



فصل اول
مولکول های اطلاعاتی

گفتاریک : نوکلئیک اسیدها

شناسی ۳

ماه زیست

دکتر فریاد فرزند
دکتر فریاد فرزند



فصل ۱

مولکول‌های اطلاعاتی



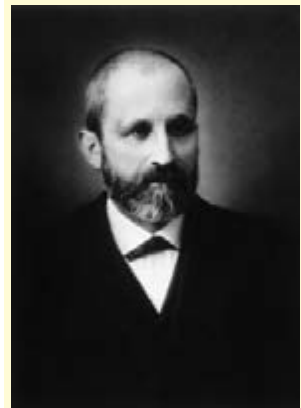
یکی از پرسش‌هایی که یافتن جوابی برای آن بیش از پنجاه سال طول کشید، این بود که ژن چیست و از چه ساخته شده است؟

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)، 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.



طرح سؤالات عددی و محاسباتی از مباحث این فصل در همهٔ آزمون‌ها از جمله کنکور سراسری ممنوع است.



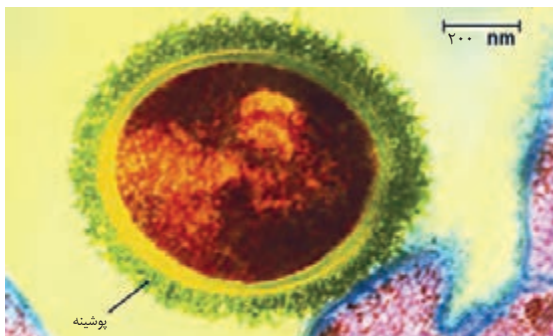
دانشمندی سوئیسی به نام میشر^۱ در سال ۱۸۶۹ نوکلئیک اسیدها را کشف کرد. او ترکیبات سفیدرنگی را از هسته گویچه‌های سفید انسان و اسپرم ماهی استخراج کرد که نسبت نیتروژن و فسفات در این ترکیبات با نسبت آن در ترکیبات حاصل از بخش‌های دیگر یاخته متفاوت بود. همین باعث شد که میشر این ترکیب زیستی را به عنوان ترکیب جدیدی معرفی کند. او این ماده را نوکلئیک اسید (اسید هسته‌ای) نامید؛ چون از هسته (Nucleus) استخراج شده بود و خاصیت اسیدی ضعیفی هم داشت.

۱- Friedrich Miescher

هریک از یاخته‌های بدن ما ویژگی‌هایی مانند شکل و اندازه 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. 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** و **پروتئین** مشارکت می‌کنند. کدام یک از این دو ماده، ذخیره‌کننده اطلاعات وراثتی است؟

پاسخ این سؤال مشخص شده است. این 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**^۱ 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**^۲ است. **گریفیت** با دو نوع از این باکتری، آزمایش‌هایی را روی موش‌ها انجام داد. نوع بیماری‌زای آن که پوشینه‌دار (کپسول‌دار) است در موش‌ها سبب سینه‌پهلو می‌شود ولی نوع بدون پوشینه آن موش‌ها را بیمار نمی‌کند (شکل ۱).



شکل ۱- باکتری پوشینه‌دار

آزمایش‌ها و نتایج کار گریفیت را در شکل ۲ ملاحظه می‌کنید.

چند نکته:

- ۱) باکتری‌ها سلولهای پروکاریوتی هستند. **برخی** از باکتریهای دیواره دار کپسول پلی ساکاریدی نیز دارند.
- ۲) ماده وراثتی **اصلی** به صورت **یک مولکول DNA** حلقوی است که به **غشای سلولی** متصل است.
- ۳) **برخی** از آنها دارای ماده وراثتی **فرعی** یا **پلازمید** هم هستند.
- ۴) **استرپتوکوکوس نومونیا**: نوعی باکتری کروی شکل (**کوکوس**) که به صورت رشته مانند (**استرپتو**) یا به هم متصل بوده و با تأثیر بر دستگاه تنفس باعث بروز بیماری ذات‌الریه (**نومونیا**) میشود.

۱- Frederick Griffith

۲- Streptococcus Pneumoniae

شکل ۲- آزمایشات گریفیت و نتایج آن

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



شکل ۲- آزمایشات گرفتیت و نتایج آن

بیشتر بدانید

گرفتیت در سال ۱۹۲۸ نشان داد که خصوصیات یک باکتری به باکتری دیگر قابل انتقال است.



گرفتیت مشاهده کرد تزریق باکتری های پوشینه دار به موش باعث بروز علائم بیماری و مرگ در آنها 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. گرفتیت 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؛ برخلاف انتظار، موش ها مُردند! او در بررسی خون و شش های موش های مرده، تعداد زیادی 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 به یاخته دیگری منتقل شود ولی ماهیت این ماده و چگونگی انتقال آن مشخص نشد.

بررسی یکه یا چند تست

کدام گزینه، در ارتباط با جاندار تک یاخته ای مورد مطالعه ی گرفتیت به درستی بیان شده است؟

تفکر طراح حواست به اینا توی طرح تست ها باشه !!!!!

- هر مرحله ای که موش ها مُردند / در خون و شش موش ها باکتری پوشینه دار یافت شد : مرحله ۱ و ۴
- هر مرحله ای که موش ها زنده ماندند / دستگاه ایمنی موش عامل بیماری را از بین برد : مرحله ۲ و ۳
- هر مرحله ای که باکتری پوشینه دار کشته شده با گرما به موش ها تزریق شد : مرحله ۳ و ۴
- هر مرحله ای که باکتری های فاقد پوشینه زنده به موش ها تزریق شدند: مرحله ۲ و ۴
- هر مرحله ای که نتایج خلاف انتظار مشاهده شد : مرحله ۴
- هر مرحله ای که مشخص شد پوشینه به تنهایی عامل بیماری زایی نیست: مرحله ۳

بررسی یک یا چند تست

کدام گزینه، در ارتباط با جاندار تک یاخته ای مورد مطالعه ی گیرفیت به درستی بیان شده است؟

- ۱ به دنبال تزریق نوع پوشینه دار آن به موش، می توان ابتلای موش به آنفلوانزا را مشاهده نمود.
- ۲ نوع پوشینه دار آن برخلاف نوع بدون پوشینه، با دادن گرما کشته می شود.
- ۳ دنا ی آن فقط از نوعی است که تعداد پیوندهای فسفودی استر آن با تعداد نوکلئوتیدهای آن برابری می کند.
- ۴ علاوه بر هسته، مقداری دنا در سیتوپلاسم دارد.

پاسخ:

لی که تزریق باکتری های بدون پوشینه به موش های مشابه باعث بروز علائم بیماری گرفت در سال ۱۹۲۸ نشان داد

- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. جانداران مورد مطالعه ی گریفیت، باکتری استرپتوکوکوس نومونیا (تک یاخته ای و پروکاریوت) و موش (پریاخته ای و یوکاریوت) بوده اند، بنابراین منظور سؤال باکتری از استرپتوکوکوس نومونیا می باشد که باکتری ها فقط دارای دای حلقوی هستند. در این نوع دنا، تعداد پیوندهای فسفودی استر و تعداد نوکلئوتیدها برابری می کند. بررسی سایر گزینه ها:
- (۱) عامل آنفلوانزا، ویروس است، نه باکتری. در آن زمان تصور می شد که عامل آنفلوانزا، باکتری استرپتوکوکوس نومونیا است.
- (۲) هر دو نوع باکتری استرپتوکوکوس نومونیا نسبت به گرما حساس بوده و با گرمای زیاد (جوشاندن) از بین می روند.
- (۴) باکتری ها، هسته ندارند.

از نتایج این آزمایش ها مشخص شد که ماده وراثتی می تواند به یاخته دیگری 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 گریفیت همچنان ناشناخته ماند. تا این که نتایج کارهای دانشمندی به نام **ایوری و همکارانش** عامل مؤثر در آن یعنی **DNA** را مشخص کرد.

آزمایش اول: آنها ابتدا از **عصاره استخراج شده از باکتری های کشته شده پوشینه دار** استفاده کردند و در آن تمامی پروتئین های موجود را تخریب کردند. به نظر شما چگونه این کار انجام شد؟ با استفاده از آنزیم های پروتئاز (مانند پپسین) آنها سپس باقی مانده محلول را به محیط کشت باکتری های زنده فاقد پوشینه اضافه کردند و دیدند که انتقال صفت صورت می گیرد؛ پس می توان نتیجه گرفت که پروتئین ها ماده وراثتی نیستند.

آزمایش دوم: در آزمایش دیگری **عصاره استخراج شده از باکتری های کشته شده پوشینه دار** را در یک گریزانه (سانتریفیوژ) با سرعت بالا قرار دادند و مواد آن را به صورت لایه لایه جدا کردند. با اضافه کردن هریک از لایه ها به صورت جداگانه به محیط کشت باکتری های زنده فاقد پوشینه مشاهده کردند که انتقال صفت فقط با لایه ای که در آن دنا وجود دارد انجام می شود.

نتایج این آزمایش ها ایوری و همکارانش را به این نتیجه رساند که **عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات، دنا است**. به عبارت ساده تر، **دنا همان ماده وراثتی است**. با این حال نتایج به دست آمده مورد قبول عده ای قرار نگرفت؛ چون در آن زمان بسیاری از دانشمندان از جمله **پائولینگ** بر این باور بودند که پروتئین ها ماده وراثتی هستند.

آزمایش سوم: در آزمایش های دیگری **عصاره استخراج شده از باکتری های کشته شده پوشینه دار** را استخراج و آن را به چهار قسمت تقسیم کردند. به هر قسمت، آنزیم تخریب کننده یک گروه از مواد آلی (کربوهیدرات ها، لیپیدها، پروتئین ها و نوکلئیک اسیدها) را اضافه کردند. سپس هر کدام را به محیط کشت باکتری های زنده فاقد پوشینه منتقل و اجازه دادند تا فرصتی برای انتقال صفت و رشد و تکثیر داشته باشند. مشاهده شد که در همه ظروف انتقال صورت می گیرد به جز ظرفی که حاوی آنزیم تخریب کننده دنا یا **دائکسی ریبونوکلیاز** است.

بررسی یک یا چند تست

۱ در آزمایش همانند دور از انتظار است.

- ۱ دومین - گریفیت - سومین آزمایش همین دانشمند، ترشح پادتن علیه کپسول باکتری، در بدن موش ها
- ۲ سومین - ایوری و همکارانش - آخرین آزمایش گریفیت، پی بردن به ماهیت مادهی وراثتی
- ۳ سومین - گریفیت - دومین آزمایش ایوری و همکارانش، استفاده از آنزیم برای کشتن باکتری های پوشینه دار
- ۴ اولین - ایوری و همکارانش - سومین آزمایش همین دانشمندان، استفاده از نوعی آنزیم هیدرولیزکنندهی مواد آلی

۲ کدام موارد، عبارت زیر را به درستی تکمیل می کنند؟

- «در آزمایش همانند آزمایشی از»
- الف) چهارم گریفیت - ایوری که بیشترین انتقال صفت در آن صورت گرفت، هر دو نوع باکتری در محیط رشد و تکثیر مشاهده شدند.
- ب) سوم گریفیت - ایوری که از آنزیم های تخریبگر پروتئین ها استفاده کرد، به طور حتم ماهیت مادهی وراثتی مشخص نشد.
- ج) دوم ایوری - گریفیت که برخلاف انتظار او بود، عصاره ی باکتری های کشته شده ی پوشینه دار موجب انتقال صفت شد.
- د) اول ایوری - گریفیت که فقط از باکتری های زنده ی فاقد پوشینه استفاده کرد، نوعی از باکتری ها کشته می شدند.

- ۱ «الف» و «د» ۲ «ب» و «ج» ۳ «الف» و «ب» ۴ «ج» و «د»

۳ کدام گزینه، عبارت زیر را به طور مناسب کامل می کند؟

«در مرحله ی آزمایشات ، می توان (را) مشاهده کرد.»

- ۱ دوم - گریفیت - اثباتی بر عدم ایجاد آنفلونزا توسط باکتری استرپتوکوکوس نومونیای پوشینه دار
- ۲ سوم - ایوری - برای اولین بار استفاده از نوعی کاتالیزور زیستی در آزمایشات
- ۳ چهارم - گریفیت - اثبات توانایی انتقال دنا را برخلاف چگونگی انتقال آن
- ۴ اول - ایوری - اثباتی بر این که مادهی وراثتی از جنس پروتئین نیست

۴ چند مورد، عبارت زیر را به نادرستی تکمیل می کند؟

- «در آزمایش اول ایوری آزمایش دوم،»
- الف) همانند - مشخص شد که دنا، مادهی وراثتی یاخته است.
- ب) برخلاف - معلوم شد که پروتئین نمی تواند مادهی وراثتی باشد.
- ج) همانند - دانشمندان از کاتالیزورهای زیستی گوناگون استفاده کردند.
- د) برخلاف - انتقال صفت صورت می گیرد.

- ۱ ۱ ۲ ۲ ۳ ۳ ۴ ۴

پاسخ:

۱) گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در هیچ یک از مراحل آزمایش های ایوری و گریفیت، از آنزیم برای از بین بردن (کشتن) باکتری های پوشینه دار استفاده نشد و مرگ باکتری ها به وسیله ی حرارت بالا رخ می دهد. بررسی سایر گزینه ها:

۱) در سومین آزمایش گریفیت، دستگاه ایمنی موش بر علیه کپسول باکتری های کشته شده و آنتی ژن های سطح کپسول، پادتن ترشح می کند.

۲) در دومین و سومین مرحله ی آزمایش ایوری و همکارانش، مشخص شد که دنا همان ماده ی وراثتی است.

۴) در اولین مرحله ی آزمایشات ایوری و همکارانش فقط پروتئاز و در آزمایش سوم از انواعی از آنزیم های هیدرولیزکننده ی مواد آلی استفاده شد.

۲) گزینه ۱ پاسخ صحیح است. موارد «الف» و «د» عبارت سؤال را به درستی تکمیل می کنند.

بررسی موارد:

الف) در آزمایش چهارم از گریفیت، محل رشد و تکثیر باکتری ها در شش های موش بود که در آن تعداد زیادی باکتری پوشینه دار در کنار بدون پوشینه مشاهده شدند. در آزمایش سوم از ایوری بیشترین انتقال صفت مشاهده شد به طوری که تنها در ظرف فاقد آنزیم های تخریب گر دنا بود که انتقال صفت صورت نگرفت. در این آزمایش تعدادی از باکتری های بدون پوشینه به پوشینه دار تبدیل شدند، پس در این محیط نیز هر دو نوع باکتری مشاهده شدند.

ب) گریفیت در هیچ یک از آزمایش های خود به ماهیت ماده ی وراثتی پی نبرد، اما دقت کنید که ایوری در دو آزمایش اول و سوم خود از آنزیم های تخریب گر پروتئین ها استفاده کرد که در آزمایش سوم برخلاف آزمایش اول، ماهیت ماده ی وراثتی مشخص شد.

ج) در هر دوی این آزمایش ها انتقال صفت صورت گرفت، ولی توجه داشته باشید که تهیه ی عصاره برای ایوری بود و گریفیت عصاره ی باکتری ها را استفاده نکرد، بلکه فقط آن ها را با گرما کشت و به باکتری های فاقد پوشینه اضافه کرد.

د) در آزمایش اول، ایوری برای تهیه ی عصاره، باکتری های پوشینه دار را کشت و در آزمایش دوم گریفیت که فقط از باکتری های بدون پوشینه استفاده کرد، این باکتری ها توسط سیستم ایمنی موش کشته شدند.

۳) گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در آزمایش اول ایوری و همکارانش، پس از تخریب پروتئین ها توسط آنزیم، انتقال صفت صورت گرفت، بنابراین نتیجه بر این بود که پروتئین نمی تواند ماده ی وراثتی باشد. بررسی سایر گزینه ها:

۱) این موضوع مربوط به آزمایش چهارم گریفیت می باشد که در خون و شش های موش، باکتری پوشینه دار زنده مشاهده شد و گریفیت به این نتیجه رسید که استرپتوکوکوس نومونیای پوشینه دار عامل ذات الریه می باشد، نه آنفلوانزا.

۲) در آزمایش اول و سوم ایوری و همکارانش، استفاده از آنزیم یا کاتالیزور زیستی مشاهده شد.

۳) گریفیت در آزمایشات خود موفق به اثبات قابل انتقال بودن ماده ی وراثتی گردید، ولی موفق به شناخت ماهیت ماده ی وراثتی نشد، بنابراین به توانایی انتقال دنا پی نبرد.

۴) گزینه ۴ پاسخ صحیح است. همه ی موارد، عبارت سؤال را به نادرستی تکمیل می کنند.

بررسی موارد:

الف) در آزمایش اول ایوری مشخص شد که پروتئین ماده ی وراثتی نیست، ولی این که دنا ماده ی وراثتی است در آزمایشات بعدی اثبات شد.

ب) در هر دو آزمایش اول و دوم ایوری مشخص شد که پروتئین نمی تواند ماده ی وراثتی باشد.

ج) در آزمایش اول برخلاف آزمایش دوم، برای تخریب پروتئین ها ناچار به استفاده از آنزیم (کاتالیزور زیستی) بودند. در ضمن فقط از یک کاتالیزور زیستی استفاده شد، نه کاتالیزورهای زیستی گوناگون.

د) در آزمایش اول و برخی از موارد آزمایش دوم، انتقال صفت صورت گرفت.

ساختار نوکلئیک اسیدها

نوکلئیک اسیدها که شامل **دئوکسی ریبونوکلئیک اسید** (دنا) و **ریبونوکلئیک اسید** (رنا) هستند، همگی **بسیارهایی (پلیمرهایی)** از واحدهای تکرار شونده به نام **نوکلئوتید** هستند.

با توجه به شکل ۳ هر نوکلئوتید شامل سه بخش است: یک قند پنج کربنه، یک باز آلی نیتروژن دار و یک تا سه گروه فسفات.

قند پنج کربنه در دنا، **دئوکسی ریبوز** و در رنا، **ریبوز** است. دئوکسی ریبوز یک اکسیژن کمتر از ریبوز دارد.

باز آلی نیتروژن دار می تواند **پورین** باشد که ساختار **دو حلقه ای** دارد؛ شامل آدنین (A) و گوانین (G) یا می تواند **پیریمیدین** باشد که ساختار **تک حلقه ای** 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.

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).

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

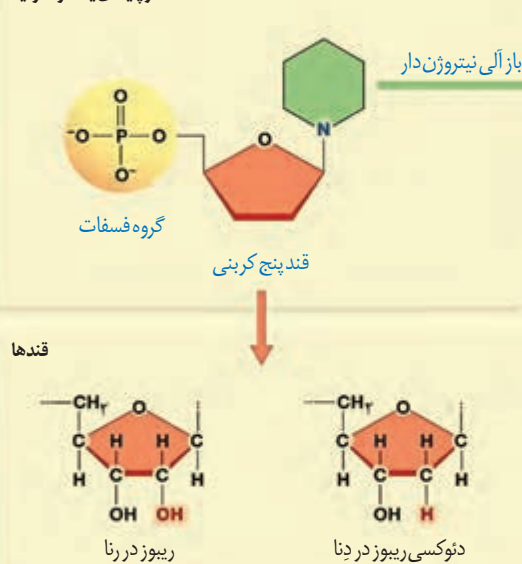
نوکلئیک اسید را می سازند، مثل رنا، یا به صورت **دوتایی** مقابل هم قرار می گیرند و نوکلئیک اسیدهایی

مثل دنا را می سازند.

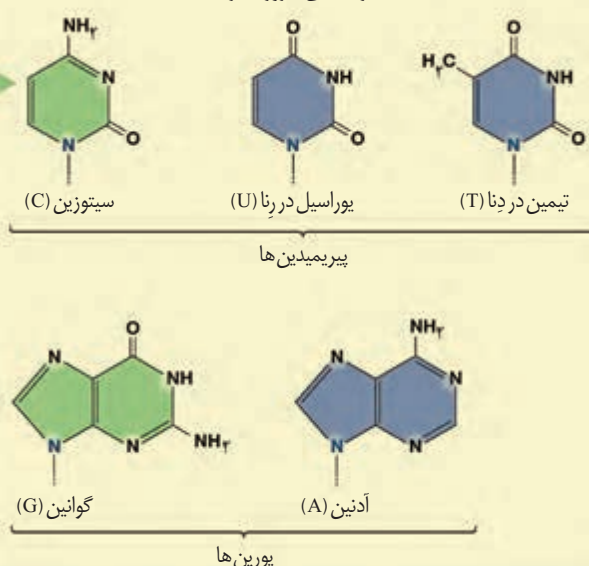
بیشتر بدانید

انواع بازهای آلی نیتروژن دار و پنتوزها

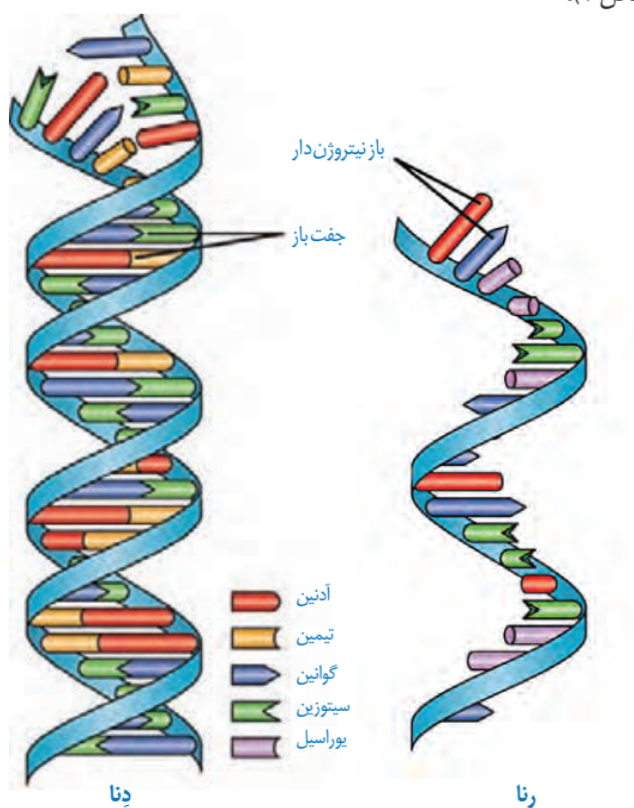
ساختار پایه ای یک نوکلئوتید



بازهای آلی نیتروژن دار



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



شکل ۴- دنا و رنا دو رشته ای و رنا تک رشته ای

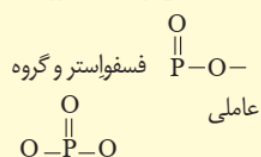
دو انتهای رشته های پلی نوکلئوتید نیز می توانند با پیوند فسفودی استر به هم متصل شوند و نوکلئیک اسید حلقوی را ایجاد کنند؛ برای مثال دنا در باکتری ها به صورت حلقوی است. در نوکلئیک اسیدهای خطی گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر آزاد است؛ بنابراین هر رشته دنا و رنا خطی همیشه دو سر متفاوت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

بیشتر بدانید

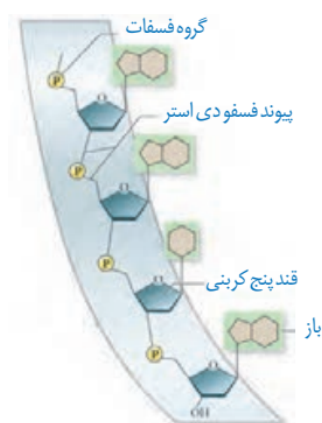
فسفودی استر

در درس شیمی با استرها آشنا شدید

که دارای گروه عاملی $\text{C}=\text{O}$ هستند این گروه عاملی در ساختار برخی مواد سازنده بدن موجودات زنده از جمله نوکلئیک اسیدها وجود دارد. با این توصیف گروه عاملی



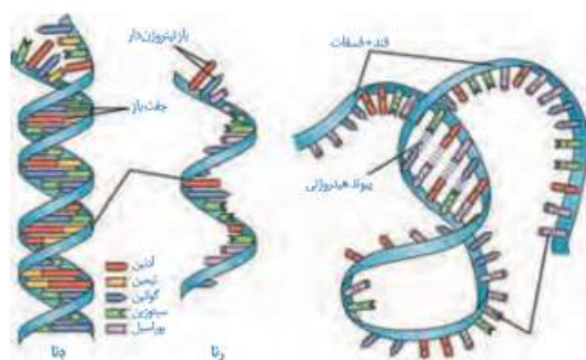
فسفودی استر نامیده می شوند که در زیست شناسی آن را پیوند فسفودی استر می خوانند.



شکل ۵- بخشی از رشته نوکلئیک اسید

بررسی شکل

- ۱- در DNA دو رشته ای قطعاً بین نوکلئوتیدهای مقابل پیوند هیدروژنی وجود دارد اما در RNA تک رشته ای ممکن است تنها بین چندین نوکلئوتید پیوند هیدروژنی دیده شود.
- ۲- الزاماً نباید در هر قسمت از مولکول RNA که تاخوردگی دیده می شود، پیوندهای هیدروژنی دیده شود.



تفاوت های دنا با رنا :

- ۱- نوع قند (ریبوز در RNA و دئوکسی ریبوز در DNA)
- ۲- تعداد رشته (RNA تک رشته ای و DNA دو رشته ای)
- ۳- باز آلی نیتروژن دار (در DNA تیمین و در RNA یوراسیل)
- ۴- محل قرار گرفتن (DNA در هسته و RNA هم در هسته و هم در سیتوپلاسم) است.

بررسی یک یا چند تست

هر نوکلئوتیدی که قطعاً
 ۱ باز آلی آدنین دارد - در ساختار نوعی بسیار وجود دارد.

۲ باز آلی یوراسیل دارد - دارای قندی است که یک اکسیژن بیشتر از دئوکسی ریبوز دارد.

۳ می‌تواند باز آلی پورین داشته باشد - در عملکرد پمپ سدیم، پتاسیم بی‌تأثیر است.

۴ دو نوع پیوند اشتراکی در بین گروه‌های سازنده‌ی خود دارد - دارای یک گروه فسفات است.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بررسی گزینه‌ها:

- ۱) ATP، نوعی نوکلئوتید آدنین‌دار است که به عنوان منبع انرژی یاخته استفاده می‌شود و در ساختار بسیار (پلیمر) وجود ندارد. ATP و ADP در ساختار بسیار RNA وجود ندارند. در RNA و DNA، نوکلئوتیدهای تک‌فسفاته دیده می‌شوند. ATP در رونویسی شرکت می‌کند، ولی پس از جدا شدن، دو فسفات از آن، به صورت AMP در RNA قرار می‌گیرد.
- ۲) باز یوراسیل فقط در ساختار ریبونوکلئوتیدها (نوکلئوتیدهای رنا) شرکت می‌کند. قند رنا، ریبوز است. نکته: دئوکسی ریبوز (قند دنا) یک اکسیژن کمتر از ریبوز دارد.
- ۳) بازهای آلی نیتروژن‌دار پورین شامل آدنین و گوانین هستند. نوکلئوتیدهای آدنین‌دار سه‌فسفاته (مانند ATP) در عملکرد پمپ سدیم - پتاسیم (انتقال فعال) نقش دارند.
- ۴) همه‌ی نوکلئوتیدها دارای دو نوع پیوند اشتراکی در بین گروه‌های سازنده‌ی خود (قند - باز و قند - فسفات) هستند. نوکلئوتیدها می‌توانند یک تا سه گروه فسفات داشته باشند.

چند مورد، عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

«هر نوکلئوتیدی که، به طور حتم»

الف) دارای سه حلقه‌ی آلی در ساختار خود می‌باشد - می‌تواند در ساختار دنا به کار رود.

ب) دارای حلقه‌ی شش‌ضلعی می‌باشد - می‌تواند دارای اتصال بین حلقه‌ی آلی پنج و شش‌ضلعی باشد.

ج) در ساختار دنا به کار رفته است - دارای یک گروه فسفات و یک حلقه‌ی شش‌کربنی است.

د) تک‌فسفاته و فاقد باز تیمین می‌باشد - در نوعی ریبونوکلئیک اسید به کار می‌رود.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) صفر

است؛ بنابراین هر رشته‌ی دنا و رنا ی خطی همیشه دوسر متفاوت دارد (شکل ۵)

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. فقط مورد ب عبارت سؤال را به درستی تکمیل می‌کند. بررسی موارد:

- الف) نوکلئوتیدهای دارای باز پورین (A و G)، سه حلقه‌ی آلی در ساختار خود دارند. این نوکلئوتیدها به شرطی در ساختار دنا قرار می‌گیرند که تک‌فسفاته و دارای قند دئوکسی ریبوز باشند.
- ب) در نوکلئوتیدهای دارای باز پورین، اتصال حلقه‌ی پنج و شش‌ضلعی باز آلی و در نوکلئوتیدهای دارای باز پیریمیدین، اتصال حلقه‌ی شش‌ضلعی باز و پنج‌ضلعی قند را می‌توان مشاهده کرد.
- ج) هر باز آلی دارای یک حلقه‌ی شش‌ضلعی، نه شش‌کربنی می‌باشد.
- د) نوکلئوتید تک‌فسفاته و فاقد تیمین به شرطی در ساختار رنا به کار می‌رود که دارای قند ریبوز باشد.

بررسی یک یا چند تست

کدام گزینه به نادرستی بیان شده است؟

- ۱ در پیوند فسفودی استر، فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می شود.
- ۲ برای تشکیل یک نوکلئوتید، باز آلنی نیتروزن دار و گروه یا گروه های فسفات با پیوند اشتراکی (کووالانسی) به دو سمت قند متصل می شوند.
- ۳ نوکلئوتیدی که در ساختار رنا شرکت ندارد، دارای باز آلنی دو حلقه ای است.
- ۴ هر رشته ی دنا خطی همیشه دو سر متفاوت دارد.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نوکلئوتید تیمین دار در ساختار مولکول رنا شرکت ندارد. باز آلنی تیمین تک حلقه ای است.

بررسی سایر گزینه ها:

- ۱) برای تشکیل پیوند فسفودی استر، فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می شود.
- ۲) در ساختار یک نوکلئوتید، باز آلنی نیتروزن دار و گروه یا گروه های فسفات از دو طرف با پیوند اشتراکی (کووالانسی) به قند پنج کربنی متصل می شوند.
- ۴) هر رشته از مولکول دنا و نیز مولکول های رنا خطی، دو سر متفاوت دارند.

چند مورد، عبارت زیر را به نادرستی تکمیل می کنند؟

«هر نوکلئوتیدی که قطعاً»

- الف) باز آلنی یوراسیل دارد - دارای قند ریبوز است.
- ب) یک گروه فسفات خود را از دست می دهد - پیش ماده ی نوعی آنزیم مؤثر در همانندسازی است.
- ج) باز آلنی آدنین دارد - در تولید انرژی داخل یاخته نقشی ندارد.
- د) قند ریبوز دارد - فاقد باز آلنی تیمین است.

۴ ۴

۳ ۳

۲ ۲

۱ ۱

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. موارد «ب» و «ج»، عبارت سؤال را به نادرستی تکمیل می کنند.

بررسی موارد:

- الف) باز آلنی یوراسیل فقط در مولکول رنا وجود دارد. مولکول رنا فقط می تواند قند ریبوز داشته باشد.
- ب و ج) در مورد ATP (آدنوزین تری فسفات) نادرست است. ATP یک نوکلئوتید سه فسفاته است، وقتی یک فسفات از دست می دهد، تبدیل به ADP می شود. ADP در همانندسازی استفاده نمی شود.



- د) باز آلنی تیمین فقط در مولکول دنا دیده می شود. قند مولکول دنا، دئوکسی ریبوز است.



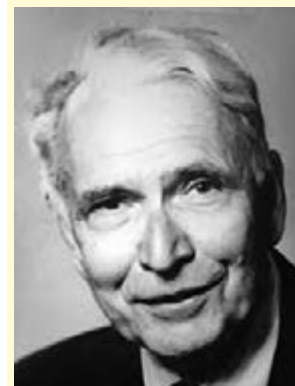
تلاش برای کشف ساختار مولکولی دنا

در ابتدا تصور می شد که چهار نوع نوکلئوتید موجود در دنا به نسبت مساوی در سراسر مولکول توزیع شده اند. بر این اساس دانشمندان انتظار داشتند که مقدار ۴ نوع باز آلی در تمامی مولکول های دنا از هر جانداري 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 می کند. تحقیقات بعدی دانشمندان دلیل این برابری نوکلئوتیدها را مشخص کرد.

بیشتر بدانید

چارگاف در سال ۱۹۵۰ نشان داد که در دِنای جانداران گوناگون $A=T$ و $G=C$ است.



بیشتر بدانید

برخی از نتایج آزمایش های چارگاف (درصد)

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

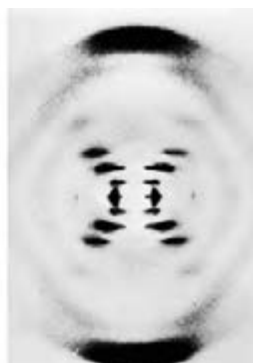
اختلاف کم درصدها به دلیل خطاهای آزمایش است.

استفاده از پرتو ایکس برای تهیه تصویر از دِنَا

ویلکینز^۲ و فرانکلین^۱ با استفاده از پرتو ایکس از مولکول های دِنَا تصویری تهیه کردند (شکل ۶). با بررسی این تصاویر در مورد ساختار دِنَا نتایجی را به دست آوردند از جمله اینکه دِنَا حالت مارپیچی و بیش از یک رشته دارد. البته با استفاده از این روش ابعاد مولکول ها را نیز تشخیص دادند.



فرانکلین



ویلکینز

شکل ۶- تصویر تهیه شده با پرتو ایکس از مولکول دِنَا توسط ویلکینز و فرانکلین

مدل مولکولی دِنَا

واتسون^۳ و کریک^۴ 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 آنها برای دِنَا



۱- Maurice Wilkins

۲- Rosalind Franklin

۳- James Watson

۴- Francis Crick

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).

پیوندهای هیدروژنی بین بازها، دو رشته دنا را در مقابل هم نگه می دارد. این پیوندها بین جفت بازها به صورت اختصاصی تشکیل می شوند. آدنین (A) با تیمین (T) روبه روی هم قرار می گیرند و گوانین (G) با سیتوزین (C) جفت می شوند. به این جفت بازها بازهای مکمل می گویند. بین C و G نسبت به T و A پیوند هیدروژنی بیشتری تشکیل می شود.

قرارگیری جفت بازها به این شکل باعث می شود که قطر مولکول دنا در سراسر آن یکسان باشد؛ زیرا یک باز تک حلقه ای در مقابل یک باز دو حلقه ای قرار می گیرد و باعث پایداری مولکول دنا می شود. نتیجه دیگر جفت شدن بازهای مکمل این است که اگرچه دو رشته یک مولکول دنا یکسان نیستند، ولی شناسایی ترتیب نوکلئوتیدهای هر کدام می تواند 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.

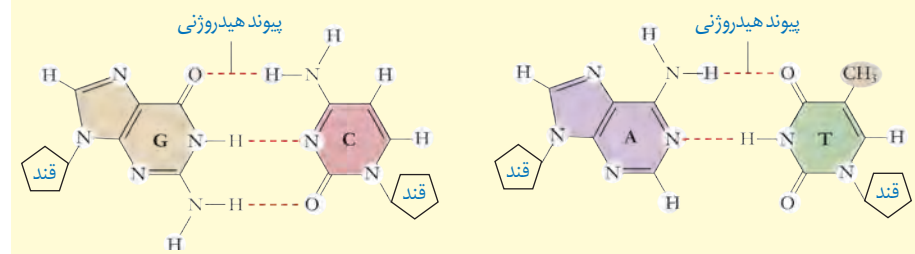
مهم: اگرچه هر پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی پیوند کمی دارد، ولی وجود هزاران یا میلیون ها نوکلئوتید و برقراری پیوند هیدروژنی بین آنها به مولکول دنا حالت پایداری می دهد. در عین حال، دو رشته دنا در موقع نیاز هم می توانند در بعضی نقاط از هم جدا شوند، بدون اینکه پایداری آنها به هم بخورد.



شکل ۸- مدل مارپیچ دورشته ای دنا

بیشتر بدانید

بازهای مکمل و پیوندهای هیدروژنی بین آنها



مکمل بودن بازهای آلی در مولکول DNA نتایج آزمایشهای چارگاف را نیز تأیید می کند.

دو عامل باعث پایداری مولکول دنا میشوند:

عامل اول: قرار گرفتن یک باز تک حلقه ای در مقابل یک باز دو حلقه ای

عامل دوم: وجود هزاران یا میلیون ها نوکلئوتید و برقراری پیوند هیدروژنی بین آنها

نکته

نکات تکمیلی در مورد مولکول **دنا**ی خطی و حلقوی:

- (۱) اولین نوکلئوتید هر رشته پلی نوکلئوتیدی سه فسفات و بقیه نوکلئوتیدها **تک فسفات** هستند.
- (۲) در حالت **عادی** بین نوکلئوتیدهای مکمل یا مقابل پیوند هیدروژنی تشکیل میشود.
- (۳) در همه مولکول های **دنا** رابطه چارگاف و **رابطه مکملی** برقرار است.
- (۴) البته در قطعات **دنا**ی حاصل از آنزیم های **برش دهنده** (فصل ۷) ممکن است به دلیل وجود انتهای **چسبنده** (بخش تک رشته ای) رابطه مکملی برقرار نباشد، اما **همچنان** رابطه چارگاف مشاهده می شود!
- (۵) تعداد پیوندهای قند - باز **برابر** با تعداد کل نوکلئوتیدهاست چون هر نوکلئوتید یک پیوند قند - باز دارد.
- (۶) تعداد پیوندهای قند - فسفات **دو عدد کمتر از دو برابر** تعداد کل نوکلئوتیدهاست چون هر نوکلئوتید به جز آخری دو پیوند قند - فسفات دارند.
- (۷) تعداد پیوندهای فسفودی استر **دو عدد کمتر از** تعداد کل نوکلئوتیدهاست.
- (۸) در حالت عادی تعداد پورین ها و پیریمیدین ها **برابر** است.
- (۹) در هر پله از نردبان مارپیچ یک پورین در مقابل یک پیریمیدین قرار گرفته است. بنابراین تعداد پله ها **نصف** تعداد کل نوکلئوتیدهاست.
- (۱۰) در حالت عادی در هر پله از نردبان مارپیچ ۵ حلقه آلی شامل ۳ حلقه آلی نیتروژن دار یافت میشود.
- (۱۱) در حالت عادی در هر پله از نردبان مارپیچ حداقل ۲ و حداکثر ۳ پیوند هیدروژنی یافت میشود.
- (۱۲) در یک مولکول DNA حلقوی **همه** روابط فوق برقرار هستند **به جز**:
 + تعداد گروههای فسفات مساوی با تعداد کل نوکلئوتیدها است.
 + تعداد پیوندهای قند - فسفات دو برابر تعداد کل نوکلئوتیدها است.
 + تعداد پیوندهای فسفودی استر مساوی با تعداد کل نوکلئوتیدها است.

بررسی چند تست:

- ۱ در ارتباط با ساختار هر نوع از مولکول های دنا طبیعی، می توان گفت
 ۱ دو انتهای رشته های پلی نوکلئوتیدی آن ها با پیوند فسفودی استر به هم متصل شده است.
 ۲ در بعضی نقاط، دو باز تک حلقه ای در مقابل هم قرار می گیرند.
 ۳ پیوندی که بین جفت بازها تشکیل می شود به تنهایی انرژی زیادی دارد.
 ۴ قطر ثابت این مولکول در سرتاسر آن، در ایجاد پایداری مولکول دنا نقش دارد.
- ۲ کدام گزینه به نادرستی بیان شده است؟
 ۱ در پیوند فسفودی استر، فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می شود.
 ۲ 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.
 ۳ نوکلئوتیدی که در ساختار رنا شرکت ندارد، دارای باز آلی دو حلقه ای است.
 ۴ هر رشته ی دنا خطی همیشه دو سر متفاوت دارد.

سال ۱۸۶۹م: میشر در عصارهٔ یاخته‌ها به وجود اسیدهای هسته‌ای (نوکلئیک اسیدها) پی‌برد.

سال ۱۹۲۸م: گریفیت نشان داد که خصوصیات یک باکتری به باکتری دیگر قابل انتقال است.

سال ۱۹۴۴م: ایوری و همکارانش برای اولین بار نشان دادند که دنا، مادهٔ ژنتیک است.

سال ۱۹۵۰م: چارگاف نشان داد که در دنا، جانداران گوناگون تعداد T مساوی تعداد A و تعداد C مساوی تعداد G است.

سال ۱۹۵۲م: فرانکلین و ویلیکینز نشان دادند که دنا ساختار مارپیچی و چندرشته‌ای دارد.

سال ۱۹۵۳م: واتسون و کریک مدل مارپیچ دورشته‌ای را برای دنا ارائه کردند.

رنا و انواع آن

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

رنا ییک (mRNA): اطلاعات را از دنا به رناتن‌ها می‌رساند. رناتن با استفاده از اطلاعات رنا ییک، پروتئین‌سازی می‌کند که در فصل بعد با آن آشنا خواهید شد.

رنا ناقل (tRNA): آمینواسیدها را برای استفاده در پروتئین‌سازی به سمت رناتن‌ها می‌برد.

رنا رناتنی (rRNA): در ساختار رناتن‌ها علاوه بر پروتئین، رنا رناتنی نیز شرکت دارد.

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

ژن چیست؟

در طی این گفتار با ساختار دنا آشنا شدید. طبق آزمایش‌های ایوری و همکارانش، اطلاعات وراثتی در دنا قرار دارد و از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شوند. این اطلاعات در واحدهایی به نام ژن سازماندهی شده‌اند. ژن بخشی از مولکول دنا است که بیان آن می‌تواند به تولید رنا یا پلی‌پپتید بینجامد. اینکه رنا چگونه دستورالعمل‌های دنا را اجرا می‌کند، در فصل‌های آینده با آن آشنا خواهید شد.

دخالت نوکلئوتیدها در واکنش‌های سوخت‌وسازی^۲

نوکلئوتیدها علاوه بر شرکت در ساختار دنا و رنا نقش‌های اساسی دیگری نیز در یاخته برعهده دارند. برای مثال نوکلئوتید آدنین دار ATP (آدنوزین تری فسفات) به عنوان منبع رایج انرژی در یاخته است و یاخته در فعالیت‌های مختلف از آن استفاده می‌کند. همچنین نوکلئوتیدها در ساختار مولکول‌هایی وارد می‌شوند که در فرایندهای فتوسنتز و تنفس یاخته‌ای نقش جاما، الکترون، اب، عهده دارند. با اب، مهلکا، ها، در فضا، هاء، آنده آشنا خواهید شد.

نکته

۱- در مولکول‌های رنا، هیچگاه رابطه چارگاف برقرار نیست، اما ممکن است در بخشهایی از آنها رابطه مکملی برقرار باشد.

۲- آنزیمی که پروتئین‌ها را می‌سازد از جنس پروتئین نیست! این آنزیم غیر پروتئینی نوعی rRNA است.

نکته: در مورد rRNA:

← تنها آنزیمی است که ساختار پروتئینی ندارد و فاقد آمینواسید است (در سطح کتاب درسی)

← تنها آنزیمی است که درون هسته ساخته می‌شود و در سیتوپلاسم فعالیت می‌کند (البته در یاخته‌های یوکاریوتی).

← تنها آنزیمی است که محصول رونویسی است، این یعنی ترجمه نمی‌شود (در سطح کتاب درسی)

← rRNA مولکولی می‌سازد که پروتئینی است و واحد سازنده اش (نوکلئوتید) با مولکول حاصل از فعالیت اش (پلی پپتید) متفاوت است.

۱

در رابطه با نوعی از مولکول دنا که در پروکاریوت ها وجود ، می توان گفت که

۱

ندارد - در آن تعداد نوکلئوتیدها یک عدد بیشتر از پیوندهای فسفودی استر است.

۲

ندارد - در شرایطی ممکن است دو نوکلئوتید دارای باز آلی دوحلقه ای در مقابل هم قرار بگیرند.

۳

دارد - در این مولکول تعداد پیوندهای فسفودی استر از تعداد نوکلئوتیدها کمتر است.

۴

دارد - قطعاً ممکن نیست اطلاعات موجود در آن توسط جاندار دیگری از همان گونه مورد استفاده قرار بگیرد.

۲

در جاندارانی که مولکول DNA در فام تن اصلی آن ها دارای دو سر متفاوت، امکان ندارد که

۱

است - بین دو باز آلی مجاور هم، پیوند هیدروژنی وجود نداشته باشد.

۲

نیست - در ساختار واحدهای تکرارشونده ی نوکلئیک اسیدها، پیوند بین قند و فسفات دیده شود.

۳

است - تمامی گروه های فسفات، در تشکیل پیوند فسفودی استر شرکت داشته باشند.

۴

نیست - در برخی از نوکلئیک اسیدهای آن ها، مقدار باز آلی گوانین با سیتوزین برابر نباشد.

۳

چند مورد درباره ی پژوهش هایی که به کشف نقش و ساختار ماده ی وراثتی منجر شد، به درستی بیان شده است؟

الف) چارگاف پیش از واتسون و کریک ثابت کرد که بازهای آلی دو به دو مکمل بوده و مقدار آن ها با هم برابر است.

ب) در آزمایش آخر گریفیت، برخی باکتری ها، ژن (های) مربوط به پوشینه را از یاخته های پوشینه دار زنده دریافت کردند.

ج) نتایج پژوهش های ایوری، آن ها را به این نتیجه رساند که عامل اصلی انتقال صفات، انواع اسیدهای نوکلئیک هستند.

د) ویلکینز و فرانکلین اثبات کردند که قطر ماده ی وراثتی در سراسر طول آن مقدار ثابتی است.

۱

۲

۳

۴

۴

کدام گزینه، عبارت زیر را به درستی تکمیل می کند؟

«از نتایج مطالعات واتسون و کریک مشخص شد که

۱

مقدار آدنین در دنا با مقدار تیمین برابر است.

۲

دنا حالت مارپیچ و بیش از یک رشته دارد.

۳

هر مولکول دنا، ساختار مارپیچ دورشته ای دارد.

۴

مقدار چهار نوع باز آلی در تمامی مولکول های دنا برابر است.

سوال یک: گزینه دو سوال دو: گزینه سه سوال سه: گزینه یک سوال چهار: گزینه سه

بررسی یک یا چند تست

۱! در حالت طبیعی کدام گزینه در ارتباط با هر نوکلئیک اسیدی که در یاخته های سالم به صورت تک رشته ای است، به درستی بیان شده است؟

- ۱ از روی بخشی از یکی از دو رشته ی دنا ساخته شده است.
- ۲ دارای نقش آنزیمی و توانایی دخالت در تنظیم بیان ژن است.
- ۳ گروه های فسفات و هیدروکسیل در انتهای آن آزاد نیستند.
- ۴ دارای تعداد برابری از مولکول های پورین و پیریمیدین هستند.

۲! مولکولی که از روی دنا ساخته می شود، ممکن نیست باشد.

- ۱ دخالتی در تنظیم بیان ژن داشته
- ۲ در ساختار خود دارای پیوندهای اختصاصی
- ۳ حاوی اطلاعات لازم برای زندگی یک یاخته
- ۴ در واکنش های سوخت و سازی دارای نقش مستقیم

سوال دو : گزینه چهار

سوال یک : گزینه یک

کمی بیشتر دقت کنیم

تله تست! : حواست به اینا توی طرح تست ها باشه !!!!!

در مبحث دانشمندان بازی با کلمات متعددی وجود دارد که در آزمون های آزمایشی زیاد تکرار می شود:

- ۱- گریفیت در نتیجه پژوهش های خود فهمید که چه ماده ای باعث انتقال صفات می شود: غلط
- ۲- ایوری در پژوهش هایش فهمید که ماده وراثتی چگونه بین یاخته ها منتقل می شود: غلط
- ۳- چارگاف توانست دلیل برابر بودن بازهای آلی پورین و پیریمیدین در مولکول دنا را ثابت کند: غلط
- ۴- ویلکینز و فرانکلین نشان دادند که مولکول دنا دو رشته ای است: غلط

کتاب نوشت چاپ ۳۰۱۴ همراه با نکات و تست

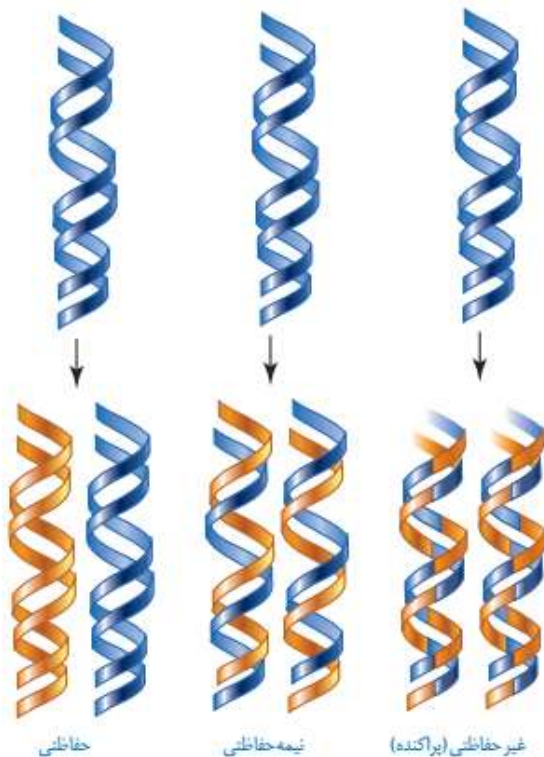
فصل اول

مولکول های اطلاعاتی

زیست شناسی ۳

دکتر محمد علی
میرزایی

گفتار ۲ همانندسازی دنا



شکل ۹- طرح‌های مختلف برای همانندسازی

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؟ به خاطر دقت

بالا در فرایند همانندسازی و تقسیم سلولی

این کار با همانندسازی دنا انجام می‌شود. به ساخته شدن مولکول دنا جدید از روی دنا قدیمی همانند سازی^۱ می‌گویند.

با توجه به مدل واتسون و کریک و وجود رابطه مکملی بین بازها تا حد زیادی همانندسازی دنا قابل توضیح است؛ گرچه طرح‌های مختلفی برای همانندسازی دنا پیشنهاد شده بود (شکل ۹).

۱- همانندسازی حفاظتی: در این طرح هر دو رشته دنا قبلی (اولیه) به صورت دست نخورده باقی مانده، وارد یکی از یاخته‌های حاصل از تقسیم می‌شوند، 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- همانندسازی 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- همانندسازی 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.

در سه مدل پیشنهادی:

- (۱) در همانندسازی حفاظتی: پیوند هیدروژنی نمی‌شکند. پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود. پیوند فسفودی استر تشکیل می‌شود!
- (۲) در همانندسازی نیمه حفاظتی: پیوند هیدروژنی می‌شکند. پیوند هیدروژنی تشکیل میشود. پیوند فسفودی استر تشکیل می‌شود
- (۳) در همانندسازی غیر حفاظتی: پیوند هیدروژنی نمی‌شکند. پیوند فسفودی استر می‌شکند. پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود. پیوند فسفودی استر تشکیل میشود.

^۱ - Replication

کدام طرح مورد تأیید قرار گرفته است؟

مزلسون^۱ و استال^۲ با به کارگیری روش علمی پاسخ این پرسش را به دست آوردند. آنها فرضیه های متعدد ارائه شده را در نظر گرفتند و با توجه به امکانات، آزمایشی را طراحی کردند تا بتوانند به پاسخ قانع کننده ای برسند. برای شروع کار، آنها باید بتوانند **رشته های دناى نوساز** را از رشته های **قدیمی** تشخیص دهند. آنها با این هدف دنا را با استفاده از نوکلئوتید هایی که **ایزوتوپ سنگین نیتروژن** (N^{15}) دارند، **نشانه گذاری** کردند.

پندر تست در مورد نحوه همانند سازی دنا با هم مرور کنیم؛

۱- کدام گزینه برای تکمیل عبارت مقابل مناسب است؟ « در فرایند همانندسازی..... به طور حتم

- ۱) نیمه حفاظتی - دو دنا با یک رشته قدیمی یکسان ایجاد می شوند.
- ۲) حفاظتی - هر مولکول دناى جدید حاوی یک رشته قدیمی است.
- ۳) غیر حفاظتی - هر قطعه جدید بین دو قطعه دناى قبلی قرار می گیرد.
- ۴) نیمه حفاظتی - هر پیوند ایجاد شده بین رشته جدید و قدیمی ضعیف است .

۲- کدام گزینه به ویژگی مشترک همانندسازی نیمه حفاظتی و غیر حفاظتی اشاره می کند؟

- ۱) در ساختار هر مولکول دناى حاصل از این فرایند بخشی از دناى اولیه وجود دارد.
- ۲) در گروهی از یاخته های حاصل از تقسیم یک رشته دناى قدیمی مشاهده می شود.
- ۳) در این فرایند پیوند فسفودی استر بین نوکلئوتیدهای رشته قدیمی شکسته می شود.
- ۴) در هر دو رشته پلی نوکلئوتیدی دناى حاصل، توالی دناى اولیه وجود دارد.

۳- کدام گزینه، عبارت زیر را به درستی تکمیل نمی کند؟

« در طرح همانندسازی طرح همانندسازی»

- ۱) حفاظتی همانند - نیمه حفاظتی، شکسته شدن پیوند فسفودی استر در دناى اولیه رخ نمی دهد.
- ۲) نیمه حفاظتی همانند - غیر حفاظتی، امکان شکسته شدن پیوند هیدروژنی بین دو رشته دناى اولیه وجود دارد.
- ۳) نیمه حفاظتی برخلاف - غیر حفاظتی، در صورت بروز خطای همانندسازی، امکان مشاهده آن خطا در هر دو مولکول دناى جدید وجود دارد.
- ۴) غیر حفاظتی برخلاف - حفاظتی، تشکیل پیوند فسفودی استر بین نوکلئوتید جدید و قدیمی دیده می شود.

سوال ۳- گزینه ۳

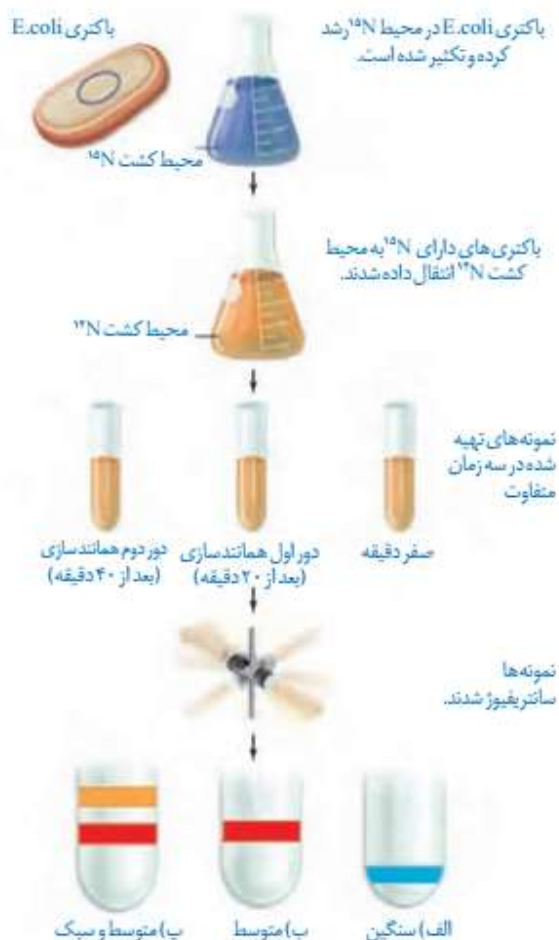
سوال ۲- گزینه ۱

سوال ۱- گزینه ۴

^۱ - Meselson

^۲ - Stahl

دِناهایی که با N^{15} ساخته میشوند نسبت به دِنای معمولی که در نوکلئوتیدهای خود N^{14} دارد چگالی بیشتری دارند. بنابراین، به وسیلهٔ گریزانۀ با سرعت بسیار بالا^۱ می توان آنها را از هم جدا کرد. آنها ابتدا باکتری ها را در محیط دارای N^{15} کشت دادند. N^{15} در ساختار بازهای آلی نیتروژن دار که در ساخت دِنای باکتری شرکت می کنند، وارد شدند. پس از چندین مرحله رشد و تکثیر در این محیط، باکتری هایی تولید شدند که دِنای سنگین تری نسبت به باکتری های اولیه داشتند. سپس این باکتری ها را به محیط کشت دارای N^{14} منتقل کردند. با توجه به اینکه تقسیم باکتری ها حدود ۲۰ دقیقه طول می کشد در فواصل ۲۰ دقیقه ای باکتری ها را از محیط کشت جدا و بررسی کردند. برای سنجش چگالی دِناها در هر فاصله زمانی، دِنای باکتری را استخراج و در شیبی از محلول سزیم کلرید با غلظت های متفاوت و در سرعتی بسیار بالا گریز دادند؛ در نتیجه مواد بر اساس چگالی در بخش های متفاوتی از محلول در لوله قرار گرفتند. مراحل آزمایش مزلسون و استال و نتایج آن را در شکل ۱۰ می بینید. همان طور که مشاهده می کنید نتایج این آزمایش نشان داد که همانندسازی دِنا، نیمه حفاظتی است.



شکل ۱۰ — آزمایش های مزلسون و استال و نتایج به دست آمده:
 الف) دِنای باکتری های اولیه پس از گریز دادن، یک نوار در انتهای لوله تشکیل دادند چون هر دو رشته دِنای آنها N^{15} و چگالی سنگینی داشت.
 ب) دِنای باکتری های حاصل از دور اول همانندسازی در محیط کشت حاوی N^{14} (بعد از ۲۰ دقیقه) پس از گریز دادن، نوارِ در میانه لوله تشکیل دادند. پس دِنای آنها چگالی متوسط داشت.
 پ) دِنای باکتری های 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؟

^۱ – Ultracentrifuge

با مشخص شدن اینکه همانندسازی به صورت نیمه حفاظتی انجام می شود، سؤال دیگری مطرح شد: دو رشته دنا چگونه از یکدیگر باز می شوند؟ (با استفاده از آنزیم هلیکاز) آیا هر دو رشته کاملاً از یکدیگر جدا می شوند و سپس همانندسازی انجام می شود یا جدا شدن دو رشته **تدریجی** و همراه با آن همانندسازی انجام می شود؟ تحقیقات نشان داده است در **محلی که قرار است همانندسازی انجام شود دو رشته از هم باز می شوند . بقیه قسمت ها بسته هستند و به تدریج باز می شوند.**

نکاتی در مورد آزمایشات مزلسون و استال

(۱) در سانتیفریوژ، میزان حرکت مواد بر اساس چگالی بوده و موادی که چگالی بیشتری دارند، **تندتر** حرکت میکنند، زیرا این مواد به **ته لوله** نزدیکتر بوده بنابراین سرعت **بیشتری** هم داشته اند!

(۲) **رد شدن مدل حفاظتی** : با توجه به اینکه در لوله آزمایش **ب** همه مولکولهای دنا چگالی متوسط داشته اند بنابراین این لوله به طور قطع نشان داد که روش حفاظتی **نمی تواند** درست باشد، اما هر کدام از **دو** روش دیگر **می توانند** رخ داده باشند!

(۳) **رد شدن مدل غیر حفاظتی** : همچنین لوله آزمایش **پ** نیز به طور قطع نشان داد که روش غیر حفاظتی یا پراکنده **نمی تواند** درست باشد، زیرا اگر این روش اتفاق میافتاد در این لوله، تمام مولکولهای دنا دارای چگالی **متوسط** بوده و **هیچگاه** مولکولهایی با چگالی کم به وجود نمی آمدند.

تفکر طراح:

حواست به اینا توی طرح تست ها باشه !!!!!

در هر مرحله ای از آزمایش های مزلسون و استال که ...

- (۱) طرح همانندسازی حفاظتی رد شد: **مرحله دوم**
- (۲) طرح همانندسازی غیرحفاظتی رد شد: **مرحله سوم**
- (۳) یک نوار در لوله آزمایش تشکیل شد: **مرحله اول و دوم**
- (۴) یک نوار در پایین لوله آزمایش تشکیل شد: **مرحله اول**
- (۵) نواری در قسمت میانی لوله آزمایش تشکیل شد: **مرحله دوم و سوم**
- (۶) تنها یک نوار در قسمت میانی لوله آزمایش تشکیل شد: **مرحله دوم**
- (۷) امکان تشکیل نوار در قسمت بالایی لوله آزمایش وجود دارد: **مرحله سوم**
- (۸) دو نوار در لوله آزمایش تشکیل شد: **مرحله سوم**

۱- در ارتباط با آزمایش مزلسون و استال کدام موارد صحیح اند؟

(الف) در صفر دقیقه دو رشته دنا چگالی سبک داشتند.

(ب) در ۲۰ دقیقه همه دناها چگالی متوسط داشتند.

(ج) در ۴۰ دقیقه همه رشته های با چگالی سبک در نوار بالایی قرار داشتند.

(د) دناهای استخراج شده در شبی از محلول سزیم کلرید با غلظت های متفاوت با سرعت بسیار بالا گریز داده شدند.

(۱) الف، ب، ج، د (۲) ب، ج، د (۳) ب، د (۴) ج، د

۲- کدام عبارت جمله زیر را به درستی تکمیل می کند؟

« باکتری که در محیط کشت N^{15} رشد کرده و در محیط کشت N^{14} وارد شود، بعد از ۲۰ دقیقه اگر با مدل همانندسازی

رخ دهد،»

(۱) حفاظتی - مقابل هر باز دارای N^{14} ، باز دارای N^{15} قرار می گیرد.

(۲) پراکنده - مقابل هر باز دارای N^{14} ، باز دارای N^{15} قرار می گیرد.

(۳) نیمه حفاظتی - در هر ستون دناهای جدید بازهای حاوی N^{14} و N^{15} شرکت دارند.

(۴) مورد تایید مزلسون و استال - در نیمی از پله های دنا بازهای حاوی N^{14} شرکت دارند.

۳- اگر یک مولکول دنا که یک رشته آن دارای نوکلئوتیدهای N^{15} و یک رشته دیگر آن دارای نوکلئوتیدهای N^{14} باشد، در محیط

کشتی با N^{14} نسل به روش همانندسازی دنا انجام دهد، پس از سانتریفیوژ دناهای حاصل در لوله، مشاهده می شود.

(۱) یک - حفاظتی - دو نوار با ضخامت یکسان در پایین و میانه لوله

(۲) یک - نیمه حفاظتی - فقط، یک نوار در میانه لوله

(۳) دو - حفاظتی - یک نوار ضخیم در بالا و یک نوار نازک تر در میانه لوله

(۴) دو - نیمه حفاظتی - دو نوار با ضخامت برابر در میانه و بالای لوله

سوال ۳- گزینه ۳

سوال ۲- گزینه ۲

سوال ۱- گزینه ۳

عوامل و مراحل همانندسازی

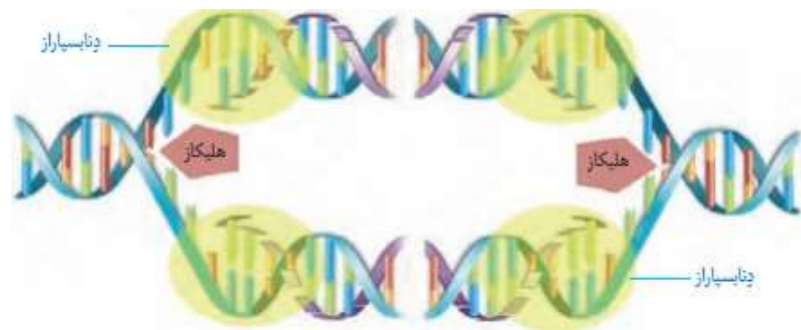
در همانندسازی عوامل متعددی مؤثرند که مهم ترین آنها به شرح زیر است:

— 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 بازکردن دو رشته نوکلئوتید ها 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 فامینه، 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^۱** مارپیچ دنا و دو رشته آن را از هم 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 آنها که نوکلئوتیدهای مکمل را با نوکلئوتیدهای رشته الگو جفت می کند **دناپسپاراز^۲** (DNA پلی مراز) است. با توجه به اینکه در محل همانندسازی، همانندسازی در دو جهت انجام می شود؛ به آن **همانندسازی دو جهتی** نیز می گویند.

^۱ – Helicase

^۲ – DNA Polymerase

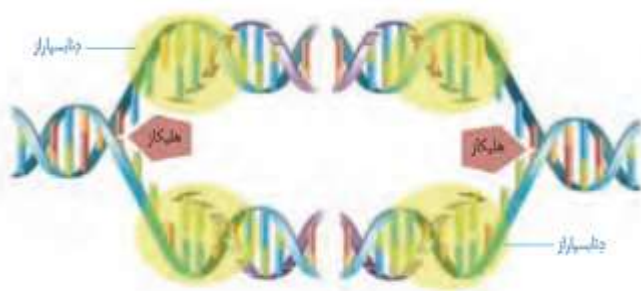
بیشتر بدانید

گریزانه هم چگال

برای جداکردن ذره هایی با چگالی متفاوت و تعیین چگالی آنها از روشی به نام گریزانه هم چگال استفاده می شود. در این روش محلولی از نمک یک فلز سنگین مثل سزیم کلرید را در لوله آزمایش قرار میدهند. غلظت این ماده و چگالی آن به طور یکنواخت از پایین به بالای لوله کم می شود و به اصطلاح شیب پیوسته ای از غلظت های مختلف نمک در آن وجود دارد.

با ورود مولکول های مد نظر در این محلول و حرکت آنها حین سانتریفیوژ، براساس چگالی خود در نقطه ای متوقف می شوند. چون ذره ها با چگالی یکسان در یک منطقه تجمع می یابند، نوارهایی را تشکیل می دهند که به آسانی قابل تشخیص اند. با مشخص شدن چگالی محلول در هر نقطه از لوله، می توان چگالی ذره های مورد آزمایش را معلوم کرد.

نکاتی در مورد شکل



۱) تعداد مولکولهای هلیکاز موجود در شکل از تعداد مولکول های دنا بسیار کمتر است.

۲) آنزیم **هلیکاز** توان شکستن پیوند هیدروژنی را دارد.

۳) برای هر دو راهی همانند سازی تعداد **یک عدد هلیکاز** و **دو عدد دنا بسیار** وجود دارد.

۴) عملکرد آنزیم هلیکاز بر عملکرد آنزیم دنا بسیار **مقدم** میباشد.

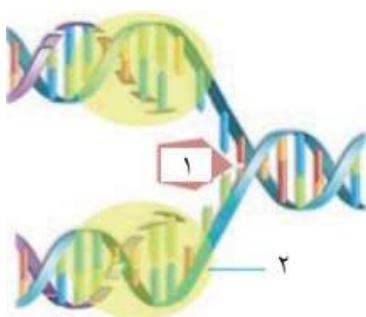
۵) دنا بسیار از **هم زمان** چند نوکلئوتید را در برمی گیرد و طبق شکل **چندین نوکلئوتید** را همزمان به هم متصل می کند.

چند تست در مورد همانند سازی دنا با هم مرور کنیم:

۱- در ارتباط با مراحل همانندسازی یک یاخته یوکاریوتی، کدام گزینه به درستی بیان شده است؟

- ۱) باز شدن پیچ و تاب کروموزوم و جدا شدن هیستون ها، قبل از باز شدن دو رشته دنا در طی این فرآیند انجام می شود.
- ۲) بررسی رابطه مکملی بین بازهای مختلف در مولکول دنا، بعد از تشکیل همه پیوندها و در پایان همانندسازی انجام می شود.
- ۳) قبل از تشکیل هر پیوند فسفودی استر در ابتدای رشته در حال ساخت، باید پیوندهای اشتراکی خاصی شکسته شود.
- ۴) تشکیل پیوند فسفودی استر توسط آنزیم دنا بسیار، بعد از تشکیل پیوندهای هیدروژنی میان بازهای آلی انجام می شود.

۲- با توجه به شکل مقابل که همانندسازی مولکول دناي هسته ای را نشان می دهد، کدام عبارت به نادرستی بیان شده است؟

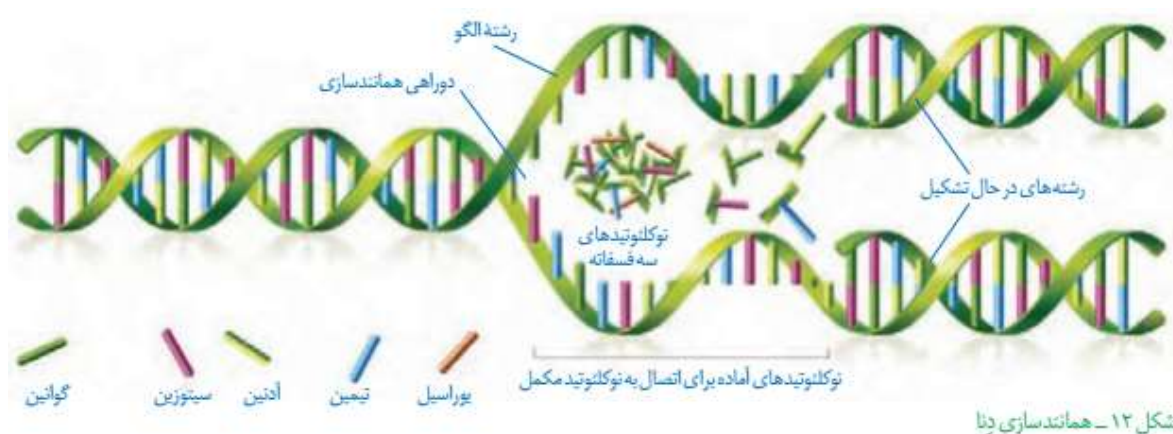


- ۱) ممکن است آنزیم ۱ در حال نزدیک شدن به آنزیم مشابه دیگری باشد.
- ۲) آنزیم ۲ همانند آنزیم ۱، توانایی شکستن پیوند بین نوکلئوتیدها را دارا است.
- ۳) تعداد نقاط پایان همانندسازی در این مولکول یک واحد از تعداد نقاط آغاز کمتر است.
- ۴) به هنگام همانندسازی، نوکلئوتیدهای سه فسفات در بخش پشتی آنزیم ۱ تجمع پیدا می کنند.

سوال ۲- گزینه ۳

سوال ۱- گزینه ۴

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 هریک از آنها **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 بسپاراز** نوکلئوتیدها را به انتهای رشته در حال تشکیل اضافه می کند. 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 پلی نوکلئوتید دو تا از فسفات های آن از مولکول جدا می شوند و نوکلئوتید به صورت تک فسفات به رشته متصل می شود (شکل ۱۲).



شکل ۱۲ – همانندسازی دنا

نکته: جدا شدن فسفات ها مستلزم شکسته شدن پیوند کووالانسی و همراه با آزاد شدن انرژی می باشد.

فعالیت های آنزیم دنا بسپاراز

همانندسازی دنا با دقت زیادی انجام می شود؛ این دقت تا حدود زیادی مربوط به رابطه مکملی بین نوکلئوتیدها است. اگرچه آنزیم دنا بسپاراز، نوکلئوتیدها را براساس رابطه مکملی مقابل هم قرار می دهد ولی گاهی در این مورد اشتباهی هم صورت می گیرد؛ بنابراین آنزیم دنا بسپاراز پس از برقراری هر پیوند فسفودی استر، برمی گردد و رابطه مکملی نوکلئوتید را بررسی می کند که رابطه آن درست است یا اشتباه؟ اگر اشتباه باشد آن را برداشته و نوکلئوتید درست را به جای آن قرار می دهد. 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 می شکند. بنابراین آنزیم دنا بسپاراز، هم فعالیت بسپارازی (پلیمرازی) دارد که در آن پیوند فسفودی استر را تشکیل می دهد و هم فعالیت نوکلئازی که در آن پیوند فسفودی استر را برای رفع اشتباه می شکند. فعالیت نوکلئازی دنا بسپاراز را که باعث رفع اشتباه ها در همانندسازی می شود، ویرایش می گویند.

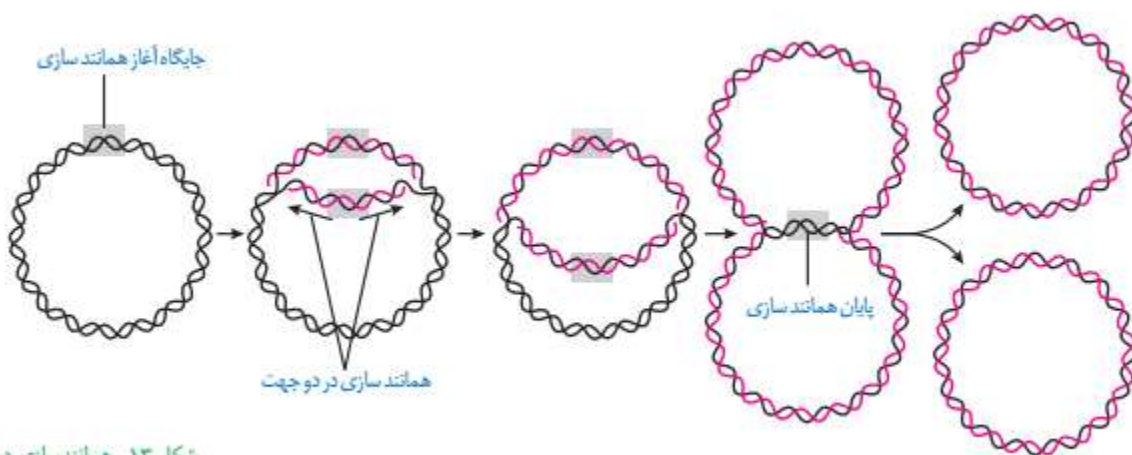
همانند سازی در پروکاریوت ها و یوکاریوت ها

در پروکاریوت ها که شامل همه باکتری ها می شوند، مولکول های وراثتی در غشا محصور نشده

و **فام تن اصلی** دارای یک مولکول **دِنای حلقوی** است که در سیتوپلاسم قرار دارد و به غشای یاخته **متصل** است. پروکاریوت ها **علاوه** بر دِنای اصلی ممکن است مولکول هایی از دِنایی دیگر به نام **دیسک (پلازمید)** داشته باشند. اطلاعات این مولکول ها می تواند ویژگی های دیگری را به باکتری بدهد مانند **افزایش مقاومت** باکتری در برابر **پادزیست (آنتی بیوتیک) ها**

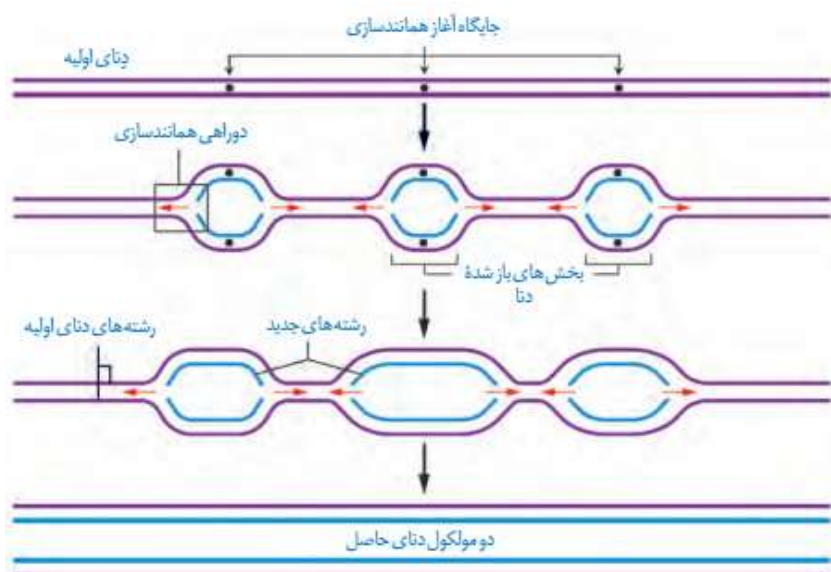
اغلب پروکاریوت ها فقط **یک** جایگاه آغاز همانندسازی در دِنای خود دارند. در این جایگاه دو رشته دِنای از هم باز می شوند. **همانند یوکاریوت ها**، همانندسازی دو جهتی در **باکتری ها** نیز وجود دارد؛ یعنی از **یک نقطه** همانندسازی شروع و در **دو جهت** ادامه می یابد تا به همدیگر رسیده و همانندسازی پایان یابد (شکل ۱۳)

در **یوکاریوت ها** که بقیه موجودات زنده یعنی **آغازیان، قارچ ها، گیاهان و جانوران** را شامل می شوند **دِنای** در هر فام تن به صورت **خطی** است و مجموعه ای از **پروتئین ها** که مهم ترین آنها **هیستون ها** هستند همراه آن قرار دارند. **بیشتر دِنای** درون هسته قرار دارد که به آن **دِنای هسته ای** می گویند. در یوکاریوت ها **علاوه** بر هسته در سیتوپلاسم نیز **مقداری دِنای** وجود دارد که به آن **دِنای سیتوپلاسمی** می گویند. این نوع از دِنای که **حالت حلقوی** دارد در **راکیزه** (میتوکندری) و **دیسک** (پلاست) دیده می شود.



شکل ۱۳- همانندسازی دو جهتی دِنای در پروکاریوت ها با یک نقطه آغاز

همانندسازی در یوکاریوت ها بسیار **پیچیده تر** از پروکاریوت ها است. علت این مسئله وجود مقدار زیاد دِنای و قرار داشتن در چندین فام تن است که هر کدام از آنها چندین برابر دِنای 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 **یوکاریوت ها**، **آغاز همانندسازی** در **چندین نقطه** در هر فام تن انجام می شود (شکل ۱۴). **تعداد جایگاه های** آغاز همانندسازی در **یوکاریوت ها** حتی می تواند 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 جایگاه های** آغاز همانندسازی هم **زیاد** است ولی پس از تشکیل اندام ها، **سرعت تقسیم و تعداد** جایگاه های آغاز کم می شوند.



شکل ۱۴ - همانندسازی در یوکاریوت‌ها

نکاتی در مورد شکل

- (۱) چنانچه نقطه شروع همانندسازی در وسط دنا باشد به ازای هر نقطه شروع، یک حباب همانند سازی به وجود می آید.
- (۲) تعداد نقاط شروع همانند سازی هر چه بیشتر باشد، همانند سازی دنا سریع تر پایان می پذیرد.
- (۳) در هر حباب همانند سازی، دو عدد دو راهی همانند سازی دیده می شود.
- (۴) در یک حباب همانند سازی هیچگاه جهت همانند سازی به یک سمت دنا نمی باشد.
- (۵) تعداد جایگاه آغاز همانندسازی می تواند کمتر از جایگاه پایان همانند سازی باشد.
- (۶) بر روی یک دنا نزدیک شدن دو هلیکاز به یکدیگر قابل مشاهده است.
- (۷) سرعت همانند سازی در حباب های همانندسازی متفاوت ممکن است یکسان نباشد

یا یک تست، همانند سازی دن ۱۱ با هم مرور کنیم؛

۱- در رابطه با همانندسازی گروهی از جانداران که به علت قرار داشتن دناى آنها در چند فام تن اصلی، همانندسازی پیچیده ای دارند نوع دیگر از جانداران، می توان گفت.....

- (۱) همانند - در مرحله ای از چرخه یاخته ای با مصرف انواعی از دئوکسی ریبونوکلوئیدها، همانندسازی دوجهتی دناى حلقوی انجام می شود.
- (۲) همانند - بخشی از دو رشته مولکول دنا توسط آنزیم های هلیکاز در هر دوراهی همانندسازی، از یکدیگر فاصله می گیرند.
- (۳) برخلاف - تعداد آنزیم های هلیکاز مؤثر در همانندسازی از هر مولکول دناى فام تن اصلی، مطابق مراحل رشد و نمو تغییر می کند.
- (۴) برخلاف - در فعالیت بسپارازی دنباسپاراز، این آنزیم ابتدا پیوندهای هیدروژنی را تشکیل می دهند.

سوال ۱ - گزینه ۳

همه چیز در مورد آنزیم دنا بسپاراز :

- (۱) هم فعالیت بسپارازی دارد و هم فعالیت نوکلئازی!
 - (۲) طی فعالیت بسپارازی آن میزان فسفات آزاد هسته افزایش و مقدار نوکلئوتیدهای آزاد هسته کاهش می یابد.
 - (۳) پس از باز شدن مارپیچ دنا و جدا شدن رشته های دنا (فعالیت هلیکاز) فعالیت خود را آغاز می کند.
 - (۴) درون جایگاه فعال آن، دورشته دنا، یکی رشته الگو (اولیه یا مادری) و دیگری رشته جدید یا دختری دیده می شود.
 - (۵) قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی نیست و معمولاً نوکلئوتیدهای مکمل را (به کمک تعدادی آنزیم) در مقابل نوکلئوتیدهای رشته الگو قرار می دهد؛ بنابراین باید گفت پیوند هیدروژنی به صورت خودبه خود تشکیل می گردد.
 - (۶) همزمان با همانندسازی دوجتهی، در هر جایگاه آغاز همانندسازی دنا یوکاریوتی، چهار آنزیم دنا بسپاراز فعالیت می کنند.
 - (۷) محل فعالیت آنزیم دنا بسپاراز مؤثر بر دنا ی خطی، درون هسته بوده ولی محل تولید آن، سیتوپلاسم است.
 - (۸) این آنزیم قادر است تا پیوندی را که خودش ایجاد کرده است، بشکند. در عین حال این آنزیم، قادر است تا در دو واکنش مختلف مؤثر باشد و سرعت این واکنش ها را افزایش دهد.
 - (۹) فعالیت آنزیم دنا بسپاراز موجود درون هسته، در مرحله S چرخه یاخته ای به حداکثر می رسد و باعث افزایش تعداد مولکول های دنا ی موجود در هسته (مضاعف شدن تعداد دناها) و تشکیل کروموزوم های دو کروماتیدی (مضاعف شده) می گردد.
 - (۱۰) اگر آنزیم دنا بسپاراز در حین فعالیت خود دچار اشتباه شود، ولی این اشتباهات را تصحیح نکند، جهش رخ می دهد.
- تشکیل دیمر تیمین در یک مولکول دنا (تحت تأثیر پرتوهای فرابنفش) موجب اختلال در عملکرد دنا بسپاراز می شود. (دوازدهم - فصل ۴)

محمد مرزبان، دبیر علمی پژوهشگاه

کتاب نوشت چاپ ۳۰۱۴ همراه با نکات و تست

فصل اول مولکول های اطلاعاتی

گفتار سه: پروتئین ها

شناسی ۳ زیست ماه

محمد رضا میرزائی

دبیر زیست شناسی دبیرستان های برتر مشهد

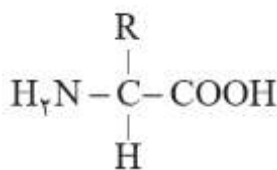
علاوه بر دنا و رنا که در یاخته ذخیره و انتقال اطلاعات را بر عهده دارند مولکول‌های دیگری نیز هستند که به انجام فرایندهای مختلف یاخته ای کمک می کنند. از جمله این مولکول‌ها پروتئین‌ها هستند که نقش بسیار مهمی در فرایندهای یاخته ای دارند.

مولکولهای اطلاعاتی سه نوع هستند:

- (۱) DNA باعث ذخیره اطلاعات در نسل‌ها می شود.
- (۲) RNA باعث انتقال اطلاعات در سلول می شود.
- (۳) پروتئین باعث ایجاد صفات ژنتیکی در سلول و نهایتاً در فرد می شود.

ساختار آمینواسیدها

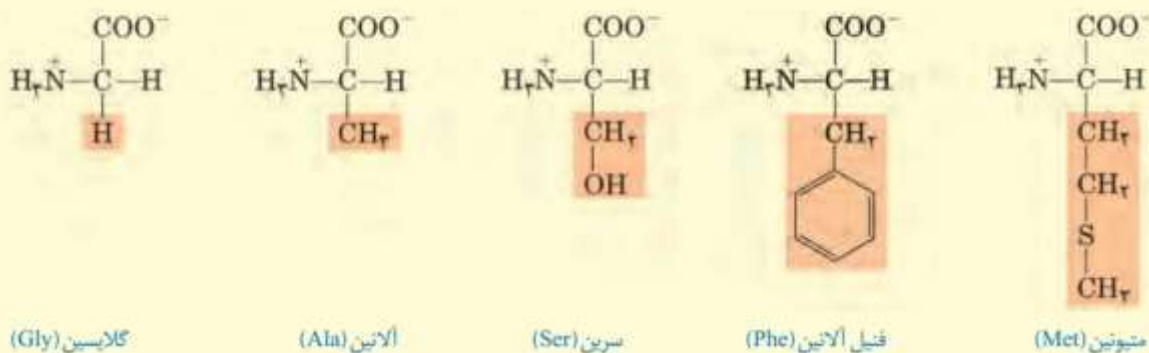
پروتئین‌ها بسپارهایی از آمینواسیدها هستند. نوع، ترتیب و تعداد آمینواسیدها در پروتئین، ساختار و عمل آنها را مشخص می کند. آمینواسیدها همان طور که از نامشان برمی آید یک گروه آمین ($-NH_2$) و یک گروه اسیدی کربوکسیل ($-COOH$) دارند. همان طور که در شکل ۱۵ می بینید گروه آمین و کربوکسیل به همراه یک هیدروژن و گروه R همگی به یک کربن مرکزی متصل اند و چهار ظرفیت آن را پر می کنند. گروه R در آمینواسیدهای مختلف متفاوت است و ویژگی‌های منحصر به فرد هر آمینواسید به آن بستگی دارد. هر آمینواسید می تواند در شکل دهی پروتئین مؤثر باشد و تأثیر آن به ماهیت شیمیایی گروه R بستگی دارد.



شکل ۱۵- ساختار عمومی یک آمینواسید

بیشتر بدانید

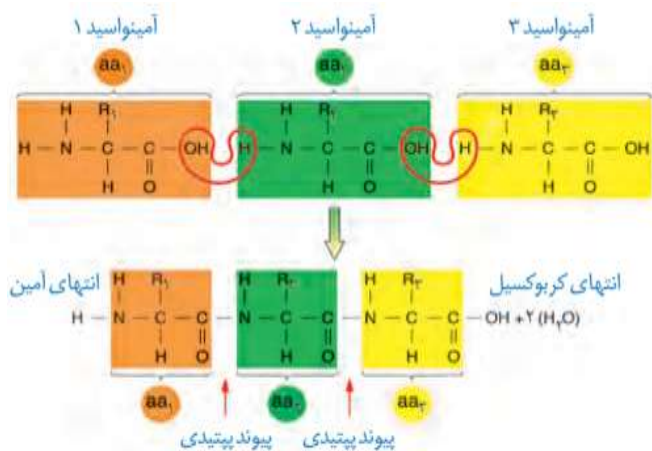
نمونه‌هایی از آمینواسیدها را در زیر می بینید که به دلیل تفاوت در R ویژگی‌های متفاوت دارند.



پیوند پپتیدی آمینواسیدها را به یکدیگر متصل می کند

آمینواسیدهای مختلف با حضور آنزیم، واکنش **سنتز آبدی** را انجام می دهند. در این نوع واکنش با خروج یک مولکول آب، یک آمینواسید با آمینواسید دیگر **پیوند اشتراکی** ایجاد می کند. این پیوند اشتراکی بین آمینواسیدها را **پیوند پپتیدی** می گویند. شکل ۱۶ الگوی ساده ای از چگونگی تشکیل این پیوند را نشان می دهد.

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 آنها را شناسایی می کنند. اگرچه آمینواسیدها در طبیعت انواع گوناگونی دارند اما فقط ۲۰ نوع از آنها در ساختار پروتئین ها به کار می روند.



شکل ۱۶- تشکیل پیوند پپتیدی

نکته: این واکنش، نوعی **سنتز آبدی** است. در تشکیل پیوند پپتیدی که با مصرف انرژی همراه است، مولکول آب آزاد میشود.

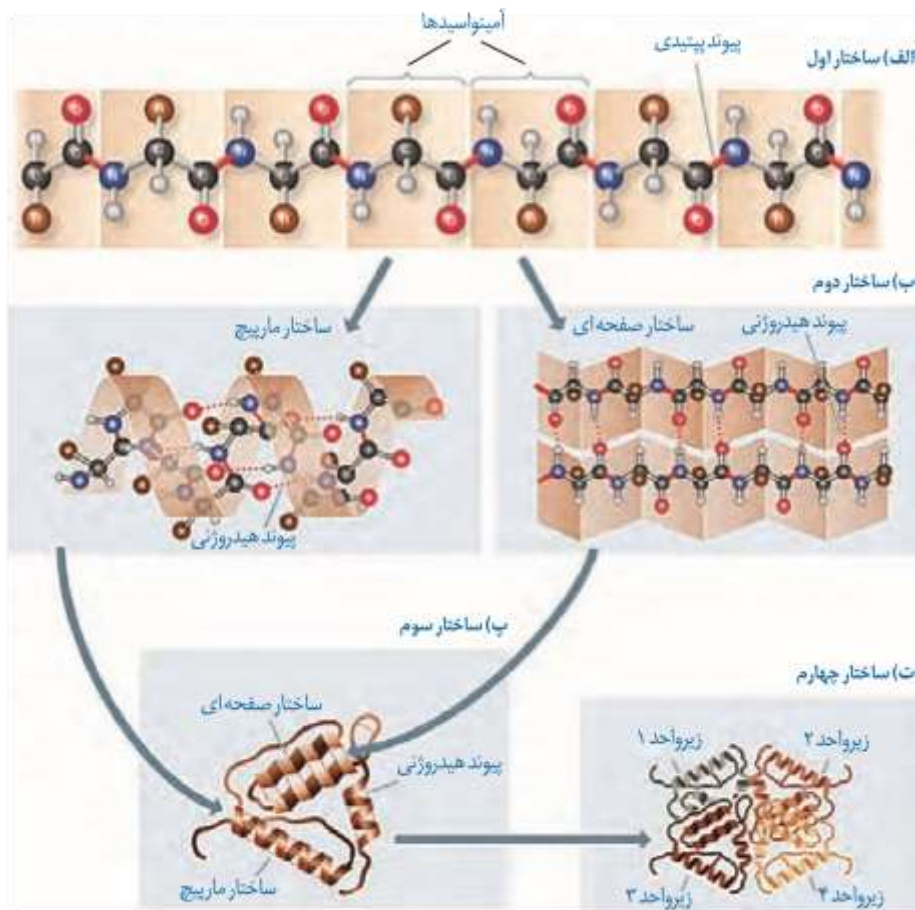
۱- کدام گزینه درست است؟

- (۱) در آمینواسیدها سه ظرفیت کربن مرکزی دارای ترکیب ثابتی می باشد و یک ظرفیت آن قابل تغییر است.
- (۲) هر دو عامل کربوکسیلی و آمینی یک آمینواسید همواره پیوند پپتیدی تشکیل می دهند.
- (۳) پروتئینهایی که زنجیره پلی پپتیدی آنها شاخه دار باشد، ساختار پیچیده تری دارند.
- (۴) هر پیوند بین دو آمینواسید در ساختار پروتئین ها، نوعی پیوند پپتیدی است.

سوال ۱: گزینه ۱

سطوح مختلف ساختاری در پروتئین‌ها

شکل فضایی پروتئین، نوع عمل آن را مشخص می‌کند. یکی از راه‌های پی‌بردن به شکل پروتئین استفاده از پرتوهای ایکس است. با استفاده از تصاویر حاصل از آن و روش‌های دیگر، محققین به ساختار سه‌بعدی پروتئین‌ها پی‌می‌برند که در آن حتی جایگاه هر اتم را می‌توانند مشخص کنند. اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد میوگلوبین بود. آیا به یاد می‌آوردید میوگلوبین در بدن چه نقشی دارد؟ این پروتئین از یک رشته پلی‌پپتید تشکیل شده است. ساختار پروتئین‌ها در چهار سطح بررسی می‌شود که هر ساختار مبنای تشکیل ساختار بالاتر است (شکل ۱۷).



شکل ۱۷- ساختار پروتئین‌ها در چهار ساختار بررسی می‌شود.

نکته مهم در مورد میوگلوبین و انسولین

اولین پروتئینی که ساختار سه بعدی آن با استفاده از پرتوهای ایکس، شناسایی شد میوگلوبین بود. اولین پروتئینی که با استفاده از روشهای شیمیایی، توالی آمینواسیدی آن شناسایی شد، انسولین بود.

ساختار اول پروتئین — توالی آمینواسیدها: نوع، تعداد، ترتیب و تکرار آمینواسیدها،

ساختار اول پروتئین‌ها را تعیین می‌کند. 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 اینکه محدودیتی در توالی آمینواسیدها در ساختار اول پروتئین‌ها وجود ندارد پروتئین‌های حاصل می‌توانند بسیار متنوع باشند. با توجه به اهمیت توالی آمینواسیدها در ساختار اول، همه سطوح دیگر ساختاری در پروتئین‌ها به این ساختار بستگی دارند (شکل ۱۷-الف).

نکاتی در مورد ساختار اول پروتئینها

۱. در ساختار اول پروتئین ها، پیوندهای **پپتیدی** که نوعی پیوند کووالانسی هستند نقش دارند. این پیوند بین گروه **آمین** یک آمینواسید و **کربوکسیل** آمینواسید دیگر شکل میگیرد.
۲. آنزیم **غیر پروتئینی** rRNA پیوند های پپتیدی را می سازد.
۳. آنزیم **غیر پروتئینی** rRNA خود به وسیله نوعی آنزیم پروتئینی یعنی **رنا بسپاراز** ساخته میشود.
۴. هر رشته پلی پپتیدی در ابتدای خود گروه آمین و در انتهای خود گروه کربوکسیل دارد.
۵. در ساختار اول پروتئین ها اگر یک یا چند آمینواسید تغییر کنند **ممکن** است ساختار نهایی پلی پپتید دچار تغییر شود. از آنجا که فعالیت پروتئین ها **رابطه مستقیمی** با ساختار سه بعدی آنها دارد پس تغییر در ساختار اول **می تواند** روی فعالیت پروتئین ها تأثیر بگذارد.
۶. تغییر در آمینواسیدهای ساختار اول **میتواند** ساختارهای بعدی را هم دچار تغییر نماید.
۷. در یاخته عملاً بی شمار نوع پروتئین وجود دارد، چون **هیچ محدودیتی** در نوع، تعداد و ترتیب آمینواسیدها در پلی پپتیدها و در نهایت پروتئینها وجود ندارد.

ساختار دوم - الگوهای از پیوندهای هیدروژنی: بین بخش هایی از زنجیره پلی پپتیدی

می تواند پیوندهای **هیدروژنی** برقرار شود. این پیوندها **منشأ** تشکیل **ساختار دوم** در پروتئین ها هستند که به چند صورت دیده می شوند. **دو نمونه معروف** آنها ساختار **مارپیچ** و ساختار **صفحه ای** است (شکل ۱۷-ب).

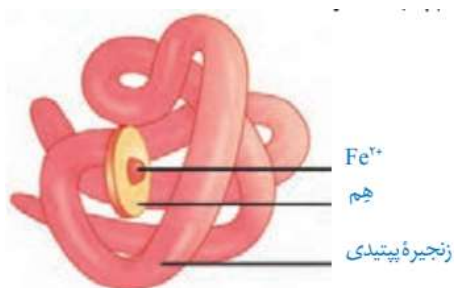
نکاتی در مورد ساختار دوم پروتئینها

۱. در ساختار دوم پیوندهای **هیدروژنی** به وجود آمده و ساختار دوم را تشکیل داده اند. این پیوند بین **اکسیژن** گروه COOH و **هیدروژن** گروه NH_2 دو آمینواسید تشکیل میشود
۲. در ساختار دوم، پیوندهای موجود در ساختار اول نیز وجود دارند.

ساختار سوم - تاخورده و متصل به هم: در ساختار سوم، **تاخوردگی بیشتر** صفحات و مارپیچ ها رخ

می دهد و پروتئین ها به شکل های متفاوتی در می آیند. **تشکیل این ساختار** در اثر **برهم کنش های آب** **گریز** است؛ به این صورت که گروه های R آمینواسیدهایی که آب گریزند، به یکدیگر نزدیک می شوند تا

در معرض آب نباشند. سپس با تشکیل پیوند های دیگری مانند **هیدروژنی، اشتراکی و یونی** ساختار سوم پروتئین **تثبیت** می شود. مجموعه این نیروها قسمت های مختلف پروتئین را به صورت به هم پیچیده در کنار هم نگه می دارند (شکل ۱۷ - ب). بنابراین با وجود این نیروها پروتئین های دارای ساختار سوم، **ثبات نسبی** دارند. ایجاد تغییر در پروتئین، حتی تغییر یک آمینوا سید هم می تواند ساختار و عملکرد آن را به شدت تغییر دهد. **میوگلوبین** نمونه ای از پروتئین ها با **ساختار سوم** است (شکل ۱۸-الف)



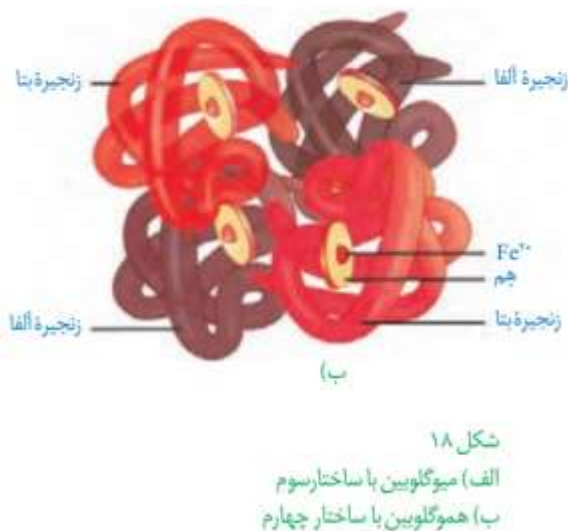
(الف)

نکته : میوگلوبین (در ماهیچه فعال است) نقش اصلی را در ذخیره و آزادسازی اکسیژن در ماهیچه ها به عهده دارد.

حواست به اینا توی طرح تست ها باشه !!!!!

در مورد میوگلوبین میخوانیم که...

۱. پروتئینی با ساختار نهایی سوم است و در آن انواعی از پیوندهای **اشتراکی**، **یونی**، **هیدروژنی** و **پپتیدی** قابل مشاهده است.
۲. از **یک** زنجیره پپتیدی تشکیل شده است. (پروتئینی تک رشته ای است)
۳. در ساختار خود تنها دارای یک عدد گروه هم است که می تواند به **یک مولکول اکسیژن** (دو اتم اکسیژن) متصل شود.
۴. رنای پیک مربوط به آن توسط **رنا تن های آزاد** در سیتوپلاسم یاخته ترجمه می شود.
۵. امکان ترجمه رنای پیک آن **پیش** از پایان فرایند رونویسی وجود ندارد.
۶. **فاقد** بخش یا بخش هایی تخصص یافته به نام جایگاه فعال می باشد و خاصیت آنزیمی ندارد.
۷. در یاخته های ماهیچه ای اسکلتی توانایی **ذخیره سازی** اکسیژن دارد و رنگدانه قرمز محسوب می شود و باعث ایجاد رنگ قرمز می گردد.
۸. در تار ماهیچه ای **تند** نسبت به کند به مقدار **کمتری** وجود دارد.
۹. **ژن** آن در **تمامی** یاخته های هسته دار بدن موجود است، اما **تنها** در یاخته های **ماهیچه ای اسکلتی** ژن آن بیان می شود.
۱۰. **ضمنا** دقت داشته باشید که برای این پروتئین در بدن انسان، یک ژن وجود دارد و پروتئینی **تک ژنی** است.
۱۱. **نخستین** پروتئینی بود که ساختار آن شناسایی و کشف شد



ساختار چهارم - آرایش زیر واحدها: بعضی پروتئین ها ساختار

چهارم دارند، این ساختار **هنگامی** شکل می گیرد که **دو یا چند زنجیره** پلی پپتید در کنار یکدیگر **پروتئین** را تشکیل دهند. در این ساختار هریک از زنجیره ها نقشی **کلیدی** در شکل گیری پروتئین دارند. نحوه آرایش این زیر واحدها در کنار هم **ساختار چهارم** پروتئین ها نامیده می شود (شکل ۱۷-ت).

هموگلوبین از **چهار** زنجیره پلی پپتیدی 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 می آیند. در **ساختار سوم** هریک از زنجیره ها به صورت یک زیر واحد، **تاختورده** و شکل خاصی پیدا می کند. در نهایت در **ساختار چهارم**، این **چهار زیر واحد** در کنار هم قرار گرفته و هموگلوبین را شکل می دهند (شکل ۱۸-ب).

حواست به اینا نوی طرح تست ها باشه !!!!!

در مورد هموگلوبین میخوانیم که...

۱. پروتئینی با ساختار چهارم می باشد و در آن همه انواع پیوندهای **اشتراکی، یونی، هیدروژنی و پپتیدی** قابل مشاهده است.
۲. از **دو نوع** زنجیره و **۴ عدد** زنجیره متفاوت تشکیل شده است که دو به دو ترتیب و توالی آمینواسیدی یکسانی دارند.
۳. در **سطح دوم** آن (الگوهای از پیوندهای هیدروژنی) به شکل ساختار **مارپیچ** (نه صفحه ای) در می آید.
۴. دارای ۴ عدد گروه هم است که هر یک از آن ها توانایی اتصال به یک مولکول اکسیژن (دواتم اکسیژن) را دارند.
۵. از بخش های **پروتئینی و غیر پروتئینی** تشکیل شده است.
۶. در انتقال ۹۷ درصد اکسیژن و ۲۳ درصد کربن دی اکسید خون نقش دارد.
۷. مولکول های اکسیژن و کربن مونوکسید به بخش **غیر پروتئینی** این مولکول (گروه های هم) متصل می شوند، اما کربن دی اکسید به بخش **پروتئینی** این مولکول اتصال می یابد.
۸. تمایل اتصال آن به مولکول کربن مونواکسید **بیش تر** از اکسیژن است.
۹. محلول در خوناب **نیست**! بسیار مهم....
۱۰. هنگام تولید گویچه های قرمز در مغز قرمز استخوان از به هم پیوستن گروه هم به پروتئین گلوبین حاصل می شود.
۱۱. رنای پیک مربوط به آن توسط **رنا تن های آزاد** در سیتوپلاسم یاخته ترجمه می شود.
۱۲. امکان ترجمه رنای پیک آن **پیش** از پایان فرایند رونویسی وجود ندارد.
۱۳. **فاقد** بخش یا بخش هایی تخصص یافته به نام جایگاه فعال می باشد و خاصیت آنزیمی ندارد.
۱۴. در جانورانی که گردش مواد **باز** دارند (مانند بند پایان و بیشتر نرم تنان) قابل مشاهده **نمی باشند**.
۱۵. در **انسان و بسیاری از پستانداران** به دنبال از دست رفتن هسته و بیشتر اندامک های گویچه های قرمز میان یاخته آن ها را پری می کند.
۱۶. **ششمین** آمینوا سید از **زنجیره بتا** در هموگلوبین های یک فرد سالم گلو تامیک اسید می باشد و در افراد مبتلا به کم خونی داسی شکل آمینوا سید والین جایگزین گلو تامیک اسید شده است
۱۷. تعداد پیوندهای پپتیدی موجود در هموگلوبین یک فرد سالم و هموگلوبین یک فرد مبتلا به کم خونی داسی شکل با یکدیگر **برابر** است.
۱۸. به دلیل تغییر شکل پروتئین هموگلوبین در افراد مبتلا به کم خونی داسی شکل میزان **ظرفیت حمل اکسیژن** توسط یاخته ها **کاهش** یافته و به دنبال آن **میزان ترشح هورمون اریتروپویتین** از گروهی از یاخته های درون ریز کلیه و کبد **افزایش** می یابد.

فعالیت ۱

با استفاده از دو یا چند مفتول فلزی ساختار دوم، سوم و چهارم پروتئین ها را مدل سازی کنید.

- هر سطحی از سطوح ساختاری پروتئین ها که
 (۱) دارای عدم محدودیت در تعداد آمینواسیدهای مورد استفاده است : ساختار اول
 (۲) همه سطوح ساختاری دیگر پروتئین به این سطح بستگی دارد : ساختار اول
 (۳) شروع پیچ خوردگی رشته پلی پپتیدی را به همراه دارد : ساختار دوم
 (۴) تعدادی پیوند هیدروژنی میان آمینواسیدها برای نخستین بار تشکیل می شود : ساختار دوم
 (۵) ساختارهای صفحه ای یا مارپیچی ایجاد می شود : ساختار دوم
 (۶) در نتیجه نزدیک شدن گروه تعیین کننده ویژگی های منحصر به فرد آمینواسیدهای آگیریز تشکیل می شود : ساختار سوم
 (۷) پیچ خوردگی رشته پلی پپتیدی را به همراه دارد : ساختار سوم و دوم
 (۸) ساختار نهایی پروتئین ذخیره کننده اکسیژن در سلول های ماهیچه اسکلتی می باشد : ساختار سوم
 (۹) در آن هر یک از زنجیره ها به صورت یک زیر واحد تا می خورد و به شکل خاصی در می آید : ساختار چهارم
 (۱۰) ساختار نهایی پروتئین ۴ زنجیره ای موجود در فراوان ترین گویچه های خونی را تشکیل می دهد : ساختار چهارم
 (۱۱) دارای توانایی تشکیل نوعی پیوند اشتراکی است (با آزاد شدن مولکول های آب همراه است) : ساختار اول و سوم
 (۱۲) با تشکیل اتوای از پیوندهای اشتراکی، یونی و هیدروژنی به ثبات می رسد : ساختار سوم
 (۱۳) ساختار نهایی پروتئین ضخیم موجود در سارکومرهای ماهیچه های اسکلتی را تشکیل می دهد : ساختار چهارم (این پروتئین دو رشته ای است)
 (۱۴) در ساختار نخستین پروتئینی که ساختار آن مشاهده شد، وجود نداشت : ساختار چهارم

پندر تست در مورد نحوه ساختار پروتئین ها با هم مرور کنیم

۱- کدام گزینه در ارتباط با همه آمینواسیدهایی که در ساختار یک پروتئین به کار می روند صحیح است؟

- (۱) در هنگام پروتئین سازی در رناتن های سیتوپلاسم گروه های H و OH خود را از دست می دهند.
- (۲) با قرارگیری در ساختار پلی پپتید ویژگی های منحصر به فرد آنها دچار تغییر می شود.
- (۳) گروه R در آنها فقط از طریق یک پیوند اشتراکی با اتم C مرکزی در ارتباط است.
- (۴) در تشکیل و تثبیت ساختار تا خورده و متصل به هم پروتئین ها دارای نقش هستند.

۲- عبارت همانند عبارت نادرست الف) همه آمینواسیدهای موجود در طبیعت، میتوانند در ساختار پروتئینی به کار روند. ب) با استفاده از پرتوهای X و روش های دیگر میتوان به نوع عمل پروتئین پی برد. ج) در تمامی پروتئین ها، ساختار سوم پروتئین مبنای تشکیل ساختار چهارم می باشد. د) تمامی سطوح ساختاری یک پروتئین، به نوع، تعداد، تکرار و ترتیب آمینواسیدها وابسته می باشد.

- (۱) ب - د - می باشد. (۲) ب - الف - نمی باشد. (۳) ب - ج - نمی باشد. (۴) ج - الف - می باشد.

کدام عبارت در مورد سطوح مختلف ساختاری پروتئینها صحیح است؟

- (۱) پیوند هیدروژنی در ساختار دوم در بخشهای مختلف بین دو رشته پلی پپتیدی تشکیل می شود.
- (۲) ساختار اول پروتئین با ایجاد پیوندهای پپتیدی و ساختار دوم با ایجاد پیوندهای هیدروژنی شکل می گیرد.
- (۳) پروتئین هموگلوبین گویچه های قرمز بالغ برخلاف پروتئین میوگلوبین عضلات دارای ساختار سوم می باشد.
- (۴) تنها تشکیل شدن پیوند هیدروژنی میان رشته های پلی پپتیدی، ساختار سوم پروتئین را تشکیل میدهد.

نقش پروتئین ها

پروتئین ها **متنوع ترین** گروه مولکول های زیستی از نظر ساختار **شیمیایی** و **عملکردی** هستند. پروتئین ها در فرایندها و فعالیت های متفاوتی شرکت دارند از جمله (۱) **فعالیت آنزیمی** که در آن به صورت **کاتالیزورهای زیستی** عمل می کنند و **سرعت واکنش شیمیایی خاصی** را **زیاد** می کنند. (۲) **بعضی** دیگر از پروتئین ها به صورت گیرنده هایی در سطح یاخته ها قرار دارند؛ مثلاً گیرنده های آنتی ژنی در سطح **لنفوسیت ها** نمونه ای از این پروتئین ها هستند. (۳) **برخی پروتئین ها** مثل **هموگلوبین** گازهای تنفسی را در خون منتقل می کنند. **پمپ سدیم - پتاسیم** نیز که با آن آشنا هستید، **پروتئینی است که در غشا** وجود دارد. این پمپ یون های سدیم و پتاسیم را در **عرض غشا** جابه جا می کند و **فعالیت آنزیمی** هم دارد. آیا محل های فعالیت و نقش آنزیمی این پمپ را به یاد دارید؟ (۴) **کلاژن** پروتئینی است که باعث **استحکام** بافت پیوندی می شود. زردپی و رباط مقدار فراوانی از پروتئین کلاژن دارند. (۵) **انقباض** ماهیچه ها نیز ناشی از حرکت لغزشی دو نوع پروتئین روی یکدیگر یعنی **اکتین** و **میوزین** است. از دیگر پروتئین ها می توان به **هورمون ها** اشاره کرد. (۶) **بیشتر هورمون ها** از جمله **اکسی توسین** و **انسولین** که پیام های بین یاخته ای را در بدن جانوران ردوبدل می کنند تا **تنظیم** های مختلف در بدن انجام شود، پروتئینی هستند. (۷) **همچنین پروتئین هایی مثل مهارکننده ها** که بعداً با آنها آشنا خواهید شد، **نقش های تنظیمی** متعددی را در فعال و غیرفعال کردن ژن ها بر عهده دارند.

تفکر طراح: حواست به اینا توی طرح تست ها باشد !!!!!

عبارت های مختلفی که به جای پروتئین ها می توانند به کار برده شوند:

- (۱) متنوع ترین گروه مولکول های زیستی از نظر ساختار و عملکرد
- (۲) مولکول هایی که در نخستین مرحله آزمایش های ایوری تخریب شدند.
- (۳) مولکول هایی که در بیش از یک مرحله از آزمایش های ایوری تخریب شدند.
- (۴) مولکول هایی که به جز دنا، در ساختار فام تن شرکت می کنند.
- (۵) مولکول هایی که بسپارهایی از مونومرهای واجد گروه های آمینی و کربوکسیلی هستند.
- (۶) مولکول هایی که جنس آن ها با اغلب آنزیم ها یکسان است.
- (۷) مولکول هایی که تحت تأثیر پپسین، تخریب می شوند.
- (۸) مولکول هایی که در نتیجه فعالیت رناتن ها تولید می شوند.

آنزیم‌ها

واکنش‌های شیمیایی **در صورتی** سرعت مناسب می‌گیرند که **انرژی اولیه** کافی برای انجام آن وجود داشته باشد. این انرژی را **انرژی فعال سازی** گویند. انجام واکنش‌ها در بدن موجود زنده نیز که با عنوان کلی **سوخت و ساز** مطرح می‌شوند همین طور هستند. این واکنش‌ها با حضور آنزیم انجام می‌شوند. **آنزیم امکان برخورد مناسب مولکول‌ها را افزایش و انرژی فعال سازی 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 سوخت و ساز یاخته‌ها **بسیار کند** انجام شود و انرژی لازم برای حیات تأمین نشود. **آنزیم‌های ترشحی** دستگاه گوارش مثل **آمیلاز بزاق** و **لیپاز** در **خارج یاخته** عمل می‌کنند ولی آنزیم‌های مؤثر در تنفس یاخته‌ای، **فتوستتوز** و **هماندسازی درون یاخته** فعالیت می‌کنند. البته **گروهی از آنزیم‌ها مثل پمپ سدیم — پتاسیم** فعالیت خود را در **غشا** انجام می‌دهند.

حواست به اینا توی طرح تست‌ها باشه !!!!!

آنزیم‌ها چند تا قید دارند :

۱. همگی **درون یاخته** تولید می‌شوند.
۲. بعضی **درون یاخته** فعالیت می‌کنند و بعضی **درون یاخته** و **گروهی در غشا** فعالیت دارند.
۳. بعضی از آنزیم‌ها در ابتدای ترشح **غیر فعال** هستند.

ساختار آنزیم‌ها

بیشتر آنزیم‌ها **پروتئینی** هستند. آنزیم‌ها در ساختار خود بخشی به نام **جایگاه فعال**^۱ دارند. **جایگاه فعال** بخشی اختصاصی در آنزیم است که **پیش ماده**^۲ در آن قرار می‌گیرد. ترکیباتی که آنزیم روی آنها عمل می‌کند، **پیش ماده** و ترکیباتی که حاصل فعالیت آنزیم هستند، **فرآورده**^۳ یا محصول خوانده می‌شوند (شکل ۱۹).
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**^۴ 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.

^۱ – Active site

^۲ – Substrate

^۳ – Product

^۴ – Coenzyme



شکل ۱۹ — طرز عمل آنزیم در واکنش های سوخت و سازی (الف) تجزیه، (ب) ترکیب

نکات دیگری در مورد آنزیم ها:

۱. بر اساس کتاب درسی، **همه** واکنش های سوخت و سازی که در بدن موجود زنده انجام می شوند به **آنزیم** نیاز دارند
۲. واکنشهای سوخت و سازی **بدون** وجود آنزیم، **ممکن** است انجام شوند ولی بسیار کند است و در این صورت انرژی لازم برای حیات فراهم نخواهد شد.
۳. **همه** آنزیم ها در **درون** یاخته ساخته می شوند.
۴. از نظر ساختار شیمیایی **دو نوع آنزیم** وجود دارد :
 (الف) **آنزیم های پروتئینی** که **اغلب آنزیم ها** را شامل می شوند. همه این آنزیم ها **حاصل رونویسی و ترجمه** بوده و در سیتوپلاسم ساخته می شوند .
 (ب) **آنزیم های نوکلئیک اسیدی** که مهم ترین آنها **rRNA** میباشد. این آنزیم ها **حاصل فقط رونویسی** بوده و در هسته یا سیتوپلاسم ساخته می شوند.
۵. آنزیم یا **پمپ سدیم — پتاسیم** همانند آنزیمهای **دنا بسپاراز** و **رنا بسپاراز** پیوند اشتراکی بین گروه های فسفات در نوکلئوتیدها را **میشکند** اما بر خلاف آنها قادر به **تشکیل پیوند فسفودی استر** نیست.

عملکرد اختصاصی آنزیم ها

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

اگر چه آنزیم ها عملی اختصاصی دارند ولی **برخی** از آنها **بیش از یک نوع** واکنش را سرعت می بخشند. 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 ماند تا بدن بتواند **بارها** از آنها استفاده

کند. به همین دلیل یاخته ها به **مقدار کم به آنزیم ها** نیاز دارند. البته به مرور مقداری از آنها از بین می روند و یاخته مجبور به تولید آنزیم های جدید می شود.

نگاتی در مورد عملکرد اختصاصی آنزیم ها:

۱. در همه واکنشهای شیمیایی بدن جانداران شرکت نمی کنند.
۲. برخی از واکنش های شیمیایی که در فتوسنتز و تنفس سلولی می خوانیم بدون حضور آنزیم و به صورت خودبه خودی قابل انجام هستند .
۳. همه آنزیم ها باعث سرعت بخشیدن به واکنشهای شیمیایی بدن جانداران میشوند.
۴. آنزیم ها در پایان واکنش، دست نخورده باقی می مانند، اما به مرور مقدار کمی از آنها از بین رفته و سلول همواره مقداری از آن را می سازد .
۵. آنزیمها اختصاصی عمل می کند چون جایگاه فعال اختصاصی دارند. بنابراین هر آنزیم روی یک یا چند پیش ماده خاص اثر می گذارد .
- بنابراین میتوان گفت: آنزیم ها عمل اختصاصی، جایگاه فعال اختصاصی و پیش ماده های اختصاصی دارند
۶. شکل آنزیم در جایگاه فعال با شکل پیش ماده یا بخشی از آن مطابقت دارد و به اصطلاح مکمل یکدیگرند.
۷. برخی از آنزیم ها از قبیل روبیسکو و دنا بسپاراز می توانند بیش از یک نوع واکنش را سرعت ببخشند.

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 بیشتر 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 پیوند های 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 غیر طبیعی یا برگشت ناپذیر پیدا کنند و غیر فعال شوند. آنزیم هایی که در دمای پایین غیر فعال می شوند با برگشت دما به حالت طبیعی، می توانند به حالت فعال برگردند.

بیشتر بدانید

باکتری های مقاوم به گرما

بعضی باکتری ها در چشمه های آب گرم زندگی می کنند. آنزیم های این باکتری ها در دمای حدود ۸۰ درجه سانتی گراد بیشترین فعالیت را دارند. دمای آنها هم درصد زیادی باز G و C دارد تا با سه پیوند هیدروژنی استحکام و ثبات بیشتری داشته باشد.

غلظت آنزیم و پیش ماده: مقدار بسیار کمی از آنزیم کافی است تا مقدار زیادی از پیش ماده را در واحد زمان به فراورده تبدیل کند. اگر مقدار آنزیم زیادتیر شود تولید فراورده 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.

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؟

کاربرد آنزیم ها در صنعت

از آنزیم ها در **صنایع متفاوتی** مانند تولید دارو، خوراکی، آشامیدنی و سوخت های زیستی استفاده می شود. مثلاً آنزیم **سلولاز** که در تجزیه سلولز به گلوکز نقش دارد از آنزیم های مورد استفاده در کاغذسازی و تولید سوخت زیستی است. آنزیم ها در صنایع غذایی، به ویژه صنایع لبنی از اهمیت ویژه ای برخوردارند. **مایه پنیر** در واقع نامی عمومی برای آنزیم هایی است که با دلمه کردن **پروتئین شیر** آن را به **پنیر** تبدیل می کنند. مایه پنیر را به طور سنتی از معده نوزادان (شیرخواران) جانورانی مانند **گو سفند** و **گاو** به دست می آورند. امروزه انواعی از مایه پنیرها وجود دارد که از **گیاهان** و **ریزجانداران** (میکروارگانیسم ها) به دست می آیند. در صنایع شوینده با استفاده از **لیپازها**، **پروتئازها** و **آمیلزها** انواعی از شوینده ها با قدرت تمیزکنندگی بالا تولید می شوند. به نظر شما علت استفاده هریک از این آنزیم ها در شوینده ها چیست؟

پند تست در مورد نحوه آنزیم ها با هم مرور کنیم

۱-چند مورد در ارتباط با آنزیم های بدن یک انسان سالم صحیح اند؟

- الف) هیچ یک از آنزیم های برون، یاخته ای قابلیت ورود به یاخته های دیگر بدن را ندارند.
 ب) همه آنزیم ها یک گروه آمین و یک گروه کربوکسیل در واحدهای سازنده خود دارند .
 ج) همه آنزیم های درون یاخته ای قابلیت تغییر ساختار خود پس از انجام فعالیتشان را دارند.
 د) آنزیم های برون یاخته ای قابلیت خروج از یاخته تولید کننده شان بواسطه تجزیه ATP را دارند.

۳ (۴)

۲ (۳)

۱ (۲)

۱ (۱) صفر

۲-چند مورد در ارتباط با عوامل موثر بر فعالیت آنزیم ها صحیح است؟

- pH بهینه هر آنزیمی همان pH ای است که آنزیم بهترین فعالیت را دارد.
 - آنزیم های بدن انسان در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد بهترین فعالیت را دارند.
 - هر ماده ای که در جایگاه فعال آنزیم قرار گیرد، پیش ماده نام دارد.
 - در بدن انسان محل فعالیت هر آنزیم پروتئینی توسط توالی های آمینواسیدی آن تعیین می شود.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۳-کدامیک از گزینه های زیر در رابطه با آنزیم ها، نادرست بیان شده است؟

- ۱) مراحل از فعالیت آنزیم، ممکن است ترکیباتی که حاصل فعالیت آنزیم هستند به جایگاه فعال آنزیم متصل باشند.
 ۲) جایگاه فعال هر آنزیم به طور اختصاصی تنها روی یک پیش ماده خاص یا بخشی از آن اثر دارد.
 ۳) واکنشهای شیمیایی در صورتی سرعت مناسب میگیرند که انرژی فعال سازی کافی برای انجام آن وجود داشته باشد.
 ۴) آنزیم هایی که در دمای پایین غیر فعال می شوند، امکان برگشت به حالت فعال را دارند.

سوال ۱: گزینه ۲

سوال ۲: گزینه ۳

سوال ۳: گزینه ۲