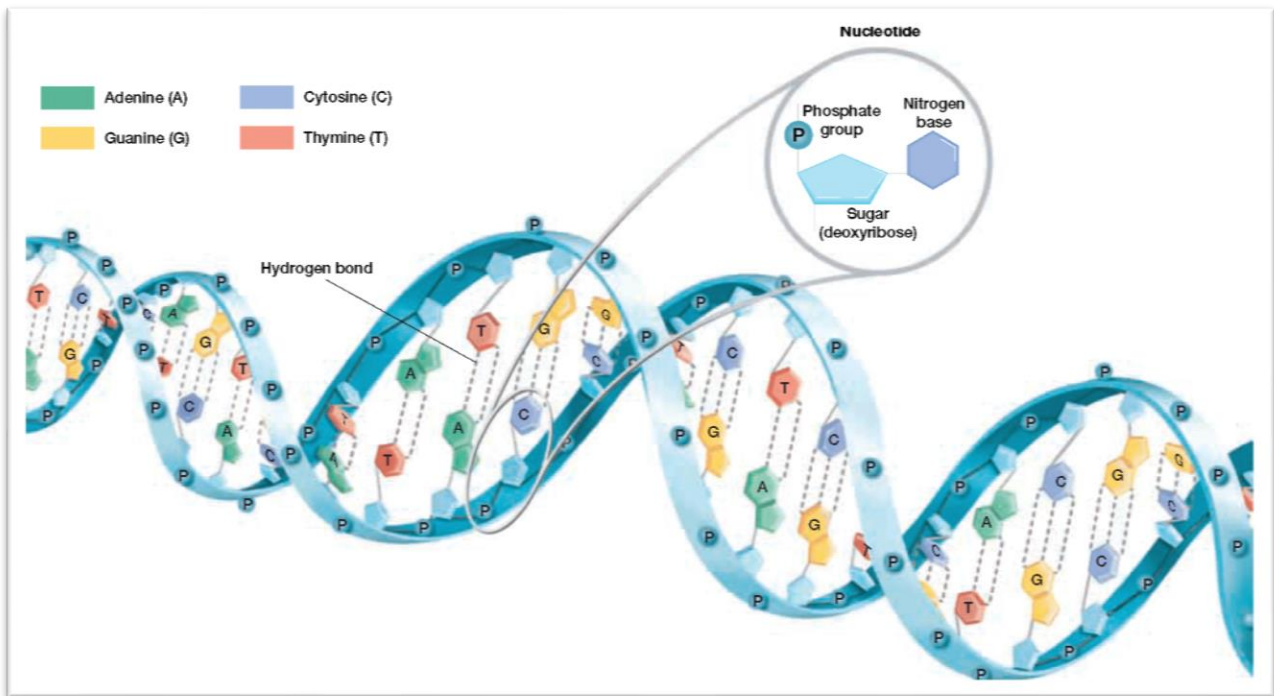


زیست دوازدهم

فصل ۱ - مولکول های اطلاعاتی

Instagram: alikeramat_biology



مؤلف: علی کرامت

هر گونه سوءاستفاده از این جزوه و فروش آن از سوی هر فردی ممنوع است!

ویژه دانش آموزان



پیش‌هسته‌ای (پروکاریوت)	باکتری‌ها
جانداران	آغازیان
	قارچ‌ها
	گیاهان
	جانوران
هسته‌ای (یوکاریوت)	

مولکول‌های اطلاعاتی

یکی از پرسش‌هایی که یافتن جوابی برای آن بیش از پنجاه سال طول کشید، این بود که ژن چیست و از چه ساخته شده است؟ پاسخ این سؤال، به ظاهر شاید ساده باشد ولی برای رسیدن به آن، پژوهش‌ها و آزمایش‌های زیادی انجام شد که در حال حاضر هم ادامه دارد.

در این فصل مطالب در قالب زنجیره‌ای از آزمایش‌ها توضیح داده می‌شود که نتایج آن‌ها آگاهی ما را از ژن و مولکول‌های مرتبط به آن یعنی دنا (DNA) و رنا (RNA) و پروتئین بیشتر می‌کند. آشنا شدن با ساختار این مولکول‌ها مقدمه‌ای است برای فهم بهتر فصل‌های دیگر این کتاب. همچنین، در کنار این مباحث با سازوکار مولکولی و چگونگی ذخیره و انتقال اطلاعات وراثتی آشنا می‌شویم.

گفتار ۱: نوکلئیک اسیدها

هر یک از یاخته‌های بدن ما ویژگی‌هایی مانند شکل، اندازه دارند. این ویژگی‌ها تحت فرمان هسته هستند. دستورالعمل‌های هسته در حین تقسیم از یاخته‌ای به یاخته دیگر و در حین تولیدمثل از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شود. اطلاعات و دستورالعمل فعالیت‌های یاخته در چه قسمتی از هسته ذخیره می‌شود؟ قبلاً آموختیم که فام‌تن‌ها در هسته قرار دارند و در ساختار آن‌ها دنا (DNA) و پروتئین مشارکت می‌کنند.

کدام یک از این دو ماده، ذخیره‌کننده اطلاعات وراثتی است؟ پاسخ این سؤال مشخص شده و آن ماده دنا است که به عنوان ماده ذخیره‌کننده اطلاعات وراثتی عمل می‌کند. اما دانشمندان چگونه به این پاسخ رسیده‌اند؟

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

تمرین ۰: با توجه به شکل زیر موارد مشخص شده را نام‌گذاری کنید.

a (۱)
b (۲)
c (۳)
d (۴)
e (۵)
f (۶)

پاسخ:

a (۱) غشا
b (۲) دیواره
c (۳) پوشینه
d (۴) رناتن = ریبوزوم
e (۵) فام تن اصلی
f (۶) فام تن کمکی یا دیسک



تمرین ۱: به پرسش های زیر پاسخ دهید.

الف) دستورالعمل های هر هسته ای تنها در حین تقسیم از یاخته ای به یاخته دیگر قابل انتقال است. (درست - نادرست)
 ب) در هر نوع تولیدمثلی دستورالعمل های هسته از نسلی به نسل بعد منتقل می شود. (درست - نادرست)
 پ) گرفتگی در آزمایش های خود دنبال تهیه ماده ای برای ایجاد ایمنی فعال برای بیماری آنفلوانزا بود یا ایمنی غیرفعال؟
 ت) در کدام مرحله از آزمایش گرفتگی مشخص شد پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش ها نیست؟
 ث) در کدام مرحله از آزمایش گرفتگی مشخص شد عامل وراثتی قابل انتقال است؟

پاسخ:

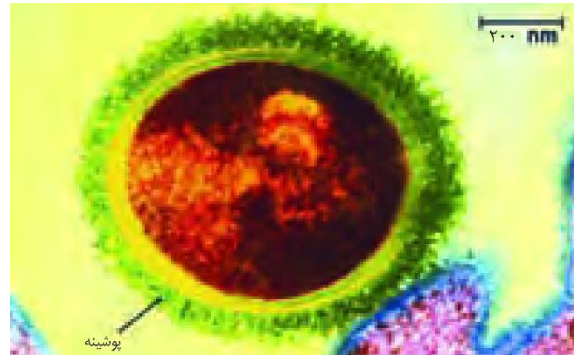
الف-درست

ب-نادرست

ت-سوم

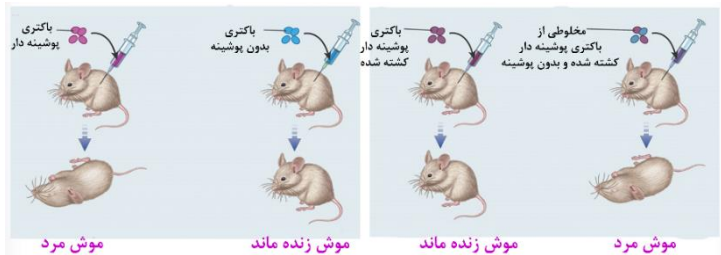
پ-ایمنی فعال

ث-چهارم



شکل ۱- باکتری پوشینه دار

آزمایش ها و نتایج کار گرفتگی را در شکل ۲ ملاحظه می کنید.



شکل ۲- آزمایشات گرفتگی و نتایج آن

گرفتگی مشاهده کرد تزریق باکتری های پوشینه دار به موش باعث بروز علائم بیماری و مرگ در آن ها می شود؛ در حالی که تزریق باکتری های بدون پوشینه به موش های مشابه، باعث بروز علائم بیماری نمی شود. او در آزمایش دیگری باکتری های پوشینه دار کشته شده با گرما را به موش ها تزریق و مشاهده کرد که موش ها سالم ماندند. گرفتگی نتیجه گرفت وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش ها نیست.

سپس مخلوطی از باکتری های پوشینه دار کشته شده با گرما و زنده بدون پوشینه را به موش ها تزریق کرد و دید برخلاف انتظار، موش ها مُردند! او در بررسی خون و شش های موش های مرده، تعداد زیادی از باکتری های پوشینه دار زنده مشاهده کرد. مسلماً باکتری های مرده، زنده نشده اند بلکه تعدادی از باکتری های بدون پوشینه به نحوی تغییر کرده و پوشینه دار شده اند. از نتایج این آزمایش ها مشخص شد که ماده وراثتی می تواند از یاخته ای به یاخته دیگر منتقل شود ولی ماهیت این ماده و چگونگی انتقال آن مشخص نشد.

عامل اصلی انتقال صفات وراثتی، مولکول دنا است

عامل مؤثر در انتقال این صفت تا حدود ۱۶ سال بعد از گرفتگی همچنان ناشناخته ماند. تا این که نتایج کارهای دانشمندی به نام ایوری و همکارانش عامل مؤثر در آن را مشخص کرد. آن ها ابتدا از عصاره استخراج شده از باکتری های کشته شده پوشینه دار



تمرین ۳: هر یک از موارد زیر با کارهای کدام دانشمندان

مشخص شد؟

الف) ماده وراثتی می تواند به یاخته دیگر منتقل شود.

ب) کشف مولکول DNA

پ) کشف مولکول DNA به عنوان ماده وراثتی

ت) برابر بودن مقدار A با T و C با G در DNA

ث) مکمل بودن A با T و C با G در DNA

ج) بیش از یک رشته ای بودن DNA

چ) دو رشته ای بودن DNA

ح) چگونگی انتقال DNA

پاسخ:

الف- گرفتگی

ب- میشر

پ- ایوری

ت- چارگاف

ث- واتسون و کریک

ج- ویلکینز و فرانکلین

چ- واتسون و کریک

ح- مزلسون و استال



تمرین ۴: درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

الف) برخلاف آزمایشات گریفیت، در کارهای ایوری چگونگی انتقال ماده وراثتی کشف شد.

ب) در آزمایش اول ایوری همانند آزمایش سوم ایوری، آنزیم تجزیه‌کننده کلاژن استفاده شد.

پ) استفاده از سانتیفریوژ توسط ایوری به این دلیل بود که متوجه شد پروتئین عامل وراثت نیست.

ت) در آزمایش سوم ایوری لیپاز صرفاً استفاده شد.

پاسخ:

الف- نادرست

ب- درست

پ- درست

ت- نادرست



تمرین ۵: جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید.

۱) آدنین + ریبوز =

۲) آدنین + دئوکسی‌ریبوز =

۳) گوانین + ریبوز + ۳ فسفات =

۴) گوانین + دئوکسی‌ریبوز + ۳ فسفات =

پاسخ:

۱) آدنوزین ۲) دئوکسی‌آدنوزین

۳) گوانوزین تری فسفات ۴) دئوکسی‌گوانوزین تری فسفات



تست ۱: دنا با رنا در چند مورد با هم تفاوت دارند؟

الف) نوکلئوتید پورین‌دار

ب) نوکلئوتید پیریمیدین‌دار

پ) تعداد رشته پلی‌نوکلئوتیدی

ت) نوع پیوند اشتراکی بین نوکلئوتیدها

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ:

گزینه «۳» صحیح است.

استفاده کردند و در آن تمامی پروتئین‌های موجود را تخریب کردند. به نظر شما چگونه این کار انجام شد؟

آن‌ها سپس باقی‌ماندهٔ محلول را به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه اضافه کردند و دیدند که انتقال صفت صورت می‌گیرد؛ پس می‌توان نتیجه گرفت که پروتئین‌ها مادهٔ وراثتی نیستند.

در آزمایش دیگری عصارهٔ استخراج شده از باکتری‌های کشته شدهٔ پوشینه‌دار را در یک گریزان (سانتریفیوژ) با سرعت بالا قرار دادند و مواد آن را به صورت لایه‌لایه جدا کردند. با اضافه کردن هر یک 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.

در آزمایش‌های دیگری عصارهٔ باکتری‌های پوشینه‌دار را استخراج و آن را به چهار قسمت تقسیم کردند. به هر قسمت، آنزیم تخریب‌کننده 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 همهٔ ظروف انتقال صورت می‌گیرد به جز ظرفی که حاوی آنزیم تخریب‌کننده دنا است.

ساختار نوکلئیک اسید

نوکلئیک اسیدها که شامل دئوکسی‌ریبونوکلئیک اسید (دنا) و ریبونوکلئیک اسید (رنا) هستند، همگی بسپارهایی (پلیمرهایی) از واحدهای تکرارشونده به نام نوکلئوتید هستند. با توجه به شکل ۳ هر نوکلئوتید شامل سه بخش است: یک قند پنج کربنه، یک باز آلی نیتروژن‌دار و یک تا سه گروه فسفات. قند پنج کربنه در دنا، دئوکسی‌ریبوز و در رنا، ریبوز است. دئوکسی‌ریبوز یک اکسیژن کم‌تر از ریبوز دارد. باز آلی نیتروژن‌دار می‌تواند پورین باشد که ساختار دو حلقه‌ای دارد؛ شامل آدنین (A) و گوانین (G) یا می‌تواند پیریمیدین باشد که ساختار تک حلقه‌ای دارد؛ شامل تیمین (T)، سیتوزین (C) و یوراسیل (U). در دنا باز یوراسیل شرکت ندارد و به جای آن تیمین وجود دارد و در رنا به جای تیمین، باز یوراسیل وجود دارد.



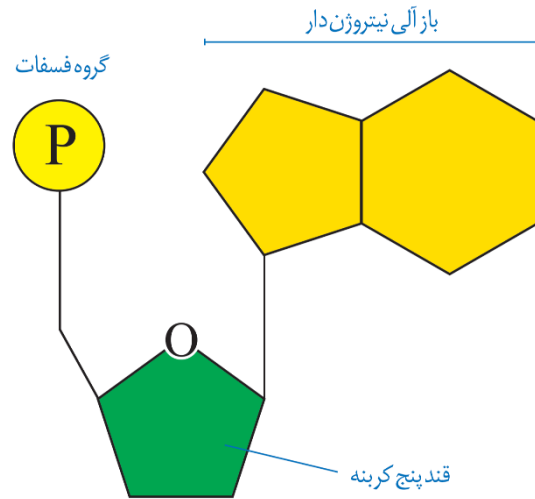
تمرین ۶: ۹ نوع نوکلئوتید آدنین دار نام ببرید.

- (۱)
- (۲)
- (۳)
- (۴)
- (۵)
- (۶)
- (۷)
- (۸)
- (۹)

پاسخ:

- (۱) آدنوزین مونوفسفات
- (۲) آدنوزین دی فسفات
- (۳) آدنوزین تری فسفات
- (۴) دئوکسی آدنوزین مونوفسفات
- (۵) دئوکسی آدنوزین دی فسفات
- (۶) دئوکسی آدنوزین تری فسفات
- (۷) NADH
- (۸) NADPH
- (۹) FADH₂

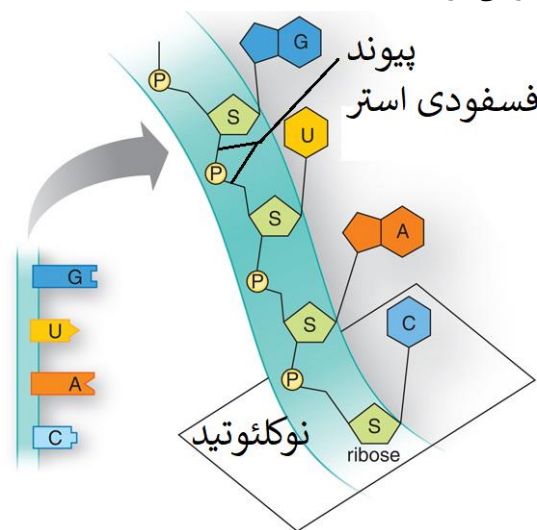
برای تشکیل یک نوکلئوتید، باز آلی نیتروژن دار و گروه یا گروه های فسفات با پیوند اشتراکی (کووالانسی) به دو سمت قند متصل می شوند (شکل ۳).



شکل ۳- اجزای یک نوکلئوتید

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

نوکلئوتیدها با نوعی پیوند اشتراکی به نام فسفودی استر به هم متصل می شوند و رشته پلی نوکلئوتیدی را می سازند. در تشکیل پیوند فسفودی استر، فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می شود (شکل ۵). رشته های پلی نوکلئوتیدی یا به تنهایی نوکلئیک اسید را می سازند مثل رنا، یا به صورت دوتایی مقابل هم قرار می گیرند و نوکلئیک اسیدهایی مثل دنا را می سازند.



شکل ۴- تشکیل رشته نوکلئیک اسید

بنابراین مولکول های دنا از دو رشته پلی نوکلئوتید و مولکول های رنا از یک رشته پلی نوکلئوتید تشکیل می شوند (شکل ۴).



تمرین ۷: جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز

پر کنید.

- الف) آدنین از حلقه (۵ ضلعی - ۶ ضلعی) خود با قند پنج کربنه پیوند کووالانسی برقرار می کند.
- ب) هر زنجیره پلی نوکلئوتیدی برای تشکیل پیوند فسفو دی استر با نوکلئوتید آزاد، گروه (فسفات- هیدروکسیل) خود را شرکت می دهد.
- پ) هر پیوند قند- فسفاتی در زنجیره پلی نوکلئوتیدی نوعی پیوند (کووالانسی- فسفو دی استر) است.
- ت) در یک دیسک، دو نوکلئوتیدی که با هم پیوند فسفو دی استر دارند ممکن نیست از سه بخش یک نوکلئوتید، حداقل از نظر (یک- دو) بخش، با یکدیگر متفاوت باشند.

پاسخ:

- الف- ۵ ضلعی ب- هیدروکسیل
- پ- کووالانسی ت- دو



تمرین ۸: درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

الف) ممکن نیست نوکلئوتیدهای یک زنجیره با پیوند هیدروژنی به هم متصل شوند.

ب) در یک رشته پلی نوکلئوتیدی، هر نوکلئوتیدی که به انتهای OH زنجیره نزدیک تر باشد، جدیدتر است.

پ) ممکن نیست بین دو نوکلئوتیدی که از نظر نوع قند با هم تفاوت دارند پیوند هیدروژنی تشکیل شود.

ت) ممکن نیست مولکول حاوی اطلاعات وراثتی، تک رشته باشد.

پاسخ: الف-(غ) / ب-(ص) / پ-(غ) / ت (غ)



تست ۲: کدام گزینه عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

تحقیقات چارگاف روی دناهای طبیعی موجودات

۱) نشان داد که به چه دلیل مقدار A با T و C با G برابر است.

۲) مشخص کرد که چهار نوع نوکلئوتید به نسبت مساوی در سراسر مولکول توزیع شده‌اند.

۳) معرف این است که مقدار پورین با مقدار پیریمیدین همواره برابر است.

۴) می‌تواند مشخص کند که ماده وراثتی چگونه همانندسازی می‌کند.

پاسخ:

گزینه «۳» صحیح است.



تمرین ۹: درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

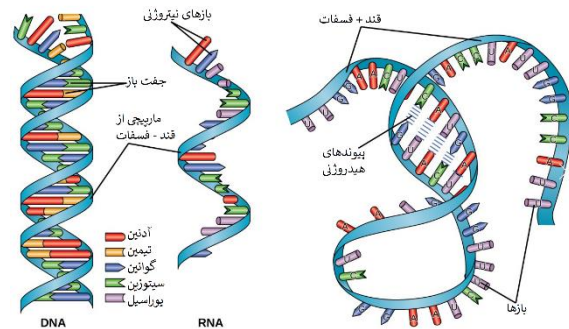
الف) ویلکینز و فرانکلین برای تحقیقات خود، از پروتوی استفاده کردند که در رادیولوژی کاربرد دارد.

ب) ویلکینز و فرانکلین برای تحقیقات خود از یک مولکول DNA و یک تصویر استفاده کرده‌اند.

پ) با کارهای ویلکینز و فرانکلین فقط مشخص شد که دنا حالت مارپیچی دارد و نمی‌تواند تک رشته‌ای باشد.

ت) ویلکینز و فرانکلین برای بررسی تصاویر دنا از پرتو ایکس استفاده کردند.

پاسخ: الف-(ص) / ب-(غ) / پ-(غ) / ت (غ)



شکل ۵- دناهای دو رشته‌ای و RNA تک رشته‌ای

دو انتهای رشته‌های پلی نوکلئوتید نیز می‌توانند با پیوند فسفودی استر به هم متصل شوند و نوکلئیک اسید حلقوی را ایجاد کنند؛ برای مثال دنا در باکتری‌ها به صورت حلقوی است. در نوکلئیک اسیدهای خطی گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر آزاد است؛ بنابراین هر رشته دنا و RNA خطی همیشه دو سر متفاوت دارد (شکل ۵).

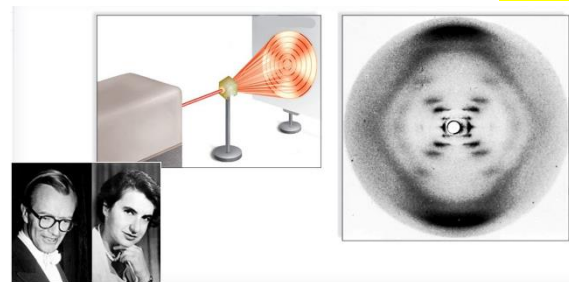
تلاش برای کشف ساختار مولکولی دنا

در ابتدا تصور می‌شد که چهار نوع نوکلئوتید موجود در دنا به نسبت مساوی در سراسر مولکول توزیع شده‌اند. بر این اساس دانشمندان انتظار داشتند که مقدار ۴ نوع باز آلی در تمامی مولکول‌های دنا از هر جاندار که به دست آمده باشد با یکدیگر برابر باشد.

اما مشاهدات و تحقیقات چارگاف روی دناهای جانداران نشان داد که مقدار آدنین در دنا با مقدار تیمین برابر است و مقدار گوانین در آن با مقدار سیتوزین برابری می‌کند. تحقیقات بعدی دانشمندان دلیل این برابری نوکلئوتیدها را مشخص کرد.

استفاده از پرتو ایکس برای تهیه تصویر از دنا

ویلکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس از مولکول‌های دنا تصویری تهیه کردند (شکل ۶).



شکل ۶- تصویر تهیه شده با پرتو ایکس از مولکول دنا توسط

ویلکینز و فرانکلین



تست ۳: با تکنیک پرتو ایکس چند مورد قابل تعیین است؟

(الف) تعیین ابعاد مولکول

(ب) شکل مولکول

(پ) جایگاه اتمها در پلی مر

(ت) تعداد رشته های پلی مر

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

پاسخ: گزینه «۴» صحیح است.



تست ۴: کدام از یافته های واتسون و کریک برای معرفی

مدل نردبان مارپیچ دنا است؟

(۱) برابر بودن مقدار A با T و C با G

(۲) مارپیچی شکل بودن مولکول دنا

(۳) شناخت از پیوندهای شیمیایی

(۴) تعیین ابعاد مولکول دنا

پاسخ: گزینه «۳» صحیح است.



تست ۵: ویلکینز و فرانکلین در زمینه شناسایی ساختار

مولکول های DNA ، (سراسری خارج کشور ۸۸)

(۱) مدل نردبان مارپیچ DNA را ارائه دادند.

(۲) مقدار بازهای آلی در DNA جانداران مختلف را اندازه گرفتند.

(۳) تصاویری از بلورهای مولکول DNA به روش پراش پرتو ایکس تهیه کردند.

(۴) DNA باکتری های پوشینه دار و بدون پوشینه را به طور خالص تهیه نمودند.

پاسخ: گزینه «۱» صحیح است.



تست ۶: در یک مولکول DNA ، تعداد کم تر از

(سراسری ۸۹)

سایرین است.

(۱) بازهای پورینی

(۲) پیوندهای هیدروژنی

(۳) پنتوزها

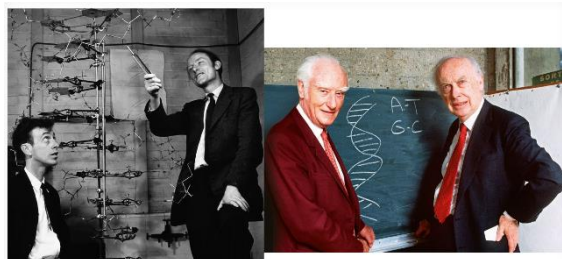
(۴) پیوندهای فسفودی استر

پاسخ: گزینه «۱» صحیح است.

با بررسی این تصاویر در مورد ساختار دنا نتایجی را به دست آوردند از جمله این که دنا حالت مارپیچی و بیش از یک رشته دارد. البته با استفاده از این روش ابعاد مولکولها را نیز تشخیص دادند.

مدل مولکولی دنا

واتسون و کریک با استفاده از نتایج آزمایش های چارگاف و داده های حاصل از تصاویر تهیه شده با پرتو ایکس و با استفاده از یافته های خود، مدل مولکولی نردبان مارپیچ را ساختند که باعث شد در سال ۱۹۶۲ جایزه نوبل را دریافت کنند. نتایج حاصل از این تحقیقات با پژوهش های امروزی مورد تأیید قرار گرفته اند.



شکل ۷- واتسون و کریک و مدل پیشنهادی آن ها برای دنا

نکات کلیدی مدل واتسون و کریک

هر مولکول دنا در حقیقت از دو رشته پلی نوکلئوتیدی ساخته شده است که به دور محوری فرضی پیچیده شده و ساختار مارپیچ دو رشته ای را ایجاد می کند. این مارپیچ اغلب با یک نردبان پیچ خورده مقایسه می شود. ستون های این نردبان را قند و فسفات و پله ها را بازهای آلی تشکیل می دهند. بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور پیوند فسفودی استر و بین بازهای روبه روی هم پیوند هیدروژنی برقرار است (شکل ۸).



- تمرین ۱۰:** مشخص کنید کدام موارد مطابق با نکات کلیدی مدل واتسون و کریک می‌باشد؟
- (۱) در یک زنجیره، بین دو قند، پیوند فسفودی‌استر وجود دارد.
 - (۲) پله‌های نردبان فرضی از نظر تعداد پیوندهای هیدروژنی نمی‌توانند متفاوت باشند.
 - (۳) دنا دارای چهار نوع پله می‌باشد.
 - (۴) پیوند بین جفت بازها به صورت اختصاصی تشکیل می‌شود.
 - (۵) پیوند بین جفت بازهای پورین بیش‌تر از جفت بازهای پیریمیدین است.
 - (۶) در هنگام رونویسی به دلیل شکسته شدن پیوند هیدروژنی پایداری دنا به هم می‌خورد.
 - (۷) در هنگام همانندسازی به دلیل شکسته شدن پیوند هیدروژنی پایداری دنا به هم می‌خورد.
 - (۸) قرار گرفتن A مقابل T و C مقابل G باعث می‌شود که قطر دنا در سراسر آن یکسان باشد.
 - (۹) انرژی پیوندی بین جفت بازهای T و A بیش‌تر از بازهای G و C است.
 - (۱۰) ممکن نیست اجزای شرکت کننده در دو ستون دنا یکسان باشند.

پاسخ:

- (۱ ص / ۲ غ / ۳ ص / ۴ ص / ۵ غ)
(۶ غ / ۷ غ / ۸ ص / ۹ غ / ۱۰ غ)



- تست ۷:** کدام گزینه جمله زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟ به‌طور طبیعی در هر دنا
- (۱) نیروی نگهدارندهٔ دو رشته در سراسر طول آن ثابت است.
 - (۲) توالی نوکلئوتیدی یک رشته با رشته دیگر همواره متفاوت است.
 - (۳) مقدار پورین‌های یک رشته با پورین‌های رشته دیگر متفاوت است.
 - (۴) مقدار پورین‌های یک رشته با پیریمیدین‌های رشته دیگر متفاوت است.

پاسخ:

گزینه «۲» صحیح است.



شکل ۸- مدل مارپیچ دو رشته‌ای دنا

پیوندهای هیدروژنی بین بازها، دو رشته دنا را در مقابل هم نگه می‌دارد. این پیوندها بین جفت بازها به‌صورت اختصاصی تشکیل می‌شوند. آدنین (A) با تیمین (T) روبه‌روی هم قرار می‌گیرند و گوانین (G) با سیتوزین (C) جفت می‌شوند. به این جفت بازها **بازهای مکمل** می‌گویند. بین C و G و نسبت به A و T پیوند هیدروژنی بیش‌تری تشکیل می‌شود. قرارگیری جفت بازها به این شکل 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. نتیجهٔ دیگر جفت‌شدن بازهای مکمل این است که اگر چه دو رشتهٔ یک مولکول دنا یکسان نیستند، ولی شناسایی ترتیب نوکلئوتیدهای هر کدام می‌تواند ترتیب نوکلئوتیدهای رشتهٔ دیگر را هم مشخص کند؛ مثلاً اگر ترتیب نوکلئوتیدها در یک رشته ATGC باشد ترتیب نوکلئوتیدها در رشتهٔ مکمل آن باید TACG باشد.



تمرین ۱۱: درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را

مشخص کنید:

الف) هر نوع رنایی از روی بخشی از یکی از رشته های دنا ساخته می شود.

ب) نوکلئیک اسید شرکت کننده در رناتن (ریبوزوم) با نوکلئیک اسید در هسته تن (نوکلئوزوم) از نظر بازهای پیریمیدینی می تواند متفاوت باشد.

پ) مولکول هایی که دستورالعمل های دنا را اجرا می کنند نمی توانند با واحدهای سازنده پروتئین پیوند برقرار کنند.

ت) مولکولی هایی که دستورالعمل های دنا را اجرا می کنند نمی توانند نقش آنزیمی داشته باشد.

ث) مولکولی که مستقیماً از روی ژن ساخته می شود نمی تواند در تنظیم بیان ژن نقش داشته باشد.

پاسخ:

الف- ص / ب- غ / پ- غ / ت- غ



تمرین ۱۲: موارد ستون «الف» را با ستون «ب» ارتباط

دهید.

محل تولید در سلول یوکاریوتی	نوکلئوتید
a) هسته	ATP (۱)
b) سیتوپلاسم	FADH _۲ (۲)
c) راکیزه	NADH (۳)
d) سبزدیسه	NADPH (۴)

پاسخ:

۱) b, c, d

۲) c

۳) b, c

۴) d

اگر چه هر پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی پیوند کمی دارد، ولی وجود هزاران یا میلیون ها نوکلئوتید و برقراری پیوند هیدروژنی بین آن ها به مولکول دنا حالت پایدارتری می دهد. در عین حال، دو رشته دنا در موقع نیاز هم می توانند در بعضی از نقاط از هم جدا شوند و بدون اینکه پایداری آن ها به هم بخورد.

رنا و انواع آن

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

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

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

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

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

ژن چیست؟

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

دخالت نوکلئوتیدها در واکنش های سوخت و سازی:

نوکلئوتیدها علاوه بر شرکت در ساختار دنا و رنا نقش های اساسی دیگری نیز در یاخته بر عهده دارند.

برای مثال نوکلئوتید آدنین دار ATP (آدنوزین تری فسفات) به عنوان منبع رایج انرژی در یاخته است و یاخته در فعالیت های مختلف از آن استفاده می کند.

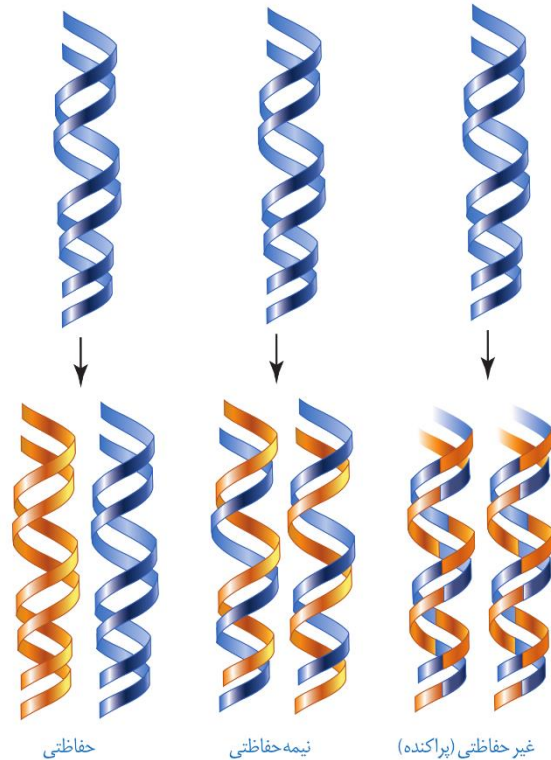
همچنین نوکلئوتیدها در ساختار مولکول هایی وارد می شوند که در فرایندهای فتوسنتز و تنفس یاخته ای نقش حامل الکترون را بر عهده دارند. با این مولکول ها در فصل های آینده آشنا خواهید شد.

گفتار ۲: همانندسازی دنا

با توجه به این که 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؛ گر چه طرح‌های مختلفی برای همانندسازی دنا پیشنهاد شده بود (شکل ۹).



شکل ۹- طرح‌های مختلف برای همانندسازی

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

۲- همانندسازی نیمه‌حفاظتی: 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 نیمه‌حفاظتی می‌گویند.



تمرین ۱۳: با توجه به انواع مدل همانندسازی دنا، در کدام مدل در هر رشته پلی نوکلئوتیدی دنا، نوکلئوتیدهای جدید و قدیم وجود دارد؟

الف) حفاظتی

ب) نیمه‌حفاظتی

پ) غیرحفاظتی

پاسخ:

پ) غیرحفاظتی



تمرین ۱۴: اگر دنا اولیه دارای ^{15}N باشد و بخواهد با نوکلئوتیدهای دارای ^{14}N با مدل‌های زیر همانندسازی کند پس از یکبار همانندسازی از نظر چگالی، مولکول‌های حاصل چگونه‌اند؟

الف) در مدل حفاظتی

ب) در مدل نیمه‌حفاظتی

پ) در مدل غیرحفاظتی

پاسخ:

الف- یک مولکول سنگین و دیگری سبک

ب- هر دو مولکول متوسط

ج- هر دو مولکول می‌تواند متوسط باشد.



تمرین ۱۵: به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

الف) در کدام مدل همانندسازی هر یک از DNAها نوکلئوتید جدید دارند؟

ب) در کدام مدل همانندسازی هیچ یک از رشته‌های DNAها نمی‌توانند فقط نوکلئوتید قدیمی داشته باشند؟

پ) در کدام مدل همانندسازی بین رشته‌های جدید و قدیم دنا، پیوند هیدروژنی تشکیل نمی‌شود؟

ت) در کدام مدل همانندسازی پیوند فسفو دی‌استر دنا اولیه می‌شکند؟

پاسخ:

الف- نیمه‌حفاظتی و پراکنده

ب- پراکنده

پ- حفاظتی

ت- پراکنده



تست ۸: اگر دناي ^{15}N بخواهد با نوکلئوتیدهای ^{14}N به روش همانندسازی کند، انتظار می‌رود پس از یک بار همانندسازی، در لوله‌های آزمایش خارج شده از دستگاه فراگریزانه

(۱) حفاظتی - یک نوار در وسط لوله تشکیل شود.

(۲) پراکنده - یک نوار در وسط لوله تشکیل شود.

(۳) حفاظتی - دو نوار یکی در وسط و دیگری در پایین لوله تشکیل شود.

(۴) پراکنده - دو نوار یکی در وسط و دیگری در پایین لوله تشکیل شود.

پاسخ:

گزینه «۲» صحیح است.



تست ۹: در ارتباط با آزمایش مزلسون و استال چند مورد صحیح است؟

* دناهای به‌دست آمده پس از ۲۰ دقیقه نسبت به دناهای صفر دقیقه، در دستگاه فراگریزانه چگالی کم تری دارند.

* بعد از ۲۰ دقیقه همانندسازی همه دناها در دستگاه فراگریزانه چگالی برابری داشتند.

* همه دناهای به‌دست آمده پس از ۴۰ دقیقه در دستگاه فراگریزانه چگالی متفاوتی با دناهای صفر دقیقه داشتند.

* نیمی از دناهای به‌دست آمده پس از ۴۰ دقیقه در دستگاه فراگریزانه چگالی مشابهی با دناهای ۲۰ دقیقه داشتند.

۴(۱) ۱(۲) ۲(۳) ۳(۴)

پاسخ:

گزینه «۴» صحیح است.

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

کدام طرح مورد تأیید قرار گرفته است؟

مزلسون و استال با به‌کارگیری روش علمی پاسخ این پرسش را به‌دست آوردند. آن‌ها فرضیه‌های متعدد ارائه شده را در نظر گرفتند و با توجه به امکانات، آزمایشی را طراحی کردند تا بتوانند به پاسخ قانع‌کننده‌ای برسند. برای شروع کار، آن‌ها باید بتوانند رشته‌های دناي نوساز را از رشته‌های قدیمی تشخیص دهند. آن‌ها با این هدف دنا را با استفاده از نوکلئوتیدهایی که ایزوتوپ سنگین نیتروژن (^{15}N) دارند، نشان‌گذاری کردند.

دناهایی که با ^{15}N ساخته می‌شوند نسبت به دناي معمولی که در نوکلئوتیدهای خود ^{14}N دارد چگالی بیش‌تری دارند. بنابراین به‌وسیلهٔ گریزانه با سرعت بسیار بالا می‌توان آن‌ها را از هم جدا کرد. آن‌ها ابتدا باکتری‌ها را در محیطی دارای ^{15}N کشت دادند. ^{15}N در ساختار بازهای آلی نیتروژن‌دار که در ساخت دناي باکتری شرکت می‌کنند، وارد شدند. پس از چندین مرحله رشد و تکثیر در این محیط، باکتری‌هایی تولید شدند که دناي سنگین تری نسبت به باکتری‌های اولیه داشتند.

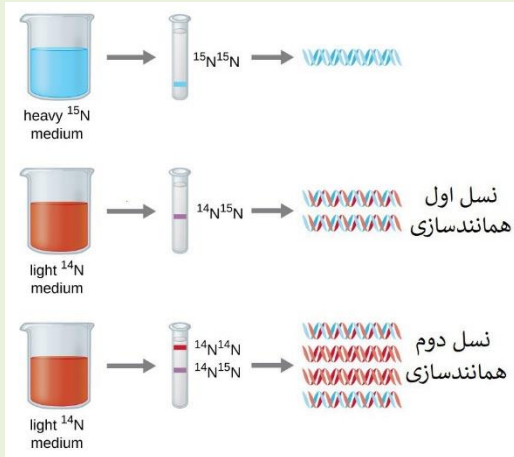
سپس این باکتری‌ها را به محیط کشت دارای ^{14}N منتقل کردند. با توجه به این‌که تقسیم باکتری‌ها حدود ۲۰ دقیقه طول می‌کشد در فواصل ۲۰ دقیقه‌ای باکتری‌ها را از محیط کشت جدا و بررسی کردند.

برای سنجش چگالی دناها در هر فاصلهٔ زمانی، دناي باکتری را استخراج و در شیبی از محلول **سزیم کلرید** با غلظت‌های متفاوت و در سرعتی بسیار بالا گریز دادند؛ در نتیجه مواد براساس چگالی در بخش‌های متفاوتی از محلول در لوله قرار گرفتند. مراحل آزمایش مزلسون و استال و نتایج آن را در شکل ۱۰ می‌بینید.

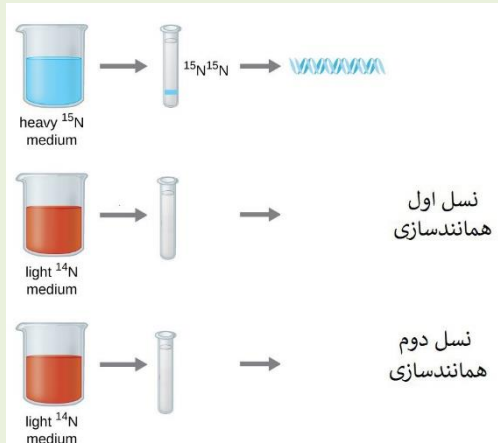
همان‌طور که مشاهده می‌کنید نتایج این آزمایش نشان داد که همانندسازی دنا، نیمه حفاظتی است.



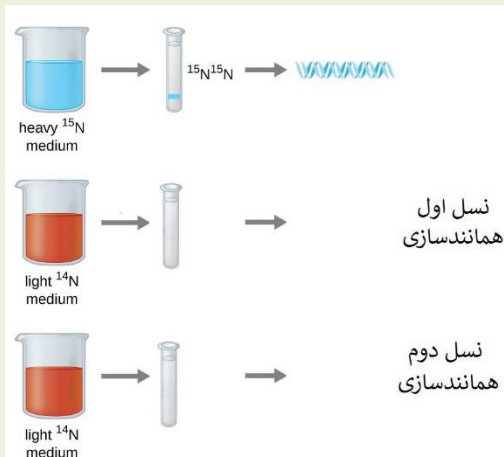
تمرین ۱۶: اگر شکل زیر نمونه آزمایش مزلسون و استال برای مدل نیمه حفاظت شده برای دنا باشد به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:



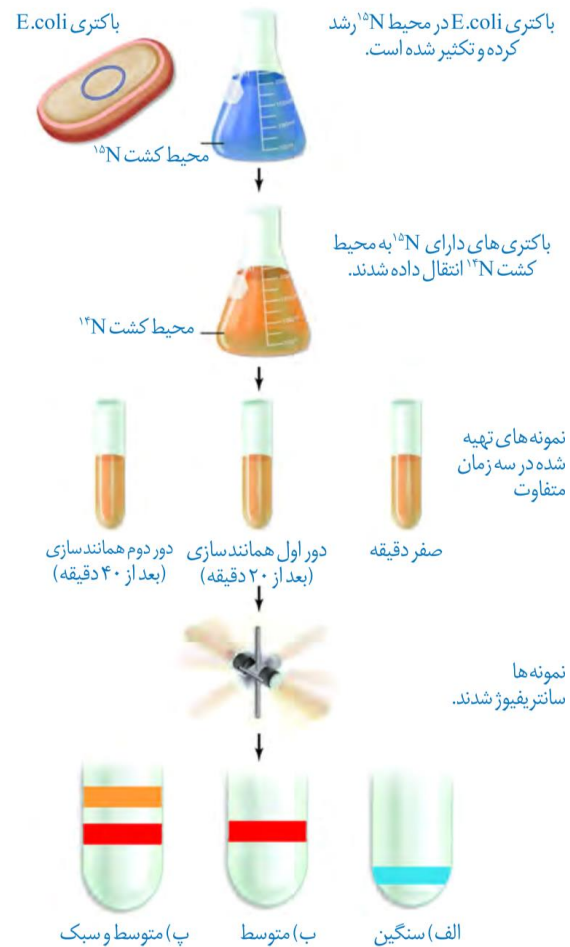
الف) اگر مدل همانندسازی با مدل پراکنده مطابقت داشت دناها چگونه و نوارها در کجا تشکیل می‌شوند؟



ب) اگر مدل همانندسازی با مدل حفاظت شده مطابقت داشت دناها چگونه و نوارها در کجا تشکیل می‌شوند؟



پاسخ:



شکل ۱۰-۱ آزمایش‌های مزلسون و استال و نتایج به دست آمده: الف) دِنای باکتری‌های اولیه پس از گریز دادن یک نوار در انتهای لوله تشکیل دادند چون هر دو رشته دِنای آن‌ها ^{15}N و چگالی سنگینی داشت.

ب) دِنای باکتری‌های حاصل از دور اول همانندسازی در محیط کشت حاوی ^{14}N (بعد از ۲۰ دقیقه) پس از گریز دادن نواری در میانه لوله تشکیل دادند. پس دِنای آن‌ها چگالی متوسط داشت.

پ) دِنای باکتری‌های حاصل از دور دوم همانندسازی (بعد از ۴۰ دقیقه) پس از گریز دادن دو نوار، یکی در میانه و دیگری در بالای لوله تشکیل دادند. پس نیمی از آن‌ها چگالی متوسط و نیمی چگالی سبک داشتند. چرا؟

با مشخص شدن این‌که همانندسازی به صورت نیمه حفاظتی انجام می‌شود، سؤال دیگری مطرح شد: **دو رشته دِنای چگونه از یکدیگر باز می‌شوند؟** آیا هر دو رشته کاملاً از یکدیگر جدا می‌شوند و سپس همانندسازی انجام می‌شود یا جدا شدن دو رشته تدریجی و همراه با آن همانندسازی انجام می‌شود؟



تست ۱۰: چند مورد به عنوان مهم ترین عوامل مؤثر در همانندسازی دنا شناخته می شود؟

- وجود نوکلئوتیدهای آزاد سه فسفات در یاخته
- وجود دو رشته پلی نوکلئوتیدی به عنوان الگو
- وجود آنزیمی برای باز کردن دو رشته از هم
- وجود مولکولی که دستورالعمل های دنا را اجرا کند.

۱(۱) ۲(۲) ۳(۳) ۴(۴)

پاسخ:

گزینه «۳» صحیح است. مورد چهارم نادرست است.



تمرین ۱۷: ترتیب مراحل برای انجام فرآیند همانندسازی دنا در یک یاخته یوکاریوتی را مشخص کنید:

- الف) تشکیل پیوند فسفو دی استر
- ب) گسیخته شدن پیوندهای هیدروژنی
- پ) جفت شدن بازهای مکمل
- ت) ناپدید شدن هسته تن

پاسخ:

ت-ب-پ-الف



تمرین ۱۸: جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز پر کنید.

- الف) در هر دو راهی همانندسازی (یک- دو) آنزیم هلیکاز فعالیت دارد.
- ب) در هر دو راهی همانندسازی (دو- چهار) آنزیم دنا سپاراز شرکت دارند.
- پ) در بین دو ساختار Y، نوکلئوتیدهای جدید به سر زنجیره دارای (فسفات- هیدروکسیل) است.
- ت) دنا سپاراز با جدا کردن (یک- دو) فسفات نوکلئوتید آزاد آن را به زنجیره متصل می کند.

پاسخ:

الف- یک / ب- دو / پ- هیدروکسیل / ت- دو

تحقیقات نشان داده است که در محلی که قرار است همانندسازی انجام شود دو رشته از هم بازمی شوند. بقیه قسمت ها بسته هستند و به تدریج باز می شوند.

عوامل و مراحل همانندسازی

در همانندسازی عوامل متعددی مؤثرند که **مهم ترین آن ها** به شرح زیر است:

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

مراحل همانندسازی: قبل از همانندسازی دنا باید پیچ و تاب دنا باز و پروتئین های همراه آن یعنی **هیستون ها از آن جدا شوند** تا همانندسازی بتواند انجام شود. این کارها با کمک آنزیم هایی انجام می شود. سپس آنزیم هلیکاز مارپیچ دنا و دو رشته آن را باز می کند (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- همانندسازی دنا

به نظر شما برای باز شدن دو رشته دنا آنزیم هلیکاز چه پیوندهایی را از هم باز می کند؟

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

دوراهی همانندسازی: در شکل ۱۱ می بینید در محلی که دو رشته دنا از هم جدا می شوند، دو ساختار Y مانند به وجود می آید که به هر یک از آن ها دوراهی همانندسازی می گویند. در فاصله بین این دو ساختار، پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته از هم گسیخته و دو رشته از یکدیگر باز شده اند. همچنین پیوندهای فسفودی استر جدیدی در حال تشکیل هستند. دنا بسیار از نوکلئوتیدها را به انتهای رشته در حال تشکیل اضافه می کند.



تمرین ۱۹: درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

(الف) رشته جدید در حال تشکیل مقابل رشته الگو ۱ دنا، با رشته الگو ۲ دنا یکسان است.

(ب) در همانندسازی تعداد پیوندهای هیدروژنی تشکیل شده دو برابر پیوندهای هیدروژن شکسته شده است.

(پ) در محل دوراهی همانندسازی نوکلئوتیدهای یوراسیل دار حضور دارند.

(ت) کل دقت همانندسازی به رابطهٔ مکملی بین نوکلئوتیدها وابسته است.

پاسخ:

الف - درست / ب - درست / پ - درست / ت - نادرست



تست ۱۱: چند مورد در ارتباط با فعالیت آنزیم دنا بسپاراز نادرست است؟

- پس از هر فعالیت نوکلئازی برمی‌گردد و رابطهٔ مکملی نوکلئوتیدها را بررسی می‌کند.

- برای عمل ویرایش به همکاری هلیکاز نیاز دارد.

- می‌تواند مهم‌ترین پروتئین‌های فام‌تن‌ها را از آن دنا جدا کند.

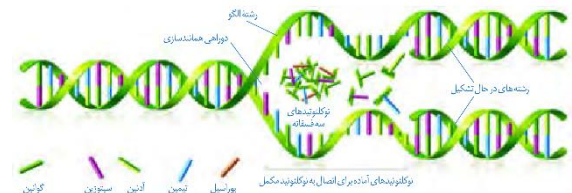
- برای اضافه کردن ATP به زنجیره جدید ابتدا دو فسفات آن را آزاد می‌کند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

پاسخ:

گزینه «۴» صحیح است.

اضافه شدن یک نوکلئوتید به نوع بازی بستگی دارد که در نوکلئوتید رشته الگو قرار دارد. هر نوکلئوتید باید با نوکلئوتید روی رشته الگو مکمل باشد. هنگام اضافه شدن هر نوکلئوتید سه فسفات به انتهای رشته پلی‌نوکلئوتید دو تا از فسفات‌های آن از مولکول جدا می‌شوند و نوکلئوتید به صورت تک فسفات به رشته متصل می‌شود (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- همانندسازی دنا

فعالیت‌های آنزیم دنا بسپاراز:

همانندسازی دنا با دقت زیادی انجام می‌شود؛ این دقت تا حدود زیادی مربوط به رابطهٔ مکملی بین نوکلئوتیدها است. اگر چه آنزیم دنا بسپاراز، نوکلئوتیدها را براساس رابطهٔ مکملی مقابل هم قرار می‌دهد ولی گاهی در این مورد اشتباهی هم صورت می‌گیرد؛ بنابراین آنزیم دنا بسپاراز پس از برقراری هر پیوند فسفودی استر، برمی‌گردد و رابطهٔ مکملی نوکلئوتید را بررسی می‌کند که رابطهٔ 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 فسفودی استر را بشکند و نوکلئوتید نادرست 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 بسپارازی (پلیمرازی) دارد که در آن پیوند فسفودی استر را تشکیل می‌دهد و هم فعالیت نوکلئازی که در آن پیوند فسفودی استر را برای رفع اشتباه می‌شکند. فعالیت نوکلئازی دنا بسپاراز را که باعث رفع اشتباه در همانندسازی می‌شود، ویرایش می‌گویند.

همانندسازی در پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها

در پروکاریوت‌ها (پیش‌هسته‌ای‌ها) که شامل همهٔ باکتری‌ها می‌شوند، مولکول‌های وراثتی در غشا محصور نشده و فام‌تن اصلی به صورت یک مولکول دنا حلقوی است که در سیتوپلاسم قرار دارد و به غشای پلاسمایی یاخته متصل است. پروکاریوت‌ها علاوه بر دنا اصلی ممکن است مولکول‌هایی از دنا دیگر به نام دیسک (پلازمید) داشته باشند. اطلاعات این مولکول‌ها می‌تواند ویژگی‌های دیگری را به باکتری بدهد مانند افزایش مقاومت باکتری در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها.

اغلب پروکاریوت‌ها فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در دنا خود دارند. در این جایگاه دو رشته دنا از هم باز می‌شوند. همانند یوکاریوت‌ها همانندسازی دو جهتی در باکتری‌ها نیز وجود دارد؛ یعنی از یک نقطه همانندسازی شروع و در دو جهت ادامه می‌یابد تا به همدیگر رسیده و همانندسازی پایان یابد (شکل ۱۳).



تمرین ۲۰: درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

الف- در **E.Coli**، فام تن اصلی به ساختاری با تراوایی نسبی در تماس است.

ب- اغلب پیش هسته‌هایها فقط یک جایگاه همانندسازی دارند.

پ- برخلاف همانندسازی دناهای هسته، در پیش هسته ای ها دو راهی‌ها همانندسازی ایجاد شده در یک جایگاه آغاز، به هم می‌رسند.

ت- هر اندامک دارای دنا حلقوی در یوکاریوت‌ها، توانایی تولید آدنوزین تری فسفات را دارد.

پاسخ:

الف- درست / ب- درست / پ- درست / ت- نادرست



تمرین ۲۱: جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز پر کنید.
الف) ژن‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک در باکتری‌ها بر روی (فام تن اصلی- دیسک) قرار دارد.

ب) در تارهای ماهیچه‌ای تند نسبت ماهیچه‌های کند، تعداد دناهای حلقوی (کم‌تر- بیش تر) است.

پ) تنوع اندامک‌های دارای دنا حلقوی در یاخته‌های نگهبان روزنه (کم‌تر- بیش تر) از یاخته‌های پارانسیم خورش است.

ت) در هوهسته‌ای‌ها سرعت همانندسازی در بخش‌های باز شده بر روی یک مولکول دنا الزاماً یکسان (است- نیست)

پاسخ:

الف- دیسک / ب- کم تر / پ- بیش تر / ت- نیست



تست ۱۲: کدام عبارت نادرست است؟

(۱) تعداد نقطه آغاز همانندسازی در یاخته‌های ترشح‌کننده **HCG** زیاد است.

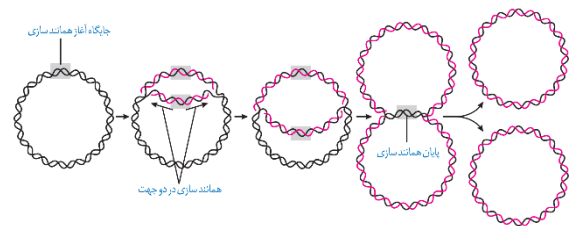
(۲) تعداد نقطه همانندسازی در یاخته‌های ملانوما همانند لیپوما زیاد است.

(۳) با تزریق واکسن تعداد نقاط آغاز همانندسازی یاخته‌های پادتن‌ساز زیاد می‌شود.

(۴) یاخته **G₀** ممکن است از نقطه آغاز همانندسازی خود استفاده کند.

پاسخ: گزینه «۳» صحیح است.

در یوکاریوت‌ها (هوهسته‌ای‌ها) که بقیه موجودات زنده یعنی آغازیان، قارچ‌ها، گیاهان و جانوران را شامل می‌شوند دنا در هر فام تن به صورت خطی است و مجموعه‌ای از پروتئین‌ها که مهم‌ترین آن‌ها هیستون‌ها هستند همراه آن قرار دارند. بیش تر دنا درون هسته قرار دارد که به آن **دناي هسته‌ای** گفته می‌شود. در یوکاریوت‌ها علاوه بر هسته در سیتوپلاسم نیز مقداری دنا وجود دارد که به آن **دناي سیتوپلاسمی** گفته می‌شود. این نوع از دنا که حالت حلقوی دارد در **راکیزه (میتوکندری)** و **دیسک (پلاست)** دیده می‌شود.

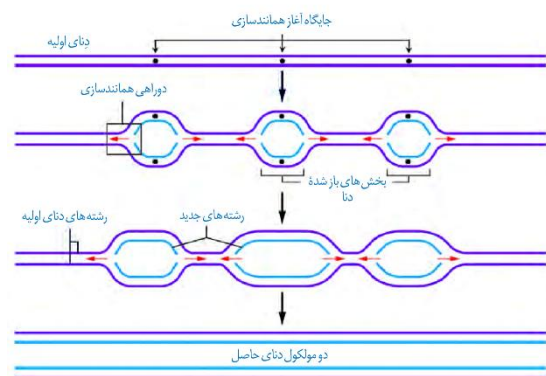


شکل ۱۳- همانندسازی دو جهتی دنا در یوکاریوت‌ها با یک نقطه آغاز

همانندسازی در یوکاریوت‌ها بسیار پیچیده‌تر از پروکاریوت‌ها است. علت این مسئله وجود مقدار زیاد دنا و قرار داشتن در چندین فام تن است که هر کدام از آن‌ها چندین برابر دناي باکتری هستند. بنابراین اگر فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در هر فام تن داشته باشند مدت زمان زیادی برای همانندسازی لازم است.

به همین علت در یوکاریوت‌ها، آغاز همانندسازی در چندین نقطه در هر فام تن انجام می‌شود. (شکل ۱۴)

تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی در یوکاریوت‌ها حتی می‌تواند بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم شود؛ مثلاً در دوران جنینی در مراحل مورولا و بلاستولا (مرحله تشکیل بلاستوسیست) سرعت تقسیم زیاد و تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی هم زیاد است ولی پس از تشکیل اندام‌ها سرعت تقسیم و تعداد جایگاه‌های آغاز کم می‌شوند.



شکل ۱۴- همانندسازی در یوکاریوت‌ها

**تست ۱۳:** چند مورد صحیح است؟

- در ساختار هیچ آمینواسیدی ممکن نیست R، با هیچ یک از گروه‌های دیگر ساختار عمومی، شبیه باشد.
- گروهی که ویژگی منحصر به فرد هر آمینواسید را تعیین می‌کند ممکن نیست در تشکیل پیوند پپتیدی شرکت داشته باشد.
- در ساختار عمومی هر آمینواسیدی، دو ظرفیت کربن مرکزی توسط گروه‌های آمینی و کربوکسیل پر شده است.
- بیش از ۲۰ نوع آمینواسید در طبیعت یافت می‌شوند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

پاسخ:**گزینه «۳» صحیح است. فقط مورد اول نادرست است.****تمرین ۲۲:** جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز

پر کنید.

- الف) پیوند فسفو دی‌استر (همانند- برخلاف) پیوندهای پپتیدی نوعی پیوند اشتراکی است.
- ب) پلی پپتیدهای شرکت کننده در ساختار پروتئین‌ها (نمی‌توانند - می‌توانند) منشعب باشند.
- پ) ساختار اکسی‌توسین (همانند- برخلاف) عمل اکسی‌توسین به ترتیب آمینواسید بستگی دارد.
- ت) برای تشکیل هر پیوند پپتیدی (حداقل- فقط) یک مولکول آب خارج می‌شود.

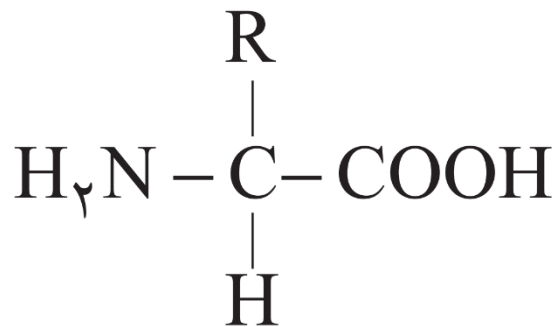
پاسخ:**الف - همانند****ب - نمی‌توانند****پ - همانند****ت - فقط**

گفتار ۳: پروتئین‌ها

علاوه بر دنا و رنا که در یاخته ذخیره و انتقال اطلاعات را بر عهده دارند مولکول‌های دیگری نیز هستند که به انجام فرایندهای مختلف یاخته‌ای کمک می‌کنند. از جمله این مولکول‌ها پروتئین‌ها هستند که نقش بسیار مهمی در فرایندهای یاخته‌ای دارند.

ساختار آمینواسیدها

پروتئین‌ها بسپارهایی از آمینواسیدها هستند. نوع، ترتیب و تعداد آمینواسیدها در پروتئین، ساختار و عمل آن‌ها را مشخص می‌کند. آمینواسیدها همان طور که از نامشان برمی‌آید یک گروه آمین ($-NH_2$) و یک گروه اسیدی کربوکسیل ($-COOH$) دارند. همان طور که در شکل ۱۵ 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. گروه R در آمینو اسیدهای مختلف متفاوت است و ویژگی‌های منحصر به فرد هر آمینواسید به آن بستگی دارد.



شکل ۱۵- ساختار عمومی یک آمینواسید

هر آمینواسید می‌تواند در شکل‌دهی پروتئین مؤثر باشد و تأثیر آن به ماهیت شیمیایی گروه R بستگی دارد.

پیوند پپتیدی آمینواسیدها را به یکدیگر متصل می‌کند

آمینواسیدهای مختلف با حضور آنزیم، 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. شکل ۱۶ الگوی ساده‌ای از چگونگی تشکیل این پیوند را نشان می‌دهد.



تمرین ۲۳: به پرسش های زیر پاسخ دهید.

۱- اگر شکل زیر مربوط به یک زنجیره پلی نوکلئوتیدی باشد، نوکلئوتید آزاد به کدام سر زنجیره اضافه می شود؟

(ب) OH-----P (الف)

۲- اگر شکل زیر مربوط به یک زنجیره پلی پپتیدی باشد، آمینواسید جدید به کدام سر زنجیره اضافه می شود؟

(ب) NH₂-----COOH (الف)

پاسخ:

۱- ب

۲- الف



تمرین ۲۴: جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز

پر کنید.

(الف) H مولکول آب خارج شده به عامل (کربوکسیل - آمینی) آمینواسید شماره (۱۴-۱۵) بوده است.

(ب) OH مولکول آب خارج شده مربوط به عامل (کربوکسیل - آمین) آمینواسید شماره (۱۴-۱۵) بوده است.

پاسخ:

الف - آمینی - ۱۵

ب - کربوکسیل - ۱۴



تست ۱۳: برای شناسایی ترتیب خاص آمینواسیدهای

میوگلوبین از روش های استفاده می شود و برای این کار پیوندهای پپتیدی می شوند.

(۱) شیمیایی - آب کافت

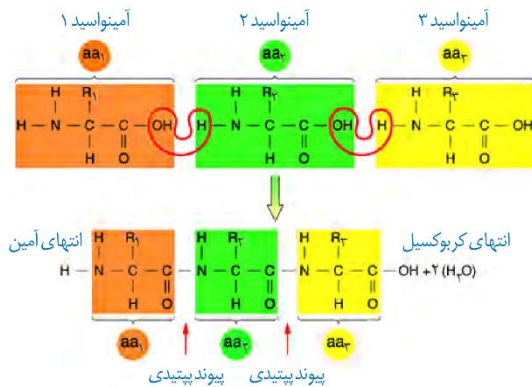
(۲) پرتو ایکس - آب کافت

(۳) شیمیایی - سنتز آبدهی

(۴) پرتو ایکس - سنتز آبدهی

پاسخ:

گزینه «۱» صحیح است.



شکل ۱۶- تشکیل پیوند پپتیدی

وقتی تعدادی آمینواسید با پیوند پپتیدی به هم وصل شوند، زنجیره ای از آمینواسیدها به نام پلی پپتید تشکیل می شود. پروتئین ها از یک یا چند زنجیره بلند و بدون شاخه از پلی پپتیدها ساخته شده اند.

هر نوع پروتئین، ترتیب خاصی از آمینواسیدها را دارد که با استفاده از روش های شیمیایی، آمینواسیدها را جدا و آن ها را شناسایی می کنند. اگر چه آمینواسیدها در طبیعت انواع گوناگونی دارند اما فقط ۲۰ نوع از آن ها در ساختار پروتئین ها به کار می روند.

سطوح مختلف ساختاری در پروتئین ها

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

اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد میوگلوبین بود. آیا به یاد می آورید میوگلوبین در بدن چه نقشی دارد؟ این پروتئین از یک رشته پلی پپتید تشکیل شده است.

ساختار پروتئین ها در چهار سطح بررسی می شود که هر ساختار مینای تشکیل ساختار بالاتر است (شکل ۱۷).



تمرین ۲۵: در ارتباط با ساختار اول پروتئین‌ها درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

(الف) همه پیوندهای آن از نوع اشتراکی است.

(ب) برای تشکیل این ساختار گروه R آمینواسید هیچ دخالتی ندارد.

(پ) این ساختار توسط توالی نوکلئوتیدی ژن تعیین می‌شود.

(ت) در این ساختار دو نوع آمینواسید می‌توانند تکرار یکسانی داشته باشند.

پاسخ:

الف- درست / ب- درست / پ- درست / ت- درست



تست ۱۴: چند مورد جمله زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

در ارتباط با ساختار اول پروتئین‌ها

- هیچ محدودیتی در توالی آمینواسیدها وجود ندارد.

- هر تغییری موجب تغییر فعالیت آن می‌شود.

- سه نوع رنا فعالیت داشته‌اند.

- توالی آمینواسیدها اهمیت دارد چرا که سطح چهارم همه پروتئین‌ها به آن وابسته است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

پاسخ:

گزینه «۲» صحیح است. موارد اول و سوم



تمرین ۲۶: درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

(الف) هر پیوند موجود در ساختار اول پروتئین، در ساختار دوم آن نیز وجود دارد.

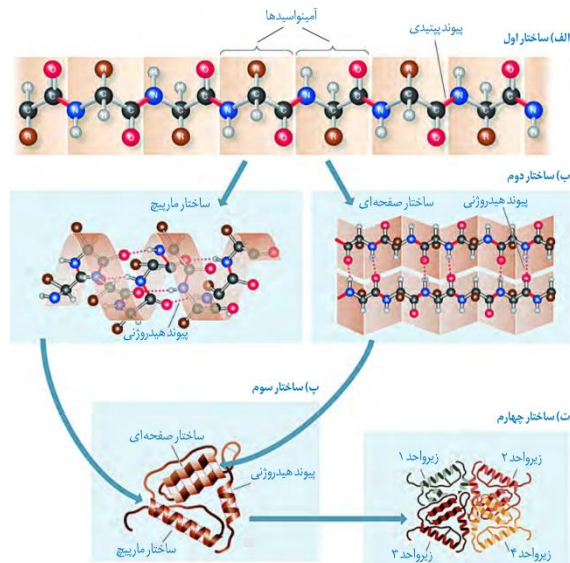
(ب) ساختار دوم پروتئین همانند ساختار اول پروتئین از طریق پیوند پپتیدی ایجاد می‌شود.

(پ) برای ایجاد ساختار دوم پیوند بین گروه‌های R آمینواسیدها ضروری است.

(ت) نوع پیوندی که منشأ ساختار دوم میوگلوبین می‌شود ممکن نیست در بین نوکلئوتیدهای یک زنجیره اسید نوکلئیک تشکیل شود.

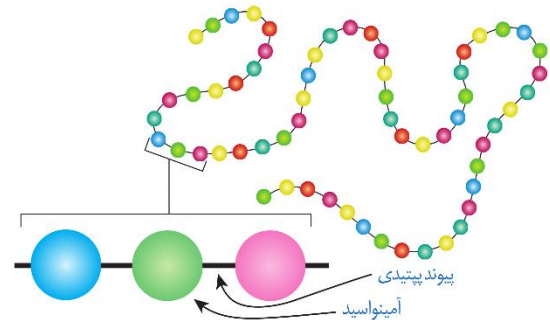
پاسخ:

الف- درست / ب- نادرست / پ- نادرست / ت- نادرست



شکل ۱۷- ساختار پروتئین‌ها در چهار ساختار بررسی می‌شود.

ساختار اول پروتئین- توالی آمینواسیدها: نوع، تعداد، ترتیب و تکرار آمینواسیدها، ساختار اول پروتئین‌ها را تعیین می‌کنند. ساختار اول با ایجاد پیوندهای پپتیدی بین آمینواسیدها شکل می‌گیرد و 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 این که محدودیتی در توالی آمینواسیدها در ساختار اول پروتئین‌ها وجود ندارد پروتئین‌های حاصل می‌توانند بسیار متنوع باشند. با توجه به اهمیت توالی آمینواسیدها در ساختار اول، همه سطوح دیگر ساختاری در پروتئین‌ها به این ساختار بستگی دارند (شکل ۱۷- الف).



شکل ۱۸- ساختار اول پروتئین‌ها

ساختار دوم- الگوهایی از پیوندهای هیدروژنی: بین بخش‌هایی از زنجیره پلی‌پپتیدی می‌تواند پیوندهای هیدروژنی برقرار شود. این پیوندها منشأ تشکیل ساختار دوم در پروتئین‌ها هستند که به چندصورت دیده می‌شوند. دو نمونه معروف آن‌ها ساختار مارپیچ و ساختار صفحه‌ای است (شکل ۱۷- ب).



تمرین ۲۷: جملات زیر را با کلمات داخل پرانتز کامل کنید:

(الف) ساختار نهایی پادتن با ساختار نهایی میوگلوبین (مشابه- متفاوت) است.

(ب) برای ساختار صفحه‌ای حداکثر (یک- دو) زنجیره پلی‌پپتیدی شرکت دارد.

(پ) یک زنجیره پلی‌پپتیدی (می‌تواند- نمی‌تواند) همزمان هر دو ساختار مارپیچی و صفحه‌ای را داشته باشد.

(ت) هر نوع آمینواسیدی در پروتئینی با ساختار اول (همانند- برخلاف) پروتئینی با ساختار دوم حداکثر توانایی تشکیل (یک- دو) پیوند پپتیدی را دارد.

پاسخ:

الف- متفاوت / ب- یک / پ- می‌تواند / ت- همانند - دو



تمرین ۲۸: موارد ستون «الف» را با ستون «ب» ارتباط

دهید.

شکل پروتئین	ساختار پروتئین
(a) تاخورده و متصل به هم	۱) اول
(b) آرایش زیرواحدها	۲) دوم
(c) الگوهای از پیوند هیدروژنی	۳) سوم
(d) توالی آمینواسیدها	۴) چهارم

پاسخ:

۱) d / ۲- / c - ۳ / a - ۴ / b



تمرین ۲۹: درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را

مشخص کنید:

(الف) شکل سه بعدی پروتئین همانند شکل صفحه‌ای دارای پیوندهای هیدروژنی است.

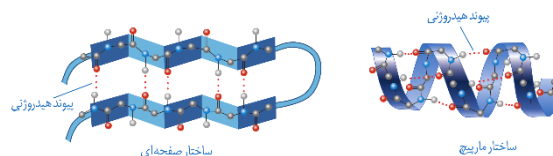
(ب) هر پروتئین دارای شکل سه بعدی دارای آمینواسیدهای با گروه‌های R آب‌گریز است.

(پ) برای ایجاد شکل کروی در پروتئین‌ها لازم است تاخوردگی‌ها و مارپیچ‌های ساختار دوم بیش‌تر شود.

(ت) بیش از دو نوع پیوند در تثبیت ساختار سوم پروتئین شرکت دارند.

پاسخ:

الف- درست / ب- درست / پ- درست / ت- درست



شکل ۱۹- ساختار دوم پروتئین‌ها وجود پیوندهای هیدروژنی بین بخش‌های مختلف زنجیره این ساختارها را به وجود می‌آورد.

ساختار سوم- تاخورده و متصل به هم: ساختار سوم،

تاخوردگی بیش‌تر صفحات و مارپیچ‌ها رخ می‌دهد و پروتئین‌ها به شکل کروی در می‌آیند. تشکیل این ساختار در اثر برهم‌کنش‌های

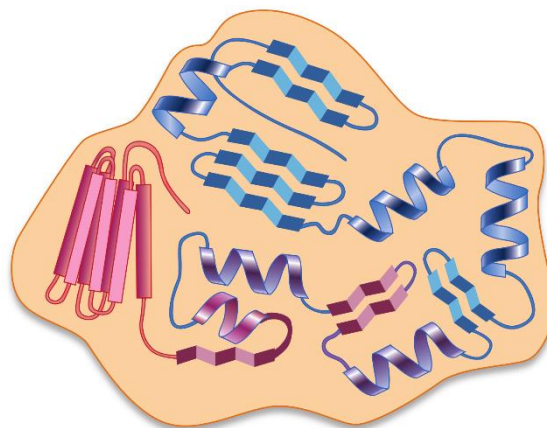
آب‌گریز است؛ در این صورت که گروه‌های R آمینواسیدهایی که آب‌گریزند، به یک‌دیگر نزدیک می‌شوند تا در معرض آب نباشند.

سپس با تشکیل پیوندهای دیگری مانند هیدروژنی، اشتراکی و یونی ساختار سوم پروتئین تثبیت می‌شود. مجموعه این نیروها

قسمت‌های مختلف پروتئین را به‌صورت به هم پیچیده در کنار هم نگه می‌دارند (شکل ۱۷-پ). بنابراین با وجود این نیروها

پروتئین‌های دارای ساختار سوم، ثابت نسبی دارند. ایجاد تغییر در پروتئین، حتی تغییر یک آمینواسید هم می‌تواند ساختار و عملکرد

آن‌ها را به شدت تغییر دهد. میوگلوبین نمونه‌ای از پروتئین‌ها با ساختار سوم، است (شکل ۱۸- الف).



شکل ۲۰- ساختار سوم پروتئین‌ها



تست ۱۵: چند مورد در ارتباط با پروتئینی با ساختار سوم

صحیح است؟

- هر نوع تغییر در ساختار و عمل آن وابسته به تغییر در ساختار اول است.

- برای پیدایش آن حداقل یک زنجیره پلی‌پپتیدی شرکت دارد.

- یک آمینو اسید در ساختار خطی می‌تواند با یک آمینواسید در

ساختار مارپیچی پیوند یونی تشکیل دهد.

- بخش‌های صفحه‌ای آن می‌تواند سه رشته‌ای یا دو رشته‌ای به نظر

برسند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

پاسخ:

گزینه «۲» صحیح است. موارد سوم و چهارم



تست ۱۶: چند مورد جمله زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

پروتئینی با ساختار سوم نسبت به پروتئینی با ساختار دوم می‌تواند

از نظر تفاوت داشته باشد.

- داشتن پیوند هیدروژنی

- نوع پیوند کووالانسی

- داشتن پیوند یونی

- تعداد زنجیره پلی‌پپتیدی

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

پاسخ:

گزینه «۱» صحیح است. مورد سوم



تست ۱۷: هر زنجیره همگلوبین زنجیره میوگلوبین

دارای است.

(۱) برخلاف - ساختار چهارم

(۲) همانند - گروه هم در یک سر خود

(۳) برخلاف - Fe^{2+}

(۴) همانند - آمینواسیدی با R آبگریز

پاسخ:

گزینه «۴» صحیح است.

ساختار چهارم - آرایش زیر واحدها: بعضی پروتئین‌ها ساختار

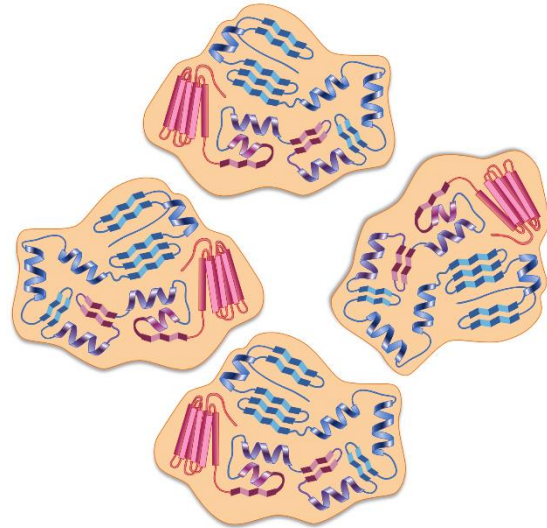
چهارم دارند، این ساختار هنگامی شکل می‌گیرد که دو یا چند

زنجیره پلی‌پپتید در کنار یکدیگر پروتئین را تشکیل دهند. در

این ساختار هر یک از زنجیره‌ها نقشی کلیدی در شکل‌گیری

پروتئین دارند. نحوه آرایش این زیر واحدها در کنار هم ساختار

چهارم پروتئین‌ها نامیده می‌شود (شکل ۱۷-ت).



شکل ۲۱- ساختار چهارم پروتئین‌ها

هموگلوبین از چهار زنجیره پلی‌پپتیدی تشکیل شده است. دو

زنجیره از نوع آلفا و دو زنجیره از نوع بتا است. هر نوع زنجیره،

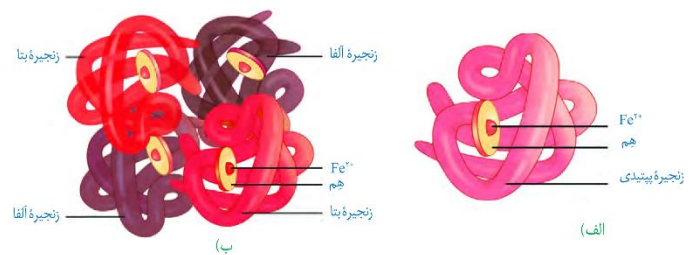
ترتیب خاصی از آمینواسیدها را در ساختار اول دارند. در ساختار

دوم به شکل مارپیچ در می‌آیند. در ساختار سوم هر یک از

زنجیره‌ها به صورت یک زیر واحد تاخورد و شکل خاصی پیدا

می‌کنند. در نهایت در ساختار چهارم این چهار زیر واحد در کنار

هم قرار گرفته و هموگلوبین را شکل می‌دهند. (شکل ۱۸-ب).



شکل ۱۸- الف) میوگلوبین با ساختار سوم

ب) هموگلوبین با ساختار چهارم

نقش پروتئین‌ها

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.

بعضی دیگر از پروتئین‌ها به صورت گیرنده‌هایی در سطح یاخته‌ها قرار دارند؛ مثلاً گیرنده‌های آنتی‌ژنی در سطح لنفوسیت‌ها نمونه‌ای از این پروتئین‌ها هستند.

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 وجود دارد. این پمپ یون‌های سدیم و پتاسیم را در عرض غشا جابه‌جا می‌کند و فعالیت آنزیمی هم دارد. آیا محل‌های فعالیت و نقش آنزیمی این پمپ را به یاد دارید؟

کلاژن پروتئینی است که باعث استحکام بافت پیوندی می‌شود. زردپی و رباط مقدار فراوانی از پروتئین کلاژن دارند.

انقباض ماهیچه‌ها نیز ناشی از حرکت لغزشی دو نوع پروتئین روی یک‌دیگر یعنی اکتین و میوزین است. از دیگر پروتئین‌ها می‌توان به هورمون‌ها اشاره کرد. بیش‌تر هورمون‌ها از جمله آکسی‌توسین و انسولین که پیام‌های بین یاخته‌ای را در بدن جانوران ردوبدل می‌کنند تا تنظیم‌های مختلف در بدن انجام شود، پروتئینی هستند. همچنین پروتئین‌هایی مثل مهارکننده‌ها که بعداً با آن‌ها آشنا خواهید شد، نقش‌های تنظیمی متعددی را در فعال و غیرفعال کردن ژن‌ها بر عهده دارند.

آنزیم‌ها

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 همین طور هستند. این واکنش‌ها با حضور آنزیم انجام می‌شوند. 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 انجام‌شدنی هستند زیاد می‌کند. بدون آنزیم ممکن است در دمای بدن سوخت‌وساز یاخته‌ها بسیار کند انجام شود و انرژی لازم برای حیات تأمین نشود.



تست ۱۸: چند مورد صحیح است؟

- هر عاملی که در تنظیم بیان ژن دخالت دارد از نظر ساختار شیمیایی و عملکردی جزو متنوع‌ترین گروه مولکول‌های زیستی‌اند.
- حاصل تأثیر ترومبین بر فیبرینوژن، پیدایش پروتئینی است که در حفاظت از بدن نقش دارد.
- هر پیک شیمیایی دوربردی، حداقل دارای ساختار دوم پروتئین‌هاست.
- پروتئین‌هایی که سبب افزایش فاگوسیتوز ماکروفاژ می‌شوند، می‌توانند از گروه گلوبولین‌ها باشد.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

پاسخ:

گزینه «۲» صحیح است. موارد دو و چهار



تمرین ۳۰: جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز

پر کنید:

- الف) زردپی‌ها (همانند- برخلاف) پوست مقداری فراوانی کلاژن دارند.
- ب) (بیش‌تر- بعضی) هورمون‌ها پروتئین هستند.
- پ) پمپ سدیم-پتاسیم (برخلاف- همانند) فاکتور داخلی معده جزو کاتالیزورهای زیستی است.
- ت) هلیکاز انرژی فعال‌سازی را (کاهش- افزایش) می‌دهد.

پاسخ:

الف- همانند / ب- بیش‌تر / پ- برخلاف / ت- کاهش



تمرین ۳۱: درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

- (الف) هر کاتالیزور زیستی درون یاخته فعالیت می‌کند.
 (ب) هر آنزیمی انرژی فعال‌سازی درون میان‌یاخته را کاهش می‌دهد.
 (پ) بدون آنزیم‌ها، سوخت و ساز یاخته‌ها در بدن قطعاً کاهش می‌یابد.
 (ت) آنزیم پروترومبیناز همانند لیپاز صفرا، در خارج یاخته عمل می‌کند.

پاسخ:

الف - نادرست / ب - نادرست / پ - نادرست / ت - نادرست



تمرین ۳۲: جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز پر کنید:

- (الف) (بیش‌تر - بعضی) آنزیم‌ها پروتئینی است و (بعضی - بیش‌تر) آنزیم‌ها به کوآنزیم نیاز دارند.
 (ب) در واکنش‌های تجزیه (همانند - برخلاف) واکنش‌های ترکیب، بخشی از ساختار آنزیم محلی برای قرار گیری پیش ماده است.
 (پ) کوآنزیم‌ها همگی (همانند آنزیم نوعی ماده آلی - کمک‌کننده به آنزیم) هستند.
 (ت) بخش اختصاصی هر آنزیمی (مکمل - مشابه) پیش‌ماده است.

پاسخ:

الف - بیش‌تر - بعضی / ب - همانند

پ - هر دو برای تکمیل جاخالی مناسب اند. / ت - مکمل



تمرین ۳۳: درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

- (الف) هر آنزیمی تنها روی یک پیش‌ماده خاص مؤثر است.
 (ب) هر آنزیمی فقط یک نوع واکنش را سرعت می‌بخشد.
 (پ) سیانید همانند آرسنیک می‌تواند به بخش اختصاصی هر آنزیم متصل شود.
 (ت) بعضی کوآنزیم‌ها از طریق انتقال فعال جذب روده می‌شوند.

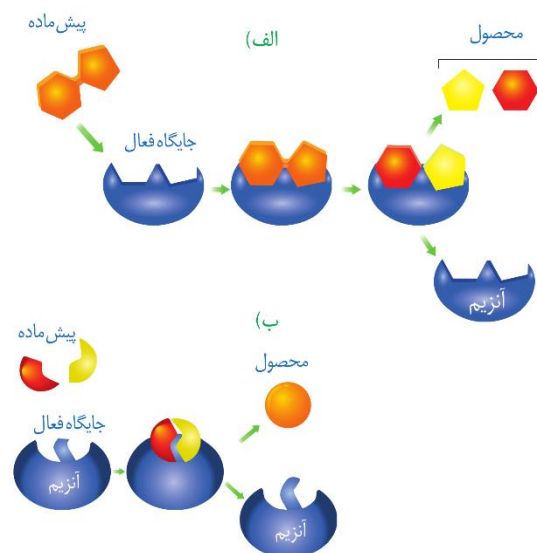
پاسخ:

الف - نادرست / ب - نادرست / پ - نادرست / ت - درست

آنزیم‌های ترشحی دستگاه گوارش مثل آمیلاز بزاق و لیپاز در خارج یاخته عمل می‌کنند ولی آنزیم‌های مؤثر در تنفس یاخته‌ای، فتوسنتز و همانندسازی درون یاخته فعالیت می‌کنند. البته گروهی از آنزیم‌هایی مثل پمپ سدیم- پتاسیم فعالیت خود را در غشا انجام می‌دهند.

ساختار آنزیم‌ها

بیش‌تر آنزیم‌ها پروتئینی هستند. آنزیم‌ها در ساختار خود بخشی به نام **جایگاه فعال** دارند. جایگاه فعال بخشی اختصاصی در آنزیم است که **پیش‌ماده** در آن قرار می‌گیرد. ترکیباتی که آنزیم روی آن‌ها عمل می‌کند، پیش‌ماده و ترکیباتی که حاصل فعالیت آنزیم هستند، **فرآورده** یا **محصول** خوانده می‌شوند (شکل ۱۹).



شکل ۱۹- طرز عمل آنزیم در واکنش‌های الف) تجزیه، ب) ترکیب

بعضی آنزیم‌ها برای فعالیت به **یون‌های فلزی** مانند آهن، مس و یا مواد آلی مثل **ویتامین‌ها** نیاز دارند. به مواد آلی که به آنزیم کمک می‌کنند **کوآنزیم** می‌گویند. 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.

عملکرد اختصاصی آنزیم‌ها

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

اگر چه آنزیم‌ها عملی اختصاصی دارند ولی **برخی از آن‌ها** بیش از یک نوع واکنش را سرعت می‌بخشند.



تمرین ۳۴: جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز

پر کنید.

(الف) در (همه- بیش تر) واکنش های شیمیایی بدن جانداران، کاتالیزورهای زیستی دخالت دارند.

(ب) پخته ها به مقدار (کم- زیاد) به آنزیم ها نیاز دارند چون (به طور پیوسته آن ها را تولید می کنند- در پایان واکنش ها دست نخورده باقی می ماند)

(پ) لیزوزیم (همانند- برخلاف) میوزین نقش آنزیمی دارد.

(ت) عامل حفاظتی ویتامین B_{۱۲} در pH (۲-۸) می تواند فعالیت کند.

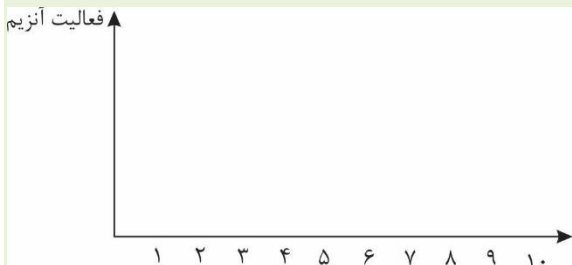
پاسخ:

الف- بیش تر / ب- کم / پ- در پایان ... / ت - ۸ و ۲



تمرین ۳۵: منحنی فعالیت هر یک از آنزیم های پپسین،

تریپسین و پروتومبیناز با توجه به تغییر pH رسم کنید:



پاسخ:



تمرین ۳۶: درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را

مشخص کنید.

(الف) افزایش مقدار آنزیم همواره سرعت واکنش را زیاد می کند.

(ب) افزایش غلظت پیش ماده همواره سرعت واکنش را زیاد می کند.

(پ) آنزیم هایی که در دمای پایین غیرفعال می شوند با برگشت دما می توانند به حالت فعال برگردند.

(ت) هر آنزیمی که در اثر دما به طور برگشتناپذیری غیرفعال می شوند شکل فضایی پروتئینی خود را از دست داده اند.

پاسخ:

الف- درست / ب- نادرست / پ- درست / ت - نادرست

آیا می توانید مثالی از این نوع آنزیم ها بیاورید؟

آنزیم ها در همه واکنش های شیمیایی بدن جانداران که شرکت می کنند؛ سرعت واکنش را زیاد می کنند اما در پایان واکنش ها دست نخورده باقی می مانند تا بدن بتواند بارها از آن ها استفاده کند. به همین دلیل یاخته ها به مقدار کم به آنزیم ها نیاز دارند. البته به مرور مقداری از آن ها از بین می روند و یاخته مجبور به تولید آنزیم های جدید می شود.

عوامل مؤثر بر فعالیت آنزیم ها

عوامل متعددی از جمله pH، دما، غلظت آنزیم و پیش ماده بر سرعت فعالیت آنزیم ها تأثیر می گذارند.

pH محیط: pH بیش تر مایعات بدن بین ۶ و ۸ است؛ مثلاً pH

خون حدود ۷/۴ است. البته pH بعضی بخش ها خارج از این محدوده هستند. یکی از این موارد pH ترشحات معده است که حدود ۲

می باشد. هر آنزیم در یک pH ویژه بهترین فعالیت را دارد که به آن

pH بهینه می گویند؛ مثلاً pH بهینه پپسین حدود ۲ است در

حالی که آنزیم هایی که از لوزالمعده به روده کوچک وارد می شوند

pH بهینه حدود ۸ دارند. تغییر pH محیط با تأثیر بر پیوندهای

شیمیایی مولکول پروتئین می تواند باعث تغییر شکل آنزیم شود و در

نتیجه امکان اتصال آن به پیش ماده از بین برود، در نتیجه میزان

فعالیت آن تغییر می کند.

دما: آنزیم های بدن انسان در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد بهترین

فعالیت را دارند. این آنزیم ها در دمای بالاتر ممکن است شکل

غیرطبیعی یا برگشتناپذیر پیدا کنند و غیرفعال شوند. آنزیم هایی

که در دمای پایین غیرفعال می شوند با برگشت دما به حالت طبیعی،

می توانند به حالت فعال برگردند.

غلظت آنزیم و پیش ماده: مقدار بسیار کمی از آنزیم کافی است تا

مقدار زیادی از پیش ماده را در واحد زمان به فرآورده تبدیل کند. اگر

مقدار آنزیم زیادتر شود تولید فرآورده در واحد زمان افزایش می یابد.

افزایش غلظت پیش ماده در محیطی که آنزیم وجود دارد نیز می تواند

تا حدی باعث افزایش سرعت شود ولی این افزایش تا زمانی ادامه

می یابد که تمامی جایگاه های فعال آنزیم ها با پیش ماده اشغال شوند.

در این حالت سرعت انجام واکنش ثابت می شود.

فعالیت ۲: الف) گفته می شود تب بالا خطرناک است، بین این مسئله

و فعالیت آنزیم ها چه ارتباطی می بینید؟

(ب) با توجه به تأثیر متفاوت دمای کم و زیاد روی آنزیم ها، از این

ویژگی آنزیم ها در آزمایشگاه ها چگونه می توان استفاده کرد؟