فصل اول

مولکول های اطلاعاتی

گفتاریک : نوکلئیک اسیدها

ماه زیست شناسی ۳

محمدرضا میرزایی دبیر زیست شناسی مبتدی شهر

فصل ۱

مولکول‌های اطلاعاتی

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

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.

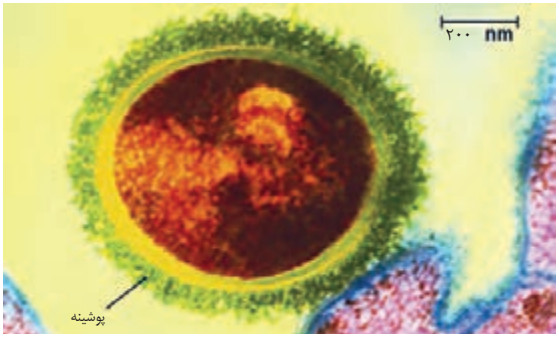
در این فصل مطالب در قالب زنجیره‌ای از آزمایش‌ها توضیح داده می‌شود که نتایج آنها آگاهی ما را از ژن و مولکول‌های مرتبط به آن یعنی دِنا (DNA)، رِنا (RNA) و پروتئین بیشتر می‌کند. آشنا شدن با ساختار این مولکول‌ها مقدمه‌ای است برای فهم بهتر فصل‌های دیگر این کتاب. همچنین، در کنار این مباحث با سازوکار مولکولی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

گفتار ۱ نوکلئیک اسیدها

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 دِنا و پروتئین مشارکت می‌کنند. کدام‌یک از این دو ماده، ذخیره‌کنندهٔ اطلاعات وراثتی است؟

پاسخ این سؤال مشخص شده است. این ماده دِنا است که به‌عنوان مادهٔ ذخیره‌کنندهٔ اطلاعات وراثتی عمل می‌کند. امّا دانشمندان چگونه به این پاسخ رسیده‌اند؟

اطلاعات اولیه در مورد مادهٔ وراثتی از فعالیت‌ها و آزمایش‌های باکتری‌شناسی انگلیسی به نام گریفیت[1] به‌دست آمد. او سعی داشت واکسنی برای آنفلوانزا تولید کند. در آن زمان تصور می‌شد عامل این بیماری، نوعی باکتری به نام استرپتوکوکوس نومونیا[2] 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 ۱ــ باکتری پوشینه‌دار

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

بیشتر بدانید

دانشمندی سوئیسی به نام میشر[1] در سال ۱۸۶۹ نوکلئیک اسیدها را کشف کرد. او ترکیبات سفید رنگی 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 نوکلئیک‌اسید (اسید هسته‌ای) نامید؛ چون از هسته (Nucleus) استخراج شده بود و خاصیت اسیدی ضعیفی هم داشت.

۱ـ Friedrich Miescher

چند نکته:

۱) باکتریها سلولهای پروکاریوتی هستند .برخی از باکتریهای دیواره دارکپسول پلی ساکاریدی نیز دارند.

۲) ماده وراثتی اصلی به صورت یک مولکول DNAحلقوی 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.

شکل ۲ــ آزمایشات گریفیت و نتایج آن

۱ــ Fredrick Griffith

۲ــ Streptococcus Pneumoniae

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

شکل ۲ـ آزمایشات گریفیت و نتایج آن

بیشتر بدانید

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

گریفیت مشاهده کرد تزریق باکتری‌های پوشینه‌دار به موش باعث بروز علائم بیماری و مرگ در آنها می‌شود؛ درحالی‌که تزریق باکتری‌های بدون پوشینه به موش‌های مشابه، باعث بروز علائم بیماری نمی‌شود. او در آزمایش دیگری باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده با گرما را به موش‌ها تزریق و مشاهده کرد که موش‌ها سالم ماندند. گریفیت نتیجه گرفت وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش‌ها نیست. سپس مخلوطی از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده با گرما و زندهٔ بدون پوشینه را به موش‌ها تزریق کرد؛ برخلاف انتظار، موش‌ها مُردند! او در بررسی خون و شش‌های موش‌های مرده، تعداد زیادی باکتری‌های پوشینه‌دار زنده مشاهده کرد. مسلماً باکتری‌های مرده، زنده نشده‌اند بلکه تعدادی از باکتری‌های بدون پوشینه به نحوی تغییر کرده و پوشینه‌دار شده‌اند.

از نتایج این آزمایش‌ها مشخص شد که مادهٔ وراثتی می‌تواند به یاختهٔ دیگری منتقل شود ولی ماهیت این ماده و چگونگی انتقال آن مشخص نشد.

بررسی یک یا چند تست

کدام گزینه، در ارتباط با جاندار تک‌یاخته‌ای مورد مطالعه‌ی گریفیت به درستی بیان شده است؟

تفکـــر طراح: حواست به اینا توی طرح تست ها باشه !!!!!

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

بررسی یک یا چند تست

کدام گزینه، در ارتباط با جاندار تک‌یاخته‌ای مورد مطالعه‌ی گریفیت به درستی بیان شده است؟

۱) به دنبال تزریق نوع پوشینه‌دار آن به موش، می‌توان ابتلای موش به آنفلوانزا را مشاهده نمود.

۲) نوع پوشینه‌دار آن برخلاف نوع بدون پوشینه، با دادن گرما کشته می‌شود.

۳) دنای آن فقط از نوعی است که تعداد پیوندهای فسفودی‌استر آن با تعداد نوکلئوتیدهای آن برابری می‌کند.

۴) علاوه‌بر هسته، مقداری دنا در سیتوپلاسم دارد.

پاسخ :

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. جانداران مورد مطالعه‌ی گریفیت، باکتری استرپتوکوکوس نومونیا (تک‌یاخته‌ای و پروکاریوت) و موش (پریاخته‌ای و یوکاریوت) بوده‌اند، بنابراین منظور سؤال باکتری از استرپتوکوکوس نومونیا می‌باشد که باکتری‌ها فقط دارای دنای حلقوی هستند. در این نوع دنا، تعداد پیوندهای فسفودی‌استر و تعداد نوکلئوتیدها برابری می‌کند. بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) عامل آنفلوانزا، ویروس است، نه باکتری. در آن زمان تصور می‌شد 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 می‌روند.

۴) باکتری‌ها، هسته ندارند.

عامل اصلی انتقال صفات وراثتی، مولکول دِنا است

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

آزمایش اول: آنها ابتدا از عصارهٔ استخراج شده از باکتری‌های کشته شدهٔ پوشینه‌دار استفاده کردند و در آن تمامی پروتئین‌های موجود را تخریب کردند.

به نظر شما چگونه این کار انجام شد؟ با استفاده از آنزیم‌های پروتئاز (مانند پپسین)

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

آزمایش دوم: در آزمایش دیگری عصارهٔ استخراج شده از باکتری‌های کشته شدهٔ پوشینه‌دار را در یک گریزانه (سانتریفیوژ) با سرعت بالا قرار دادند و مواد آن را به صورت لایه‌لایه جدا کردند. با اضافه کردن هریک از لایه‌ها به صورت جداگانه به محیط کشت باکتری‌های زنده فاقد پوشینه مشاهده کردند که انتقال صفت فقط با لایه‌ای که در آن دِنا وجود دارد انجام می‌شود.

نتایج این آزمایش‌ها ایوری و همکارانش را به این نتیجه رساند که عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات، دِنا است. به عبارت ساده‌تر، دِنا همان ماده وراثتی است. با این حال نتایج به دست آمده مورد قبول عده‌ای قرار نگرفت؛ چون در آن زمان بسیاری از دانشمندان از جمله پائولینک بر این باور بودند که پروتئین‌ها ماده وراثتی هستند.

آزمایش سوم: در آزمایش‌های دیگری عصاره استخراج شده از باکتری‌های کشته شدهٔ پوشینه‌دار را استخراج و آن را به چهار قسمت تقسیم کردند. به هر قسمت، آنزیم تخریب کننده یک گروه از مواد آلی (کربوهیدرات‌ها، لیپیدها، پروتئین‌ها و نوکلئیک‌اسیدها) را اضافه کردند. سپس هر کدام را به محیط کشت باکتری‌های زنده فاقد 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 تخریب کننده دِنا یا دآکسی‌ریبونوکلئاز 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 موش‌ها

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 باکتری‌های پوشینه‌دار

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 می‌کنند؟
«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 آنزیم‌های تخریب‌گر پروتئین‌ها استفاده کرد، به طور حتم ماهیت ماده‌ی وراثتی مشخص نشد.
ج) دوم ایوری - گریفیت که برخلاف انتظار او بود، عصاره‌ی باکتری‌های کشته‌شده‌ی پوشینه‌دار موجب انتقال صفت شد.
د) اول ایوری - گریفیت که فقط از باکتری‌های زنده‌ی فاقد پوشینه استفاده کرد، نوعی از باکتری‌ها کشته می‌شدند.

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 می‌کند؟
«در مرحله‌ی ..... آزمایشات ..... ، می‌توان ..... (را) مشاهده کرد.»

۱) دوم - گریفیت - اثباتی بر عدم ایجاد آنفلونزا توسط باکتری استرپتوکوکوس نومونیای پوشینه‌دار

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 این‌که ماده‌ی وراثتی از جنس پروتئین نیست

۴) چند مورد، عبارت زیر را به نادرستی تکمیل می‌کند؟
«در آزمایش اول ایوری ..... آزمایش دوم، .....»
الف) همانند - مشخص شد که دنا، ماده‌ی وراثتی یاخته است.
ب) برخلاف - معلوم شد که پروتئین نمی‌تواند ماده‌ی وراثتی باشد.
ج) همانند - دانشمندان از کاتالیزورهای زیستی گوناگون استفاده کردند.
د) برخلاف - انتقال صفت صورت می‌گیرد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ :

۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در هیچ‌یک از مراحل آزمایش‌های ایوری و گریفیت، از آنزیم برای از بین بردن (کشتن) باکتری‌های پوشینه‌دار استفاده نشد و مرگ باکتری‌ها به وسیله‌ی حرارت بالا رخ می‌دهد. بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در سومین آزمایش گریفیت، دستگاه ایمنی موش بر علیه کپسول باکتری‌های کشته‌شده و آنتی‌ژن‌های سطح کپسول، پادتن ترشح می‌کند.

۲) در دومین و سومین مرحله‌ی آزمایش ایوری و همکارانش، مشخص شد که دنا همان ماده‌ی وراثتی است.

۴) در اولین مرحله‌ی آزمایشات ایوری و همکارانش فقط پروتئاز و در آزمایش سوم از انواعی از آنزیم‌های هیدرولیزکننده‌ی مواد آلی استفاده شد.

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

بررسی موارد:

الف) در آزمایش چهارم از گریفیت، محل رشد و تکثیر باکتری‌ها در شش‌های موش بود که در آن تعداد زیادی باکتری پوشینه‌دار در کنار بدون پوشینه مشاهده شدند. در آزمایش سوم از ایوری بیشترین انتقال صفت مشاهده شد به طوری‌که تنها در ظرف فاقد آنزیم‌های تخریب‌گر دنا بود که انتقال صفت صورت نگرفت. در این آزمایش تعدادی از باکتری‌های بدون پوشینه به پوشینه‌دار تبدیل شدند، پس در این محیط نیز هر دو نوع باکتری مشاهده شدند.

ب) گریفیت در هیچ‌یک از آزمایش‌های خود به ماهیت ماده‌ی وراثتی پی نبرد، اما دقت کنید که ایوری در دو آزمایش اول و سوم خود از آنزیم‌های تخریب‌گر پروتئین‌ها استفاده کرد که در آزمایش سوم برخلاف آزمایش اول، ماهیت ماده‌ی وراثتی مشخص شد.

ج) در هر دوی این آزمایش‌ها انتقال صفت صورت گرفت، ولی توجه داشته باشید که تهیه‌ی عصاره برای ایوری بود و گریفیت عصاره‌ی باکتری‌ها را استفاده نکرد، بلکه فقط آن‌ها را با گرما کشت و به باکتری‌های فاقد پوشینه اضافه کرد.

د) در آزمایش اول، ایوری برای تهیه‌ی عصاره، باکتری‌های پوشینه‌دار را کشت و در آزمایش دوم گریفیت که فقط از باکتری‌های بدون پوشینه استفاده کرد، این باکتری‌ها توسط سیستم ایمنی موش کشته شدند.

۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در آزمایش اول ایوری و همکارانش، پس از تخریب پروتئین‌ها توسط آنزیم، انتقال صفت صورت گرفت، بنابراین نتیجه بر این بود که پروتئین نمی‌تواند ماده‌ی وراثتی باشد. بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) این موضوع مربوط به آزمایش چهارم گریفیت می‌باشد که در خون و شش‌های موش، باکتری پوشینه‌دار زنده مشاهده شد و گریفیت به این نتیجه رسید که استرپتوکوکوس نومونیای پوشینه‌دار عامل ذات‌الریه می‌باشد، 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 ماده‌ی وراثتی گردید، ولی موفق به شناخت ماهیت ماده‌ی وراثتی نشد، بنابراین به توانایی انتقال دنا پی نبرد.

۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. همه‌ی موارد، عبارت سؤال را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

بررسی موارد:

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

ب) در هر دو آزمایش اول و دوم ایوری مشخص شد که پروتئین نمی‌تواند ماده‌ی وراثتی باشد.

ج) در آزمایش اول برخلاف آزمایش دوم، برای تخریب پروتئین‌ها 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

نوکلئیک‌اسیدها که شامل **دئوکسی‌ریبونوکلئیک‌اسید** (دِنا) و **ریبونوکلئیک‌اسید** (رِنا) هستند، همگی بسپارهایی (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 نیتروژن‌دار و یک تا سه گروه فسفات.

قند پنج‌کربنه در دِنا، **دئوکسی‌ریبوز** و در رِنا، **ریبوز** است. دئوکسی‌ریبوز یک اکسیژن کمتر از ریبوز دارد.

باز آلی نیتروژن‌دار می‌تواند **پورین** باشد که ساختار دوحلقه‌ای 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 دِنا باز یوراسیل شرکت ندارد و به جای آن تیمین وجود دارد و در رِنا به جای تیمین، باز یوراسیل وجود دارد.

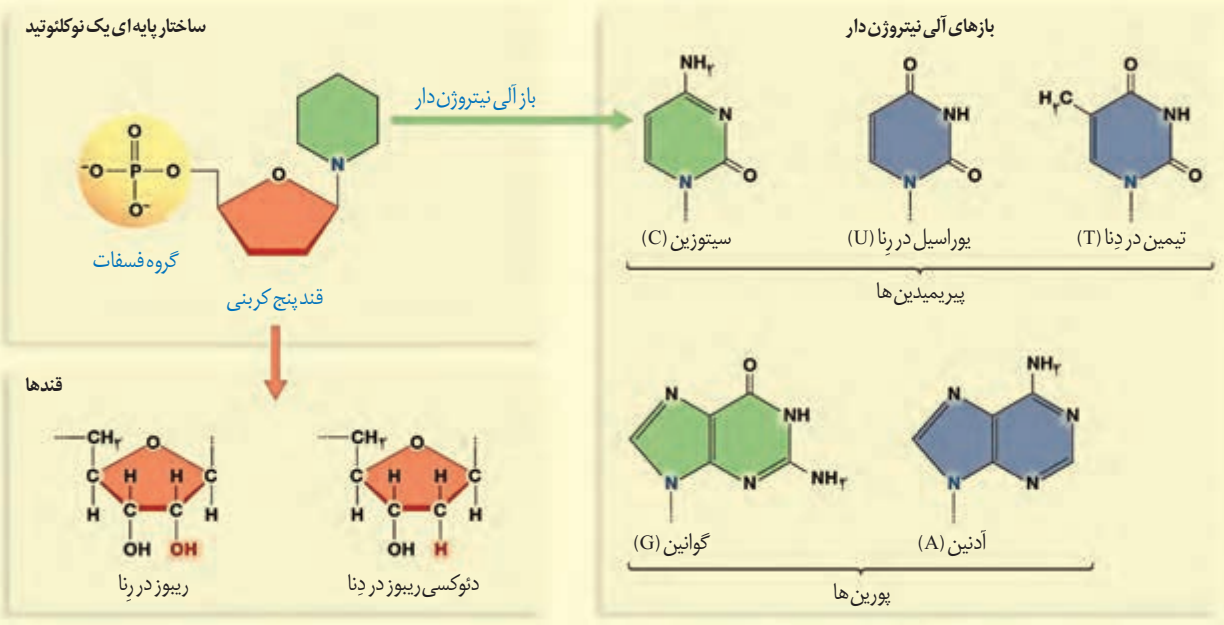
برای تشکیل یک نوکلئوتید، باز آلی نیتروژن‌دار و گروه یا گروه‌های فسفات با پیوند اشتراکی (کووالانسی) به دو سمت قند متصل می‌شوند (شکل ۳).

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

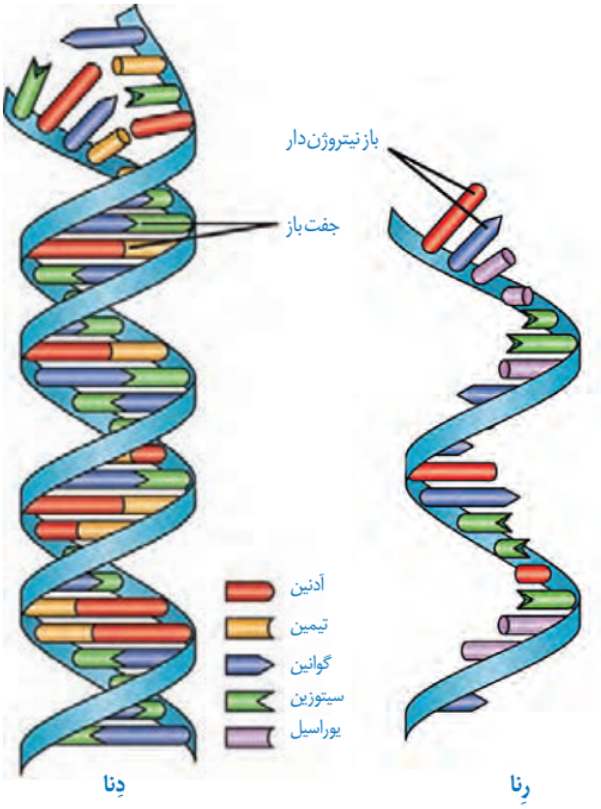
نوکلئوتیدها با نوعی پیوند اشتراکی به نام **فسفودی‌استر** به هم متصل می‌شوند و **رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی** را می‌سازند. در تشکیل پیوند فسفودی‌استر، فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می‌شود (شکل ۵). رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی یا به تنهایی نوکلئیک اسید را می‌سازند، مثل رنا، یا به‌صورت دوتایی مقابل هم قرار می‌گیرند و نوکلئیک‌اسیدهایی مثل دِنا را می‌سازند.

بیشتر بدانید

انواع بازهای آلی نیتروژن‌دار و پنتوزها



بنابراین مولکول های دِنا از دو رشته پلی نوکلئوتید و مولکول های رِنا از یک رشته پلی نوکلئوتید تشکیل می‌شوند (شکل ۴).



شکل ۴ـ دنای دورشته‌ای و رنای تک‌رشته‌ای

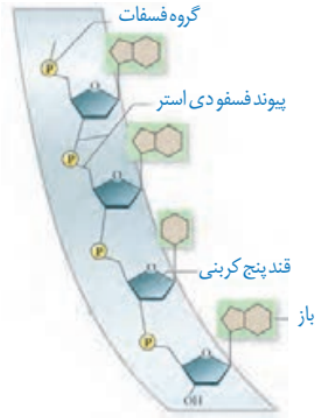
دو انتهای رشته های پلی نوکلئوتید نیز می‌توانند با پیوند فسفودی استر به هم متصل شوند و نوکلئیک اسید **حلقوی** را ایجاد کنند؛ برای مثال دِنا در باکتری ها به‌صورت حلقوی است.

در نوکلئیک اسیدهای **خطی** گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر آزاد است؛ بنابراین هر رشتهٔ دِنا و رِنای خطی همیشه دو سر متفاوت دارد (شکل ۵).

بیشتر بدانید

فسفودی استر

در درس شیمی با اِسترها آشنا شدید که دارای گروه عاملی $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O$ هستند این گروه عاملی در ساختار برخی مواد سازندهٔ بدن موجودات زنده از جمله نوکلئیک اسیدها وجود دارد. با این توصیف گروه عاملی $-\overset{O}{\overset{\|}{P}}-O-$ فسفواستر و گروه عاملی $O-\overset{O}{\overset{\|}{P}}-O$ فسفودی‌اِستر نامیده می‌شوند که در زیست‌شناسی آن را پیوند فسفودی‌اِستر می‌خوانند.

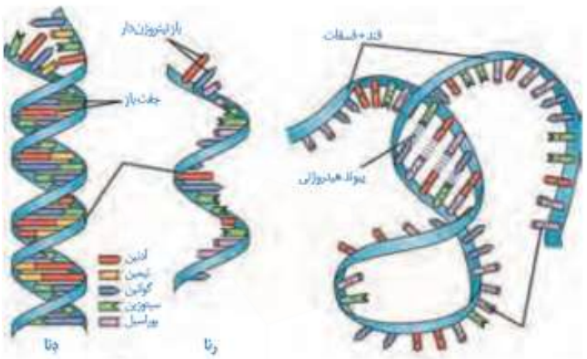


شکل ۵ ـ بخشی از رشته نوکلئیک اسید

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–الزاما نباید در هر قسمت از مولکول RNA که تاخوردگی دیده می‌شود، 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 اي و DNA دو رشته اي)

۳- باز آلی نیتروژن دار (در DNA تیمین و در RNA یوراسیل)

٤- 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 بسپار 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 بسپار (پلیمر) وجود ندارد. ATP و ADP در ساختار بسپار 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 حلقهٔ آلی در ساختار خود می‌باشد - می‌تواند در ساختار دنا به کار رود.

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

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

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

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) صفر

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 حلقهٔ 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 حلقهٔ پنج و شش‌ضلعی باز آلی و در نوکلئوتیدهای دارای باز پیریمیدین، اتصال حلقهٔ شش‌ضلعی باز و پنج‌ضلعی قند را می‌توان مشاهده کرد.

ج) هر باز آلی دارای یک حلقهٔ 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 فسفودی‌استر، فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می‌شود.

۲) برای تشکیل یک نوکلئوتید، باز آلی نیتروژن‌دار و گروه یا گروه‌های فسفات با پیوند اشتراکی (کووالانسی) به دو سمت قند متصل می‌شوند.

۳) نوکلئوتیدی که در ساختار رنا شرکت ندارد، دارای باز آلی دوحلقه‌ای است.

۴) هر رشته‌ی دنا خطی همیشه دو سر متفاوت دارد.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نوکلئوتید تیمین‌دار در ساختار مولکول رنا شرکت ندارد. باز آلی تیمین تک‌حلقه‌ای است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) برای تشکیل پیوند فسفودی‌استر، فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می‌شود.

۲) در ساختار یک نوکلئوتید، باز آلی نیتروژن‌دار و گروه یا گروه‌های فسفات از دو طرف با پیوند اشتراکی (کووالانسی) به قند پنج‌کربنی متصل می‌شوند.

۴) هر رشته از مولکول دنا و نیز مولکول‌های رنای خطی، دو سر متفاوت دارند.

چند مورد، عبارت زیر را به نادرستی تکمیل می‌کند؟

«هر نوکلئوتیدی که .....، قطعاً .....»

الف) باز آلی یوراسیل دارد - دارای قند ریبوز است.

ب) یک گروه فسفات خود را از دست می‌دهد - پیش‌ماده‌ی نوعی آنزیم مؤثر در همانندسازی است.

ج) باز آلی آدنین دارد - در تولید انرژی داخل یاخته نقشی ندارد.

د) قند ریبوز دارد - فاقد باز آلی تیمین است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

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

بررسی موارد:

الف) باز آلی یوراسیل فقط در مولکول رنا وجود دارد. مولکول رنا فقط می‌تواند قند ریبوز داشته باشد.

ب و ج) در مورد ATP (آدنوزین تری‌فسفات) نادرست است. ATP یک نوکلئوتید سه فسفاته است، وقتی یک فسفات از دست می‌دهد، تبدیل به ADP می‌شود. ADP در همانندسازی استفاده نمی‌شود.

$$\text{ATP} \rightleftarrows \text{ADP} + P + \text{انرژی}$$

د) باز آلی تیمین فقط در مولکول دنا دیده می‌شود. قند مولکول دنا، دئوکسی ریبوز است.

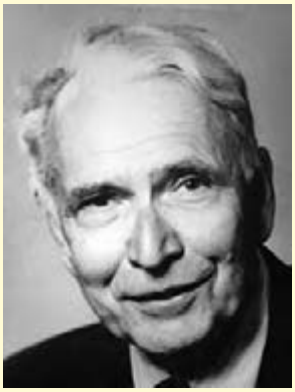
تلاش برای کشف ساختار مولکولی دِنا

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

امّا مشاهدات و تحقیقات چارگاف[1] روی دِناهای جانداران نشان داد که مقدار آدنین در دِنا 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 آزمایش‌های چارگاف (درصد)

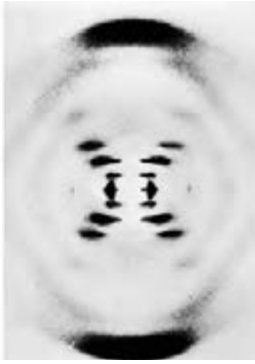
گونه	A	T	G	C	$\frac{A+G}{T+C}$	$\frac{A+T}{G+C}$
انسان	۳۱/۰	۳۱/۵	۱۹/۱	۱۸/۴	۱/۰۰	۱/۶۶
مگس سرکه	۲۷/۳	۲۷/۶	۲۲/۵	۲۲/۶	۰/۹۹	۱/۲۲
ذرت	۲۵/۶	۲۵/۳	۲۴/۵	۲۴/۶	۱/۰۰	۱/۰۴

اختلاف کم درصدها به دلیل خطاهای آزمایش است.

استفاده از پرتو ایکس برای تهیهٔ تصویر از دِنا

ویلکینز[۱] و فرانکلین[۲] با استفاده از پرتو ایکس از مولکول‌های دِنا تصاویری تهیه کردند (شکل ۶). با بررسی این تصاویر در مورد ساختار دِنا نتایجی را به‌دست آوردند از جمله اینکه دِنا حالت مارپیچی و بیش از یک رشته دارد. البته با استفاده از این روش ابعاد مولکول‌ها را نیز تشخیص دادند.

ویلکینز



فرانکلین

شکل ۶ـ تصویر تهیه شده با پرتو ایکس ازمولکول دِنا توسط ویلکینز و فرانکلین

مدل مولکولی دِنا

واتسون[۳] و کریک[۴] با استفاده از نتایج آزمایش‌های چارگاف و داده‌های حاصل از تصاویر تهیه شده با پرتو ایکس و با استفاده از یافته‌های خود، مدل مولکولی نردبان مارپیچ را ساختند که باعث شد در سال ۱۹۶۲ جایزه نوبل را دریافت کنند. نتایج حاصل از این تحقیقات با پژوهش‌های امروزی مورد تأیید قرار گرفته‌اند.

شکل ۷ـ واتسون و کریک و مدل پیشنهادی آنها برای دِنا

۱ـ Maurice Wilkins
۲ـ Rosalind Franklin
۳ـ James Watson
۴ـ Francis Crick

نکات کلیدی مدل واتسون و کریک

هر مولکول دِنا در حقیقت از دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی ساخته شده است که به دور محوری فرضی پیچیده شده و ساختار مارپیچ دو رشته‌ای را ایجاد می‌کند. این مارپیچ اغلب با یک نردبان پیچ‌خورده مقایسه می‌شود. ستون‌های این نردبان را قند و فسفات و پله‌ها را بازهای آلی تشکیل می‌دهند. بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور پیوند فسفودی‌استر، و بین بازهای روبه‌روی هم پیوند هیدروژنی برقرار است (شکل ۸).

پیوندهای هیدروژنی بین بازها، دو رشته دِنا 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 نسبت به A و T پیوند هیدروژنی بیشتری تشکیل می‌شود.

قرارگیری جفت بازها به این شکل باعث می‌شود که قطر مولکول دنا در سراسر آن یکسان باشد؛ زیرا یک باز تک‌حلقه‌ای در مقابل یک باز دوحلقه‌ای قرار می‌گیردو باعث پایداری مولکول دنا می‌شود.

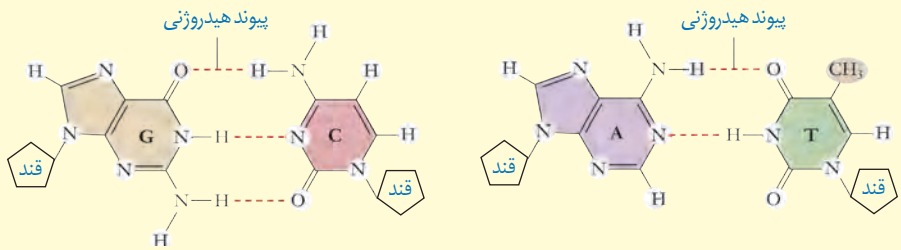
نتیجهٔ دیگرِ جفت شدن بازهای مکمل این است که اگرچه دو رشتهٔ یک مولکول دِنا یکسان نیستند، ولی شناسایی ترتیب نوکلئوتیدهای هر کدام می‌تواند ترتیب نوکلئوتیدهای رشتهٔ دیگر را هم مشخص کند؛ مثلاً اگر ترتیب نوکلئوتیدها در یک رشته ATGC باشد ترتیب نوکلئوتیدها در رشتهٔ مکمل آن باید TACG باشد.

مهم: اگرچه هر پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی پیوند کمی دارد، ولی وجود هزاران یا میلیون‌ها نوکلئوتید و برقراری پیوند هیدروژنی بین آنها به مولکول دِنا حالت پایدارتری می‌دهد. در عین حال، دو رشته دِنا در موقع نیاز هم می‌توانند در بعضی نقاط از هم جدا شوند، بدون اینکه پایداری آنها به هم بخورد.

شکل۸ــ مدل مارپیچ دورشته‌ای دِنا

بیشتر بدانید

بازهای مکمل و پیوندهای هیدروژنی بین آنها



نکته

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

نکات تکمیلی در مورد مولکول دنای خطی و حلقوی:

۱) اولین نوکلئوتید هر رشته پلی نوکلئوتیدی سه فسفاته و بقیه نوکلئوتیدها تک فسفاته 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.

٤) البته در قطعات دنای 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!

٥) تعداد پیوندهای قند ـ باز برابر با تعداد کل نوکلئوتیدهاست چون هر نوکلئوتید یک پیوند قند ـ باز دارد.

٦) تعداد پیوندهای قند ـ فسفات دو عدد کمتر از دو برابر تعداد کل نوکلئوتیدهاست چون هر نوکلئوتید به جز آخری دو پیوند قند ـ 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 ٥حلقه آلی شامل ۳حلقه آلی نیتروژندار یافت میشود.

۱۱)در حالت عادی در هر پله از نردبان مارپیچ حداقل ۲و حداکثر ۳پیوند هیدروژنی یافت میشود.

۱۲)در یک مولکول DNAحلقوی همه روابط فوق برقرار هستند به جز:

+تعداد گروههای فسفات مساوی با تعداد کل نوکلئوتیدها است.

+تعداد پیوندهای قند ـ 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 مولکول‌های دنای طبیعی، می‌توان گفت .....

۱ دو انتهای رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی آن‌ها با پیوند فسفودی‌استر به هم متصل شده است.

۲ در بعضی نقاط، دو باز تک‌حلقه‌ای در مقابل هم قرار می‌گیرند.

۳ پیوندی که بین جفت بازها تشکیل می‌شود 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 فسفودی‌استر، فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می‌شود.

۲ برای تشکیل یک نوکلئوتید، باز آلی نیتروژن‌دار و گروه یا گروه‌های فسفات با پیوند اشتراکی (کووالانسی) به دو سمت قند متصل می‌شوند.

۳ نوکلئوتیدی که در ساختار رنا شرکت ندارد، دارای باز آلی دوحلقه‌ای است.

۴ هر رشته‌ی دنا خطی همیشه دو سر متفاوت دارد.

سوال یک: گزینه چهار سوال دو : گزینه سه

بیشتر بدانید

تاریخ علم

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 دِنا، مادهٔ ژنتیک است.

سال ۱۹۵۰م: چارگاف نشان داد که در دِنای جانداران گوناگون تعداد T مساوی تعداد A و تعدادC مساوی تعداد G است.

سال ۱۹۵۲م: فرانکلین و ویلکینز نشان دادند که دِنا ساختار مارپیچی و چندرشته‌ای دارد.

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

رِنا و انواع آن

گفتیم که نوع دیگری از نوکلئیک‌اسیدها، رِنا است. مولکول رِنا تک‌رشته‌ای است و از روی بخشی از یکی از رشته‌های دِنا ساخته می‌شود. رِناها نقش‌های متعددی دارند که به بعضی از آنها اشاره می‌کنیم:

رِنای پیک (mRNA[1]): اطلاعات را از دِنا به رِناتَن‌ها می‌رساند. رِناتَن با استفاده از اطلاعات رِنای پیک، پروتئین‌سازی می‌کند که در فصل بعد با آن آشنا خواهید شد.

رِنای ناقل (tRNA[2]): آمینواسیدها را برای استفاده در پروتئین‌سازی به سمت رِناتَن‌ها می‌برد.

رِنای رِناتَنی (rRNA[3]): در ساختار رِناتَن‌ها علاوه بر پروتئین، رِنای رِناتَنی نیز شرکت دارد.

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

ژن چیست؟

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

دخالت نوکلئوتیدها در واکنش‌های سوخت‌وسازی[4]

نوکلئوتیدها علاوه برشرکت در ساختار دِنا و رِنا نقش‌های اساسی دیگری نیز در یاخته برعهده دارند. برای مثال نوکلئوتید آدنین‌دار 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 حامل الکترون را بر عهده دارند. با این مولکول‌ها در فصل‌های آینده 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 پروتئین ها را می سازد 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 می کند(البته در یاخته های یوکاریوتی.)

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

← rRNAمولکولی می سازد که پروتئینی است و واحد سازنده اش (نوکلئوتید) با مولکول حاصل از فعالیت اش(پلی پپتید) متفاوت است.

بررسی یک یا چند تست

۱ در رابطه با نوعی از مولکول دنا که در پروکاریوت‌ها وجود ..... ، می‌توان گفت که .....

۱ ندارد - در آن تعداد نوکلئوتیدها یک عدد بیشتر از پیوندهای فسفودی‌استر است.

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

۳ دارد - در این مولکول تعداد پیوندهای فسفودی‌استر 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 فام‌تن اصلی آن‌ها 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 تکرارشونده‌ی نوکلئیک‌اسیدها، پیوند بین قند و فسفات دیده شود.

۳ است - تمامی گروه‌های فسفات، در تشکیل پیوند فسفودی‌استر شرکت داشته باشند.

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

۳ چند مورد درباره‌ی پژوهش‌هایی که به کشف نقش و ساختار ماده‌ی 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 آن‌ها با هم برابر است.

ب) در آزمایش آخر گریفیت، برخی باکتری‌ها، ژن(های) مربوط به پوشینه را از یاخته‌های پوشینه‌دار زنده دریافت کردند.

ج) نتایج پژوهش‌های ایوری، آن‌ها را به این نتیجه رساند که عامل اصلی انتقال صفات، انواع اسیدهای نوکلئیک هستند.

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

۱ ۱ ۲ ۲ ۳ ۳ ۴ ۴

۴ کدام گزینه، عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

«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 دورشته‌ای دارد.

۴ مقدار چهار نوع باز آلی در تمامی مولکول‌های 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 نوکلئیک‌اسیدی که در یاخته‌های سالم به صورت تک‌رشته‌ای است، به درستی بیان شده است؟

۱ از روی بخشی از یکی از دو رشته‌ی دنا ساخته شده است.

۲ دارای نقش آنزیمی و توانایی دخالت در تنظیم بیان ژن است.

۳ گروه‌های فسفات و هیدروکسیل در انتهای آن آزاد نیستند.

۴ دارای تعداد برابری از مولکول‌های پورین و پیریمیدین هستند.

۲ مولکولی که از روی دنا ساخته می‌شود، 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 واکنش‌های سوخت‌وسازی دارای نقش مستقیم

سوال‌یک : گزینه‌یک **سوال‌دو : گزینه‌چهار**

کمی بیشتر دقت کنیم

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

در مبحث دانشمندان بازی با کلمات متعددی وجود دارد که در آزمون‌های آزمایشی زیاد تکرار می‌شود:

۱-گریفیت در نتیجه پژوهش‌های خود فهمید که چه ماده‌ای باعث انتقال صفات می‌شود: غلط

۲-ایوری در پژوهش‌هایش فهمید که ماده وراثتی چگونه بین یاخته‌ها منتقل می‌شود: 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 رشته‌ای است: غلط

کتاب نوشت چاپ ۱۴۰۳ همراه با نکات و تست

فصل اول

مولکول های اطلاعاتی

زیست شناسی ۳

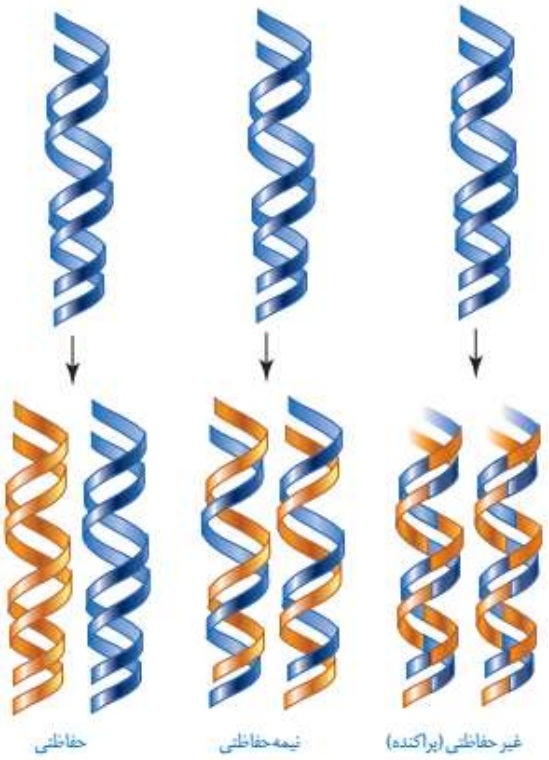
محمدرضا میرزایی

گفتار ۲ همانندسازی دِنا

با توجه به اینکه دِنا به عنوان ماده وراثتی، حاوی اطلاعات یاخته است، این پرسش مطرح می شود که هنگام تقسیم یاخته، این اطلاعات ،چگونه بدون کم وکاست به دو یاخته حاصل از تقسیم می رسند؟ **به خاطر دقت بالا در فرایند همانندسازی و تقسیم سلولی**

این کار با همانندسازی دِنا انجام می شود. به ساخته شدن مولکول دِنای جدید از روی دِنای قدیمی **همانند سازی**[1] می گویند.

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



شکل ۹ـ طرح‌های مختلف برای همانندسازی

۱- همانندسازی حفاظتی: در این طرح **هر دو رشته دِنای قبلی**(اولیه) به صورت **دست نخورده** باقی مانده، وارد **یکی** از یاخته های حاصل از تقسیم می شوند، **دو رشته دِنای جدید** هم وارد **یاخته دیگر** می شوند. چون دِنای اولیه به صورت دست نخورده در یکی از یاخته ها حفظ شده است به آن همانندسازی حفاظتی می گویند.

۲ ـ همانندسازی نیمه حفاظتی: در این طرح در هر یاخته **یکی از دو رشته دِنا** مربوط به **دِنای اولیه** است و رشته دیگر با نوکلئوتیدهای جدید ساخته شده است. چون در هر یاخته حاصل، فقط یکی از دو رشته دِنای قبلی وجود دارد، به آن نیمه حفاظتی می گویند.

۳ـ همانندسازی غیر حفاظتی(پراکنده): در این طرح **هر کدام از دِناهای حاصل**، قطعاتی از رشته های قبلی و رشته های جدید را به صورت پراکنده در خود دارند .

در سه مدل پیشنهادی:

۱)در همانندسازی حفاظتی :پیوند هیدروژنی نمی شکند .پیوند هیدروژنی تشکیل می شود .پیوند فسفودی استر تشکیل می شود!

۲)در همانندسازی نیمه حفاظتی :پیوند هیدروژنی می شکند .پیوند هیدروژنی تشکیل میشود .پیوند فسفودی استر تشکیل می شود

۳) در همانندسازی غیر حفاظتی :پیوند هیدروژنی نمی شکند .پیوند فسفودی استر می شکند .پیوند هیدروژنی تشکیل می شود . پیوند فسفودی استر تشکیل میشود.

[1] – Replication

کدام طرح مورد تأیید قرار گرفته است؟

مزلسون[1] و استال[2] 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 دِنای نوساز** را از رشته های **قدیمی** تشخیص دهند. آنها با این هدف دِنا را با استفاده از نوکلئوتید هایی که **ایزوتوپ سنگین نیتروژن**(N^{15}) دارند، نشانه گذاری کردند.

چند 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 دنای جدید حاوی یک رشته قدیمی است.

۳) غیر حفاظتی – هر قطعه جدید بین دو قطعه دنای 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 دنای حاصل از این فرایند بخشی از دنای اولیه وجود دارد.

۲) در گروهی از یاخته های حاصل از تقسیم یک رشته دنای 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 دنای حاصل، توالی دنای 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 دنای اولیه رخ نمی دهد.

۲) نیمه حفاظتی همانند – غیرحفاظتی، امکان شکسته شدن پیوند هیدروژنی بین دو رشته دنای اولیه وجود دارد.

۳) نیمه حفاظتی برخلاف – غیرحفاظتی، در صورت بروز خطای همانندسازی، امکان مشاهدهٔ آن خطا در هر دو مولکول دنای جدید وجود دارد.

۴) غیرحفاظتی برخلاف – حفاظتی، تشکیل پیوند فسفودی استر بین نوکلئوتید جدید و قدیمی دیده می شود.

سوال ۱– گزینه ۴ سوال ۲– گزینه ۱ سوال ۳– گزینه ۳

[1] – Meselson

[2] – 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 گریزانهٔ با سرعت بسیار بالا[1] 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 ۱۰ــ 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، نواری 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؟

[1] – Ultracentrifuge

با مشخص شدن اینکه همانندسازی به صورت نیمه حفاظتی انجام می شود، سؤال دیگری مطرح شد: دو رشته دِنا 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 سانتریفیوژ، 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.

تفکـــر 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**

چند تست در مورد آزمایش مرلسون و استال با هم مرور کنیم:

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 شیبی 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 داری 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 میانهٔ لوله

۲)یک – نیمه حفاظتی – فقط، یک نوار در میانهٔ لوله

۳)دو – حفاظتی – یک نوار ضخیم در بالا و یک نوار نازک تر در میانهٔ لوله

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

سوال ۱– گزینه ۳ سوال ۲– گزینه ۲ سوال ۳– گزینه ۳

عوامل و مراحل همانندسازی

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

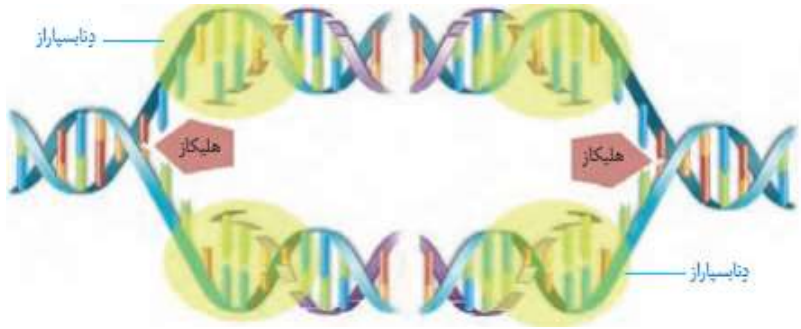
ــ مولکول **دِنا** به عنوان الگو

ــ **واحدهای سازنده دِنا** که بتوانند در کنار هم نسخه مکمل الگو را بسازند.این واحدها نوکلئوتیدهای آزاد داخل یاخته و سه فسفاته هستند که در لحظه اتصال به رشته پلی نوکلئوتید در حال ساخت، دو فسفات خود را از دست می دهند.

ــ **آنزیم های لازم** برای همانندسازی که ضمن بازکردن دو رشته نوکلئوتید ها را به صورت مکمل روبه روی هم قرارمی دهد و با پیوند فسفودی استر به هم وصل می کند.

مراحل همانندسازی: قبل از همانندسازی دِنا باید پیچ وتاب 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**[1] مارپیچ دنا و دو رشته آن را از هم باز می کند(شکل ۱۱).



شکل ۱۱ــ همانندسازی دِنا

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

انواع دیگری از آنزیم ها با همدیگر فعالیت می کنند تا یک رشته دِنا در مقابل رشته الگو ساخته شود .

یکی از مهم ترین آنها که نوکلئوتیدهای مکمل را با نوکلئوتیدهای رشته الگو جفت می کند **دِنابسپاراز**[2] (DNA پلی مِراز) است. با توجه به اینکه در محل همانندسازی، همانندسازی در دو جهت انجام می شود؛ به آن **همانندسازی دو جهتی** نیز می گویند.

بیشتر بدانید

گریزانه هم چگال

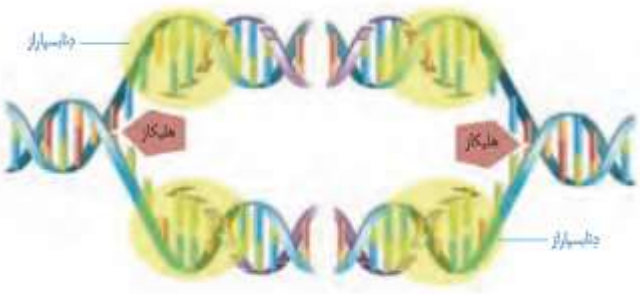
بـرای جداکـردن ذره هایی با چگالی متفـاوت و تعییـن چگالـی آنهـا از روشـی بـه نـام گریزانـه هم چـگال اسـتفاده می شـود. در ایـن روش محلولـی از نمـک یـک فلز سـنگین مثل سـزیم کلریـد را در لوله آزمایش قـرار میدهنـد. غلظـت ایـن مـاده و چگالـی آن بـه طـور یکنواخـت از پاییـن بـه بـالای لولـه کم می شـود و بـه اصطـلاح شـیب پیوسـته ای از غلظت هـای مختلـف نمـک در آن وجود دارد.

بـا ورود مولکـول هـای مـد نظـر در ایـن محلـول و حرکـت آنهـا حیـن سـانتریفیوژ، براسـاس چگالـی خود در نقطه ای متوقف می شـوند. چون ذره هـا بـا چگالـی یکسـان در یـک منطقـه تجمـع می یابنـد، نوارهایی را تشـکیل می دهند که به آسانی قابل تشـخیص انـد. بـا مشـخص شـدن چگالـی محلـول درهرنقطـه ازلولـه ،مـی تـوان چگالـی ذره هـای مـورد آزمایش را معلوم کرد .

[1] – Helicase

[2] – DNA Polymerase

نکاتی در مورد شکل



۱)تعداد مولکولهای هلیکاز موجود در شکل از تعداد مولکول های د نابسپاراز **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 دنابسپاراز** وجود دارد.

۴)عملکرد آنزیم هلیکاز بر عملکرد آنزیم دنابسپاراز **مقدم** میباشد.

۵) دنا بسپاراز **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؟

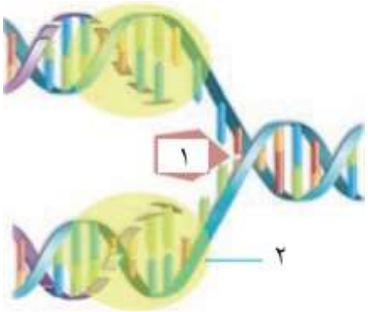
۱) باز شدن پیچ وتاب کروموزوم و جدا شدن هیستون ها، قبل از باز شدن دو رشته دنا در طی این فرآیند انجام می شود.

۲) بررسی رابطه مکملی بین بازهای مختلف در مولکول دنا، بعد از تشکیل همهٔ پیوندها و در پایان همانندسازی انجام می شود.

۳) قبل از تشکیل هر پیوند فسفودی استر در ابتدای رشتهٔ در حال ساخت، باید پیوندهای اشتراکی خاصی شکسته شود.

۴) تشکیل پیوند فسفودی استر توسط آنزیم دنابسپاراز، بعد از تشکیل پیوندهای هیدروژنی میان بازهای آلی انجام می شود.

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



۱)ممکن است آنزیم ۱در حال نزدیک شدن به آنزیم مشابه دیگری باشد.

۲)آنزیم ۲همانند آنزیم ۱، توانایی شکستن پیوند بین نوکلئوتیدها را دارا است.

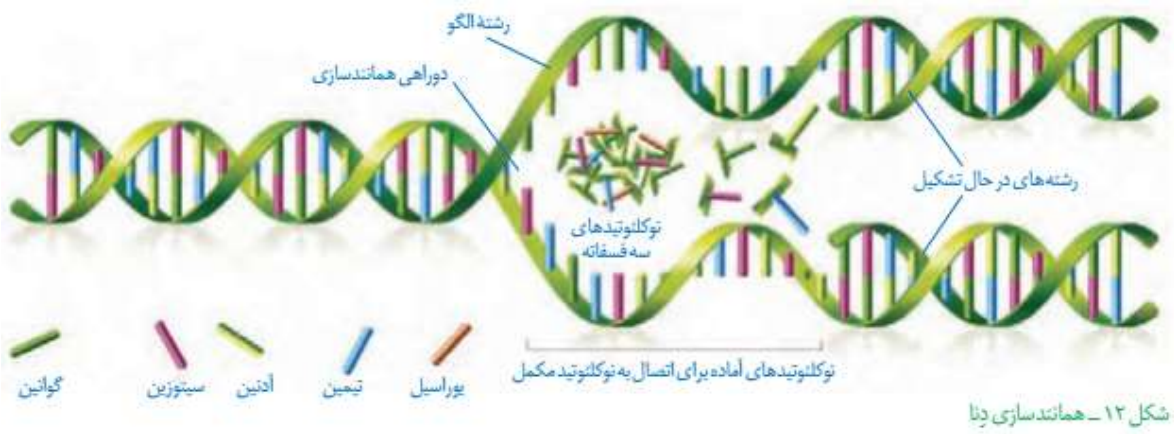
۳)تعداد نقاط پایان همانندسازی در این مولکول یک واحد از تعداد نقاط آغاز کمتر است.

۴)به هنگام همانندسازی، نوکلئوتیدهای سه فسفاته در بخش پشتی آنزیم ۱تجمع پیدا می کنند.

سوال ۱- گزینه ٤

سوال ۲- گزینه ۳

دوراهی همانندسازی: در شکل ۱۱ می بینید در محلی که دو رشته دِنا 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. **دِنابسپاراز** 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 فسفاته** به انتهای رشته پلی نوکلئوتید **دو تا از فسفات های** آن از مولکول **جدا** می شوند و نوکلئوتید به صورت **تک فسفاته** به رشته متصل می شود (شکل۱۲).



شکل ۱۲ ـ همانندسازی دِنا

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

فعالیت های آنزیم دنابسپاراز

همانندسازی دِنا با دقت زیادی انجام می شود؛ این دقت تا حدود زیادی مربوط به رابطه مکملی بین نوکلئوتیدها است. اگرچه آنزیم دِنابسپاراز، نوکلئوتیدها را براساس رابطه مکملی مقابل هم قرار می دهد ولی گاهی در این مورد **اشتباهی** هم صورت می گیرد؛ بنابراین آنزیم دِنابسپاراز 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 دِنا جدا کند. **توانایی بریدن دِنا را فعالیت نوکلئازی گویند** که در آن پیوند فسفودی استر می شکند. بنابراین آنزیم دِنابسپاراز، 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 دنابسپاراز را که باعث رفع اشتباه ها در همانندسازی می شود**، ویرایش **می گویند.**

همانند سازی درپروکاریوت ها و یوکاریوت ها

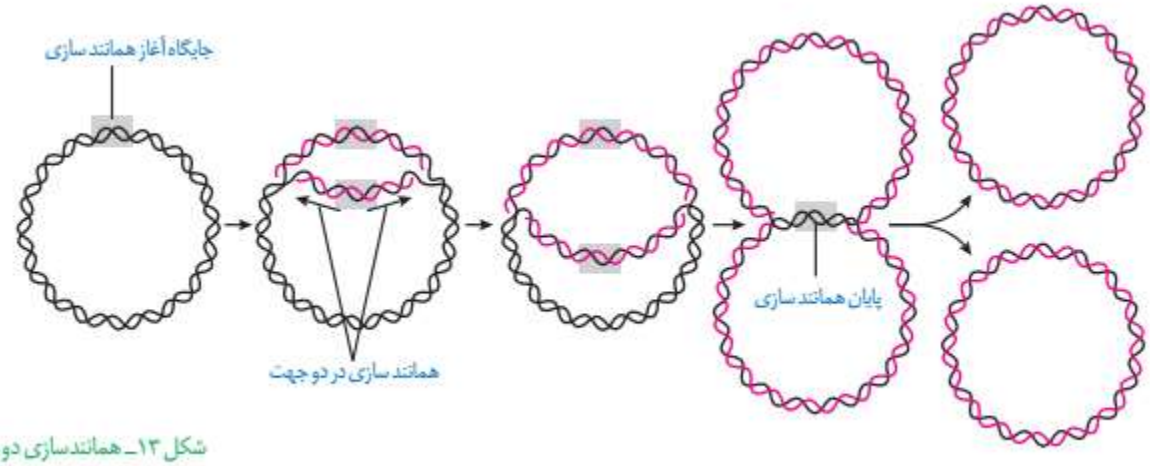
در پروکاریوت ها که شامل همه باکتری ها می شوند، مولکول های وراثتی در غشا محصور نشده

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 **دیسَک (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 دِنا 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 (شکل۱۳)

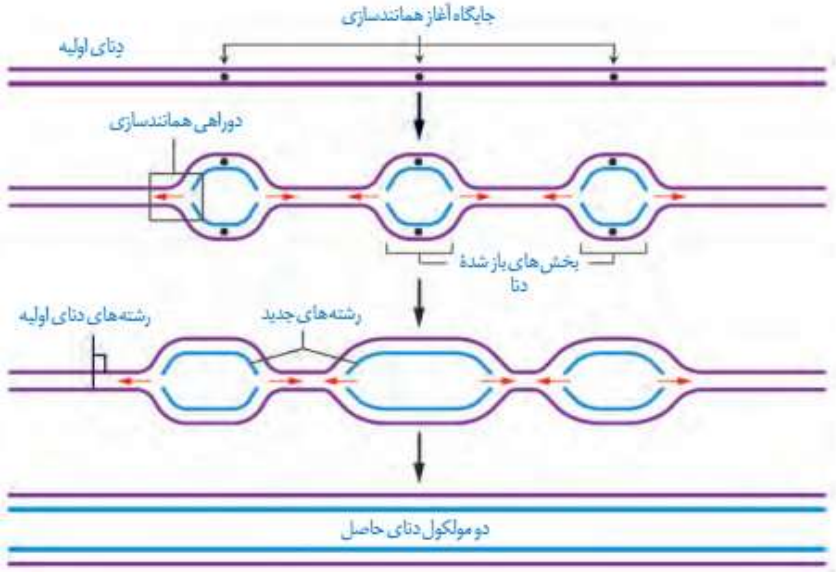
۱-در دنای حلقوی با همانند سازی دو جهتی ، نقطه پایان مقابل نقطه شروع همانندسازی است.
۲-در دنای حلقوی تعداد نقطه شروع همانندسازی و نقطه پایان با هم برابر است.

در **یوکاریوت ها** که بقیه موجودات زنده یعنی **آغازیان، قارچ ها، گیاهان و جانوران** را شامل می شوند **دِنا** 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 دِنا درون هسته قرار دارد که به آن **دِنایِ هسته ای** می گویند. در یوکاریوت ها علاوه بر هسته در سیتوپلاسم نیز مقداری دِنا وجود دارد که به آن **دِنای سیتوپلاسمی** می گویند. این نوع از دِنا که **حالت حلقوی** دارد در **راکیزه** (میتوکندری) و **دیسه** (پلاست) دیده می شود.



شکل ۱۳ـ همانندسازی دو جهتی دِنا در پروکاریوت ها با یک نقطهٔ آغاز

همانندسازی در **یوکاریوت ها** بسیار **پیچیده تر** از پروکاریوت ها است. علت این مسئله وجود مقدار زیاد دِنا 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 ـ 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) برروی 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 را با هم مرور کنیم:

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

۱)همانند – در مرحله ای از چرخهٔ یاخته ای با مصرف انواعی از دئوکسی ریبونوکلئوتیدها، همانندسازی دوجهتی دنای 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 دنای فام تن اصلی، مطابق مراحل رشد و نمو تغییر می کند.
۴)برخلاف – در فعالیت بسپارازی دنابسپاراز، این آنزیم ابتدا پیوندهای هیدروژنی را تشکیل می دهند.

سوال ۱– گزینه ۳

همه چیز در مورد آنزیم دنابسپاراز :

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، **دو** رشته دنا، یکی رشته الگو (اولیه یا مادری) و دیگری رشته جدید یا دختری دیده می شود.

۵) قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی **نیست** و معمولا 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 دوجهتی، در هر جایگاه آغاز همانندسازی دنای یوکاریوتی، **چهار آنزیم دنابسپاراز** فعالیت می کنند.

۷) **محل فعالیت** آنزیم دنابسپاراز مؤثر بر دنای 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 دنابسپاراز موجود درون هسته، در **مرحله S** چرخه یاخته ای به **حداکثر** می رسد و باعث **افزایش** تعداد مولکول های **دنای** موجود در **هسته** (مضاعف شدن تعداد دناها) و **تشکیل کروموزوم های دوکروماتیدی** (مضاعف شده) می گردد.

۱۰) اگر آنزیم دنابسپاراز 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 دنابسپاراز** می شود. (دوازدهم — فصل ۴)

محمدرضا میرزایی، دبیر زیست شناسی دبیرستان سمند

فصل اول

مولکول های اطلاعاتی

گفتار سه: پروتئین ها

ماه زیست شناسی ۳

محمدرضا میرزائی

دبیر زیست شناسی دبیرستان های برتر مشهد

کانال تلگرام : آزمون زیست شناسی

@mirzaei_zist

گفتار ۳ پروتئین‌ها

علاوه بر دِنا و رِنا که در یاخته ذخیره و انتقال اطلاعات را بر عهده دارند مولکول های دیگری نیز هستند که به انجام فرایند های مختلف یاخته ای کمک می کنند. از جمله این مولکول ها پروتئین ها هستند که نقش بسیار مهمی در فرایندهای یاخته ای دارند.

مولکولهای اطلاعاتی سه نوع هستند:

۱) **DNA باعث ذخیره اطلاعات در نسل ها می شود.**

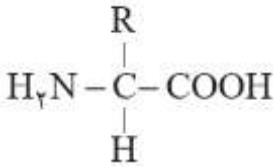
۲) **RNA باعث انتقال اطلاعات در سلول می شود.**

۳) **پروتئین باعث ایجاد صفات ژنتیکی در سلول و نهایتاً در فرد می شود.**

ساختار آمینواسیدها

پروتئین ها بَسپارهایی 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 وکربوکسیل 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 آمینو اسیدهای مختلف متفاوت است و ویژگی های منحصر به فرد هر آمینواسید به آن بستگی دارد.

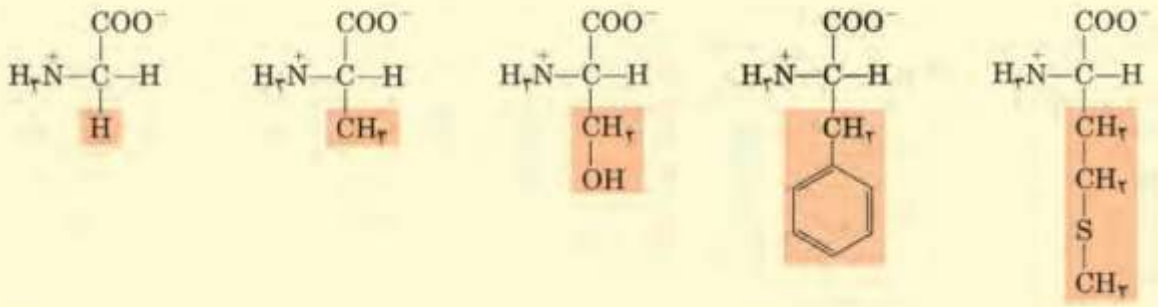
هرآمینوا سید می تواند در شکل دهی پروتئین مؤثر با شد و تأثیر آن به ماهیت شیمیایی گروه R بستگی دارد.



شکل ۱۵ـ ساختار عمومی یک آمینواسید

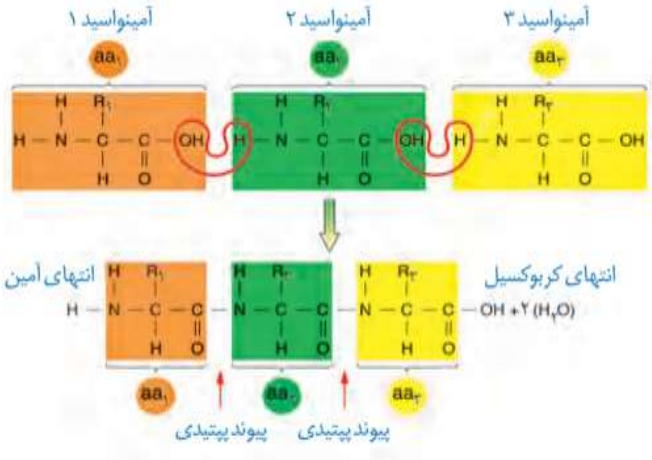
بیشتر بدانید

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



پیوند پپتیدی آمینواسیدها را به یکدیگر متصل می کند

آمینواسیدهای مختلف با حضور آنزیم، واکنش **سنتزآبدهی** 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.



شکل ۱۶ـ تشکیل پیوند پپتیدی

وقتی تعدادی آمینواسید با پیوند پپتیدی به هم وصل شـــوند ،زنجیره ای از آمینواســـیدها به نام **پلی پپتید** تشکیل می شود. **پروتئین ها** از یک یا چند زنجیره بلند و بدون شـــاخه از پلی پپتیدها ســـاخته شـــده اند .هر نوع پروتئین، ترتیب خاصـــی از آمینواســـیدها 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 .

نکته: این واکنش، نوعی سنتز آبدهی 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.

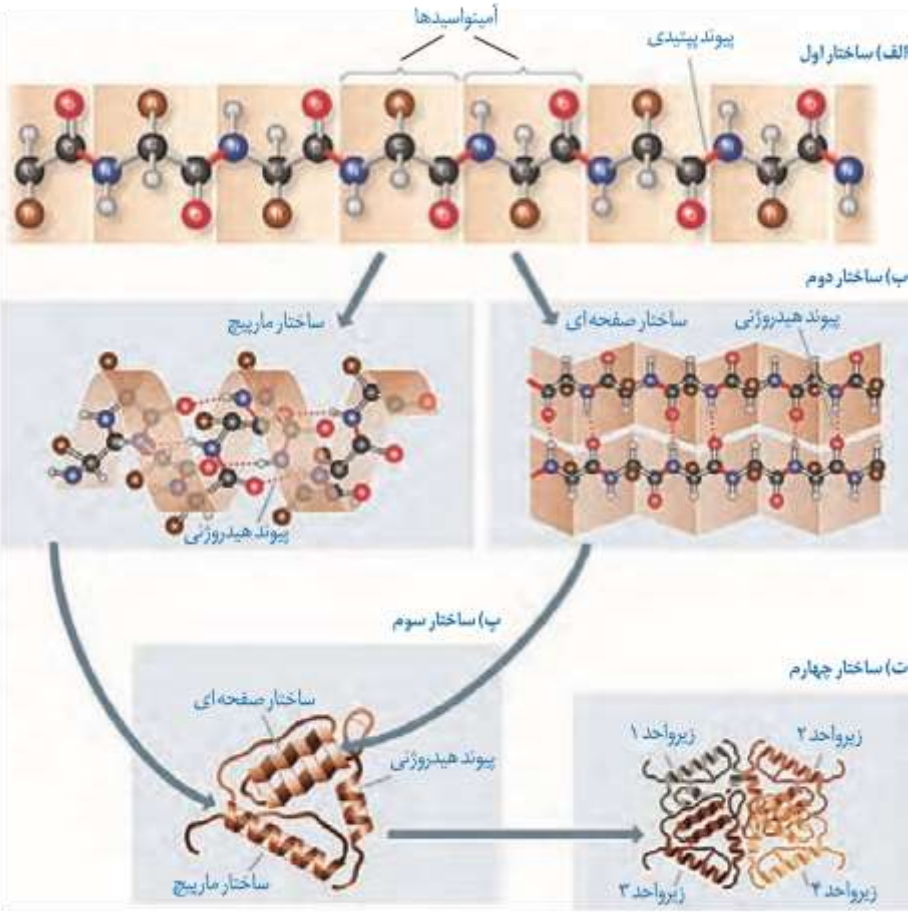
۴) هر پیوند بین دو آمینواسید در ساختار پروتئین ها، نوعی پیوند پپتیدی است.

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 می‌آورید 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 ۱۷ــ 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 ــ توالی آمینواسیدها: **نوع**، **تعداد**، **ترتیب** و **تکرار** آمینواسیدها، **ساختار اول** پروتئین ها را تعیین می کنند. ساختار اول با ایجاد **پیوندهای پپتیدی** بین آمینواسیدها شکل می گیرد و خطی است. این پیوند در واقع نوعی پیوند اشتراکی است. تغییر آمینواسید در هر جایگاه موجب تغییر در ساختار اول پروتئین می شود و **ممکن** است فعالیت آن را تغییر دهد. با در نظر گرفتن ۲۰ نوع آمینواسید و اینکه محدودیتی در توالی آمینواسیدها در ساختار اول پروتئین ها وجود ندارد پروتئین های حاصل می توانند بسیار متنوع باشند. با توجه به **اهمیت توالی آمینواسیدها** در ساختار اول، **همه سطوح** دیگر ساختاری در پروتئین ها به این ساختار **بستگی** دارند (شکل ۱۷ــ 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 غیرپروتئینی 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.

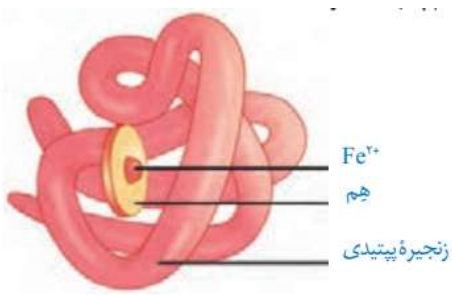
ساختار دوم – الگوهایی از پیوندهای هیدروژنی: بین بخش هایی از زنجیره پلی پپتیدی می تواند پیوندهای **هیدروژنی** برقرار شود. این پیوندها منشأ تشکیل ساختار دوم در پروتئین ها هستندکه به چند صورت دیده می شوند. دو نمونه معروف آنها ساختار مارپیچ و ساختار صفحه ای است (شکل ۱۷ـ ب.)

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 $-NH^{۲}$ 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 (شکل۱۷ ـ پ). بنابراین با وجود این نیروها پروتئین های دارای ساختار سوم، **ثبات نسبی** دارند. ایجاد تغییر در پروتئین، حتی تغییر یک آمینو اسید هم می تواند ساختار و عملکرد آن را به شدت تغییر دهد. **میوگلوبین** نمونه ای از پروتئین ها با **ساختار سوم** است (شکل ۱۸ـ الف)



الف)

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

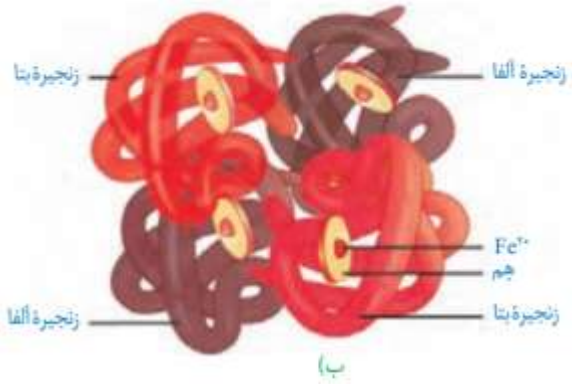
حواست به اینا توی طرح تست ها باشه !!!!!

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 رناتن 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 ـ 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. نحوهٔ آرایش این زیر واحدها در کنار هم **ساختار چهارم** پروتئین ها نامیده می شود(شکل ۱۷ـ ت.)

هموگلوبین از چهار زنجیرهٔ 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، **تاخورده** 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 ۱۸ـ ب.)



شکل ۱۸
الف) میوگلوبین با ساختارسوم
ب) هموگلوبین با ساختار چهارم

حواست به اینا توی 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 ۴عدد زنجیره متفاوت تشکیل شده است که دو به دو ترتیب و توالی آمینواسیدی یکسانی دارند.

۳.در سطح دوم آن (الگوهایی از پیوندهای هیدروژنی) به شکل ساختار مارپیچ (نه صفحه ای!) در می آید.

۴.دارای ۴عدد گروه هم است که هر یک از آن ها توانایی اتصال به یک مولکول اکسیژن (دو اتم اکسیژن) را دارند.

۵.از بخش های پروتئینی و غیرپروتئینی تشکیل شده است.

۶.در انتقال ۹۷درصد اکسیژن و ۲۳درصد 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 رناتن 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 بندپایان 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 پر می کند.

۱۶. ششمین آمینو اسید از زنجیره ٔبتا در هموگلوبین های یک فرد سالم گلوتامیک اسید می باشد ولی در افراد مبتلا به کم خونی داسی شکل آمینو اسید والین جایگزین گلوتامیک 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.

فعّالیت ۱ با استفاده از دو یا چند مفتول فلزی ساختار دوم، سوم و چهارم پروتئین ها را مدل سازی کنید.

تفکـــر طراح: حواست به اینا توی طرح تست ها باشه !!!!!

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 می‌شود : ساختار دوم

۵) ساختارهای صفحه‌ای یا مارپیچی ایجاد می‌شود : ساختار دوم

۶) در نتیجه نزدیک شدن گروه تعیین کنندهٔ ویژگی‌های منحصر به فرد آمینواسیدهای آبگریز تشکیل می‌شود : ساختار سوم

۷) پیچ خوردگی رشته پلی پپتیدی را به همراه دارد : ساختار سوم و دوم

۸) ساختار نهایی پروتئین ذخیره کنندهٔ اکسیژن در سلول‌های ماهیچه اسکلتی می‌باشد : ساختار سوم

۹) در آن هر یک از زنجیره‌ها به صورت یک زیرواحد تا میخورد و به شکل خاصی در می‌آید : ساختار چهارم

۱۰) ساختار نهایی پروتئین ۴ زنجیره‌ای موجود در فراوان‌ترین گویچه‌های خونی را تشکیل می‌دهد : ساختار چهارم

۱۱) دارای توانایی تشکیل نوعی پیوند اشتراکی است (با آزاد شدن مولکول‌های آب همراه است) : ساختار اول و سوم

۱۲) با تشکیل انواعی از پیوندهای اشتراکی، یونی و هیدروژنی به ثبات می‌رسد : ساختار سوم

۱۳) ساختار نهایی پروتئین ضخیم موجود در سارکومرهای ماهیچه‌های اسکلتی را تشکیل می‌دهد : ساختار چهارم (این پروتئین دو رشته‌ای است)!

۱۴) در ساختار نخستین پروتئینی که ساختار آن مشاهده شد، وجود نداشت : ساختار چهارم

چند 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 میروند صحیح است؟

۱) در هنگام پروتئین سازی در رناتن های سیتوپلاسم گروههای H و OH خود را از دست میدهند.

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.

سوال ۱: گزینه ۳ سوال ۲: گزینه ٤ سوال ۳: گزینه ۲

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 شـــرکت دارند از جمله ۱) **فعالیت‌آنزیمی** که در آن به صورت **کاتالیزورهای زیستی** عمل می کنند و سرعت واکنش شیمیایی خاصی را زیاد می کنند .

۲) **بعضـی** دیگر از پروتئین ها به صـورت گیرنده هایی در سـطح 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 پتا سیم 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 ا ست که باعث **اسـتحکام** بافت پیوندی می شود. زردپی و رباط مقدار فراوانی از پروتئین کلاژن دارند.

۵) **انقباض** ماهیچه ها نیز ناشـــی از حرکت لغزشـــی دو نوع پروتئین روی یکدیگر یعنی **اکتین** و **میوزین** ا ست. از دیگر پروتئین ها می توان به هورمون ها ا شاره کرد. ۶)**بیشـتر 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 ه ستند. ۷)همچنین **پروتئین هایی** مثل **مهارکننده ها** که بعداً با آنها آشـــنا خواهید شـــد، **نقش های تنظیمی** متعددی را در فعال و غیرفعال کردن ژن ها بر عهده دارند .

تفکـــر طراح: حواست به اینا توی طرح تست ها باشه !!!!!

عبارت‌های مختلفی که به جای پروتئین‌ها می‌توانند به کار برده شوند:

۱) متنوع‌ترین گروه مولکول‌های زیستی از نظر ساختار و عملکرد

۲) مولکول‌هایی که در نخستین مرحله آزمایش‌های ایوری تخریب شدند.

۳) مولکول‌هایی که در بیش از یک مرحله از آزمایش‌های ایوری تخریب شدند.

۴) مولکول‌هایی که به جز دنا، درساختار فام تن شرکت می‌کنند.

۵) مولکول‌هایی که بسپارهایی از مونومرهای واجد گروه‌های آمینی و کربوکسیلی هستند.

۶) مولکول‌هایی که جنس آن‌ها با اغلب آنزیم‌ها یکسان است.

۷) مولکول‌هایی که تحت‌تأثیر پپسین، تخریب می‌شوند.

۸) مولکول‌هایی که در نتیجه فعالیت رناتن‌ها تولید می‌شوند.

آنزیم ها

واکنش های شیمیایی در صورتی سرعت مناسب می گیرند که انرژی اولیه کافی برای انجام آن وجود داشته باشد. این انرژی را **انرژی فعال سازی** گویند. انجام واکنش ها در بدن موجود زنده نیز که با عنوان کلی سوخت وساز مطرح می شوند همین طور هستند. این واکنش ها با حضور آنزیم انجام می شوند. **آنزیم امکان برخورد مناسب مولکول ها را افزایش و انرژی فعال سازی واکنش را کاهش** می دهد. همچنین با این کار **سرعت** واکنش هایی را که در بدن موجود زنده انجام شدنی هستند **زیاد** می کند. **بدون آنزیم** ممکن است در دمای بدن سوخت وساز یاخته ها **بسیار کند** انجام شود و انرژی لازم برای حیات تأمین نشود. آنزیم های ترشحی دستگاه گوارش مثل آمیلاز بزاق و لیپاز در **خارج یاخته** عمل می کنند ولی آنزیم های مؤثر در تنفس یاخته ای، فتوسنتز و همانندسازی **درون یاخته** فعالیت می کنند. البته گروهی از آنزیم ها مثل پمپ سدیم ــ پتاسیم فعالیت خود را در **غشا** انجام می دهند.

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

آنزیمها چند تا قید دارند :

۱. همگی درون یاخته تولید می شوند.

۲. بعضی درون یاخته فعالیت می کنند و بعضی در بیرون از یاخته و گروهی در غشا فعالیت دارند.

۳. بعضی از آنزیم ها در ابتدای ترشح غیرفعال هستند.

ساختار آنزیم ها

بیشتر آنزیم ها **پروتئینی** هستند. آنزیم ها در ساختار خود بخشی به نام **جایگاه فعال**[۱] دارند. **جایگاه فعال** بخشی اختصاصی در آنزیم است که **پیش ماده**[۲] در آن قرار می گیرد. ترکیباتی که آنزیم روی آنها عمل می کند، **پیش ماده** و ترکیباتی که حاصل فعالیت آنزیم هستند ،**فراورده**[۳] یا محصول خوانده می شوند (شکل ۱۹).

بعضی آنزیم ها برای فعالیت به یون های فلزی مانند آهن، مس و یا مواد آلی مثل ویتامین ها نیاز دارند . به **مواد آلی** که به آنزیم کمک می کنند **کوآنزیم**[۴] می گویند. وجود بعضی از مواد سمی در محیط مثل سیانید و آرسنیک می تواند با قرار گرفتن در جایگاه فعال آنزیم، مانع فعالیت آن شود. بعضی از این مواد به همین طریق باعث مرگ می شوند .

---

۱ – Active site
۲ – Substrate
۳ – Product
۴ – Coenzyme

شکل ۱۹ ــ طرز عمل آنزیم در واکنش های سوخت وسازی الف) تجزیه، ب) ترکیب

نکات دیگری در مورد آنزیم ها:

۱. بر اساس کتاب درسی، **همه** واکنش های سوخت وسازی که در بدن موجود زنده انجام می شوند به **آنزیم** نیاز دارند

۲. واکنشهای سوخت وسازی **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 ــ 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 امّا در پایان واکنش ها دست نخورده باقی می مانند 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.

نکاتی 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 چندپیش 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 ودنا 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.

pHمحیط: pH بیشتر مایعات بدن بین۶ 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.

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 زیادتر 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.

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 ۸۰درجه سانتی گراد بیشترین فعالیت را دارند. دِنای آنها هم درصد زیادی باز G و C دارد تا با سه پیوند هیدروژنی استحکام و ثبات بیشتری داشته باشد.

فعّالیت 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؟

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 ا ست. آنزیم ها در صنایع غذایی، به ویژه صنایع لبنی از اهمیت ویژه ای برخوردارند. **مایه پنیر** در واقع نامی عمومی برای آنزیم هایی ا ست 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 د ست 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 آمیلازها انواعی از شوینده ها با قدرت تمیزکنندگی بالا تولید می شوند. به نظر شما علت استفادهٔ هریک از این آنزیم ها در شوینده ها چیست؟

چند 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) همهٔ 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.

۱) صفر ۲) ۱ ۳)۲ ۴) ۳

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.

۱)۱ ۲)۲ ۳)۳ ۴)۴

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

۱) مراحلی 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 مادهٔ 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.

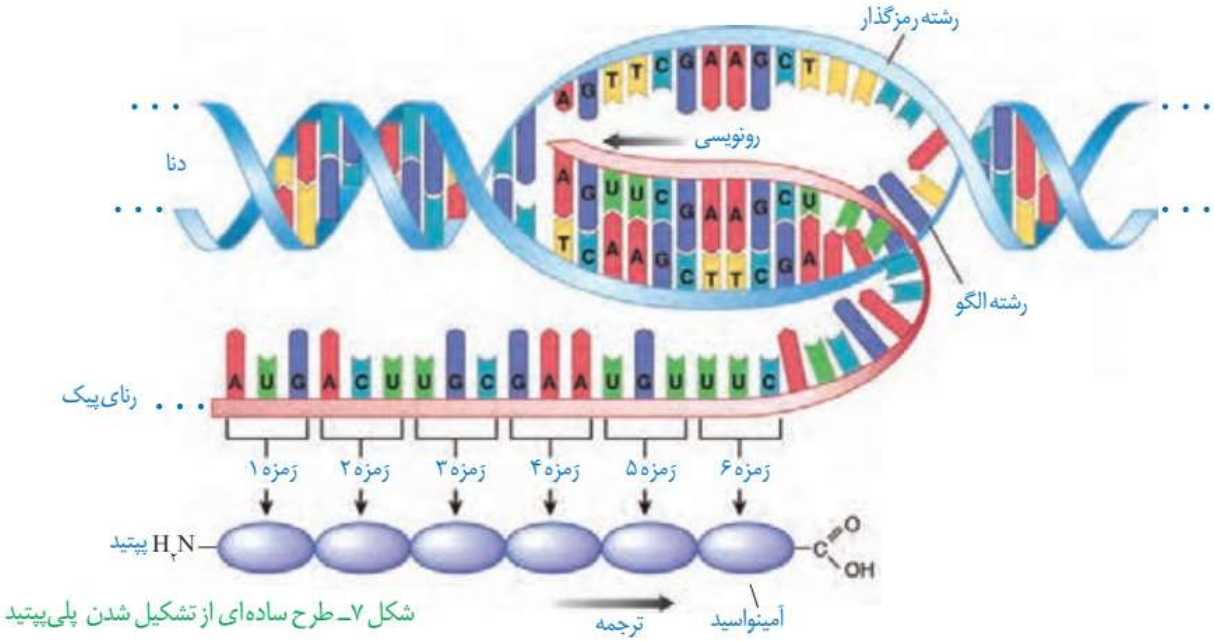
سوال ۱: گزینه ۲	سوال ۲: گزینه ۳	سوال ۳: گزینه ۲

گفتار ۲ به سوی پروتئین

پلی پپتیدها از مهم ترین فراورده های ژن ها هستند. پروتئین ها اعمال مختلفی (مانند نقش آنزیمی، نقش گیرنده، نقش انتقالی، نقش حفاظتی، نقش انقباضی، نقش هورمونی و نقش تنظیمی) را در بدن انجام می دهند که پیش از این با برخی از آنها آشنا شده اید. اینکه چگونه ژن ها و پروتئین های حاصل از آن ،صفات را ایجاد می کنند در آینده مورد بحث قرار می گیرند. در این گفتار به نحوهٔ تبدیل اطلاعات وراثتیِ رنا ، به پروتئین می پردازیم.

تبدیل زبان نوکلئیک اسیدی رنا به زبان پلی پپتیدی

دانستید که در فرایند رونویسی از روی توالی های دنا، رنا ساخته می شود که هر دو از نوکلئوتید تشکیل شده اند. ولی در ساختار پلی پپتیدها، آمینواسید وجود دارد . به ساخته شدن پلی پپتید از روی اطلاعات رنای پیک ، ترجمه[1] می گویند. طرح ساده ای از ژن تا پلی پپتید را در شکل زیر مشاهده می کنید (شکل۷).



شکل ۷ـ طرح ساده‌ای از تشکیل شدن پلی‌پپتید

توالی های ۳ نوکلئوتیدی رنای پیک تعیین می کند که کدام آمینواسیدها باید در ساختار پلی پپتید قرار بگیرد. به این توالی ها ، **رمزه** (کُدون)[2] گفته می شود. در یاخته ۶۴ نوع رَمزه وجود دارد. نکته قابل توجه این است که رَمزه آمینواسیدها در جانداران یکسان اند. به نظر شما این موضوع بیانگر چه واقعیتی است؟

رَمزه های **UGA**، **UAA** و **UAG** هیچ آمینواسیدی را رمز **نمی کنند** که به آنها **رَمزهٔ پایان** می گویند ، زیرا حضور این رَمزه ها در رنای پیک موجب پایان یافتن عمل ترجمه می شود. **رَمزهٔ آغاز** یا **AUG** رَمزه ای است که ترجمه از آن آغاز می شود.این رَمزه، معرف آمینواسید متیونین نیز است.

---

[1] – Translation
[2] – Codon

بیشتر بدانید

انواع رَمزه و آمینواسیدهای مربوط به آنها

حرف دوم

حرف اول	U	C	A	G	حرف سوم
U	UUU UUC فنیل آلانین UUA UUG لوسین	UCU UCC UCA UCG سرین	UAU UAC تیروزین UAA UAG رَمزه پایان رَمزه پایان	UGU UGC سیستئین UGA رَمزه پایان UGG تریپتوفان	U C A G
C	CUU CUC CUA CUG لوسین	CCU CCC CCA CCG پرولین	CAU CAC هیستیدین CAA CAG گلوتامین	CGU CGC CGA CGG آرژنین	U C A G
A	AUU AUC AUA ایزولوسین AUG (متیونین) رَمزه آغاز	ACU ACC ACA ACG ترئونین	AAU AAC آسپارازین AAA AAG لیزین	AGU AGC سرین AGA AGG آرژنین	U C A G
G	GUU GUC GUA GUG والین	GCU GCC GCA GCG آلانین	GAU GAC آسپارتیک اسید GAA GAG گلوتامیک اسید	GGU GGC GGA GGG گلیسین	U C A G

طرح پرسش از این جدول در همهٔ آزمون‌ها از جمله کنکور سراسری ممنوع است.

چند نکته:

۱-جهت رونویسی و ترجمه همواره یکسان است. به عنوان مثال در شکل صفحه قبل جهت هر دو فرایند از راست به چپ است.

۲-بر روی مولکول mRNA، قبل از کدون آغاز و بعد از کدون پایان نوکلئوتیدهایی وجود دارد که کدون محسوب نمی شوند.

۳-اولین آمینواسید شرکت کننده در پلی پپتیدها همواره متیونین است.

۴- آمینوا سید بعدی از طریق گروه آمین خود به گروه کربوکسیل متیونین متصل میشود. (آمینوا سیدهای جدید از سمت آمین خود به زنجیره پلی پپتیدی در حال ساخت اضافه میشوند.)

۵- در رشته های پلی پپتیدی ساخته شده یا در حال ساخت نیز در ابتدای رشته، گروه آمین و در انتهای آن، گروه کربوکسیل مشاهده میشود

۶- در یک رشته پلی پپتیدی ممکن است علاوه بر متیونین آغازین، متیونین های دیگری حتی در انتهای رشته پلی پپتیدی هم وجود داشته باشد.

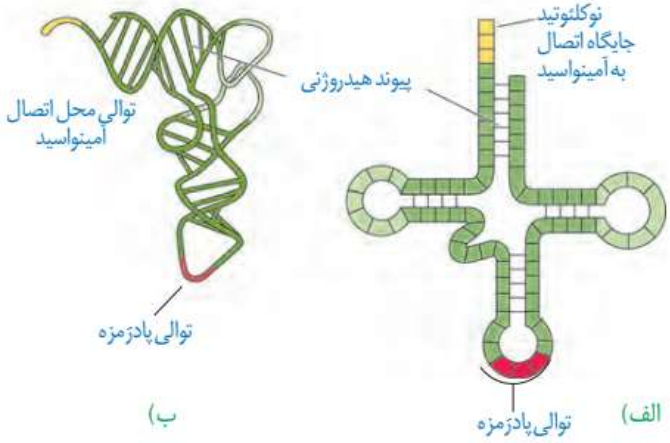
۷-ژن رمز کننده متیونین تاس (TAC) و آنتی کدون آن یاس(UAC) می باشد.

عوامل لازم در ترجمه

ترجمه نیازمند عوامل مختلفی است. ترجمه را می توان به یک فرایند آشپزی از روی کتاب آن تشبیه کرد. براساس دستورالعمل این کتاب، مواد اولیه به مقدار و ترتیب خاصی استفاده و غذای خاصی درست می شود. در ترجمه هم براساس رَمزه های رنای پیک، پلی پپتید خاصی ساخته می شود. مواد اولیه مصرفی در ترجمه، **آمینواسیدها** هستند. **رِناتَن ها** و **رناهای ناقل** از دیگر عوامل لازم در ترجمه هستند. **انرژی** لازم برای تهیه پلی پپتید هم از مولکول های پر انرژی مانند ATP به دست می آید.

ساختار رنای ناقل

رنای ناقل **پس** از رونویسی دچار تغییراتی می شود. در ساختار نهایی رنای ناقل، نوکلئوتیدهای مکمل می توانند پیوند هیدروژنی ایجاد کنند. **به همین علت** رنای تک رشته ای، روی خود تا می خورد (شکل ۸ ــ الف). رنای ناقل تاخوردگی های مجددی پیدا می کند که **ساختار سه بعدی** را



شکل ۸ ــ رنای ناقل
الف) تاخوردگی اولیه
ب) ساختار سه بعدی

به وجود می آورد. در این ساختار یک بخش محل اتصال آمینواسید و دیگری توالی ۳ نوکلئوتیدی به نام **پادرمزه** (**آنتی کدون**[1]) است (شکل ۸) . به نظر شما علت این نام گذاری چیست؟ هنگام ترجمه، این توالی با توالی رَمزه مکمل خود پیوند هیدروژنی مناسب برقرار می کند.

در **همه** رناهای ناقل، به جز در ناحیه پاد رَمزه ای ،انواع توالی های مشابهی وجود دارند. انتظار این است که به تعداد انواع رَمزه ها، پاد رَمزه وجود داشته باشد ولی تعداد انواع پاد رَمزه ها **کمتر** از رَمزه ها است؛ مثلا برای رَمزه های پایان، رنای ناقل وجود ندارد.

نحوهٔ عمل رنای ناقل: همان طور که گفته شد، آمینواسید به رنای ناقل متصل می شود. حال پرسش این است که آیا هر نوع آمینواسید به هر نوع رنای ناقل می تواند متصل شود؟(**خیر**) .اهمیت بخش پادرَمزه ای در این اتصال چیست؟ (*آنزیم اتصال دهنده tRNA به آمینواسید از روی این توالی تشخیص میدهد که کدام آمینواسید باید به کدام tRNA متصل شود)*

در واقع در یاخته ها، آنزیم های ویژه ای وجود دارند که براساس نوع توالی پادرَمزه، آمینواسید مناسب را به رنای ناقل متصل می کنند؛ یعنی آنزیم با تشخیص پادرَمزه در رنای ناقل، آمینواسید مناسب را یافته و به آن وصل می کند. این فرایند نیازمند انرژی است (شکل۹)۰

حال بر اساس آنچه تاکنون دربارهٔ رَمزه ها خوانده اید آیا می توانید حدس بزنید رنای ناقل با چه توالی پادرَمزه ای می تواند به آمینواسید متیونین متصل شود؟ (*با توالی پادرَمزه ای* UAC)

چند نکته:

۱-کدون شروع برای سنتز پروتئین یا فرایند ترجمه ،همواره AUG است .

۲- کدون AUG ، متعلق به آمینواسید متیونین است. به همین دلیل سنتز همه پروتئین ها با متیونین آغاز می شود .

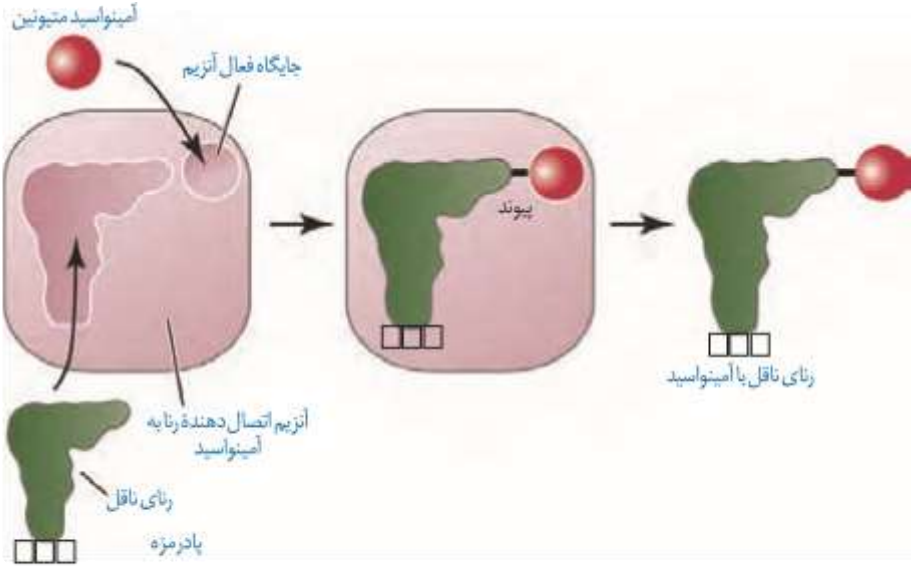
۳- بر روی مولکول tRNA، آنتی کدون مربوط به کدون آغاز نیز UAC است .

۴- بر روی رشته الگوی مولکول DNA یا ژن، نیز کد ژنتیکی یا توالی TAC متعلق به کدون آغاز است.

۵- کدو ن های پایان عبارتند از: UAG،UAA و UGA، که در فرایند ترجمه یکی از آنها شرکت می کند. این کدو نها متعلق به هیچ آمینواسیدی نیستند. به عبارت دیگر ،به ازای کدو ن های پایان هیچ آنتی کدونی وجود ندارد.

۶- می توان گفت در سلولها، آنتی کدو ن هایی با توالی های AUC،AUU و ACU وجود خارجی ندارند.

۷-بر روی رشته الگوی مولکول DNA یا ژن نیز کدهای ژنتیکی یا توالی های ATC،ATT و ACT متعلق به این کدون ها هستند.



شکل ۹ـ نحوهٔ پیوستن آمینواسید به رنای ناقل مربوط به خود توسط آنزیم ویژه آن

شکل ۱۰ـ ترتیب قرارگیری زیرواحدهای رناتن

ساختار رناتن

دانستید که رناتن در ساخت پلی‌پپتید نقش دارد. رناتن‌ها از دو زیرواحد تشکیل شده‌اند (شکل ۱۰). هر زیرواحد نیز از رنا و پروتئین تشکیل شده است. به یاد می‌آورید که رنای رناتنی به‌وسیله کدام رنابسپارازها ساخته می‌شود؟ در یاخته، پروتئین‌های رناتنی ساخته شده و رنای مربوط به آنها در کنار هم قرار گرفته و زیرواحد کوچک و بزرگ رناتن را می‌سازد. رناتن در ساختار کامل، سه جایگاه به نام P،A و E دارد که با آنها در ادامه آشنا خواهیم شد.

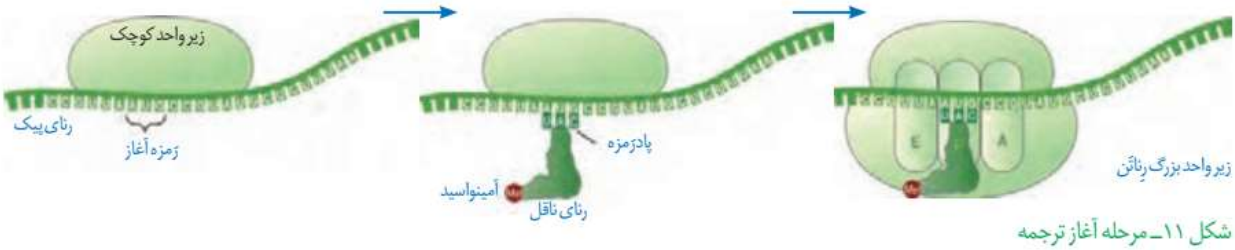
۱ـ Anticodon

مراحل ترجمه

ترجمه نیز فرایندی پیوسته است که برای سادگی در یادگیری آن را به سه مرحله **آغاز، طویل شدن** و **پایان** تقسیم می کنند.

مرحله آغاز: در این مرحله بخش هایی از رنای پیک، زیر واحد کوچک رِناتَن را به سوی رَمزه آغاز (*یعنی کدون* AUG) ، هدایت می کند. سپس در این محل رنای ناقلی که مکمل رَمزه آغاز است به آن متصل می شود. با افزوده شدن زیر واحد بزرگ رِناتَن به این مجموعه ،ساختار رِناتَن کامل می شود.

در این مرحله جایگاه P در رِناتَن، محل قرارگیری رنای ناقل دارای آمینواسید است. این جایگاه در ابتدا توسط رنای ناقل متیونین اشغال می شود. جایگاه A محل قرارگیری رنای ناقل بعدی و آمینواسید متصل به آن خواهد بود. پیوند پپتیدی در جایگاه A برقرار می شود. جایگاه E محل خروج رنای ناقل بدون آمینواسید است. **در مرحله آغاز فقط جایگاه P پر می شود و جایگاه A و E خالی می ماند** (شکل۱۱)

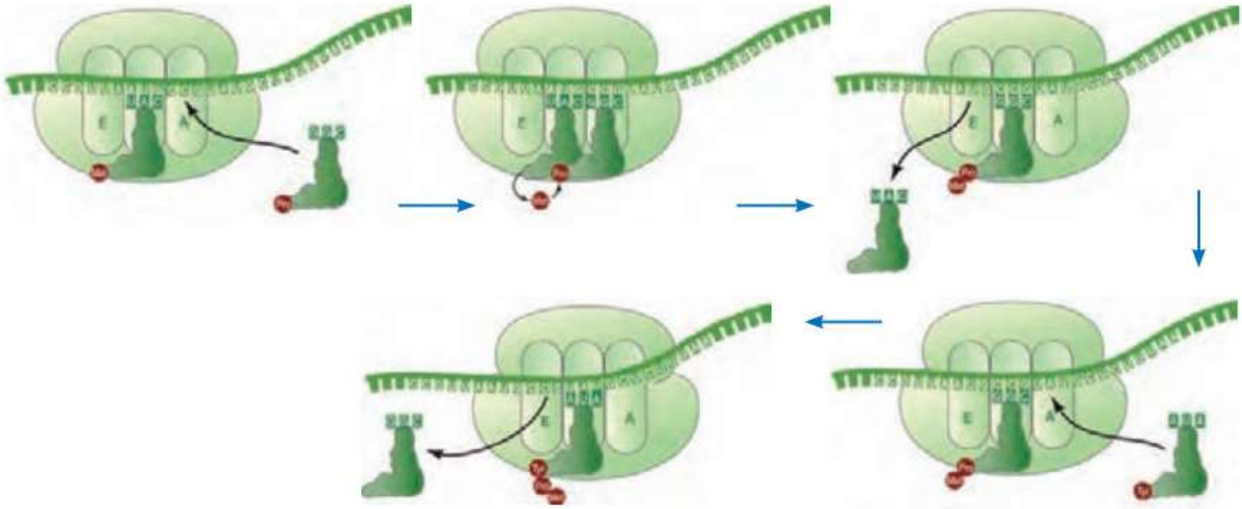


شکل ۱۱ــ مرحله آغاز ترجمه

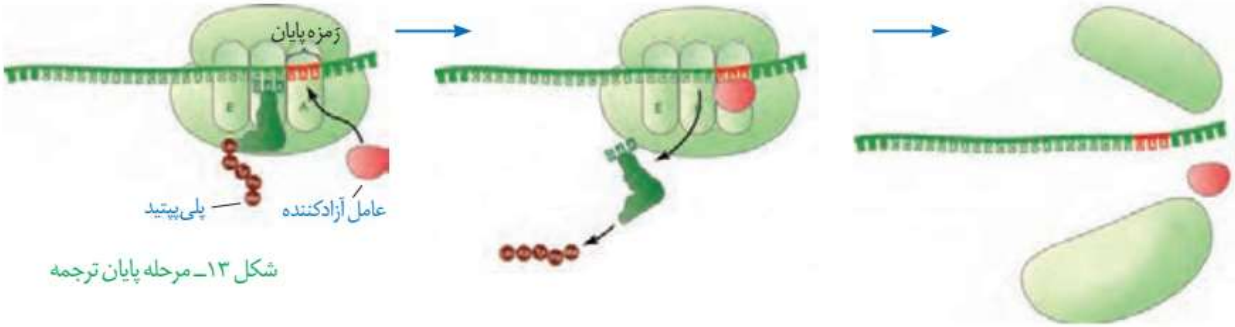
مرحله طویل شدن: در این مرحله **ممکن** است رناهای ناقل مختلفی وارد جایگاه A رِناتَن شوند ولی فقط رنایی که مکمل رَمزهٔ جایگاه A است ،استقرار پیدا می کند؛ در غیر این صورت جایگاه را ترک می کند .سپس آمینواسیدِ جایگاهP از رنای ناقل خود جدا می شود و با آمینواسید جایگاه A پیوند بر قرار می کند. آیا می دانید پیوند حاصل چه نام دارد؟ (*پیوند پپتیدی*) پس از آن رِناتَن به اندازهٔ یک رَمزه به سوی رَمزه پایان پیش می رود .

در این موقع رنای ناقل که حامل رشته پپتیدی در حال ساخت است در جایگاه P قرار می گیرد (علت نام گذاری جایگاهP) و جایگاه A خالی می شود تا پذیرای رنای ناقل بعدی باشد. رنای ناقل بدون آمینواسید نیز در جایگاه E قرار می گیرد و سپس از این جایگاه خارج می شود. این فرایند بارها تکرار می شود و طول زنجیرهٔ آمینواسیدی بیشتر می شود تا رِناتَن به یکی از رَمزه های پایان برسد (شکل۱۲).

شکل ۱۲ـ مرحله طویل شدن ترجمه



مرحله پایان: با **ورود** یکی از رَمزه های پایان ترجمه در جایگاه A، چون رنای ناقل مکمل آن وجود ندارد، این جایگاه توسط پروتئین هایی به نام عوامل آزادکننده[1] اشغال می شود. عوامل آزادکننده باعث جدا شدن پلی پپتید از آخرین رنای ناقل می شوند؛ همچنین باعث جدا شدن زیرواحدهای رِناتَن از هم و آزاد شدن رنای پیک می شوند. زیرواحدهای رِناتَن ها می توانند مجدداً این مراحل را تکرار کنند تا چندین نسخه از یک پلی پپتید ساخته شود (شکل۱۳).



شکل ۱۳ـ مرحله پایان ترجمه

چند نکته:

۱) تنها tRNA یی که با اسید آمینه خود ابتدا وارد جایگاه P می شود، tRNA حامل متیونین و در مرحله آغاز ترجمه است .

۲) در حین ترجمه، پیوند های هیدروژنی بین ترجمه هم در A و هم در جایگاه P جایگاه بین کدون ها و آنتی کدون ها تشکیل می شود.

۳) تنها کدونی که که فقط وارد جایگاه A می شود و وارد P و E نمی شود : کدون پایان

۴) تنها کدونی که بدون وارد شدن به جایگاه A در جایگاه P و سپس E قرار میگیرد: کدون آغاز

۵) تنها کدون قابل ترجمه‌ای که وارد A و P میشود ولی وارد جایگاه E نمی شود: کدون ما قبل پایان

نکته: امکان خروج مستقیم رنای ناقل فاقد آمینواسید از رناتن، از جایگاه P و E امکانپذیر است؛ ولی امکان خروج رنای ناقل فاقد آمینواسید به صورت مستقیم از جایگاه A رناتن غیرممکن است.

نکته: در جایگاه E فقط رنای ناقل فاقد آمینواسید و در جایگاه A فقط رنای ناقل متصل به آمینواسید (یا پپتید) و در جایگاه P هم رنای ناقل متصل به آمینواسید (یا پپتید) و هم رنای ناقل فاقد آمینواسید قابل مشاهده هستند.

نکته: ساختار اولیه رنای ناقل و پروتئین، خطی و فاقد انشعاب است.

نکته: در شکل سه بعدی رنای ناقل، توالی پادرمزه، بیشترین فاصله را با محل اتصال آمینواسید دارد.

نکته: در ساختار رنای ناقل، حلقه ها فاقد پیوند هیدروژنی هستند.

نکته: قدیمی ترین و دورترین آمینواسید موجود در زنجیرهٔ پلی پپتیدی از رنای ناقل، همواره آمینواسید متیونین است.

نکته: همواره جدیدترین و آخرین آمینواسید، همان آمینواسیدی است که به رنای ناقل متصل می باشد.

اینجا واسه اینکه ببینیم چقدر یاد گرفتیم این تست ها رو حل میکنیم:

۱- با توجه به این مطلب که فرایند ترجمه، از سه مرحله تشکیل شده است، کدام گزینه عبارت زیر را به طور صحیح تکمیل می نماید؟

« حین ترجمه رنای پیک نوعی پروتئین، در ..... مراحلی که حرکت رناتن در طول رنای پیک ممکن نیست، ..... »

۱)بعضی از — در جایگاه A رناتن با آزادشدن مولکول آب، پیوند پپتیدی تشکیل می شود.

۲)همه — ورود رنای حاوی پیوندهای هیدروژنی در ساختار خود به جایگاه A رناتن، غیرمحتمل است.

۳)بعضی از — شکسته شدن پیوندهای اشتراکی میان واحدهای سازنده پروتئین ها در رناتن، دور از انتظار است.

۴)همه - پیوندهای سست و کم انرژی تشکیل شده بین دو ریبونوکلئیک اسید در جایگاه P رناتن شکسته می شود.

۲- در آخرین مرحله از فرایند ترجمه رنای پیک زنجیرهٔ بتای پروتئین تنظیم کنندهٔ pH خون، پس از ورود عوامل آزادکننده به رناتن، ابتدا .....

۱) زیرواحد بزرگتر رناتن از زیرواحد کوچکتر آن فاصله می گیرد.

۲) رناتن به اندازهٔ سه نوکلئوتید بر روی مولکول mRNA حرکت می کند.

۳) پیوند هیدروژنی بین ریبونوکلئوتیدها در جایگاه میانی رناتن شکسته می شود.

۴) نوعی آنزیم، پیوند بین آخرین آمینواسید و دورترین نوکلئوتید از توالی پادرمزه را تجزیه می نماید.

۳- مولکول tRNA یی که ..... دارد، .....

۱) در ساخته شدن مهمترین فرآورده های ژنها نقش - از طریق رمزه های خود با پادرمزه ها ارتباط برقرار می کند.

۲) در یک انتهای خود، توالی نوکلئوتیدی یکسانی - در ساختار نهایی آن، نوکلئوتیدهای مکمل می توانند پیوند هیدروژنی ایجاد کنند.

۳) الگوی ساختن چند پلی پتید را به همراه - در پی فعال شدن عوامل رونویسی متصل به راه انداز ساخته شده است.

۴) در ساختار خود پیوندهای اشتراکی و واحدهای تکرارشونده سه بخشی - از رونویسی یک ژن ساخته شده است.

پاسخ تست ۱- گزینه ۲	**پاسخ تست ۲- گزینه ٤**	**پاسخ تست ۳- گزینه٤**

هر جایگاهی از رناتن که ...

۱) **اولین** رنای ناقل واردشده به رناتن می تواند در آن دیده شود: جایگاه E + P
۲) **خروج** رنای ناقل از آن صورت می گیرد : جایگاه E + P + A
۳) **ورود** رنای ناقل به آن دیده می شود : جایگاه P + A
۴) **پیوند پپتیدی** در آن تشکیل می شود : جایگاه A
۵) در آن پیوند اشتراکی **شکسته** می شود: جایگاه P
۶) در آن پیوند هیدروژنی **تشکیل** می شود: جایگاه P + A
۷) **رمزهٔ پایان** به آن **وارد** می شود: جایگاه A
۸) رنای ناقل **فاقد** آمینواسید در آن مشاهده می شود : جایگاه E + P
۹) توالی آنتی کدونی مربوط به آمینواسید متیونین (UAC) به آن وارد می شود: جایگاه E + P + A
۱۰) در آن مولکول **آب** تولید می شود: جایگاه A
۱۱) **رشته پلی پپتیدی** در آن مشاهده می شود: جایگاه P + A
۱۲) در **انتهای** مرحلهٔ آغاز **دارای** رنای ناقل حاوی آمینواسید است: جایگاه P
۱۳) در مرحلهٔ طویل شدن **دارای** رنای ناقل متصل به آمنواسید است: جایگاه A و P
۱۴) در مرحلهٔ پایان **دارای** رنای ناقل متصل به آمینواسید است: جایگاه P

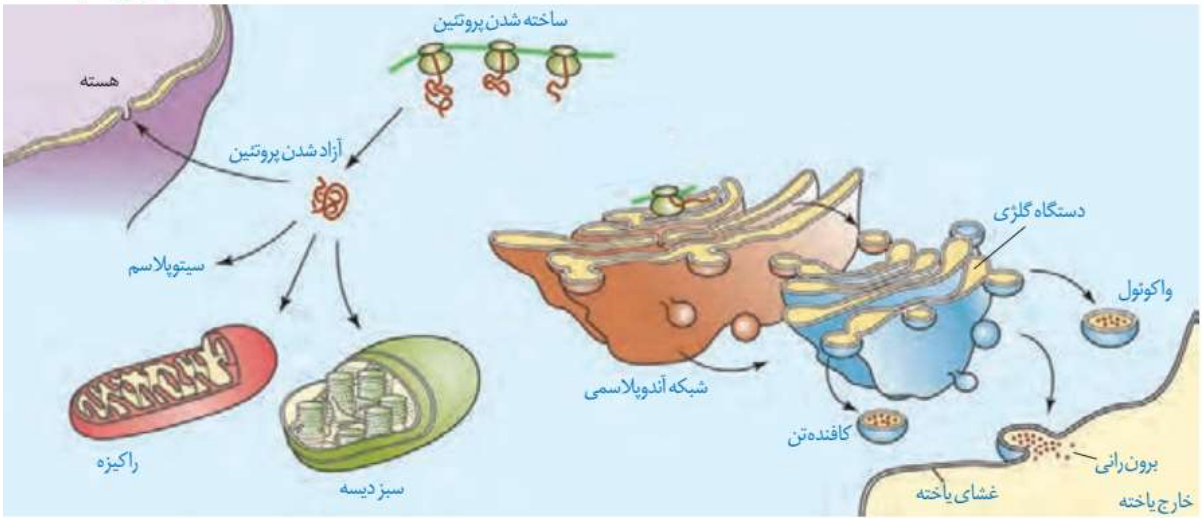
محل پروتئین سازی و سرنوشت آنها

پروتئین ها در بخش های **مختلفی** از یاخته ساخته می شوند. **به طور کلی** پروتئین سازی در هر بخشی از یاخته که رِناتَن ها حضور داشته باشند می تواند **انجام شود**.

همان طور که در شکل ۱۴ می بینید، پروتئین های ساخته شده در سیتوپلاسم **سرنوشت های مختلفی** پیدا می کنند. **بعضی** از این پروتئین ها به **شبکهٔ آندوپلاسمی** و **دستگاه گلژی** می روند و **ممکن** است برای ترشح به **خارج رفته** یا به بخش هایی مثل **واکوئول** (کُریچه) و کافنده تن بروند. **بعضی** پروتئین ها نیز در **سیتوپلاسم** می مانند و یا اینکه به **راکیزه ها** ، **هسته** و یا **دیسه ها** می روند. در هر یک از این موارد **براساس مقصدی** که پروتئین باید برود، **توالی های آمینواسیدی** در آن وجود دارد که پروتئین را به مقصد **هدایت** می کند(شکل۱۴)

طرح سؤال از توالی‌های رمزه، پادرمزه و آمینواسیدهای مربوط به آنها در همهٔ آزمون‌ها از جمله کنکور سراسری ممنوع است.

شکل ۱۴ـ سرنوشت پروتئین های ساخته شده در سیتوپلاسم



نکاتی در مورد محل پروتئین سازی و سرنوشت پروتئین ها:

۱)بر اساس کتاب در هر مکان از سلول که رناتن ها حضور دارند، پروتئین سازی می تواند انجام شود.

۲)در سلولهای پروکاریوتی رناتن ها در یک مکان و در سلولهای یوکاریوتی در پنج مکان میتوانند حضور داشته باشند.

۳) در پروکاریوتها: ترجمه فقط در سیتوپلاسم انجام می شود .

۴) در یوکاریوتها: ترجمه در پنج مکان و به وسیله دو نوع رناتن انجام می شود .

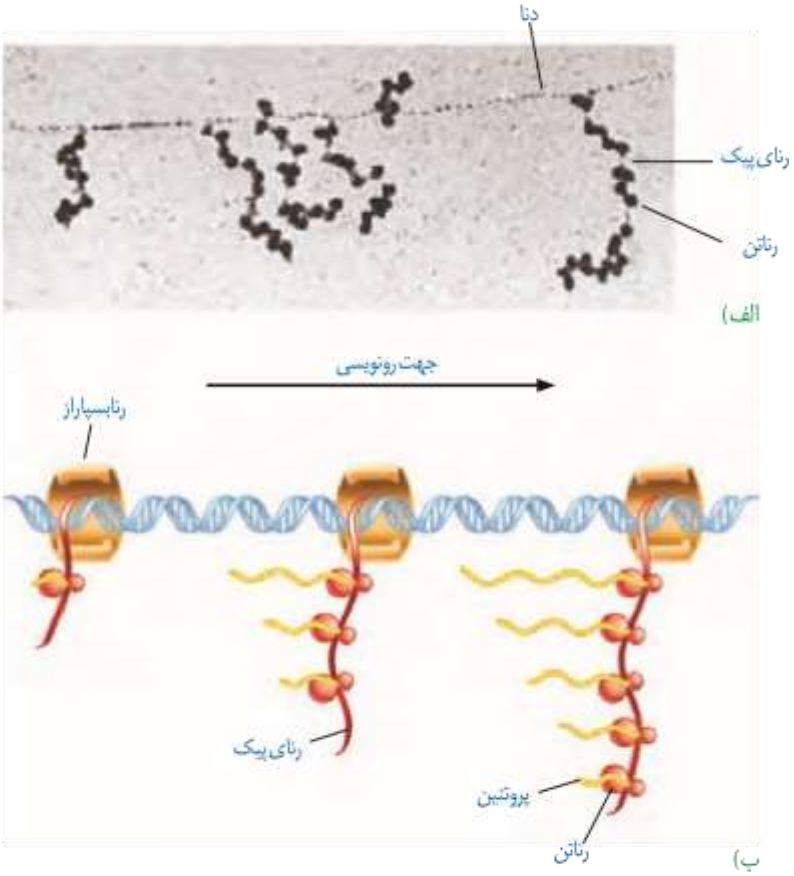
الف) در سه مکان یعنی در پوشش هسته، شبکه آندوپلاسمی زبر، ماده زمینه سیتوپلاسم و به وسیله رناتن ها انجام می شود.

ب)در دو مکا ن یعنی در بستره میتوکندری و بستره کلروپلاست به وسیله رناتن ها ی این اندامک ها انجام می شود.

سرعت و مقدار پروتئین‌سازی

به‌طور کلی سرعت و مقدار پروتئین‌سازی در یاخته‌ها بسته به نیاز تنظیم می‌شود. در پروکاریوت‌ها پروتئین‌سازی حتی ممکن است پیش از پایان رونویسی رنای پیک آغاز شود؛ زیرا طول عمر رنای پیک در این یاخته‌ها کم است. برای پروتئین‌هایی که به مقدار بیشتری مورد نیازند، ساخت پروتئین‌ها، به‌طور هم‌زمان و پشت سر هم توسط مجموعه‌ای از رناتن‌ها انجام می‌شود تا تعداد پروتئین بیشتری در واحد زمان ساخته‌شود (شکل ۱۵). در این مجموعه، رناتن‌ها مانند دانه‌های تسبیح و رنای پیک شبیه نخی است که از درون این دانه‌ها می‌گذرد. همکاری جمعی رناتن‌ها به پروتئین‌سازی سرعت بیشتری می‌دهد.

تجمع رناتن‌ها در یاخته‌های یوکاریوتی نیز دیده می‌شوند. البته در این یاخته‌ها سازوکارهایی برای حفاظت رنای پیک در برابر تخریب وجود دارد. بنابراین، فرصت بیشتری برای پروتئین‌سازی هست. در مجموع، این عوامل موجب طولانی‌تر شدن عمر رنای پیک پیش از تجزیه می‌شود.



شکل ۱۵ـ الف) تصویر میکروسکوپی مجموعهٔ رناتن‌ها
ب) طرحی ساده از رناتن‌هایی که چند رنای در حال رونویسی را ترجمه می‌کنند.

فعالیت ۱

الف) چه رابطه‌ای بین طول عمر رنای پیک یاخته‌ها با میزان پروتئین‌سازی آنها برقرار است؟
ب) رونویسی و ترجمه در پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها را با هم مقایسه کنید.

نکاتی در مورد سرعت و مقدار پروتئین سازی

۱) در ساختار فوق همزمانی عمل رونویسی و ترجمه در حال انجام است.

۲) روی مولکولهای mRNA نیز به تعداد دانه های تسبیح یا همان رناتن های پروکاریوتی، پلی پپتیدهای یکسان در حال ساخته شدن هستند.

۳) جهت رونویسی و ترجمه در ساختار فوق ، قطعاً یکسان و از رشته های کوچک به بزرگ است.

۴) یک ساختمان دانه تسبیحی مربوط به mRNA قطعاً پروکاریوتی است که می تواند درون اندامک های یوکاریوتی یعنی میتوکندری و کلروپلاست هم مشاهد شود.

گفتار ۳ تنظیم بیان ژن

در سال گذشته آموختید که همه یاخته های پیکری بدن از تقسیم رِشتمان (میتوز) یاخته **تخم** منشأ می گیرند. یاخته ها ی حاصل ،از نظر فام تنی و ژن ها یکسان اند. با این حال در ادامه تقسیمات و رشد جنین، یاخته های متفاوتی ایجاد می شوند که اعمال مختلفی انجام می دهند؛ مثلاً یاخته های عصبی و ماهیچه ای بدن یک فرد، ژن های یکسانی دارند ولی دارای عملکرد و شکل متفاوتی هستند .حال **این سؤال مطرح می شود که چگونه ممکن است یاخته هایی با ژن های یکسان تا این حد متفاوت باشند؟ پاسخ این است که در هر یاخته تنها تعدادی از ژن ها فعال و سایر ژن ها غیر فعال هستند.** هرگاه اطلاعات ژنی در یک یاخته مورد استفاده قرار بگیرد، می گوییم آن ژن بیان شده و به اصطلاح روشن است و ژنی که مورد استفاده قرار نمی گیرد خاموش و به اصطلاح بیان نشده است. مقدار، بازه و زمان استفاده از ژن در یاخته های مختلف یک جاندار **ممکن** است فرق داشته باشد و حتی در یک یاخته هم بسته به نیاز متفاوت باشد. به فرایندهایی که تعیین می کنند در چه هنگام، به چه مقدار و کدام ژن ها بیان شوند و یا بیان نشوند، فرایندهای **تنظیم بیان ژن**[1] می گویند. تنظیم بیان ژن فرایندی بسیار دقیق و پیچیده است و عوامل متعددی ممکن است بر آن اثر بگذارند. تنظیم بیان ژن موجب می شود تا **(۱)** جاندار به تغییرات پاسخ دهد؛ مثلاً در گیاه، نور می تواند باعث فعال شدن ژن سازندهٔ آنزیمی شود که در فتوسنتز مورد استفاده قرار می گیرد. در نبود نور این ژن بیان نمی شود. همچنین تنظیم بیان ژن **(۲)** می تواند موجب ایجاد یاخته های مختلفی از یک یاخته شود. یاخته های متفاوتی که از یاخته های بنیادی مغز استخوان ایجاد می شوند ،مثالی مناسب در این مورد هستند. در مورد این یاخته ها در کتاب دهم مطالبی را فرا گرفتید. آیا می توانید برخی یاخته های حاصل از یاخته های بنیادی مغز استخوان را نام ببرید؟

بیشتر بدانید

در باکتری ها ژن هایی که محصولات آنها چند فرایند مرتبط به هم را اداره می کند در واحدهایی به نام اُپران[1] قرار گرفته اند و بیان یا عدم بیان آنها به طور هماهنگ انجام می شود. برای مثال برای جذب و تجزیه لاکتوز در باکتری اشرشیا کلای، ۳ آنزیم مورد نیاز است که ژن های سازندهٔ آنها در کنار هم قرار دارند و توسط یک بخش تنظیمی اداره می شوند. به مجموعهٔ این ژن ها و بخش تنظیمی آن اُپران گفته می شود. مثال دیگر، ژن های مسئول ساخت آمینواسید تریپتوفان است. ۵ ژن در ساخت این آمینواسید دخالت دارند که در یک اُپران قرار دارند.

۱ـ Operons

نکاتی در مورد بیان ژن

۱)همه سلولهای پیکری یک فرد از تقسیم میتوز یک سلول اولیه به نام تخم به وجود آمده اند.

۲) همه سلولهای پیکری و تک هسته ای یک فرد با تمام تفاوتهای ظاهری از لحاظ ژنتیکی یکسان باشند.

۳)سلولهای پیکری یک فرد دارای ژنوتیپ یکسان ولی فنوتیپ متفاوت هستند. این موضوع به خاطر بیان ژنهای متفاوت و تولید پروتئینهای متفاوت است..

۴)تفاوت سلولهای تشکیل دهنده یک فرد در نوع ژنهای آنها نیست بلکه در نوع ژنهای روشن آنها یا بیان ژنهای متفاوت در آنها است.

مثال ها:

الف) ژن رمزگردان انسولین اگرچه در همه سلولهای پیکری (و حتی سلولهای جنسی)! بدن انسان وجود دارد ولی این ژن فقط در عده ای از سلولهای پانکراس روشن است و در بقیه سلولها خاموش است.

ب) ژنهای تولید پروتئین های هیستون در همه سلولهای هسته دار بدن روشن هستند!

ج) ژنهای مسئول ساخت آنزیمهای هلیکاز و دنا بسپاراز در سلولهایی که تقسیم میشوند روشن بوده حال آنکه در سلولهایی که موقتاً یا به طور دائم وارد مرحله Go شده اند خاموش می باشند.

۴)به دلیل این که سلولهای زیر فاقد ژن هستند، بنابراین به کار بردن تنظیم بیان ژن در دو مورد زیر نادرست است:

الف)سلولهای غیر زنده، مانند سلولهای لایه بیرونی پوست در بیشتر جانوران، آوندهای چوبی و همچنین فیبرها و اسکلرئیدها در گیاهان.

ب)سلولهای زنده بدون هسته، مانند گلبولهای قرمز بالغ و همچنین آوندهای آبکشی در گیاهان(گرچه در سلولهای زنده و بدون هسته مانند گلبول قرمز و تا حدودی آوند آبکش میتوان بیان ژن در سطح ترجمه مشاهده نمود!)

۵)بیان ژن در سلولهای مختلف تشکیل دهنده یک فرد متفاوت است. حتی در یک سلول هم در زمانهای مختلف، ژنهای متفاوتی روشن هستند.

۶)به فرایندهایی که تعیین می کنند در چه هنگام، به چه مقدار و کدام ژنها بیان شوند و یا بیان نشوند، فرایندهای تنظیم بیان ژن میگویند.

۷) اصطلاحات» بیان ژن «و» تنظیم بیان ژن «متفاوت هستند:

×بیان ژن صرفاً یعنی روشن شدن ژن

×تنظیم بیان ژن یعنی فرایندهایی که تعیین میکنند کدام ژنها روشن باشند و کدام ژنها خاموش شوند یا خاموش بمانند!

۸)تنظیم بیان ژن میتواند موجب بروز پدیده تمایز یا ایجاد سلولهای مختلفی از یک سلول اولیه شود .به عبارت دیگر ژنهای روشن یک سلول تعیین میکنند که سلول چگونه تمایز پیدا کند.

۹)بیان ژن دو مرحله اصلی دارد: ابتدا رونویسی، سپس ترجمه.

۱۰) میتوان گفت: در همه انواع بیان ژن قطعاً رونویسی انجام میشود(ساخت انواع رناها) ولی ممکن است ترجمه انجام شود یا انجام نشود.(در صورت ساخت رنای پیک، ترجمه انجام می شود. بنابراین در هر نوع بیان ژنی حتماً پیوند هیدروژنی شکسته و پیوند فسفودی استر تشکیل میشود ولی الزاماً پیوند پپتیدی تشکیل نمی شود)

تنظیم بیان ژن در پروکاریوت ها

محصول ژن، **رنا** و **پروتئین** است. بنابراین، تغییر در فعالیت ژن ها، بر ساخت این محصولات نیز اثر می گذارد. تنظیم بیان ژن در پروکاریوت ها می تواند در هر یک از مراحل ساخت رنا و پروتئین تأثیر بگذارد ولی **به طور معمول** تنظیم بیان ژن در مرحله رونویسی انجام می شود. در مواردی هم ممکن است یاخته با تغییر در پایداری (طول عمر) رنا یا پروتئین، فعالیت آن را تنظیم کند.

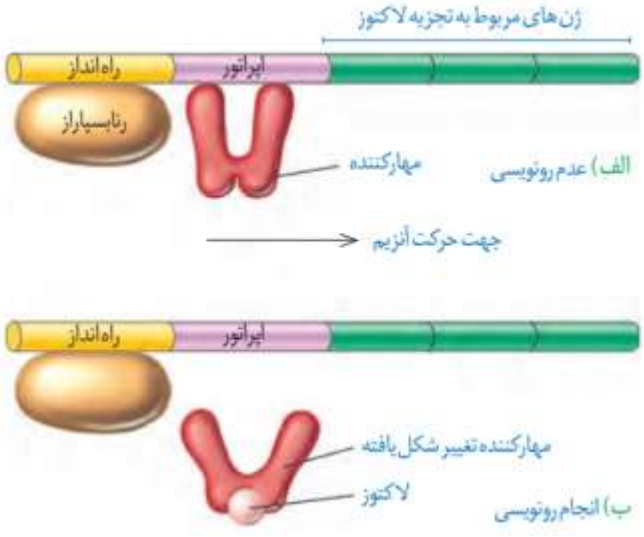
تنظیم رونویسی در پروکاریوت ها

در این نوع تنظیم عواملی به پیوستن رنابسپاراز به **توالی راه انداز** کمک و یا مانعِ حرکت رنا بسپاراز می شوند. در نتیجه، رونویسی ژن تسهیل یا ممانعت می شود؛ **مثلاً** با اتصال پروتئین های خاصی به بخشی از دنا که سر راه رنابسپاراز است، از انجام رونویسی جلوگیری می شود. نمونه این نوع تنظیم، در نوعی باکتری به نام **اشر شیا کلای**[۱] شناخته شده است. قند مصرفی ترجیحی این باکتری گلوکز است .

[۱] –Escherichia coli

مراحل تجزیه قند گلوکز در یاخته را در فصول بعد خواهید آموخت. اگر گلوکز در محیط باکتری وجود نداشته باشد ولی قند دیگری به نام **لاکتوز**[1] در اختیار باکتری قرار بگیرد ،باکتری می تواند از این قند استفاده کند. این قند متفاوت از گلوکز بوده است و آنزیم های لازم برای مصرف آن نیز متفاوت است .**بنابراین** وقتی لاکتوز در محیط وجود دارد باکتری باید آنزیم های تجزیه کننده آن را بسازد و در نبود یا کاهش لاکتوز نیز ساخت آنزیم های تجزیه کننده آن متوقف یا کاهش پیدا کند. حال این پرسش پیش می آید که **باکتری چگونه می تواند حضور لاکتوز را در محیط تشخیص دهد و آنزیم های تجزیه کننده آن را بسازد؟** ژن هایی که این آنزیم ها را می سازند چگونه روشن و یا خاموش می شوند؟ **در پروکاریوت ها بیان ژن به دو صورت منفی و مثبت تنظیم می شود.**

شکل ۱۶ــ الف) عدم رونویسی ژن‌ها در غیاب لاکتوز ب) رونویسی ژن‌ها در حضور لاکتوز



تنظیم منفی رونویسی: در گفتار ۱ آموختید که رونویسی با چسبیدن رنابسپاراز به راه انداز مربوط به ژن شروع می شود. حال اگر مانعی بر سر راه رنابسپاراز وجود داشته باشد ،رونویسی انجام نمی شود .به این نوع تنظیم، **تنظیم منفی رونویسی** گفته می شود. مانع پیش روی رنابسپاراز نوعی پروتئین به نام **مهارکننده**[2] است. این پروتئین به توالی خاصی از دنا به نام **اپراتور**[2] متصل می شود و جلوی حرکت رنابسپاراز را می گیرد(شکل ۱۶ــ الف). **لاکتوز** موجود در محیط به باکتری وارد می شود و **با اتصال به مهارکننده**، شکل آن را تغییر می دهد. تغییر شکل مهارکننده، **آن را از اپراتور جدا** می کند و نیز **مانع از اتصال آن به اپراتور** می شود. با برداشته شدن مانع سر راه ،رنابسپاراز می تواند رونویسی ژن ها را انجام دهد (شکل ۱۶ــ ب.) محصولات این ژن ها تجزیه لاکتوز را ممکن می کند .

[2] – Operator

بیشتر بدانید

تنظیم منفی در پروکاریوت به دو صورت **القایی**[1] و **مهاری**[2] انجام می‌شود. در حالت القایی، حضور یک ماده موجب بیان ژن‌ها می‌شود. تنظیم بیان ژن در حضور لاکتوز مثالی از تنظیم منفی از نوع القایی است. در حالت مهاری، حضور یک ماده موجب خاموش شدن ژن و عدم بیان آنها می‌شود. مثال این نوع تنظیم در مورد آمینواسید **تریپتوفان** دیده می‌شود. در باکتری اشرشیاکلای با حضور تریپتوفان، ژن‌هایی که در ساخت آن دخالت دارند خاموش می‌شوند. وقتی تریپتوفان در محیط نیست، این ژن‌ها روشن می‌شوند تا آنزیم‌های سازندهٔ تریپتوفان ساخته شوند.

۱_ Inducer
۲_ Repressor

نکات تنظیم منفی رونویسی:

۱)قند مصرفی ترجیحی این باکتری مونوساکاریدی به نام گلوکز است. به عبارت دیگر، این باکتری در صورت وجود گلوکز در محیط از هیچ قند دیگری استفاده نمی کند.

۲) قند لاکتوز یک دی ساکارید است، بنابراین آنزیمهای لازم برای مصرف آن متفاوت از مونوساکارید گلوکز هستند.

۳) در غیاب گلوکز و وجود لاکتوز در محیط، اتفاقات زیر می افتند:

+باکتری باید ابتدا از روی ژنهای رمزگردان مربوط به آنزیمهای تجزیه کننده لاکتوز رونویسی میکند.

+سپس از روی mRNAآنها ترجمه نموده تا آنزیمهای تجزیه کننده لاکتوز را بسازد.

+بدیهی است در نبود یا کاهش لاکتوز نیز رونویسی و ساخت این آنزیمها می بایست متوقف شود یا کاهش پیدا کند.

۴) ورود قند لاکتوز و اتصال آن به پروتئین مهار کننده که خود به اُپراتور چسبیده است، باعث تغییر ساختار فضایی یا سه بعدی این پروتئین میشود .این تغییر شکل فضایی یا سه بعدی باعث میشود تا این پروتئین تمایل خود به اُپراتور را از دست دهد.

+تغییر ساختار سه بعدی یا فضایی پروتئین مهار کننده، هم آن را از اُپراتور جدا میکند و هم مانع از اتصال مجدد آن به اُپراتور میشود.

+با توجه به متن کتاب برای ژنهای تجزیه کننده لاکتوز فقط یک پروتئین مهار کننده یا تنظیم کننده وجود دارد.

۵)با برداشته شدن پروتئین مهار کننده، آنزیم رنابسپاراز میتواند رونویسی ژنها را انجام دهد .در این حالت یک مولکول mRNAساخته میشود که رونوشت سه ژن را خواهد داشت، که به آن mRNAچند ژنی میگویند.

ـ mRNAچند ژنی مخصوص پروکاریوتهاست. هر چند در میتوکندریها و کلروپلاستهای سلولهای یوکاریوتی هم میتواند وجود داشته باشد.

۶)محصولات سه ژن واقع بر روی mRNAسه ژنی، سه نوع پروتئین با خاصیت آنزیمی هستند که جذب و تجزیه لاکتوز را ممکن میسازند.

۷)بر روی مولکول DNAبرای این سه ژن یک راه انداز، یک اُپراتور، یک نقطه آغاز رونویسی و یک توالی پایان رونویسی وجود دارد.

×با توجه به موارد بالا میتوان گفت که همواره به ازای یک ژن، یک راه انداز، یک نقطه آغاز رونویسی و یک توالی پایان رونویسی وجود ندارد!

۸)درزنهای مربوط به تجزیه لاکتوز، هم در زمان خاموش بودن و هم در زمان روشن بودن ، آنزیم رنابسپاراز میتواند به راه انداز متصل شود.

۹) توالی های راه انداز و اپراتور (توالی های تنظیمی) از جنس دُکسی ریبونوکلئوتید هستند.

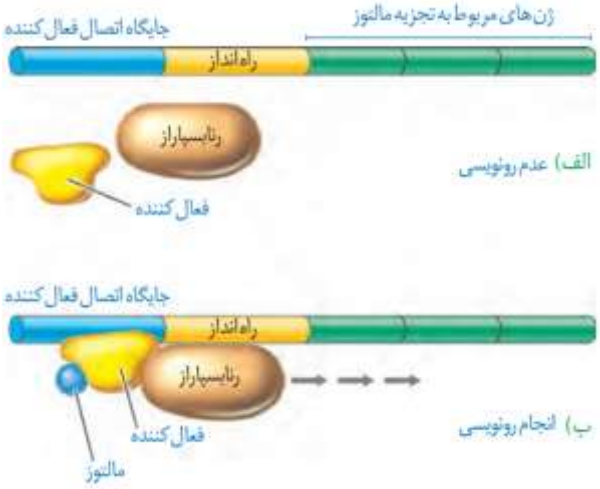
+مولکول مهار کننده (پروتئین تنظیمی) از جنس آمینواسید هستند.

+مولکول لاکتوز (عامل تنظیمی) از جنس کربوهیدرات است.

تنظیم مثبت رونویسی: در این نوع تنظیم، **پروتئین های خاصی** به رنابسپاراز **کمک** می کنند تا بتواند **به راه انداز متصل** شود و **رونویسی را شروع** کند. **مثال** این نوع تنظیم نیز در باکتری اشرشیاکلای وجود دارد. مشخص شده که اگر در محیط باکتری، قند **مالتوز**[3] وجود داشته باشد، درون باکتری آنزیم هایی ساخته می شوند که در تجزیه آن دخالت دارند. در عدم حضور مالتوز این آنزیم ها ساخته نمی شوند چون باکتری نیازی به آنها ندارد.

[3] – Maltors

تنظیم رونویسی در مورد این ژن ها به صورت **مثبت** انجام می شود. **در حضور قند مالتوز**، انواعی از پروتئین به نام **فعال کننده**[۴] وجود دارند که به **توالی های خاصی از دنا متصل** می شوند. به این توالی ها **جایگاه اتصال فعال کننده**[۵] گفته می شود. (شکل -۱۷ الف) **در حضور مالتوز** در محیط، **پروتئین فعال** کننده به **جایگاه خود متصل** می شود و پس از **اتصال به رنابسپاراز** کمک می کند تا به راه انداز متصل شود و رونویسی را **شروع** کند .چه عاملی سبب می شود که فعال کننده به جایگاه خود بچسبد؟ این **عامل مالتوز** است. **اتصال مالتوز به فعال کننده باعث پیوستن آن به جایگاه اتصال شده و رونویسی شروع می شود** (شکل ۱۷ــ ب.)



نکات تنظیم مثبت رونویسی

۱) قند مالتوز یک دی ساکارید است، بنابراین آنزیمهای لازم برای مصرف آن متفاوت از مونوساکارید گلوکز هستند.

۲)در غیاب گلوکز و وجود مالتوز در محیط، اتفاقات زیر میافتند:

+باکتری باید ابتدا از روی ژنهای رمزگردان مربوط به آنزیمهای تجزیه کننده مالتوز رونویسی میکند.

+سپس از روی mRNAآنها ترجمه نموده تا آنزیمهای تجزیه کننده مالتوز را بسازد.

+بدیهی است در نبود یا کاهش مالتوز نیز رونویسی و ساخت این آنزیمها میبایست متوقف شود یا کاهش پیدا کند.

۳) ورود این قند و اتصال آن به پروتئین فعال کننده که به طور آزاد در سیتوپلاسم است، باعث تغییر ساختار فضایی یا سه بعدی این پروتئین میشود.

+این تغییر شکل فضایی یا سه بعدی باعث میشود تا این پروتئین به جایگاه اتصال فعال کننده تمایل پیدا کند.

+با توجه به متن کتاب برای ژنهای تجزیه کننده مالتوز چندین پروتئین فعال کننده یا تنظیم کننده وجود دارد.

+با اتصال پروتئین فعال کننده ، آنزیم رنابسپاراز میتواند به آن چسبیده و پس از قرارگیری روی DNAرونویسی ژنها را انجام دهد.

×در این حالت یک مولکول mRNAساخته میشود که رونوشت سه ژن را خواهد داشت، که به آن mRNAچند ژنی میگویند.

۴)محصولات سه ژن واقع بر روی mRNAسه ژنی، سه نوع پروتئین با خاصیت آنزیمی هستند که تجزیه مالتوز را ممکن میسازند.

۵)بر روی مولکول DNAبرای این سه ژن یک راه انداز، یک اُپراتور، یک نقطه آغاز رونویسی و یک توالی پایان رونویسی وجود دارد!

+میتوان گفت، همواره به ازای یک mRNAیک رشته پلی پپتید ساخته نمیشود، گاهی ممکن است بیش از یک رشته پلی پپتید ساخته شود!

۶)در ژنهای تجزیه کننده مالتوز، فقط در زمان روشن بودن ، آنزیم رنابسپاراز میتواند به واسطه اتصال به پروتئین فعال کننده به راه انداز متصل شود.

۷) میتوان گفت، وجود اپراتور در یک ژن الزامی نیست .در مبحث قبلی دیدیم که ژنهای تجزیه کننده لاکتوز اپراتور داشت.

۸) توالی های راه انداز و محل اتصال فعال کننده (توالیهای تنظیمی) از جنس دآکسی ریبونوکلئوتید هستند.

۹) مولکول فعال کننده (پروتئین تنظیمی) از جنس آمینواسید هستند.

۱۰) مولکول مالتوز (عامل تنظیمی) از جنس کربوهیدرات است

---

[۴] – Activator

[۵] – Activator Binding Site

نکاتی در مورد جایگاه اتصال عوامل پروتئینی مؤثر در تنظیم بیان ژن:

۱)جایگاه اتصال فعال کننده :بر اساس کتاب، در پروکاریوتها قبل از توالی راه انداز، توالی (یا توالی های) دیگری به نام جایگاه اتصال فعال کننده وجود دارد.

+این جایگاه (یا جایگاهها، (محل اتصال پروتئین (یا پروتئینهایی) به نام پروتئین فعال کننده هستند.

۲)جایگاه اُپراتور :بر اساس کتاب، در پروکاریوتها بعد از توالی راه انداز، توالی دیگری به نام اُپراتور وجود دارد. این جایگاه، محل اتصال پروتئینی به نام پروتئین مهار کننده است.

نکته مهم :بدیهی است هیچگاه قبل و یا بعد از یک راه انداز خاص هر دو توالی به طور همزمان وجود ندارند.

۱- با توجه به مطالب کتاب درسی، کدام مورد، برای تکمیل عبارت زیر نامناسب است؟

«در پی تغییر محیط کشت باکتری اشرشیاکلای، از محیطی که تنها قند آن ..... است به محیطی که تنها قند آن ..... است و به منظور تنظیم بیان ژن در این باکتری .....»

۱) لاکتوز – گلوکز – محتوای آنزیمی یاخته، به واسطه فعالیت همان نوع رنابسپاراز عوض میشود.

۲) گلوکز – لاکتوز – مهارکننده از نوعی توالی نوکلئوتیدی جدا میشود.

۳) مالتوز – لاکتوز – فعالکننده از دو نوع پروتئین جدا میشود.

۴) لاکتوز – مالتوز – نوعی پروتئین به رنابسپاراز متصل میشود.

پاسخ تست ۱: گزینه ۳

۲- در ارتباط با انواع تنظیم در باکتری اشرشیاکلای در نبود گلوکز کدام عبارت نادرست است؟

۱) در حضور لاکتوز فاصله میان دو بازوی پروتئین مهارکننده کاهش می یابد.

۲) در تنظیم مثبت پس از اتصال رنابسپاراز به راه انداز در فاصله میان این مولکول و مالتوز فعال کننده مشاهده می شود.

۳) در تنظیم منفی ژن های مربوط به تجزیه لاکتوز ، راه انداز مشترک دارند.

۴) در حضور مالتوز ژن پروتئین مهارکننده رونویسی می شود.

پاسخ تست ۲: گزینهٔ ۱

به دنبال اتصال لاکتوز به مهارکننده فاصله بین دو بازوی آن افزایش می یابد و از اپراتور جدا می شود.

بررسی سایر گزینه ها:

گزینه ۲: با توجه به شکل کتاب درسی پروتئین فعال کننده بین مالتوز و رنابسپاراز قرار گرفته است.

گزینه ۳: هر سه ،ژن یک راه انداز مشترک دارند.

گزینه :۴ بیان ژن پروتئین مهارکننده ارتباطی به حضور و عدم حضور مالتوز ندارد و میتواند همیشه روشن باشد.

تست ۳- در باکتری E.Coli دو نوع تنظیم مشاهده می شود. کدام عبارت درباره این تنظیم ها درست است؟

۱) به دنبال تنظیم منفی رونویسی قند ترجیحی باکتری در اختیارش قرار می گیرد.

۲) در تنظیم مثبت به دنبال حضور مالتوز در باکتری راه اندازهای هر سه ژن هم زمان شناسایی می شوند.

۳) در نبود مالتوز در محیط آنزیم های تجزیه کننده دی ساکاریدها ساخته نمی شوند.

۴) رونویسی از ژن پروتئین مهارکننده در نبود لاکتوز متوقف می گردد.

پاسخ تست ۳:گزینهٔ ۱

هدف از تمام این فرایندها به دست آوردن قند ترجیحی گلوکز برای باکتری است به دنبال تنظیم منفی و تجزیه لاکتوز، قند گلوکز در اختیار باکتری قرار میگیرد.

بررسی سایر گزینه ها:

گزینه ۲ : هر سه ژن یک راه انداز دارند.

گزینه ۳ : ممکن است لاکتوز در محیط وجود داشته باشد و آنزیم های تجزیه کننده آن ساخته شوند.

گزینه ۴ : رونویسی از این ژن همیشگی است و ارتباطی به حضور و عدم حضور لاکتوز ندارد.

تست ۴- در لوله گوارش انسان نوعی دی ساکارید وجود دارد که واحدهای سازنده آن یک نوع مونوساکارید با حلقه شش کربنه می باشند. در نبود گلوکز و وجود این دی ساکارید در محیط کشت E.coli کدام اتفاق روی می دهد؟

۱) پس از ورود آن به باکتری تمایل مهارکننده برای اتصال به آن بیشتر از جایگاه اتصال خود در دنا است.

۲) به دنبال ورود آن به باکتری رونویسی از ژنهای مربوط به سنتز آغاز میگردد.

۳) با ورود به باکتری و به دنبال اتصال آن به رنابسپاراز اولین نوکلئوتید مناسب برای رونویسی شناسایی میشود.

۴) در حضور آن پروتئینهایی به کمک رنابسپاراز برای اتصال به راه انداز می آیند.

پاسخ: گزینهٔ ٤

این دی ساکارید مالتوز است که از یک نوع گلوکز تشکیل شده است. در حضور مالتوز رنابسپاراز به کمک پروتئینهای فعال کننده به راه انداز متصل می شود.

بررسی سایر گزینه ها:

گزینه ۱ : مهارکننده مربوط به تنظیم منفی است و تمایل به اتصال با لاکتوز دارد.

گزینه ۲: ژنهای مربوط به تجزیه مالتوز بیان میشوند، نه سنتز آن.

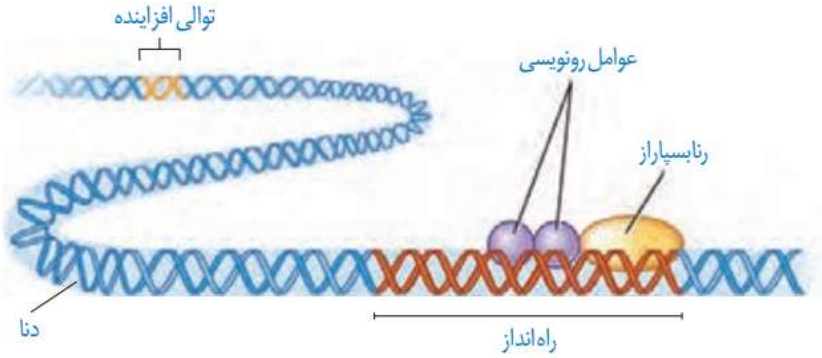
گزینه۳ : مالتوز به فعال کننده متصل میشود نه رنا بسپاراز

تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها

تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها **پیچیده تر** از پروکاریوت هاست و می تواند در **مراحل بیشتری** انجام شود. یاخته های یوکاریوتی به وسیله غشاها به بخش های مختلفی تقسیم شده اند. **بنابراین**، برای آنکه یاخته نسبت به یک ماده واکنش نشان دهد، آن ماده باید به طریقی از غشاها عبور کند و ژن ها را تحت تأثیر قرار دهد. در یاخته های یوکاریوتی، **بیشتر** ژن ها در هسته و **برخی** در راکیزه ها و دیسه ها قرار دارند. در هر یک از این محل ها، یاخته می تواند بر بیان ژن نظارت داشته باشد. **بنابراین تنظیم بیان ژن می تواند در مراحل متعددی انجام شود.**

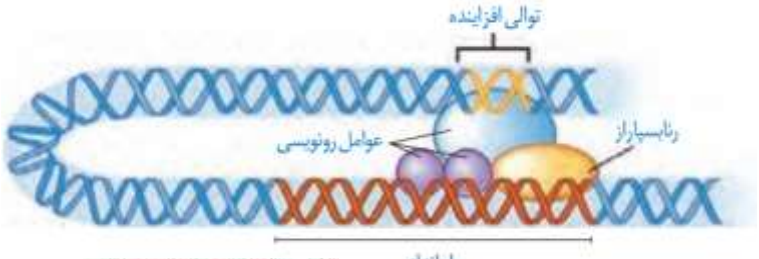
شکل ۱۷ـ تنظیم مثبت رونویسی ژن های مؤثر در تجزیه مالتوز

تنظیم بیان ژن در مرحله رونویسی: در یوکاریوت ها نیز مانند پروکاریوت ها، رونویسی با پیوستن رنابسپاراز به راه انداز آغاز می شود در یوکاریوت ها رنابسپاراز نمی تواند به تنهایی راه انداز را شناسایی کند و برای پیوستن به آن نیازمند پروتئین هایی به نام **عوامل رونویسی**[۶] هستند **گروهی** از این پروتئین ها با اتصال به نواحی خاصی از راه انداز، رنابسپاراز را به محل راه انداز هدایت می کند، چون تمایل پیوستن این پروتئین ها به راه انداز در اثر عواملی تغییر می کنند، مقدار رونویسی ژن آن هم تغییر می کند (شکل ۱۸).



شکل ۱۸ـ تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها

در یوکاریوت ها **ممکن** است عوامل رونویسی دیگری به بخش های خاصی از دنا به نام **توالی افزاینده**[۷] متصل شوند. با پیوستن این پروتئین ها به توالی افزاینده و با ایجاد خمیدگی در دنا، عوامل رونویسی در کنار هم قرار می گیرند. کنار هم قرارگیری این عوامل سرعت رونویسی را **افزایش** می دهند. توالی های افزاینده متفاوت از راه انداز هستند و ممکن است در فاصله دوری از ژن قرار داشته باشند. اتصال این پروتئین ها بر سرعت و مقدار رونویسی ژن مؤثر است (شکل ۱۹).



شکل ۱۹ـ توالی افزاینده و عوامل رونویسی متصل به آن

نکاتی در مورد تنظیم بیان ژن در یوکاریوتها

۱)در ژنوم هسته ای یوکاریوتها، توالی هایی مانند اپراتور، محل اتصال فعال کننده و ... وجود ندارند.

۲) در یوکاریوتها، پروتئین هایی مانند مهار کننده، فعال کننده و نیز عوامل تنظیمی به مفهومی که در پروکاریوتها ذکر شد، وجود ندارند.

۳) در یوکاریوتها :

+پروتئینهای تنظیمی همان عوامل رونویسی هستند.

+توالیهای تنظیمی در این نوع سلولها عبارتند از :راه انداز و افزاینده

---

[۶] – Transcription Factors

[۷] – Enhancer

۴)هم در پروکاریوتها و هم در یوکاریوتها، رونویسی با پیوستن آنزیمهای رنابسپاراز به راه انداز آغاز میشود.

۵)در پروکاریوتها دو نوع تنظیم بیان ژن به صورت مثبت و منفی وجود دارد. در یوکاریوتها تنظیم بیان ژن مشابه نوع مثبت در پروکاریوتهاست.

۶)در یوکاریوتها آنزیمهای رنابسپاراز نمیتوانند به تنهایی راه انداز را شناسایی کند و برای پیوستن به آن نیازمند پروتئینهایی به نام عوامل رونویسی هستند.

۷) عوامل رونویسی متعدد و متفاوت بوده و به بخشهایی از توالی راه انداز و توالی دیگری به نام افزاینده و نیز خود آنزیمهای رنابسپاراز متصل میشوند.

۸)برخی از عوامل رونویسی با اتصال به نواحی خاصی از راه انداز نه همه آن، رنابسپاراز را به محل راه انداز هدایت میکنند تا رونویسی شروع شود.

+آنزیم های رنابسپاراز از یک طرف به عوامل رونویسی متصل شده و از طرف دیگر روی راه انداز قرار میگیرند!

۹)هرچه تمایل این پروتئینها برای اتصال به راه انداز بیشتر باشد، مقدار رونویسی ژن هم بیشتر میشود و برعکس.

۱۰)در یوکاریوتها ممکن است عوامل رونویسی دیگری نیز به بخشهای خاصی از DNAبه نام توالی افزاینده متصل شوند .توالی های افزاینده ممکن است در فاصله بسیار دور از ژن قرار داشته باشند.

۱۱)با پیوستن عوامل رونویسی به توالی افزاینده و با ایجاد خمیدگی در مولکول ،DNAعوامل رونویسی متصل به راه انداز و افزاینده در کنار هم قرار میگیرند.کنار هم قرار گرفتن عوامل رونویسی متصل به راه انداز و افزاینده، سبب انجام رونویسی نمی شود بلکه سرعت رونویسی را افزایش می دهد.

+اتصال عوامل رونویسی به یکدیگر بر سرعت و مقدار رونویسی مؤثر است، در صورت عدم اتصال آنها همچنان رونویسی انجام میشود اما با مقدار کمتر. ۱۲) توالی های راه انداز و افزاینده (توالی های تنظیمی) از جنس دُاکسی ریبونوکلئوتید هستند.

+عوامل رونویسی (پروتئینهای تنظیمی) از جنس آمینواسید هستند.

۱۳) بر اساس شکل کتاب، در مورد تنظیم بیان ژن در یوکاریوتها نکات زیر حائز اهمیت هستند:

+عوامل رونویسی متصل به راه انداز متعددتر و کوچکتر از عوامل رونویسی متصل به افزاینده هستند.

+عوامل رونویسی متصل به راه انداز به همه طول راه انداز متصل نمیشوند بلکه به انتهای آن که به نقطه آغاز رونویسی نزدیکتر است متصل میشوند.

+عامل یا عوامل رونویسی متصل به هر توالی افزاینده تمام طول این توالی را در بر میگیرند.

+بعد از تشکیل خمیدگی و در کنار هم قرار گرفتن عوامل رونویسی، عامل یا عوامل متصل به افزاینده به آنزیم رنابسپاراز هم متصل می شوند.

+آنزیم رنابسپاراز به همه عوامل رونویسی متصل به بخشی از راه انداز نمی چسبد.

۱۴)مراحل روشن شدن یک ژن یوکاریوتی دارای توالی افزاینده، به ترتیب شامل موارد زیر است:

×اتصال گروهی از عوامل رونویسی به راه انداز

×اتصال آنزیم رنابسپاراز به برخی از عوامل رونویسی

×قرار گرفتن آنزیم RNAپلیمراز بر روی راه انداز

×اتصال گروه دیگری از عوامل رونویسی بر روی توالی افزاینده

×ایجاد خمیدگی در مولکول DNA

×کنار هم قرار گرفتن عوامل رونویسی متصل به راه انداز و افزاینده

×شروع رونویسی از ژن توسط آنزیم رنابسپاراز

تست ۵–نوعی ژن در هسته یک یاخته یوکاریوت بیان شده است. چند مورد در رابطه با تنظیم بیان این ژن در مرحله رونویسی به مطلب درستی اشاره نمی کند؟

الف) راه انداز این ژن به طور حتم با بیش از یک نوع پروتئین اتصال برقرار کرده است و همه این پروتئین ها نیز خارج از محل فعالیت خود ساخته شده اند.

ب) به دنبال افزایش فشردگی در فامتن مربوط به این ژن دسترسی آنزیم به ژن کاهش یافته و بیان ژن کم میشود.

ج) ابتدا عوامل رونویسی به ناحیه خاصی از راه انداز متصل میشوند در ادامه رنابسپاراز نیز هدایت شده و به آن ناحیه متصل می گردد.

د) همه انواع عوامل رونویسی به بخش هایی از دنا متصل شده اند که به طور قطع در نزدیکی ژن قرار دارند ولی رونویسی نمی شوند.

۱) یک ۲) دو ۳) سه ۴) چهار

پاسخ: گزینهٔ ۳

موارد ب – ج – د نادرست هستند.

بررسی همه موارد

الف) راه انداز این ژن قطعاً با عوامل رونویسی و رنابسپاراز اتصال دارد این پروتئینها در سیتوپلاسم ساخته میشوند و در هسته فعالیت می کنند.

ب) به دنبال افزایش فشردگی فامتن، دسترسی رنابسپاراز به ژن کم شده و رونویسی کاهش مییابد. ولی توجه بفرمایید که صورت سؤال موارد درست در رابطه با تنظیم بیان ژن در مرحله رونویسی را میخواهد در حالی که تغییر در میزان فشردگی فامتن مربوط به مرحله پیش از رونویسی است.

ج) عوامل رونویسی و رنابسپاراز به نواحی خاصی از راه انداز متصل میشوند و هر دو به راه انداز متصل میگردند ولی نه به یک ناحیه خاص.

د)ممکن است عوامل رونویسی دیگری به بخشهای خاصی از دنا به نام توالی افزاینده متصل شوند. توالی های افزاینده متفاوت از راه انداز بوده و ممکن است در فاصله دوری از ژن قرار داشته باشند.

بیشتر بدانید

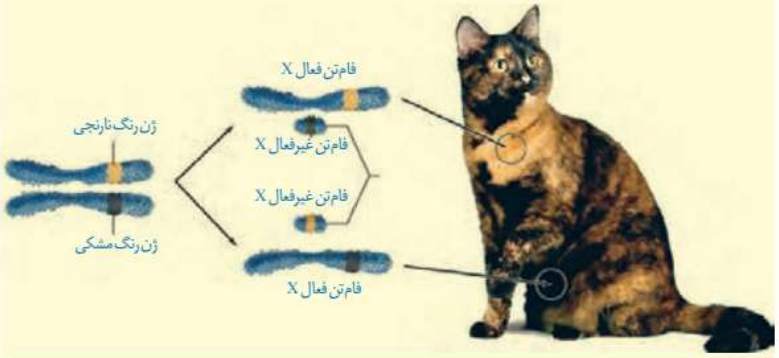
بعضی ژن‌ها در یاخته‌ها به‌طور دائم بیان می‌شوند. ژن‌های سازنده اجزای رِناتن از این جمله‌اند. این ژن‌ها رنای رِناتن و پروتئین‌های آن را می‌سازند. با توجه به نیاز یاخته‌های درحال تقسیم به تعداد زیادی رِناتن، این ژن‌ها به‌طور دائم روشن هستند.

تنظیم بیان ژن در مراحل غیررونویسی: در یوکاریوت ها تنظیم بیان ژن می تواند پیش از رونویسی یا پس از آن هم انجام شود. **اتصال بعضی رناهای کوچک مکمل به رنای پیک** مثالی از تنظیم بیان ژن پس از رونویسی است با اتصال این رناها، از کار رِناتَن جلوگیری می شود در نتیجه، عمل ترجمه متوقف و رنای ساخته شده پس از مدتی تجزیه می شود.

روش تنظیم دیگر در سطح فام تنی است. به طور معمول بخش های فشرده فام تن **کمتر** در دسترس رنابسپارازها قرار می گیرند **بنابراین** یاخته می تواند با تغییر در میزان فشردگی فام تن در بخش های خاصی ،دسترسی رنا بسپاراز را به ژن مورد نظر تنظیم کند. به نظر شما این تنظیم بیان ژن **پیش** از رونویسی است یا پس از آن؟

از روش های دیگر تنظیم بیان ژن طول عمر رنای پیک است. افزایش طول عمر رنای پیک موجب افزایش محصول می شود. این فرایندها در میزان پروتئین سازی مؤثر خواهند بود. شیوه های دیگری نیز در تنظیم بیان ژن مؤثرند که نحوه عمل بسیاری از آنها ناشناخته است.

بیشتر بدانید

بیان ژن به روش های مختلفی ممکن است کاهش یا افزایش یابد. یکی از این روش ها افزایش تعداد ژن هایی است که به محصولات آنها به مقدار زیادی نیاز است. در این موارد ممکن است یاخته چندین کپی از یک ژن داشته باشد. در نتیجه رونویسی از تعداد بیشتری ژن انجام شود. این حالت موجب ساخت محصول بیشتر در زمان کمتر می شود. نمونهٔ این ژن ها، ژن های سازندهٔ رنای رِناتنی است. نوعی از این رنای رِناتنی هزاران ژن در یک یاخته دوزیست دارد.

روش دیگر فعال یا غیرفعال کردن برخی فام‌تن‌ها مانند فام‌تن X در انسان است. چون در یاخته‌های پیکری زن، دو نسخه از فام‌تن X و در مرد یک نسخه وجود دارد، برای بیان متعادل در دو جنس، یکی از فام‌تن‌های X در یاخته‌های زن غیر فعال می‌شود تا ژن‌های آن بیان نشوند. در اثر این فرایند ژن‌های فام‌تن X در زن و مرد، به یک نسبت بیان می‌شود. مثالی از بیان ژن‌های روی فام‌تن X و اثرات آن بر صفات را در تصویر زیر مشاهده می‌کنید. در یاخته‌ها، یکی از فام‌تن‌های X به صورت تصادفی غیرفعال می‌شوند.