌تواند ترتیب نوکلئوتیدهای رشته دیگر را هم مشخص کند؛ مثلاً اگر ترتیب نوکلئوتیدها در یک رشته ATGC باشد ترتیب نوکلئوتیدها در رشته مکمل آن باید TACG باشد.

نکته ۱۰: اگرچه هر پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی پیوند کمی دارد، ولی وجود هزاران یا میلیون‌ها نوکلئوتید و برقراری پیوند هیدروژنی بین آن‌ها به مولکول دنا حالت پایدارتری می‌دهد. در عین حال، دو رشته دنا 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.

ژن چیست؟

طبق آزمایشات ایوری و همکارانش اطلاعات وراثتی در دنا قرار دارند و از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شود. این اطلاعات در واحدهایی به نام ژن سازماندهی شده‌اند. ژن بخشی از مولکول دنا است که دستورالعمل ساخت RNA یا پلی‌پپتید را دارد.

نکته ۱: ژنوم (ژنگان):

به کل محتوای ژنتیک (نه مقدار ماده ژنتیکی) گفته می‌شود. طبق قرارداد، ژنگان هسته‌ای را معادل مجموعه‌ای شامل یک نسخه از هریک از انواع فام‌تن‌ها در نظر می‌گیرند. ژنوم هسته‌ای انسان ۲۲ عدد کروموزوم اتوزوم و ۲ عدد کروموزوم‌های جنسی X و Y است. دنا میتوکندری ژنوم سیتوپلاسمی را در ژنوم انسان تشکیل می‌دهد. در دنا راکیزه، ژن‌های مورد نیاز برای ساخته شدن انواعی از پروتئین‌های مورد نیاز در تنفس یاخته‌ای وجود دارند. راکیزه همراه با یاخته و نیز مستقل از آن تقسیم می‌شود.

نکته ۲: در یک انسان همه سلول‌های پیکری هسته‌دار، ژن‌های یکسان دارند و هر هسته ۴۶ عدد کروموزوم دارد. همه این سلول‌های کروموزوم X را دارند بنابراین ژن‌های تعیین جنسیت را دارند، علت آن همانند سازی یکسان و تقسیم دقیق ماده وراثتی بین سلول‌های در حال تقسیم است. ولی در همه سلول‌ها بیشتر ژن‌ها خاموش هستند. مثلاً در سلول‌های جزایر لانگرهانس لوزالمعده و سلول‌های اصلی معده یک انسان ژن‌های یکسانی وجود دارد. در لوزالمعده ژن انسولین روشن است ولی ژن پپسینوژن خاموش است. برعکس در یاخته‌های اصلی معده ژن انسولین خاموش است ولی ژن پپسینوژن روشن است. البته از شما چه پنهان برخی ژن‌ها در همه سلول‌های هسته‌دار روشن هستند. مثلاً ژن rRNA و tRNA در همه سلول‌های هسته‌دار روشن است. بنابراین محصول بعضی ژن‌ها در سلول‌های جزایر لانگرهانس و سلول‌های اصلی معده یکسان است.

نکته ۳: دقت کنید که هر کروموزوم ژن‌های ویژه خودش را دارد. هر کروموزوم چندین عدد ژن دارد ولی هر کروموزوم همه‌ی ژن‌های یک فرد را ندارد. مثلاً ژن فاکتور هشت فقط روی کروموزوم X قرار دارد. و یا جایگاه ژن‌های عامل Rh فقط بر روی فام‌تن شماره ۱ و جایگاه ژن‌های گروه خونی ABO فقط در فام‌تن شماره ۹ است.

رنا (RAN) و انواع آن

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

۱- رنای پیک (mRNA): از روی ژن پروتئین طی فرایند رونویسی ساخته می‌شود. اطلاعات را از دنا به ریبوزوم‌ها می‌رساند. ریبوزوم با استفاده از اطلاعات رنای پیک پروتئین‌سازی می‌کند. بنابراین ترتیب (یا توالی) آمینواسیدهای یک زنجیره پلی‌پپتیدی مستقیماً توسط mRNA ولی اساساً توسط DNA (ژن) تعیین می‌شود.

۲- رنای ناقل (tRNA): از روی قسمتی از دنا بنام ژن tRNA طی فرایند رونویسی ساخته می‌شود. tRNA در سیتوپلاسم آمینواسیدها را برای استفاده در پروتئین‌سازی به سمت ریبوزوم‌ها (رناتن) منتقل می‌کند.

۳- رنای ریبوزومی (rRNA): در ساختار ریبوزوم‌ها (رناتن) علاوه بر پروتئین رنای ریبوزومی نیز شرکت دارد. رنای ریبوزومی نقش آنزیمی دارد و بین دو آمینواسید پیوند پپتیدی برقرار می‌کند. بطور مستقیم از روی قسمتی از دنا بنام ژن rRNA طی فرایند رونویسی توسط آنزیم RNA پلیمراز ساخته می‌شود. آنزیمی که پیوند پپتیدی ایجاد می‌کند، ساختار غیر پروتئینی دارد و فاقد پیوند پپتیدی است. می‌تواند درون هسته و یا در سیتوپلاسم ساخته شود. ولی نمی‌تواند درون هسته فعالیت کند.

۴- رناهای کوچک: برخی نقش آنزیمی دارند و برخی در تنظیم بیان ژن نیز دخالت دارند.

تست‌های سری اول فصل یک

- ۱- چند مورد جمله زیر را بطور نادرست تکمیل می‌کنند؟ «در حالت طبیعی در ساختار هر»
- (الف) رشته پلی نوکلئوتیدی دنا تعداد باز پورین با پیریمیدین برابر است.
 (ب) پیوند فسفودی‌استر، فسفات‌ها به قند پنتوز متصل هستند.
 (ج) نوکلئیک اسیدی، دو باز یک رشته نمی‌تواند باهم پیوند هیدروژنی برقرار کنند.
 (د) نوکلئیک اسید، دو نوع قند پنج کربنه یافت می‌شود.
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)
- ۲- چند عبارت در مورد نوکلئوتیدهای بکار رفته در یک رشته پلی نوکلئوتید صحیح است؟
- (الف) از نظر نوع باز آلی و نوع قند و تعداد فسفات‌ها با یکدیگر تفاوت دارند.
 (ب) در هنگام اتصال به رشته پلی نوکلئوتیدی، دو عدد فسفات از باز آن جدا می‌شود.
 (ج) در یاخته‌های کبک‌ی از طریق ترکیب ماده حاصل از تجزیه آن با دی‌اکسید کربن به یک ماده آلی دفعی تبدیل می‌شود.
 (د) در هنگام اتصال به رشته پلی نوکلئوتید بین قند آن و فسفات رشته پیوند فسفودی‌استر برقرار می‌شود.
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)
- ۳- در استرپتوکوکوس نومونیا یاخته‌های جاندار میزبان خود
 (۱) برخلاف - کرموزوم‌های اصلی آن به صورت دنا حلقوی است که به غشاء پلاسمایی سلول متصل است.
 (۲) همانند - در ساختار هر نوکلئیک اسید دو نوع قند پنج کربنه (پنتوز) وجود دارد.
 (۳) برخلاف - وقایع مرحله S اینترفاز چرخه سلولی در سیتوبلاسم رخ می‌دهد.
 (۴) همانند - ضمن تشکیل پیوند فسفودی‌استر از روی دنا، می‌تواند رشته‌های پلی نوکلئوتیدی خطی ساخته می‌شوند.
- ۴- ویلکنیز و فرانکلین در زمینه شناسایی هر مولکول دنا با بررسی تصاویری از پرتوهای X که تهیه کرده‌اند نتیجه گرفتند
 ۱- دنا حالت مارپیچی و دو رشته‌ای دارد.
 ۲- قرارگیری جفت بازهای مکمل باعث می‌شود قطر مولکول دنا در سراسر آن یکسان باشد.
 ۳- ابعاد مولکول‌ها را تشخیص دادند.
 ۴- بین C و G نسبت به A و T پیوند هیدروژنی بیشتری تشکیل می‌شود.
- ۵- کدام عبارت نادرست است؟ «در یک مولکول پلازمید هر»
 (۱) مولکول قند با دو عدد فسفات پیوند اشتراکی دارد.
 (۲) نوکلئوتید به کار رفته در آن نسبت به آدنوزین یک فسفات بیشتر دارند.
 (۳) باز پورین با باز پیریمیدین مجاور پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند.
 (۴) ژن به کمک چندین نوع آنزیم همانندسازی می‌شود.
- ۶- در ساختار مارپیچ دو رشته‌ای در نردبان
 (۱) پله‌های - بین بازهای آلی پورین دار، پیوند هیدروژنی یافت می‌شود.
 (۲) پله‌های - پیوند کووالانسی یافت نمی‌شود.
 (۳) ستون‌های - مولکول آلی حلقوی یافت نمی‌شود.
 (۴) ستون‌های - مولکول نیتروژن دار یافت نمی‌شود.
- ۷- در یک مولکول نوکلئیک اسید امکان ندارد که
 (۱) یک فسفات با دو عدد قند پیوند اشتراکی برقرار کند.
 (۲) بین دو باز پورین پیوند هیدروژنی یافت شود.
 (۳) دو باز یک رشته باهم پیوند هیدروژنی برقرار کنند.
 (۴) یک رشته به تنهایی، نوکلئیک اسید را بسازد.
- ۸- کدام عبارت نادرست است؟ «در یک پلازمید»
 (۱) تعداد بازهای پورین نصف تعداد پیوندهای فسفودی‌استر است.
 (۲) تعداد قندهای دئوکسی ریبوز با تعداد پیوندهای فسفودی‌استر برابر است.
 (۳) تعداد پیوندهای اشتراکی بین قند و باز دو برابر تعداد بازهای پیریمیدین است.
 (۴) هر جقدر تعداد بازهای پورین بیشتر از پیریمیدین باشد، تعداد حلقه‌های آلی آن بیشتر است.
- ۹- در یاخته‌های لنفوئیدی، آنزیمی که پیوند فسفودی‌استر ایجاد می‌کند نمی‌تواند
 (۱) پیوندی هیدروژنی بین دو رشته DNA را باز کند.
 (۲) فعالیت نوکلئازی داشته باشد.
 (۳) وارد شبکه آندوپلاسمی و گلژی شود.
 (۴) خارج از هسته فعالیت کند.
- ۱۰- در مغز قرمز استخوان انسان، درون هسته‌ی پلاسموسیت‌ها
 (۱) مولکول‌های هیستونی توسط ریبوزوم (رنا تن) ساخته می‌شوند.
 (۲) یک نوع آنزیم می‌تواند ضمن باز کردن دو رشته دنا، نوکلئوتیدها را با پیوند فسفودی‌استر به هم متصل می‌کند.
 (۳) ژن سنتز کننده پادتن قبل از میتوز همانند سازی می‌شود.
 (۴) آنزیم ایجاد کننده پیوند پپتیدی توسط آنزیم غیر پروتئینی ساخته می‌شود.
- ۱۱- چند مورد جمله زیر را بطور نادرست تکمیل می‌کنند؟
 «در لنفوسیت T انسان، هر مولکول نوکلئیک اسید که در ساختار خود پیوند هیدروژنی دارد»
 (الف) حدود دو دور در اطراف هشت مولکول هیستونی پیچیده است.
 (ب) پیوند فسفودی‌استر آن توسط آنزیم DNA پلیمراز بر قرار شده است.
 (ج) دو انتهای رشته‌های آن نمی‌تواند با پیوند فسفودی‌استر به هم متصل شوند.
 (د) نمی‌تواند تعداد پیوندهای فسفودی‌استر دو برابر بازهای پورین باشد.
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)
- ۱۲- چند مورد جمله زیر را بطور درست تکمیل می‌کنند؟
 «در اوگلنا هر مولکول نوکلئیک اسید که دو انتهای رشته‌های آن با پیوند فسفودی‌استر به هم متصل می‌شوند»
 (الف) بطور قطع در ساختار آن تعداد بازهای پورین با پیریمیدین برابر است.
 (ب) پیوند فسفودی‌استر آن خارج از هسته توسط آنزیم DNA پلیمراز بر قرار شده است.
 (ج) هر رشته پلی نوکلئوتیدی آن به تنهایی تشکیل نوکلئیک اسید را می‌دهد.
 (د) در ساختار آن تعداد پیوندهای فسفودی‌استر دو برابر بازهای پورین است.
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۳- در یاخته‌هایی که در غشاء خود آنزیم ATP ساز دارند، در ساختار چند مورد از موارد زیر پیوند فسفودی‌استر و پیوند پپتیدی یافت شود؟

الف) نوکلئوزوم (ب) مولکول انتقال دهنده ی متیونین (ج) ریبوزوم (د) آنزیم دنا بسیاراز
۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۴- چند مورد عبارت مقابل را بطور صحیح تکمیل می‌کند؟ «بر اساس تحقیقات و نتایج مشخص شد»

الف) ویلکینز و فرانکلین با بررسی تصاویر حاصل از پرتو ایکس - که مولکول دنا حالت مارپیچی دارد و دو رشته‌ای است.

ب) گریفیت بر روی دو نوع باکتری ماهیت ماده وراثتی - ولی چگونگی انتقال آن مشخص نشد.

ج) چارگاف - در هر نوکلئیک اسید مقدار سیتوزین با مقدار گوانین برابر است.

د) حاصل از پرتو ایکس ابعاد مولکول دنا - و واتسون و کریک برای ارائه مدل مارپیچی دو رشته‌ای دنا از این داده‌ها استفاده کردند.

هـ) چارگاف دلیل برابری تیمین و آدنین در مولکول دنا طبیعی - و برای ارائه مدل مارپیچی دو رشته‌ای دنا از این داده‌ها استفاده شد.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۵- چند مورد جمله‌ی زیر را بطور نادرست تکمیل می‌کند؟ به طور معمول در یک زیگوت انسان

الف) در هر رشته‌ی پلی نوکلئوتیدی دنا تعداد بازهای پورین با تعداد بازهای پیریمیدین برابر است.

ب) آنزیم DNA پلی‌مراز باعث ایجاد پیوند فسفودی‌استر بین دو باز مجاور می‌شود.

ج) موقع همانند سازی DNA، غشای هسته شروع به محو شدن می‌نماید.

د) امکان ندارد که دو انتهای رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی با پیوند فسفودی‌استر به هم متصل شوند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۶- در یاخته‌های پارانشیم برگ گندم مولکول رنا مولکول دنا

۱) برخلاف - نمی‌تواند در جفت بازهای خود پیوندهای هیدروژنی داشته باشد.

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

۳) برخلاف - در بستره راکیزه و سبزه دیسه یافت نمی‌شود.

۴) همانند - می‌تواند در یک انتها گروه فسفات و در انتهای دیگر گروه هیدروکسیل آزاد داشته باشد.

۱۷- کدام یک در رابطه با هر مولکول ATP صحیح می‌باشد؟

۱) مولکول آدنوزینی بوده که سه عدد فسفات به باز آدنین اضافه شده است

۲) در همه واکنش‌های انرژی‌خواه مصرف می‌شود.

۳) ریبونوکلئوتید آدنین‌داری بوده که سه پیوند پر انرژی در بین فسفات‌ها دارد.

۴) فاقد پیوند فسفودی‌استر است.

۱۸- در یاخته‌های میلوئیدی، هر آنزیمی که پیوند فسفودی‌استر ایجاد می‌کند

۱) نمی‌تواند پیوندی هیدروژنی بین دو رشته DNA را باز کند.

۲) فقط خارج از هسته ساخته می‌شود.

۳) فقط درون هسته فعالیت دارد

۴) می‌تواند فعالیت نوکلئازی داشته باشد.

۱۹- در یاخته‌های پرفورین ساز، آنزیمی که مسئول ایجاد پیوند بین متیونین و فنیل آلانین است نمی‌تواند

۱) مستقیماً از روی دنا ساخته شود

۲) دارای پیوند فسفودی‌استر باشد.

۳) درون هسته ساخته شود.

۴) درون هسته فعالیت کند.

۲۰- چند عبارت جمله زیر را بطور صحیح تکمیل می‌کنند؟ «در یاخته‌های امکان ندارد که»

الف) تخم ضمیمه ذرت - پیوند فسفودی‌استر خارج از هسته تشکیل شود.

ب) اسپیروژیر - در هنگام همانندسازی دنا، قند یک نوکلئوتید به فسفات زنجیره متصل شود.

ج) اشرشیا کلای - بین بازهای یک رشته پلی‌نوکلئوتیدی پیوند هیدروژنی برقرار شود.

د) کشنده طبیعی انسان - دو انتهای رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی با پیوند فسفودی‌استر به هم متصل شوند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۲۱- کدام گزینه، عبارت زیر را به طور مناسب کامل می‌کند؟(سراسری ۹۸)

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

۱) است، فقط پروتئین‌های هیستونی همراه با دنا (DNA) ی آن‌ها

۲) نیست، فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در دنا (DNA) ی آن‌ها

۳) نیست، در دو انتهای هر یک از رشته‌های این عامل، ترکیباتی متفاوت

۴) است، در ساختار هر واحد تکرارشونده‌ی دنا (DNA) ی آن‌ها، پیوند فسفودی‌استری

۴ (۱)	۲ (۲) «ج»	۴ (۳)	۳ (۴)	۳ (۵)	۴ (۶)	۳ (۷)	۴ (۸)
۳ (۹)	۲ (۱۰)	۴ (۱۱)	۳ (۱۲) «الف، ب، د»	۳ (۱۳) «ج»	۳ (۱۴) «د»	۴ (۱۵)	۴ (۱۶)
۴ (۱۷)	۲ (۱۸)	۴ (۱۹)	۳ (۲۰) «ب»				

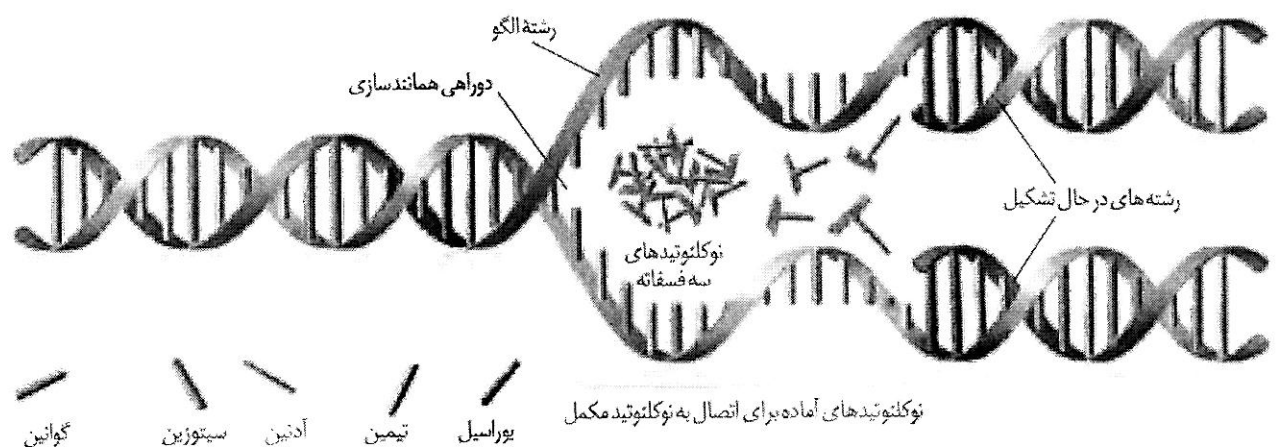
عوامل لازم برای همانندسازی

در همانندسازی عوامل متعددی مؤثر هستند که مهم‌ترین آن‌ها:

- ۱) ملکول DNA به عنوان الگو: در همانند سازی هر دو رشته DNA به عنوان الگو قرار می‌گیرند.
- ۲) واحدهای سازنده DNA (نوکلئوتید آزاد سه فسفات): واحدهای سازنده DNA که بتوانند در کنار هم نسخه مکمل الگو را بسازند. این واحدها نوکلئوتیدهای آزاد داخل یاخته و سه فسفات هستند که در لحظه اتصال به رشته پلی نوکلئوتید در حال ساخت، دو فسفات خود را از دست می‌دهند.
- ۳) مولکول‌های آنزیمی: آنزیم‌های لازم برای همانندسازی که ضمن بازکردن دو رشته نوکلئوتیدها را به صورت مکمل روبه روی هم قرار می‌دهد و با پیوند فسفودی استر به هم وصل می‌کند.

مراحل همانندسازی:

- الف) باز شدن پیچ و تاب DNA: در هسته یوکاریوت‌ها قبل از همانندسازی DNA (یعنی قبل از فعالیت هلیکاز و DNA پلی مرز) باید ابتدا پیچ و تاب DNA باز و پروتئین‌های همراه آن یعنی هیستون‌ها از آن جدا شوند تا همانندسازی بتواند انجام شود. این کارها به کمک آنزیم‌هایی انجام می‌شود.
- ب) باز شدن دو رشته DNA: آنزیم هلیکاز ابتدا ماریچ DNA را باز می‌کند سپس با شکستن (نه هیدرولیز) پیوند هیدروژنی دو رشته DNA را در محلی از هم فاصله می‌دهد. تحقیقات نشان داده است که فقط در محلی که قرار است همانند سازی انجام شود دو رشته از هم باز می‌شوند. بقیه قسمت‌ها بسته هستند و به تدریج باز می‌شوند.
- ج) ساخته شدن رشته DNA از روی رشته الگو: انواعی دیگری از آنزیم‌ها با همدیگر فعالیت می‌کنند تا یک رشته DNA در مقابل رشته الگو ساخته شود. یکی از مهم‌ترین آن‌ها که نوکلئوتیدهای مکمل را با نوکلئوتیدهای رشته الگو جفت می‌کند DNA پلیمراز است. این آنزیم نوکلئوتیدها را به صورت مکمل کنار یکدیگر قرار می‌دهد و بین نوکلئوتیدها مجاور پیوند فسفودی استر برقرار می‌کند. هنگام اضافه شدن هر نوکلئوتید سه فسفات به انتهای رشته پلی نوکلئوتید دو تا از فسفات‌های آن از مولکول جدا می‌شوند و نوکلئوتید به صورت تک فسفات به رشته متصل می‌شود. با توجه به اینکه در محل همانندسازی، همانندسازی در دو جهت انجام می‌شود و آن همانندسازی دو جهته می‌گویند.



شکل ۱۲ - همانندسازی DNA

دوراهی همانندسازی:

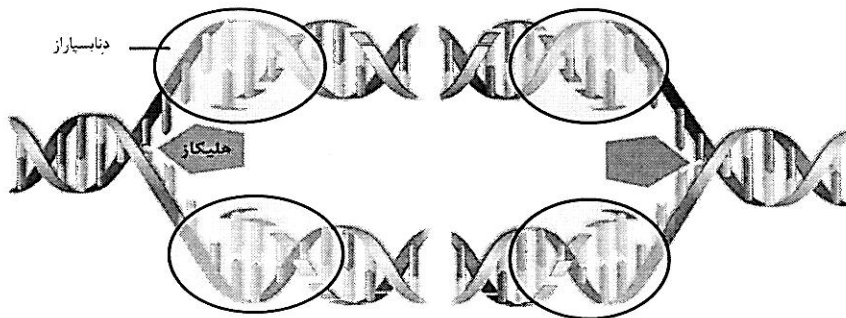
نکته ۱: هلیکاز با شکستن پیوند هیدروژنی دو رشته دنا را از هم باز می‌کند. محلی که دو رشته دنا از هم جدا می‌شوند را **حباب همانندسازی** می‌گویند. در محلی که دو رشته دنا از هم جدا می‌شوند دو ساختار Yمانندی به وجود می‌آید که به هر یک از آن‌ها **دوراهی همانندسازی** می‌گویند. در فاصله بین این دو ساختار، پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته از هم گسیخته و دو رشته از یکدیگر باز شده‌اند. همچنین پیوندهای فسفودی استر جدیدی در حال تشکیل هستند. دنا بسپاراز نوکلئوتیدها را به انتهای رشته در حال تشکیل اضافه می‌کند.

نکته ۲: 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. به این ترتیب که با استفاده از نوکلئوتیدهای آزاد، در مقابل A، باز T و در مقابل C باز G قرار می‌گیرد.

نکته ۳: در همانندسازی هر دو رشته الگو قرار می‌گیرند. بعد از همانندسازی، دو مولکول DNA تولید می‌شود در هر مولکول حاصل از همانندسازی یک رشته‌ی جدید و یک رشته‌ی قدیمی (مادری) است، بنابراین همانندسازی DNA به **طریقه‌ی نیمه حفظ شده** است. یعنی در هر مولکول یک زنجیره‌ی آن صد در صد مادری (قدیمی) است و زنجیره‌ی دیگر آن صد در صد جدید است.

نکته ۴: توجه کنید که در همانندسازی DNA بیش از دو نوع آنزیم دخالت دارند. اگر بگویند در همانندسازی DNA فقط دو آنزیم هلیکاز و DNA پلی‌مراز (دنا بسپاراز) دخالت دارند نادرست است.

نکته ۵: هر مولکول دنا هسته‌ی یوکاریوت‌ها دارای چندین نقطه آغاز همانندسازی است و به ازای هر نقطه آغاز همانندسازی، یک عدد حباب همانندسازی، دو عدد دوراهی همانندسازی وجود دارد و دو عدد هلیکاز و چهار عدد DNA پلی‌مراز فعالیت می‌کند. در یوکاریوت‌ها هر مولکول DNA چندین نقطه آغاز همانندسازی وجود دارد ولی اغلب پروکاریوت‌ها فقط یک نقطه آغاز همانندسازی در دنا خود دارند.



فعالیت‌های آنزیم DNA پلیمراز (دنا بسپاراز)

نکته ۱: همانندسازی دنا با دقت زیادی انجام می‌شود؛ این دقت تا حدود زیادی مربوط به رابطه مکملی بین نوکلئوتیدها است. اگرچه آنزیم دنا بسپاراز نوکلئوتیدها را براساس رابطه مکملی مقابل هم قرار می‌دهد ولی گاهی در این مورد اشتباهی هم صورت می‌گیرد؛ مثلاً اگر در مقابل A به جای T، C قرار گیرد، برای جلوگیری از این اشتباه آنزیم دنا بسپاراز پس از برقراری هر پیوند فسفودی‌استر، برمی‌گردد و رابطه مکملی نوکلئوتید را بررسی می‌کند که رابطه آن درست است یا اشتباه؟ اگر اشتباه باشد آن را برداشته و نوکلئوتید درست را به جای آن قرار می‌دهد. برای حذف نوکلئوتید نادرست باید بتواند پیوند فسفودی‌استر را بشکند و نوکلئوتید نادرست را از دنا جدا کند. توانایی بریدن دنا را فعالیت نوکلئازی گویند که در آن پیوند فسفودی‌استر می‌شکند.

نکته ۲: آنزیم دنا بسپاراز هم فعالیت بسپارازی (پلیمرازی) دارد که در آن پیوند فسفودی‌استر را تشکیل می‌دهد و هم فعالیت نوکلئازی که در آن پیوند فسفودی‌استر را برای رفع اشتباه می‌شکند. فعالیت نوکلئازی دنا بسپاراز را که باعث رفع اشتباه‌ها در همانندسازی می‌شود، ویرایش می‌گویند.

نکته ۳: آنزیم هلیکاز و DNA پلی‌مراز (دنا بسپاراز) پلیمری از آمینواسید هستند یعنی جنس آن‌ها پروتئینی است و واحد سازنده آن‌ها آمینواسید است و بین مونومرهای آن‌ها پیوند پپتیدی و هیدروژنی وجود دارد دقت کنید در ساختار این دو آنزیم نوکلئوتید و پیوند فسفودی‌استر یافت نمی‌شود.

نکته ۴: آنزیم هلیکاز و DNA پلی‌مراز (دنا بسپاراز) توسط آنزیم غیر پروتئینی به نام rRNA در سیتوپلاسم ساخته می‌شوند. در سلول‌های یوکاریوتی، این آنزیم‌ها پس از ساخته شدن در سیتوپلاسم از طریق منافذ هسته وارد هسته می‌شوند و درون هسته در مرحله S اینترفاز فعالیت می‌کنند.

نکته ۵: در یاخته‌های یوکاریوتی آنزیم هلیکاز و DNA پلی‌مراز (دنا بسپاراز) می‌توانند خارج از هسته درون میتوکندری و کلروپلاست فعالیت داشته باشند. بطور مثال، اغلب نوروها در G_۱ قرار دارند و میتوکندری آن‌ها در مرحله G_۱ تقسیم می‌شود. قبل از تقسیم میتوکندری، دنا ی حلقوی میتوکندری همانندسازی می‌کند.

همانند سازی در پروکاریوت‌ها (پیش‌هسته‌ای‌ها)

نکته ۱: پروکاریوت‌ها که همه باکتری‌ها (اشرشیاکلای، ریزوبیوم، عامل کزاز، عامل ذات‌الریه و ...) را شامل می‌شوند اطلاعات وراثتی آن‌ها در غشا محصور نشده است. کروموزوم اصلی (فام‌تن اصلی) آن‌ها به صورت یک ملکول دنا حلقوی (نه چند مولکول) است، در سیتوپلاسم قرار دارد و به غشای پلاسمایی یاخته متصل است. هر یاخته ای که دناي آن به غشای پلاسمایی متصل است، قطعاً پروکاریوت است.

نکته ۲: پیش‌هسته‌ای‌ها علاوه بر دناي اصلی ممکن است مولکول‌هایی از دناي دیگر به نام دیسک (پلازمید) در اختیار داشته باشند. اطلاعات این مولکول‌ها می‌تواند ویژگی‌های دیگری را به باکتری بدهد مانند افزایش مقاومت باکتری در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها. (توجه کنید که باکتری‌ها ممکن است پلازمید داشته باشند یعنی بیشتر باکتری‌ها فاقد پلازمید هستند).

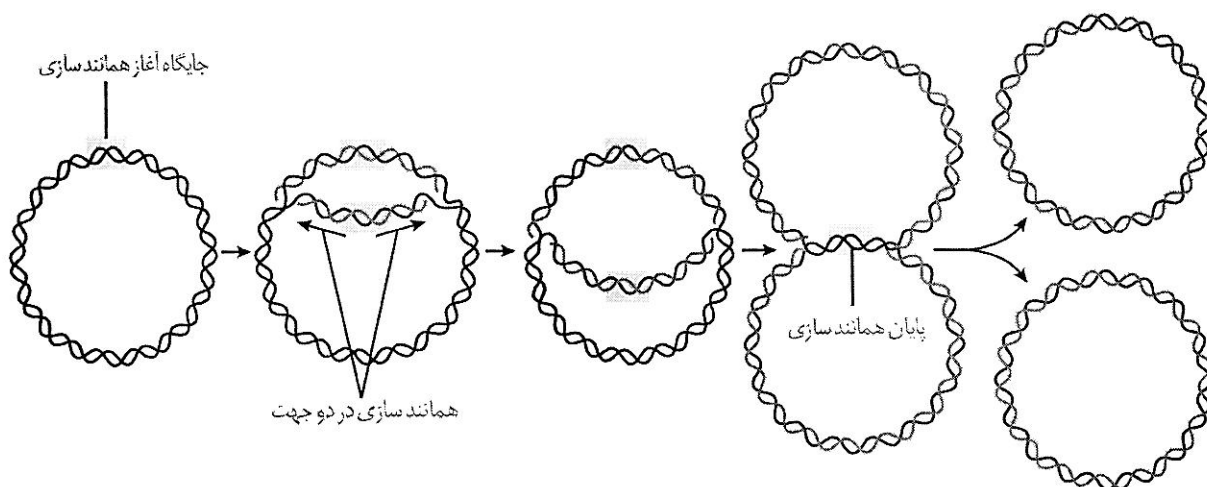
نکته ۳: در باکتری‌ها کروموزوم اصلی و پلازمید حلقوی است تعداد نوکلئوتیدها با تعداد پیوندهای فسفودی‌استر برابر است یعنی تعداد پیوندهای فسفودی‌استر، دو برابر تعداد بازهای پورین است. فاقد هیستون و نوکلئوزوم است.

نکته ۴: اغلب پروکاریوت‌ها فقط یک نقطه آغاز همانندسازی در دنا خود دارند این نقطه در بخش خاصی از دنا قرار دارد در این جایگاه دو رشته دنا از هم باز می‌شوند. برخی پیش‌هسته‌ای‌ها در دناي خود چند نقطه آغاز همانندسازی دارند.

نکته ۵: تحقیقات نشان داده است همانندسازی دو جهتی در باکتری‌ها هم وجود دارد یعنی در یک نقطه در دو جهت همانندسازی شروع و ادامه می‌یابد تا به همدیگر رسیده و همانندسازی پایان می‌یابد.

نکته ۶: در باکتری‌ها اگر همانندسازی از یک نقطه آغاز شود و دو جهت پیش‌برود، دو عدد دو راهی همانند سازی وجود دارد و چون DNA باکتری‌ها حلقوی است، نقطه پایان همانند سازی مقابل نقطه آغاز همانند سازی است. در این حالت دو عدد هلیکاز و چهار عدد DNA پلی‌مراز فعالیت می‌کند.

نکته ۷: در باکتری‌ها اگر همانندسازی از یک نقطه آغاز شود و یک جهت پیش‌برود، یک عدد دو راهی همانند سازی وجود دارد و نقطه‌ی پایان در کنار نقطه‌ی آغاز است. ۱ عدد هلیکاز و ۲ عدد آنزیم DNA پلی‌مراز فعالیت دارد.



شکا ۱۳- همانندسازی دو جهتی دنا در باکتری‌ها بایک نقطه آغاز

هماندسازی در یوکاریوتها (هسته‌ای)

نکته ۱: در هو هسته‌ای‌ها که بقیه موجودات زنده یعنی آغازیان، قارچ‌ها، گیاهان و جانوران را شامل می‌شوند دنا در هر فام‌تن به صورت خطی است و مجموعه‌ای از پروتئین‌ها که مهم‌ترین آن‌ها هیستون‌ها هستند همراه آن قرار دارند. توجه کنید که اگر بگویند هر پروتئین همراه با DNA ی داخل هسته، هیستونی است غلط است چون علاوه بر پروتئین‌های هیستونی، پروتئین‌های دیگری هم وجود دارد.

نکته ۲: در هو هسته‌ای‌ها، بیشتر دنا درون هسته قرار دارد که به آن دنا ی هسته‌ای گفته می‌شود. در هو هسته‌ای‌ها علاوه بر هسته در سیتوپلاسم نیز مقداری دنا وجود دارد که به آن دنا ی سیتوپلاسمی گفته می‌شود.

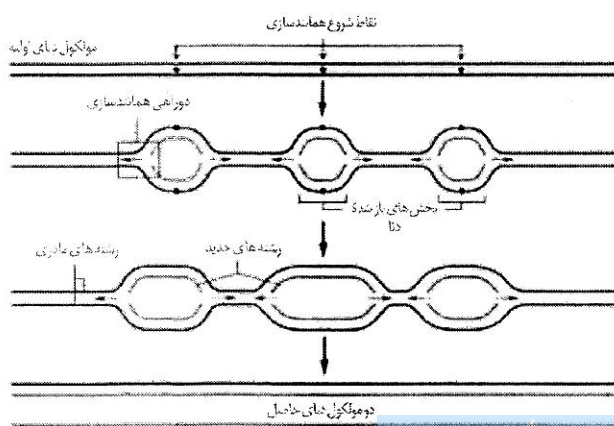
نکته ۳: در هو هسته‌ای‌ها دنا ی سیتوپلاسمی حالت حلقوی دارد و فاقد هیستون است در بستره راکیزه (میتوکندری) و بستره سبزیسه (کلروپلاست) دیده می‌شود. در دنا ی میتوکندری، ژن‌های مربوط به اطلاعات مورد نیاز برای ساخته شدن تعدادی از پروتئین‌های مهم در تنفس یاخته‌ای وجود دارند.

نکته ۴: در یوکاریوت‌ها، همانندسازی DNA خطی درون هسته در مرحله S اینترفاز است. یعنی درون هسته، هنگامی که هلیکاز و DNA پلیمرز فعالیت می‌کنند مرحله S اینترفاز است.

نکته ۵: میتوکندری می‌تواند همراه با یاخته و یا مستقل از آن تقسیم شود. در یوکاریوت‌ها، هلیکاز و DNA پلیمرز می‌توانند خارج از هسته (در بستره میتوکندری) و خارج از مرحله S (در مرحله G_1 و G_2) اینترفاز فعالیت کنند.

نکته ۶: همانندسازی در هو هسته‌ای‌ها بسیار پیچیده‌تر از پیش هسته‌ای‌ها است. علت این مسئله وجود مقدار زیاد دنا و قرار داشتن در چندین فام‌تن است که هر کدام از آن‌ها چندین برابر دنا ی 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 هو هسته‌ای‌ها، آغاز همانندسازی در چندین نقطه در هر فام‌تن انجام می‌شود. تعداد نقاط آغاز همانندسازی آن‌ها از تعداد نقاط پایان همانندسازی کم‌تر است.

نکته ۷: تعداد نقطه‌های آغاز همانندسازی در هو هسته‌ای‌ها حتی می‌تواند بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم شود؛ مثلاً در ابتدای تقسیمات یاخته‌ای تعداد جایگاه آغاز همانندسازی کمتر و هنگامی 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؛ مثلاً 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. (شکل ۱۴).



نکته ۸: در سلول‌هایی که تقسیم بیشتری دارند مانند بافت مریستم (یاخته‌های بن‌لادی) گیاهان یا سلول‌های لنفوئیدی و میلوئیدی مغز قرمز استخوان، فعالیت هلیکاز و DNA پلیمرز در آن‌ها بیشتر است و تعداد نقاط آغاز همانندسازی بیشتر است و اینترفاز آن‌ها کوتاه است. سلول‌های پادتن‌ساز (پلاسموسیت) و اغلب نورون‌ها در G_۰ هستند و وارد مرحله S اینترفاز نمی‌شوند. بنابراین هر کروموزوم آن‌ها تک کروماتیدی است.

نکته ۹: سلول‌های زنده یوکاریوتی که فاقد هسته هستند (مانند اریتروسیت و آوند آبکش) و سلول‌های مرده مثل آوند چوبی (تراکتید و عناصر آوندی) و بافت اسکلرانسیم (اسکلروئید و فیبر) فاقد هلیکاز و DNA پلیمرز هستند.

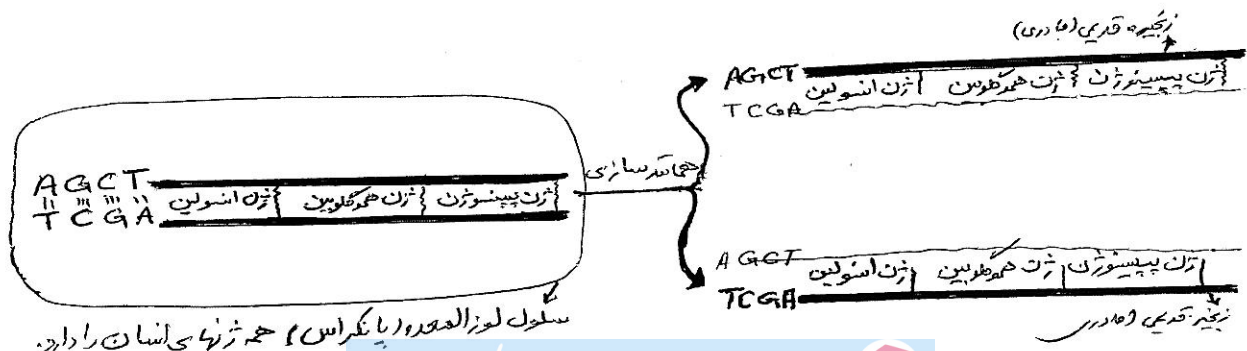
نکته ۱۰: در سلول‌های فاقد هسته می‌تواند هلیکاز و DNA پلی‌مرز فعالیت داشته باشد یعنی سلول‌های فاقد هسته می‌تواند همانندسازی DNA داشته باشد (مانند باکتری‌ها).

نکته ۱۱: غشای پایه (پروتئین و گلیکوپروتئین) و کوتیکول یا پوستک در گیاهان (پلیمری از اسید چرب) و نوار کاسپاری (نواری از جنس چوب‌پنبه یا سوپرین) در ساختار خود سلول ندارند، بنابراین هسته و DNA پلی‌مرز ندارند.

نکته ۱۲: توجه کنید که در یک فرد تمام ژن‌هایی که روی یک کروموزوم قرار دارند (چه ژن‌های مغلوب و چه ژن‌های غالب) به کمک آنزیم‌های مشابهی (هلیکاز و DNA پلی‌مرز) و به یک نسبت همانندسازی (مضاعف) می‌شود. مثلاً در یاخته‌های میلوئیدی و یا یاخته‌های لنفوئیدی ژن انسولین و ژن هموگلوبین و ژن پپسینوژن و ژن tRNA و ژن rRNA و ... وجود دارند و به کمک آنزیم‌های مشابهی (هلیکاز و DNA پلی‌مرز) به یک نسبت همانندسازی (مضاعف) می‌شوند.

نکته ۱۳: توجه کنید که ژن‌هایی که روی یک کروموزوم قرار دارند به یک نسبت بروز (رونویسی) نمی‌کنند. مثلاً در لوزالمعده، ژن هموگلوبین و پپسینوژن وجود دارد ولی خاموش است. ولی ژن انسولین روشن است. و هر ژن توسط آنزیم RNA پلی‌مرز ویژه‌ی خود رونویسی می‌شود. مثلاً ژن پروتئین‌ها با RNA پلی‌مرز II رونویسی می‌شود. و ژن tRNA با RNA پلی‌مرز III و ژن RNA ریبوزومی با RNA پلی‌مرز I رونویسی می‌شود.

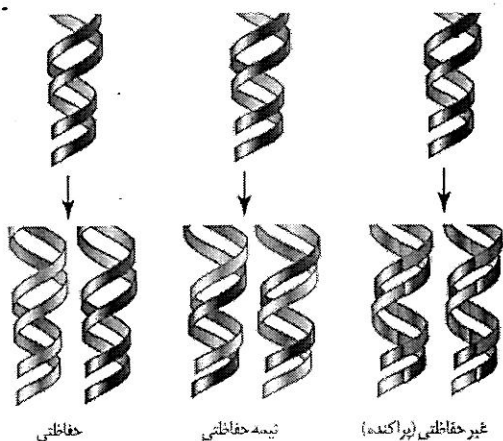
نکته ۱۴: در پایان مرحله S اینترفاز هر کروموزوم دو کروماتیدی است. در هر کروماتید آن یک مولکول DNA وجود دارد که یک رشته آن قدیمی و یک رشته آن جدید است. بنابراین در پایان S یک کروموزوم هر دو رشته قدیمی و هر دو رشته جدید را دارد.



هماندسازی دنا

با توجه به اینکه دنا به عنوان ماده وراثتی، حاوی اطلاعات یاخته است، این پرسش مطرح می‌شود که هنگام تقسیم یاخته، این اطلاعات، چگونه بدون کم و کاست به دو یاخته حاصل از تقسیم می‌رسند؟ این کار با همانندسازی دنا انجام می‌شود. به ساخته شدن مولکول دنا جدید از روی دنا قدیمی همانندسازی گویند. با توجه به مدل واتسون و کریک و وجود رابطه مکملی بین بازها تا حد زیادی همانندسازی دنا قابل توضیح است ولی با این وجود طرح‌های مختلفی برای همانندسازی دنا پیشنهاد شده بود. (شکل ۹)

۱- **هماندسازی حفاظتی:** در این طرح هر دو رشته دنا قبلی (اولیه) به صورت دست نخورده باقی‌مانده و وارد یکی از یاخته‌های حاصل از تقسیم می‌شوند و دو رشته دنا جدید هم وارد یاخته دیگر می‌شوند. چون دنا اولیه به صورت دست نخورده در یکی از یاخته‌ها حفظ شده است به آن همانندسازی حفاظتی می‌گویند.



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

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

آزمایش مرزسون و استال نشان داد که همانندسازی دنا، نیمه حفاظتی است.

نکته ۱: مرزسون و استال با بکارگیری روش علمی پاسخ این پرسش را بدست آوردند. آنها فرضیه‌های متعدد ارائه شده را در نظر گرفتند و با توجه به امکانات، آزمایشی را طراحی کردند تا بتوانند به پاسخ قانع کننده‌ای برسند.

نکته ۲: برای شروع کار آنها می‌بایست بتوانند رشته‌های دنا نوساز را از رشته‌های قدیمی تشخیص دهند. آنها با این هدف دنا را با استفاده از ایزوتوپ سنگین نیتروژن N^{15} نشانه‌گذاری کردند. نیتروژن در ساختار بازهای آلی بکار می‌رود.

نکته ۳: 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 فراگریزانه (سانتریفوژ سرعت بالا) می‌توان آنها را از هم جدا کرد.

نکته ۴: آنها ابتدا باکتری‌های را در محیط حاوی N^{15} کشت دادند. N^{15} در ساختار بازهای آلی نیتروژن دار که در ساخت دنا باکتری شرکت می‌کنند وارد شدند. پس از چندین مرحله رشد و تکثیر در این محیط، باکتری‌هایی تولید شدند که دنا سنگین تری نسبت به باکتری‌های اولیه داشتند. سپس این باکتری‌ها را به محیط کشت حاوی N^{14} منتقل کردند. با توجه به اینکه تقسیم باکتری‌ها حدود ۲۰ دقیقه طول می‌کشد در فواصل ۲۰ دقیقه‌ای باکتری‌ها را از محیط کشت جدا و بررسی کردند.

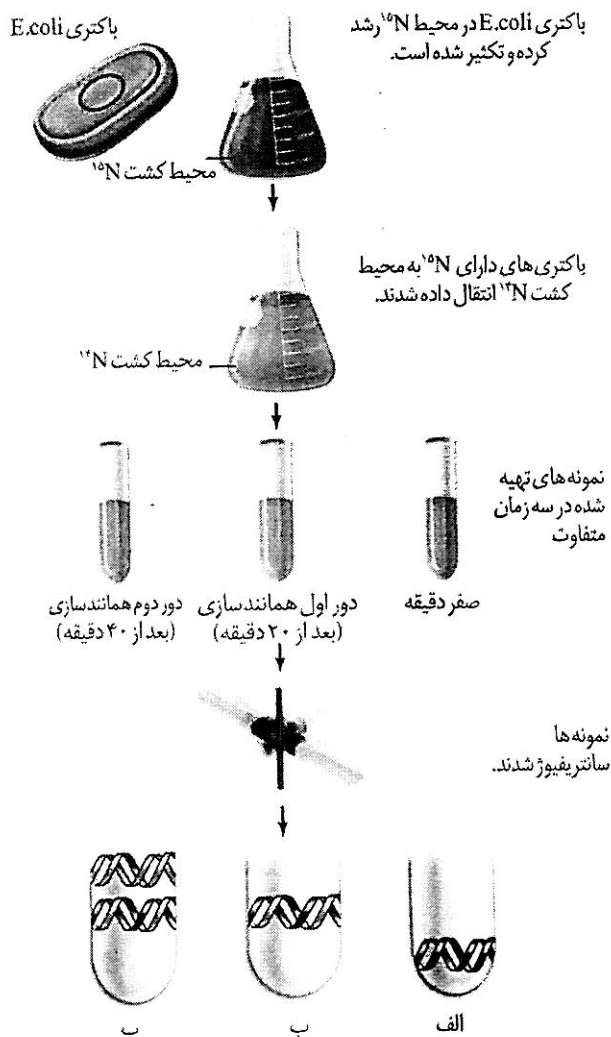
نکته ۵: برای سنجش چگالی دناها در هر فاصله زمانی دنا باکتری‌ها را استخراج و در محلولی از سزیم کلراید با غلظت‌های متفاوت در سرعتی بسیار بالا سانتریفیوژ می‌کردند. در نتیجه مواد براساس چگالی در بخش‌های متفاوتی از محلول در لوله قرار گرفتند.

نکته ۶: نتایج آزمایش مزلسون و استال نشان داد که همانندسازی دنا، نیمه حفاظتی است.

الف) دناهای باکتری‌های اولیه پس از سانتریفیوژ یک نوار در انتهای لوله تشکیل دادند چون هر دو رشته دنا آن‌ها N^{15} و چگالی سنگین داشت.

ب) دناهای باکتری‌های حاصل از دور اول همانندسازی (بعد از ۲۰ دقیقه) دو مولکول ایجاد می‌شود که هر دو چگالی متوسط دارند پس از سانتریفیوژ نواری در میانه لوله تشکیل دادند. با استفاده از یک دوره همانندسازی، طرح حفاظتی رد شد.

پ) دناهای باکتری‌های حاصل از دور دوم همانندسازی (بعد از ۴۰ دقیقه) چهار مولکول دنا بوجود آمد که نیمی از مولکول‌ها چگالی متوسط و نیمی چگالی سبک داشتند پس از سانتریفیوژ دو نوار، یکی در میانه و دیگری در بالای لوله تشکیل دادند. بعد از دو دور همانندسازی طرح غیر حفاظتی هم رد شد و فقط طرح نیمه حفاظتی تأیید شد. پس از دوبار همانندسازی هشت رشته دنا در لوله آزمایش وجود دارد، که دو رشته آن چگالی سنگین و شش رشته آن چگالی سبک دارند.



نکته ۷: یک مولکول DNA اگر n نسل همانندسازی کند 2^n مولکول ایجاد می شود که از این مولکول های ایجاد شده فقط دو مولکول از آنها هر کدام یک عدد زنجیره قدیمی (مادری) و یک زنجیره ی جدید را دارند و بقیه ی مولکول ها هر دو زنجیره ی آنها جدید است.

نکته ۸: بطور مثال یک باکتری که دارای یک مولکول DNA با چگالی سنگین (دو زنجیره ی رادیواکتیو) است بعد از ۱۰۰ دقیقه (۵ نسل) در محیط غیر رادیواکتیو همانندسازی کند، 2^5 مولکول ایجاد می شود که از این ۳۲ مولکول، فقط دو مولکول چگالی متوسط دارند که هر کدام یک زنجیره ی عادی و یک زنجیره ی رادیواکتیو دارد و ۳۰ مولکول دیگر چگالی سبک دارند یعنی هر دو زنجیره غیر رادیواکتیو دارند. بنابراین همه مولکول ها رشته غیر رادیواکتیو دارند. یعنی $\left(\frac{2}{32}\right)$ مولکول ها رشته رادیواکتیو دارند و چگالی متوسط دارند و $\frac{30}{32}$ هر دو رشته غیر رادیواکتیو دارند و چگالی سبک دارند. در این مثال بعد از پنج نسل ۶۴ رشته DNA وجود دارد که $\frac{2}{64}$ رشته ها رادیواکتیو و چگالی سنگین دارند و $\frac{62}{64}$ رشته ها غیر رادیواکتیو هستند و چگالی سبک دارند.

۱- در مولکول های DNA حاصل از یک بار همانند سازی جدید هستند؟

(۱) ۵۰ درصد نوکلئوتیدهای یکی از دو زنجیره

(۲) ۵۰ درصد نوکلئوتیدهای دو زنجیره هر مولکول

(۳) ۱۰۰ درصد نوکلئوتیدهای یک زنجیره هر مولکول

(۴) ۱۰۰ درصد نوکلئوتیدهای دو زنجیره هر مولکول

۲- کدام نادرست است؟ « آزمایش مزلسون و استال بعد از ۴۰ دقیقه »

(۱) ۲۵ درصد رشته ها چگالی سنگین دارند.

(۲) ۵۰ درصد مولکول ها چگالی متوسط دارند.

(۳) همه مولکول ها رشته غیر رادیواکتیو دارند.

(۴) ۵۰ درصد رشته ها چگالی سبک دارند.

۳- کدام نادرست است؟ « آزمایش مزلسون و استال بعد از ۶۰ دقیقه »

(۱) $\frac{1}{4}$ مولکول ها چگالی متوسط دارند.

(۲) $\frac{1}{8}$ رشته ها چگالی سنگین دارند.

(۳) همه مولکول ها رشته غیر رادیواکتیو دارند.

(۴) ۷۵ درصد رشته ها چگالی سبک دارند.

تست‌های سری دوم فصل یک

۱- در هوهسته ای ها

(۱) در همانندسازی دنا فقط آنزیم‌های هلیکاز و دنااسپاراز فعالیت دارند.

(۲) در ابتدای تقسیمات یاخته ای تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی بیشتر است.

۲- باکتری‌های کشت داده شده در محیط حاوی N_{15} را به محیط کشت حاوی N_{14} منتقل کرده پس از یک ساعت دناهای باکتری‌ها را استخراج و سانتریفیوژ می‌کنیم. نوارهای تشکیل شده در لوله به چه صورت خواهند بود؟

(۱) یک نوار ضخیم در پایین لوله - یک نوار باریک در وسط لوله

(۲) یک نوار ضخیم در وسط لوله، یک نوار باریک در بالای لوله

(۳) یک نوار ضخیم در بالای لوله، یک نوار باریک در وسط لوله

(۴) یک نوار ضخیم در وسط لوله، یک نوار باریک در پایین لوله

۳- در مغز قرمز استخوان انسان، درون هسته‌ی یاخته‌های ماهیچه قلبی

(۱) مولکول‌های هیستونی توسط ریبوزوم (رنا تن) ساخته می‌شوند.

(۲) ضمن فعالیت آنزیم هلیکاز ابتدا ماریچ‌های دنا و سپس دو رشته دنا از هم باز می‌شود.

(۳) در عدم حضور اکسیژن می‌تواند ATP در سطح پیش‌ماده تولید شود.

(۴) نوعی آنزیم می‌تواند ضمن باز کردن دو رشته دنا، نوکلئوتیدها را با پیوند فسفودی‌استر به هم متصل کند.

۴- چند مورد از موارد زیر در رابطه با آزمایشات مزلسون و استال صحیح می‌باشد؟

(الف) آن‌ها ابتدا دنا را با استفاده از نوکلئوتیدهایی که ایزوتوپ سنگین هیدروژن داشتند، نشانه‌گذاری کرده‌اند.

(ب) DNA باکتری‌ها را در محلول سدیم کلرید با سرعت بسیار بالا گریز می‌دادند.

(ج) در سانتریفیوژ سرعت بالا مواد سنگین‌تر گندتر حرکت می‌کردند.

(د) پس از ۴۰ دقیقه، یک مولکول سبک و یک مولکول متوسط حاصل شده بود.

(هـ) پس از ۲۰ دقیقه طرح حفاظتی رد و بعد از ۴۰ دقیقه طرح نیمه حفاظتی تایید شد.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۵- در هوهسته‌ای‌ها (یوکاریوت‌ها) پیش‌هسته‌ای‌ها (پروکاریوت‌ها)

(۱) همانند - دناسازی بطور فعال تنها در یک دوراهی و در دو جهت انجام می‌گیرد.

(۲) برخلاف - تعداد نقطه‌های آغاز همانندسازی فعال، همواره مشخص و ثابت است.

(۳) همانند - دناهایی بجز دناهای اصلی در خارج از اندامک‌ها وجود دارد.

۶- چند مورد از موارد زیر جمله‌ی زیر را به طور درست تکمیل می‌کند، در سلول‌های انسان ، هر

(الف) آنزیمی ، از یک یا چند زنجیره پلی‌پپتیدی ساخته شده است.

(ب) پروتئین هیستونی، خارج از هسته ساخته می‌شود.

(ج) ژنی ، مسؤل سنتز یک زنجیره ی پلی پپتیدی است.

(د) کروموزوم ، تمام ژن‌های انسان را دارد.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۷- چند مورد جمله زیر را بطور نادرست تکمیل می‌کنند؟ در هر مولکول نوکلئیک اسید موجود در عامل ذات‌الریه

(الف) تعداد بازهای پورین با پیریمیدین برابر است.

(ب) پیوند فسفودی‌استر توسط آنزیم DNA پلیمرز برقرار می‌شود.

(ج) تعداد نوکلئوتیدها با تعداد پیوندهای فسفودی‌استر برابر است.

(د) به صورت یک مولکول حلقوی است که در سیتوبلاسم و به غشاء پلاسمایی متصل است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۸- کدام عبارت صحیح است؟ «در همه پیش‌هسته‌ای‌ها

(۱) همانندسازی دنا از نقاط مختلف آغاز می‌شود و تعداد نوکلئوتیدها با تعداد پیوندهای فسفودی‌استر برابر است.

(۲) هر مولکول DNA فقط یک نقطه آغاز همانندسازی دارد همواره دو دوراهی همانندسازی ایجاد می‌شود.

(۳) آنزیم DNA پلی‌مراز توانایی شکستن پیوند فسفودی‌استر بین دو باز مجاور را دارد.

(۴) هر نوکلئوتید بکار رفته در ساختار دنا فقط یک فسفات دارد.

۹- در همانندسازی پیش‌هسته ای ها همواره

(۱) فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در هر دنا وجود دارد.

(۲) همانندسازی دوجهتی بوده و در جایگاه آغاز به پایان می‌رسد.

(۳) علاوه بر قام تن اصلی، مولکول‌های دنا حلقوی کوچکی نیز به طور مستقل همانندسازی می‌کنند.

(۴) هر یک از مولکولهای حاصل از همانندسازی دارای یک رشته جدید و یک رشته قدیمی می‌باشند.

۱۰- در همه‌ی باکتری‌ها هر مولکول دنا

(۱) به منظور همانندسازی ۲ عدد دوراهی همانندسازی تشکیل می‌شود.

(۲) دو برابر تعداد بازهای پورین ، پیوند فسفو دی‌استر وجود دارد.

(۳) در هر رشته پلی‌نوکلئوتیدی آن تعداد بازهای پورین با پیریمیدین برابر است.

(۴) نوکلئوتیدها می‌توانند یک یا سه عدد فسفات داشته باشند.

۱۱- چند مورد از موارد زیر جمله‌ی زیر را به درستی تکمیل می‌کنند؟ به طور معمول در یک زیگوت انسان

(الف) هر ژن فقط به کمک یک نوع آنزیم همانند سازی می‌شود.

(ب) هر ژن توسط آنزیم ویژه‌ی خود رونویسی می‌شوند.

(ج) ژن‌های مغلوب کم‌تر از ژن‌های غالب همانند سازی می‌کنند.

(د) موقع همانند سازی DNA ی هسته غشای هسته شروع به محو شدن می‌نماید.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۱۲- کدام نادرست است؟ «در یاخته‌های انسان در مرحله چرخه سلول»

- (۱) S - تعداد فسفات‌های آزاد در هسته افزایش می‌یابد.
 (۲) S - برای تشکیل هر پیوند فسفودی‌استر یک مولکول ATP مصرف می‌شود.
 (۳) G_p - مقدار ماده ژنتیک هسته دو برابر مرحله G_۱ است.
 (۴) G_۰ - دنا حلقوی میتوکندری می‌تواند مستقل از دنا هسته همانندسازی کند.

۱۳- در هر باکتری، دنا

- (۱) به منظور همانندسازی، دو دوراهی تشکیل می‌دهد.
 (۲) کروموزوم اصلی همانند ژنوم یوکاریوت‌ها به طور کامل رونویسی نمی‌شود.
 (۳) کمکی می‌تواند ویژگی‌های خاصی را به یاخته بدهد.
 (۴) به جز از طریق تقسیم، اطلاعات ژنتیکی خود را به روش دیگری منتقل نمی‌کند.

۱۴- در آزمایش مزلسون و استال پس از یک دور همانندسازی در هر مولکول

- (۱) ۵۰ درصد نوکلئوتیدهای یک رشته
 (۲) ۵۰ درصد نوکلئوتیدهای هر دو رشته
 (۳) ۱۰۰ درصد نوکلئوتیدهای یک رشته
 (۴) ۱۰۰ درصد نوکلئوتیدهای هر دو رشته

۱۵- به محیط کشت باکتری‌های دارای یک کروموزوم با DNA عادی تا دو مرحله تکثیر متوالی تیمین رادیواکتیو افزوده ایم در باکتری‌های نسل دوم کدام عبارت در مورد توزیع تیمین‌های رادیواکتیو نادرست است؟

- (۱) در ۵۰ درصد مولکول‌ها، دو رشته رادیواکتیو دارند.
 (۲) در ۵۰ درصد مولکول‌ها، فقط یک رشته رادیواکتیو دارند.
 (۳) در ۵۰ درصد مولکول‌ها، ۵۰ درصد هر زنجیره رادیواکتیو است.
 (۴) در ۱۰۰ درصد مولکول‌ها، رشته‌ی رادیواکتیو وجود دارد.

۱۶- کدام نادرست است؟ «آزمایش مزلسون و استال بعد از ۴۰ دقیقه

- (۱) ۲۵ درصد رشته‌ها چگالی سنگین دارند.
 (۲) ۵۰ درصد مولکول‌ها چگالی متوسط دارند.
 (۳) همه مولکول‌ها رشته غیر رادیواکتیو دارند.
 (۴) ۵۰ درصد رشته‌ها چگالی سبک دارند.

۱۷- در شروع تا پایان همانندسازی یک مولکول دنا، پیش هسته‌ای بر مقدم است؟

- (۱) فعالیت آنزیم دناسپاراز - فعالیت آنزیم هلیکاز
 (۲) شکسته شدن پیوندهای هیدروژنی - تشکیل پیوندهای هیدروژنی
 (۳) فعالیت نوکلئاز آنزیم دناسپاراز - فعالیت پلی‌مراز آن
 (۴) شکسته شدن پیوندهای فسفودی‌استر - تشکیل پیوندهای فسفودی‌استر

۱۸- چند عبارت جمله زیر را بطور نادرست تکمیل می‌کند؟ «در یاخته‌های میلوئیدی در پایان مرحله

الف) S اینترفاز هر کروموزوم فقط یک رشته پلی‌نوکلئوتیدی دنا قدیمی را دریافت می‌کند.

ب) G_p اینترفاز هر سانتیریول یک جفت استوانه عمود برهم هستند

ج) متافاز کروموزوم‌ها که بیشترین فشردگی را پیدا کرده اند در استوای هسته ردیف می‌شود.

د) پرومتافاز هر رشته دوک به کروموزوم‌های دو کروماتیدی متصل می‌شود.

۱۹- چند عبارت در مورد همانندسازی مولکول DNA، نادرست است؟

- الف) گروه هیدروکسیل یک نوکلئوتید به فسفات رشته پلی‌نوکلئوتیدی متصل می‌شود.
 ب) هر مولکول جدید، ۵۰٪ از هر رشته قدیم را دریافت می‌کند.
 ج) DNA پلی‌مراز فقط حین ویرایش، پیوند کووالانسی را می‌شکند.
 د) یکی از دو رشته‌ی مولکول DNA، به عنوان الگوی عمل می‌کند.

۲۰- به طور معمول، کدام عبارت، درباره همه جاندارانی درست است که ماده ژنتیک آن‌ها، همواره در تماس مستقیم با دیگر محتویات سلول قرار دارد؟

- (۱) می‌توانند در صورت لزوم دوراهی همانندسازی تشکیل دهند.
 (۲) هر دیسک (پلازمید) آن، ژن مقاومت به پادزیست (آنتی‌بیوتیک) دارد.
 (۳) هنگام رونویسی از ژن آنزیم برش دهنده، هلیکاز دو رشته DNA را باز می‌کند.
 (۴) در اطراف دیواره سلولی، پوشش چسبناکی دارند.

۲۱- در پیش‌هسته‌های‌ها هر فام‌تن اصلی

- (۱) به صورت مولکول‌های دنا حلقوی در سیتوپلاسم و به غشاء پلاسمایی متصل است.
 (۲) برخلاف یوکاریوت‌ها فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در دنا خود دارند.
 (۳) قبل از همانندسازی باید پیچ‌وتاب دنا و پروتئین‌های هیستونی از آن جدا شوند.
 (۴) هنگام همانندسازی پس از فعالیت هلیکاز، با کمک چندین نوع آنزیم یک رشته دنا در مقابل رشته الگو ساخته می‌شود.

۲۲- کدام عبارت در مورد همانندسازی دنا صحیح است؟

- (۱) هر دو رشته کاملاً از یکدیگر جدا می‌شوند، سپس همانندسازی انجام می‌شود.
 (۲) هنگام اضافه شدن هر نوکلئوتید دوتا از فسفات‌های رشته پلی‌نوکلئوتیدی جدا می‌شوند.
 (۳) بین نوکلئوتیدهای دو رشته دنا پیوند فسفودی‌استر برقرار می‌شود.
 (۴) دناسپاراز نوکلئوتیدها را فقط به یک انتهای هر رشته در حال تشکیل، اضافه می‌کند.

۲۳- در برخلاف

- (۱) اشربشیا کلای - مخمرها، علاوه بر دنا اصلی، ممکن است مولکول‌هایی از دنا دیگری به نام دیسک دارند.
 (۲) عامل سیته پهلو - پلاناریا، فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در دنا خود دارند.
 (۳) سیانوباکترها - اوگلناها در غشای یلاسمایی رنگیزه‌های جذب کننده نور خورشید را دارند.
 (۴) ریزوبیوم - میکوریزا، پروتئین‌های رونویسی کننده، توالی آمینواسیدی بسیار متفاوتی دارند.

۴ (۸)	۴ (۷)	۴ (۶) «ب»	۴ (۵)	۴ (۴) «ه»	۴ (۳)	۲ (۲)	۴ (۱)
۴ (۱۶)	۳ (۱۵)	۳ (۱۴)	۲ (۱۳)	۲ (۱۲)	۱ (۱۱) «ه»	۳ (۱۰)	۴ (۹)
	۳ (۲۳)	۴ (۲۲)	۴ (۲۱)	۱ (۲۰)	۴ (۱۹)	۴ (۱۸)	۲ (۱۷)

پروتئین‌ها

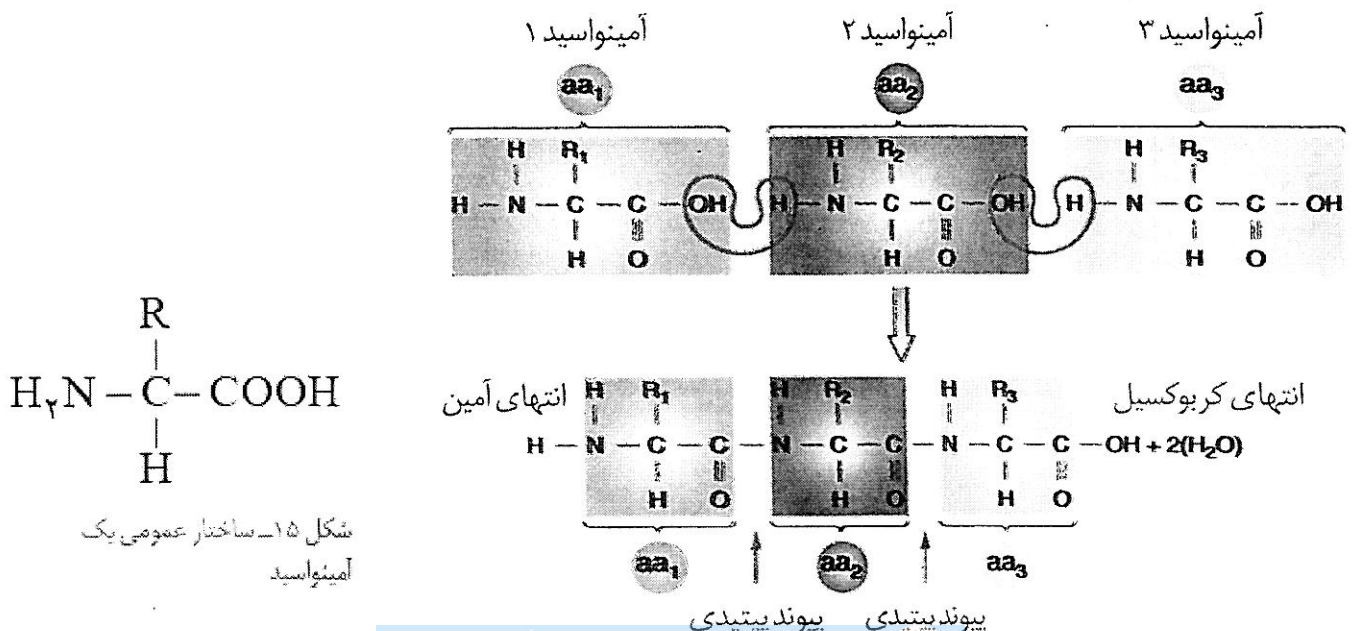
علاوه بر دنا و رنا که در سلول ذخیره و حمل اطلاعات را بر عهده دارند ملکول‌های دیگری نیز هستند که کمک می‌کنند فرایندهای مختلف سلولی به انجام برسد. از جمله این ملکول‌ها پروتئین‌ها هستند که نقش بسیار مهمی در فرایندهای یاخته‌ای دارند.

ساختار پروتئین‌ها

نکته ۱: پروتئین‌ها بسپارهای خطی از آمینواسیدها هستند. نوع، ترتیب و تعداد آمینواسیدها در پروتئین، ساختار و عمل آن‌ها را مشخص می‌کند. آمینواسیدها همان‌طور که از نامشان برمی‌آید یک گروه آمین ($-NH_2$) و یک گروه اسیدی کربوکسیل ($-COOH$) دارند. همان‌طور که در شکل می‌بینید گروه آمین و کربوکسیل به همراه یک هیدروژن و گروه R همگی به یک کربن مرکزی متصل‌اند و چهار ظرفیت آن را پر می‌کنند.

نکته ۲: گروه R در آمینواسیدهای مختلف متفاوت است و ویژگی‌های منحصر به فرد هر آمینواسید به گروه R آن بستگی دارد. هر آمینواسید می‌تواند در شکل دهی پروتئین مؤثر باشد و تأثیر آن به ماهیت شیمیایی گروه R بستگی دارد.

نکته ۳: هنگامی که آمینواسیدی در محیط آبی (یاخته) قرار می‌گیرد، گروه آمین بار مثبت (+) و گروه کربوکسیل بار منفی (-) به خود می‌گیرد. این دو گروه در آمینواسیدهای مختلف می‌توانند به همدیگر نزدیک شوند و با حضور آنزیم غیرپروتئینی بنام rRNA، واکنش سنتزآبدی را انجام دهند. در این نوع واکنش با خروج یک مولکول آب، یک آمینواسید با آمینواسید یا رشته آمینواسید دیگر پیوند اشتراکی ایجاد می‌کند. این پیوند اشتراکی بین آمینواسیدها را پیوند پپتیدی می‌گویند. هنگام تشکیل هر پیوند پپتیدی دو عدد پیوند کووالان شکسته می‌شود.



نکته ۴: پیوند پپتیدی نوعی پیوند کووالانسی (پیوند اشتراکی) است که توسط آنزیم غیر پروتئینی به نام rRNA طی واکنش سنتزآبدهی ایجاد می‌شود. تشکیل پیوند پپتیدی انرژی‌خواه است. پیوند پپتیدی بین نیتروژن و کربن عامل کربوکسیل است (نه کربن مرکزی). توجه کنید که هیچوقت بین گروه‌های R دو آمینواسید پیوند پپتیدی تشکیل نمی‌شود. زنجیره پلی‌پپتید با n عدد آمینواسید ۱ - n عدد پیوند پپتیدی دارد.

نکته ۵: وقتی تعدادی آمینواسید با پیوند پپتیدی به هم وصل شوند، زنجیره‌های از آمینواسیدها به نام پلی‌پپتید تشکیل می‌شود. هر زنجیره پلی‌پپتید در یک انتهای خود عامل آمین و در انتهای دیگر عامل کربوکسیل دارد. دقت کنید موقع پروتئین‌سازی یک آمینواسید فقط می‌تواند به انتهای کربوکسیل زنجیره پلی‌پپتیدی متصل شود یعنی آمینواسید جدید فقط به یکی از دو انتهای زنجیره پلی‌پپتیدی متصل می‌شود نمی‌تواند به انتهای آمین زنجیره متصل شود.

نکته ۶: در هنگام پروتئین‌سازی موقع اتصال یک آمینواسید به زنجیره پلی‌پپتیدی، هیدروژن عامل آمین آمینواسید و OH عامل کربوکسیل زنجیره پلی‌پپتیدی با حضور آنزیم واکنش سنتزآبدهی را انجام می‌دهند. و بین نیتروژن آمینواسید و کربن زنجیره پلی‌پپتیدی، پیوند پپتیدی برقرار می‌شود. اگر بگویند هیدروژن عامل آمین زنجیره و OH عامل کربوکسیل آمینواسید واکنش سنتزآبدهی را انجام می‌دهند، غلط است.

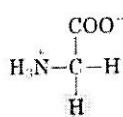
نکته ۷: پروتئین‌ها از یک یا چند زنجیره بلند و بدون شاخه از پلی‌پپتیدها ساخته شده‌اند. هر نوع پروتئین، ترتیب خاصی از آمینواسیدها را دارد که با استفاده از روش‌های شیمیایی، آمینواسیدها را جدا و آن‌ها را شناسایی می‌کنند.

نکته ۸: اگرچه آمینواسیدها در طبیعت انواع گوناگونی دارند اما فقط ۲۰ نوع از آن‌ها در ساختار پروتئین‌ها به کار می‌روند.

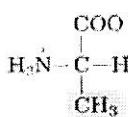
نکته ۹: شکل فضایی پروتئین، نوع عمل آن را مشخص می‌کند. یکی از راه‌های پی بردن به شکل پروتئین استفاده از پرتوهای ایکس است. با استفاده از تصاویر حاصل از آن و روش‌های دیگر، محققین به ساختار سه‌بعدی پروتئین‌ها پی می‌برند که در آن حتی جایگاه هر اتم را می‌توانند مشخص کنند. اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد میوگلوبین بود. این پروتئین از یک رشته پلی‌پپتید تشکیل شده است.

نکته ۱۰: در نتیجه تجزیه‌ی آمینواسیدها و نوکلئوتیدها، آمونیاک تولید می‌شود. که بسیار سمی است. دو عدد آمونیاک در کبد از طریق ترکیب شده با یک عدد کربن‌دی‌اکسید به اوره تبدیل می‌شود. فراوان‌ترین ماده دفعی آلی در ادرار اوره است.

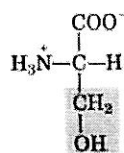
نکته ۱۱: ماده دفعی آلی نیتروژن دار دیگر که در ادرار وجود دارد، اسید اوریک است که در نتیجه سوخت و ساز نوکلئیک اسیدها حاصل می‌شود. اوریک اسید انحلال پذیری زیادی در آب ندارد، بنابراین تمایل آن به رسوب کردن و تشکیل بلور زیاد است. رسوب بلورهای اسید اوریک در کلیه باعث ایجاد سنگ کلیه و در مفاصل باعث بیماری نقرس می‌شود.



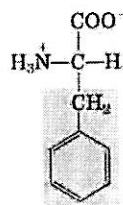
گلاسیلین (Gly)



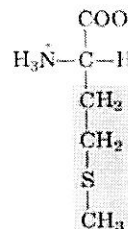
آلانین (Ala)



سریلین (Ser)



فیل‌آلانین (Pho)

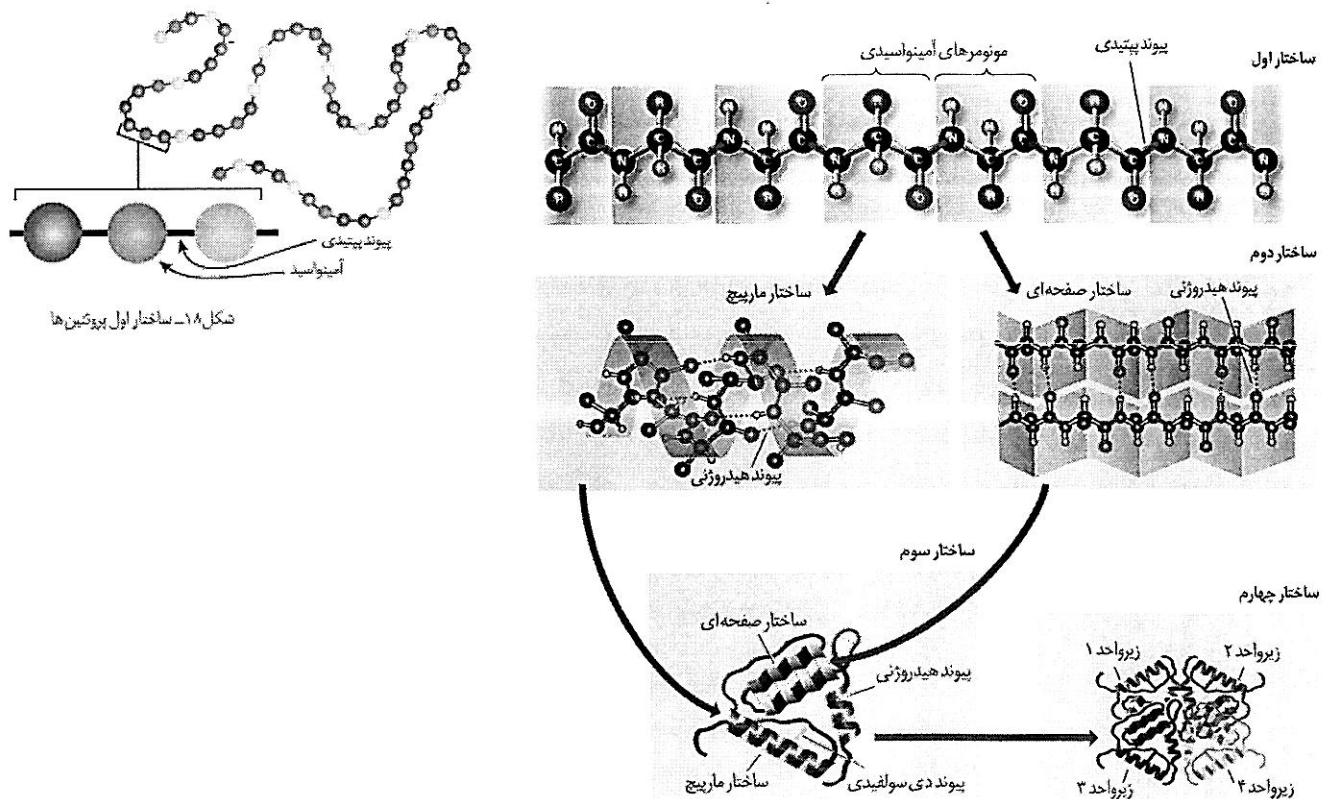


متیونین (Met)

ساختار اول پروتئین - توالی آمینواسیدها

ساختار پروتئین‌ها در چهار سطح بررسی می‌شود که هر ساختار مبنای تشکیل ساختار بالاتر است. نوع، تعداد، ترتیب و تکرار آمینواسیدها، ساختار اول را تعیین می‌کند. ساختار اول با ایجاد پیوندهای پپتیدی (کووالانسی) بین آمینواسیدها شکل می‌گیرد و به صورت خطی است. این پیوند در واقع نوعی پیوند اشتراکی است. تغییر آمینواسید در هر جایگاه موجب تغییر در ساختار اول پروتئین می‌شود و ممکن است فعالیت آن را تغییر دهد. با در نظر گرفتن ۲۰ نوع آمینواسید و اینکه محدودیتی در توالی آمینواسیدها در ساختار اول پروتئین‌ها وجود ندارد پروتئین‌های حاصل می‌توانند بسیار متنوع باشند. با توجه به اهمیت توالی آمینواسیدها در ساختار اول، همه سطوح دیگر ساختاری در پروتئین‌ها به ساختار اول بستگی دارند (شکل ۱۸).

نکته: نوع، ترتیب و تعداد آمینواسیدها در پروتئین، ساختار و عمل آن‌ها را مشخص می‌کند. توالی (ترتیب) آمینواسیدها در ساختار اول هر پروتئین مستقیماً توسط کدون‌های mRNA ولی اساساً توسط ژن‌ها تعیین می‌شود.



ساختار دوم - الگوهای از پیوندهای هیدروژنی

نکته ۱: بین بخش‌هایی از زنجیره پلی پپتیدی می‌تواند پیوندهای هیدروژنی (نوعی پیوند غیراشتراکی) برقرار شود. پیوندهای هیدروژنی منشأ تشکیل ساختار دوم در پروتئین‌ها هستند که به چند صورت (به دو صورت) دیده می‌شود دو نمونه معروف آن‌ها ساختار مارپیچ و ساختار صفحه‌ای است.

ساختار سوم - تاخورده و متصل به هم

نکته ۱: ساختار سوم، ساختار سه بعدی پروتئین‌هاست که در آن با تاخوردگی بیشتر صفحات و مارپیچ‌ها رخ می‌دهد و پروتئین‌ها به شکل کروی در می‌آیند. تشکیل این ساختار در اثر برهم‌کنش‌های پیوندهای آب‌گریز (نوعی پیوند غیراشتراکی) است؛ به این صورت که گروه‌های R آمینواسیدهایی که آب‌گریزند، به یکدیگر نزدیک می‌شوند تا در معرض آب نباشند. پس از تشکیل پیوندهای آب‌گریز، با تشکیل پیوندهای دیگری مانند هیدروژنی، اشتراکی (مانند پیوند دی‌سولفیدی) و یونی ساختار سوم پروتئین تثبیت می‌شود. مجموعه این نیروها قسمت‌های مختلف پروتئین را به صورت به هم 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. میوگلوبین نمونه‌ای از پروتئین با ساختار سوم است.

نکته ۲: در ساختار سوم می‌تواند یک بخش از زنجیره پلی‌پپتیدی بصورت مارپیچ و بخشی دیگر به صورت صفحه‌ای باشد.

نکته ۵: اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد میوگلوبین بود. این پروتئین از یک رشته پلی‌پپتید تشکیل شده است در ساختار اول آن پیوند پپتیدی و در ساختار دوم آن پیوند پپتیدی و هیدروژنی و در ساختار سوم آن پیوندهای پپتیدی، آب‌گریز، هیدروژنی، اشتراکی و یونی یافت می‌شود. و ساختار نهایی آن ساختار سوم است که به شکل کروی دیده می‌شود. همانند هموگلوبین توانایی ذخیره و اتصال به اکسیژن را دارد. ولی توان ذخیره و اتصال به کربن‌دی‌اکسید و کربن‌مونواکسید را ندارد.

نکته ۶: منشأ تشکیل پیوند پپتیدی در ساختار اول و منشأ پیوند هیدروژنی در ساختار دوم و منشأ پیوندهای آب‌گریز و یونی در ساختار سوم است.

۱۷۴- کدام عبارت، درباره‌ی اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد، صحیح است؟ (سراسری ۹۸)

۱) در تشکیل ساختار نهایی آن فقط سه نوع پیوند دخالت دارد.

۲) با تغییر یک آمینواسید، ساختار و عملکرد آن می‌تواند به شدت تغییر یابد.

۳) هر یک از زنجیره‌های پلی‌پپتیدی آن، به صورت یک زیرواحد تاخورده است.

۴) با دارا بودن رنگ‌دانه‌های فراوان، توانایی ذخیره‌ی انواعی از گازهای تنفسی را دارد.

ساختار چهارم - آرایش زیر واحدها

نکته ۱: بعضی از پروتئین‌ها ساختار چهارم دارند، این ساختار هنگامی شکل می‌گیرد که دو یا چند زنجیره پلی‌پپتید در کنار یکدیگر پروتئین را تشکیل دهند. هر پروتئینی که ساختار چهارم دارد قطعاً از چند زنجیره پلی‌پپتیدی تشکیل شده است.

نکته ۲: در ساختار چهارم هریک از زنجیره‌ها نقشی کلیدی در شکل‌گیری پروتئین دارند. نحوه آرایش این زیر واحدها در کنار هم ساختار چهارم پروتئین‌ها نامیده می‌شود.

نکته ۳: هموگلوبین از چهار زنجیره پلی‌پپتیدی (از دو نوع متفاوت) تشکیل شده است. دو زنجیره از نوع آلفا و دو زنجیره از نوع بتا است. و در ساختار آن چهار گروه هم وجود 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 به صورت یک زیر واحد تاخورده و شکل کروی خاصی پیدا می‌کنند. در نهایت در ساختار چهارم این چهار زیر واحد در کنار هم قرار گرفته و هموگلوبین را شکل می‌دهند.

نکته ۴: پروتئین‌هایی که فقط یک زنجیره پلی‌پپتید دارند نمی‌توانند ساختار چهارم داشته باشند. هر پروتئینی که بیش از یک زنجیره دارد (مانند هموگلوبین، پادتن‌ها و ...) قطعاً ساختار نهایی آن، ساختار چهارم است و هر پروتئینی که ساختار نهایی سوم باشد، قطعاً از یک زنجیره ساخته شده است مثل میوگلوبین که ساختار نهایی آن سوم است فقط یک زنجیره پلی‌پپتیدی دارد.

نکته ۵: در انسان هر پروتئینی که در ساختار خود ترکیب آهن دارد و یا هر پروتئین آهن‌دار که در ذخیره اکسیژن نقش دارد، بطور قطع ساختار اول و دوم و سوم را دارد. ولی نمی‌توان گفت که الزاماً ساختار چهارم را دارد. چون میوگلوبین تک رشته است و ساختار چهارم را ندارد. این پروتئین‌ها می‌توانند

نکته ۶: درون تارهای ماهیچه‌ای گند (قرمز) و تند (سفید) پروتئینی به نام میوگلوبین (شبه هموگلوبین) وجود دارد که می‌تواند مقداری اکسیژن را ذخیره کند. تارهای گند نسبت به تند میوگلوبین و میتوکندری‌های بیشتری دارند و بیشتر انرژی خود را از طریق هوازی بدست می‌آورند.

نکته ۷: در ماهیچه‌های بدن مانند دیافراگم، دوزنقه‌ای، دلتایی هم هموگلوبین و هم میوگلوبین یافت می‌شود. درون تارهای ماهیچه‌ای میوگلوبین و در مویرگ‌های ماهیچه‌ای هموگلوبین یافت می‌شود. دقت کنید که درون تارهای ماهیچه‌ای هموگلوبین یافت نمی‌شود. و در مویرگ‌های ماهیچه‌ای، میوگلوبین یافت نمی‌شود.



ساختار آنزیم‌ها

نکته ۱: برخی پروتئین‌ها نقش آنزیمی دارند. ولی جنس بیشتر آنزیم‌ها از پروتئین است. در ساختار بیشتر آنزیم‌ها آمینواسید با پیوند پپتیدی وجود دارد. در ساختار برخی آنزیم‌ها آمینواسید و پیوند پپتیدی وجود ندارد.

نکته ۲: برخی آنزیم‌ها ساختار غیر پروتئینی دارند مانند آنزیم rRNA که یک نوکلئیک اسید است و مسئول ایجاد پیوند پپتیدی است. واحدهای سازنده (مونومر) این آنزیم چهار نوع نوکلئوتید (A, G, C, U) هستند که با پیوند فسفودی استر به هم متصل هستند. در ساختار این آنزیم مونوساکارید ریبوز وجود دارد. آنزیمی که مسئول ایجاد پیوند پپتیدی است، خودش پیوند پپتیدی ندارد.

نکته ۳: همه آنزیم‌ها پلیمرهای زیستی هستند. بیشتر آن‌ها پلیمری از آمینواسید و برخی پلیمری از نوکلئوتید هستند.

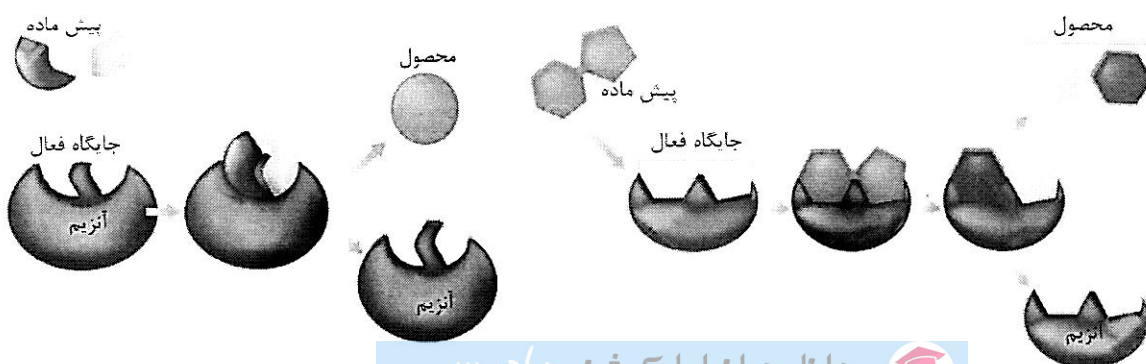
نکته ۴: واکنش‌های شیمیایی در صورتی سرعت مناسب می‌گیرند که انرژی اولیه کافی برای انجام آن وجود داشته باشد. این انرژی را انرژی فعال‌سازی گویند. انجام واکنش‌ها در بدن موجود زنده نیز که با عنوان کلی سوخت‌وساز مطرح می‌شوند همین‌طور هستند. این واکنش‌ها با حضور آنزیم انجام می‌شوند.

نکته ۵: آنزیم امکان برخورد مناسب مولکول‌ها را افزایش و انرژی فعال‌سازی واکنش را کاهش می‌دهد. همچنین با این کار سرعت واکنش‌هایی را که در بدن موجود زنده انجام شدنی هستند زیاد می‌کند. بدون آنزیم ممکن است در دمای بدن سوخت‌وساز یاخته‌ها بسیار کند انجام شود و انرژی لازم برای حیات تأمین نشود.

نکته ۶: اولین مرحله تنفس یاخته‌ای، قندکافت (گلیکولیز) است. قند کافت و به معنی تجزیه گلوکز است که در ماده زمینه سیتوپلاسم انجام می‌شود. برای انجام واکنش‌های مربوط به تجزیه گلوکز انرژی فعال‌سازی نیاز هست، این انرژی با مصرف دو عدد ATP تأمین می‌شود. گلوکز با گرفتن فسفات‌های ATP، فسفات‌دار یا اصطلاحاً فسفات‌ه می‌شود. از تجزیه گلوکز فسفات‌ه شده، دو قند سه کربنی یک‌فسفات‌ه ایجاد می‌شود.

نکته ۷: آنزیم‌ها می‌توانند خارج از سلول و یا در داخل سلول و یا در غشای سلول فعالیت کنند. آنزیم‌های ترشحی دستگاه گوارش مثل آمیلاز بزاق و لیپاز در خارج یاخته عمل می‌کنند ولی آنزیم‌های مؤثر در تنفس یاخته‌ای، فتوسنتز (آنزیم روییسکو) و همانندسازی (هلیکاز و DNA پلیمراز) درون یاخته فعالیت می‌کنند. البته گروهی از آنزیم‌ها مثل پمپ سدیم-پتاسیم فعالیت خود را در غشا انجام می‌دهند.

نکته ۸: آنزیم‌ها در ساختار خود بخشی به نام جایگاه فعال (Active site) دارند. جایگاه فعال بخشی اختصاصی در آنزیم است که پیش ماده در آن قرار می‌گیرد.



نکته ۹: توجه کنید جایگاه فعال قسمتی از آنزیم است نه قسمتی از پیش ماده در جایگاه فعال بیشتر آنزیم‌ها پیوند پپتیدی یافت می‌شود. جایگاه فعال برخی آنزیم‌ها فاقد آمینواسید و فاقد پیوند پپتیدی است (مانند آنزیم rRNA که دارای پیوند فسفودی‌استر است).

نکته ۱۰: ترکیباتی که آنزیم روی آن‌ها عمل می‌کند، پیش ماده (Substrate) و ترکیباتی که حاصل فعالیت آنزیم هستند، فراورده یا محصول (Product) خوانده می‌شوند. بطور مثال پیش ماده آنزیم آمیلاز، نشاسته (پلیمری از گلوکز) و فراورده آن مالتوز و ترکیبات درشت تر است. پیش ماده آنزیم مالتاز، مالتوز (نوعی دی ساکارید) و فراورده آن گلوکز است.

گلوکز + گلوکز → مالتاز → مالتوز → آمیلاز → نشاسته

گالاکتوز + گلوکز → لاکتاز → لاکتوز (دی ساکارید)

فروکتوز + گلوکز → ساکاراز → ساکارز (دی ساکارید)

عملکرد اختصاصی آنزیم‌ها

نکته ۱: هر آنزیم روی یک یا چند پیش ماده خاص مؤثر است. بنابراین گفته می‌شود که آنزیم‌ها عمل اختصاصی دارند. شکل آنزیم در جایگاه فعال با شکل پیش ماده یا بخشی از آن مطابقت دارد و به اصطلاح مکمل یکدیگرند.

نکته ۲: اگرچه آنزیم‌ها عملی اختصاصی دارند ولی برخی از آن‌ها بیش از یک نوع واکنش را سرعت می‌بخشند. مثلاً آنزیم ریبولوز بیسکو در چرخه کالوین (چرخه فتوسنتز) با عمل کربوکسیلازی خود کربن دی اکسید را با قندی پنج کربنی به نام ریبولوز بیس فسفات ترکیب و مولکول شش کربنی ناپایدار تشکیل می‌دهد. همین آنزیم در تنفس نوری با عمل اکسیژنازی اکسیژن را با ریبولوز بیس فسفات ترکیب می‌کند، مولکول حاصل ناپایدار است و به دو مولکول سه کربنی و دو کربنی تجزیه می‌شود. بنابراین یک آنزیم می‌تواند پیش ماده و فراورده‌های متفاوتی داشته باشد.

نکته ۲: آنزیم‌ها در همه واکنش‌های شیمیایی بدن جانداران که شرکت می‌کنند؛ سرعت واکنش را زیاد می‌کنند اما در پایان واکنش‌ها دست نخورده باقی می‌مانند تا بدن بتواند از آنزیم‌ها بارها استفاده کند. به همین دلیل ساخته‌ها به مقدار کم به آنزیم‌ها نیاز دارند.

نکته ۴: یک آنزیم می‌تواند چندین بار مورد استفاده قرار بگیرد، البته به مرور مقداری از آن‌ها از بین می‌روند و ساخته‌ها مجبور به تولید آنزیم‌های جدید می‌شود.

نکته ۵: بعضی آنزیم‌ها برای فعالیت به یون‌های فلزی مانند آهن، مس و یا مواد آلی مثل ویتامین‌ها نیاز دارند که به این مواد کوآنزیم (کمک کننده به آنزیم) گفته می‌شود. وجود بعضی از مواد سمی در محیط مثل سیانید و آرسنیک می‌تواند با قرار گرفتن در جایگاه فعال آنزیم، مانع فعالیت آن شود. بعضی از این مواد به همین طریق باعث مرگ می‌شوند.

عوامل موثر بر فعالیت آنزیم‌ها

نکته ۱: عوامل متعددی از جمله pH، دما، غلظت آنزیم و پیش ماده بر سرعت فعالیت آنزیم‌ها تأثیر می‌گذارند.

الف) pH محیط:

نکته ۲: pH بیشتر مایعات بدن بین ۶ و ۸ است مثلاً pH خون حدود ۷/۴ است. البته pH بعضی بخش‌ها خارج از این محدوده هستند. یکی از این موارد pH، ترشحات معده است که حدود ۲ می‌باشد.

نکته ۳: هر آنزیم در یک pH ویژه بهترین فعالیت را دارد که به آن pH بهینه می‌گویند؛ مثلاً pH بهینه پپسین حدود ۲ است در حالی که آنزیم‌هایی که از لوزالمعده به روده کوچک وارد می‌شوند pH بهینه حدود ۸ دارند.

نکته ۴: تغییر pH با تأثیر بر پیوندهای شیمیایی مولکول پروتئین می‌تواند باعث تغییر شکل آنزیم شود و در نتیجه امکان اتصال آن به پیش ماده از بین برود، در نتیجه میزان فعالیت آن تغییر می‌کند.

ب) دما:

نکته ۵: آنزیم‌های بدن انسان در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد بهترین فعالیت را دارند. این آنزیم‌ها در دمای بالاتر ممکن است شکل غیرطبیعی یا برگشت‌ناپذیر پیدا کنند و غیر فعال شوند. آنزیم‌هایی که در دمای پایین غیر فعال می‌شوند با برگشت دما به حالت طبیعی، می‌توانند به حالت فعال برگردند.

ج) غلظت آنزیم و پیش ماده:

نکته ۶: مقدار بسیار کمی از آنزیم کافی است تا مقدار زیادی از پیش ماده را در واحد زمان به فرآورده تبدیل کند. اگر مقدار آنزیم زیادتر شود تولید فرآورده در واحد زمان افزایش می‌یابد.

نکته ۷: 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 پیش ماده اشغال شوند. در این حالت سرعت انجام واکنش ثابت می‌شود.

۱- چند مورد، عبارت زیر را به طور مناسب کامل می‌کند؟

«آنزیم غیر پروتئینی که در ساختار ریبوزوم به کار می‌رود این ترکیب فقط»

الف) در ساختار خود فقط پیوند فسفودی‌استر دارد.

ب) در ساختار خود یک نوع مونوساکارید دارد.

ج) نسبت به تغییرات شدید pH محیط حساس است.

د) نوعی واکنش سنتز آب‌دهی را در پلیمرهای بدون شاخه به انجام می‌رساند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۲- چند مورد، عبارت زیر را به طور نادرست کامل می‌کند؟

«در لئفوسیت B آنزیم که در همانندسازی مسئول ایجاد پیوند فسفودی‌استر است، این ترکیب فقط»

الف) نوعی واکنش سنتز آب‌دهی را به انجام می‌رساند.

ب) باعث سنتز پلیمرهای خطی می‌شود.

ج) نسبت به تغییرات شدید دما حساس است.

د) درون هسته فعالیت می‌کند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۳- چند مورد از موارد زیر عبارت را به طور صحیح تکمیل می‌کند؟ «آنزیم ممکن است.....»

الف) در یک سلول ساخته شده ولی در سلول دیگر فعال شود.

ب) در هسته سلول‌های هوسته ای سنتز شده ولی خارج از هسته فعالیت کند.

ج) به بیش از یک نوع واکنش سرعت ببخشد.

د) در سیتوپلاسم سلول‌های هوسته ای سنتز شده ولی در هسته آن فعالیت کند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

نقش پروتئین‌ها

نکته ۱: پروتئین‌ها متنوع‌ترین گروه مولکول‌های زیستی از نظر ساختار شیمیایی و عملکردی هستند. پروتئین‌ها در فرایندها و فعالیت‌های متفاوتی شرکت دارند از جمله فعالیت آنزیمی که در آن به صورت کاتالیزورهای زیستی عمل می‌کنند و سرعت واکنش شیمیایی خاصی را زیاد می‌کنند.

نکته ۲: بعضی دیگر از پروتئین‌ها به صورت گیرنده‌هایی در سطح یاخته‌ها قرار دارند و میکروب‌های خارجی، یاخته‌های سرطانی یا مولکول‌های دیگر را تشخیص می‌دهند. مثلاً گیرنده‌های آنتی‌ژنی در سطح لنفوسیت‌ها نمونه‌ای از این پروتئین‌ها هستند.

نکته ۳: برخی پروتئین‌ها مثل هموگلوبین گازهای تنفسی را در خون منتقل می‌کنند. پمپ سدیم پتاسیم نیز که با آن آشنا هستید پروتئینی است که در ساختار غشا شرکت دارد. این پمپ یون‌های سدیم و پتاسیم را در عرض غشا جابه‌جا می‌کند و فعالیت آنزیمی هم دارد.

نکته ۴: پمپ سدیم پتاسیم:

پروتئینی ناقل است، ضمن اینکه در ساختار غشا شرکت دارد، یون‌های سدیم و پتاسیم را در عرض غشا جابه‌جا می‌کند و فعالیت آنزیمی هم دارد، باعث تجزیه ATP می‌شود و تولید ADP را در سلول افزایش می‌دهد. پمپ سدیم - پتاسیم در غشای یاخته‌های عصبی و غیرعصبی یافت می‌شود. با هیدرولیز یک عدد ATP با انتقال فعال برخلاف شیب غلظت سه عدد سدیم را از سلول خارج و دو عدد پتاسیم را وارد سلول کند. برای همین سدیم آب میان بافتی (مایع بین یاخته‌ای) را افزایش و سدیم سیتوپلاسم (میان یاخته) را کاهش می‌دهد. در عوض و پتاسیم آب میان بافتی (مایع بین یاخته‌ای) را کاهش و پتاسیم سیتوپلاسم (میان یاخته) را افزایش می‌دهد. این پمپ در غشای یاخته‌های پرز جذب در جذب گلوکز و بیشتر آمینواسیدها نقش دارد.

نکته ۵: پروتئین کلاژن که باعث استحکام بافت پیوندی می‌شود. زردپی، رباط، استخوان و پوست مقدار فراوانی از پروتئین کلاژن دارند.

نکته ۶: انقباض ماهیچه‌ها ناشی از حرکت لغزشی دو نوع پروتئین بر روی یکدیگر یعنی اکتین و میوزین است. این دو پروتئین در تشکیل حلقه انقباضی در هنگام سیتوکینز سلول‌های جانوری نقش دارد. پروتئین اکتین و میوزین هم در یاخته‌های ماهیچه‌ای و هم غیر ماهیچه‌ای یافت می‌شود.

نکته ۷: بیشتر هورمون‌ها از جمله اکسی‌توسین و انسولین و گلوکاگن که پیام‌های بین یاخته‌ای را در بدن جانوران ردوبدل می‌کنند تا تنظیم‌های مختلف در بدن انجام شود، پروتئینی هستند.

نکته ۸: همچنین پروتئین‌ها نقش‌های تنظیمی متعددی را در روشن و خاموش کردن ژن‌ها در حین تمایز بر عهده دارند. مثل مهار کننده‌ها و عوامل رونویسی که با آن‌ها آشنا خواهید شد. نقش‌های تنظیمی متعددی را در فعال و غیرفعال کردن ژن‌ها بر عهده دارند.

پروتئین‌های انعقادی و مراحل انعقاد خون :

هنگام آسیب دیواره رگ‌ها از بافت‌ها و از پلاکتهای آسیب دیده آنزیمی به نام پروترومبیناز (ترومبوپلاستین) ترشح می‌شود و روند انعقاد آغاز می‌شود. آنزیم پروترومبیناز توسط فاکتور ۸ که از قبل داخل پلاسما بوده، فعال می‌شود. و آنزیم پروترومبیناز فعال، همراه با یون کلسیم باعث تبدیل پروترومبین به ترومبین می‌شود. و ترومبین با عمل آنزیمی خود باعث تبدیل فیبرینوژن محلول در پلاسما به فیبرین نامحلول می‌شود. رشته‌های پروتئینی فیبرین، یاخته‌های خونی و گرده‌ها را دربر می‌گیرد و تشکیل لخته را می‌دهد.

نکته ۱: وجود ویتامین k و یون Ca در انجام روند انعقاد خون و تشکیل لخته لازم است. یون کلسیم به عنوان کوآنزیم، (کمک‌کننده به آنزیم پروترومبیناز) برای تبدیل پروترومبین به ترومبین لازم است برای تولید پروترومبین ویتامین k لازم داریم.

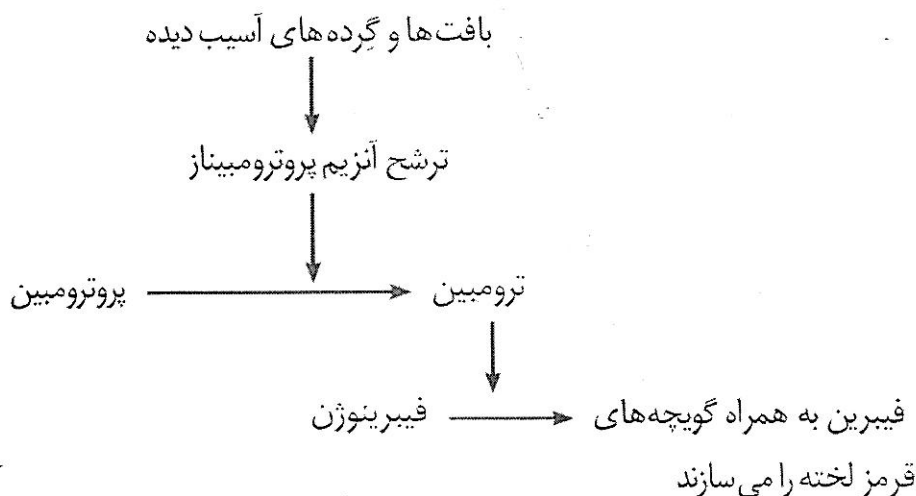
نکته ۲: فیبرینوژن، پروترومبین و فاکتور ۸ پروتئین‌های محلول در پلاسما هستند ولی در حالت طبیعی فیبرین، ترومبین، پروترومبیناز در پلاسما (خوناب) یافت نمی‌شوند. بلکه بعد از شروع روند انعقاد به وجود می‌آیند.

پلاسمین:

پلاسمین يك آنزیم پروتئینی است که باعث تجزیه فیبرین می‌شود. می‌دانیم تشکیل لخته، یک فرایند زیستی مهم است که از ادامه خونریزی جلوگیری می‌کند، اما تشکیل لخته در سرخرگ‌های شش، مغز و ماهیچه قلب به ترتیب منجر به بسته شدن رگ‌های شش، سکته مغزی و قلبی می‌شود که بسیار خطرناک است و می‌تواند باعث مرگ شود. لخته‌ها به طور طبیعی در بدن توسط آنزیم پلاسمین تجزیه می‌شوند. پلاسمین کاربرد درمانی دارد، اما مدت اثر آن در پلاسما خیلی کوتاه است.

هیپارین:

يك ماده ضدانعقاد خون است که توسط بازوفیل‌های خون و ماستوسیت‌های بافت پیوندی ترشح می‌شود. و جلوی عمل ترومبین را می‌گیرد.



اینترفرون:

اینترفرون از پروتئین‌های دستگاه ایمنی است. اینترفرون در دفاع غیر اختصاصی خط دوم فعالیت ضد ویروسی دارند.

الف) اینترفرون نوع I: از یاخته آلوده به ویروس (مانند: HIV، آنفلوانزا) ترشح می‌شود و علاوه بر یاخته‌ی آلوده، بر یاخته‌های سالم مجاور هم اثر می‌کند و آنها را در برابر ویروس مقاوم می‌کند. توجه کنید که اینترفرون در بیماری‌های باکتریایی مانند سینه‌پهلو و کزاز ترشح نمی‌شود.

ب) اینترفرون نوع II: از یاخته‌های کشنده طبیعی و لنفوسیت‌های T کشنده ترشح می‌شود و درشت‌خوارها (ماکروفازها) را فعال می‌کند. این نوع اینترفرون نقش مهمی در مبارزه علیه یاخته‌های سرطانی دارد.

۱- در یاخته‌های انسان کدام در ارتباط با همه‌ی پروتئین آهن‌دار درست است که مسئول ذخیره اکسیژن هستند؟

- (۱) منشأ ماده رنگی صفرا محسوب می‌شود
(۲) نسبت به هر نوع تغییر دمایی حساس است.
(۳) ساختار نهایی هر زنجیره آن سوم است
(۴) در یاخته‌هایی با منشأ میلوئیدی فعالیت می‌کنند.

۲- در یاخته‌های انسان کدام فقط در مورد بعضی از پروتئین آهن‌دار درست است که مسئول ذخیره اکسیژن هستند؟

- (۱) در یاخته‌هایی یافت می‌شوند که می‌توانند ضمن احیاء پیرووات NAD^+ را بازسازی کنند.
(۲) شکل فضایی آن تحت تأثیر پروتئاز تغییر می‌کند.
(۳) با اتصال یکی از فرآورده‌های کربنیک انیدراز به آن، مانع اسیدی شدن خون می‌شود.
(۴) ساختار نهایی آن‌ها با پیوندهای کووالان و غیر کووالان تثبیت می‌شود.

۳- بطور معمول، کدام ویژگی مربوط به نوعی ترکیب شیمیایی است که منشأ ماده اصلی رنگی صفرا محسوب می‌شود؟

- (۱) شکل فضایی آن در حضور آنزیم پیپسینوزن تغییر می‌کند.
(۲) با اتصال به یکی از فرآورده‌های آنزیم کربنیک انیدراز مانع افزایش pH خون می‌شود.
(۳) برخلاف میوگلوبین ساختار نهایی هر زنجیره آن به شکل ساختار چهارم است.
(۴) ژن هر دو نوع زنجیره پلی‌پپتیدی آن توسط یک نوع RNA پلیمراز رونویسی می‌شود.

۴- چند مورد از عبارات‌های زیر نادرست است؟

الف) سوراخ‌های غشایی، زنجیرهای پلی‌پپتیدی مارپیچی با خصوصیات ساختار دوم هستند که در کنار هم منظم شده‌اند.

ب) شروع تشکیل ساختار سه‌بعدی پروتئین‌ها، تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین گروه‌های R آمینواسیدهاست.

ج) ساختار نهایی همه پروتئین‌هایی که فقط یک زنجیره پلی‌پپتیدی دارند، ساختار دوم است.

د) در همه پروتئین‌ها، بروز تغییر در حتی یک آمینواسید، همواره ساختار چهارم را دچار تغییرات شدیدی می‌کند.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۵- چند مورد صحیح است؟ «در جزایر لانگرهانس، آنزیمی که مسئول ایجاد پیوند پپتیدی در انسولین است.....»

الف) فاقد پیوند پپتیدی است.

ب) خارج از ماده زمینه سیتوپلاسم ساخته می‌شود.

ج) درون شبکه آندوپلاسمی فعالیت می‌کند.

د) در ساختار آن مونوساکارید به کار رفته است.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۶- چند مورد از موارد زیر عبارت را به طور صحیح تکمیل می‌کند؟ «نوعی آنزیم ممکن است.....»

الف) در یک سلول ساخته شده ولی در سلول دیگر فعال شود.

ب) در هسته سنتز شده ولی خارج از هسته فعالیت کند.

ج) به بیش از یک نوع واکنش سرعت ببخشد.

د) در سیتوپلاسم سنتز شده ولی در هسته آن فعالیت کند.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۷- چند مورد جمله مقابل را بطور نادرست تکمیل می‌کند؟ «در سلول‌های تولیدکننده ی موسین، برخی آنزیم‌های..... می‌توانند.....»

الف) پروتئینی که درون هسته فعالیت می‌کنند - در سیتوپلاسم ساخته می‌شوند.

ب) غیر پروتئینی که در سیتوپلاسم فعالیت می‌کنند - خارج از ماده‌ی زمینه‌ای سیتوپلاسم ساخته می‌شوند.

ج) که پیوندهای پپتیدی را ایجاد می‌کنند - ساختار غیر پروتئینی دارند

د) ATP ساز - در غشای سیتوپلاسمی فعالیت داشته باشند.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۸- در یاخته‌های پر فورین‌ساز انسان، هر.....

(۱) پروتئینی که فقط یک زنجیره پلی‌پپتیدی دارد نمی‌تواند ساختار چهارم داشته باشد.

(۲) آنزیمی، در ساختار اول خود پیوند پپتیدی دارد.

(۳) آنزیمی که در سیتوپلاسم فعالیت می‌کند، خارج از هسته تولید می‌شود.

(۴) کروموزوم، تمام ژن‌های آن فرد را دارد.

۹- کدام عبارت جمله مقابل را بطور نادرست تکمیل می‌کند؟ «بیشتر.....»

- (۱) آنزیم‌ها در ساختار اول خود پیوند پپتیدی دارند (۲) پروتئین‌ها، فعالیت آنزیمی ندارند. (۳) هورمون‌ها، توسط ریبوزوم ساخته می‌شوند. (۴) آنزیم‌ها، عمل اختصاصی دارند.
۱۰- در یاخته‌های میلوئیدی مغز قرمز استخوان برای همانندسازی دنا فقط.....

- (۱) دو نوع آنزیم هلیکاز و دنا بسپاراز نقش دارند.
(۲) هنگام ویرایش، پیوند کووالانسی شکسته می‌شود.
(۳) داخل هسته، دنا بسپاراز فعالیت می‌کند.
(۴) خارج از هسته، هیستون‌ها ساخته می‌شوند.

- ۱۱- چند مورد جمله زیر را بطور نادرست تکمیل می‌کند؟ «برخی آنزیم‌هایی که که در همانندسازی دنا هسته، یاخته‌های انسان نقش دارد.....»
(الف) فعالیت پلیمرازی دارند
(ب) در ساختار خود پیوند هیدروژنی دارد.
(ج) فعالیت نوکلئازی دارند
(د) خارج از هسته، ساخته می‌شوند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۲- چند مورد جمله زیر را بطور نادرست تکمیل می‌کند؟ «در سلول‌های انسان، برخی آنزیم‌هایی که..... نقش دارند،.....»

- (الف) در بیان ژن انسولین - مستقیماً از روی دنا ساخته می‌شوند.
(ب) بطور مستقیم در همانندسازی ژن آرتروپوئین - در ساختار خود پیوند هیدروژنی دارند.
(ج) در ایجاد پیوند فسفودی‌استر - خارج از هسته ساخته می‌شوند.
(د) در هیدرولیز ATP - در غشای سیتوپلاسمی فعالیت قرار دارند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۳- چند مورد، نادرست است؟ «در لنفوسیت B آنزیمی که در همانندسازی مسئول ایجاد پیوند فسفودی‌استر است، این ترکیب فقط.....»

- (الف) نوعی واکنش سنتز آب‌دهی را به انجام می‌رساند.
(ب) باعث سنتز پلیمرهای خطی می‌شود.
(ج) نسبت به تغییرات شدید دما حساس است.
(د) درون هسته فعالیت می‌کند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۴- کدام عبارت صحیح است. در انسان.....

- (۱) در مویرگ‌های ماهیچه دو سر بازو، میوگلوبین از یک رشته پلی‌پپتیدی تشکیل شده است.
(۲) ساختار هر آنزیمی به تعداد و ترتیب و تکرار آمینواسیدها در ساختار اول بستگی دارد.
(۳) لنفوسیت B قبل از فعالیت آنزیم هلیکاز باید پیچ‌وتاب دنا باز و پروتئین‌های همراه آن یعنی هیستون‌ها از آن جدا شوند.
(۴) همه یاخته‌های پرفورین ساز پروتئین‌های هیستونی توسط آنزیم‌های غیر پروتئینی تولید می‌شود.

۱۵- چند عبارت جمله زیر را بطور نادرست تکمیل می‌کند؟ «در یاخته‌های اسپروژیتر دنا..... و فقط.....»

- (الف) هر قام‌تن بصورت خطی است - در مرحله اینترفاز همانندسازی می‌کند.
(ب) سیتوپلاسمی بصورت حلقوی است - در اندامک‌های دو غشایی یافت می‌شود.
(ج) هسته‌های بصورت خطی است - پروتئین‌های هیستون همراه آن قرار دارند.
(د) سیتوپلاسمی فاقد هیستون است - نوکلئیک اسید حلقوی از روی آن ساخته می‌شود.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۶- چند مورد، صحیح است؟ «آنزیم غیر پروتئینی که در ساختار ریبوزوم به کار می‌رود این ترکیب فقط.....»

- (الف) در ساختار خود فقط پیوند فسفودی‌استر دارد.
(ب) در ساختار خود یک نوع مونوساکارید دارد.
(ج) نسبت به تغییرات شدید pH محیط حساس است.
(د) نوعی واکنش سنتز آب‌دهی را در پلیمرهای بدون شاخه به انجام می‌رساند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۷- چند عبارت در ارتباط با پمپ سدیم - پتاسیم صحیح است؟

- (الف) در یاخته‌های عصبی و غیر عصبی یافت می‌شوند و هنگام فعالیت آن تولید فسفات آزاد میان یاخته افزایش می‌یابد.
(ب) در پی فعالیت بیشتر آن، انتشار تسهیل شده گلوکز از غشای یاخته پُرز به مایع بین یاخته‌ای افزایش می‌یابد.
(ج) در پی کم‌کاری تیروئید و کاهش فعالیت راکیزه‌ها فعالیت این پمپ کاهش می‌یابد.
(د) در پی فعالیت آن غلظت پتاسیم مایع بین یاخته‌ای کاهش می‌یابد.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۸- در انسان، همه ی هورمون‌ها.....

- (۱) توسط نوعی یاخته‌های بافت پوششی ساخته می‌شوند.
(۲) در ساختار نهایی خود پیوندهای هیدروژنی و پپتیدی دارند.
(۳) پس از ترشح وارد جریان خون می‌شوند.
(۴) ابتدا به صورت پیش‌هورمون از روی رنای پیک ساخته می‌شوند.

۱۹- چند مورد در ارتباط با همه ی آنزیم‌هایی که در فضای درونی معده یک فرد بالغ وجود دارد، صحیح است؟

- (الف) توسط واکنش‌های انرژی‌خواه به‌وجود آمده‌اند.
(ب) تحت تأثیر عواملی هورمونی لوله گوارش تولید شده‌اند.
(ج) درشت مولکول‌ها را به صورت مونومرهای یکسان در می‌آورند.
(د) به کمک ترشحات سلول‌های کناری غدد معدی فعال می‌گردند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۲۰- چند مورد ویژگی مشترک همه ی آنزیم‌هایی است که در فضای درونی معده یک فرد بالغ یافت می‌شود؟

- (الف) تحت تأثیر هورمون گاسترین تولید شده‌اند
(ب) فقط توسط سلول‌های اصلی غدد معده ساخته شده‌اند.
(ج) به کمک کلریدریک اسید به صورت فعال درآمده‌اند.
(د) توسط واکنش‌های سنتز آب‌دهی به‌وجود آمده‌اند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

- ۲۱- در انسان زیاد بودن لیپوپروتئین پرچگال نسبت به کمچگال احتمال رسوب نوعی لیپید در دیواره سرخرگها را کاهش می دهد کدام عبارت درباره این نوع لیپید صحیح است؟
- ۱) تنها ترکیب لیپیدی صغرا است.
 - ۲) درون یاخته های پوششی مویرگ های لنفی. همراه با پروتئین ها و سایر لیپیدها به شکل کیلومیکرون درمی آیند.
 - ۳) فقط در یک لایه از غشاء یاخته یافت می شوند.
 - ۴) در شرایط غیرمعمول می تواند باعث افزایش مواد رنگی خون شود.
- ۲۲- در انسان، همه ی آنزیم ها
 ۱) فقط روی یک پیش ماده خاص مؤثر هستند
 ۲) عمل اختصاصی دارند و انرژی فعال سازی را کاهش می دهند.
 ۳) فقط یک نوع واکنش را سرعت می بخشند.
 ۴) برای فعالیت خود ATP را هیدرولیز می کنند.
- ۲۳- کدام عبارت نادرست است؟ «در انسان، برخی آنزیم ها»
 ۱) بیش از یک نوع واکنش را سرعت می بخشند.
 ۲) در pH اسیدی فعالیت دارند
 ۳) برای فعالیت خود به مواد آلی نیاز دارند.
 ۴) در ساختار خود بخشی به نام جایگاه فعال دارند.
- ۲۴- کدام نادرست است؟
 ۱) تغییر pH با تأثیر بر پیوندهای شیمیایی مولکول پروتئین، می تواند باعث تغییر شکل آنزیم شود.
 ۲) آنزیم هایی که در دمای پایین غیر فعال می شوند و برگشت دما به حالت طبیعی می توانند به حالت فعال برگردند.
 ۳) برخی آنزیم ها برای فعالیت خود به کوآنزیم های فلزی و کوآنزیم های آلی مثل ویتامین ها نیاز دارند.
 ۴) آنزیم ها امکان برخورد مناسب مولکول ها و انرژی فعال سازی واکنش را افزایش می دهند.
- ۲۵- کدام عبارت، نادرست است؟ (سراسری ۹۸)
 ۱) در جنین انسان، همه ی یاخته های خونی از یاخته های بنیادی مغز استخوان به وجود می آیند.
 ۲) در یک فرد بالغ، pH خون می تواند توسط پروتئینی حاوی چهار رشته ی پلی پپتیدی تنظیم شود.
 ۳) در یک فرد بالغ، یاخته های بنیادی مغز استخوان می تواند منشأ انواع مختلف یاخته های خونی باشد.
 ۴) در جنین انسان، یک نوع یاخته ی بنیادی می تواند در تولید قطعات یاخته ای بی رنگ و بدون هسته ای سهمیم باشد.
- ۲۶- کدام گزینه، عبارت زیر را به طور مناسب کامل می کند؟ (سراسری ۹۸)
 «در جاندارانی که عامل اصلی انتقال صفات وراثتی به غشای یاخته، متصل وجود دارد.»
- ۱) است، فقط پروتئین های هیستونی همراه با دنا (DNA) ی آن ها
 - ۲) نیست، فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در دنا (DNA) ی آن ها
 - ۳) نیست، در دو انتهای هر یک از رشته های این عامل، ترکیباتی متفاوت
 - ۴) است، در ساختار هر واحد تکرارشونده ی دنا (DNA) ی آن ها، پیوند قفسودی استری

۱ (۸)	۴ (۷)	۴ (۶)	۵ (۲) «الف، ب»	۴ (۴)	۴ (۳)	۳ (۲)	۳ (۱)
۲ (۱۶) «ب، د»	۲ (۱۵) «ج، د»	۴ (۱۴)	۴ (۱۳)	۲ (۱۲) «ب، ج»	۲ (۱۱) «ب، د»	۴ (۱۰)	۴ (۹)
۴ (۲۴)	۴ (۲۳)	۲ (۲۲)	۴ (۲۱)	۱ (۲۰) «د»	۱ (۱۹) «الف»	۳ (۱۸)	۴ (۱۷)