فهرست درسنامه‌ها

☑ «آلکاپتونوریا، اولین پل بین یک ژن و یک آنزیم» ۳۹
☑ «مراحل آزمایش بیدل و تیتوم» ۳۹
☑ «انواع جهش‌یافته‌های نیازمند به آرژینین در آزمایش‌های بیدل و تیتوم» ۴۰
☑ «ژن چیست؟» ۴۲
☑ «انواع RNAهای سلول» ۴۳
☑ «ساختار tRNA» ۴۴
☑ «tRNA، به عنوان مترجم» ۴۴
☑ «انواع RNA پلی‌مراز» ۴۵
☑ «مراحل رونویسی» ۴۵
☑ «راه‌انداز و جایگاه آغاز رونویسی» ۴۶
☑ «جایگاه پایان رونویسی» ۴۶
☑ «شباهت‌ها و تفاوت‌های همانندسازی و رونویسی» ۴۶
☑ «آزمایش نیرنبرگ» ۴۷
☑ «مرحله‌ی آغاز ترجمه» ۴۸
☑ «مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه» ۴۹
☑ «مرحله‌ی پایان ترجمه» ۵۰
☑ «ژن‌های گسسته» ۵۰
☑ «DNA و ژنوتیپ، پروتئین و فنوتیپ» ۵۲
☑ «مفهوم بیان ژن» ۵۲
☑ «سطوح تنظیم بیان ژن در پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها» ۵۳
☑ «اپران» ۵۴
☑ «ژن تنظیم‌کننده در پروکاریوت‌ها» ۵۵
☑ «ساختار و عملکرد اپران لک» ۵۵
☑ «عوامل رونویسی» ۵۷
☑ «توالی افزاینده» ۵۹
☑ «جهش و انواع آن» ۵۹
☑ «جهش تغییر چهارچوب» ۶۱
☑ «ژن، هر دو رشته یا فقط رشته‌ی الگو؟» ۷۱
☑ نوکلئوتید ۷۲

تعداد تست‌های مروری آموزشی ۱۱۸
تعداد تست‌های مروری سنجشی ۲۵
تعداد تست‌های ترکیبی مقدم ۱۸۵
تعداد تست‌های ترکیبی مؤخر ۴۱

فصل اول پروتئین‌سازی

تست‌های مروری آموزشی

۱- می‌توان گفت در سلول یوکاریوتی که سنتز پروتئین فعال دارد، مقدار ..... در سیتوپلاسم بیش‌تر از سایرین است.

۱) RNAها ۲) DNAها ۳) فسفولیپیدها ۴) پلی‌ساکاریدها

۲- کدام گزینه در ارتباط با بیماری آلکاپتونوریا، نادرست است؟

۱) در این بیماری نقص ژنی وجود دارد.
۲) در این بیماری نقص آنزیمی وجود دارد.
۳) این بیماری رابطه‌ی ژن و آنزیم را تأیید می‌کند.
۴) در این بیماری، فرآورده‌های حاصل از تجزیه‌ی هموجنتیسیک اسید در ادرار دیده می‌شود.

۳- بیدل و تیتوم برای ....., هاگ پرتو دیده را قبل از انتقال به محیط کشت غنی شده، بر روی محیط کشت حداقل کشت می‌دادند.

۱) شناسایی ژن جهش‌یافته در اثر تابش پرتو X ۲) حصول اطمینان از رخ دادن جهش در هاگ پرتو دیده
۳) شناسایی نوع ماده‌ی مورد نیاز جهت ایجاد محیط کشت غنی شده ۴) تکثیر هاگ جهش‌یافته جهت انتقال به محیط‌های کشت غنی شده‌ی متعدد

۴- در صورتی که نوعی هاگ جهش‌یافته‌ی نوروسپورا کراسا با اضافه کردن سیترولین به محیط کشت حداقل رشد کند، در مسیر سنتز آرژینین در این نوع جهش‌یافته، چند آنزیم قطعاً سالم و چند آنزیم قطعاً وجود ندارد؟

۱) ۱ ـ ۱ ۲) ۱ ـ ۲ ۳) ۲ ـ ۱ ۴) ۲ ـ ۲

۵- نظریه‌ی «یک ژن ـ یک آنزیم» عبارت است از:

۱) ژن‌ها همان آنزیم‌ها هستند. ۲) هر ژن یک آنزیم را رمز می‌کند.
۳) هر آنزیم یک ژن را سنتز می‌کند. ۴) هر آنزیم دستوردهنده‌ی یک ژن است.

۶- ترتیب آمینواسیدها در زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی، توسط کدام‌یک تعیین می‌شود؟

۱) کدون ۲) ریبوزوم ۳) رمز پایان ۴) آنتی‌کدون

۷- می‌توان گفت، هم در محیط کشت حداقل و هم در محیط کشت غنی شده‌ی کپک نوروسپورا، ..... یافت می‌شود.

۱) آرژینین ۲) سیترولین ۳) ارنیتین ۴) بیوتین

۸- کدام‌یک در محیط کشت حداقل نوروسپورا، استفاده نمی‌شود؟

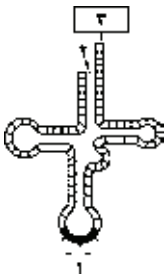
۱) شکر ۲) نمک ۳) بیوتین ۴) آرژینین

۹- در مورد ساخت ترکیبات پروتئینی توسط سلول، کدام نظریه امروزه مورد قبول است؟

۱) یک ژن ـ یک آنزیم ۲) یک ژن ـ یک پروتئین ۳) یک ژن ـ یک آمینواسید ۴) یک ژن ـ یک رشته‌ی پلی‌پپتیدی

۱۰- کدام نوع RNA ، اطلاعات DNA را برای ساختن پروتئین‌ها دریافت می‌کند و در پروتئین‌سازی نقش الگو دارد؟ (آزاد ۸۱)

۱) ناقل ۲) پیک ۳) کوچک ۴) ریبوزومی



۱۱- در شکل مقابل که نمایی از یک مولکول tRNA است، (۱) ، (۲) و (۳) به‌ترتیب عبارتند از:

۱) آنتی‌کدون، پیوند هیدروژنی، آمینواسید ۲) نوکلئوتید انتهایی، بازهای آلی، رمز ۳ تایی
۳) آمینواسید، پیوند هیدروژنی، آنتی‌کدون ۴) نوکلئوتید انتهایی، بازهای آلی، نوکلئوتیدهای میانی

۱۲- کدام‌یک، قادر به خواندن رمز RNA پیک است؟ (آموزش و پرورش تهران ۸۲)

۱) rRNA ۲) tRNA ۳) ریبوزوم ۴) آمینواسید

۱۳- «tRNA» و «mRNA» به ترتیب (از راست به چپ)، توسط کدام انواع RNA پلی‌مراز یوکاریوتی ساخته می‌شوند؟

۱) RNA پلی‌مراز I ـ RNA پلی‌مراز II ۲) RNA پلی‌مراز II ـ RNA پلی‌مراز III
۳) RNA پلی‌مراز III ـ RNA پلی‌مراز I ۴) RNA پلی‌مراز III ـ RNA پلی‌مراز II

۱۴- اگر یک مولکول mRNA از مکمل رشته‌ی DNA با توالی GTA - AAA - TGA رونویسی شود، آنتی‌کدون‌هایی که برای ترجمه مورد استفاده قرار می‌گیرند، به‌ترتیب کدام است؟ (سراسری ۸۸)

۱) AAA و GUA ۲) UUU و CAU ۳) UGA و AAA و GUA ۴) ACU و UUU و CAU

۱۵- نمی‌توان گفت که .....

۱) برای انجام رونویسی نیازی به حضور ریبوزوم نیست.

۲) در رونویسی، RNA پلی‌مراز، دو رشته‌ی DNA را از یک‌دیگر جدا می‌کند.

۳) در مرحله‌ی ادامه‌ی رونویسی، RNAپلی‌مراز بین ریبونوکلئوتیدها پیوند فسفودی‌استر ایجاد می‌کند.

۴) در مرحله‌ی ادامه‌ی رونویسی، بین ریبونوکلئوتیدها و دئوکسی ریبونوکلئوتیدها پیوند فسفودی‌استر برقرار می‌شود.

۱۶- کدام گزینه قسمتی از DNA است که به آنزیم RNA پلی‌مراز امکان می‌دهد که رونویسی را از مکان صحیح شروع کند؟ (آزاد ۸۳)

۱) راه‌انداز ۲) اپراتور ۳) ژن ساختاری ۴) پروتئین مهارکننده

۱۷- جایگاه پایان رونویسی:

۱) توالی موجود در مولکول DNA است. ۲) توالی موجود در مولکول RNA است.

۳) قسمتی از راه‌انداز موجود در DNA است. ۴) توالی موجود در مولکول RNA پلی‌مراز است.

۱۸- در همانندسازی مولکول DNA و در رونویسی، به‌ترتیب کدام رشته‌های DNA به عنوان الگو عمل می‌کنند؟ (آزاد ۸۴)

۱) هر دو رشته ـ هر دو رشته ۲) هر دو رشته ـ یکی از دو رشته

۳) یکی از دو رشته ـ هر دو رشته ۴) یکی از دو رشته ـ یکی از دو رشته

۱۹- برای شروع رونویسی، حضور کدام‌یک ضروری است؟ (سراسری ۷۷)

۱) RNA پیک ۲) RNA ناقل ۳) RNA پلی‌مراز ۴) RNA ریبوزومی

۲۰- در آغاز پروتئین‌سازی، با توجه به نوکلئوتیدهای مفروض در mRNA، ... $\overrightarrow{GACCUAUGUUGCUA}$ ...، اولین کدونی که در جایگاه A بخش کوچک ریبوزوم قرار می‌گیرد، کدام است؟ (سراسری ۷۷)

۱) UUG ۲) CGA ۳) CCU ۴) AUG

۲۱- آزمایش نیرنبرگ، در کدام‌یک مستقیماً نقش داشت؟

۱) شناسایی کدون‌ها ۲) شناسایی آنتی‌کدون‌ها

۳) چگونگی مکانیسم ترجمه ۴) پی بردن به سه نوکلئوتیدی بودن رمزهای DNA

۲۲- در ساختار tRNA، وظیفه‌ی دو حلقه‌ی روبه‌روی هم کدام است؟

۱) جدا کردن tRNA از ریبوزوم ۲) نگه داشتن tRNA روی ریبوزوم

۳) اتصال به mRNAی در حال ترجمه ۴) اتصال آمینواسید اختصاصی به tRNA

۲۳- کپک نوروسپورا، برای تبدیل پیش‌ماده به اُرنیتین، به ترتیب (از راست به چپ) از چند ژن و چند آنزیم استفاده می‌کند؟ (سنجش ۸۱)

۱) ۳ و ۳ ۲) ۳ و ۱ ۳) ۱ و ۳ ۴) ۱ و ۱

۲۴- ترتیب وقایع در مرحله‌ی آغاز ترجمه کدام است؟

۱) اتصال tRNA آغازگر به کدون آغاز ـ اتصال بخش کوچک و سپس بخش بزرگ‌تر ریبوزوم

۲) اتصال بخش کوچک ریبوزوم به کدون آغاز ـ اتصال بخش بزرگ‌تر ریبوزوم ـ اتصال tRNA آغازگر

۳) اتصال بخش کوچک ریبوزوم به کدون آغاز ـ اتصال tRNA آغازگر ـ اتصال بخش بزرگ‌تر ریبوزوم

۴) اتصال بخش بزرگ ریبوزوم به کدون آغاز ـ اتصال tRNA آغازگر ـ اتصال بخش کوچک‌تر ریبوزوم

۲۵- پیوند پپتیدی بین متیونین آغازین و آمینواسید دوم، ..... تشکیل می‌شود.

۱) قبل از خروج tRNA آغازگر از جایگاه P ۲) پس از اولین جابه‌جایی ریبوزوم در طول mRNA

۳) قبل از شکستن پیوند بین متیونین و tRNA آغازگر ۴) قبل از اتصال بخش بزرگ ریبوزوم به بخش کوچک

۲۶- کدام‌یک، وظیفه‌ی نوعی آنزیم، پس از ورود عامل پایان ترجمه به ریبوزوم است؟

۱) هیدرولیز پیوند بین tRNA و زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی در جایگاه A ۲) هیدرولیز پیوند بین tRNA و زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی در جایگاه P

۳) شکستن پیوند مکملی بین آخرین آنتی‌کدون و کدون در جایگاه A ۴) شکستن پیوند مکملی بین آخرین آنتی‌کدون و کدون در جایگاه P

۲۷- در آغاز پروتئین‌سازی، بخش کوچک ریبوزوم به ..... متصل می‌شود و tRNA آغازگر، ناقل ..... است.

۱) tRNA ـ لوسین ۲) mRNA ـ متیونین ۳) RNA ریبوزومی ـ آرژینین ۴) RNA ریبوزومی ـ فنیل‌آلانین

۲۸- چند عبارت، از عبارات زیر نادرست‌اند؟

الف) در یوکاریوت‌ها، گسستگی ژن‌ها دیده می‌شود.

ب) بعضی از مناطق mRNA اولیه ترجمه نمی‌شود.

ج) یکی از تغییرات mRNA اولیه در یوکاریوت‌ها، کوتاه شدن است.

د) mRNA اولیه در یوکاریوت‌ها، جهت بالغ شدن به سیتوپلاسم فرستاده می‌شود.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۲۹- می‌توان گفت که در بیماران مبتلا به آلکاپتونوریا، .....

۱) آنزیم سازنده‌ی هموجنتیسیک اسید وجود ندارد.
۲) ژن سازنده‌ی هموجنتیسیک اسید جهش‌یافته است.
۳) آنزیم تجزیه‌کننده‌ی هموجنتیسیک اسید وجود دارد.
۴) ژن سازنده‌ی آنزیم تجزیه‌کننده‌ی هموجنتیسیک اسید، جهش‌یافته است.

۳۰- در نوعی جاندار، مناطقی در DNA وجود دارد که پس از رونویسی، رونوشت آن‌ها از RNA حذف می‌شوند؛ چند عبارت زیر در مورد این جاندار صحیح نیست؟

الف) می‌تواند دارای ۳ نوع آنزیم RNA پلی‌مراز باشد.

ب) می‌تواند تنظیم بیان ژن در این جاندار، غالباً در هنگام شروع رونویسی باشد.

ج) ممکن است تنظیم بیان ژن در این جاندار، حتی پس از ترجمه نیز صورت بگیرد.

د) حتماً در ژن‌های خود، دارای بخش‌هایی به نام اپراتور است.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۳۱- کدام عبارت نادرست است؟

«در یک جاندار تک‌سلولی، پس از رونویسی، رونوشت برخی از مناطق DNA ، از RNAی رونویسی شده حذف می‌شود؛ در این جاندار تک‌سلولی، .....»

۱) عوامل رونویسی می‌توانند در تنظیم بیان ژن‌هایش نقش داشته باشند.

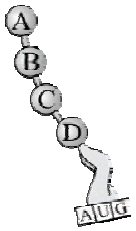
۲) ممکن است، تنظیم بیان ژن‌های آن، قبل از رونویسی و یا پس از فرایند ترجمه صورت بگیرد.

۳) ممکن است، آنزیم‌های RNA پلی‌مراز آن، به تنهایی قادر به شناسایی راه‌انداز ژن‌های مختلف نباشند.

۴) می‌تواند تبدیل RNAی اولیه به RNAی بالغ، همانند فرایند ترجمه، در خارج از فضای درونی هسته انجام شود.

۳۲- برای تشخیص فنوتیپ سلول‌ها، مستقیماً از کدام مولکول‌ها استفاده می‌شود؟

۱) DNA ۲) RNA ۳) کربوهیدرات ۴) پروتئین



۳۳- کدام عبارت یا عبارات با توجه به tRNA ی روبه‌رو که در جایگاه P ریبوزوم حضور دارد، صحیح است؟

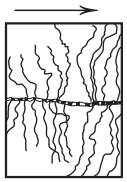
الف) دومین tRNAی ورودی به جایگاه A ریبوزوم، حاوی آمینواسید B بوده است.

ب) آمینواسید متیونین به نوکلئوتید آدنین‌دار متصل است.

ج) سومین کدون ورودی به جایگاه P ریبوزوم، کدون آمینواسید C بوده است.

د) ریبوزوم تاکنون چهار بار جابه‌جایی داشته است.

۱) الف و ج ۲) ب و د ۳) فقط ج ۴) فقط د



۳۴- شکل مقابل، رونویسی از ژن هموگلوبین را نشان می‌دهد؛ کدام عبارت با توجه به شکل نادرست است؟

۱) رونویسی از یکی از رشته‌های ژن و در جهت فلش در حال انجام است.

۲) تعدادی RNA پلی‌مراز II، به‌طور هم‌زمان، در حال رونویسی هستند.

۳) در نهایت، تمام RNAهای تولید شده، دارای توالی نوکلئوتیدی یکسان هستند.

۴) برخلاف RNAهای بزرگ‌تر، RNAهای کوچک‌تر فاقد رونوشت اینترون‌ها هستند.

۳۵- کدام عبارت، در مورد اپران لک صحیح است؟

۱) بخش تنظیم‌کننده‌ی آن، از جنس DNA است.

۲) ژن تنظیم‌کننده، یکی از ژن‌های ساختاری آن است.

۳) در اثر اتصال عامل تنظیم‌کننده به بخش تنظیم‌کننده‌ی آن، اپران روشن می‌شود.

۴) دارای یک اپراتور و یک راه‌انداز است و در نهایت از روی آن یک زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی ساخته می‌شود.

۳۶- اولین مرحله‌ی بیان اطلاعات ژنتیکی در پروکاریوت‌ها، کدام است؟

۱) جهش ۲) همانندسازی ۳) رونویسی ۴) پروتئین‌سازی

۳۷- چند عبارت در مورد تنظیم بیان ژن، در پروکاریوت‌ها صحیح نیست؟

الف) تنظیم بیان ژن، عموماً در سطح رونویسی انجام می‌شود.

ب) عوامل رونویسی نقش عمده‌ای در فعال کردن اپران دارند.

ج) یک مهارکننده می‌تواند اثر مهاری روی چندین ژن داشته باشد.

د) مهارکننده به توالی مخصوصی از DNA به نام اپراتور متصل می‌شود.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۳۸- در تریکودینا، محصول فعالیت کدام آنزیم، دارای آنتی‌کدون آغاز است؟ (سراسری ۸۵)

۱) RNA پلی‌مراز II ۲) RNA پلی‌مراز III ۳) RNA پلی‌مراز I ۴) RNA پلی‌مراز پروکاریوتی

۳۹- اپران، قسمتی از DNA است که فقط ..... (سنجش ۸۳)

۱) ژن‌های ساختاری را تنظیم می‌کند. ۲) RNA پلی‌مراز به آن متصل می‌شود.

۳) پروتئین مهارکننده به آن متصل می‌شود. ۴) شامل ژن‌های ساختاری و بخش تنظیم‌کننده‌ی ژن است.

۴۰- در حین رونویسی، کدام‌یک از پیوندهای زیر توسط آنزیم RNA پلی‌مراز تشکیل می‌شود؟

۱) پیوند هیدروژنی بین ریبونوکلئوتیدها ۲) پیوند فسفودی‌استر بین ریبونوکلئوتیدها

۳) پیوند هیدروژنی بین دئوکسی ریبونوکلئوتیدها ۴) پیوند فسفودی‌استر بین دئوکسی ریبونوکلئوتیدها

۴۱- می‌توان گفت در یک سلول یوکاریوتی، .....

۱) mRNAی اولیه جهت بالغ شدن به سیتوپلاسم فرستاده می‌شود.

۲) تنظیم بیان ژن، اغلب در هنگام شروع رونویسی صورت می‌گیرد.

۳) جهت هماهنگی بیان ژن‌ها، واحدهایی به نام اپران ایجاد شده است.

۴) RNA پلی‌مراز II به تنهایی قادر به شناسایی راه‌انداز ژن‌های مربوط به خود می‌باشد.

۴۲- در استرپتوکوکوس نومونیا، ژن تنظیم‌کننده، ..... را رمز می‌کند.

۱) فعال‌کننده ۲) مهارکننده ۳) عامل رونویسی ۴) عامل تنظیم‌کننده

۴۳- در نوعی اپران، ۵ ژن ساختاری وجود دارد؛ برای تنظیم فعالیت این اپران، ..... نوع پروتئین مهارکننده وجود دارد و حاصل رونویسی آن، ..... mRNA ..... است.

۱) یک ـ پنج ـ تک ژنی ۲) پنج ـ یک ـ چند ژنی ۳) یک ـ یک ـ چند ژنی ۴) پنج ـ پنج ـ تک ژنی

۴۴- هنگام ترجمه‌ی mRNAی مقابل، .....

جهت ترجمه →

CAGGCAAUGUUUAAAUGUUGACAGGAC

۱) UGU به‌عنوان سومین کدون به جایگاه P وارد می‌شود.

۲) ریبوزوم پس از چهار بار جابه‌جایی، به کدون پایان می‌رسد.

۳) چهارمین آنتی‌کدون ورودی به جایگاه A ، ACU است.

۴) سومین tRNAی واردشده به جایگاه A ، حامل سیستئین می‌باشد.

۴۵- «شکسته شدن پیوند بین tRNA و آمینواسید»، ..... «تشکیل پیوند پپتیدی» در جریان ترجمه، در جایگاه ..... ریبوزوم انجام می‌شود.

۱) برخلاف – P ۲) همانند – P ۳) برخلاف – A ۴) همانند – A

۴۶- با توجه به مسیر متابولیسمی زیر، اگر در اثر تابش اشعه‌ی X در کپک نوروسپورا، ژن شماره‌ی (۱) آسیب ببیند، درباره‌ی اثر اضافه کردن مواد به پیش‌ماده‌ی X در رشد هاگ، چند عبارت نادرست است؟

پیش‌ماده‌ی X $\xrightarrow{\text{ژن ۱}}$ O $\xrightarrow{\text{ژن ۲}}$ C $\xrightarrow{\text{ژن ۳}}$ A

الف) ماده‌ی O، سبب رشد هاگ می‌شود.

ب) فقط C و A موجب رشد می‌شوند.

ج) اگر ماده‌ی C اضافه شود، موجب رشد می‌گردد.

د) به جز ماده‌ی A ، ماده‌ی دیگری در رشد تأثیر ندارد.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۴۷- در تنظیم اپران لک، آلولاکتوز با اتصال به کدام وارد عمل می‌شود؟ (سراسری ۸۰)

۱) اپراتور ۲) مهارکننده ۳) راه‌انداز ۴) عامل رونویسی

۴۸- در فرایند ترجمه‌ی ژن اکتین (نوعی پروتئین تک رشته‌ای) در سلول‌های عضلانی انسان و در حین جابه‌جایی ریبوزوم بر روی mRNA، ..... (سراسری ۸۹)

۱) جایگاه A همواره پذیرای tRNAی حامل آمینواسید می‌گردد. ۲) tRNAی موجود در جایگاه P، ریبوزوم را ترک می‌کند.

۳) پیوند پپتیدی بین آمینواسیدها در جایگاه A برقرار می‌شود. ۴) tRNAی حامل یک آمینواسیدِ خاص به جایگاه P منتقل می‌شود.

۴۹- در مسیر سنتز آرژینین از پیش‌ماده‌ی X، که ۳ آنزیم فعالیت دارند، آنزیم ۲، ..... تبدیل می‌کند.

۱) پیش‌ماده را به اُرنیتین ۲) اُرنیتین را به سیترولین ۳) سیترولین را به اُرنیتین ۴) پیش‌ماده را به سیترولین

۵۰- عاملی که سبب فعال شدنِ اپران لک می‌شود، ..... (سراسری ۸۷)

۱) محصول ژن تنظیم‌کننده است. ۲) در ساختار خود، آمینواسید دارد.

۳) ماهیت هیدرات کربنی دارد. ۴) توانایی شناسایی راه‌انداز را دارد.

۵۱- وقایع زیر درباره‌ی «ترجمه» را در نظر بگیرید. تعیین کنید، کدام گزینه ترتیب وقوع آن‌ها را در زمان ترجمه به درستی نشان می‌دهد؟

A- اتصال بخش بزرگ ریبوزوم به بخش کوچک ریبوزوم **B- اتصال بخش کوچک ریبوزوم به mRNA**

C- ورود tRNA به جایگاه A ریبوزوم **D- ورود tRNA آغازگر و اتصال به کدون آغاز**

۱) C ← D ← A ← B ۲) C ← A ← D ← B ۳) D ← C ← B ← A ۴) C ← A ← B ← D

۵۲- در اِکلای اتصال بین ..... باعث خاموش شدن اپران لک می‌شود.

۱) آلولاکتوز و راه‌انداز ۲) آلولاکتوز و اپراتور ۳) پروتئین مهارکننده و آلولاکتوز ۴) پروتئین مهارکننده و اپراتور

۵۳- کدام گزینه در مورد «تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها» نادرست است؟

۱) عوامل رونویسی به توالی افزاینده متصل می‌شوند.

۲) عوامل رونویسی به آنزیم RNA پلی‌مراز متصل می‌شوند.

۳) به عامل رونویسی متصل به توالی افزاینده، مهارکننده گفته می‌شود.

۴) به پروتئین‌های تنظیم‌کننده‌ی رونویسی در یوکاریوت‌ها عوامل رونویسی گفته می‌شود.

۵۴- در هنگام ترجمه، شکسته شدن پیوند بین متیونین و tRNA اول، ..... رخ می‌دهد.

۱) بلافاصله پس از ورود tRNA به جایگاه A ۲) هم‌زمان با خروج tRNA آغازگر از جایگاه P

۳) بلافاصله پس از ملحق شدن زیرواحد بزرگ به زیرواحد کوچک ۴) هم‌زمان با حرکت ریبوزوم به اندازه‌ی یک رمز به سوی جلو

۵۵- نمی‌توان گفت در تنظیم بیان ژن یوکاریوتی، اتصال ..... دیده می‌شود.

۱) عامل رونویسی به راه‌انداز ۲) توالی افزاینده به فعال‌کننده ۳) RNA پلی‌مراز به توالی افزاینده ۴) عامل رونویسی به RNA پلی‌مراز

۵۶- فرایند «کوتاه شدن» در حین بیان ژن‌های یوکاریوتی عبارت است از:

۱) حذف اگزون‌های DNA ۲) حذف اینترون‌های DNA

۳) حذف رونوشت اینترون‌ها و به هم چسبیدن رونوشت اگزون‌ها ۴) حذف رونوشت اگزون‌ها و به هم چسبیدن رونوشت اینترون‌ها

۵۷- محدود بودن تعداد آمینواسید در یک پلی‌پپتید، اساساً به وسیله‌ی کدام تعیین می‌شود؟ (سراسری ۷۲)

۱) ژن ۲) آنتی‌کدون ۳) کدون آغاز ۴) کدون پایان

۵۸- «RNAهای کوچک» در سلول‌های کبدی انسان، محصول فعالیت کدام نوع RNA پلی‌مرازها هستند؟

۱) I و II ۲) I و III ۳) II و III ۴) I، II و III

۵۹- با توجه به mRNA زیر، چهارمین کدون وارد شده به جایگاه A، ..... و سومین آنتی کدون وارد شده به جایگاه P ریبوزوم، ..... است.

CGA . CGU . [AUG] . CGG . UAC . UGC . UUC . CAC . UGA –

۱) ACG – UGC ۲) UAC – UUC ۳) UAC – AAG ۴) AUG – UUC (سراسری ۹۰)

۶۰- در مراحل آزمایشات بیدل و تیتوم بر روی کپک نوروسپورا انتقالِ هاگ‌های ..... به محیط کشت ..... انجام نشد.

۱) حاصل از تولیدمثل جنسی ـ کامل ۲) پرتو دیده ـ کامل

۳) تکثیر شده از محیط کشت کامل ـ حداقل ۴) پرتو دیده ـ حداقل

۶۱- می‌توان گفت در فرایند رونویسی، ....., توسط RNA پلی‌مراز انجام نمی‌شود.

۱) تشکیل پیوند فسفودی‌استر بین ریبونوکلئوتیدها
۲) تشکیل پیوند هیدروژنی بین دئوکسی ریبونوکلئوتیدها
۳) شکستن پیوند هیدروژنی بین دئوکسی ریبونوکلئوتیدها
۴) تشکیل پیوند هیدروژنی بین ریبونوکلئوتید و دئوکسی ریبونوکلئوتید

۶۲- جایگاه پذیرنده‌ی آمینواسید در tRNAهای مختلف ..... است و دارای توالی ..... هستند.

۱) تک رشته‌ای ـ متفاوت ۲) دو رشته‌ای ـ متفاوت ۳) تک رشته‌ای ـ یکسان ۴) دو رشته‌ای ـ یکسان

۶۳- در مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه، «تشکیل پیوند مکملی بین کدون و آنتی‌کدون»، ..... «شکستن آن»، در جایگاه ..... ریبوزوم صورت می‌گیرد.

۱) برخلاف – A ۲) همانند – P ۳) برخلاف – P ۴) همانند – A

۶۴- با توجه به اپران لک در اشریشیاکُلای می‌توان گفت که پس از اتصال ..... (سراسری ۹۲)

۱) مهارکننده به اپراتور، تولید mRNA تک‌ژنی متوقف می‌شود.
۲) عامل تنظیم‌کننده به اپراتور، فرایند رونویسی از ژن‌ها متوقف می‌شود.
۳) پروتئین تنظیم‌کننده به مهارکننده، RNA پلی‌مراز در بخش تنظیم‌کننده‌ی ژن قرار می‌گیرد.
۴) پروتئین تنظیم‌کننده به عامل تنظیم‌کننده، راه‌انداز توسط آنزیم رونویسی‌کننده شناسایی می‌شود.

۶۵- هنگام ترجمه‌ی mRNA مقابل، اولین آنتی‌کدونی که در جایگاه A حضور می‌یابد، .....است. CCAUGCCUAAC…

۱) UAC ۲) ACG ۳) GGA ۴) GGU

۶۶- «توالی افزاینده»، ..... «جایگاه پایان رونویسی»، در مولکول ..... قرار دارد.

۱) برخلاف ـ RNA ۲) همانند ـ DNA ۳) برخلاف ـ DNA ۴) همانند ـ RNA

۶۷- کدام عبارت، در مورد بیان ژنِ انسولین در سلول‌های پانکراس انسان صحیح است؟ (سراسری ۸۹)

۱) تنظیم بیان ژن عمدتاً بر عهده‌ی اپران می‌باشد.
۲) تنظیم بیان ژن پس از عمل ترجمه نیز امکان‌پذیر است.
۳) RNA پلی‌مراز II به تنهایی می‌تواند راه‌انداز را شناسایی کند.
۴) افزاینده به طور مستقیم با تأثیر بر راه‌انداز، عمل رونویسی را تقویت می‌کند.

۶۸- در رابطه با جهش، کدام عبارت، نادرست است؟

۱) در جهش جانشینی، الزاماً بیان ژن تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد.
۲) در جهش‌های نقطه‌ای، یک یا چند نوکلئوتید ژن تغییر می‌کند.
۳) در جهش جانشینی، یک یا چند نوکلئوتید با نوع دیگر عوض می‌شود.
۴) جهش جانشینی می‌تواند، ترتیب، تعداد یا نوع آمینواسیدها را تغییر دهد.

۶۹- می‌توان گفت که در پروکاریوت‌ها، از رونویسی ....., یک mRNAی چند ژنی حاصل می‌شود.

۱) چند ژن ساختاری که یک راه‌انداز مشترک دارند
۲) چند ژن ساختاری که دارای چند ژن تنظیم‌کننده‌اند
۳) چند ژن ساختاری که هر کدام‌یک راه‌انداز جداگانه دارند
۴) چند ژن ساختاری که هر کدام دارای چند بخش تنظیم‌کننده‌اند

۷۰- در جهش تغییر چهارچوب، در پروتئین مورد نظر، .....

۱) فقط تعداد آمینواسیدها تغییر می‌کند.
۲) فقط ترتیب آمینواسیدها تغییر می‌کند.
۳) ترتیب و تعداد آمینواسیدها می‌تواند تغییر کند.
۴) پروتئین ساخته شده تغییر خاصی نمی‌کند.

۷۱- در مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه، جابه‌جایی ریبوزوم نسبت به mRNA ، ..... اتفاق می‌افتد.

۱) هم‌زمان با خروج tRNA از جایگاه P
۲) بلافاصله پس از ورود tRNA جدید به جایگاه A
۳) بلافاصله قبل از تشکیل پیوند پپتیدی در جایگاه A
۴) هم‌زمان با شکستن پیوند بین tRNA و آمینواسید در جایگاه P

۷۲- از رشته مولکول DNA طبیعی زیر، پس از جهش، mRNA نمایش داده شده رونویسی شده است؛ می‌توان گفت جهش از نوع ..... در DNA اولیه اتفاق افتاده است.

رشته‌ی DNAی طبیعی: TCAGGCACATAT

mRNA: AGUCCGUGAAUA رونویسی شده پس از جهش

۱) جانشینی ۲) کاهش ۳) افزایش ۴) واژگونی

۷۳- وقتی لاکتوز در اختیار باکتری نباشد، درون سلول ..... (سنجش ۹۱ با کمی تغییر)

۱) عامل تنظیم‌کننده روی اپراتور قرار می‌گیرد.
۲) تولید آلولاکتوز و پروتئین تنظیم کننده متوقف می‌شود.
۳) تولید آنزیم برای تجزیه‌ی دی‌ساکاریدها کاهش می‌یابد.
۴) پروتئین مهارکننده، روی قسمتی از اپران لک قرار می‌گیرد.

۷۴- تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها، ..... پروکاریوت‌ها اغلب در سطح ..... صورت می‌گیرد.

۱) برخلاف ـ ترجمه ۲) همانند ـ ترجمه ۳) همانند ـ رونویسی ۴) برخلاف ـ رونویسی

۷۵- کدام مطلب درست است؟ (سراسری ۸۷)

۱) همه‌ی ژن‌های پشه، در همه‌ی سلول‌هایش بیان می‌شوند.

۲) در سنجاقک همه‌ی توالی‌های افزاینده، رونویسی می‌شوند.

۳) تفاوت سلول‌های سوماتیک گندم به علت تفاوت ماده‌ی ژنتیک آن‌ها است.

۴) نقش پروتئین تنظیمی در اپران لک اِکُلای، عکس نقش فعال‌کننده در آمیب است.

۷۶- نمی‌توان گفت که در حین ترجمه‌ی mRNA بالغ، ..... موقعیت جایگاه ..... ریبوزوم، مربوط به ..... است.

۱) اولین ـ A ـ آنتی‌کدون بعد از آنتی‌کدون آغازگر ۲) آخرین ـ A ـ کدون پایان

۳) آخرین ـ P ـ آنتی‌کدون قبل از آنتی‌کدون پایان ۴) اولین ـ P ـ کدون آغاز

۷۷- کدام عبارت نادرست است؟ «در فرایندِ ....., پیوندهای ....., هم شکسته و هم تشکیل می‌شود.»

۱) همانندسازی ـ هیدروژنی ۲) ترجمه ـ هیدروژنی

۳) بالغ شدن RNA ـ فسفودی‌استر ۴) رونویسی ـ فسفودی‌استر

۷۸- شروع مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه، با ....., هم‌زمان است.

۱) برقراری اولین پیوند پپتیدی ۲) ورود tRNAی دوم به جایگاه A

۳) خروج tRNA آغازگر از ریبوزوم ۴) اولین جابه‌جایی ریبوزوم در طول mRNA

۷۹- در آزمایشات بیدل و تیتوم، می‌توان گفت که هاگ‌های پرتو دیده پس از انتقال بر روی محیط کشت کامل، .....

۱) توانایی رویش در محیط کشت حداقل را پیدا کردند. ۲) فقط در صورتی رویش می‌کردند که جهش نیافته بودند.

۳) بلافاصله پس از تکثیر، هر کدام به محیط کشت حداقل انتقال یافتند. ۴) رویش کردند و قادر به تولید مثل از طریق جنسی بودند.

۸۰- به دنبال افزایش غلظت آلولاکتوز در باکتری، اپران لک ..... می‌شود و غلظت آنزیم‌های تجزیه‌کننده‌ی لاکتوز، ..... می‌یابد.

۱) روشن ـ افزایش ۲) روشن ـ کاهش ۳) خاموش ـ کاهش ۴) خاموش ـ افزایش

۸۱- اگر نوعی آنزیم یوکاریوتی دارای ۳ رشته‌ی پلی‌پپتیدی باشد، کدام‌یک می‌تواند کنترل ساخت این آنزیم را بر عهده داشته باشد؟

۱) یک اپران سه ژنی ۲) سه اپران تک ژنی ۳) سه ژن مجزا از هم ۴) یک ژن دارای سه بخش ساختاری

۸۲- چند عبارت زیر، نادرست است؟

الف) در افراد مبتلا به آلکاپتونوریا، مواد حاصل از تجزیه‌ی هموجنتیسیک اسید، در ادرار وجود ندارند.

ب) در آزمایشات بیدل و تیتوم، هاگ‌های جهش‌یافته قادر به رویش در محیط کشت حداقل نبودند.

ج) در هنگام رونویسی، جایگاه پایان رونویسی برخلاف جایگاه آغاز، رونویسی نمی‌شود.

د) ترجمه‌ی کدون‌های mRNA، براساس رابطه‌ی مکملی بین کد و کدون صورت می‌گیرد.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۸۳- نمی‌توان گفت «tRNA» در یوکاریوت‌ها در ..... ساخته نمی‌شود.

۱) سیتوپلاسم و توسط ریبوزوم‌ها ۲) هسته و از روی رشته‌ی mRNA

۳) سیتوپلاسم و از روی رشته‌ی mRNA ۴) هسته و از روی یکی از رشته‌های DNA

۸۴- در مسیر سنتز ماده‌ی A که برای رشد یک باکتری ضرورت دارد، اگر جهش در ژن ۲ باعث خاموش شدن آن شود، چند عبارت از عبارات زیر صحیح‌اند؟

$$\{X \text{ پیش‌ماده‌ی } \xrightarrow{\text{ژن ۱}} O \xrightarrow{\text{ژن ۲}} C \xrightarrow{\text{ژن ۳}} A\}$$

الف) باکتری در حضور ماده‌ی C رشد نخواهد کرد.

ب) باکتری در حضور ماده‌ی O رشد نخواهد کرد.

ج) باکتری فقط در حضور ماده‌ی A رشد خواهد کرد.

د) باکتری در صورت حضور هم‌زمان ماده‌ی C و A در محیط کشت هم رشد خواهد کرد.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۸۵- کدام عبارات، صحیح نیستند؟

الف) تعداد نوکلئوتیدهای mRNAی بالغ همواره مضربی از عدد ۳ است.

ب) عوامل رونویسی می‌توانند به RNA پلی‌مراز III متصل شوند.

ج) در آزمایش بیدل و تیتوم، تمام هاگ‌های حاصل از میوز و میتوز به یک محیط کشت کامل منتقل می‌شدند.

د) دو حلقه‌ی کناری tRNA به نگه‌داری آن روی ریبوزوم کمک می‌کنند.

۱) الف و ج ۲) ب و د ۳) الف و د ۴) ج و د

۸۶- در مرحله‌ی شروع ترجمه، ..... در جایگاه ..... اتفاق می‌افتد.

۱) تشکیل پیوند پپتیدی ـ A
۲) تشکیل پیوند هیدروژنی ـ A
۳) تشکیل پیوند هیدروژنی ـ P
۴) شکسته شدن پیوند هیدروژنی ـ P

۸۷- اگر در محیط باکتری اِکلای لاکتوز یافت نشود، می‌توان گفت حتی پس از اتصال .....

۱) عامل تنظیم‌کننده به پروتئین تنظیم‌کننده، mRNA چند ژنی ساخته خواهد شد.
۲) پروتئین تنظیم‌کننده به اپراتور، تولید عامل تنظیم‌کننده ادامه خواهد داشت.
۳) مهارکننده به اپراتور لک، رونویسی از ژن تنظیم‌کننده ادامه پیدا خواهد کرد.
۴) عوامل رونویسی به راه‌انداز، سدی در مقابل حرکت RNA پلی‌مراز ایجاد خواهد شد.

۸۸- کدام‌یک از عبارات زیر، نادرست است؟

۱) جهت جریان اطلاعات ژنی در سلول همیشه یک‌طرفه و از DNA به سوی پروتئین‌هاست.
۲) تمام محصولات RNA پلی‌مراز I، در پروتئین‌سازی شرکت دارند.
۳) در جریان ترجمه، هر آنتی‌کدونی که در جایگاه A قرار بگیرد، حتماً به جایگاه P منتقل خواهد شد.
۴) در کپک نوروسپورا کراسا، در مسیر سنتز آمینواسید آرژینین، یک اپران سه‌ژنی دخالت دارد.

۸۹- شکل مقابل، بخشی از مرحله‌ی ادامه‌ی پروتئین‌سازی را نشان می‌دهد؛ با توجه به این شکل، از ابتدای ترجمه تاکنون، ..... کدون وارد جایگاه P و ..... آنتی‌کدون وارد جایگاه A شده است و ریبوزوم بر روی mRNA، ..... بار جابه‌جا شده است.

۱) ۴ ـ ۴ ـ ۴
۲) ۳ ـ ۳ ـ ۲
۳) ۴ ـ ۴ ـ ۳
۴) ۳ ـ ۳ ـ ۳

۹۰- در mRNA فرضی زیر، پس از خروج tRNA ی حاوی آنتی‌کدون CUC از جایگاه P ریبوزوم، tRNA ی حاوی کدام آنتی‌کدون وارد جایگاه A ریبوزوم می‌شود؟

AUG . CCA . AAU . CCC . GAG .UUC .UCC .AUC

۱) UCC
۲) UUC
۳) AAG
۴) AGG

(سراسری ۹۰)

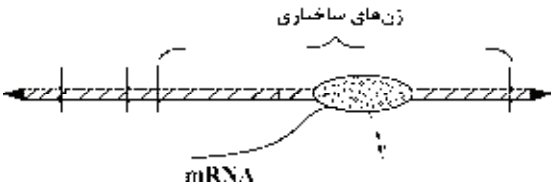
۹۱- در مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه ..... به همراه ..... منتقل می‌شود.

۱) tRNA موجود در جایگاه P ـ پلی‌پپتید متصل به آن، به جایگاه A
۲) tRNA موجود در جایگاه A ـ پلی‌پپتید متصل به آن، به جایگاه P
۳) tRNA موجود در جایگاه P ـ آمینواسید جدید متصل به آن، به جایگاه A
۴) tRNA موجود در جایگاه A، ـ آمینواسید جدید متصل به آن، به جایگاه P

۹۲- در انواع مختلف tRNAهای سلول، قطعاً ..... متفاوت است.

۱) توالی آنتی‌کدون
۲) شکل ساختار سه‌بعدی
۳) نوع نوکلئوتید متصل به آمینواسید
۴) نوع آمینواسید متصل به آن‌ها

۹۳- در شکل زیر که تنظیم اپران لک را در حضور لاکتوز نشان می‌دهد، به‌جای علامت سؤال کدام گزینه را باید نوشت؟



۱) اپراتور
۲) راه‌انداز
۳) RNA پلی‌مراز
۴) پروتئین مهارکننده

۹۴- می‌توان گفت، .....

۱) عامل تنظیم‌کننده در باکتری، محصول ژن تنظیم‌کننده است.
۲) همواره تنظیم بیان ژن‌ها بر عهده‌ی اپران‌هاست.
۳) رونوشت بخش تنظیم‌کننده‌ی ژن، دارای قند ریبوز است.
۴) ژن‌های ذرات پریونی به کمک عوامل رونویسی بیان می‌شوند.

۹۵- کدام عبارت نادرست است؟ «در حین پروتئین‌سازی، در مرحله‌ی ..... ترجمه، ..... می‌شود.»

۱) آغازِ ـ پیوند بین کدون متیونین و آنتی‌کدون tRNAی آغازگر، در جایگاه P شکسته
۲) ادامه‌ی ـ پیوند بین کدون و آنتی‌کدون، در جایگاه A تشکیل و در جایگاه P شکسته
۳) ادامه‌ی ـ پیوند پپتیدی، در جایگاه A تشکیل و tRNAی فاقد آمینواسید، از جایگاه P خارج
۴) پایانِ ـ با ورود عامل پایان ترجمه، توسط یک آنزیم، پیوند بین آخرین tRNAی موجود در جایگاه P با پلی‌پپتید هیدرولیز

۹۶- کپک نوروسپورا کراسا، از نظر عدد کروموزومی، ..... است و به‌طور معمول در محیط کشت حداقل آن، ویتامین ..... باید وجود داشته باشد.

۱) هاپلوئید ـ بیوتین ۲) دیپلوئید ـ نیاسین ۳) دیپلوئید ـ بیوتین ۴) هاپلوئید ـ نیاسین

۹۷- کدام عبارت نادرست است؟ «در گونه‌ی مورد مطالعه‌ی بیدل و تیتوم، .....» (سراسری ۸۸)

۱) سه نوع آنزیم در رونویسی شرکت می‌کنند.
۲) عوامل رونویسی به شناسایی راه‌انداز کمک می‌کنند.
۳) در mRNA ی بالغ، رونوشت قطعات اگزون وجود دارد.
۴) هر اپران، علاوه بر بخش تنظیم‌کننده، سه ژن ساختاری دارد.

۹۸- کدام عبارت نادرست است؟ «در نوروسپورا کراسا، .....»

۱) در چرخه‌ی زندگی جنسی، زیگوت پس از تشکیل، میوز انجام می‌دهد.
۲) mRNAی اولیه، پس از خروج از هسته، بالغ می‌شود.
۳) افزاینده، باعث تقویت عمل رونویسی می‌شود.
۴) تنظیم بیان ژن، غالباً در هنگام شروع رونویسی صورت می‌گیرد.

۹۹- می‌توان گفت در شروع پروتئین‌سازی، قبل از اتصال بخش بزرگ ریبوزوم به بخش کوچک، .....

۱) اولین پیوند پپتیدی برقرار شده است.
۲) دومین آنتی‌کدون در جایگاه A قرار دارد.
۳) در جایگاه A پیوند هیدروژنی وجود ندارد.
۴) اولین tRNA جایگاه خود را ترک کرده است.

۱۰۰- کدام‌یک در حین پروتئین‌سازی، زودتر از بقیه به وقوع می‌پیوندد؟

۱) ورود tRNAی دوم به جایگاه A
۲) خروج tRNAی آغازگر از جایگاه P
۳) اتصال زیرواحد بزرگ ریبوزوم به زیرواحد کوچک
۴) برقراری پیوند مکملی بین کدون آغاز و آنتی‌کدون tRNAی آغازگر

۱۰۱- برای ساختن پروتئین‌ها، کدام نوع RNA ، اطلاعات موجود در DNA را که در هسته وجود دارد به ریبوزوم‌ها که در سیتوپلاسم هستند، حمل می‌کند؟ (آزاد ۸۴)

۱) ناقل ۲) پیک ۳) کوچک ۴) ریبوزومی

۱۰۲- در روند ترجمه، شناسایی رمز پایان بر عهده‌ی ..... است. (سراسری ۷۸)

۱) tRNA ۲) mRNA ۳) ریبوزوم ۴) نوعی پروتئین

۱۰۳- برای سنتز یک رشته‌ی پپتیدی در یک پروکاریوت ۱۰ مولکول آب آزاد شده است. در این مورد کدام عبارت قطعاً صحیح است؟

۱) mRNA ، ۱۱ نوع کدون سه نوکلئوتیدی دارد.
۲) بخشی از ژن که رونوشت آن وارد ریبوزوم می‌شود، ۷۲ نوکلئوتید دارد.
۳) ۹ مولکول tRNA وارد جایگاه A ریبوزوم شده است.
۴) سی و دومین نوکلئوتید وارد شده در ریبوزوم، متعلق به کدون پایان است.

۱۰۴- در ساختار مولکول میانجی بین DNA و پروتئین برخلاف پروتئین، ..... و همانند DNA ، ..... وجود دارد.

۱) ریبوز ـ پیوند فسفودی استر
۲) تیمین ـ پیوند هیدروژنی
۳) دئوکسی ریبوز ـ پیوند فسفودی استر
۴) باز آلی ـ پیوند هیدروژنی

۱۰۵- RNA پلی‌مراز برای فعالیت خود، از نوکلئوتید ..... دار آزاد استفاده نمی‌کند. (سنجش ۸۳)

۱) آدنین ۲) گوانین ۳) تیمین ۴) یوراسیل

۱۰۶- کدام، در مورد مولکول tRNA، نادرست است؟ (سراسری ۸۴)

۱) tRNAی آغازگر، فقط در جایگاه P قرار می‌گیرد.
۲) توسط دو حلقه‌ی خود، روی ریبوزوم نگه‌داری می‌شود.
۳) ساختار سه بعدی آن در سلول، شبیه برگ گیاه شبدر است.
۴) همه‌ی آمینواسیدها، به نوکلئوتید آدنین‌دار tRNA متصل می‌شوند.

۱۰۷- چند عبارت در مورد جهش، درست است؟

الف) برخی از جهش‌ها در بیان ژن‌ها تأثیر ندارند.
ب) انواع جهش‌ها می‌توانند قابل انتقال به نسل‌های بعد باشد.
ج) جهش‌های نقطه‌ای، می‌توانند موجب تغییر در پروتئین مورد نظر شوند.
د) جهش‌های نقطه‌ای، همواره مانع از ساخته شدن پروتئین مورد نظر می‌شوند.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۱۰۸- می‌توان گفت در مرحله‌ی آغاز ترجمه، ..... درون ریبوزوم قرار ندارد.

۱) کدون دوم ۲) کدون اول ۳) آنتی‌کدون اول ۴) آنتی‌کدون دوم

۱۰۹- وجود کدام‌یک در بین ژن‌های یوکاریوتی و پروکاریوتی مشترک است؟

۱) راه‌انداز ۲) اپراتور ۳) فعال‌کننده ۴) توالی افزاینده

۱۱۰- چند عبارت در مورد تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها، صحیح نیست؟

الف) تنظیم بیان ژن، غالباً در سطح رونویسی است.

ب) نسبت به پروکاریوت‌ها فرصت بیش‌تری برای تنظیم بیان ژن وجود دارد.

ج) شناسایی راه‌انداز، به کمک عوامل رونویسی صورت می‌گیرد.

د) حذف رونوشت اینترون، تنظیم بیان ژن در سطح رونویسی محسوب می‌شود.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۱۱۱- هرگونه تغییری در ساختار کدام ماده را جهش می‌نامند و جهش‌ها کدام مواد را ایجاد می‌کنند؟ (آزاد ۸۴)

۱) RNA ـ پروتئین‌های غیرطبیعی ۲) DNA ـ پروتئین‌های غیرطبیعی

۳) پروتئین ـ آمینواسیدهای غیرطبیعی ۴) آمینواسید ـ پروتئین‌های غیرطبیعی

۱۱۲- بر اثر جهش‌های نقطه‌ای جانشینی، ..... نوکلئوتید، جایگزین ..... نوکلئوتید دیگر می‌شود. (آموزش و پرورش تهران ۸۲)

۱) یک ـ یک ۲) دو ـ دو ۳) یک ـ دو ۴) دو ـ یک

۱۱۳- در RNAهای پیک بالغ یوکاریوتی، فقط قسمت‌هایی از رونوشت ..... (سراسری ۸۱)

۱) اینترون‌ها ترجمه نمی‌شود. ۲) اینترون‌ها و همه‌ی اگزون‌ها، حذف شده است.

۳) اگزون‌ها و همه‌ی اینترون‌ها حفظ شده است. ۴) اگزون‌ها و همه‌ی اینترون‌ها، ترجمه نمی‌شوند.

۱۱۴- نمی‌توان گفت که در فرآیند پروتئین‌سازی، ..... صورت می‌گیرد.

۱) خروج tRNA ی آغازگر از جایگاه P ۲) تشکیل پیوندهای پپتیدی در جایگاه A

۳) جدا شدن پلی‌پپتید از tRNA در جایگاه P ۴) تشکیل رابطه‌ی مکملی بین کدون آغاز و بخش کوچک ریبوزوم

۱۱۵- یک ژن، قطعاً الگوی ساخته شدن ..... است. (آموزش و پرورش تهران ۸۲)

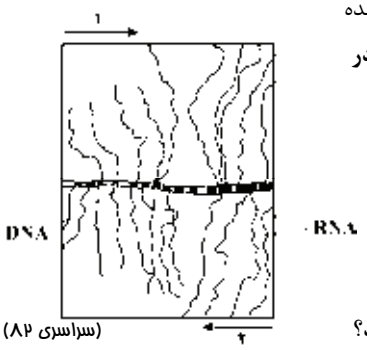
۱) tRNA ۲) RNA ۳) mRNA ۴) نوعی پروتئین

۱۱۶- در بیان ژن تنظیم‌کننده در اِ. کلای، کدام عوامل دخالت دارند؟ (آموزش و پرورش تهران ۸۳)

۱) مهارکننده و RNA پلی‌مراز ۲) اپراتور و عامل تنظیم‌کننده

۳) RNA پلی‌مراز و ریبوزوم ۴) مهارکننده و عامل تنظیم‌کننده

۱۱۷- شکل مقابل رونویسی یک ژن را در سلول تخم قورباغه نشان می‌دهد؛ در این شکل ..... در حال انجام است.



۱) رونویسی از روی هر دو رشته‌ی DNA در دو جهت مختلف

۲) رونویسی از روی هر دو رشته‌ی DNA و در جهت فلش شماره‌ی ۱

۳) رونویسی از روی یکی از دو رشته‌ی DNA و در جهت فلش شماره‌ی ۱

۴) رونویسی از روی یکی از دو رشته‌ی DNA و در جهت فلش شماره‌ی ۲

۱۱۸- اتصال پروتئین تنظیم‌کننده به کدام، به ترتیب سبب روشن و خاموش شدن اپران لک می‌گردد؟ (سراسری ۸۲)

۱) اپراتور ـ الولاکتوز ۲) الولاکتوز ـ راه‌انداز ۳) عامل تنظیم‌کننده ـ اپراتور ۴) اپراتور ـ عامل تنظیم‌کننده

تست‌های مروری سنجشی

۱۱۹- در آغاز ترجمه، کدام‌یک از وقایع زیر، دیرتر از سایر وقایع آغاز ترجمه رخ می‌دهد؟ (سنجش ۸۴)

۱) جدا شدن دومین آنتی‌کدون از کدون ۲) ورود اولین رمز به جایگاه A ریبوزوم

۳) اتصال جزء بزرگ ریبوزوم به جزء کوچک‌تر ۴) برقراری پیوند پپتیدی بین اولین و دومین آمینواسید

۱۲۰- کدام عبارت در مورد جایگاه پایان رونویسی ژن، صحیح است؟

۱) دارای بازیوراسیل است و ترجمه نمی‌شود. ۲) بخش از مولکول mRNA است و ترجمه می‌شود.

۳) دارای قند دئوکسی ریبوز است و رونویسی نمی‌شود. ۴) بخشی از مولکول DNA است که رونویسی می‌شود.

۱۲۱- هنگام ترجمه‌ی mRNA مقابل، دومین آنتی‌کدونی که وارد جایگاه A ریبوزوم می‌شود، کدام است؟ ⟵ **جهت ترجمه**

GCUCAUGCUAAGUAUUCGA...

۱) UAA ۲) GAU ۳) AGU ۴) UCA

۱۲۲- نقش «فعال‌کننده‌ها» در شروع رونویسی یوکاریوت‌ها، چیست؟

۱) اتصال RNA پلی‌مراز به راه‌انداز
۲) اتصال عوامل رونویسی به افزاینده
۳) فعال کردن عوامل رونویسی متصل به راه‌انداز
۴) فعال کردن عوامل رونویسی متصل به افزاینده

۱۲۳- به هنگام ترجمه‌ی mRNAهای مختلف یک سلول، توالی نوکلئوتیدها در کدام‌یک، هیچ‌گاه تغییری نخواهد کرد؟

۱) اولین کدون در جایگاه A ۲) آخرین کدون در جایگاه P ۳) اولین آنتی‌کدون در جایگاه P ۴) آخرین آنتی‌کدون در جایگاه A

۱۲۴- کدام عبارت صحیح نیست؟

۱) رمزهای پایان ترجمه، هیچ‌گاه در جایگاه P قرار نمی‌گیرند.
۲) عامل پایان ترجمه، همواره در جایگاه P ریبوزوم قرار می‌گیرد.
۳) وقتی آخرین کدون در جایگاه A قرار بگیرد، آخرین آنتی‌کدون در جایگاه P مستقر است.
۴) پیوند بین آخرین tRNA و پلی‌پپتید ساخته شده، توسط عامل پایان ترجمه هیدرولیز می‌شود.

۱۲۵- کدام‌یک در مرحله‌ی «ادامه‌ی ترجمه» اتفاق نمی‌افتد؟

۱) تشکیل پیوند پپتیدی در جایگاه A
۲) تشکیل پیوند هیدروژنی در جایگاه A
۳) شکسته شدن پیوند هیدروژنی در جایگاه A
۴) شکسته شدن پیوند هیدروژنی در جایگاه P

۱۲۶- به ترتیب، «کدون» و «آنتی‌کدون» در کپک نوروسپورا، توسط کدام رونویسی می‌شوند؟

۱) RNA پلی‌مراز I ـ RNA پلی‌مراز II
۲) RNA پلی‌مراز II ـ RNA پلی‌مراز II
۳) RNA پلی‌مراز I ـ RNA پلی‌مراز III
۴) RNA پلی‌مراز II ـ RNA پلی‌مراز III

۱۲۷- برای کامل کردن جمله‌ی «یک tRNA ....., متصل می‌شود.»، کدام گزینه مناسب است؟

۱) به‌طور تصادفی به یکی از آمینواسیدها
۲) به‌طور اختصاصی به برخی از ریبوزوم‌ها
۳) به‌طور تصادفی به برخی از ریبوزوم‌ها
۴) به‌طور اختصاصی فقط به یک نوع آمینواسید

۱۲۸- جهش ..... در ژن رمزکننده‌ی یک پروتئین که دارای سه اگزون است، اثر مخرب‌تری بر پروتئین ساخته‌شده دارد.

۱) حذف یک نوکلئوتید از اگزون دوم و حذف دو نوکلئوتید از اگزون سوم
۲) اضافه شدن سه نوکلئوتید به اگزون سوم
۳) حذف شش نوکلئوتید از اگزون سوم
۴) اضافه شدن یک نوکلئوتید در اگزون اول

۱۲۹- اولین مرحله از مراحل رونویسی در پروکاریوت‌ها، چیست؟

۱) اتصال عوامل رونویسی به راه‌انداز
۲) حرکت RNA پلی‌مراز بر روی DNA
۳) اتصال RNA پلی‌مراز به DNA دو رشته‌ای
۴) باز شدن دو رشته‌ی DNA

۱۳۰- در انسان، می‌توان گفت ..... .

۱) همه‌ی ژن‌ها در سلول زیگوت بیان می‌شوند.
۲) جهش در سلول‌های جنسی، همواره به زاده‌ها منتقل می‌شود.
۳) عوامل رونویسی، به شناسایی راه‌انداز ژن tRNAی آغازگر کمک می‌کنند.
۴) گاهی جهش‌های تغییر چارچوب در بیان ژن تأثیر ندارند.

۱۳۱- جاندار مورد مطالعه در آزمایشات بیدل و تیتوم، در ژنوم خود ..... ژن‌های گسسته است و ..... نوع آنزیم RNA پلی‌مراز دارد.

۱) فاقد ـ یک ۲) فاقد ـ سه ۳) دارای ـ یک ۴) دارای ـ سه

۱۳۲- در کدام‌یک از موارد زیر، جهش ایجاد شده به نسل‌های بعد منتقل می‌شود؟

۱) جهش در سلول‌های جنسی صورت گیرد و ترمیم شود.
۲) جهش در سلول‌های جنسی صورت گیرد و ترمیم نشود.
۳) جهش در سلول‌های غیرجنسی صورت گیرد و ترمیم شود.
۴) جهش در سلول‌های غیرجنسی صورت گیرد و ترمیم نشود.

۱۳۳- در مگس سرکه ..... (سراسری ۹۱)

۱) تنظیم بیان ژن، نمی‌تواند در خارج از هسته صورت بگیرد.
۲) تنها یک راه‌انداز، رونویسی از چند ژن مجاور را ممکن می‌سازد.
۳) یک نوع آنزیم رونویسی کننده مسئول تولید انواع RNAها می‌باشد.
۴) علاوه بر راه‌انداز توالی‌های دیگری از DNA در رونویسی دخالت دارند.

۱۳۴- اپران لک در حالت خاموش، کدام‌یک از بخش‌های تنظیم بیان ژن را ندارد؟

۱) اپراتور ۲) راه‌انداز ۳) عامل تنظیم‌کننده ۴) پروتئین تنظیم‌کننده

۱۳۵- در باکتری اشریشیا کلای، چند آنزیم مستقیماً در جذب و تجزیه‌ی قند شیر فعالیت می‌کنند؟

۱) یک ۲) دو ۳) چهار ۴) سه

۱۳۶- هنگام ترجمه‌ی یک mRNA، کدام‌یک نسبت به سایرین زودتر رخ می‌دهد؟

۱) ورود tRNAی پنجم به جایگاه A
۲) شکستن پیوند بین tRNA و آمینواسید چهارم
۳) تشکیل چهارمین پیوند پپتیدی
۴) حرکت چهارم ریبوزوم

۱۳۷- در صورتی که در بخشی از DNA، گوانین وجود نداشته باشد، حداکثر چند رمز وراثتی در این بخش یافت می‌شود؟

۱) ۲۷ ۲) ۸ ۳) ۶ ۴) ۹

۱۳۸- ساختار فعال tRNA در سلول‌های پروکاریوتی و یوکاریوتی، به ترتیب عبارت است از:

۱) ساختار L ـ ساختار L
۲) ساختار برگ شبدری ـ ساختار L
۳) ساختار L ـ ساختار برگ شبدری
۴) ساختار برگ شبدری ـ ساختار برگ شبدری

۱۳۹- تاباندن اشعه‌ی X به هاگ‌های کپک نوروسپورا، باعث تغییر مستقیم کدام‌یک می‌شود؟

۱) توالی نوکلئوتیدها در DNA
۲) توالی آمینواسیدها در آنزیم‌ها
۳) توالی نوکلئوتیدها در tRNAها
۴) توالی نوکلئوتیدها در mRNAها

۱۴۰- می‌توان گفت جهت جریان اطلاعات ژنی در سلول‌ها ..... :

۱) همیشه یک طرفه و از سمت پروتئین به DNA است.
۲) دو طرفه، از سمت DNA به پروتئین و برعکس است.
۳) همیشه یک طرفه و از سمت DNA به پروتئین است.
۴) دو طرفه، از سمت mRNA به پروتئین و برعکس است.

۱۴۱- چند مورد از جملات زیر صحیح است؟

الف) تمام محصولات RNA پلی‌مراز II ، ترجمه می‌شوند.

ب) تمام محصولات RNA پلی‌مراز III ، در انتقال آمینواسیدها نقش دارند.

ج) تمام محصولات RNA پلی‌مراز I ، در پروتئین‌سازی شرکت دارند.

د) تمام محصولات RNA پلی‌مراز پروکاریوتی از یک نوع RNA هستند.

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۱ ۴) ۳

۱۴۲- در صورتی‌که در ابتدای رونویسی سه واقعه‌ی زیر رخ دهد، کدام گزینه، ترتیب زمانی آن‌ها را درست بیان می‌کند؟

A تشکیل پیوند فسفودی‌استر B شکستن پیوند هیدروژنی C تشکیل پیوند هیدروژنی

۱) C ← A ← B ۲) C ← B ← A ۳) A ← C ← B ۴) B ← C ← A

۱۴۳- در پروکاریوت‌ها، بیان ژن کدام‌یک، محدود به فرآیند رونویسی نمی‌شود؟

۱) tRNA ۲) rRNA ۳) mRNA ۴) RNA کوچک

تست‌های ترکیبی مقدم

۱۴۴- در فرآیند رونویسی، کدام‌یک در ساخت رشته‌ی جدید، مورد استفاده قرار نمی‌گیرد؟

۱) آدنین ۲) فسفات ۳) یوراسیل ۴) دئوکسی ریبوز

۱۴۵- نوعی هاگ نوروسپورای جهش‌یافته با افزودن اُرنیتین به محیط کشت حداقل رشد می‌کند. با توجه به مسیر سنتز آمینواسید آرژینین، غلظت کدام‌یک از مواد زیر در این نوع جهش‌یافته افزایش می‌یابد؟

۱) اُرنیتین ۲) آرژینین ۳) سیترولین ۴) پیش‌ماده‌ی X

۱۴۶- مونومرهای «RNA پلی‌مراز II» و «tRNA»، به ترتیب با کدام پیوندها به یک‌دیگر متصل شده‌اند؟ (سراسری ۸۱)

۱) پپتیدی ـ فسفودی‌استر ۲) فسفودی‌استر ـ پپتیدی ۳) هیدروژنی ـ هیدروژنی ۴) فسفودی‌استر ـ فسفودی‌استر

۱۴۷- ژن‌های رمزکننده‌ی عوامل رونویسی، توسط کدام رونویسی می‌شود؟ (آموزش و پرورش تهران ۸۲)

۱) RNA پلی‌مراز I ۲) RNA پلی‌مراز II ۳) RNA پلی‌مراز III ۴) RNA پلی‌مراز پروکاریوتی

۱۴۸- یک mRNA در طول خود ۱۵۰ نوکلئوتید دارد که ۳۰ عدد آن‌ها U است و هیچ آدنینی در این mRNA یافت نمی‌شود، در ژن سازنده‌ی این mRNA چند درصد از نوکلئوتیدها باز آلی T دارند؟

۱) ٪۴۰ ۲) ٪۲۰ ۳) ٪۱۰ ۴) ٪۵

۱۴۹- کدام گزینه نادرست است؟ (سنجش ۸۴)

۱) آلولاکتوز، عامل متغیر در اپران لک محسوب می‌شود.
۲) وجود لاکتوز، موجب روشن شدن اپران لک می‌شود.
۳) در یوکاریوت‌ها، توالی افزاینده، رونویسی را تقویت می‌کند.
۴) پروتئین فعال‌کننده در اپران، موجب تشکیل حلقه‌ی DNAیی می‌شود.

۱۵۰- واحدهای سازنده‌ی tRNA در مونوسیت، توسط ..... و با ایجاد پیوند ..... به یک‌دیگر متصل می‌شوند. (آموزش و پرورش تهران ۸۲)

۱) ریبوزوم ـ پپتیدی
۲) RNA پلی‌مراز III ـ پپتیدی
۳) RNA پلی‌مراز III ـ فسفودی‌استر
۴) RNA پلی‌مراز I ـ فسفودی‌استر

۱۵۱- در بیان ژن‌های .....، می‌توان گفت ..... می‌شوند.

۱) استرپتوکوکوس نومونیا ـ فقط mRNAهای چند ژنی تولید
۲) اشریشیا کلای ـ علاوه بر اگزون‌ها، اینترون‌ها نیز رونویسی
۳) نوروسپورا کراسا ـ پروتئین‌های مهار کننده به اپراتور متصل
۴) سلول‌های نوروگلیا ـ عوامل رونویسی به راه‌انداز متصل

۱۵۲- در ساخت یک زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی، اگر تعداد کدون‌هایی که در جایگاه A ریبوزوم خوانده می‌شوند را با A و تعداد کدون‌هایی را که در جایگاه P ریبوزوم خوانده می‌شوند، با P نمایش دهیم، کدام رابطه‌ی زیر صحیح است؟

۱) $A = P$
۲) $A - P = ۱$
۳) $P - A = ۱$
۴) هیچ‌کدام از این روابط صحیح نیست.

۱۵۳- می‌توان گفت در یک مولکول RNA، تعداد ..... الزاماً با هم برابر است.

۱) A با U
۲) بازهای آلی با قندهای ریبوز
۳) فسفات‌ها با پیوندهای فسفودی‌استر
۴) بازهای آلی با پیوندهای هیدروژنی

۱۵۴- چند عبارت نادرست است؟

الف) اگر اشریشیا کلای در محیط فاقد لاکتوز قرار گیرد، رونویسی از ژن تنظیم کننده ادامه دارد.
ب) اپران لک از سه ژن ساختاری و یک ژن تنظیم‌کننده ساخته شده است.
ج) در یوکاریوت‌ها علاوه بر راه‌انداز همواره توالی‌های دیگری از DNA نیز در رونویسی دخالت دارند.
د) یکی از تغییرات که در همه‌ی RNA های یوکاریوتی رخ می‌دهد، کوتاه شدن RNA ی اولیه است.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۱۵۵- تنوع RNA پلی‌مراز در .....، از بقیه کم‌تر است.

۱) نوتروفیل ۲) اشریشیا کلای ۳) سلول مریستمی ۴) کپک نوروسپورا

۱۵۶- آمینواسیدهای موجود در ساختمان سلول‌ها، ..... دارند. (سراسری ۷۶ با تغییر)

۱) اغلب بیش از یک رمز ۲) اغلب رمز مشترک ۳) فقط یک رمز ۴) حداکثر سه رمز

۱۵۷- «tRNA آغازگر» از کدام جایگاه به ریبوزوم وارد و از کدام جایگاه از ریبوزوم خارج می‌شود؟ (به ترتیب از راست به چپ)

۱) P-A ۲) A-A ۳) A-P ۴) P-P

۱۵۸- اگر DNA فقط از دو نوع نوکلئوتید ساخته شده بود، کلید رمز DNA جهت ۲۰ نوع آمینواسید، حداقل چند حرفی بود؟

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۳ ۴) ۶

۱۵۹- تعداد مونومرهای کدام‌یک بیش‌تر است؟ (سنجش ۸۲)

۱) ژن انسولین ۲) پلی‌پپتید انسولین ۳) RNA پیک اولیه‌ی انسولین ۴) RNA پیک بالغ انسولین

۱۶۰- در کدام مورد زیر، تنظیم بیان ژن نقشی ندارد؟

۱) فنوتیپ سلولی ۲) ژنوتیپ سلولی ۳) نمو جانداران ۴) پاسخ به تغییرات محیطی

۱۶۱- از روی اپران لک، به ترتیب (از راست به چپ) چند mRNA و چند زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی ساخته می‌شود؟

۱) ۱ ـ ۱ ۲) ۳ ـ ۳ ۳) ۱ ـ ۳ ۴) ۳ ـ ۱

۱۶۲- کدام آنتی‌کدون، در tRNAهای داخل سلول دیده نمی‌شود؟

۱) UAA ۲) UUA ۳) ACU ۴) UAC

۱۶۳- در صورت وجود لاکتوز در محیط کشت اشریشیا کلای، عامل تنظیم‌کننده به ..... متصل و اپران لک .....می‌شود.

۱) اپراتور ـ روشن ۲) مهارکننده ـ روشن ۳) اپراتور ـ خاموش ۴) مهارکننده ـ خاموش

۱۶۴- به طور معمول، آنزیم ..... به کمک پروتئین‌های ویژه به راه‌انداز متصل می‌شود. (سراسری ۷۸)

۱) RNA پلی‌مراز تریکودینا ۲) RNA پلی‌مراز استرپتوکوک ۳) DNA پلی‌مراز تریکودینا ۴) DNA پلی‌مراز استرپتوکوک

۱۶۵- در نورون‌های انسان، رونویسی ژن‌های مربوط به پروتئین‌های ریبوزومی، توسط کدام آنزیم کاتالیز می‌شود؟

۱) RNA پلی‌مراز I ۲) RNA پلی‌مراز II ۳) RNA پلی‌مراز III ۴) RNA پلی‌مراز پروکاریوتی

۱۶۶- «عوامل رونویسی» در کپک نوروسپورا، در ..... ساخته می‌شوند و در ..... فعالیت می‌کنند.

۱) هسته ـ هسته ۲) هسته ـ سیتوپلاسم ۳) سیتوپلاسم ـ هسته ۴) سیتوپلاسم ـ سیتوپلاسم

۱۶۷- در صورت وقوع جهشی به‌صورت .....، احتمال اختلال شدیدتری در پروتئین ساخته شده وجود دارد.

۱) حذف یک حرف از رمز اول ۲) جابه‌جایی دو حرف رمز مجاور با یک‌دیگر

۳) جایگزینی دو حرف از دو رمز با دو حرف جدید ۴) جایگزینی یک حرف از یک رمز با یک حرف جدید

۱۶۸- محل تولید و فعالیت آنزیم ..... درون سیتوپلاسم است.

۱) کاتالاز برخلاف پروتئین پرفورین ۲) کاتالاز همانند پروتئین پادتن

۳) RNA پلی‌مراز همانند آنزیم پپسین ۴) RNA پلی‌مراز برخلاف DNA پلی‌مراز

۱۶۹- mRNAهای چند ژنی و تک‌ژنی، به ترتیب در کدام نوع سلول‌ها دیده می‌شوند؟

۱) فقط در پروکاریوت‌ها ـ فقط در یوکاریوت‌ها ۲) فقط در یوکاریوت‌ها ـ فقط در پروکاریوت‌ها

۳) فقط در یوکاریوت‌ها ـ در یوکاریوت‌ها و پروکاریوت‌ها ۴) فقط در پروکاریوت‌ها ـ در یوکاریوت‌ها و پروکاریوت‌ها

۱۷۰- در شروع پروتئین‌سازی، قبل از اتصال بخش بزرگ ریبوزوم به بخش کوچک، ..... (سنجش ۸۱)

۱) اولین پیوند پپتیدی برقرار شده است. ۲) دومین ضد رمز در جایگاه A قرار دارد.

۳) در جایگاه A پیوند هیدروژنی وجود ندارد. ۴) اولین tRNA جایگاه خود را ترک کرده است.

۱۷۱- در جریان ترجمه، اولین آنتی‌کدون همواره ..... است و وارد جایگاه ..... ریبوزوم می‌شود. (آموزش و پرورش تهران ۸۳)

۱) P-AUG ۲) P-UAC ۳) A-UAC ۴) A-AUG

۱۷۲- می‌توان گفت در انواع مختلف tRNAهای یک سلول .....، قطعاً متفاوت است.

۱) توالی جایگاه اتصال آمینواسید ۲) نوع آمینواسید متصل به آن‌ها ۳) توالی آنتی‌کدون ۴) شکل ساختار سه‌بعدی

۱۷۳- چه نسبتی از رمزهای وراثتی DNA ، دارای باز آلی T هستند؟

۱) $\frac{۳۷}{۶۴}$ ۲) $\frac{۲۷}{۶۴}$ ۳) $\frac{۲۵}{۶۱}$ ۴) $\frac{۳۵}{۶۱}$

۱۷۴- مولکول mRNA با این ترتیب (..... ...UCUCUCU) ساخته می‌شود. با توجه به این‌که این مولکول در شرایط مناسب برای ساختن پروتئین در لوله‌ی آزمایش قرار می‌گیرد، حکم صحیح را انتخاب کنید. (سراسری ۶۸)

۱) یک نوع زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی ساخته می‌شود که در آن سه آمینواسید وجود دارد.

۲) دو نوع زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی ساخته می‌شود که هر کدام دارای یک آمینواسید است.

۳) دو نوع زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی ساخته می‌شود که هر کدام دارای سه آمینواسید است.

۴) یک نوع زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی ساخته می‌شود که در آن دو آمینواسید به صورت یکی در میان قرار دارد.

۱۷۵- در استرپتوکوکوس نومونیا، تنظیم بیان ژن در کدام سطح صورت می‌گیرد؟

۱) ترجمه ۲) همانندسازی ۳) فقط در شروع رونویسی ۴) اغلب در هنگام رونویسی

۱۷۶- تنوع کدام‌یک در تمام انواع سلول‌های بدنی (دارای هسته) یک انسان، یکسان نیست؟

۱) ژن‌ها ۲) tRNAها ۳) mRNA ها ۴) RNA پلی‌مرازها

۱۷۷- جهش جانشینی، که باعث تبدیل ..... شود، در بیان ژن تأثیر خواهد داشت.

۱) UGU به UGC ۲) UUU به UUC ۳) UAA به UGA ۴) UUU به CUU

۱۷۸- در اپران لک، پس از اتصال آلولاکتوز به پروتئین تنظیم‌کننده، ..... (سراسری ۸۳)

۱) سه مولکول RNA ساخته می‌شود. ۲) یک مولکول RNA ساخته می‌شود.

۳) مهارکننده بر روی اپراتور قرار می‌گیرد. ۴) مسیر حرکت RNA پلی‌مراز مسدود می‌شود.

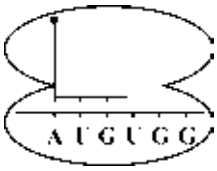
۱۷۹- در صورت جلوگیری از عمل ویرایشی آنزیم DNA پلی‌مراز، احتمال وقوع کدام نوع جهش در حین همانندسازی افزایش می‌یابد؟

۱) کاهشی ۲) جانشینی ۳) افزایشی ۴) مضاعف شدن

۱۸۰- کدام، ساختار غیر پروتئینی دارد؟ (سراسری ۸۱ با تغییر)

۱) اپراتور ۲) گلوکاگون ۳) مهارکننده‌ی لک ۴) DNA پلی‌مراز

۱۸۱- شکل مقابل مربوط به کدام‌یک از مراحل ترجمه است؟



۱) ادامه‌ی ترجمه ۲) شروع مرحله‌ی آغاز ترجمه

۳) پایان مرحله‌ی آغاز ترجمه ۴) آغاز مرحله‌ی پایان ترجمه

۱۸۲- در تریکودینا، رونویسی ژن‌های ..... توسط ..... انجام نمی‌شود.

۱) عوامل رونویسی ـ RNA پلی‌مراز I ۲) پروتئین‌های ریبوزومی ـ RNA پلی‌مراز II

۳) RNA های کوچک ـ RNA پلی‌مراز II ۴) مولکول‌های ناقل متیونین ـ RNA پلی‌مراز III

۱۸۳- «اینترون» چیست؟

۱) ناحیه‌ای از ژن که از روی آن رونویسی نمی‌شود. ۲) بخشی از DNA است که رونوشت آن از RNA اولیه حذف می‌شود.

۳) بخشی از mRNAی بالغ که به پروتئین ترجمه می‌شود. ۴) بخشی از ژن که رونوشت آن به پروتئین ترجمه می‌شود.

۱۸۴- tRNA مربوط به رمز دوم، چه زمانی وارد جایگاه A می‌شود؟

۱) پس از خروج tRNA اول از ریبوزوم ۲) پس از اتصال آمینواسید اول به آمینواسید دوم

۳) بلافاصله پس از ورود tRNA آغازگر به جایگاه P ۴) پس از ملحق شدن بخش بزرگ به بخش کوچک ریبوزوم

۱۸۵- ژن EcoRI، ..... ژن مهارکننده‌ی لک، توسط آنزیم RNA پلی‌مرازِ ..... رونویسی می‌شود.

۱) همانند ـ II ۲) برخلاف ـ II ۳) همانند ـ پروکاریوتی ۴) برخلاف ـ پروکاریوتی

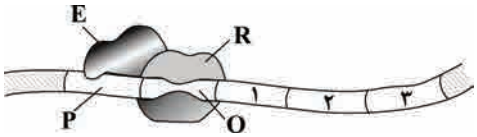
۱۸۶- آنزیمی که اتصال آمینواسیدها را هنگام ترجمه کاتالیز می‌کند، توسط کدام رونویسی می‌شود؟

۱) RNA پلی‌مراز I و II ۲) RNA پلی‌مراز I ۳) RNA پلی‌مراز II ۴) RNA پلی‌مراز III

۱۸۷- در ساخت یک زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی، اگر تعداد آنتی‌کدون‌هایی که به جایگاه P ریبوزوم وارد می‌شوند را با P و تعداد آنتی‌کدون‌هایی که به جایگاه A ریبوزوم وارد می‌شوند را با A نمایش دهیم، کدام رابطه‌ی زیر صحیح است؟

۱) $A = P$ ۲) $P - A = ۱$ ۳) $A - P = ۱$ ۴) $A - P = ۲$

۱۸۸- اگر شکل زیر طرحی از یک اُپران لک خاموش باشد، عامل تنظیم‌کننده برای روشن کردن اُپران به کدام بخش متصل می‌گردد؟



۱) O

۲) R

۳) P

۴) E

۱۸۹- اگر در یک رشته‌ی DNA، همه‌ی نوکلئوتیدها آدنین‌دار باشند و از این رشته در پروتئین‌سازی استفاده شده باشد، کدام آمینواسید در ساختار این پروتئین به کار می‌رود؟ (آموزش و پرورش تهران ۸۱)

۱) والین ۲) آلانین ۳) آرژینین ۴) فنیل‌آلانین

۱۹۰- کدام جهش در مولکول DNA، موجب پایان زودرس پروتئین‌سازی می‌شود؟ (UUG، کدون لوسین و AAG، کدون لیزین است.)

۱) $TTC \rightarrow ATC$ ۲) $ATC \rightarrow TTC$ ۳) $ATT \rightarrow ATC$ ۴) $ATC \rightarrow AAC$

۱۹۱- نوروسپورا کراسا می‌تواند ..... بسازد. (سراسری ۹۱ خارج از کشور)

۱) مواد آلی مورد نیاز خود را از ترکیبات غیر آلی ۲) با ادغام هسته‌های هاپلوئیدی، زیگوت

۳) با تقسیم زیگوت، سلول‌های دیپلوئیدی ۴) پروتئین و RNA را در یک مکان

۱۹۲- واحدهای تشکیل‌دهنده‌ی «مهارکننده» کدام است؟

۱) آمینواسید ۲) مونوساکارید ۳) ریبونوکلئوتید ۴) دئوکسی ریبونوکلئوتید

۱۹۳- اگر RNA از روی هر ۲ رشته‌ی DNA در یک منطقه رونویسی شود، RNAهای حاصل:

۱) غیریکسان و مکمل‌اند. ۲) یکسان و غیرمکمل‌اند. ۳) یکسان و مکمل‌اند. ۴) غیریکسان و غیرمکمل‌اند.

۱۹۴- در هنگام ترجمه‌ی mRNA زیر، هرگاه (GGC) به عنوان یک آنتی‌کدون در جایگاه A ریبوزوم قرار گرفته باشد، کدام کدون در جایگاه P قرار دارد؟

جهت ترجمه ⟵

.....AUGCCGGGCUAC.....

۱) UAC ۲) GGC ۳) AUG ۴) CCG (سراسری ۸۰)

۱۹۵- «کدون آغاز»، ابتدا به کدام جایگاه ریبوزوم وارد و سپس از کدام جایگاه خارج می‌شود؟

۱) A - P ۲) P - A ۳) P - P ۴) A - A

۱۹۶- در آزمایش نیرنبرگ، اگر به جای RNAیی که دارای توالی ...UUU باشد از RNAیی که دارای دو نوع نوکلئوتید باشد استفاده کنیم، در پروتئین حاصل، حداکثر چند نوع آمینواسید انتظار می‌رود؟ (المپیاد ۷۸)

۱) ۲ ۲) ۶ ۳) ۴ ۴) ۸

۱۹۷- برای ساخت کدام ترکیب زیر در سلول پوست انسان، ژنی وجود ندارد؟

۱) مهارکننده ۲) tRNA ۳) کراتین ۴) پروتئین فعال‌کننده‌ی رونویسی

۱۹۸- از رشته‌ی DNAی طبیعی مقابل، پس از ایجاد جهش، mRNAی نمایش داده شده رونویسی شده است. کدام نوع جهش جانشینی در DNA اولیه اتفاق افتاده است؟

رشته‌ی DNA طبیعی TCGCCGAGTC

mRNAی رونویسی شده پس از جهش AGCGGUUCAG

۱) A به جای G قرار گرفته است. ۲) T به جای A قرار گرفته است. ۳) U به جای C قرار گرفته است. ۴) G به جای A قرار گرفته است.

۱۹۹- عوامل محیطی، بیش‌تر با تأثیر بر کدام‌یک، در تنظیم بیان اپران‌ها نقش دارند؟ (سراسری ۷۸)

۱) اپراتور ۲) ژن ساختاری ۳) عامل تنظیم‌کننده ۴) غلظت پروتئین تنظیم‌کننده

۲۰۰- در باکتری‌ها برای ساختن RNA پلی‌مراز، از کدام رونویسی می‌شود؟

۱) اپراتور ۲) راه‌انداز ۳) ژن تنظیم‌کننده ۴) ژن ساختاری

۲۰۱- مونومر سازنده‌ی کدام‌یک از عواملی که در رونویسی نقش دارند، با سایرین متفاوت است؟ (سراسری ۸۲)

۱) فعال‌کننده ۲) توالی افزاینده ۳) عامل رونویسی ۴) RNA پلی‌مراز

۲۰۲- چند مورد از موارد زیر در همه‌ی سلول‌ها صادق است؟

الف) رونوشت جایگاه آغاز و پایان رونویسی، در mRNA وجود دارد.

ب) تفاوت اساسی tRNA ها، در جایگاه اتصال آمینواسید به آن‌هاست.

ج) در نتیجه‌ی حذف رونوشت اینترون‌ها همه‌ی mRNA های اولیه کوتاه‌تر می‌شوند.

د) RNA های کوچک توسط RNA پلی‌مراز I و II رونویسی می‌شوند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۰۳- می‌توان گفت در صورت حذف اپراتور از اپران لک:

۱) تولید پروتئین تنظیم‌کننده متوقف می‌شود. ۲) آنزیم‌های مربوط به تجزیه‌ی لاکتوز ساخته می‌شوند.

۳) باکتری توانایی استفاده از قند لاکتوز را از دست می‌دهد. ۴) RNA پلی‌مراز توانایی اتصال خود را به راه‌انداز از دست می‌دهد.

۲۰۴- به دنبال اتصال آلولاکتوز به پروتئین مهارکننده‌ی اپران لک در اِ. کلای، «شدت جذب» و «هیدرولیز» لاکتوز به ترتیب چه تغییری می‌کند؟

۱) افزایش ـ کاهش ۲) کاهش ـ کاهش ۳) کاهش ـ افزایش ۴) افزایش ـ افزایش

۲۰۵- اگر در بخشی از مولکول DNA ، باز آلی آدنین نباشد، در این بخش حداکثر چند رمز مربوط به آمینواسیدها وجود دارد؟

۱) ۸ ۲) ۲۷ ۳) ۶ ۴) ۹

۲۰۶- کدام‌یک از وقایع زیر در حین ترجمه، دیرتر به وقوع می‌پیوندد؟

۱) ورود tRNAی آغازگر به جایگاه P ۲) شکسته شدن پیوند بین متیونین و tRNAی آغازگر

۳) اتصال بخش بزرگ ریبوزوم به بخش کوچک ۴) ورود tRNAی حامل دومین آمینواسید به جایگاه A

۲۰۷- اگر توالی نوکلئوتیدی یکی از رشته‌های DNA به صورت GGCTACGT باشد، RNA پیکی که از روی رشته‌ی مقابل آن رونویسی می‌شود، کدام است؟

۱) CCGAUGCA ۲) GGCUACGU ۳) GGCAUCGA ۴) CCGUAGCU

۲۰۸- در انسان بالغ، ژن رمزگردان اریتروپویتین، در سلول‌های ..... فعال است. (سنجش ۸۵)

۱) کبد و کلیه ۲) تمایز یافته‌ی مغز استخوان ۳) گلبول قرمز ۴) بنیادی مغز استخوان

۲۰۹- قسمت‌هایی از DNA، که توسط آنزیم RNA پلی‌مراز ..... رونویسی می‌شوند و سپس توسط ریبوزوم ترجمه می‌شوند، ..... نام دارند. (سنجش ۸۳)

۱) I ـ اگزون ۲) II ـ اگزون ۳) I ـ اینترون ۴) II ـ اینترون

۲۱۰- در ساخت یک زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی، اگر تعداد کدون‌هایی که به جایگاه A وارد می‌شوند را با A و تعداد کدون‌هایی که در جایگاه p ریبوزوم قرار می‌گیرند را با p نمایش دهیم، کدام رابطه‌ی زیر صحیح است؟

۱) A = P ۲) P - A = ۱ ۳) A - P = ۱ ۴) A - P = ۲

۲۱۱- کدام جهش در مولکول DNA، ساختار پروتئین حاصل را تغییر می‌دهد؟ (UUC، کدون فنیل‌آلانین و AUC، کدون ایزولوسین است.)

۱) ACT → ATT ۲) ACA → ACG ۳) TAC → TAG ۴) AAA → AAG

۲۱۲- در صورتی که در هنگام ترجمه‌ی یک mRNA، با ۱۰۰ جابه‌جایی ریبوزوم و mRNA نسبت به یک‌دیگر، ریبوزوم به رمز پایان رسیده باشد، زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی حاصل از ترجمه‌ی این mRNA دارای چند آمینواسید است؟

۱) ۱۰۰ ۲) ۱۰۱ ۳) ۱۰۲ ۴) ۹۹

۲۱۳- تنظیم بیان ژن در سطح رونویسی، در پروکاریوت‌ها در ..... و در یوکاریوت‌ها در ..... صورت می‌گیرد.

۱) هسته ـ هسته ۲) هسته ـ سیتوپلاسم ۳) سیتوپلاسم ـ سیتوپلاسم ۴) سیتوپلاسم ـ هسته

۲۱۴- اگر یک mRNA دارای توالی ..... UAAUAAUAA، در لوله‌ی آزمایشگاه و در شرایط مناسب برای پروتئین‌سازی قرار گیرد، کدام‌یک در مورد زنجیره یا زنجیره‌های پلی‌پپتیدی حاصل صحیح است؟

۱) دو نوع زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی حاصل می‌شود که یک نوع آمینواسید در آن‌ها وجود دارد.

۲) دو نوع زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی حاصل می‌شود که دو نوع آمینواسید در آن یک در میان وجود دارد.

۳) یک نوع زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی حاصل می‌شود که دو نوع آمینواسید در آن یک در میان وجود دارد.

۴) سه نوع زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی حاصل می‌شود که در آن دو نوع آمینواسید یک در میان قرار گرفته است.

۲۱۵- کدام‌یک از کدون‌های زیر، فقط در جایگاه A ریبوزوم وارد می‌شود؟

۱) AUG ۲) UCC ۳) UGA ۴) GUA

۲۱۶- با توجه به mRNA مقابل، پس از چند بار جابه‌جایی ریبوزوم، رمز فنیل‌آلانین وارد جایگاه A می‌شود؟

رمز آغاز

...AUG CCAGGUUAUUUUCGC...

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۲

۲۱۷- بخشی از یک ژن ساختاری دارای ۴۰۰ نوکلئوتید و ۳ اگزون و ۲ اینترون است. اگر هر یک از اینترون‌های این ژن ۵۰ نوکلئوتید داشته باشد، RNA ی بالغ چند نوکلئوتید خواهد داشت؟

۱) ۱۵۰ ۲) ۱۷۵ ۳) ۲۰۰ ۴) ۳۰۰

۲۱۸- اگر ویژگی‌های سه جهش‌یافته که جهش آن‌ها در مراحل متفاوت زنجیره‌ی سنتز آمینواسید متیونین بوده، به شرح زیر باشد:

جهش‌یافته‌ی ۱، رشد فقط در حضور متیونین ـ جهش‌یافته‌ی ۲، رشد در حضور متیونین، ترکیب A یا B ـ جهش‌یافته‌ی ۳، رشد در حضور متیونین، A، B یا C، مسیر سنتز متیونین کدام است؟ (سراسری ۶۸)

۱) متیونین → A → B → C ۲) متیونین → B → A → C ۳) متیونین → C → B → A ۴) هیچ کدام از مسیرها

۲۱۹- آنزیم RNA پلی‌مراز I در ..... ساخته می‌شود و در ..... فعالیت می‌کند. (آموزش و پرورش تهران ۸۳)

۱) هستک ـ هستک ۲) سیتوپلاسم ـ هستک ۳) سیتوپلاسم ـ سیتوپلاسم ۴) سیتوپلاسم ـ شیره‌ی هسته

۲۲۰- «جهش تغییر چهارچوب» می‌تواند باعث جابه‌جا شدن الگوی خواندن mRNA در ..... موضع شود، زیرا .....

۱) یک ـ ریبوزوم در هر حرکت به اندازه‌ی یک کدون جابه‌جا می‌شود.

۲) سه ـ ریبوزوم در هر حرکت به اندازه‌ی سه نوکلئوتید جابه‌جا می‌شود.

۳) یک یا دو ـ جهش‌های تغییر چهارچوب در اثر جانشین شدن یک یا دو نوکلئوتید ایجاد می‌شود.

۴) یک یا دو ـ کدون‌ها از سه نوکلئوتید تشکیل شده‌اند و ریبوزوم در هر حرکت به اندازه‌ی یک کدون جابه‌جا می‌شود.

۲۲۱- کدام گزینه در مورد «اپران لک» نادرست است؟

۱) راه‌انداز، محل اتصال آنزیم RNA پلی‌مراز است. ۲) اپراتور، محل اتصال پروتئین مهارکننده می‌باشد.

۳) در بین راه‌انداز و اپراتور، ژن‌های ساختاری دیده می‌شود. ۴) ژن تنظیم‌کننده، ساخت پروتئین مهارکننده را بر عهده دارد.

۲۲۲- یک عامل محیطی جهش‌زا بر روی محلی از رمزهای پیاپی مربوط به آمینواسیدها اثر می‌کند، ولی در زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی ساخته شده پس از جهش، هیچ آمینواسیدی تغییر نکرده است. در کدام حالت توجیه این پدیده غیرمحتمل است؟

۱) جابه‌جایی حرف سوم و اول یک رمز پیش آمده، ولی رمز آمینواسید همان رمز قبلی باقی‌مانده است.

۲) یکی از حروف رمز به حرف دیگری تبدیل شده، ولی رمز برای آن آمینواسید در نهایت ثابت مانده است.

۳) حرف آخر یک رمز با حرف اول رمز بعدی عوض شده، ولی هر دو رمز حاصل متعلق به همان آمینواسیدهای قبلی هستند.

۴) حذف یا افتادگی حرف آخر رمز پیش آمده، ولی به علت یکسان بودن حرف اول رمز بعدی با حرف آخر رمز مورد نظر، مشکلی پیش نیامده است.

۲۲۳- در هنگام همانندسازی ژنوم اِ. کلای، ..... همانندسازی نمی‌شود.

۱) راه‌انداز ۲) اپراتور ۳) مهارکننده ۴) ژن تنظیم‌کننده

۲۲۴- اریتروما‌یسین با مهار فرآیند ..... در سلول‌های .....، اثر خود را اعمال می‌کند.

۱) رونویسی ـ یوکاریوتی ۲) ترجمه ـ پروکاریوتی ۳) رونویسی ـ پروکاریوتی ۴) ترجمه ـ یوکاریوتی

۲۲۵- در هنگام ادامه‌ی ترجمه، کدون جدید ابتدا وارد جایگاه ..... ریبوزوم می‌شود و سپس از جایگاه ..... ریبوزوم خارج می‌شود.

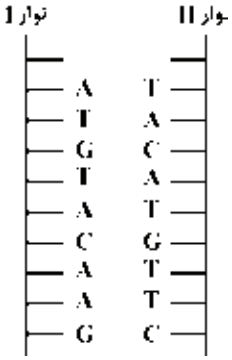
۱) P – P ۲) A – P ۳) P – A ۴) A – A

۲۲۶- قند به کار رفته در ساختار «رمز وراثتی» و «آنتی‌کدون» به ترتیب کدام است؟

۱) ریبوز ـ دئوکسی ریبوز ۲) دئوکسی ریبوز ـ ریبوز

۳) ریبوز ـ ریبوز ۴) دئوکسی ریبوز ـ دئوکسی ریبوز

۲۲۷- طرح مقابل قسمتی از ملکول DNA و چهار آمینواسید شکار شده به‌وسیله‌ی ملکول‌های tRNA را نشان می‌دهد. رمز کدام آمینواسید بر روی نوار I است؟ (سراسری ۷۲)



۱) متئونین U A C

۲) آرژینین U C U

۳) لیزین U U C

۴) لوسین A A U

۲۲۸- کدام نوع جهش در مولکول DNA ، باعث طویل‌تر شدن پروتئین ساخته شده می‌شود؟ (AAG، کدون لیزین و UUC کدون فنیل‌آلانین است.)

۱) ACA → ACG ۲) ATC → TTC ۳) ACT → ATT ۴) AAA → AAG

۲۲۹- ژن مربوط به RNA پلی‌مراز I ، در کدام‌یک از سلول‌های زیر رونویسی نمی‌شود؟

۱) سلول همراه ۲) سلول غربالی ۳) سلول کلانشیم ۴) سلول پارانشیم

۲۳۰- در نتیجه‌ی جهش ژنی، درmRNA، رمز GAA به رمز GUA تبدیل شده است، در این صورت تعداد کدام نوکلئوتیدها در ژن جهش‌یافته با ژن طبیعی برابر است؟

۱) C و G ۲) فقط A ۳) فقط T ۴) A، T، G و C

۲۳۱- چند مورد از اعمال زیر در حین رونویسی، مستقیماً توسط RNA پلی‌مراز یوکاریوتی انجام نمی‌شود؟

الف) شناسایی توالی راه‌انداز ژن و اتصال به آن

ب) شکستن پیوند هیدروژنی بین دو رشته‌ی DNA الگو

ج) تشکیل پیوند فسفودی‌استر بین مونومرهای RNA در حال ساخت

د) کمک به برقراری پیوند هیدروژنی بین ریبونوکلئوتیدها و دئوکسی ریبونوکلئوتیدها

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۳۲- نوعی هاگ جهش‌یافته‌ی نوروسپورا در محیط کشتی که با ترکیبات تیامین، ریبوفلاوین و نیاسین غنی شده است رشد می‌کند؛ در صورتی که این هاگ در محیط کشتی که با هر یک از ترکیبات فوق به تنهایی غنی شده است، رشد نمی‌کند. علت این پدیده چیست؟

۱) قطعاً در مسیر سنتز هر سه ترکیب جهش رخ داده است. ۲) هاگ جهت رشد به هیچ‌کدام از ترکیبات فوق نیاز ندارد.

۳) در مسیر سنتز هیچ‌یک از ترکیبات فوق جهشی رخ نداده است. ۴) حداقل در مسیر سنتز دو تا از ترکیبات فوق جهش رخ داده است.

۲۳۳- در کدام‌یک از شرایط زیر، اپران لک نمی‌تواند روشن باشد؟

۱) حذف بخشی از راه‌انداز ۲) حذف بخشی از اپراتور

۳) وجود لاکتوز در محیط کشت ۴) جهش تغییر چهارچوب در ژن تنظیم‌کننده

۲۳۴- درجریان‌ساخت یک پلی‌پپتید با ۱۰۰ آمینواسید، به‌ترتیب (از راست به چپ) چند آنتی‌کدون در جایگاه‌های P و A ریبوزوم قرار می‌گیرند؟

۱) ۹۹ ـ ۹۹ ۲) ۹۹ ـ ۱۰۰ ۳) ۱۰۰ ـ ۹۹ ۴) ۱۰۰ ـ ۱۰۰

۲۳۵- در فرایند ترجمه، به‌طور معمول، کدام‌یک درست است؟

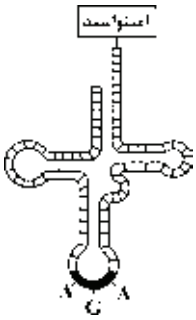
۱) هر کدونی که در جایگاه P قرار بگیرد، قبلاً در جایگاه A خوانده شده است.

۲) هر کدونی که در جایگاه P قرار بگیرد، حتماً از جایگاه A عبور کرده است.

۳) هر آنتی‌کدونی که در جایگاه A قرار بگیرد، حتماً به جایگاه P منتقل خواهد شد.

۴) هر tRNAیی که در جایگاه P قرار گرفته است، قبلاً در جایگاه A بوده است.

۲۳۶- با توجه به کدون‌هایی که در زیر داده شده‌اند، تعیین کنید، آمینواسید در شکل مقابل کدام است؟



کدون	آمینواسید
UCU	سرین
UGG	تریپتوفان
AGA	آرژینین
ACC	ترئونین

۱) سرین ۲) تریپتوفان ۳) آرژینین ۴) ترئونین

۲۳۷- در صورتی که در هنگام ترجمه‌ی کامل یک mRNA، x مولکول tRNA در جایگاه A ریبوزوم قرار گرفته باشد، چند پیوند پپتیدی در زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی حاصل وجود دارد؟

۱) x ۲) x-۲ ۳) x-۱ ۴) x+۱

۲۳۸- در اپران لک، به ترتیب چند جایگاه پایان رونویسی وجود دارد و چند رمز پایان از روی کل اپران رونویسی می‌شود؟

۱) ۳ و ۳ ۲) ۱ و ۳ ۳) ۱ و ۵ ۴) ۳ و ۱

۲۳۹- رابطه‌ی مکملی بین نوکلئوتیدها در کدام‌یک نقش ندارد؟

۱) رونویسی ۲) ویرایش

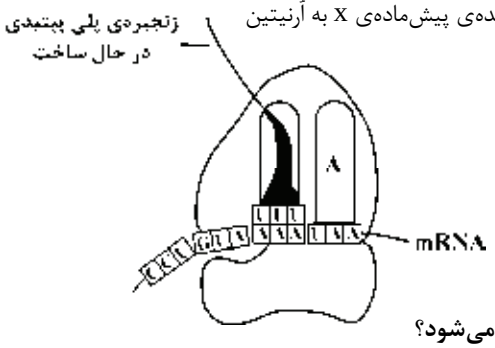
۳) ایجاد ساختار سه بعدی tRNA ۴) تشکیل حلقه در هنگام تنظیم بیان ژن یوکاریوتی

۲۴۰- در طی تکامل مسیر متابولیسمی سنتز آمینواسید آرژینین، کدام آنزیم احتمالاً زودتر از سایرین به وجود آمده است؟

۱) آنزیم تبدیل‌کننده‌ی سیترولین به آرژینین ۲) آنزیم تبدیل‌کننده‌ی اُرنیتین به سیترولین

۳) آنزیم تبدیل‌کننده‌ی اُرنیتین به آرژینین ۴) آنزیم تبدیل‌کننده‌ی پیش‌ماده‌ی x به اُرنیتین

۲۴۱- شکل مقابل، مرحله‌ای از فرایند ترجمه را نشان می‌دهد، کدام واقعه‌ی زیر، بلافاصله به دنبال این مرحله اتفاق می‌افتد؟



۱) جابه‌جایی ریبوزوم در طول mRNA

۲) ورود عامل پایان ترجمه به جایگاه A

۳) ورود tRNAی حامل آمینواسید جدید به جایگاه A

۴) شکسته شدن پیوند بین زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی و tRNA در جایگاه P

۲۴۲- در کدام‌یک از سلول‌های خونی انسان، تنظیم بیان ژن فقط در سطح ترجمه انجام می‌شود؟

۱) ماکروفاژ ۲) مونوسیت ۳) اریتروسیت ۴) لنفوسیت T

۲۴۳- جهشی که سه نوکلئوتید مجاور (دو حرف آخر یک رمز و حرف اول رمز بعدی) را حذف کند، معمولاً باعث .....

۱) تغییر چهارچوب و تغییر تعداد آمینواسیدها نمی‌شود. ۲) تغییر چهارچوب بدون تغییر تعداد آمینواسیدها می‌شود.

۳) تغییر چهارچوب و حذف حداقل یک آمینواسید می‌شود. ۴) تغییر چهارچوب نمی‌شود ولی از تعداد آمینواسیدها می‌کاهد.

۲۴۴- مونومرهای عامل مولد گال گیاهی، ..... مونومرهای ....., از طریق پیوندهای ..... به هم متصل‌اند.

۱) همانند ـ افزاینده ـ فسفودی استر ۲) برخلاف ـ فعال‌کننده ـ پپتیدی

۳) برخلاف ـ اپراتور ـ فسفودی استر ۴) همانند ـ EcoRI ـ پپتیدی

۲۴۵- جدا کردن دو رشته DNAی الگو در جریان رونویسی ژن انسولین، بر عهده‌ی کدام‌یک است؟

۱) هلیکاز ۲) RNA پلی‌مراز II ۳) عوامل رونویسی ۴) RNA پلی‌مراز I

۲۴۶- کدام‌یک در رابطه با رمز متیونین و رمزپایان ترجمه، صحیح است؟

۱) رمز متیونین فقط در جایگاه A و رمز پایان فقط در جایگاه P قرار می‌گیرد.

۲) رمز متیونین فقط در جایگاه P و رمز پایان فقط در جایگاه A قرار می‌گیرد.

۳) رمز متیونین در جایگاه‌های P و A و رمز پایان فقط در جایگاه A قرار می‌گیرد.

۴) رمز متیونین در جایگاه‌های P و A و رمز پایان فقط در جایگاه P قرار می‌گیرد.

۲۴۷- چه نسبتی از کدون‌ها، دارای سه نوکلئوتید متفاوت هستند؟

۱) $\frac{۳}{۸}$ ۲) $\frac{۹}{۱۶}$ ۳) $\frac{۲۷}{۶۴}$ ۴) $\frac{۳۷}{۶۴}$

۲۴۸- «توالی آنتی‌کدون» و «جایگاه پذیرنده‌ی آمینواسید» در tRNAی آغازگر، به ترتیب (از راست به چپ) کدام است؟

۱) CCA-AUG ۲) CCA-UAC ۳) AUG-CCA ۴) UAC-CCA

۲۴۹- در انسان به ترتیب ژن و mRNAی مربوط به گلوکاگون در کدام‌یک یافت می‌شوند؟

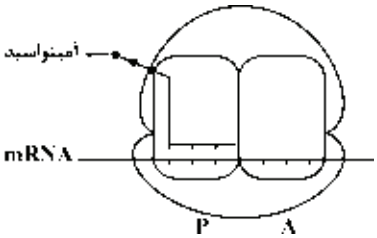
۱) تمام سلول‌های هسته‌دار بدن ـ تمام سلول‌های هسته‌دار بدن ۲) تمام سلول‌های هسته‌دار بدن ـ سلول‌های مولد گلوکاگون

۳) سلول‌های مولد گلوکاگون ـ تمام سلول‌های هسته‌دار بدن ۴) سلول‌های مولد گلوکاگون ـ سلول‌های مولد گلوکاگون

۲۵۰- در یک گیاه، هر چه یک سلول تمایزیافته‌تر باشد، نسبت به سلول‌های مریستمی .....

۱) تعداد ژن‌های کم‌تری دارد. ۲) انواع mRNA یکسانی دارد. ۳) تعداد ژن‌های بیش‌تری دارد. ۴) انواع mRNA متفاوتی دارد.

۲۵۱- طرح مقابل مرحله‌ی ادامه‌ی پروتئین‌سازی را نشان می‌دهد. ریبوزوم با چند جابه‌جایی به این مرحله رسیده است؟



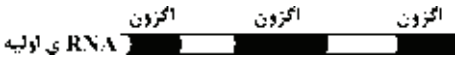
۱) ۴

۲) ۵

۳) ۲

۴) ۳

۲۵۲- در جریان تبدیل RNAی اولیه‌ی مقابل به RNAی بالغ، طی پدیده‌ی کوتاه شدن، به‌ترتیب (از راست به چپ) چند پیوند فسفودی‌استر شکسته و تشکیل می‌شود؟



۱) ۸ ـ ۴ ۲) ۴ ـ ۴ ۳) ۴ ـ ۲ ۴) ۲ ـ ۲

۲۵۳- به طور طبیعی، ژن رمزگردان کدام‌یک در ژنوم انسان یافت نمی‌شود؟

۱) کاتالاز ۲) استروژن ۳) فاکتور داخلی معده ۴) پروترومبین

۲۵۴- ژنوتیپ سالم و جهش‌یافته در یک کپک نوروسپورا به ترتیب کدام است؟ (M الل سالم و N الل جهش‌یافته است.)

۱) N-MM ۲) NN-M ۳) N-M ۴) NN-MM

۲۵۵- در صورتی که نسبت $\frac{A}{U}$ در نوعی mRNAی پروکاریوتی $\frac{۱}{۲}$ باشد، نسبت $\frac{C}{G}$ در ژن ساختاری آن چه‌قدر است؟

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۱}{۱}$ ۳) $\frac{۲}{۱}$ ۴) $\frac{۱}{۴}$

۲۵۶- در مسیر تجزیه‌ی لاکتوز توسط اِ. کلای، به ترتیب کدام‌یک از ترکیبات زیر قبل از روشن شدن اپران لک و کدام‌یک، پس از روشن شدن اپران تولید می‌شود؟

۱) گلوکز ـ آلولاکتوز ۲) گلوکز ـ گالاکتوز ۳) آلولاکتوز ـ گالاکتوز ۴) گالاکتوز ـ آلولاکتوز

۲۵۷- با توجه به مسیر متابولیسمی زیر، جهش در ژن‌های (۱) و (۳) به ترتیب باعث کدام‌یک از موارد زیر می‌شود؟

ژن ۱ ژن ۲ ژن ۳

↓ ↓ ↓

فنیل‌آلانین $\xrightarrow{\text{آنزیم ۱}}$ تیروزین $\xrightarrow{\text{آنزیم ۲}}$ هموجنتیسیک اسید $\xrightarrow{\text{آنزیم ۳}}$ مواد ساده‌تر

۱) سیاه شدن رنگ ادرار در مجاورت هوا ـ عقب‌ماندگی ذهنی ۲) داسی شدن گلبول‌های قرمز ـ عقب‌ماندگی ذهنی

۳) عقب‌ماندگی ذهنی ـ سیاه شدن رنگ ادرار در مجاورت هوا ۴) داسی شدن گلبول‌های قرمز ـ سیاه شدن رنگ ادرار در مجاورت هوا

۲۵۸- از ژن مربوط به DNA پلی‌مراز هسته‌ای، در ..... انسان رونویسی نمی‌شود.

۱) نورون ۲) زیگوت ۳) لنفوسیت T ۴) سلول پوششی روده

۲۵۹- در تریکودینا، به ترتیب کدام آنزیم‌ها تشکیل پیوند فسفودی‌استر بین مونومرهای «توالی افزاینده» و «توالی آنتی‌کدون‌ها» را بر عهده دارند؟

۱) DNA پلی‌مراز ـ RNA پلی‌مراز II
۲) DNA پلی‌مراز ـ RNA پلی‌مراز III
۳) RNA پلی‌مراز II ـ RNA پلی‌مراز III
۴) DNA پلی‌مراز ـ RNA پلی‌مراز پروکاریوتی

۲۶۰- جهش در کدام‌یک از قسمت‌های یک ژن، می‌تواند اثرات منفی کم‌تری داشته باشد؟

۱) راه‌انداز ۲) اگزون ۳) اینترون ۴) جایگاه پایان رونویسی

۲۶۱- اگر آنتی‌کدون گلیسین CCU باشد، رمز گلیسین بر روی DNA کدام است؟

۱) GGA ۲) GGT ۳) CCA ۴) CCT

۲۶۲- در منطقه‌ی قابل ترجمه‌ی mRNAی مربوط به پروتئینی با ۱۵۰ آمینواسید، چه تعداد پیوند فسفودی‌استر وجود دارد؟

۱) ۴۴۹ ۲) ۴۵۰ ۳) ۴۵۲ ۴) ۱۴۹

۲۶۳- «RNA پیک لک» که از روی اپران لک رونویسی می‌شود، به ترتیب (از راست به چپ) دارای چند کدون شروع و پایان ترجمه است؟

۱) ۱ ـ ۱ ۲) ۲ ـ ۳ ۳) ۳ ـ ۳ ۴) ۳ ـ ۲

۲۶۴- آنزیم RNA پلی‌مراز در اِ. کلای، در ..... ساخته می‌شود و در ..... فعالیت می‌کند.

۱) هسته ـ هسته ۲) هسته ـ سیتوپلاسم ۳) سیتوپلاسم ـ هسته ۴) سیتوپلاسم ـ سیتوپلاسم

۲۶۵- در حین ترجمه، tRNAی مربوط به دومین آمینواسید از کدام جایگاه وارد ریبوزوم و از کدام جایگاه از ریبوزوم خارج می‌شود؟

۱) P-A ۲) A-A ۳) A-P ۴) P-P

۲۶۶- در قطعه‌ای از مولکول DNA که از آن نوعی rRNA رونویسی می‌شود، ۲۰۰ جفت نوکلئوتید وجود دارد که ۲۰٪ آن دارای باز آلی G است، چه تعداد پیوند هیدروژنی مکملی در این مولکول DNA وجود دارد؟ (بین G و C، سه پیوند هیدروژنی و بین A و T، دو پیوند هیدروژنی وجود دارد.)

۱) ۲۴۰ ۲) ۴۸۰ ۳) ۵۲۰ ۴) ۲۶۰

۲۶۷- در یکی از ژن‌های گسسته‌ی انسانی ۵ اگزون وجود دارد، در جریان تبدیل RNA اولیه به RNA بالغ طی پدیده‌ی کوتاه شدن، به ترتیب (از چپ به راست) چند پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدها شکسته و چند پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شود؟

۱) ۵ ـ ۵ ۲) ۱۰ ـ ۵ ۳) ۸ ـ ۴ ۴) ۴ ـ ۴

۲۶۸- چه نسبتی از کدون‌ها، فاقد بازهای آلی C و G هستند؟

۱) $\frac{۲۷}{۶۴}$ ۲) $\frac{۲۵}{۶۴}$ ۳) $\frac{۱}{۸}$ ۴) $\frac{۲۶}{۶۴}$

۲۶۹- واحدهای ساختمانی «فعال‌کننده» و «توالی افزاینده» به ترتیب کدام است؟

۱) آمینواسید ـ آمینواسید
۲) آمینواسید ـ دئوکسی ریبونوکلئوتید
۳) دئوکسی ریبونوکلئوتید ـ آمینواسید
۴) ریبونوکلئوتید ـ آمینواسید

۲۷۰- DNA در کدام‌یک از موارد نامبرده، مستقیماً به عنوان الگو قرار نمی‌گیرد و نقش غیرمستقیم دارد؟

۱) ساخته شدن tRNA
۲) ساخته شدن mRNA
۳) همانندسازی سلول‌های دختر
۴) اتصال آمینواسیدها به انتهای tRNA

۲۷۱- در باکتری، جنس «RNA پلی‌مراز» و «مهارکننده» به ترتیب چیست؟ (سراسری ۷۲)

۱) پروتئین ـ پروتئین ۲) اسید نوکلئیک ـ پروتئین ۳) پروتئین ـ اسید نوکلئیک ۴) اسید نوکلئیک ـ اسید نوکلئیک

۲۷۲- چه تعدادی از کدون‌ها، فاقد باز آلی A هستند؟

۱) ۹ ۲) ۲۷ ۳) ۴۶ ۴) ۶۴

۲۷۳- در صورتی که قطعه‌ی مقابل که بخشی از یک mRNA است، به صورت نشان داده شده ترجمه شود، چند نوع آمینواسید در حاصل ترجمه مشاهده می‌شود؟

...AUG , UUU , UGU , UUU , UGC , UAA

۱) ۶ ۲) ۵ ۳) ۲ ۴) ۳

۲۷۴- تعداد کدون‌هایی که فقط بازهای پیریمیدینی دارند، چند عدد است؟

۱) ۸ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۱

۲۷۵- افراد مبتلا به آلکاپتونوریا، با افراد سالم در کدام مورد شباهت دارند؟

۱) ژنوتیپ ۲) فنوتیپ ۳) مواد موجود در ادرار ۴) توانایی تولید هموجنتیسیک اسید

۲۷۶- یک mRNA بالغ، ۱۵۰ نوکلئوتید دارد. اگر ۲۷ نوکلئوتید میانی آن حذف شود، پروتئین حاصل به غیر از متیونین اولی، چند آمینواسید دارد؟ (سنجش ۸۱)

۱) ۲۳ ۲) ۳۹ ۳) ۴۰ ۴) ۴۱

۲۷۷- کدام گزینه در مورد یوکاریوت‌ها صادق نمی‌باشد؟ (سنجش ۸۲)

۱) فاقد اپران هستند. ۲) کروماتین فقط از DNA تشکیل نشده است.

۳) رونویسی و ترجمه پدیده‌های مجزا هستند. ۴) دارای اپراتور هستند.

۲۷۸- بیدل و تیتوم جهش‌های مربوط به ژن‌های کنترل‌کننده‌ی ساخت ..... را مورد بررسی قرار ندادند.

۱) سیستئین ۲) ریبوفلاوین ۳) تیامین ۴) کلسترول

۲۷۹- کدام‌یک از انواع RNA پلی‌مرازها در محل هستک فعالیت می‌کنند؟

۱) I ۲) II ۳) I و II ۴) II و III

۲۸۰- مونومرهای اپراتور در ..... سلول و توسط پیوند ..... به یک‌دیگر متصل شده‌اند.

۱) سیتوپلاسم ـ پپتیدی ۲) سیتوپلاسم ـ فسفودی استر ۳) هسته‌ی ـ فسفودی استر ۴) هسته‌ی ـ پپتیدی

۲۸۱- در یوکاریوت‌ها، محل سنتز و محل فعالیت DNA پلی‌مراز کجاست؟

۱) هسته ـ هسته ۲) شبکه‌ی آندوپلاسمی زبر ـ هسته

۳) سیتوسُل ـ هسته و برخی اندامک‌ها ۴) شبکه‌ی آندوپلاسمی زبر ـ هسته و برخی اندامک‌ها

۲۸۲- اگر با توجه به چهار حرف A، U، C و G، سه حرف به‌طور دلخواه انتخاب کنیم (حرف تکراری نیز مجاز است)، چه‌قدر احتمال دارد که کدون متیونین ساخته شود؟

۱) $\frac{۱}{۶۴}$ ۲) $\frac{۱}{۲۰}$ ۳) $\frac{۱}{۶۱}$ ۴) $\frac{۳}{۶۴}$

۲۸۳- محل انجام کدام‌یک از فرایندهای زیر در پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها مشابه است؟

۱) ترجمه ۲) رونویسی ۳) همانندسازی ۴) بالغ شدن RNA اولیه

۲۸۴- جهش در یک سلول، قطعاً بر کدام‌یک از خصوصیات سلول مؤثر است؟

۱) فنوتیپ ۲) ساختار ۳) عملکرد ۴) ژنوتیپ

۲۸۵- تفاوت سلول‌های تمایزیافته در بدن یک فرد، در کدام مورد است؟

۱) ژنوتیپ ۲) مکانیسم ترجمه ۳) انواع mRNA ها ۴) انواع RNA های ناقل

۲۸۶- سلولی حاوی نوکلئوتیدهای A ، U ، C و G می‌باشد. در بین انواع رمزهای ممکن، نسبت فراوانی رمزهای سیتوزین‌دار چه‌قدر است؟ (سنجش ۸۴)

۱) $\frac{۹}{۳۲}$ ۲) $\frac{۲۷}{۶۴}$ ۳) $\frac{۱۵}{۳۲}$ ۴) $\frac{۳۷}{۶۴}$

۲۸۷- کدام نادرست است؟ توالی ATT، ..... (سنجش ۸۴)

۱) فقط در DNA، دارای مکمل است. ۲) می‌تواند برای ساخت یک آنتی‌کدون، الگو قرار بگیرد.

۳) ممکن است الگویی برای ساخته شدن یک کدون باشد. ۴) در ساختار هیچ RNAیی نمی‌تواند وجود داشته باشد.

۲۸۸- در بین موارد زیر، چند مورد وجود دارد که مستقیم یا غیرمستقیم در تنظیم بیان اپران شرکت می‌کند؟

□ ژن ساختاری □ پروتئین تنظیم‌کننده □ عوامل تنظیمی □ راه‌انداز

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۸۹- در مورد رونویسی از ژنوم اصلی سلول، کدام گزینه صحیح است؟ (سنجش ۸۳)

۱) در سلول پروکاریوتی، درون هسته صورت می‌گیرد. ۲) در سلول یوکاریوتی، درون هسته صورت می‌گیرد.

۳) در سلول یوکاریوتی، درون سیتوسل صورت می‌گیرد. ۴) در سلول پروکاریوتی، درون هستک صورت می‌گیرد.

۲۹۰- مونومرهای سازنده‌ی کدام، متفاوت با سایرین است؟ (سنجش ۸۳)

۱) RNA پیک ۲) RNA ناقل ۳) RNA پلی‌مراز ۴) RNA ریبوزومی

۲۹۱- چه نسبتی از رمزهای DNA، دارای نوکلئوتید تکراری هستند؟

۱) $\frac{۹}{۱۶}$ ۲) $\frac{۳}{۱۶}$ ۳) $\frac{۱}{۴}$ ۴) $\frac{۵}{۸}$

۲۹۲- کدام آنزیم در انسان، قادر است توالی الگوی سازنده‌ی مربوط به خودش را رونویسی کند؟

۱) RNA پلی‌مراز I ۲) RNA پلی‌مراز II ۳) RNA پلی‌مراز III ۴) RNA پلی‌مراز II و III

۲۹۳- به‌طور معمول توالی CCA در tRNA .....

۱) نمی‌تواند در mRNA، کدون داشته باشد. ۲) ممکن است در جایگاه پذیرنده‌ی آمینواسید باشد.

۳) می‌تواند به عنوان یک آنتی کدون باشد. ۴) از توالی GGU رونویسی شده است.

۲۹۴- چه نسبتی از رمزهای DNA، بیش از یک نوکلئوتید T دارند؟

۱) $\frac{۱}{۱۶}$ ۲) $\frac{۳}{۶۴}$ ۳) $\frac{۵}{۳۲}$ ۴) $\frac{۹}{۶۴}$

۲۹۵- در ادرار افراد مبتلا به آلکاپتونوریا، کدام دسته از موارد زیر وجود ندارند؟

A همجوشتیسیک اسید **B** آنزیم تجزیه‌کننده‌ی همجوشتیسیک اسید **C** مواد حاصل از تجزیه‌ی همجوشتیسیک اسید

۱) A ۲) B و C ۳) A و C ۴) A و B

۲۹۶- tRNAی دارای آنتی‌کدون UAC، ..... (سنجش ۸۴)

۱) قطعاً ویژه‌ی حمل آمینواسید متیونین است. ۲) قطعاً در بعضی سلول‌های زنده وجود ندارد.

۳) همیشه به جایگاه P ریبوزوم وارد و از همان جا هم خارج می‌شود. ۴) همیشه به جایگاه A ریبوزوم وارد و از جایگاه P خارج می‌شود.

۲۹۷- اگر ۱۰۰ نوع آمینواسید موجود در طبیعت در ساختار پروتئین به کار می‌رفت، کلید رمز DNA حداقل چند حرفی بود؟

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۳ ۴) ۶

۲۹۸- هنگام ترجمه‌ی mRNA مقابل، دومین آنتی‌کدونی که در جایگاه A ریبوزوم قرار می‌گیرد، کدام است؟

جهت ترجمه ⟶

CCUUUAAUGGCCUACGGCAUCGC

۱) UAC ۲) AAU ۳) CGG ۴) AUG

۲۹۹- در صورتی که ریبوزوم هنگام ترجمه‌ی کامل، n بار حرکت کند، پلی‌پپتید حاصل چند پیوند پپتیدی خواهد داشت؟

۱) n -۱ ۲) n ۳) n +۱ ۴) n +۲

۳۰۰- کدام عبارت در مورد استافیلوکوکوس اورئوس درست است؟ (سراسری ۹۳)

«در مرحله‌ی .....»

۱) اول رونویسی، آنزیم رونویسی‌کننده، نوکلئوتید مناسبی را برای جایگاه آغاز انتخاب می‌کند.

۲) دوم رونویسی، پیوند بین بازهای آلی دو رشته‌ی الگو و غیرالگوی DNA، گسسته می‌شود.

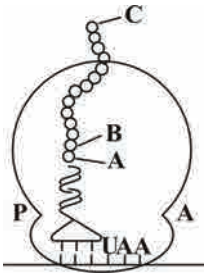
۳) ادامه‌ی ترجمه، با جابه‌جایی آخرین tRNA، کدون پایان به جایگاه A ریبوزوم منتقل می‌شود.

۴) آغاز ترجمه، پس از اتصال دو زیر واحد ریبوزوم به یک‌دیگر، tRNA ی آغازی با نخستین رمز جفت می‌شود.

۳۰۱- سلول‌های سوماتیک (غیرجنسی) انسان، در کدام مورد با یک‌دیگر تفاوت دارند؟ (سنجش ۸۳)

۱) عدد کروموزومی ۲) بیان ژن‌ها و فنوتیپ

۳) بیان ژن‌ها و ژنوتیپ ۴) وجود هیستون‌ها در هسته



۳۰۲- اگر در شکل مقابل، رشته‌ی A...C زنجیره‌ی پپتیدی در حال تشکیل بر روی ریبوزوم باشد، آمینواسید متیونین و آمینواسید انتهایی رشته، به ترتیب (از راست به چپ) عبارت‌اند از:

۱) C-A ۲) A-C

۳) C-B ۴) B-A

۳۰۳- در یک mRNA سه ژنی اشریشیا کلای، مجموعاً چند کدون AUG برای متیونین وجود دارد؟

۱) یک ۲) دو ۳) سه ۴) متعدد ولی نامشخص

۳۰۴- RNA بالغ یوکاریوتی در صورتی که در مقابل رشته‌ی الگوی DNA خود قرار گیرد:

۱) با برخی از مناطق مکمل نمی‌شود، که این مناطق همان اینترون‌ها هستند.

۲) با برخی از مناطق مکمل نمی‌شود، که این مناطق همان اگزون‌ها هستند.

۳) نه با اگزون‌ها مکمل می‌شود و نه با اینترون‌ها.

۴) با تمام توالی رشته‌ی DNA الگو، مکمل می‌شود.

۳۰۵- رونویسی ژن‌های مربوط به هیستون‌ها، توسط کدام نوع آنزیم صورت می‌گیرد؟

۱) RNA پلی‌مراز I ۲) RNA پلی‌مراز II ۳) RNA پلی‌مراز III ۴) RNA پلی‌مراز پروکاریوتی

۳۰۶- در استافیلوکوکوس اورئوس، بلافاصله پس از آن‌که ساختار ریبوزوم برای ترجمه کامل گردید، ..... (سراسری ۹۳ خارج از کشور)

۱) tRNA ی مربوط به رمز دوم، وارد جایگاه A می‌شود.
۲) پیوند بین متیونین و tRNA ی آغازگر گسسته می‌شود.
۳) tRNA ی آغازگر با کدون آغاز، رابطه‌ی مکملی برقرار می‌کند.
۴) پیوند پپتیدی بین متیونین و دومین آمینواسید ایجاد می‌شود.

۳۰۷- کدام‌یک در مورد «تریکودینا» صحیح نیست؟

۱) از باکتری‌ها تغذیه می‌کند.
۲) توسط مژک حرکت می‌کند.
۳) دارای سه نوع RNA پلی‌مراز است.
۴) ژن‌های آن به صورت اپرانی بیان و تنظیم می‌شوند.

۳۰۸- در همه‌ی باکتری‌های بیماری‌زا، ..... (سراسری ۹۳ خارج از کشور)

۱) ژنوم، متشکل از دو مولکول DNA ی حلقوی می‌باشد.
۲) هر RNA، از روی چند ژن مجاور رونویسی می‌شود.
۳) ژن‌های مجاور هم، توسط یک نوع آنزیم، رونویسی می‌شوند.
۴) هر ژن، در مجاورت بخش تنظیم‌کننده‌ی ویژه‌ی خود قرار می‌گیرد.

۳۰۹- در پانکراس انسان سالم و در باکتری که ژن انسولین در آن کلون شده است، رونویسی ژن انسولین به ترتیب در ..... و ..... صورت می‌گیرد. (سنجش ۸۳)

۱) هسته ـ هسته ۲) سیتوپلاسم ـ هسته ۳) هسته ـ سیتوپلاسم ۴) سیتوپلاسم ـ سیتوپلاسم

۳۱۰- کدام‌یک از موارد زیر در اصل، ناشی از بیان مختلف ژن‌ها نیست؟

۱) تفاوت شکل سلول‌های خونی با کبدی
۲) تفاوت فعالیت سلول‌های خونی با کبدی
۳) تفاوت سلول‌های جنینی با سلول‌های بالغ همان فرد
۴) تفاوت سلول‌های گیاهی با سلول‌های جانوری

۳۱۱- تغییر رنگ یک روباه قطبی در زمستان و تابستان نمونه‌ای از ..... است.

۱) اثر انتخاب طبیعی بر روی تغییر صفات یک فرد
۲) تغییر در ژنوتیپ یک فرد
۳) جهش در یک فرد
۴) تنظیم بیان ژن

۳۱۲- مونومرهای تشکیل‌دهنده‌ی RNA پلی‌مراز I توسط ..... در ..... به یک‌دیگر متصل می‌شوند. (آموزش و پرورش تهران ۸۲)

۱) ریبوزوم ـ هستک ۲) ریبوزوم ـ سیتوپلاسم ۳) RNA پلی‌مراز I ـ هستک ۴) RNA پلی‌مراز II ـ هسته

۳۱۳- کدام‌یک از اپران‌های زیر در باکتری اشریشیا کلای به‌طور یکنواخت فعالیت کرده و در نهایت محصولات متنوع‌تری را به وجود می‌آورد؟ (P= راه‌انداز، O= اپراتور، D,C,B,A= ژن‌های ساختاری)

۱) P A B C
۲) P O A B C D
۳) P O A
۴) P A

۳۱۴- کدام نادرست است؟

در اشریشیا کلای، ..... را داشته باشد.

۱) یک mRNA می‌تواند رمز ساخته شدن بیش از یک آنزیم
۲) بخش تنظیم‌کننده‌ی یک اپران لازم است توالی راه‌انداز و اپراتور
۳) DNA حلقوی کوچکی وجود دارد که می‌تواند ژن‌های کروموزوم اصلی
۴) یک اپران ممکن است بیش از یک ژن ساختاری

۳۱۵- مسیر مقابل، ساخت ماده‌ی ضروری D را از پیش‌ماده‌ی X، در یک سلول نشان می‌دهد. سلول پس از جهش برای رشد احتیاج به ماده‌ی B دارد. کدام‌یک در مورد این سلول قطعاً درست است؟

$$X \xrightarrow{1} A \xrightarrow{2} B \xrightarrow{3} C \xrightarrow{4} D$$

۱) آنزیم‌های ۳ و ۴ معیوب و ۱ و ۲ سالم‌اند.
۲) آنزیم ۲ معیوب و آنزیم‌های ۳ و ۴ سالم‌اند.
۳) آنزیم ۳ معیوب و آنزیم‌های ۱ و ۲ سالم‌اند.
۴) آنزیم ۲ معیوب و یکی از آنزیم‌های ۳ یا ۴ سالم‌اند.

۳۱۶- در زمان بلوغ یک mRNA یوکاریوتی، مجموعاً ۱۸ پیوند فسفودی‌استر تشکیل و تخریب شده است. در ساختار mRNAی اولیه، به ترتیب (از راست به چپ) چند اگزون و اینترون وجود داشته است؟ (آموزش و پرورش تهران ۸۳)

۱) ۶ ـ ۵ ۲) ۵ ـ ۴ ۳) ۷ ـ ۶ ۴) ۴ ـ ۳

۳۱۷- ژن رمزکننده‌ی آنزیم انیدرازکربنیک، در کدام‌یک از سلول‌های بدن انسان وجود دارد؟ (آموزش و پرورش تهران ۸۲ با تغییر)

۱) فقط گلبول‌های قرمز بالغ
۲) فقط سلول‌های مغز قرمز استخوان
۳) فقط گرانولوسیت‌ها
۴) تمام سلول‌های هسته‌دار بدن

۳۱۸- در کدام اندامک، فرایند رونویسی انجام نمی‌شود؟

۱)کلروپلاست ۲) شبکه‌ی آندوپلاسمی زبر ۳) هسته ۴) میتوکندری

۳۱۹- در کدام‌یک، فرایند رونویسی انجام می‌گیرد؟ (آموزش و پرورش تهران ۸۲)

۱) سلول همراه ۲) سلول اسکلرئید بالغ ۳) سلول آوند چوبی بالغ ۴) سلول آوند آبکشی بالغ

۳۲۰- کدام‌یک جزء فعالیت‌های آنزیم RNA پلی‌مراز II نیست؟

۱) رونویسی جایگاه پایان رونویسی ۲) باز کردن دو رشته‌ی DNA از هم

۳) رونویسی برخی از RNAهای کوچک ۴) شناسایی مستقیم راه‌انداز و اتصال به آن

۳۲۱- کدام عبارت صحیح نیست؟

۱) بیماری آلکاپتونوریا، به دلیل اختلال در تولید آنزیم تجزیه‌کننده‌ی هموجنتیسیک اسید است.

۲) وجود آرژینین در محیط کشت حداقل، برای رشد نوروسپورا ضروری نیست.

۳) در کپک نوروسپورا از هر ژن فقط یک نسخه وجود دارد.

۴) تولید هر پروتئین توسط یک ژن رهبری می‌شود.

۳۲۲- محل ساخت و فعالیت آنزیم هلیکاز در سلول‌های یوکاریوتی به ترتیب کدام است؟

۱) سیتوپلاسم ـ هسته ۲) هسته ـ هسته ۳) هسته ـ سیتوپلاسم ۴) سیتوپلاسم ـ سیتوسل

۳۲۳- برای هیدرولیز کدام مولکول به مونومرهایش، تعداد مولکول‌های آب بیش‌تری لازم است؟

۱) گلوکاگون ۲) ژن گلوکاگون ۳) mRNA بالغ گلوکاگون ۴) mRNA اولیه‌ی گلوکاگون

۳۲۴- با توجه به mRNA مقابل، در هنگام ترجمه، اولین کدونی که در جایگاه A ریبوزوم قرار می‌گیرد، کدام است؟

جهت ترجمه ⟶

CGACCCGCGAUGCUCACA

۱) CCC ۲) CUC ۳) CGA ۴) AUG

۳۲۵- در یک باکتری اشریشیا کلای، اپران لک خاموش است. چند نتیجه‌گیری در مورد این باکتری صحیح است؟

الف) محیط حاوی لاکتوز است ـ مهارکننده به عامل تنظیم‌کننده متصل است.

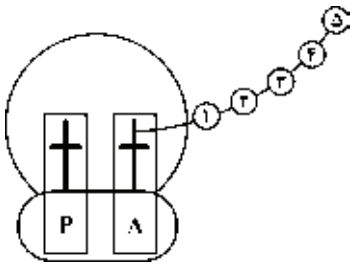
ب) محیط فاقد لاکتوز است ـ مهارکننده به عامل تنظیم‌کننده متصل است.

ج) محیط حاوی لاکتوز است ـ مهارکننده به اپراتور متصل است.

د) محیط فاقد لاکتوز است ـ مهارکننده به اپراتور متصل است.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۳۲۶- شکل مقابل، یک tRNA و ۵ آمینواسید موجود در رشته‌ی پپتیدی در حال ساخت متصل به آن را نشان می‌دهد. در روند ساخت این رشته‌ی پپتیدی، اولین آمینواسیدی که وارد جایگاه A شده، کدام است؟



۱) ۱

۲) ۵

۳) ۴

۴) ۲

۳۲۷- در صورت باز کردن دو رشته‌ی DNA در یک ژن، RNA ساخته شده از روی آن با ..... رشته، پیوند ..... تشکیل می‌دهد.

۱) هر دو ـ هیدروژنی ۲) یکی از دو ـ فسفودی‌استری ۳) هر دو ـ فسفودی‌استری ۴) یکی از دو ـ هیدروژنی

۳۲۸- در ساختار ژنوم کدام‌یک، اینترون دیده نمی‌شود؟

۱) مخمر نان ۲) دیاتوم ۳) عامل مولد دیفتری ۴) عامل مولد مالاریا

تست‌های ترکیبی مؤخر

۳۲۹- در سیانوباکتری، از روی یک اپران چهار ژنی، ..... و در نهایت ..... ساخته می‌شود.

۱) یک mRNA چهار ژنی ـ چهار نوع زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی ۲) چهار mRNA تک ژنی ـ چهار نوع زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی

۳) یک mRNA چهار ژنی ـ یک نوع زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی ۴) چهار mRNA تک ژنی ـ یک نوع زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی

۳۳۰- در جانداری که بیان چند ژن، توسط یک بخش تنظیم‌کننده کنترل می‌شود، .....

۱) پدیده‌ی رونویسی از پدیده‌ی ترجمه جداست. ۲) تولید mRNAهای تک ژنی ممکن نیست.

۳) در هسته رونوشت اینترون‌ها از mRNAی اولیه حذف می‌شوند. ۴) فقط یک نوع RNA پلی‌مراز وجود دارد.

۳۳۱- در عامل کدام بیماری، محل انجام فرایند رونویسی از فرایند ترجمه جدا می‌باشد؟ (سنجش ۸۴)

۱) سل ۲) مالاریا ۳) دیفتری ۴) بوتولیسم

۳۳۲- می‌توان گفت عوامل رونویسی در «پارامسی» به ..... متصل نمی‌شوند.

۱) اپراتور ۲) راه‌انداز ۳) توالی افزاینده ۴) RNA پلی‌مراز II

۳۳۳- در شناسایی راه‌اندازهای ژن کدام جاندار، عوامل رونویسی دخالت ندارند؟

۱) براسیکا ۲) نوروسپورا ۳) اوگلنا ۴) کلستریدیوم

۳۳۴- در سیتوپلاسم سلول نوروگلیا، تنها ..... یافت می‌شود.

۱) اگزون ۲) اینترون ۳) رونوشت اگزون ۴) رونوشت اینترون

۳۳۵- از اطلاعات رمز DNA برای سنتز کدام ماده‌ی زیر استفاده می‌شود؟

۱) آلبومین ۲) نشاسته ۳) بتاکاروتن ۴) فسفولیپید

۳۳۶- ژن رمزکننده‌ی کدام‌یک، گسسته است؟

۱) کراتین ۲) EcoRI ۳) مهارکننده ۴) پروتئین تنظیم‌کننده

۳۳۷- کدام نظریه، بیانگر ارتباط فنوتیپ با ژنوتیپ است؟ (سنجش ۷۹)

۱) تکامل ۲) انتخاب فرد ۳) یک ژن ـ یک آنزیم ۴) ترکیبی انتخاب طبیعی

۳۳۸- در کدام‌یک، از RNA حاصل رونویسی، رونوشتی قطع نمی‌شود؟ (سراسری ۷۸ با تغییر)

۱) پارامسی ۲) نوروسپورا ۳) ماستوسیت ۴) استرپتوکوک

۳۳۹- رونویسی و ترجمه‌ی ژنوم اصلی، در کدام جاندار، در یک محل انجام می‌شود؟

۱) دیاتوم ۲) آسپرژیلوس ۳) اشریشیا کلای ۴) نوروسپورا کراسا

۳۴۰- کدام آنزیم قادر به شکستن پیوندهای هیدروژنی و برقراری پیوند فسفودی‌استر است؟

۱) لیگاز ۲) هلیکاز ۳) محدودکننده ۴) RNA پلی‌مراز

۳۴۱- «جایگاه پایان رونویسی»، دارای قند .....

۱) ریبوز بوده و رونویسی می‌شود. ۲) دئوکسی ریبوز بوده و رونویسی نمی‌شود.

۳) دئوکسی ریبوز بوده و رونویسی می‌شود. ۴) ریبوز بوده و رونویسی نمی‌شود.

۳۴۲- در کدام‌یک، بیش از یک نوع RNA پلی‌مراز یافت می‌شود؟ (سنجش ۸۳)

۱) آمیب ۲) آنابنا ۳) ریزوبیوم ۴) استرپتومایسز

۳۴۳- در کدام‌یک، RNAهای پیک و ناقل توسط یک نوع آنزیم رونویسی می‌شود؟

۱) عامل مولد مالاریا ۲) عامل مولد بوتولیسم ۳) عامل مولد هرپس ۴) عامل مولد توکسوپلاسموز

۳۴۴- مونومرهای «DNA لیگاز» و «rRNA»، به ترتیب با کدام پیوندها به یک‌دیگر متصل شده‌اند؟

۱) پپتیدی ـ هیدروژنی ۲) هیدروژنی ـ هیدروژنی ۳) پپتیدی ـ فسفودی‌استر ۴) فسفودی‌استر ـ فسفودی‌استر

۳۴۵- کدام‌یک، اتصال بین مونومرهای انسولین را حین ساخت آن انجام می‌دهد؟

۱) tRNA ۲) نوعی rRNA ۳) RNA پلی‌مراز II ۴) نوعی پروتئین ریبوزومی

۳۴۶- در میزبان باکتریوفاژها، رونویسی از ژن‌های مربوط به پروتئین‌های باکتریوفاژ، توسط کدام آنزیم صورت می‌گیرد؟

۱) RNA پلی‌مراز I ۲) RNA پلی‌مراز II ۳) RNA پلی‌مراز III ۴) RNA پلی‌مراز پروکاریوتی

۳۴۷- چند نوع RNA پلی‌مراز، در ساخته شدن ریبوزوم در پارامسی شرکت می‌کند؟ (سنجش ۸۴)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۴۸- کپک نوروسپورا در حالت عادی، قادر به ساخت کدام ماده از مواد موجود در محیط کشت حداقل نیست؟

۱) تیامین ۲) نیاسین ۳) گلیسین ۴) بیوتین

۳۴۹- در کدام جاندار، گروه‌های ژن‌های ساختمانی در روی یک کروموزوم حلقه مانند ردیف شده‌اند؟ (آزاد ۷۳)

۱) اشریشیا کلای ۲) تریکودینا ۳) نوروسپورا ۴) آمیب

۳۵۰- مولکول‌های RNA پلی‌مراز کدام‌یک، تفاوت ساختاری ندارند؟

۱) دیاتوم ۲) نوروسپورا ۳) نیتروزوموناس ۴) کلامیدوموناس

۳۵۱- رشته‌ی پپتیدی که از روی زنجیره‌ی DNA ی مقابل ساخته شود، در ابتدا و انتهایش به ترتیب کدام آمینواسیدها را دارد؟

→ جهت رونویسی

GGG, AGA, CCC, TCT

(کدون: پرولین = CCC، آرژینین = AGA، گلیسین = GGG، سرین = UCU)

۱) آرژینین ـ پرولین ۲) پرولین ـ آرژینین ۳) سرین ـ گلیسین ۴) گلیسین ـ سرین

۳۵۲- ژن‌های گسسته در کدام‌یک یافت نمی‌شود؟

۱) کاهوی دریایی ۲) ریزوبیوم ۳) ماکروفاژ ۴) بازوفیل

۳۵۳- حذف اینترون در کدام‌یک وجود ندارد؟

۱) کلستریدیوم بوتولینم ۲) مخمر نان ۳) نوروسپورا ۴) اوگلنا

۳۵۴- به‌طور معمول در کدام‌یک، شناسایی راه‌اندازِ ژن‌های rRNA و tRNA توسط یک نوع RNA پلی‌مراز صورت می‌گیرد؟

۱) مگس سرکه ۲) اوگلنا

۳) نوروسپورا کراسا ۴) استرپتوکوکوس نومونیا

۳۵۵- کدام‌یک در مورد «کپک نوروسپورا کراسا» صحیح است؟

۱) فقط تولید مثل غیر جنسی دارد. ۲) در چرخه‌ی زندگی آن سلول دیپلوئید وجود ندارد.

۳) در تنظیم بیان ژن‌های آن، عوامل رونویسی دخالت دارند. ۴) در مسیر سنتز آمینواسید آرژینین، یک اپران سه ژنی دخالت دارد.

۳۵۶- به طور معمول، رونوشت اولیه‌ی ژن ..... ، بالغ می‌شود.

۱) اپران لک ۲) EcoRI

۳) پلازمید ۴) گلوکاگون

۳۵۷- اگر تعداد نوکلئوتیدها در بخشی از یک مولکول DNA، ۳۶۰ عدد فرض شود، پلی‌پپتیدی که تحت رهبری آن سنتز می‌شود، حداکثر چند مولکول آمینواسید خواهد داشت؟ (سراسری ۶۹)

۱) ۶۰ ۲) ۹۰ ۳) ۱۲۰ ۴) ۱۰۸۰

۳۵۸- کدون پایان، ابتدا به کدام جایگاه ریبوزوم وارد و سپس از کدام جایگاه خارج می‌شود؟

۱) A - P ۲) P - A ۳) P - P ۴) A - A

۳۵۹- به طور معمول در کدام، حاصل اولیه‌ی رونویسی برای ترجمه، تغییرات کم‌تری را نیاز دارد؟ (سراسری ۸۱)

۱) آمیب ۲) ماکروفاژ ۳) نیتروزوموناس ۴) ساکارومیسز سرویزیه

۳۶۰- کدام‌یک از جملات زیر، در رابطه با پروتئین‌سازی صحیح هستند؟

الف) آخرین آنتی کدونی که وارد جایگاه A می‌شود مکمل آخرین کدونی است که به جایگاه P وارد می‌شود.

ب) آنتی کدون‌هایی که وارد جایگاه A می‌شوند به جایگاه P هم وارد می‌شوند.

ج) همه‌ی tRNA های حامل متیونین در سلول، tRNA های آغازگر هستند.

د) ACU می‌تواند آخرین آنتی کدونی باشد، که به جایگاه A وارد می‌شود.

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

۳۶۱- در سلولی یوکاریوتی، پلی‌پپتیدی با ۲۱۰ آمینواسید ساخته شده است. چند ژن و چند RNA ی پیک به‌ترتیب (از راست به چپ) در تشکیل آن شرکت کرده‌اند؟

۱) ۱ - ۱ ۲) ۱ – ۷۰ ۳) ۷۰ – ۱ ۴) ۱ - ۷۱

۳۶۲- در کدام‌یک از سلول‌های زیر، در تنظیم بیان ژن‌ها، توالی افزاینده به کار می‌رود؟

۱) اِکلای ۲) عامل بیماری مالاریا ۳) نیتروزوموناس ۴) استرپتوکوکوس نومونیا

۳۶۳- در صورتی که بخشی از مولکول DNA ی یوکاریوتی دارای ۱۹۰ نوکلئوتید باشد، پلی‌پپتیدی که با رمزهای آن ساخته می‌شود، حداکثر دارای چند آمینواسید خواهد بود؟

۱) ۳۰ ۲) ۳۳ ۳) ۶۰ ۴) ۶۳

۳۶۴- کدام ویژگی در مورد اسیدهای نوکلئیک طبیعی صحیح است؟ (سراسری ۷۳)

۱) در RNA ، تعداد نوکلئوتیدهای گوانین‌دار و سیتوزین‌دار برابر است.

۲) در مولکول‌های RNA ، نسبت مولکولی آدنین به تیمین همیشه ثابت است.

۳) در مولکول DNA ی دو رشته‌ای، نسبت سیتوزین به گوانین همیشه ثابت است.

۴) در مولکول DNA ی دو رشته‌ای، تعداد نوکلئوتیدهای آدنین‌دار و سیتوزین‌دار برابر است.

۳۶۵- کدام‌یک رونویسی می‌شود؟

۱) اپراتور ۲) راه‌انداز ۳) توالی افزاینده ۴) جایگاه پایان رونویسی

۳۶۶- در کدام‌یک حذف رونوشت اینترون‌ها و ترجمه، در یک محل صورت می‌گیرد؟

۱) ریزوبیوم ۲) پارامسی ۳) استرپتومایسز ۴) نیتروباکتر

۳۶۷- در ساختار کدام‌یک از موارد زیر، قند دئوکسی ریبوز به کار نمی‌رود؟

۱) اپراتور ۲) ریبوزوم ۳) انتهای چسبنده ۴) جایگاه پایان رونویسی

۳۶۸- می‌توان گفت در استافیلوکوکوس اورئوس، تعداد ..... با هم برابر است.

۱) اپران‌ها و پروتئین‌ها ۲) انواع اپران‌ها و انواع RNAها

۳) اپران‌ها و زنجیره‌های پلی‌پپتیدی ۴) ژن‌های ساختاری و زنجیره‌های پلی‌پپتیدی

۳۶۹- کدام عبارت نادرست است؟

در کلامیدوموناس، .....

۱) در DNA ، توالی‌های اینترونی وجود دارد.

۲) تنظیم بیان ژن غالباً در هنگام شروع رونویسی انجام می‌شود.

۳) آنزیم RNA پلی‌مراز، به تنهایی قادر به شناسایی راه‌انداز نیست.

۴) mRNA ی اولیه، پس از کوتاه شدن در هسته، در سیتوپلاسم بالغ می‌شود.

پاسخ‌نامه‌ی کلیدی

-۱	۱	-۴۲	۲	-۸۳	۴	-۱۲۴	۲	-۱۶۵	۲	-۲۰۶	۲	-۲۴۷	۱	-۲۸۸	۴	-۳۲۹	۱
-۲	۴	-۴۳	۳	-۸۴	۳	-۱۲۵	۳	-۱۶۶	۳	-۲۰۷	۲	-۲۴۸	۲	-۲۸۹	۲	-۳۳۰	۴
-۳	۲	-۴۴	۴	-۸۵	۱	-۱۲۶	۴	-۱۶۷	۱	-۲۰۸	۱	-۲۴۹	۲	-۲۹۰	۳	-۳۳۱	۲
-۴	۱	-۴۵	۱	-۸۶	۳	-۱۲۷	۴	-۱۶۸	۱	-۲۰۹	۲	-۲۵۰	۴	-۲۹۱	۴	-۳۳۲	۱
-۵	۲	-۴۶	۳	-۸۷	۳	-۱۲۸	۴	-۱۶۹	۴	-۲۱۰	۱	-۲۵۱	۳	-۲۹۲	۲	-۳۳۳	۴
-۶	۱	-۴۷	۲	-۸۸	۴	-۱۲۹	۳	-۱۷۰	۳	-۲۱۱	۳	-۲۵۲	۳	-۲۹۳	۳	-۳۳۴	۳
-۷	۴	-۴۸	۲	-۸۹	۲	-۱۳۰	۳	-۱۷۱	۲	-۲۱۲	۲	-۲۵۳	۲	-۲۹۴	۳	-۳۳۵	۱
-۸	۴	-۴۹	۲	-۹۰	۴	-۱۳۱	۴	-۱۷۲	۳	-۲۱۳	۴	-۲۵۴	۳	-۲۹۵	۲	-۳۳۶	۱
-۹	۴	-۵۰	۳	-۹۱	۲	-۱۳۲	۲	-۱۷۳	۱	-۲۱۴	۱	-۲۵۵	۲	-۲۹۶	۱	-۳۳۷	۳
-۱۰	۲	-۵۱	۲	-۹۲	۱	-۱۳۳	۴	-۱۷۴	۴	-۲۱۵	۳	-۲۵۶	۳	-۲۹۷	۱	-۳۳۸	۴
-۱۱	۱	-۵۲	۴	-۹۳	۳	-۱۳۴	۳	-۱۷۵	۴	-۲۱۶	۱	-۲۵۷	۳	-۲۹۸	۴	-۳۳۹	۳
-۱۲	۲	-۵۳	۳	-۹۴	۴	-۱۳۵	۴	-۱۷۶	۳	-۲۱۷	۱	-۲۵۸	۱	-۲۹۹	۲	-۳۴۰	۴
-۱۳	۴	-۵۴	۱	-۹۵	۱	-۱۳۶	۱	-۱۷۷	۴	-۲۱۸	۳	-۲۵۹	۲	-۳۰۰	۲	-۳۴۱	۳
-۱۴	۲	-۵۵	۳	-۹۶	۱	-۱۳۷	۲	-۱۷۸	۲	-۲۱۹	۲	-۲۶۰	۳	-۳۰۱	۲	-۳۴۲	۱
-۱۵	۴	-۵۶	۳	-۹۷	۴	-۱۳۸	۱	-۱۷۹	۲	-۲۲۰	۴	-۲۶۱	۴	-۳۰۲	۲	-۳۴۳	۲
-۱۶	۱	-۵۷	۱	-۹۸	۲	-۱۳۹	۱	-۱۸۰	۱	-۲۲۱	۳	-۲۶۲	۱	-۳۰۳	۴	-۳۴۴	۳
-۱۷	۱	-۵۸	۳	-۹۹	۳	-۱۴۰	۳	-۱۸۱	۳	-۲۲۲	۴	-۲۶۳	۳	-۳۰۴	۱	-۳۴۵	۲
-۱۸	۲	-۵۹	۴	-۱۰۰	۴	-۱۴۱	۳	-۱۸۲	۱	-۲۲۳	۳	-۲۶۴	۴	-۳۰۵	۲	-۳۴۶	۴
-۱۹	۳	-۶۰	۴	-۱۰۱	۲	-۱۴۲	۳	-۱۸۳	۲	-۲۲۴	۲	-۲۶۵	۱	-۳۰۶	۱	-۳۴۷	۳
-۲۰	۱	-۶۱	۲	-۱۰۲	۴	-۱۴۳	۳	-۱۸۴	۴	-۲۲۵	۳	-۲۶۶	۲	-۳۰۷	۴	-۳۴۸	۴
-۲۱	۱	-۶۲	۳	-۱۰۳	۲	-۱۴۴	۴	-۱۸۵	۳	-۲۲۶	۲	-۲۶۷	۳	-۳۰۸	۳	-۳۴۹	۱
-۲۲	۲	-۶۳	۱	-۱۰۴	۱	-۱۴۵	۴	-۱۸۶	۲	-۲۲۷	۱	-۲۶۸	۳	-۳۰۹	۳	-۳۵۰	۳
-۲۳	۴	-۶۴	۴	-۱۰۵	۳	-۱۴۶	۱	-۱۸۷	۲	-۲۲۸	۲	-۲۶۹	۲	-۳۱۰	۴	-۳۵۱	۲
-۲۴	۳	-۶۵	۳	-۱۰۶	۳	-۱۴۷	۲	-۱۸۸	۲	-۲۲۹	۲	-۲۷۰	۴	-۳۱۱	۴	-۳۵۲	۲
-۲۵	۱	-۶۶	۲	-۱۰۷	۳	-۱۴۸	۳	-۱۸۹	۴	-۲۳۰	۴	-۲۷۱	۱	-۳۱۲	۲	-۳۵۳	۱
-۲۶	۲	-۶۷	۲	-۱۰۸	۴	-۱۴۹	۴	-۱۹۰	۱	-۲۳۱	۱	-۲۷۲	۲	-۳۱۳	۱	-۳۵۴	۴
-۲۷	۲	-۶۸	۳	-۱۰۹	۱	-۱۵۰	۳	-۱۹۱	۲	-۲۳۲	۴	-۲۷۳	۴	-۳۱۴	۳	-۳۵۵	۳
-۲۸	۴	-۶۹	۱	-۱۱۰	۴	-۱۵۱	۴	-۱۹۲	۱	-۲۳۳	۱	-۲۷۴	۱	-۳۱۵	۲	-۳۵۶	۴
-۲۹	۴	-۷۰	۳	-۱۱۱	۲	-۱۵۲	۴	-۱۹۳	۱	-۲۳۴	۳	-۲۷۵	۴	-۳۱۶	۳	-۳۵۷	۱
-۳۰	۴	-۷۱	۱	-۱۱۲	۱	-۱۵۳	۲	-۱۹۴	۳	-۲۳۵	۳	-۲۷۶	۲	-۳۱۷	۴	-۳۵۸	۴
-۳۱	۴	-۷۲	۱	-۱۱۳	۴	-۱۵۴	۲	-۱۹۵	۳	-۲۳۶	۱	-۲۷۷	۴	-۳۱۸	۲	-۳۵۹	۳
-۳۲	۴	-۷۳	۴	-۱۱۴	۴	-۱۵۵	۲	-۱۹۶	۴	-۲۳۷	۱	-۲۷۸	۴	-۳۱۹	۱	-۳۶۰	۱
-۳۳	۳	-۷۴	۳	-۱۱۵	۲	-۱۵۶	۱	-۱۹۷	۱	-۲۳۸	۲	-۲۷۹	۳	-۳۲۰	۴	-۳۶۱	۱
-۳۴	۴	-۷۵	۴	-۱۱۶	۳	-۱۵۷	۴	-۱۹۸	۱	-۲۳۹	۴	-۲۸۰	۲	-۳۲۱	۴	-۳۶۲	۲
-۳۵	۱	-۷۶	۳	-۱۱۷	۳	-۱۵۸	۲	-۱۹۹	۳	-۲۴۰	۱	-۲۸۱	۳	-۳۲۲	۱	-۳۶۳	۱
-۳۶	۳	-۷۷	۴	-۱۱۸	۳	-۱۵۹	۱	-۲۰۰	۴	-۲۴۱	۲	-۲۸۲	۱	-۳۲۳	۲	-۳۶۴	۳
-۳۷	۴	-۷۸	۲	-۱۱۹	۳	-۱۶۰	۲	-۲۰۱	۲	-۲۴۲	۳	-۲۸۳	۱	-۳۲۴	۲	-۳۶۵	۴
-۳۸	۲	-۷۹	۴	-۱۲۰	۴	-۱۶۱	۳	-۲۰۲	۱	-۲۴۳	۴	-۲۸۴	۴	-۳۲۵	۴	-۳۶۶	۴
-۳۹	۴	-۸۰	۱	-۱۲۱	۴	-۱۶۲	۳	-۲۰۳	۲	-۲۴۴	۱	-۲۸۵	۳	-۳۲۶	۳	-۳۶۷	۲
-۴۰	۲	-۸۱	۳	-۱۲۲	۳	-۱۶۳	۲	-۲۰۴	۴	-۲۴۵	۲	-۲۸۶	۴	-۳۲۷	۴	-۳۶۸	۲
-۴۱	۲	-۸۲	۳	-۱۲۳	۳	-۱۶۴	۱	-۲۰۵	۱	-۲۴۶	۳	-۲۸۷	۱	-۳۲۸	۳	-۳۶۹	۴

پاسخ‌های تشریحی

۱ **۱** اندازه‌گیری‌های گوناگون نشان داده‌اند، در سلول‌هایی که در آن‌ها فعالیت **پروتئین‌سازی** شدید است، **RNA** فراوانی هم یافت می‌شود. بر عکس در سلول‌هایی که فرایند پروتئین‌سازی در آن‌ها چندان شدید نیست، مقدار RNA نیز کم است. به عبارتی مقدار **RNA**ی موجود در سلول با **پروتئین‌سازی** سلول **نسبت مستقیم** دارد.

۲ **۴**

آنچه که باید بدانید

«آلکاپتونوریا، اولین پل بین یک ژن و یک آنزیم»

ـ بیماری **آلکاپتونوریا**، نوعی بیماری ارثی است؛ یا به عبارتی توسط نوعی ژن معیوب از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شود [نوعی بیماری **اتوزومی مغلوب** است].

ـ در انسان، به طور طبیعی ماده‌ای به نام **هموجنتیسیک اسید** تولید می‌شود که توسط آنزیمی به ترکیبات ساده‌تر **تجزیه** می‌شود. ترکیبات حاصل از تجزیه‌ی این اسید، وارد ادرار می‌شود. به همین دلیل در ادرار افراد سالم، این اسید وجود ندارد. در افراد مبتلا به آلکاپتونوریا، اختلال ژنی باعث می‌شود که **آنزیم تجزیه‌کننده‌ی هموجنتیسیک اسید، تولید نشود**. به عبارتی **یک نقص ژنی**، باعث ایجاد **یک نقص آنزیمی** در بدن می‌شود. بنابراین آقای آرچیبلدگرو، با مطالعه بر روی بیماری آلکاپتونوریا، برای اولین بار به طور مستند، بین یک نقص ژنی و یک نقص آنزیمی ارتباط برقرار کرد و اندیشه‌های اولیه برای ارائه‌ی نظریه‌ی «یک ژن ـ یک آنزیم» شکل گرفت.

با توضیحات فوق مشخص شد که، گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳) هر سه صحیح‌اند. اما بهتر است کمی راجع به گزینه‌ی (۴) صحبت کنیم.

در افراد مبتلا به **آلکاپتونوریا**، مانند افراد سالم، هموجنتیسیک اسید تولید می‌شود؛ اما چون آنزیم تجزیه‌کننده‌ی آن وجود ندارد، این ماده (هموجنتیسیک اسید) بدون این‌که تجزیه شود، مستقیماً وارد ادرار می‌شود. به همین دلیل، زمانی که ادرار این افراد در مجاورت هوا قرار می‌گیرد، سیاه می‌شود. پس در این بیماری، خود **هموجنتیسیک اسید در ادرار** دیده می‌شود، نه فرآورده‌های حاصل از تجزیه‌ی آن.

بد نیست بدانید که

۱) هموجنتیسیک اسید، چگونه باعث سیاه شدن ادرار می‌شود؟

ـ زمانی که ادرار افراد مبتلا به آلکاپتونوریا در مجاورت هوا قرار می‌گیرد، ترکیب هموجنتیسیک اسید با اکسیژن (**اکسید شدن هموجنتیسیک اسید**)، باعث **سیاه شدن رنگ ادرار** می‌شود (بعضی از مواد در تماس مستقیم با هوا، اکسید شده و تغییر رنگ می‌دهند. آیا تا به حال سیب زمینی پوست‌کنده را، برای مدتی در هوای آزاد گذاشته‌اید؟! ترکیب ماده‌ای از سیب زمینی با اکسیژن باعث سیاه شدن رنگ آن می‌شود).

۲) چرا به «آلکاپتونوریا» می‌گویند «آلکاپتونوریا»؟؟!

آلکاپتونوریا (Alkaptonuria) از دو بخش «**آلکاپتون**» (Alkapton) و «**اوریا**» (Uria) تشکیل شده است. **آلکاپتون** نام دیگر **هموجنتیسیک اسید** است و **اوریا** به معنی **ادرار** است. به عبارتی چون آلکاپتون یا هموجنتیسیک اسید در ادرار وجود دارد به این بیماری می‌گویند: **آلکاپتونوریا!**

۳ **۲** برای پاسخ دادن به این سؤال، بهتر است تکنیک آزمایش‌های بیدل و تیتوم را مرور کنیم و علت انجام هر مرحله را بررسی کنیم:

آنچه که باید بدانید

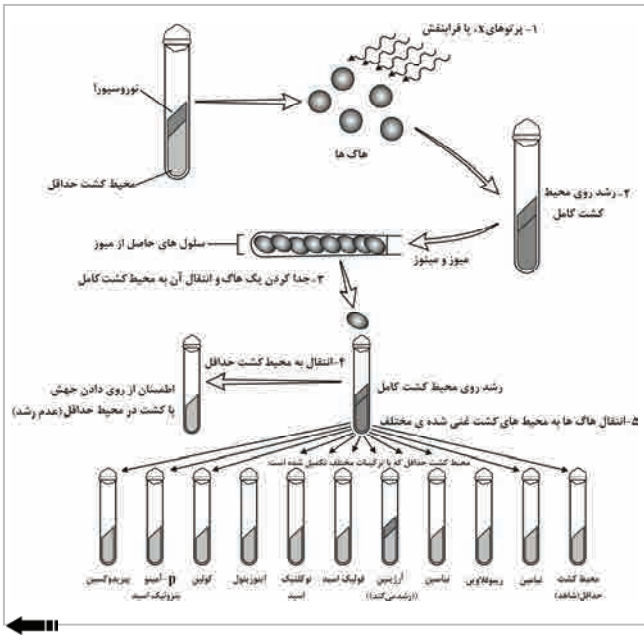
«مراحل آزمایش بیدل و تیتوم»

۱- ابتدا به هاگ‌های کپک نوروسپورا کراسا، **پرتو x** تاباندند. (البته می‌توان از **پرتوهای فرابنفش** نیز برای ایجاد جهش در هاگ‌ها استفاده کرد. اما آن چه که بیدل و تیتوم استفاده کردند پرتو x بود.)

هدف: ایجاد جهش در هاگ‌ها

۲- سپس هاگ‌های اشعه دیده را به محیط کشت کامل منتقل کردند.

سؤال: محیط کشت کامل، چه تفاوتی با **محیط کشت غنی شده** دارد؟ اگر به محیط کشت حداقل، یک یا چند ماده‌ی آلی مورد نیاز قارچ را اضافه کنیم، محیط کشت غنی شده به دست می‌آید. اما محیط کشت کامل، محیط کشتی است که تمام ترکیبات لازم برای رشد یک قارچ را داراست. یعنی اگر به محیط کشت حداقل تمام مواد لازم برای رشد قارچ را به طور یک‌جا اضافه کنیم، محیط کشت کامل به دست می‌آید. به عبارتی هر کدام از **محیط‌های کشت غنی شده، زیر مجموعه‌ای از محیط کشت کامل** می‌باشند.



هدف از انتقال هاگ‌های پرتو دیده به محیط کشت کامل:

در محیط کشت کامل، هاگ‌های جهش‌یافته و طبیعی شروع به رشد می‌کنند و از **تولیدمثل جنسی بین انواعی از قارچ‌های جهش‌یافته و طبیعی**، هاگ‌های متنوعی تولید می‌شود. [کپک **نوروسپورا کراسا**، نوعی قارچ از گروه **آسکومیست**هاست. بعدها در فصل ۱۱ زیست پیش‌دانشگاهی خواهید خواند که آسکومیست‌ها، هم تولید مثل جنسی و هم تولید مثل غیرجنسی دارند. در صورتی که دو نوع کپک نوروسپورا کراسای مختلف (مثلاً نوع جهش‌یافته و نوع طبیعی) در کنار هم باشند، بین آن‌ها آمیزش صورت می‌گیرد و در نهایت هاگ‌های ناشی از تولیدمثل جنسی ایجاد می‌شود]. آوردن کلمه‌ی «میوز» در شکل صفحه‌ی قبل، این را نشان می‌دهد که، هاگ‌هایی که جهت مراحل بعدی آزمایش‌های بیدل و تیتوم جدا شده‌اند، **هاگ‌های حاصل از تولیدمثل جنسی** هستند. [واقعیتش توضیح این که چرا این دو دانشمند مستقیماً هر کدام از هاگ‌های پرتو دیده را به تنهایی بر روی محیط کشت کامل نبردند و ابتدا همگی آن‌ها را، با هم بر روی یک محیط کشت کامل، کشت دادند و سپس هاگ‌های حاصل از تولیدمثل جنسی بین آن‌ها را، بر روی محیط کشت کامل بردند، برای این سطح (پیش دانشگاهی) قدری مشکل است و دانستنش کمکی به یادگیری مراحل مختلف آزمایش این دو دانشمند نمی‌کند. توضیح این مطلب، احتیاج به کلی مقدمه و پیش نیاز دارد که از حوصله‌ی شما و این صفحه خارج است. پس بهتر است از خیر آن (البته از شر آن!) بگذریم.]. پس به طور خلاصه، هدف از انتقال تمام هاگ‌های پرتودیده به طور یک‌جا بر روی یک محیط کشت کامل، **ایجاد تنوع** بود.

۳- جدا کردن هر هاگ حاصل از تولیدمثل جنسی و آوردن آن بر روی محیط کشت کامل:

به نظر شما هدف از انجام این مرحله چه بود؟

آفرین! در این مرحله، هاگ وارد شده، بر روی محیط کشت کامل رشد می‌کرد و در نهایت تعداد زیادی هاگ (از تولید مثل غیر جنسی) حاصل می‌شد که همگی شبیه هم و شبیه هاگ اولیه بودند. اگر هاگ انتقال داده شده به محیط کشت کامل، جهش‌یافته بود، تمام هاگ‌های موجود نیز جهش‌یافته است و همگی نیز همان نوع جهش را دارند و اگر هاگ اولیه طبیعی بود، تمام هاگ‌های موجود در محیط کشت کامل نیز طبیعی‌اند.

پس **هدف** از انجام این مرحله، **به دست آوردن تعداد زیادی هاگ، مشابه هاگ انتقال داده شده به محیط کشت کامل** است.

راستی! به چه علت این دو دانشمند می‌بایست هاگ اولیه را تکثیر می‌کردند؟ آیا نمی‌توانستند ادامه‌ی آزمایشات خود را بر روی همان یک هاگ اولیه انجام دهند؟ در ادامه‌ی آزمایشات، این دو دانشمند باید اولاً متوجه می‌شدند که آیا آن هاگ جهش‌یافته است یا طبیعی؟ و ثانیاً، اگر جهش‌یافته است، جهش بر روی مسیر ساخت کدام‌یک از ترکیبات مورد نیاز برای رشد هاگ، اثر گذاشته است.

پس طبیعی است برای پی بردن به مسائل فوق باید تعداد زیادی هاگ شبیه به هم داشته باشند تا بقیه‌ی مراحل را ادامه دهند. به عبارتی با یک عدد هاگ جهش‌یافته نمی‌توان مشخص کرد که این هاگ در چه مسیر متابولیسمی مشکل دارد. [لطفاً به ادامه‌ی مراحل آزمایش دقت کنید تا اهمیت این مسئله (داشتن تعداد زیادی هاگ شبیه به هم) بیش‌تر مشخص شود.]

۴- در این مرحله با **انتقال یک هاگ از محیط کشت کامل به محیط کشت حداقل**، مشخص می‌شد که آیا، تمام هاگ‌های موجود در محیط کشت کامل، **جهش‌یافته‌اند و یا طبیعی‌اند؟** به عبارتی اگر هاگ بر روی محیط کشت حداقل رشد می‌کرد، تمام هاگ‌های موجود در محیط کشت کامل، طبیعی بودند و ادامه‌ی آزمایش بر روی آن هاگ‌ها بی‌معنا بود. ولی اگر هاگ بر روی محیط کشت حداقل رشد نمی‌کرد، پس جهش‌یافته بود و برای رشد احتیاج به ماده یا مواد دیگری داشت.

برای این‌که بررسی کنند که هاگ‌های جهش‌یافته، به چه ماده‌ای برای رشد نیاز دارند، مرحله‌ی بعدی را انجام دادند.

۵- انواعی از محیط‌های کشت غنی شده با مواد مختلف را درست کردند به عبارتی تک تک موادی را که به محیط کشت حداقل اضافه کرده بودند تا محیط کشت کامل ایجاد شود، برای ساخت هر کدام از محیط‌های کشت غنی شده به کار بردند.

هدف: این کار، برای **شناسایی ماده‌ی مورد نیاز جهت رشد هاگ جهش‌یافته** بود (در این مرحله هاگ‌های مشابه هم را، به درون هر کدام از این محیط‌های کشت غنی شده انتقال دادند). هاگ جهش‌یافته **در هر محیط کشت غنی شده‌ای** که **رشد کند** به ماده‌ای که با آن محیط کشت حداقل، غنی شده است، جهت رشد نیاز دارد؛ به عبارتی **جهش در مسیر ساخت آن ماده** اتفاق افتاده است. مثلاً در شکل صفحه‌ی قبل، هاگ جهش‌یافته در محیط کشت غنی شده با آرژینین رشد کرده است، پس جهش در این هاگ، در مسیر ساخت آمینواسید آرژینین اثر گذاشته است.

۴ | ۱

آنچه که باید بدانید

«انواع جهش‌یافته‌های نیازمند به آرژینین در آزمایش‌های بیدل و تیتوم»

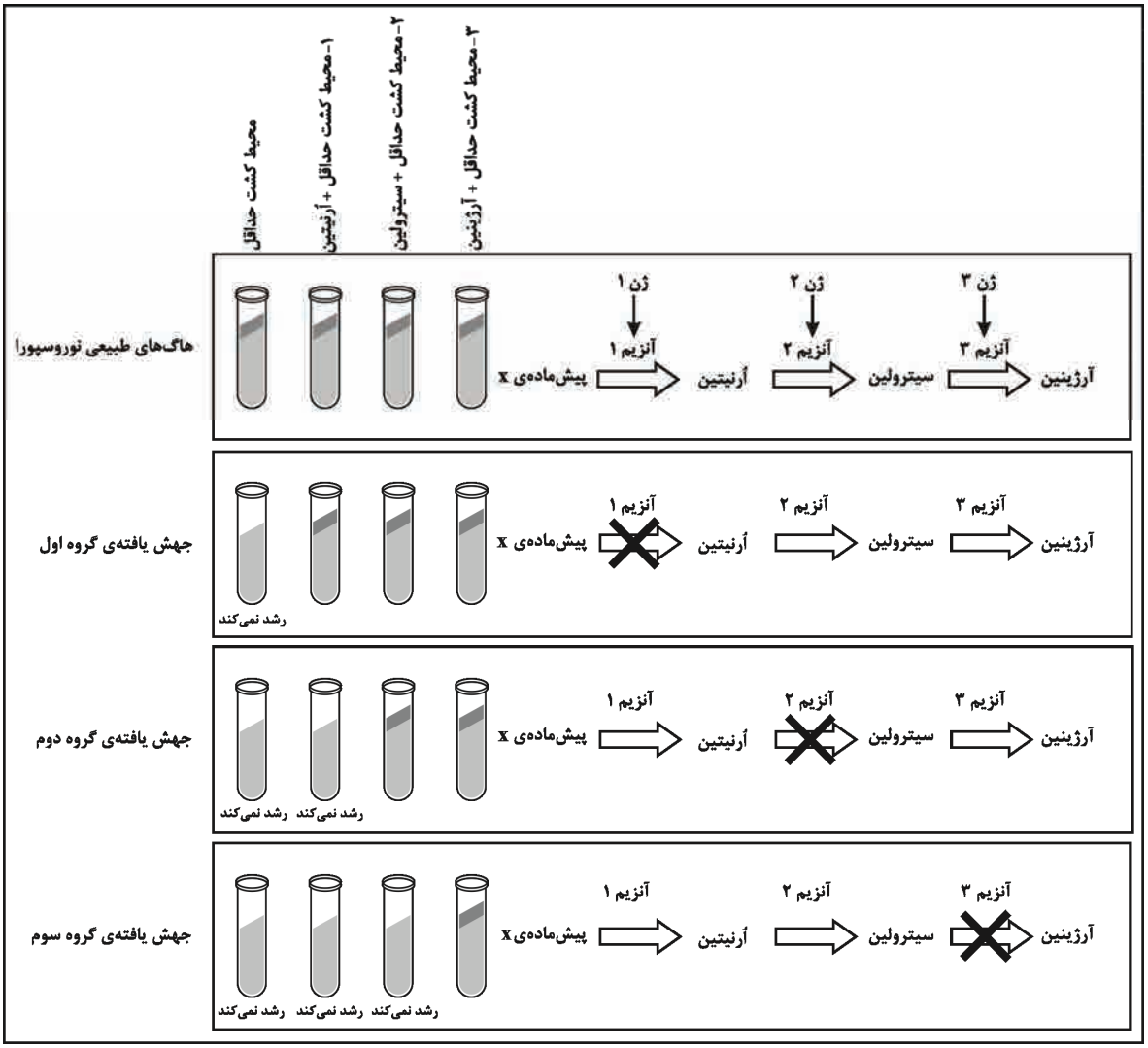
اگر خاطرتان باشد، بیدل و تیتوم پس از تاباندن اشعه X به هاگ‌ها، متوجه شدند که بعضی از آن‌ها نمی‌توانند در محیط کشت حداقل رشد کنند و **احتیاج به محیط‌های کشت غنی شده** دارند. این نوع هاگ‌ها، **هاگ‌های جهش‌یافته** هستند. نوعی از این جهش‌یافته‌ها، برای رشد به محیط کشت غنی شده با آرژینین احتیاج داشتند. بیدل و تیتوم با توجه به مسیر متابولیسمی ساخت آمینواسید آرژینین، متوجه شدند که جهش‌یافته‌های نیازمند به

آرژینین خود سه دسته‌اند. آن‌ها برای تشخیص انواع جهش‌یافته‌های مسیر ساخت آمینواسید آرژینین، مطابق شکل زیر، سه نوع محیط کشت غنی شده تهیه کردند:

محیط کشت غنی شده‌ی (۱): محیط کشت حداقل + اُرنیتین

محیط کشت غنی شده‌ی (۲): محیط کشت حداقل + سیترولین

محیط کشت غنی شده‌ی (۳): محیط کشت حداقل + آرژینین



بر اساس رشد جهش‌یافته در این سه نوع محیط کشت غنی شده، جهش‌یافته‌ها به **سه دسته** تقسیم می‌شوند:

۱) جهش‌یافته‌ی گروه اول: در محیط حداقل رشد نمی‌کند. ولی در هر سه محیط کشت غنی شده رشد می‌کند. با توجه به مسیر ساخت آمینواسید آرژینین، در این هاگ‌ها در اثر جهش، تبدیل پیش‌ماده‌ی X به اُرنیتین مختل شده است.

پیش‌ماده‌ی X $\xrightarrow{\text{آنزیم ۱}}$ اُرنیتین $\xrightarrow{\text{آنزیم ۲}}$ سیترولین $\xrightarrow{\text{آنزیم ۳}}$ آرژینین

به همین جهت اگر اُرنیتین یا مواد پس از آن (سیترولین یا آرژینین) در محیط کشت باشد، هاگ جهش‌یافته می‌تواند رشد کند.

در این نوع جهش‌یافته، **آنزیم ۱ وجود ندارد**، ولی **آنزیم‌های ۲ و ۳ سالم‌اند**.

۲) جهش‌یافته‌ی گروه دوم: در محیط حداقل و محیط غنی شده با اُرنیتین رشد نمی‌کند ولی در محیط‌های غنی شده‌ی (۲) و (۳) رشد می‌کند.

با توجه به مسیر ساخت آمینواسید آرژینین، در این هاگ‌ها در اثر جهش، تبدیل اُرنیتین به سیترولین مختل شده است.

(آرژینین $\xrightarrow{\text{آنزیم ۳}}$ سیترولین $\xrightarrow{\text{آنزیم ۲}}$ اُرنیتین $\xrightarrow{\text{آنزیم ۱}}$ پیش‌ماده‌ی X) به همین جهت اگر سیترولین یا آرژینین را (هر کدام به تنهایی) به محیط کشت حداقل اضافه کنیم، هاگ جهش‌یافته می‌تواند رشد کند. در این نوع جهش‌یافته، **آنزیم ۲ وجود ندارد** ولی **آنزیم ۳ قطعاً سالم** است. آیا می‌توان راجع به آنزیم ۱ قطعاً اظهارنظر کرد؟

۳) *جهش‌یافته‌ی گروه سوم*: در محیط حداقل و محیط‌های غنی شده با اُرنیتین یا سیترولین رشد نمی‌کند و فقط در محیط کشت غنی شده با آرژینین رشد می‌کند.

این نشان می‌دهد که در این گروه از جهش‌یافته‌ها تبدیل سیترولین به آرژینین مختل شده است.

(آرژینین $\xrightarrow{\text{آنزیم ۳}}$ سیترولین $\xrightarrow{\text{آنزیم ۲}}$ اُرنیتین $\xrightarrow{\text{آنزیم ۱}}$ پیش‌ماده‌ی x) به همین جهت فقط اضافه کردن آرژینین به محیط کشت حداقل باعث رشد می‌شود و اضافه کردن سیترولین یا اُرنیتین نمی‌تواند منجر به ساخت آرژینین در این نوع جهش‌یافته شود. در این نوع جهش‌یافته، **آنزیم ۳ وجود ندارد**. آیا در مورد آنزیم‌های ۱ و ۲ در این نوع جهش‌یافته می‌توان قطعاً اظهارنظر کرد؟

بیدل و تیتوم از این آزمایشات چه نتیجه‌ای گرفتند؟

آن‌ها نتیجه گرفتند که برای هر یک از مراحل تبدیل در مسیر ساخت آمینواسید آرژینین، **یک ژن** مسئول وجود دارد که به دنبال جهش و آسیب دیدن ژن مورد نظر، تولید **یک آنزیم** خاص در سلول متوقف می‌شود. به عبارت دیگر، **هر ژن از طریق تولید یک آنزیم تأثیر خود را اعمال می‌کند:**

ژن ۱ ↓ ژن ۲ ↓ ژن ۳ ↓

پیش‌ماده‌ی x $\xrightarrow{\text{آنزیم ۱}}$ اُرنیتین $\xrightarrow{\text{آنزیم ۲}}$ سیترولین $\xrightarrow{\text{آنزیم ۳}}$ آرژینین

بیدل و تیتوم ارتباط یک ژن و یک آنزیم را، نظریه‌ی **یک ژن ــ یک آنزیم** نامیدند.

و اما پس از این همه توضیحات برگردیم به صورت سؤال و ببینیم با توجه به اطلاعات داده شده در صورت سؤال آیا می‌توانیم قطعاً اظهار کنیم که چند آنزیم قطعاً سالم است و چند آنزیم قطعاً وجود ندارد؟ اگر این نوع جهش‌یافته را (جهش‌یافته‌ی صورت تست را) با نتایج آزمایش بیدل و تیتوم مطابقت دهید، درخواهید یافت که جهش‌یافته‌ی نوع دوم است. در این نوع جهش‌یافته آنزیم ۲ وجود ندارد و آنزیم ۳ قطعاً سالم است که می‌تواند سیترولین را به آرژینین تبدیل کند و هاگ جهش یافته رشد کند (توجه داشته باشید آن‌چه که برای رشد هاگ نوروسپورا ضرورت دارد، آرژینین است، نه مواد حد واسطی مانند اُرنیتین یا سیترولین). پس تا این‌جا تکلیف آنزیم‌های ۲ و ۳ مشخص شد، اما آن‌چه که معلوم نیست این است که آیا، آنزیم ۱ قطعاً سالم است و یا قطعاً وجود ندارد؟ هر دو فرض را در نظر بگیرید:

فرض اول؛ آنزیم ۱ سالم است: با وجود سالم بودن آنزیم ۱، تبدیل پیش‌ماده‌ی x به اُرنیتین اتفاق می‌افتد، اما چون تبدیل اُرنیتین به سیترولین در این نوع جهش‌یافته مختل است (می‌دانیم که آنزیم ۲ در این نوع جهش‌یافته وجود ندارد)، پس باز هم رشد نمی‌کند.

فرض دوم؛ آنزیم ۱ وجود ندارد: اضافه کردن پیش ماده‌ی x باعث رشد نمی‌شود. یعنی باز هم باید برای رشد، حداقل سیترولین یا آرژینین اضافه شود.

پس با توجه به اطلاعات موجود در صورت تست، نمی‌توان تکلیف آنزیم ۱ را قطعاً مشخص کرد. با این اطلاعات، هر دو فرض سالم بودن آنزیم ۱ و یا عدم وجود آن امکان‌پذیر است.

۵ ۲ می‌دانید که این نظریه توسط بیدل و تیتوم با مطالعه بر روی کپک نوروسپورا ارائه شد. نظریه‌ی **یک ژن ــ یک آنزیم** عبارت است از: «**هر ژن از طریق تولید یک آنزیم، تأثیر خود را اعمال می‌کند.**» یا به عبارتی «**یک ژن، تولید یک آنزیم را رهبری می‌کند.**»

آنچه که باید بدانید

«ژن چیست؟»

از فصل ۶ زیست و آزمایشگاه ۲ به خاطر دارید که ماده‌ی وراثتی و محل ذخیره‌ی اطلاعات سلول، DNAی آن است. اطلاعاتی که در DNA وجود دارد، در واحدهایی به نام **ژن** ذخیره شده است. هر ژن، قسمتی از مولکول DNA است که برای ساختن پروتئین یا RNA مورد استفاده قرار می‌گیرد. (ر.ک به صفحه‌ی ۱۲۱ زیست و آزمایشگاه ۲)

DNA از مونومرهایی به نام نوکلئوتید ساخته شده است. در واقع آن چه که، **نوع دستور یک ژن** را تعیین می‌کند، **ترتیب نوکلئوتیدهای یک ژن** است.

آیا هر قسمت از DNA را می‌توان به عنوان یک ژن تلقی کرد؟ پاسخ این سؤال را با یک مثال بیان می‌کنم. فرض کنید که در یک نوار کاست (منظورم همان نوار ضبط‌صوت است!)، چند قطعه آهنگ ضبط شده است، آیا می‌توان هر قسمتی از نوار مغناطیسی این کاست را بُرید و گفت بر روی این قسمت، یک آهنگ کامل ضبط شده است؟ آیا هر آهنگ از یک نقطه‌ی خاص شروع و به یک نقطه‌ی دیگر ختم نمی‌شود؟ بله! هر ژن هم در DNA دقیقاً همین‌طور است. هر ژن یک نقطه‌ی شروع و یک نقطه‌ی پایان مشخص دارد.

از اطلاعات یک ژن، برای ساخته شدن انواعی از RNAها (mRNA، tRNA، rRNA و RNAهای کوچک) استفاده می‌شود. از بین انواع RNAها، فقط از اطلاعات mRNAها برای ساخته شدن پروتئین استفاده می‌شود. به همین علت است که در کتاب زیست و آزمایشگاه ۲ در تعریف ژن بیان شده است که، «از اطلاعات ژن برای ساختن پروتئین یا RNA (منظور RNAهایی که غیر از mRNA است) استفاده می‌شود.»

۶ | ۱ در فرایند ترجمه، توالی نوکلئوتیدها در mRNA به توالی آمینواسیدها در زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی ترجمه می‌شود. از طرفی می‌دانید بـه هـر **رمـز سه نوکلئوتیدی در mRNA** یک **کدون** می‌گویند. به عبارتی در هنگام ترجمه به ازای هر یک کدون، یک آمینواسید در زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی قرار می‌گیرد. پس **ترتیب کدون‌ها** در mRNA، **ترتیب آمینواسیدها** را در زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی مشخص می‌کند.

۷ | ۴ در **محیط کشت حداقل** کپک نوروسپورا مخلوط رقیقی از انواع نمک‌ها، کمی شکر و یک نوع ویتامین به نام **بیـوتین** وجـود دارد. **محـیط کشـت غنی شده** عبارت است از: **محیط کشت حداقل** + **حداقل یک ماده‌ی آلی** که مورد نیاز رشد کپک نوروسپورا است، ولی برای رشد کپک نوروسـپورای طبیعـی در محیط کشت حداقل لازم نیست. بنابراین هم در محیط کشت حداقل و هم غنی شده‌ی نوروسپورا، بیوتین وجود دارد.

۸ | ۴ کپک **نوروسپورا کراسا** در لوله‌ی‌آزمایش‌حاوی**مخلوط رقیقی (آب)** از انواع **نمک‌ها**،کمی **شکر** و یک‌نوع ویتامین به‌نام **بیوتین** [نوعی ویتـامین از گـروه B]، رشد می‌کند. مجموع این مواد را **محیط کشت حداقل** می‌نامند. (ر.ک به صفحه‌ی ۵ زیست پیش‌دانشگاهی)

همان‌طور که ملاحظه فرمودید، در محیط کشت حداقل، آمینواسید آرژینین ضرورتی ندارد. کپک نوروسپورا، خود قادر بـه سـاخت تمـام انـواع آمینواسـیدها می‌باشد. چرا؟ اگر کپک نوروسپورا را تجزیه کنیم، در سلول‌های آن انواعی از پروتئین‌ها که از آمینواسیدهای مختلفـی سـاخته شـده‌اند، یافـت می‌شـود، در حالی که در محیط کشت حداقل، آمینواسیدی وجود ندارد. پس سلول‌های کپک نوروسپورا، طی واکنش‌های شیمیایی مختلف، مولکول‌های ساده‌ی موجـود در محیط کشت حداقل را به انواعی از آمینواسیدهای مورد نیاز در ساخت پروتئین‌ها، تبدیل می‌کنند. پس به خاطر داشته باشـید، **در کپـک نوروسـپورا، مسیر متابولیسمی ساخت تمام انواع آمینواسیدها، به طور طبیعی وجود دارد.**

۹ | ۴ نظریه‌ی یک ژن ـ یک آنزیم بیدل و تیتوم به مدت یک دهه رواج داشت اما با پیشرفت علم زیست‌شناسی و مشخص شدن چنـد نکتـه‌ی مهـم، این نظریه تغییر یافت. این نکات عبارتند از:

۱) مشخص شد که عده‌ای از ژن‌ها، **پروتئین‌هایی** را به رمز درمی‌آورند که **آنزیم نیستند**؛ به عبارتی همه‌ی پروتئین‌ها، آنزیم نیستند.

۲) مشخص شد که **بسیاری** از **پروتئین**ها از **چند زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی** تشکیل شده‌اند که تولید هر زنجیره را یک ژن خاص رهبری کرده است. به عبـارتی در تولید بسیاری از پروتئین‌ها، **بیش از یک ژن** دخالت دارد.

حاصل یافته‌های فوق، منجر به تبدیل نظریه‌ی یک ژن ـ یک آنزیم به نظریه‌ی **یک ژن ـ یک زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی** شد.

۱۰ | ۲ از اطلاعـات موجـود در DNA بـرای سـاختن پروتئین‌هـا اسـتفاده می‌شـود. در سـلول‌های یوکـاریوتی، جایگـاه **DNA** در **هسـته** و جایگـاه **پروتئین‌سازی** (ریبوزوم‌ها) در **سیتوپلاسم** است. بنابراین DNA نمی‌تواند مستقیماً برای ساختن پروتئین‌ها استفاده شود. به همین دلیـل انتظـار مـی‌رود نوعی مولکول میانجی، ارتباط بین DNA و ریبوزوم‌ها را برقرار کند. دانشمندان براساس مشاهداتی، به این نتیجه رسیدند که این مولکـول میـانجی، RNA است. این مشاهدات عبارت بودند از:

۱) مقدار RNA موجود در سلول، با **پروتئین‌سازی** نسبت مستقیم دارد (ر.ک به صفحه‌ی ۸ زیست پیش‌دانشگاهی).

۲) از طرف دیگر، در سلول‌های یوکاریوتی، **RNA** هم **در هسته** یافت می‌شود و هم در **سیتوپلاسم**.

آنچه که باید بدانید

«انواع RNAهای سلول»

۱) RNA پیک یا mRNA (messenger RNA): این نوع RNA پس از رونویسی از روی DNA، توسط ریبوزوم‌ها **ترجمه** می‌شود. این RNA **در پروتئین‌سازی**، نقش **الگو** را دارد.

۲) RNA ناقل یا tRNA (transfer RNA): این مولکول، **ناقل آمینواسیدها**ست. tRNA، آمینواسیدها را به ریبوزوم منتقل می‌کند، تا ریبـوزوم آمینواسیدها را براساس اطلاعات موجود در mRNA، کنار یک‌دیگر ردیف کند.

۳) RNA ریبوزومی یا rRNA (ribosomal RNA): این نوع RNA در **ساختار ریبوزوم**ها شرکت دارد.

۴) RNAی کوچک یا sRNA (small RNA): **نقش‌های مختلفی** را در سلول بر عهده دارند (مانند sRNAهایی که در حذف اینترون‌ها دخالـت دارند). sRNAها، **فقط در یوکاریوت‌ها** وجود دارند.

یادآوری: از زیست و آزمایشگاه ۱ (ر.ک به صفحه‌ی ۲۶) بـه خـاطر داریـد کـه ریبـوزوم، از **دو بخـش غیرمساوی** تشکیل شده است. هر دو بخش از **پروتئین** و انواعی از **rRNA** ساخته شده‌اند.

«نماهایی از یک ریبوزوم از دو جهت مختلف»

۱۱ | ۱ اگر به شکل صفحه‌ی بعد نگاه کنید، تمام بخش‌هـای ۱، ۲ و ۳ را خواهیـد یافـت. امـا ایـن سؤال بهانه‌ی خوبی است که کمی راجع به tRNA و ساختار آن صحبت کنیم.

در هنگام پروتئین‌سازی، باید آمینواسیدها به ریبوزوم‌ها آورده شوند، این کار توسط مولکول‌های **tRNA** انجام می‌پذیرد. ساختار tRNA به گونه‌ای است که می‌تواند **آمینواسید** را با خود **حمل** کند.

آنچه که باید بدانید

«ساختار tRNA»

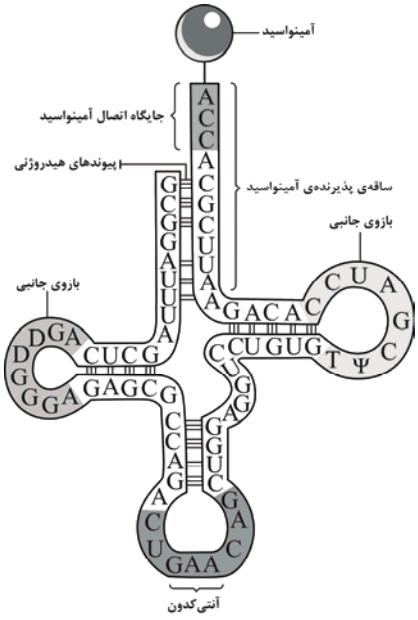
tRNA پس از این‌که از روی DNA رونویسی شد، در اثر تشکیل **پیوند هیدروژنی** بین بخش‌های مکمل خود، به شکل **برگ شبدر** درمی‌آید (شکل برگ شبدر واقعی در زیر آمده است) و سپس بلافاصله در داخل سلول در اثر **تاخوردگی‌های مولکول tRNA** بر روی خود]بر اثر پیوندهای آب گریز[، **ساختار L شکل** حاصل می‌شود. در حقیقت **ساختار نهایی و واقعی tRNA** در داخل سلول و در حین نقل و انتقال آمینواسیدها، به **شکل L** است.

در ساختار tRNA (برگ شبدری و یا L) این بخش‌ها موجود است:

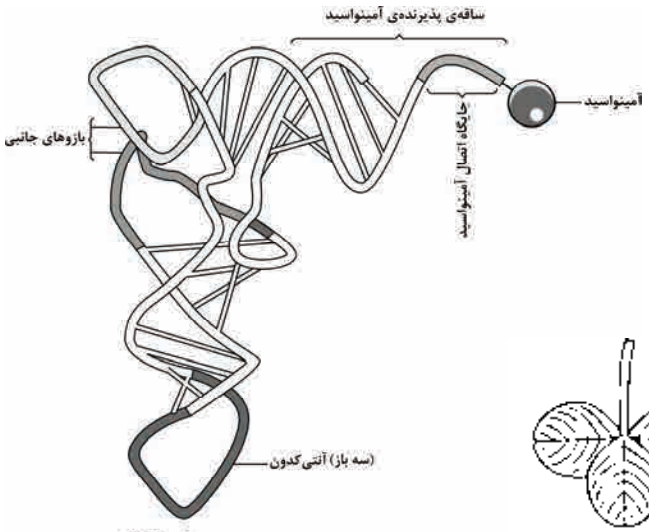
۱) *بازوی حاوی آنتی‌کدون:* آنتی‌کدون به **سه باز** حلقه‌ی بازوی آنتی‌کدون گفته می‌شود که با هیچ باز دیگری از tRNA جفت نشده‌اند. این سه باز (آنتی‌کدون) در حین پروتئین‌سازی با کدون mRNA جفت می‌شوند.

۲) *ساقه‌ی پذیرنده‌ی آمینواسید:* روبه‌روی بازوی آنتی‌کدون قرار دارد. در این ساقه‌ی دو رشته‌ای (که حاصل پیوند هیدروژنی بین بخش‌های مکمل است)، بخشی از انتهای یکی از رشته‌ها، مکمل رشته‌ی دیگر نیست. این بخش در تمام tRNAها شامل سه نوکلئوتید مشخص و ثابت **CCA** است که به آخرین نوکلئوتید آن **(نوکلئوتید آدنین‌دار)، آمینواسید متصل می‌شود.**

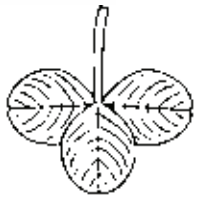
۳) *دو بازوی جانبی روبه‌روی هم:* که به نگه‌داری tRNA در جایگاه‌های ریبوزوم (P و A) کمک می‌کنند.



«ساختار برگ شبدری tRNA»



«ساختار L ، tRNA»



«برگ شبدر واقعی»

۱۲ | ۲ به پاسخ این سؤال خوب دقت کنید!

آنچه که باید بدانید

«tRNA، به عنوان مترجم»

منظور از خواندن رمز RNA پیک (یا به قول بچه‌ها همان کدون!) چیست؟

هر کدون برای خود معنایی دارد. زبان کدون، زبان اسید نوکلئیکی است. در فرایند ترجمه، زبان اسید نوکلئیکی به زبان پروتئینی ترجمه می‌شود. کدون‌ها، در واقع کلمات زبان اسید نوکلئیکی‌اند و آمینواسیدها، کلمات زبان پروتئینی. مترجم کسی است که زبان هر دو طرف را بداند. معمولاً (نه همیشه) در دنیا مترجم‌ها، یکی از دو زبان، زبان مادریشان است و زبان دیگر را فراگرفته‌اند. در فرایند ترجمه هم، این چنین است. **tRNA به عنوان مترجم** است. زبان مادری tRNA ، زبان اسید نوکلئیکی است و زبان پروتئینی را نیز می‌داند، زیرا حامل آمینواسید است. **زمانی‌که آنتی‌کدون یک tRNA ، با کدونی مکمل شد، در حقیقت آن کدون خوانده شده است** و **معنای آن کدون**، همان **آمینواسیدی است که به آن tRNA متصل** است. پس تأکید می‌کنم که **منظور از خواندن کدون، جفت شدن کدون با آنتی‌کدون** است و خواننده‌ی کدون، در حقیقت tRNA است.

یک نتیجه‌گیری بسیار مهم

چون برای **کدون‌های پایان** (۳ کدون پایان)، **هیچ tRNA یی** وجود ندارد، پس **کدون‌های پایان**، در حقیقت **خوانده نمی‌شوند**، یا به عبارتی ترجمه نمی‌شوند و همین خوانده نشدنشان به معنای پایان پروتئین‌سازی است. به شکل پاسخ تشریحی سؤال ۲۶ مراجعه کنید.

۱۳ | ۴

آنچه که باید بدانید

«انواع RNA پلی‌مراز»

اگر به صفحه‌ی ۹ زیست پیش‌دانشگاهی مراجعه کنید، درمی‌یابید که **پروکاریوت‌ها** برای انجام رونویسی فقط **یک نوع RNA پلی‌مراز** دارند، که رونویسی تمام انواع RNAها را برعهده دارد، در حالی که **یوکاریوت‌ها**، دارای **۳ نوع RNA پلی‌مراز** هستند که هر کدام، رونویسی ژن‌های خاصی را برعهده دارند. به نمودار زیر دقت کنید:

RNA پلی‌مراز
- **پروکاریوتی:** رونویسی تمام ژن‌های پروکاریوتی
- **یوکاریوتی**
  - I: فقط رونویسی ژن‌های rRNA ها
  - II: رونویسی ژن‌های mRNAها و برخی از RNAهای کوچک
  - III: رونویسی ژن‌های tRNAها و برخی از RNAهای کوچک

با توجه به کادر بالا، گزینه‌ی (۴) صحیح است.

دو تذکر مهم:

۱- در مورد RNA پلی‌مراز II، کتاب شما نوشته است که رونویسی **پیش‌سازهای mRNAها** را بر عهده دارد. در این مورد توصیه می‌کنم که حتماً پاسخ تشریحی سؤال ۲۸ همین فصل را بخوانید، به نکات جالبی پی خواهید برد.

۲- کتاب شما، کلمه‌ی **کاتالیز** را، فقط برای RNA پلی‌مراز III به کار برده است. به یاد داشته باشید که **تمام آنزیم‌ها، کاتالیزگر** هستند و سرعت واکنش‌ها را افزایش می‌دهند و به کار بردن این واژه (کاتالیز کردن) فقط برای RNA پلی‌مراز III، نوعی اشتباه لُپی است!

۱۴ | ۲

مکمل رشته‌ی DNA ← CAT - TTT - ACT

آنتی‌کدون‌ها ← CAU - UUU

رشته‌ی DNA ← GTA - AAA - TGA

رشته‌ی mRNA ← GUA - AAA - UGA

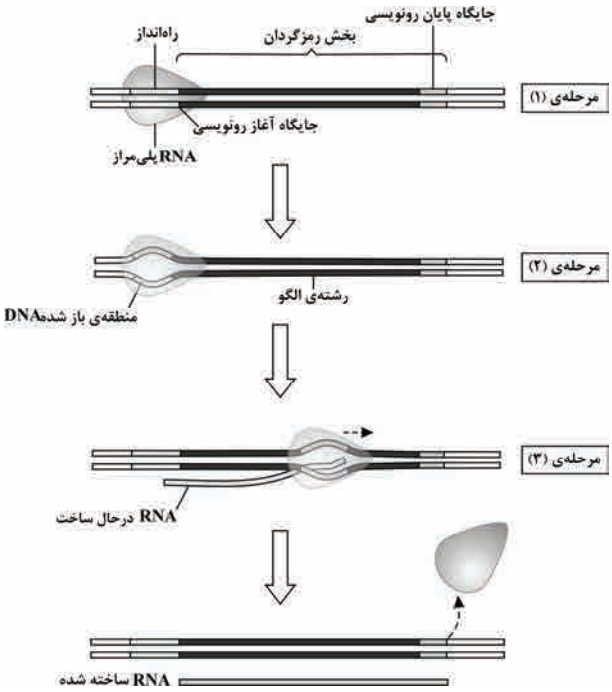
تذکر: توجه کنید که برای کدون پایان UGA ، آنتی‌کدونی وجود ندارد.

۱۵ | ۴

آنچه که باید بدانید

«مراحل رونویسی»

ساخته شدن RNA از روی DNA را **رونویسی** می‌گویند. رونویسی توسط آنزیم **RNA پلی‌مراز** انجام می‌شود. مراحل رونویسی عبارتند از:



مرحله‌ی ۱: آنزیم RNA پلی‌مراز، به قسمتی از ژن به نام **راه‌انداز** متصل می‌شود.

مرحله‌ی ۲: RNA پلی‌مراز، در منطقه‌ی راه‌انداز (به قول کتاب شما، در منطقه‌ای نزدیک به راه‌انداز)، پیچ و تاب دو رشته‌ی DNA را **از هم باز** می‌کند و دو رشته‌ی DNA در این منطقه، از یک‌دیگر جدا می‌شوند.

نکته: باز شدن دو رشته‌ی DNA از یک‌دیگر، احتیاج به **شکستن پیوندهای هیدروژنی** دارد، که توسط خود **آنزیم RNA پلی‌مراز** انجام می‌شود.

مرحله‌ی ۳: آنزیم RNA پلی‌مراز بر روی DNA به حرکت درمی‌آید و از **نقطه‌ی آغاز** رونویسی، **ریبونوکلئوتیدهای مکمل رشته‌ی الگو** را، مقابل دئوکسی ریبونوکلئوتیدها قرار می‌دهد. این عمل (قرار دادن ریبونوکلئوتیدهای مکمل در مقابل دئوکسی ریبونوکلئوتیدها)، **تا انتهای جایگاه پایان رونویسی** ادامه می‌یابد. آنزیم RNA پلی‌مراز، در حین قرار دادن **ریبونوکلئوتیدهای مکمل**، آن‌ها را با **پیوند فسفودی‌استر به یک‌دیگر متصل** می‌کند. پس از رونویسی تا انتهای جایگاه پایان رونویسی DNA ، رونویسی از ژن خاتمه می‌یابد و آنزیم RNA پلی‌مراز جدا می‌شود و RNA ی ساخته شده نیز به طور کامل رها می‌شود.

با توجه به مطالب ارائه شده، گزینه‌ی (۴) صحیح می‌باشد. بنابراین در هنگام رونویسی، بین **ریبونوکلئوتیدها، پیوند فسفودی‌استر** و **بین دئوکسی ریبونوکلئوتیدها** و **ریبونوکلئوتیدها، پیوند مکملی هیدروژنی** برقرار می‌شود.

۱۶ | ۱

آنچه که باید بدانید

«راه‌انداز و جایگاه آغاز رونویسی»

به نظر شما، آیا RNA پلی‌مراز می‌تواند به هر بخشی از ژن متصل شود و رونویسی را شروع کند؟ آیا در این صورت، محصول یک ژن RNAهای متفاوتی نخواهند بود؟ برای این که RNA پلی‌مراز رونویسی را از محل صحیح (جایگاه آغاز رونویسی) آغاز کند، قسمتی در ابتدای ژن وجود دارد که **در نزدیکی جایگاه آغاز رونویسی** (درست کمی قبل از آن) است، این بخش **راه‌انداز** نام دارد و **RNA پلی‌مراز** در هنگام شروع رونویسی **ابتدا به آن** متصل می‌شود و این باعث می‌شود که رونویسی را دقیقاً از جایگاه آغاز رونویسی شروع کند. **جایگاه آغاز رونویسی** چیست؟ به **اولین نوکلئوتیدی** از یک ژن که **رونویسی** می‌شود، می‌گویند.

۱۷ | ۱

آنچه که باید بدانید

«جایگاه پایان رونویسی»

هر شروعی یک پایانی دارد. فرایند رونویسی هم از این قاعده مستثنی نیست و باید رونویسی یک جایی خاتمه یابد، اما کجا؟ RNA پلی‌مراز از کجا تشخیص می‌دهد که کارش را کی و کجا به پایان برساند؟ RNA پلی‌مراز برای **تشخیص** ابتدای محل رونویسی **(جایگاه آغاز رونویسی)** ژن، نیاز به توالی راهنما دارد که **راه‌انداز** نامیده می‌شود؛ به همین ترتیب هم، نیاز به توالی راهنما برای خاتمه‌ی رونویسی دارد و این توالی جایگاهی است در روی DNA در **نزدیکی انتهای هر ژن** که **جایگاه پایان رونویسی** نام دارد. آنزیم RNA پلی‌مراز پس از رسیدن به این جایگاه و **رونویسی آن** به کار خود خاتمه می‌دهد.

آنزیم‌های RNA پلی‌مراز، چه پروکاریوتی که یک نوع است و چه یوکاریوتی که سه نوع می‌باشند (I، II و III) در اصول، مثل هم عمل می‌کنند؛ یعنی رونویسی را از جایگاه آغاز رونویسی، آغاز می‌کنند و بعد از رسیدن به جایگاه پایان رونویسی و رونویسی آن، به کار خود خاتمه می‌دهند.

بد نیست بدانید که

ممکن است این سؤال در ذهن شما ایجاد شود که رونویسی از جایگاه پایان رونویسی، چگونه باعث خاتمه‌ی کار RNA پلی‌مراز می‌شود؟ اگر بخواهیم خیلی دقیق و مولکولی به این سؤال پاسخ دهیم، درسطح این کتاب و حوصله‌ی شما نیست. اما همین قدر اشاره کنیم که **رونویسی از این جایگاه** و به‌وجود آمدن ساختاری در RNA (به نام **ساختار سنجاق سر**)، باعث جدا شدن RNA تولید شده از رشته‌ی الگوی DNA می‌شود و رونویسی خاتمه می‌یابد و RNA پلی‌مراز نیز، از DNA جدا می‌شود.

۱۸ | ۲

آنچه که باید بدانید

«شباهت‌ها و تفاوت‌های همانندسازی و رونویسی»

شباهت‌ها:

در هر دو، مولکول DNA به عنوان الگوست.

هر دو فرایند، احتیاج به آنزیم و صرف انرژی دارند.

هر دو فرایند، نوعی واکنش سنتز آبدهی محسوب می‌شوند (مولکول آب در حین هر دو فرایند آزاد می‌شود).

در هر دو فرایند، مولکول‌های ساخته شده، نوعی پلی‌مر محسوب می‌شوند. [البته گاهی در فرایند رونویسی، RNA ی ساخته شده کوچک‌تر از یک پلی‌مر است.]

در هر دو فرایند، از واحدهای مونومری، به نام نوکلئوتید استفاده می‌شود.

در حین انجام هر دو فرایند، دو رشته‌ی DNA از هم باز می‌شوند (پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته‌ی DNA، شکسته می‌شود).

محل انجام هر دو فرایند **در پروکاریوت‌ها**، در سیتوپلاسم است.

هر دو فرایند در **یوکاریوت‌ها**، علاوه بر هسته، در میتوکندری و کلروپلاست نیز انجام می‌شود.

در حین انجام هر دو فرایند، پیوندهای بین مونومرها در رشته‌های جدید ساخته شده، از نوع فسفودی‌استر است.

در هر دو فرایند، از قوانین جفت شدن بازها استفاده می‌شود.

تفاوت‌های همانندسازی و رونویسی	
همانندسازی	**رونویسی**
هر دو رشته DNA، به عنوان الگو استفاده می‌شود.	یکی از دو رشته DNA، به عنوان الگو استفاده می‌شود.
تمام طول دو رشته به عنوان الگو استفاده می‌شود.	بخشی از یك رشته به عنوان الگو استفاده می‌شود.
از آنزیم DNA پلی‌مراز استفاده می‌شود.	از آنزیم RNA پلی‌مراز استفاده می‌شود.
پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته‌ی DNA، توسط هلیکاز شکسته می‌شود.	پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته‌یDNA، توسط RNA پلی‌مراز شکسته می‌شود.
پیوند هیدروژنی، در تمام طول DNA می‌شکند.	پیوند هیدروژنی، در بخشی از مولکول DNA می‌شکند.
در ساخت رشته‌های جدید، از واحدهای دئوکسی ریبونوکلئوتید استفاده می‌شود.	در ساخت رشته‌های جدید، از واحدهای ریبونوکلئوتید استفاده می‌شود.
در حین همانندسازی، پیوند هیدروژنی بین رشته‌ی قدیمی و جدید ساخته شده، شکسته نمی‌شود.	در حین رونویسی، پیوند هیدروژنی تشکیل شده بین رشته‌ی الگوی DNA و RNAی ساخته شده، شکسته می‌شود.
از باز آلی T استفاده می‌شود.	از باز آلی U استفاده می‌شود.
فرایند ویرایش وجود دارد.	فرایند ویرایش وجود ندارد.
پس از همانندسازی، دو رشته‌ی الگو با یك‌دیگر پیوند هیدروژنی برقرار نمی‌کنند.	پس از رونویسی، دو رشته‌ی DNAی باز شده، با یك‌دیگر پیوند هیدروژنی برقرار می‌کنند.

یادآوری:

فرایند ویرایش: در طی **همانندسازی**، در صورتی‌که نوکلئوتید اشتباهی در زنجیره‌ی در حال ساخت قرار بگیرد، طی فرایندی به نام ویرایش که توسط خود **DNA پلی‌مراز** انجام می‌شود، نوکلئوتید اشتباه از زنجیره‌ی در حال ساخت حذف و نوکلئوتید صحیح جایگزین آن می‌شود.

۱۹ **۳** براساس کتاب شما، رونویسی ۳ مرحله دارد:

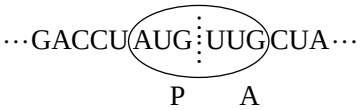
مرحله‌ی (۱): اتصال **RNA پلی‌مراز** به راه‌انداز ژن

مرحله‌ی (۲): باز کردن دو رشته‌ی DNA از یک‌دیگر، توسط RNA پلی‌مراز

مرحله‌ی (۳): قرار دادن ریبونوکلئوتیدهای مکمل در مقابل دئوکسی ریبونوکلئوتیدهای رشته‌ی الگوی DNA.

خُب! به نظر شما، از بین ۴ گزینه‌ی داده شده، حضور کدام‌یک برای شروع رونویسی ضروری ست؟!

۲۰ **۱** هنگام شروع ترجمه‌ی mRNAی زیر، بخش کوچک ریبوزوم به گونه‌ای به mRNA متصل می‌شود که رمز آغاز (اولین AUG) در داخل جایگاه P قرار بگیرد. بالطبع رمز بعدی (که در این‌جا UUG است)، در داخل جایگاه A بخش کوچک ریبوزوم قرار می‌گیرد.



۲۱ **۱**

آنچه که باید بدانید

«آزمایش نیرنبرگ»

هدف: شناسایی رمزهای DNA (رمزهای وراثتی یا کدها)

مواد مورد نیاز جهت آزمایش: انواعی از **mRNAهای ساختگی**!، لوله‌ی آزمایش محتوی **۲۰ نوع آمینواسید** و **مایع استخراج شده از سیتوپلاسم** سلول‌ها (این مایع، حاوی **ریبوزوم**ها و **آنزیم‌های** لازم جهت انجام فرایند پروتئین‌سازی است).

تکنیک آزمایش: نیرنبرگ و همکارانش، رشته‌ای از mRNA با توالی مشخص از ریبونوکلئوتیدها را ساختند. سپس آن را در لوله‌ی آزمایش محتوی ۲۰ نوع آمینواسید و مایع استخراج شده از سیتوپلاسم سلول قرار دادند؛ پروتئین‌سازی انجام شد و زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی از روی اطلاعات mRNA ساختگی! ساخته شد. سپس زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی را تجزیه و **توالی آمینواسیدها** را با **توالی سه نوکلئوتیدی mRNA** ساختگی مقایسه کردند.

نتیجه: هر رمز سه حرفی mRNA (یا همان **کدون**) معادل **کدام آمینواسید** است. پس از شناسایی هر کدون، می‌توان معادل **رمز وراثتی** آن را، بر روی **DNA** تشخیص داد.

یک مثال واقعی: نیرنبرگ و همکارانش برای اولین بار نوعی mRNA ساختند که تمام نوکلئوتیدهای آن **یوراسیل‌دار** (U) بودند. پس از انجام مراحل آزمایش و تجزیه‌ی زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی حاصل، همه‌ی آمینواسیدها، **فنیل‌آلانین** بودند. با توجه به این که از قبل می‌دانستند رمزهای آمینواسیدها سه حرفی است، پس هر **UUU** در mRNA، **معادل فنیل‌آلانین** است. به نظر شما رمز فنیل‌آلانین بر روی DNA چیست؟ خب! طبیعی است، UUU از روی **AAA** رونویسی شده است. پس رمز فنیل‌آلانین در سطح DNA (**رمز وراثتی**)، AAA است.

و اما گزینه‌های دیگر:

۲) درست است که با شناسایی کدون یک آمینواسید، می‌توان به آنتی‌کدون آن نیز پی برد، اما نه هدف آزمایش نیرنبرگ این بود و نه نتیجه‌ی مستقیم آن. اگر یادتان باشد در صورت تست اشاره شده است که، «آزمایش نیرنبرگ در کدام یک مستقیماً نقش داشت؟»

۳) خود شما نظر بدهید، کجای آزمایش نیرنبرگ به درد شناسایی مکانیسم ترجمه (پروتئین‌سازی) می‌خورد؟!

۴) در همان صفحه‌ی ۱۲ کتاب پیش دانشگاهی خوانده‌اید که، «از قبل به وسیله‌ی آزمایش‌هایی مشخص شده بود که رمزهای DNA و در نتیجه رمزهای RNA سه نوکلئوتیدی هستند». پس آزمایش نیرنبرگ، نقشی در شناسایی سه نوکلئوتیدی بودن رمزهای DNA و RNA نداشت.

۲۲ **۲** ر.ک به پاسخ تشریحی سؤال ۱۱

۲۳ **۴** اگر مسیر متابولیسمی ساخت آمینواسید آرژینین از پیش‌ماده‌ی x را به خاطر بیاورید، پاسخ خواهید داد که برای تبدیل **پیش‌ماده‌ی X** به **اُرنیتین**، کپک نوروسپورا از یک آنزیم استفاده می‌کند:

آرژینین $\xrightarrow{\text{آنزیم ۳}}$ سیترولین $\xrightarrow{\text{آنزیم ۲}}$ اُرنیتین $\xrightarrow{\text{آنزیم ۱}}$ پیش‌ماده‌ی X [گلوتامات]

و بر طبق نظریه‌ی یک ژن ـ یک آنزیم، چون هر ژن مسئول ساخت یک آنزیم است، پس یک ژن در این تبدیل دخالت دارد.

چیه! هنوز هم می‌گویید چرا گزینه‌ی (۱) نشد! به این دلیل که این تست تبدیل پیش‌ماده‌ی X به اُرنیتین را خواسته است، نه تبدیل پیش‌ماده‌ی X به آرژینین. حالا قانع شدین؟! پس مواظب باشید!

طرح یک سؤال بنیادی: (حتماً بخوانید!)

آیا به نظر شما هرجا که یک آنزیم در واکنش‌ی دخالت داشت، یک ژن هم به‌طور مستقیم در کنترل آن واکنش دخالت دارد؟

پاسخ سؤال: فکر می‌کنم که با توجه به توضیحات ذکرشده در پاسخ سؤال ۹، متوجه شدید که بسیاری از پروتئین‌ها (از جمله **آنزیم‌ها**)، ممکن است از **چندین زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی** تشکیل شده باشند؛ پس **چندین ژن** به‌طور مستقیم در ساخت آن دخالت دارند. حالا با این حساب اگر آنزیمی در یک واکنش دخالت داشت، آیا می‌توان قطعاً گفت که فقط یک ژن، به‌طور مستقیم در کنترل آن واکنش دخالت دارد؟ نه! چون ممکن است آن آنزیم از چندین زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی ساخته شده باشد و طبیعتاً **چند ژن** در ساخت آن آنزیم و در نهایت به‌طور مستقیم در کنترل آن واکنش دخالت داشته باشند. با این توصیف می‌پرسید، پس چرا گزینه‌ی (۴) را انتخاب کردیم، ما که نمی‌دانیم آنزیم تبدیل‌کننده‌ی پیش‌ماده‌ی X [گلوتامات] به اُرنیتین، دارای چند زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی است؟ بله حق با شماست! این سؤال در آزمون سنجش ۸۱ آمده است و در کتاب‌های زیست آن زمان، به ازای هر آنزیم این مسیر، یک ژن را مشخص کرده بودند تا نظریه‌ی یک ژن ـ یک آنزیم را توضیح دهند. اما الان که سواد شما با خواندن این کتاب، ماشاالله بالاتر رفته! طبیعتاً این گزینه نمی‌تواند قانع‌کننده باشد. من فقط این سؤال را آوردم تا بهانه‌ای باشد برای توضیح این مطلب مهم و بنیادی. امیدوارم قانع شده باشید!

۲۴ **۳** در فرایند **ترجمه** (Translation)، توالی نوکلئوتیدها در mRNA به توالی آمینواسیدها در پروتئین ترجمه می‌شود. در حقیقت در فرایند ترجمه، **زبان نوکلئیک اسیدی** (زبان mRNA) به **زبان پروتئین**، ترجمه می‌شود.

آنچه که باید بدانید

«مرحله‌ی آغاز ترجمه»

فرایند **ترجمه** را می‌توان در سه مرحله‌ی **آغاز**، **ادامه** و **پایان** بررسی کرد.

آغاز ترجمه: در آغاز ترجمه به ترتیب، وقایع زیر رخ می‌دهد:

۱) **بخش کوچک ریبوزوم** به **کدون آغاز** متصل می‌شود. کدون آغاز، **AUG** است و **متیونین** را رمز می‌کند.

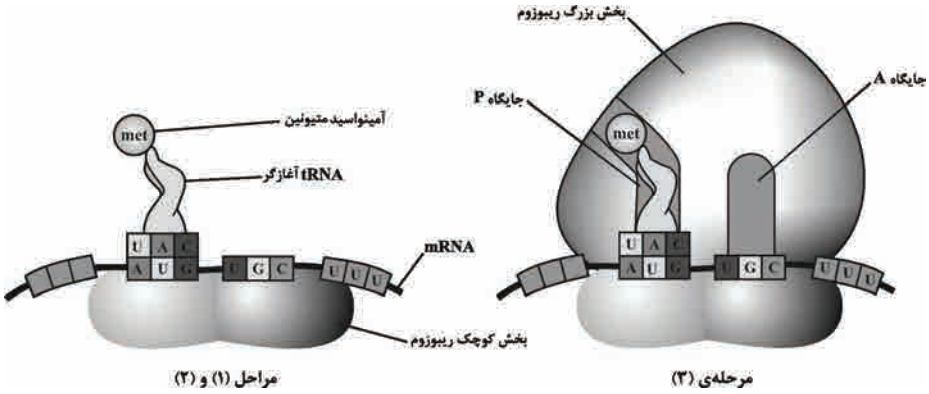
یادآوری: از زیست و آزمایشگاه ۱ به خاطر دارید که، **ریبوزوم** از **دو بخش نامساوی (بخش کوچک** و **بزرگ)** تشکیل شده است. این دو بخش در ابتدا، **از هم جدا** هستند و در حین ترجمه به یک‌دیگر می‌پیوندند. (ر.ک. به شکل یادآوری مندرج در پاسخ تشریحی سؤال ۱۰ همین فصل)

۲) سپس **tRNA آغازگر** (که متیونین به آن متصل است) با کدون آغاز، رابطه‌ی مکملی برقرار می‌کند.

۳) **بخش بزرگ ریبوزوم** به بخش کوچک متصل و **ریبوزوم کامل** ایجاد می‌شود.

(**توجه:** بخش کوچک ریبوزوم دارای دو **جایگاه P** و **A** است و بخش بزرگ ریبوزوم نیز، این دو جایگاه را دارد. از اتصال دو بخش کوچک و بزرگ ریبوزوم به یک‌دیگر، جایگاه‌های P و A، کامل می‌شوند.)

در این‌جا، مرحله‌ی آغاز ترجمه تمام شده است. در حال حاضر در داخل جایگاه P ریبوزوم کامل، آنتی‌کدون tRNA آغازگر با کدون آغاز (AUG) رابطه‌ی مکملی برقرار کرده است و در جایگاه A ریبوزوم کامل، کدون دوم قرار دارد و هیچ tRNA یی هنوز قرار نگرفته است. باقی مراحل ترجمه، در پاسخ تشریحی سؤالات ۲۵ (ادامه) و ۲۶ (پایان) آمده است.



۲۵ | ۱

آنچه که باید بدانید

«مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه»

پس از مرحله‌ی آغاز ترجمه، وقایع **مرحله‌ی ادامه** اتفاق می‌افتد.

در مرحله‌ی ادامه، وقایع زیر به ترتیب رخ می‌دهد:

۱) مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه، با **ورود tRNAی حامل دومین آمینواسید به جایگاه A** ریبوزومِ کامل شروع می‌شود. در این جایگاه کدون دوم با آنتی‌کدون دوم، رابطه‌ی مکملی برقرار می‌کند. (شکل‌های الف و ب)

۲) در جایگاه P، پیوند بین tRNA آغازگر و متیونین شکسته می‌شود.

۳) متیونین در **جایگاه A**، با آمینواسید دوم (که به tRNA دوم متصل است) **پیوند پپتیدی** برقرار می‌کند.

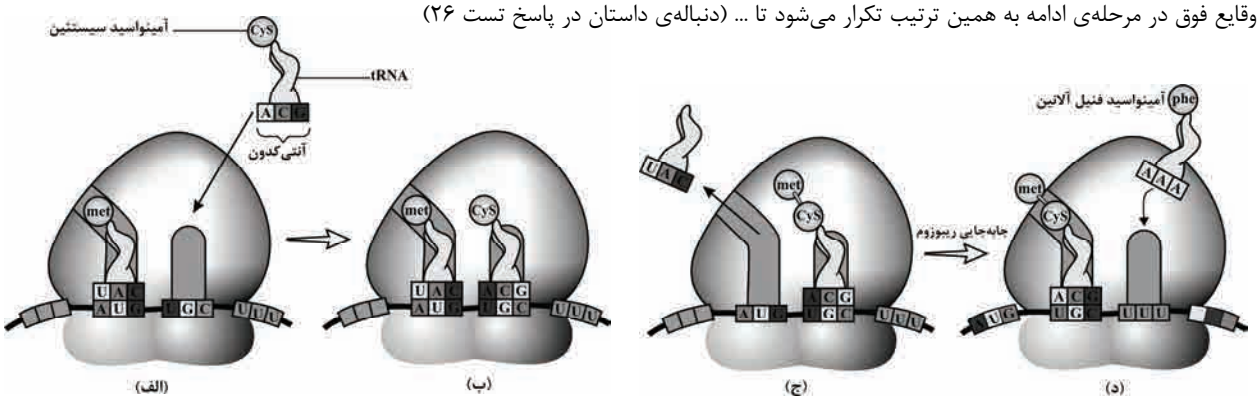
۴) tRNA آغازگر از جایگاه P خارج می‌شود (شکل ج). هم‌زمان با این عمل، **ریبوزوم** به اندازه‌ی **یک کدون** بر روی mRNA **جابه‌جا** می‌شود. در این زمان کدون سوم (به عنوان کدون جدید) وارد جایگاه A می‌شود و تمام محتویات جایگاه A قبلی (tRNAیی که دو آمینواسید به آن متصل است) وارد جایگاه P می‌شود. (شکل د)

۵) سپس tRNAیی که آمینواسید مربوط به کدون سوم را حمل می‌کند، وارد جایگاه A می‌شود.

۶) پیوند بین آمینواسید دوم و tRNAی موجود در جایگاه P شکسته می‌شود و دو آمینواسید متصل به‌هم (متیونین و آمینواسید دوم متصل به آن) با آمینواسید سوم موجود در جایگاه A (که به tRNA متصل است)، پیوند پپتیدی برقرار می‌کند.

۷) سپس ریبوزوم به اندازه‌ی یک کدون جابه‌جا می‌شود. tRNA دوم از جایگاه P خارج می‌شود.

وقایع فوق در مرحله‌ی ادامه به همین ترتیب تکرار می‌شود تا ... (دنباله‌ی داستان در پاسخ تست ۲۶)



۲۶ | ۲ این سؤال بهانه‌ی خوبی است برای توضیح وقایع مرحله‌ی پایان ترجمه، (تا این‌جا مراحل آغاز را در پاسخ سؤال ۲۴ و مراحل ادامه‌ی ترجمه را در پاسخ سؤال ۲۵ توضیح داده‌ایم و پاسخ این سؤال، کامل‌کننده‌ی پاسخ دو سؤال مذکور است):

آنچه که باید بدانید

«مرحله‌ی پایان ترجمه»

اگر به خاطر داشته باشید در حین مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه، ریبوزوم در هر بار جابه‌جایی، به اندازه‌ی یک کدون در طول mRNA به پیش می‌رود. اما این کار تا چه زمانی ادامه می‌یابد؟ آیا ریبوزوم تا انتهای یک مولکول mRNA به پیش می‌رود؟ خیر. اگر در حین جابه‌جایی ریبوزوم، **یکی از کدون‌های پایان (UAA، UGA و UAG**، که دوتای اول در شکل‌های کتاب پیش‌دانشگاهی آمده است و سومی هم در جدول بیش‌تر بدانید، صفحه‌ی ۱۳ کتاب پیش‌دانشگاهی، موجود است) در جایگاه A ریبوزوم قرار گیرد، ترجمه پایان می‌پذیرد. وقایع زیر به ترتیب در مرحله‌ی پایان ترجمه به وقوع می‌پیوندد:

۱) قرار گرفتن یکی از کدون‌های پایان، در جایگاه A ریبوزوم.

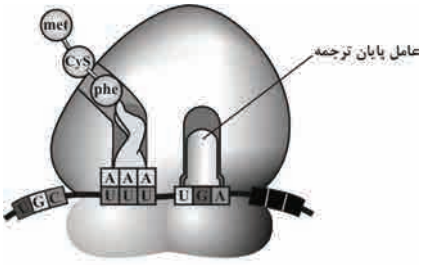
توجه: طبیعتاً برای هر کدون جدیدی که در جایگاه A ریبوزوم قرار می‌گیرد، tRNAیی با توالی آنتی‌کدون مکمل آن در جایگاه A قرار می‌گیرد. ولی **برای کدون‌های پایان هیچ tRNAیی وجود ندارد.**

۲) چون هیچ tRNAیی برای کدون‌های پایان وجود ندارد، **عامل پایان ترجمه** [نوعی پروتئین] در **جایگاه A** قرار می‌گیرد.

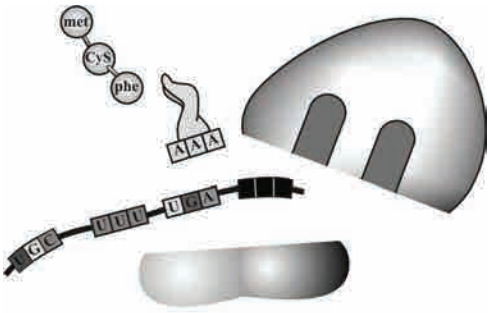
۳) **نوعی آنزیم (به غیر از عامل پایان ترجمه)، پیوند بین آخرین tRNA** موجود در جایگاه P و **پلی‌پپتید متصل** به آن را، **هیدرولیز** می‌کند (با اضافه کردن مولکول آب، این پیوند را می‌شکند).

۴) زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی ساخته شده، رها می‌شود.

۵) mRNA و دو بخش کوچک و بزرگ ریبوزوم از هم جدا می‌شوند.



مراحل (۱) و (۲)



مراحل (۳) و (۴) و (۵)

۲۷ **۲** ر.ک به پاسخ تشریحی سؤال ۲۴

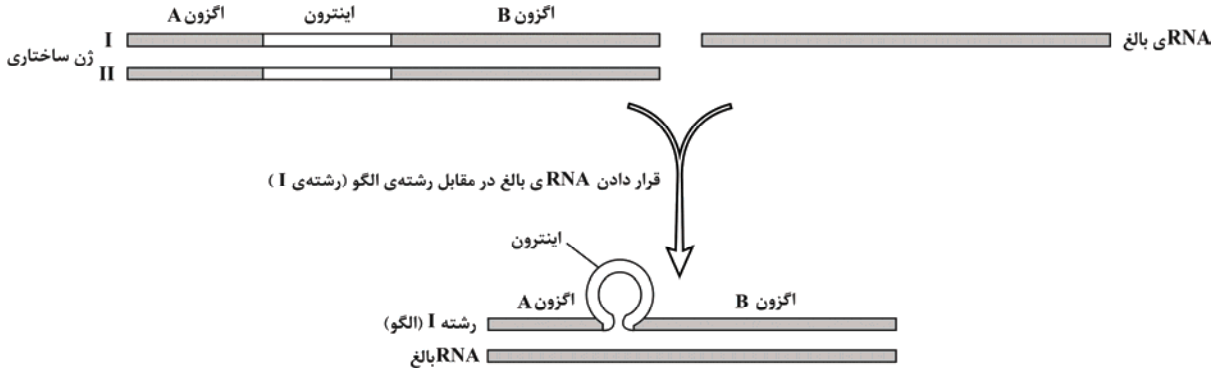
۲۸ **۴**

آنچه که باید بدانید

«ژن‌های گسسته»

در **یوکاریوت‌ها، ژن‌های گسسته**ی بسیاری وجود دارد [و هرچه یوکاریوت تکامل یافته‌تر باشد، تعداد ژن‌های گسسته‌ی بیش‌تری دارد. اما منظور از گسستگی ژن‌ها چیست؟ ژن‌های گسسته به ژن‌هایی گفته می‌شود که اگر، RNAی متعلق به آن ژن را، با رشته‌ی الگوی آن مکمل کنیم، بخشی از آن رشته‌ی الگوی ژن، مکملی در RNA ندارد. به عبارتی **بخش‌های مکمل RNA**ی آن ژن، بر روی **رشته‌ی الگوی DNA**، به صورت **غیرپشت‌سرهم** و **گسسته** قرار دارند. احتمالاً تا این‌جا قضیه را خیلی قشنگ متوجه نشدین. بگذارید با یک شکل این مفهوم را توضیح دهم:

(فرض کنید RNAی زیر، از روی رشته‌ی I ژن ساختاری مقابل آن، رونویسی شده است.)



حال می‌خواهیم، RNAی مذکور را با رشته‌ی I، که از روی آن رونویسی شده است، مکمل کنیم. قاعدتاً چون از روی آن رونویسی شده است، باید مکمل تمام قسمت‌های آن از جایگاه آغاز رونویسی تا انتهای جایگاه پایان باشد، حالا این کار را می‌کنیم تا ببینیم چه می‌شود.

همان‌طور که در شکل فوق ملاحظه می‌کنید، بخش‌هایی که **مکمل RNA** هستند (**بخش‌های A و B**) در رشته‌ی DNA I‌ی الگو، که RNA از روی آن رونویسی شده است، به‌طور پیوسته به دنبال هم قرار ندارند، به عبارتی **گسسته‌اند**. پس فکر می‌کنم تا این جا منظور گسستگی را متوجه شدید. اما حالا باید توضیح دهیم که چرا این اتفاق افتاده است؟

آیا از توالی مابین توالی‌های A و B رشته‌ی I، در هنگام فرایند رونویسی، رونویسی نشده است و یا رونویسی شده و بعداً برای آن اتفاقی افتاده است؟ دانشمندان متوجه شدند که ابتدا از روی **تمام بخش‌های رمزگردان یک ژن گسسته**، رونویسی می‌شود (منظور از بخش رمزگردان از نقطه‌ی آغاز رونویسی تا انتهای جایگاه پایان رونویسی است) و RNAیی به نام **RNAی اولیه** ایجاد می‌شود. سپس، **بخش‌هایی** از RNAی اولیه **حذف** می‌شود [طی فرایندی به نام **پیرایش** و یا به قول کتاب شما، **کوتاه شدن**]. RNAی نهایی به نام **RNAی بالغ** است، که کوتاه‌تر از RNAی اولیه است و طبیعتاً در هنگام مکمل شدن با رشته‌ی الگویی که از روی آن رونویسی شده است، **فقط با برخی از توالی‌ها در رشته‌ی الگو مکمل می‌شود**. اگر RNA اولیه از نوع mRNA اولیه باشد، مناطقی در آن وجود دارد که پس از پدیده‌ی کوتاه شدن دیگر در mRNA بالغ نیست، پس این مناطق که حذف می‌شوند، ترجمه نمی‌شوند.

اما توضیح دو اصطلاح:

اگزون: به مناطقی در **رشته‌ی الگوی DNA**، که **رونوشت** آن‌**هم در RNA اولیه** و **هم در RNA بالغ** است، اگزون می‌گویند؛ مانند توالی‌های A و B در شکل فوق.

اینترون: به مناطقی در **رشته‌ی الگوی DNA** می‌گویند، که **رونوشت** آن در **RNA اولیه** وجود دارد، اما طی فرایند **کوتاه شدن، حذف** می‌شود و رونوشت آن در RNA بالغ یافت نمی‌شود.

دو نکته‌ی بسیار مهم:

۱- در یوکاریوت‌ها، RNA اولیه، **در هسته بالغ می‌شود**؛ به عبارتی فرایند کوتاه شدن (**حذف رونوشت اینترون‌ها**)، در هسته صورت می‌گیرد.

۲) تبدیل RNAی اولیه به RNAی بالغ، فقط شامل حذف رونوشت اینترون‌ها یا فرایند کوتاه شدن نیست. بلکه فرایندهای مختلفی بر روی RNA اولیه صورت می‌گیرد تا به RNA بالغ تبدیل شود که یکی از مهم‌ترین آن‌ها، پدیده‌ی کوتاه شدن است. توضیح سایر پدیده‌ها از حوصله‌ی شما و کنکور خارج است!

با توجه به کادر عظیم‌الجثه‌ی صفحه‌ی قبل! تنها مورد نادرست، عبارت (د) است.

۲۹ **۴**

آنچه که باید بدانید

در بیماری‌های وراثتی به **ژن‌هایی** که **باعث بروز بیماری** می‌شوند، **ژن‌های جهش‌یافته** و به ژن‌هایی که باعث بروز صفت سالم می‌شوند، ژن‌های طبیعی یا سالم می‌گویند.

در افراد مبتلا به آلکاپتونوریا، **ژن** سازنده‌ی **آنزیم تجزیه‌کننده‌ی** هموجنتیسیک اسید، **جهش‌یافته** است و به همین دلیل، در این افراد این آنزیم ساخته نمی‌شود.

و اما گزینه‌های دیگر:

۱) در افراد مبتلا به آلکاپتونوریا، هموجنتیسیک اسید وارد ادرار می‌شود، پس حتماً تولید می‌شود که می‌تواند وارد ادرار شود. بنابراین آنزیم سازنده‌ی آن وجود دارد.

۲) **هموجنتیسیک اسید**، نوعی **اسید آلی** است و از جنس پروتئین نیست. بنابراین مستقیماً دستور ساختی (ژنی) را در DNA ندارد که بخواهد جهش بیابد.

۳) هم زبان ما، مو در آورد و هم موهای شما ریخت!! از بس که گفتیم «در افراد مبتلا به آلکاپتونوریا، آنزیم تجزیه کننده‌ی هموجنتیسیک اسید وجود ندارد.»

۳۰ **۴** مناطقی از DNA که رونوشت آن از RNA **حذف** می‌شود، **اینترون** نام دارند؛ به این گونه ژن‌ها در DNA، **ژن‌های گسسته** می‌گویند. **یوکاریوت‌ها ژن‌های گسسته** دارند. پس این جاندار **اگر یوکاریوت باشد، می‌تواند سه نوع RNA پلی‌مراز** داشته باشد و **تنظیم بیان ژن‌های آن**، غالباً در هنگام **شروع رونویسی است**؛ ضمناً در یوکاریوت‌ها ممکن است، تنظیم بیان ژن **حتی پس از ترجمه** نیز صورت بگیرد. اما عبارت «د» چرا غلط است؟ چون **اپراتور فقط در پروکاریوت‌ها** وجود دارد.

۳۱ **۴** این جاندار **تک‌سلولی**، یک **یوکاریوت** است. در یوکاریوت‌ها **کلیه‌ی مراحل بالغ شدن** mRNAی اولیه، در **درون فضای هسته** انجام می‌شود. هر سه گزینه‌ی (۱)، (۲) و (۳) به **خصوصیات یوکاریوت‌ها** اشاره می‌کند.

۳۲ **۴** به پاسخ این سؤال خوب دقت کنید . قبل از هر چیز، باید تعریف **ژنوتیپ** و **فنوتیپ** را ارائه دهیم:

آنچه که باید بدانید

«DNA و ژنوتیپ، پروتئین و فنوتیپ»

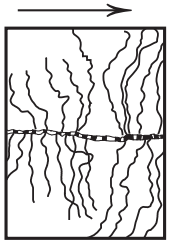
ژنوتیپ: به فرمول ژنتیکی یک سلول یا به **ژن‌های موجود** در یک سلول، ژنوتیپ سلول می‌گویند.

فنوتیپ: به **شکل** و **عملکرد** یک سلول، فنوتیپ یک سلول می‌گویند.

در حقیقت، **ژنوتیپ** از جنس **DNA** است. اما فنوتیپ از چه جنسی است؟ اگر به مثالی که می‌زنم توجه کنید، متوجه خواهید شد که جنس **فنوتیپ** از **پروتئین** است. شما سلول‌های بدن **یک انسان** را درنظر بگیرید، آیا همگی آن‌ها (منظورم سلول‌های هسته‌دار است) ژنوتیپ یا DNA یکسان ندارند؟ طبیعتاً دارند، زیرا همگی از **تقسیم میتوز** یک سلول اولیه به نام **زیگوت**، ایجاد شده‌اند و شما از سال سوم به‌خاطر دارید که سلول‌های حاصل از تقسیم میتوز، **از لحاظ ژنتیکی کاملاً شبیه** هم‌اند.

اما چرا تمام **سلول‌های هم‌ژنوتیپ** بدن، **شکل‌ها** و **کارهای متفاوتی** دارند. مثلاً یکی سلول عصبی است، دیگری سلول پوششی است، یکی مانند پلاسموسیت پادتن می‌سازد و دیگری مانند نوتروفیل، فاگوسیتوز می‌کند؟ پاسخ این سؤالات، در نوع **پروتئین‌های متفاوت** این سلول‌ها است. به عبارتی آن‌چه که فنوتیپ سلول‌ها یا به عبارتی شکل و کار آن‌ها را تعیین می‌کنند، نوع پروتئین‌های آن‌هاست.

۳۳ **۳** **آنتی‌کدون AUG** با **کدون UAC** جفت باز تشکیل می‌دهد. توجه کنید که کدون UAC مربوط به متیونین نیست، بنابراین آمینواسید D قطعاً متیونین نیست (رد عبارت ب). آمینواسید A متیونین است، بنابراین اولین tRNAی ورودی به جایگاه A دارای آمینواسید B و **دومین tRNA ی ورودی به جایگاه A** دارای **آمینواسید C** بوده است (رد عبارت الف). اولین کدون ورودی به جایگاه P (AUG) آمینواسید A (متیونین) را مشخص می‌کند. بنابراین، دومین کدون ورودی به جایگاه P، آمینواسید B و **سومین کدون ورودی، آمینواسید C** را مشخص می‌کند (تأیید عبارت ج). ریبوزوم تاکنون **سه بار جابه‌جایی** داشته است.



۳۴ **۴** در این شکل **رونویسی از ژن هموگلوبین** (نوعی **پروتئین** انتقال‌دهنده) به‌طور **هم‌زمان** توسط **RNA پلی‌مرازهای II** از **یکی از رشته‌های ژن** و در **جهت فلش** در حال انجام است و طبیعتاً هرچه از سمت نقطه‌ی آغاز رونویسی به سمت جایگاه پایان رونویسی حرکت کنیم، RNAها بلندتر خواهند بود. در نهایت **تمام RNAهای تولید شده** از روی این ژن، دارای **توالی‌های نوکلئوتیدی یکسان** هستند و پس از ترجمه‌ی آن‌ها نیز، **زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی یکسان** ایجاد می‌شود. در تمام RNAهای رونویسی شده از این ژن، **هم رونوشت اگزون‌ها** و **هم رونوشت اینترون‌ها** وجود دارد و پس از **فرایند کوتاه شدن** (که **پس از رونویسی** اتفاق می‌افتد) **رونوشت اینترون‌ها حذف** می‌شوند و رونوشت اگزون‌ها به‌هم متصل می‌شوند.

۳۵ **۱** اپران لک که بخشی از DNA باکتری است، شامل یک بخش تنظیم‌کننده (یک اپراتور و یک راه‌انداز) و سه ژن ساختاری است؛ بنابراین بخش تنظیم‌کننده‌ی اپران لک نیز، از جنس DNA است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) **رمزهای پروتئین‌های تنظیم‌کننده** (مهارکننده‌ها) بر روی **ژن‌های تنظیم‌کننده** قرار دارند؛ ژن‌های تنظیم‌کننده، **جزیی از ساختار اپرانی** که در تنظیم آن دخالت دارند، **محسوب نمی‌شوند**.

۳) در اپران لک، اتصال **آلولاکتوز (عامل تنظیم‌کننده)** به **مهارکننده** (نه به بخش تنظیم‌کننده) باعث **روشن شدن اپران لک** می‌شود.

۴) اپران لک، یک **اپران سه ژنی** است که از روی آن، **یک mRNA**ی **سه ژنی** ساخته می‌شود؛ پس از ترجمه‌ی این mRNAی سه ژنی، **سه زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی** ساخته می‌شود.

۳۶ **۳**

آنچه که باید بدانید

«مفهوم بیان ژن»

بیان ژن (Gene expression) چیست؟ آیا منظور از بیان یک ژن، فقط ساخته شدن پروتئین است؟ پاسخ این سؤال در فهم این مطلب نهفته است که، مگر از روی تمام ژن‌های یک سلول در نهایت پروتئین ساخته می‌شود؟ یا به عبارتی، مگر تمام ژن‌ها اطلاعات مربوط به ساخته شدن پروتئین‌ها را دارند؟ مگرنه این که شما در سال سوم در فصل ۶ در **تعریف ژن** خواندید که «**ژن به بخشی از مولکول DNA گفته می‌شود که از روی آن پروتئین یا RNA ساخته می‌شود**»؟ پس هستند ژن‌هایی که اطلاعاتی برای ساخت **tRNA**، **rRNA**، و یا **RNAهای کوچک (sRNA)** [فقط در یوکاریوت‌ها] را دارند. به عبارتی از روی همه‌ی ژن‌ها، mRNA ساخته نمی‌شود که بعداً مورد ترجمه قرار بگیرد. پس **بیان یک ژن** عبارت است از **عرضه شدن محصول یک ژن**. اگر ژن، اطلاعات مربوط به ساخت tRNA، rRNA و یا RNA کوچک [فقط در یوکاریوت‌ها] را داشته باشد، بیان آن ژن عبارت است از، ساخته شدن این نوع RNAها و اگر ژن، اطلاعات مربوط به ساخته شدن یک پروتئین را داشته باشد، بیان آن عبارت ا ست از ساخته شدن mRNA و در نهایت ترجمه‌ی آن و ایجاد پروتئین فعال.

پس در هر صورت **بیان یک ژن**، از هر نوعی که باشد، با **رونویسی و ساخته شدن RNA شروع می‌شود**، چه بسا که رونویسی نه تنها شروع، بلکه خاتمه‌ی بیان یک ژن هم باشد، مانند بیان ژن‌های مربوط به tRNAها، rRNA و RNAهای کوچک. (برای توضیح بیش‌تر در مورد ژن، به پاسخ تشریحی سؤال ۵ نیز مراجعه کنید).

تذکر: SRNAها (RNAهای کوچک)، در پروکاریوت‌ها وجود ندارند.

مراحل بیان ژن در یوکاریوت‌ها

ژن
↓ رونویسی
RNA اولیه
↓ فرایند بالغ شدن (از جمله کوتاه شدن)
tRNA بالغ → rRNA → در ساختار ریبوزوم
tRNA بالغ → RNA → انتقال آمینواسیدها
tRNA بالغ → sRNA(کوچک) (RNA → نقش‌های مختلف)
tRNA بالغ → mRNA
tRNA بالغ ↓ ترجمه
زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی
↓
تبدیل به پروتئین یا شرکت در ساختار یک پروتئین

مراحل بیان ژن در پروکاریوت‌ها

ژن(ها)
↓ رونویسی
RNA → rRNA → در ساختار ریبوزوم
RNA → tRNA → انتقال آمینواسیدها
RNA → mRNA
mRNA ↓ ترجمه
زنجیره یا **زنجیره‌های پلی‌پپتیدی**
↓
تبدیل به پروتئین یا شرکت در ساختار یک پروتئین

تذکر: توضیح در مورد RNA اولیه و فرایند بالغ شدن، در پاسخ تشریحی سوال ۲۸ آمده است.

امیدوارم قانع شده باشید که **اولین قدم در بیان یک ژن**، از هر نوعی که باشد (چه در پروکاریوت‌ها و چه در یوکاریوت‌ها)، **رونویسی** و ساخته شدن RNA مربوط به آن است.

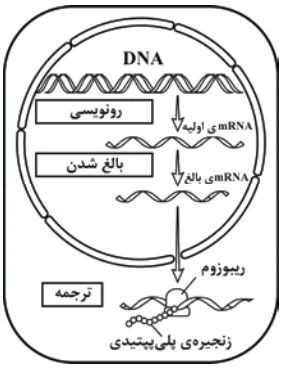
۳۷ **۴**

آنچه که باید بدانید

«سطوح تنظیم بیان ژن در پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها»

سطوح تنظیم بیان ژن در پروکاریوت‌ها:
- در **سطح رونویسی**: **عمدتاً تنظیم بیان ژن** در پروکاریوت‌ها، در این سطح است.
- هنگام ترجمه
- پس از ترجمه

سطوح تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها:
- قبل از رونویسی: [مانند سطح همانندسازی]
- **هنگام رونویسی**: **غالباً تنظیم بیان ژن** در یوکاریوت‌ها، هنگام **شروع رونویسی** است.
- در سطح ترجمه
- پس از ترجمه



نکته: در **یوکاریوت‌ها** به دلیل **وجود غشای هسته**، پدیده‌ی رونویسی از پدیده‌ی ترجمه جدا است و در نتیجه **فرصت بیش‌تری برای تنظیم بیان ژن** وجود دارد. در صورتی که در پروکاریوت‌ها به دلیل آن که تمام فرایندهای رونویسی و ترجمه در یک محل (سیتوپلاسم) انجام می‌شود، بنابراین فرصت کم‌تری برای تنظیم بیان ژن وجود دارد. به شکل مقابل (در یوکاریوت‌ها) دقت کنید:

بررسی عبارات:

الف) بنابر توضیحات بالا، این عبارت صحیح است.

ب) عوامل رونویسی در تنظیم بیان ژن یوکاریوت‌ها نقش دارند. اپران در پروکاریوت‌هاست و عوامل رونویسی، نقشی در تنظیم بیان آن‌ها ندارد.

ج) ساختار اپران لک را به خاطر بیاورید! اگر **مهارکننده‌ی لک** بر روی اپراتور می‌نشست، از روی **هیچ‌کدام از ۳ ژن ساختاری**، رونویسی نمی‌شد. پس در **اپران‌های چند ژنی، مهارکننده**، می‌تواند اثر **مهاری بر روی چندین ژن ساختاری** داشته باشد.

د) این هم که در پاسخ تشریحی سؤال ۳۹ آمده است!

۳۸ **۲** آنتی‌کدون، بخشی از ساختار tRNA است. بنابراین سؤال را این‌گونه ترجمه می‌کنیم: در تریکودینا، محصول فعالیت کدام آنزیم، tRNA است؟ در یوکاریوت‌ها، tRNA محصول فعالیت آنزیم RNA پلی‌مراز III است.

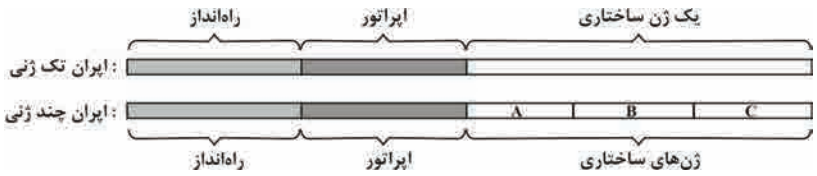
۳۹ **۴**

آنچه که باید بدانید

«اپران»

در **پروکاریوت‌ها، ژن‌هایی** که در یک مسیر متابولیسمی خاص نقش دارند، **با هم تنظیم** و **بیان** می‌شوند. در سال ۱۹۶۱، آقایان ژاکوب و مونو برای توضیح نحوه‌ی بیان هماهنگ ژن‌های مرتبط به‌هم در باکتری‌ها، مدل **اپران** را پیشنهاد کردند. هر اپران، از **یک یا چند ژن ساختاری** و **یک بخش تنظیم‌کننده** ساخته شده است. منظور از **ژن یا ژن‌های ساختاری**، قسمتی از DNA است که از روی آن **رونویسی** و RNA ساخته می‌شود. **بخش تنظیم‌کننده**، قسمتی از اپران است که **بیان هم‌زمان ژن‌ها** را **کنترل** می‌کند. بخش تنظیم‌کننده، شامل **راه‌انداز** و **اپراتور** [البته نه همیشه! بعداً راجع به این مطلب در پاسخ تشریحی سؤال ۱۱۶ توضیح خواهم داد] است. به نمودار و شکل زیر، دقت کنید:

- **اپران**
  - **بخش ساختاری**
    - یک ژن ساختاری (اپران تک‌ژنی)
    - یا
    - چند ژن ساختاری (اپران چندژنی)
  - **بخش تنظیم‌کننده**
    - راه‌انداز
    - [و شاید هم] اپراتور



راه‌انداز، محل اتصال آنزیم RNA پلی‌مراز است. اما اپراتور به چه کار می‌آید؟ در حقیقت اپراتور، مانند کلیدی است که برای خاموش یا روشن کردن یک اُپران به‌کار می‌رود. در پروکاریوت‌ها برای هر اپراتور، پروتئین بزرگ و مخصوصی به نام **مهارکننده یا پروتئین تنظیم‌کننده** وجود دارد، که در صورت **اتصال به اپراتور**، مانع حرکت آنزیم RNA پلی‌مراز می‌شود و **اپران خاموش** می‌شود. در صورتی که اپراتور آزاد باشد، اپران روشن است و از روی ژن‌های ساختاری رونویسی می‌شود. در حقیقت پروتئین مهارکننده مانند کسی است که کلید را خاموش و روشن می‌کند. اگر دستش روی کلید باشد، خاموش و اگر دستش را بردارد، روشن می‌شود!

بررسی گزینه‌ها:

۱) اپران، ژن‌های ساختاری را تنظیم نمی‌کند، بلکه، بخش تنظیم‌کننده که شامل راه‌انداز و اپراتور است، رونویسی از ژن‌های ساختاری را تنظیم می‌کند.

۲) RNA پلی‌مراز، به راه‌اندازِ اپران متصل می‌شود.

۳) پروتئین مهارکننده، به اپراتور متصل می‌شود.

۴) با توجه به توضیحات بالا، این گزینه کاملاً صحیح است.

۴۰ **۲** آنزیم RNA پلی‌مراز بعد از شناسایی راه‌انداز و بازکردن دو رشته‌ی DNA از هم، شروع به رونویسی از روی یکی از رشته‌ها می‌کند و با برقرار کردن **پیوند فسفودی‌استر بین ریبونوکلئوتیدها**، رشته‌ی RNA را از روی رشته‌ی DNAی الگو سنتز می‌کند. برای توضیح بیش‌تر به پاسخ تشریحی سؤال ۱۵ مراجعه کنید.

۴۱ **۲** اگر نتوانستید پاسخ درست را تشخیص بدهید به شما توصیه می‌شود که یک‌بار دیگر، سؤالات و پاسخ‌های مربوط به گسستگی ژن‌ها در یوکاریوت‌ها (پاسخ تشریحی سؤال ۲۸) و سطوح تنظیم بیان ژن (پاسخ تشریحی سؤال ۳۷) را مرور کنید و بعد بیایید تا با هم، گزینه‌ها را بررسی کنیم:

۱) همان‌طور که قبلاً هم گفتیم، mRNAیی که از هسته خارج شده و وارد سیتوپلاسم می‌شود mRNAی بالغ است. بنابراین **بالغ شدن mRNA در هسته** صورت می‌گیرد و mRNAهای وارد شده به سیتوپلاسم، همگی بالغ و عاقل هستند! و آماده‌ی ترجمه.

۲) «**غالباً تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها، هنگام شروع رونویسی است**» این عین جمله‌ای است که در صفحه‌ی ۲۴ کتاب آمده است. بنابراین تکلیف روشن است.

۳) فقط باز هم یادآوری می‌کنم که، اپران در یوکاریوت‌ها دیده نمی‌شود [البته بر اساس کتاب شما!]. در این مورد زیاد با هم صحبت کردیم و اگر راستشو بخواهید، از شما انتظار انتخاب این گزینه را ندارم (مگر این که به اشتباه زده باشید)، که در این صورت هم، باید بیش‌تر دقت کنید.

۴) آنزیم RNA پلی‌مراز در یوکاریوت‌ها، به تنهایی نمی‌تواند راه‌انداز را شناسایی کند و این عمل را به کمک عوامل رونویسی انجام می‌دهد. (ر.ک به پاسخ تشریحی سؤال ۵۳!)

۴۲ ۲

آنچه که باید بدانید

«ژن تنظیم‌کننده در پروکاریوت‌ها»

در پروکاریوت‌ها برای تنظیم بیان ژن در سطح رونویسی، موانعی از جنس پروتئین، که **مهارکننده** نام دارد به اپراتور که بین راه‌انداز و ژن‌های ساختاری قرار دارد متصل می‌شود و مانع از حرکت RNA پلی‌مراز و رونویسی از ژن‌های ساختاری مربوطه می‌شود. **رمزهای پروتئین مهارکننده**، روی ژنی به نام **ژن تنظیم‌کننده** وجود دارد. (حتماً یک سری به شکل پاسخ تشریحی سؤال ۴۷ بزنید!)

۴۳ ۳ در اپران‌های چند ژنی، برای تنظیم بیان ژن‌های آن، یک راه‌انداز، یک اپراتور و یک پروتئین مهارکننده وجود دارد و پس از رونویسی یک اپران چند ژنی، یک mRNA چند ژنی ساخته می‌شود. در این مثال، از یک اپران ۵ ژنی، یک mRNA پنج ژنی ساخته می‌شود.

۴۴ ۴ سومین کدون وارد شده به جایگاه A، UGU است که در متن کتاب به عنوان کدون سیستئین بیان شده است. پس سومین tRNA ای که به A وارد می‌شود هم، حامل سیستئین است.

۴۵ ۱ هر ریبوزوم دو جایگاه دارد، **جایگاه P** و **جایگاه A**. tRNAیی که ناقل آمینواسید جدید است به جایگاه A وارد می‌شود و در جایگاه P، tRNAیی قرار دارد که به آن زنجیره‌ی آمینواسیدی در حال ساخت متصل است. برای اتصال آمینواسید جدید به این زنجیره، پیوند زنجیره‌ی در حال ساخت و tRNA **در جایگاه P**، **شکسته** می‌شود و انتهای زنجیره‌ی در حال ساخت، به آمینواسید جدید در جایگاه A متصل می‌شود؛ یعنی در **جایگاه A**، **پیوند پپتیدی تشکیل** می‌شود، **پیوندشان مبارک!** ضمناً به پاسخ تشریحی سوال ۲۵ و شکل‌های مربوط به آن مراجعه کنید.

۴۶ ۳ با توجه به آن‌چه که آموخته‌اید، اگر ژن شماره‌ی ۱ آسیب ببیند، آنزیم تبدیل‌کننده‌ی پیش‌ماده‌ی X به O وجود ندارد و اضافه کردن پیش‌ماده‌ی X باعث رشد هاگ نمی‌شود. اما چون سایر آنزیم‌ها سالم‌اند، اضافه کردن مواد O، C و یا A (هر کدام به تنهایی) باعث رشد هاگ می‌شود. حالا بد نیست برویم سراغ بررسی عبارت‌ها:

الف و ب) بله اگر O را اضافه کنیم رشد می‌کند، ولی اگر C یا A را هم اضافه کنیم رشد می‌کند.

ج) این عبارت هم غلط نیست، چون آنزیم (۳) وجود دارد.

د) این عبارت هم، کلاً خلاص است!

پس در نهایت عبارات «ب» و «د» نادرست‌اند.

۴۷ ۲ این سؤال بهانه‌ی مناسبی است برای توضیح ساختار و عملکرد **اپران لک** در باکتری‌ها:

آنچه که باید بدانید

«ساختار و عملکرد اپران لک»

در صورت وجود قند **لاکتوز** (قند شیر) در محیط اطراف باکتری‌ها (مانند باکتری اِکلای)، **آنزیم‌های** لازم برای **جذب و تجزیه‌ی لاکتوز**، در درون باکتری ساخته می‌شوند تا از این قند به عنوان منبع انرژی استفاده شود. در اِکلای، اپرانی که **متابولیسم لاکتوز** را تنظیم می‌کند، **اپران لک** نام دارد. محصولات این اپران، **سه آنزیم** هستند که در **جذب و تجزیه‌ی لاکتوز** نقش دارند. اگر محصولات اپران ساخته شود، اپران روشن و اگر ساخته نشود، خاموش است. طبیعی است که در **حضور لاکتوز**، باید اپران لک **روشن** و در **عدم حضور لاکتوز**، **خاموش** باشد. پس برویم سراغ ساختار اپران لک و این که چگونه خاموش و روشن می‌شود؟

ساختار اپران لک
- بخش تنظیم‌کننده
  - راه‌انداز
  - اپراتور
- بخش ساختاری ← دارای ۳ ژن ساختاری (اپران ۳ ژنی)

از پاسخ سؤال ۳۹ به خاطر دارید که در صورت **آزاد بودن اپراتور**، آنزیم RNA پلی‌مراز از روی ژن‌های ساختاری رونویسی می‌کند و به عبارتی **اپران روشن** است و در صورت **اشغال بودن اپراتور** توسط **پروتئین مهارکننده‌ی لک**، آنزیم RNA پلی‌مراز نمی‌تواند حرکت کند و **اپران خاموش** است. اما پروتئین مهارکننده که شعور ندارد! پس از کجا می‌فهمد باید به اپراتور متصل شود و یا نشود؟ در حقیقت چگونگی خاموش یا روشن بودن اپران لک، به فهم این موضوع بر می‌گردد. پس ببینیم زمانی که لاکتوز در محیط نیست چه اتفاقی می‌افتد که مهارکننده به اپراتور متصل شده و اپران خاموش می‌شود و زمانی که لاکتوز در محیط است چه بر سر مهارکننده می‌آید که دیگر اپراتور توسط آن اشغال نمی‌شود و اپران روشن می‌شود.

داستان از این قرار است که **پروتئین مهارکننده‌ی** لک، **ذاتاً گرایش به اپراتور** دارد (به دلیل **ساختار فضایی خاص**) و زمانی که لاکتوز در محیط نیست، هیچ عاملی مانع از اتصال مهارکننده به اپراتور نمی‌شود و از این رو اپران خاموش می‌شود.

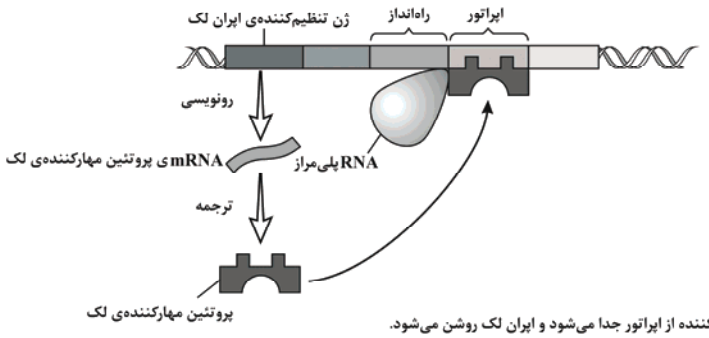
اما امان از زمانی که لاکتوز در محیط باشد و وارد باکتری شود. در این زمان، لاکتوز در درون باکتری به مولکولی به نام **آلولاکتوز** تبدیل می‌شود [آلولاکتوز، ایزومر فضایی لاکتوز است]. آلولاکتوز، **گرایش زیادی به مهارکننده** دارد و پس از اتصال به مهارکننده، **تغییراتی در شکل فضایی مهارکننده** ایجاد می‌شود که عشق به اپراتور از سرش می‌پرد! و دیگر نمی‌تواند به اپراتور متصل شود و از این‌رو اپراتور خالی و اپران روشن می‌شود. (لطفاً به اشکال زیر دقت فرمایید، گاهی یک تصویر گویاتر از هزار کلمه است!)

راستی یادم رفت بگویم که به آلولاکتوز، **عامل تنظیم‌کننده** می‌گویند. تعریف عامل تنظیم‌کننده را، در کادر «بد نیست بدانید که» بخوانید. پس به‌طور کلی می‌توان نوشت:

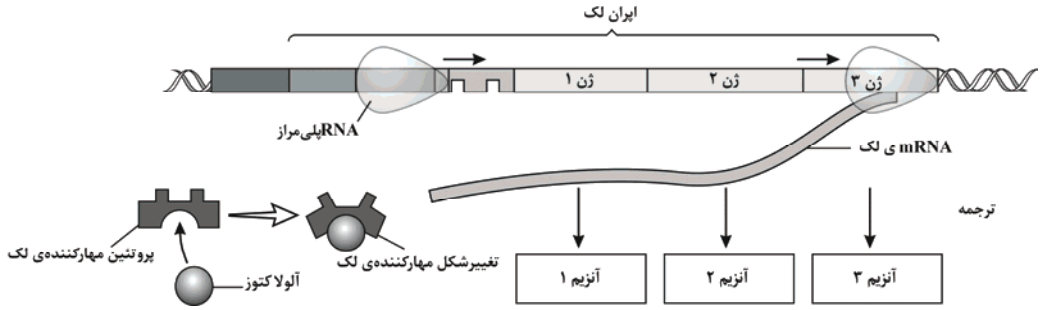
اپران خاموش ← اپراتور اشغال ← اپراتور + مهارکننده ← لاکتوز نباشد

اپران روشن ← اپراتور آزاد ← آلولاکتوز + مهارکننده ← لاکتوز باشد

۱-نبود لاکتوز: پروتئین مهارکننده به اپراتور متصل می‌شود و اپران لک خاموش می‌شود.



۲-وجود لاکتوز: پروتئین مهارکننده از اپراتور جدا می‌شود و اپران لک روشن می‌شود.



بد نیست بدانید که

عامل تنظیم‌کنندهی یک اپران، به عاملی گفته می‌شود که **به پروتئین مهارکننده متصل** و باعث می‌شود که اتصال مهارکننده به اپراتور **ممکن** و یا **غیرممکن** شود. اگر عامل تنظیم‌کننده باعث شود که در نهایت **اپران روشن** شود، آن را **القاءکننده** می‌گویند، **مانند آلولاکتوز**. و اگر عامل تنظیم‌کننده باعث شود که اتصال مهارکننده به اپراتور ممکن شود و در نهایت **اپران خاموش** شود، آن را **بازدارنده** می‌گویند.

۴۸ ۲ دقت کنید! در این تست، وقایعی که در حین جابه‌جایی ریبوزوم بر روی mRNA، اتفاق می‌افتد را خواسته است. در حین جابه‌جایی ریبوزوم در طول mRNA، وقایع زیر به وقوع می‌پیوندد:

ـ tRNA ی موجود در جایگاه P، ریبوزوم را ترک می‌کند.

ـ tRNA ی موجود در جایگاه A، همراه با پلی‌پپتیدی که حمل می‌کند، به جایگاه P منتقل می‌شود.

ـ جایگاه A ریبوزوم خالی می‌شود و آماده‌ی پذیرش tRNA ی حامل آمینواسید جدید می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در حین جابه‌جایی ریبوزوم، جایگاه A خالی می‌شود و اگر یکی از کدون‌های پایان ترجمه وارد جایگاه A شود، هیچ tRNA یی وجود ندارد که بتواند رمز پایان ترجمه را شناسایی کند؛ بنابراین عامل پایان ترجمه، وارد جایگاه A می‌شود. قید «همواره»، باعث غلط شدن این گزینه شده است؛ زیرا ممکن است کدون پایان وارد جایگاه A شود و در این زمان، جایگاه A پذیرای tRNA ی حامل آمینواسید نیست.

۳) پیوند پپتیدی، قبل از جابه‌جایی ریبوزوم تشکیل می‌شود، نه در حین جابه‌جایی.

۴) در حین جابه‌جایی، tRNA ی جایگاه A که حامل زنجیره‌ی پپتیدی است (نه یک آمینواسید خاص) به جایگاه P منتقل می‌شود.

۴۹ ۲ **یادآوری:** آرژینین $\xrightarrow{\text{آنزیم ۳}}$ سیترولین $\xrightarrow{\text{آنزیم ۲}}$ اُرنیتین $\xrightarrow{\text{آنزیم ۱}}$ پیش‌ماده‌ی X

۵۰ ۳ آلولاکتوز که سبب فعال شدن اپران لک می‌شود، از جنس کربوهیدرات است. محصول ژن تنظیم کننده، پروتئین مهارکننده است که با اتصال به اپراتور باعث خاموش شدن اپران لک می‌شود.

۵۱ ۲ اگر وقایع A تا D را مشخص کنیم که در چه مراحلی از ترجمه اتفاق می‌افتند، می‌توانیم ترتیب آن‌ها را مشخص کنیم:

A- اتصال بخش بزرگ ریبوزوم به بخش کوچک ریبوزوم: در انتهای مرحله‌ی آغاز ترجمه

B- اتصال بخش کوچک ریبوزوم به mRNA: در ابتدای مرحله‌ی آغاز ترجمه

C- ورود tRNA دوم به جایگاه A ریبوزوم: در ابتدای مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه

D- ورود tRNA آغازگر به ریبوزوم و اتصال به کدون آغاز: در ابتدای مرحله‌ی آغاز، پس از اتصال بخش کوچک ریبوزوم به mRNA.

حالا وقایع A تا D را، به ترتیب وقوع مرتب کنید: $C \leftarrow A \leftarrow D \leftarrow B$

۵۲ ۴ ر.ک به پاسخ تشریحی سؤال ۴۷

۵۳ ۳

آنچه که باید بدانید

«عوامل رونویسی»

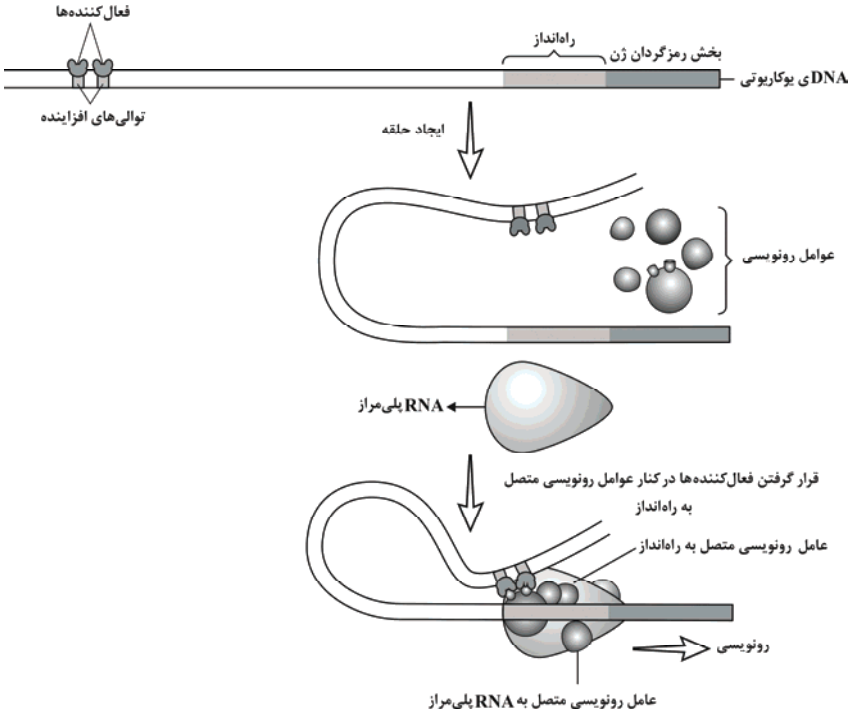
در تنظیم بیان ژن در **یوکاریوت**ها، هنگام رونویسی، **پروتئین‌ها**یی دخالت دارند که **عوامل رونویسی** نام دارند. عوامل رونویسی متعددند و **ترکیب‌های مختلفی** از آن‌ها ایجاد می‌شود (یادتان باشد راجع به ایجاد ترکیبات مختلف از عوامل رونویسی برایتان صحبت کنم!). این ترکیب‌ها، نقش‌های مختلفی را در تنظیم بیان ژن‌های یوکاریوتی دارند.

اما عوامل رونویسی چگونه در تنظیم بیان ژن‌های یوکاریوتی دخالت می‌کنند؟ این عوامل می‌توانند در هنگام رونویسی، با اتصال به بخش‌های مختلف، اثرات مختلفی را در تنظیم بیان ژن‌های یوکاریوتی داشته باشند.

۱) اتصال عوامل رونویسی به راه‌انداز: در **یوکاریوت**ها، برخلاف پروکاریوت‌ها، آنزیم **RNA پلی‌مراز**، به تنهایی **نمی‌تواند** راه‌انداز را شناسایی کند. **شناسایی راه‌انداز** به‌کمک **عوامل رونویسی** صورت می‌گیرد. برای این‌کار، گروهی از عوامل رونویسی به راه‌انداز متصل‌می‌شوند و بعد، آنزیم RNA پلی‌مراز به آن‌ها می‌پیوندد. در حقیقت آنزیم **RNA پلی‌مراز** یوکاریوتی، **مجموعه‌ی راه‌انداز ـ عوامل رونویسی** را **شناسایی** می‌کند. به شکل زیر دقت کنید.

۲) اتصال عوامل رونویسی به RNA پلی‌مراز: عوامل رونویسی می‌توانند به آنزیم RNA پلی‌مراز متصل شوند [این اتصال می‌تواند شکل فضایی RNA پلی‌مراز را تغییر دهد و اتصال آن به راه‌انداز و یا حرکت آن بر روی ژن را تسهیل و یا سخت‌تر کند و در نتیجه، سرعت رونویسی را تغییر دهد]. در زیر نویس شکل ۱۰ ـ ۱ صفحه‌ی ۲۴ زیست پیش‌دانشگاهی، به اتصال عوامل رونویسی به RNA پلی‌مراز اشاره شده است.

۳) اتصال عوامل رونویسی به توالی‌های دیگری از DNA (به غیر راه‌انداز): یکی از توالی‌هایی که عوامل رونویسی به آن متصل می‌شوند، **توالی افزاینده** است. **عوامل رونویسی** متصل به توالی افزاینده، **فعال‌کننده‌ها** نام دارند، که این اتصال می‌تواند باعث **تقویت عمل رونویسی** شود.



خُب! با این توصیف، گزینه‌ی (۳) نادرست است.

اما قول دادم که راجع به معنی ترکیبات مختلف از عوامل رونویسی برایتان صحبت کنم:

بد نیست بدانید که

هر یک از انواع RNA پلی‌مرازهای یوکاریوتی (I، II یا III) انواعی از عوامل رونویسی مخصوص به خود را دارد. نحوه‌ی قرارگیری هر یک از عوامل رونویسی در کنار هم و اتصال آن‌ها به راه‌انداز، RNA پلی‌مراز و یا توالی‌هایی از DNA (از جمله افزاینده) می‌تواند تأثیر خاصی بر روی فرایند رونویسی داشته باشد. مثلاً فرض کنید آنزیم RNA پلی‌مراز II، ۱۰ نوع عامل رونویسی دارد، که از شماره‌ی ۱ تا ۱۰ نام‌گذاری شده‌اند. مثلاً قرار گرفتن عوامل رونویسی ۲، ۵ و ۷ در کنار هم و اتصال آن‌ها به راه‌انداز، یک تأثیری بر روی فرایند رونویسی از روی آن ژن دارد و قرار گرفتن عوامل رونویسی ۴، ۵ و ۸ در کنار هم و اتصال آن‌ها به راه‌انداز تأثیر دیگری دارد. پس منظور از **ترکیبات** مختلف، **نحوه‌ی کنار هم قرار گرفتن عوامل رونویسی** است، درست مثل آن چیزی که در آنالیز ترکیبی خوانده‌اید.

۵۴ **۱** به پاسخ سؤال ۲۵ مراجعه کنید؛ در مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه بیان کردیم که پس از ورود tRNA دوم به جایگاه A، پیوند بین متیونین و tRNA آغازگر، شکسته می‌شود.

۵۵ **۳** اگر به پاسخ تشریحی سؤال ۵۳ مراجعه کنید، درمی‌یابید که به غیر از اتصال بین RNA پلی‌مراز و توالی افزاینده، بقیه‌ی موارد صحیح‌اند.

۵۶ **۳** با توجه به توضیحات مفصل پاسخ سؤال ۲۸، گزینه‌ی (۳) بلاشک صحیح است.

۵۷ **۱** شاید اعتراض کنید و بگویید پاسخ آن گزینه‌ی (۴) است. پاسخ آن در کنکور سراسری ۷۲، همان گزینه‌ی (۱) ذکر شده است. اما چرا؟ در صورت سؤال، واژه‌ی **اساساً** ذکر شده است. مگرنه این که از کدون آغاز تا کدون پایان، از روی ژن رونویسی می‌شود؟ پس طبیعتاً **توالی آمینواسیدها و تعداد** آن‌ها، **در اصل به وسیله‌ی ژن** مشخص می‌شود. قبول دارید که اگر در ژن جهشی ایجاد شود و محل کدون پایان در mRNA تغییر کند، تعداد آمینواسیدها هم تغییر خواهد کرد؟ پس محل خود کدون پایان نیز وابسته به ژن است. اگر در صورت سؤال، ذکر شده بود که در **هنگام ترجمه**، محدود بودن تعداد آمینواسیدها به وسیله‌ی کدام‌یک تعیین می‌شود، بله حق با شما بود و پاسخ، **کدون پایان** بود.

۵۸ **۳** اگر قبول کنید که انسان یک موجود یوکاریوتی است، همه چی دیگر حل است. چرا؟! به این دلیل که سلول کبدی انسان، یک سلول یوکاریوتی است و سلول‌های یوکاریوتی سه نوع RNA پلی‌مراز دارند. اگر به پاسخ تشریحی سؤال ۱۳ مراجعه کنید، در آن جا اشاره کردیم که ساخت **RNAهای کوچک**، برعهده‌ی **RNA پلی‌مرازهای II** و **III** است. البته نوع این RNAهای کوچک، هم از نظر ساختار و هم عملکرد، با یک‌دیگر متفاوت‌اند.

بد نیست بدانید که

RNAهای کوچک، RNAهایی هستند که **اکثراً عملکرد آنزیمی** دارند و به عنوان بخشی از یک آنزیم عمل می‌کنند. این RNAها، موضوع تحقیقات دانشمندان در سال‌های اخیر هستند و روز به روز تعداد بیش‌تر و جدیدتری از این RNAها با فعالیت جدیدی در سلول شناسایی می‌شوند که توضیحات اضافی در مورد آن‌ها، در محدوده‌ی این کتاب نمی‌گنجد. این RNAها، **فقط در سلول‌های یوکاریوتی** دیده می‌شود.

۵۹ **۴** با توجه به ترتیب نوکلئوتیدهای mRNA ی ذکر شده در صورت سؤال، اولین کدونی که وارد جایگاه A می‌شود، CGG است و اگر به همین ترتیب به سمت جلو حرکت کنیم، چهارمین کدونی که وارد جایگاه A می‌شود، UUC است. هم‌چنین با توجه به mRNA ی مذکور، اولین آنتی کدونی که وارد جایگاه P ریبوزوم می‌شود، آنتی کدون UAC است و اگر به همین ترتیب به جلو حرکت کنیم، سومین آنتی کدون وارد شده به جایگاه P آنتی کدون مربوط به کدون UAC (یعنی آنتی کدون AUG) است.

۶۰ **۴** اگر به شکل ۱- ۱ در صفحه‌ی ۷ زیست پیش‌دانشگاهی نگاه کنید، متوجه می‌شوید که مراحل آزمایشات بیدل و تیتوم بر روی کپک نوروسپورا به ترتیب زیر هستند:

۱- تابش پرتوهای X یا فرابنفش به هاگ‌ها.

۲- انتقال هاگ‌های پرتو دیده به محیط کشت کامل.

۳- جدا کردن هر هاگ حاصل از تولیدمثل جنسی (به واژه‌ی میوز دقت کنید!) و انتقال آن به محیط کشت کامل.

۴- انتقال یک هاگ از محیط کشت کامل به محیط کشت حداقل، جهت اطمینان از جهش‌یافته بودن هاگ.

۵- انتقال هاگ‌های جهش‌یافته به انواعی از محیط‌های کشت غنی شده.

۶۱ **۲** در هنگام رونویسی، شکستن پیوند هیدروژنی بین دئوکسی ریبونوکلئوتیدها، برقراری پیوند هیدروژنی بین دئوکسی ریبونوکلئوتیدها و ریبونوکلئوتیدها و برقراری پیوند فسفودی‌استر بین ریبونوکلئوتیدها توسط RNA پلی‌مراز صورت می‌گیرد. تشکیل پیوند هیدروژنی بین دئوکسی ریبونوکلئوتیدهای دو رشته‌ی الگو، توسط RNA پلی‌مراز انجام نمی‌شود.

۶۲ **۳** در تمام tRNAها، **جایگاه پذیرنده‌ی آمینواسید، تک‌رشته‌ای** و دارای **توالی یکسان CCA** است.

۶۳ **۱** در مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه، زمانی که کدون جدید وارد جایگاه **A** می‌شود، پس از آن tRNA مکمل آن وارد جایگاه A شده و بین کدون و آنتی‌کدون مربوطه، پیوند مکملی (هیدروژنی) برقرار می‌شود. همچنین در مرحله‌ی ادامه، در حین جابه‌جایی ریبوزوم، tRNAی موجود در جایگاه P، که هیچ آمینواسیدی به آن متصل نیست از جایگاه P خارج می‌شود، یعنی پیوند مکملی بین کدون و آنتی‌کدون شکسته می‌شود. پس در مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه، **تشکیل پیوند مکملی بین کدون و آنتی‌کدون در جایگاه A و شکستن آن در جایگاه P** صورت می‌گیرد.

۶۴ **۴** گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳) به‌طور واضح نادرست‌اند، اما گزینه‌ی (۴) هم، چنگی به دل نمی‌زند! شناسایی راه‌انداز در اشریشیا کلای ارتباطی به اتصال پروتئین تنظیم‌کننده به عامل تنظیم‌کننده ندارد؛ بلکه در اپران لک، اتصال پروتئین تنظیم‌کننده به عامل تنظیم‌کننده، باعث جدا شدن پروتئین تنظیم‌کننده از اپراتور می‌شود و ژن‌های ساختاری اپران لک توسط آنزیم RNA پلی‌مراز، رونویسی می‌شود. بنابراین چاره‌ای جز انتخاب گزینه‌ی (۴) نداریم!

۶۵ **۳** به شکل مقابل دقت کنید:

در شکل مقابل اولین کدونی که در جایگاه A قرار می‌گیرد، CCU است و طبیعتاً آنتی‌کدون آن GGA است.

۶۶ **۲** در پاسخ تشریحی سؤال ۱۷، به‌طور مفصل راجع به «**جایگاه پایان رونویسی**» صحبت کردیم و گفتیم که بخشی در انتهای بخش رمزگردان ژن **(DNA)** است که پس از رونویسی از روی آن، رونویسی پایان می‌پذیرد. هم‌چنین در پاسخ تشریحی سؤال ۵۳ ذکر کردیم که **توالی افزاینده**، توالی‌ای در **DNA**های یوکاریوتی است که فعال‌کننده (نوعی عامل رونویسی) به آن متصل می‌شود.

آنچه که باید بدانید

«توالی افزاینده»

توالی افزاینده، بخشی از مولکول **DNA یوکاریوتی** است که به کمک عوامل رونویسی متصل به آن **(فعال‌کننده‌ها)**، **رونویسی تقویت** می‌شود. توالی افزاینده‌ی یک ژن، ممکن است برخلاف راه‌انداز که چسبیده به بخش رمزگردان ژن است، هزاران نوکلئوتید از ژن فاصله داشته باشد. اما توالی افزاینده چگونه باعث تقویت رونویسی می‌شود؟

زمانی که فعال‌کننده‌ها به توالی افزاینده متصل می‌شوند، یک **حلقه در DNA** تشکیل می‌شود و توالی افزاینده‌ی آن ژن به همراه فعال‌کننده‌ها در کنار RNA پلی‌مراز و سایر عوامل رونویسی متصل به راه‌انداز آن ژن قرار می‌گیرند. در این حالت **فعال‌کننده‌ها** که به توالی افزاینده متصل هستند، می‌توانند باعث **فعال کردن عوامل رونویسی متصل به راه‌انداز** شوند و رونویسی را تقویت کنند. به شکل پاسخ تشریحی سؤال ۵۳ مراجعه کنید.

۶۷ **۲** سلول‌های مولد انسولین در پانکراس انسان، مانند سایر سلول‌های بدن، یوکاریوت هستند؛ در یوکاریوت‌ها، تنظیم بیان ژن علاوه برسطح رونویسی یا ترجمه، می‌تواند حتی پس از عمل ترجمه نیز صورت بگیرد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) اپران، در تنظیم بیان ژن‌های پروکاریوتی دخالت دارد.

۳) در یوکاریوت‌ها، RNA پلی‌مراز به تنهایی قادر به شناسایی راه‌انداز نیست و برای شناسایی راه‌انداز، به ترکیبات پروتئینی به نام عوامل رونویسی نیاز دارد.

۴) در یوکاریوت‌ها، به توالی‌های افزاینده، فعال‌کننده‌ها متصل می‌شوند و سپس با تشکیل یک حلقه در DNA، افزاینده و عوامل رونویسی متصل به آن (فعال‌کننده) در کنار RNA پلی‌مراز و سایر عوامل رونویسی روی راه‌انداز قرار می‌گیرند. با قرار گرفتن کلیه‌ی این عوامل در کنار هم، عوامل رونویسی که به توالی افزاینده متصل هستند، می‌توانند عوامل رونویسی متصل به راه‌انداز را فعال کنند و باعث تقویت عمل رونویسی شوند.

۶۸ **۳**

آنچه که باید بدانید

«جهش و انواع آن»

جهش چیست؟ هرگونه **تغییر در ساختار DNA** را جهش می‌گویند. نکته‌ی مهمی که این‌جا باید تذکر داد این است که، تعریف جهش صرف نظر از اثر آن بر روی فنوتیپ است. به عبارتی، هر تغییری که در ساختار DNA ایجاد شود، اعم از این‌که تأثیری بر فنوتیپ داشته باشد یا نداشته باشد، جهش نامیده می‌شود.

تقسیم‌بندی جهش‌ها بر اساس معیارهای مختلف صورت می‌گیرد. یکی از انواع تقسیم‌بندی‌ها که در کتاب درسی شما آمده، به صورت زیر است:

- جهش
  - **کروموزومی**
    - تغییر در **تعداد** کروموزوم‌ها (بر اثر اختلال در تقسیم سلولی) ← مانند نشانگان داون یا **تریزومی ۲۱**
    - تغییر در **ساختار** کروموزم‌ها (بر اثر شکسته شدن کروموزوم‌ها)
      - حذف
      - مضاعف شدن
      - واژگونی
      - جابه‌جایی
  - **ژنی** ← باعث تغییر در توالی نوکلئوتیدهای **یک ژن** می‌شوند، مانند **جهش‌های نقطه‌ای**
    - جهش جانشینی
    - جهش افزایشی یا کاهشی

تذکر: تعریف انواع جهش‌های کروموزومی در کادر «تغییر در ساختار کروموزوم‌ها» فصل ۶ زیست و آزمایشگاه ۲ به تفصیل آمده است.

و اما:

جهش نقطه‌ای: جهش‌هایی هستند که **یک یا چند نوکلئوتید** ژن را، روی کروموزوم تغییر می‌دهند. از انواع جهش‌های نقطه‌ای می‌توان به دو نوع جانشینی و افزایشی یا کاهشی اشاره کرد.

جهش جانشینی: در این نوع جهش، **یک نوکلئوتید** یک ژن با **نوکلئوتید نوع دیگری**، عوض می‌شود. در مثال زیر به‌جای نوکلئوتید تیمین‌دار، نوکلئوتید آدنین‌دار قرار گرفته است:

رشته‌ی الگوی DNA $GGTC\,T\,CCTC \rightarrow GGTC\,A\,CCTC$

جهش افزایشی یا کاهشی: در این نوع جهش نقطه‌ای، **یک یا چند نوکلئوتید** به ژن **اضافه** یا از آن **حذف** می‌شود.

بررسی گزینه‌ها:

۱) این گزینه صحیح است، مثلاً گاهی به جای یک نوکلئوتید، نوکلئوتیدی قرار می‌گیرد که باعث، **تبدیل یک کدون** به **کدون دیگری از همان آمینواسید** می‌شود. بنابراین در هنگام ترجمه، باز هم **همان آمینواسید** در آن جایگاه قرار می‌گیرد؛ مانند مثال مقابل:

DNA ی اولیه : $ACA \xrightarrow{\text{جهش جانشینی}} ACG$

mRNA ی اولیه : $UGU \xrightarrow[\text{پس از جهش}]{\text{mRNA رونویسی شده}} UGC$

در مثال بالا **UGU** و **UGC** هر دو، کدون آمینواسید **سیستئین** می‌باشند. بنابراین این نوع جهش جانشینی، کاملاً **بی‌اثر** است.

۲) این هم که تعریف جهش نقطه‌ای است!

۳) و اما در این گزینه! بالاخره بی‌دقتی شما کار دستتان داد. در این گزینه در تعریف جهش جانشینی، یک یا چند نوکلئوتید آمده است، که تعریف صحیح آن، **یک نوکلئوتید** است، نه یک یا چند نوکلئوتید!

۴) حاصل جهش‌های نقطه‌ای می‌تواند به یکی از صورت‌های زیر باشد:

الف) پروتئین مورد نظر **ساخته نشود**.

ب) پروتئینی ساخته شود که **ترتیب**، **تعداد**، یا **نوع آمینواسیدهای** آن، نسبت به پروتئینی که قبل از جهش ساخته می‌شد، متفاوت و در نتیجه عملکرد آن متفاوت باشد.

ج) گاهی **هیچ تأثیری** در بیان ژن نداشته و پروتئین ساخته شده، کاملاً شبیه پروتئین قبل از جهش است.

۶۹ ۱ اگر به پاسخ سؤال ۳۹ مراجعه کنید، متوجه خواهید شد که اگر یک ژن ساختاری در اپران باشد، آن را اپران تک‌ژنی و اگر دارای چند ژن ساختاری باشد، آن را اپران چندژنی می‌گویند.

یادآوری مهم:

چه اپران تک‌ژنی باشد و چه چندژنی، دارای **یک بخش تنظیمی** (و طبیعتاً یک راه‌انداز و یک اپراتور) است.

رونویسی اپران تک‌ژنی و چندژنی باعث ایجاد چه mRNAیی می‌شود؟

نکته‌ی بسیار مهم:

چه **اپران تک‌ژنی** باشد و چه **چندژنی**، رونویسی از روی آن‌ها، فقط باعث ایجاد **یک mRNA** می‌شود. البته به mRNAی رونویسی شده از روی اپران تک‌ژنی، **mRNA تک‌ژنی** و به mRNA رونویسی شده از اپران چندژنی، **mRNA چندژنی** می‌گویند:

- اپران
  - بخش ساختاری
    - یک ژن ساختاری (**اپران تک ژنی**) $\xleftarrow{\text{رونویسی}}$ **mRNA تک ژنی**
    - چند ژن ساختاری (**اپران چند ژنی**) $\xleftarrow{\text{رونویسی}}$ **mRNA چند ژنی**
  - بخش تنظیم کننده
    - راه‌انداز
    - اپراتور

اما چه تفاوتی بین یک mRNA تک ژنی و یک mRNA چند ژنی است؟

نکته‌ی بسیار مهم:

mRNA تک ژنی، دارای **یک رمز آغاز** ترجمه و **یک رمز پایان** ترجمه است و پس از ترجمه‌ی آن، فقط **یک زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی** از روی آن ساخته می‌شود.

اما **mRNA چند ژنی**، دارای **چند رمز آغاز** ترجمه و **چند رمز پایان** ترجمه است و پس از ترجمه‌ی آن، **چند زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی** از روی آن ساخته می‌شود.

مثلاً از روی یک **اپران سه ژنی**، **یک** mRNA **سه ژنی** رونویسی می‌شود، که پس از ترجمه، **سه زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی** از روی آن ساخته می‌شود.

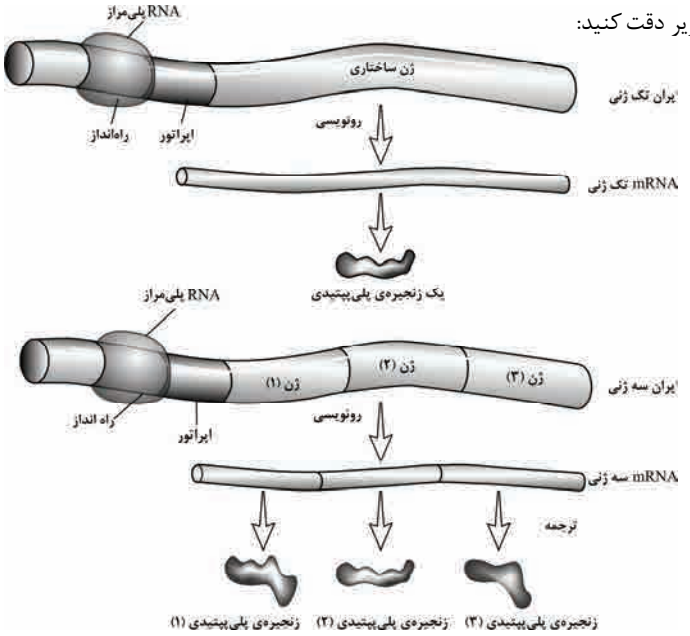
پس به طور خلاصه:

اپران تک ژنی $\xrightarrow{\text{رونویسی}}$ mRNA تک ژنی (دارای یک رمز آغاز و یک رمز پایان ترجمه) $\xrightarrow{\text{ترجمه}}$ یک زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی

اپران چند ژنی $\xrightarrow{\text{رونویسی}}$ mRNA چند ژنی (دارای چند رمز آغاز و چند رمز پایان ترجمه) $\xrightarrow{\text{ترجمه}}$ چند زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی

پس با این همه توضیحات، مشخص شد که گزینه‌ی (۱) صحیح است.

برای درک بیش‌تر مطلب، به شکل زیر دقت کنید:



۷۰ | ۳

آنچه که باید بدانید

«جهش تغییر چهارچوب»

الگوی خواندن یک mRNA از رمز آغاز ترجمه (AUG) شروع می‌شود و کدون به کدون (سه نوکلئوتید به سه نوکلئوتید) پیش می‌رود تا به رمز پایان برسد. هر جهشی که باعث شود **الگوی صحیح خواندن کدون‌ها تغییر کند**، به **جهش تغییر چهارچوب** معروف است. **جهش‌های افزایشی و کاهشی** می‌توانند باعث تغییر چهارچوب خواندن شوند، به شرطی که **تعداد نوکلئوتیدهای** افزایش و یا کاهش یافته **مضربی از ۳ نباشد**، در نتیجه چهارچوب خواندن در **یک یا دو موضع** جابه‌جا می‌شود.

منظور از یک یا دو موضع چیست؟ چون کدون‌ها ۳حرفی هستند، بنابراین هر افزایش یا کاهشی که مضربی از ۳ نوکلئوتید باشد، می‌تواند تعداد آمینواسیدها را تغییر دهد (بدون تغییر چهارچوب خواندن)، اما اگر مضربی از ۳ نباشد، چهارچوب خواندن کدون در آن موضع به اندازه‌ی یک یا دو نوکلئوتید جابه‌جا می‌شود. مثلاً mRNA اولیه‌ی زیر را فرض کنید:

۱) **الگوی صحیح خواندن:** mRNA…AUG/CCG/ACU/AUC/CCU/… ی اولیه

۲) در این حالت، جهش، باعث **حذف ۳ نوکلئوتید** شده است و فقط کدون CCG حذف شده است، اما از آن به بعد الگوی خواندن عوض نشده است:

mRNA…AUG/ACU/AUC/CCU/… حاصل از ژن جهش‌یافته

۳) در این حالت، جهش، باعث **حذف یک نوکلئوتید** شده (نوکلئوتید C در کدون CCG) و الگوی خواندن به اندازه‌ی **یک نوکلئوتید (یک موضع)** جابه‌جا شده است:

mRNA…AUG/CGA/CUA/UCC/CU… حاصل از ژن جهش‌یافته

۴) در این حالت، جهش، باعث **حذف دو نوکلئوتید** شده و الگوی خواندن به اندازه‌ی **دو نوکلئوتید (دو موضع)** جابه‌جا شده است:

mRNA…AUG/GAC/UAU/CCC/U… حاصل از ژن جهش‌یافته

بنابراین در **دو حالت (۳) و (۴)**، جهش **تغییر چهارچوب** رخ داده است.

اما در جهش تغییر چهارچوب، پروتئین مورد نظر چه تغییری می‌کند؟ در این جهش می‌تواند **رمز پایان** جدید، **زودتر** تشکیل شود و **تعداد** آمینواسیدها **کم** شود و یا **رمز پایان، دیرتر** تشکیل شود و **تعداد** آمینواسیدها **زیاد** شود. هم‌چنین بدیهی است که تغییر الگوی خواندن از یک موضع به بعد، می‌تواند **ترتیب جدیدی** از آمینواسیدها را ایجاد کند، زیرا کدون‌های جدیدی تشکیل می‌شوند، مانند مثال‌های بالا. پس در مجموع، جهش تغییر چهارچوب می‌تواند بر **تعداد** و **ترتیب** آمینواسیدهای پروتئین حاصل از جهش، تأثیر بگذارد.

تذکر مهم: در جهش تغییر چهارچوب، قطعاً پروتئین ساخته شده با پروتئین طبیعی متفاوت است.

۷۱ **۱** در مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه، **هم‌زمان با جابه‌جایی ریبوزوم** بر روی mRNA، **tRNA**ی موجود در جایگاه P، که آمینواسید (یا زنجیره‌ی پپتیدی) خود را از دست داده است، **جایگاه P را ترک می‌کند**. حتماً به پاسخ تشریحی ۲۵ رجوع کنید.

۷۲ **۱** اگر خاطرتان باشد، هر گونه تغییر در ساختار DNA را جهش می‌گفتیم. می‌دانید که **جهش**، در **سطح DNA** اتفاق می‌افتد و پس از رونویسی از روی ژن جهش‌یافته، می‌توانیم **انعکاس آن را در RNA** ببینیم. بنابراین می‌توانیم از روی RNAهای رونویسی شده از ژن جهش‌یافته، نوع جهش در DNA را مشخص کنیم. خب! حالا برگردیم به صورت تست. در این‌گونه تست‌ها، ابتدا مشخص کنید که RNAی غیر طبیعی، از روی چه توالی در DNA ساخته شده است. سپس این توالی را با توالی طبیعی DNA (قبل از جهش) مقایسه کنید تا نوع جهش در DNA مشخص شود. به این شکل، دقت کنید:

mRNA: AGUCCGUGAAUA رونویسی شده از DNAی جهش‌یافته

TCAGGCACTTAT :رشته‌ی DNAی جهش‌یافته

TCAGGCACATAT :رشته‌ی DNAی طبیعی

با این مقایسه مشخص شد که نوکلئوتید **تیمین‌دار، جانشین** نوکلئوتید **آدنین‌دار** شده است.

۷۳ **۴** برای روشن شدن اپران، عامل تنظیم‌کننده به مهارکننده متصل می‌شود و هیچ‌گاه روی اپراتور قرار نمی‌گیرد. پروتئین‌های تنظیم‌کننده همیشه و به مقدار کم در سلول ساخته می‌شوند. در ضمن اپران‌های دیگر نیز به پروتئین تنظیم‌کننده نیاز دارند. تولید آنزیم برای تجزیه لاکتوز کاهش می‌یابد، ولی برای تجزیه دی‌ساکاریدهای دیگر آنزیم تولید می‌شود. برای خاموش شدن اپران لک، پروتئین تنظیمی (مهارکننده) بر روی اپراتور قرار می‌گیرد.

۷۴ **۳** ر.ک به پاسخ تشریحی سؤال ۳۷

۷۵ **۴** در همه‌ی جانداران، هیچ‌گاه همه‌ی ژن‌ها به طور هم‌زمان در یک سلول بیان نمی‌شوند. راه‌انداز، اپراتور و توالی افزاینده رونویسی نمی‌شوند. تفاوت سلول‌های یک جاندار پرسلولی، به علت تفاوت در بیان ژن‌ها است، نه ماده‌ی ژنتیکی.

۷۶ **۳** به جملات زیر دقت کنید:

اولین موقعیت جایگاه **P** ریبوزوم، مربوط به **کدون آغاز** (AUG) یا **آنتی کدون آغازگر** (UAC) می‌باشد.

اولین موقعیت جایگاه **A** ریبوزوم، مربوط به **کدون بعد از کدون آغاز** یا **آنتی کدون بعد از آنتی کدون آغازگر** است.

آخرین موقعیت جایگاه **P** ریبوزوم، مربوط به **کدون قبل از کدون پایان** یا **آنتی کدون قبل از کدون پایان ترجمه** است. **کدون پایان** ترجمه **آنتی کدون ندارد.**

آخرین موقعیت جایگاه **A** ریبوزوم، مربوط به **کدون پایان** و یا **عامل پایان ترجمه** است.

۷۷ **۴** در هنگام فرایند **رونویسی**، پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته‌ی DNA شکسته می‌شود و در مقابل رشته‌ی الگو، ریبونوکلئوتیدها توسط **پیوندهای فسفودی‌استر** به هم **متصل** می‌شوند. در **هیچ مرحله‌ای از رونویسی**، پیوندهای **فسفودی‌استر شکسته نمی‌شوند**.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در همانندسازی DNA، پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته‌ی DNAی مادری شکسته می‌شوند و بین دو رشته‌ی DNAهای جدید ساخته شده، پیوندهای هیدروژنی برقرار می‌شوند.

۲) در فرایند ترجمه، پیوندهای هیدروژنی بین کدون و آنتی‌کدون، هم تشکیل و هم شکسته می‌شوند.

۳) یکی از فرایندهایی که روی **RNA نابالغ** صورت می‌گیرد، فرایند **کوتاه شدن** است. در فرایند کوتاه شدن، **اینترون‌ها حذف** می‌شوند (**شکستن پیوندهای فسفودی‌استر**) و اگزون‌ها به هم می‌چسبند (**تشکیل پیوندهای فسفودی‌استر**).

۷۸ **۲** اگر به پاسخ تست ۲۵ مراجعه کنید، درمی‌یابید که مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه، با ورود tRNAی دوم به جایگاه A آغاز می‌شود.

۷۹ **۴** اگر به شکل ۱-۱ در صفحه‌ی ۷ زیست پیش‌دانشگاهی مراجعه کنید، خلاصه‌ی **آزمایش‌های بیدل و تیتوم** بر روی **کپک نوروسپورا کراسا** آمده است. اگر دقت کنید، متوجه می‌شوید که بیدل و تیتوم **پس** از تاباندن پرتوهای X به هاگ‌ها، **همه‌ی آن‌ها** را با هم به **محیط کشت کامل** انتقال دادند. تمام هاگ‌ها (چه آن‌هایی که جهش یافته بودند و چه آن‌هایی که جهش پیدا نکرده بودند) **قادر به رویش** بر روی محیط کشت کامل بودند. اگر به واژه‌ی «**میوز**» در شکل دقت کنید، متوجه می‌شوید که کپک‌های نوروسپورا کراسا در محیط کشت کامل، می‌توانستند با یک‌دیگر **تولید مثل جنسی** انجام دهند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

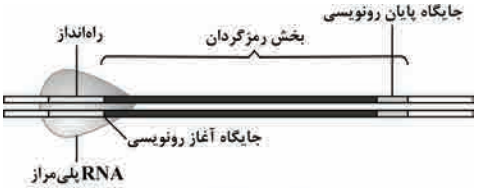
۱) اگر هاگ‌ها جهش یافته باشند، به هیچ وجه بر روی محیط کشت حداقل رشد نمی‌کنند و انتقال آن‌ها به محیط کشت کامل، باعث ایجاد توانایی رویش در محیط کشت حداقل نمی‌شود.

۲) تمام هاگ‌ها (جهش یافته و نیافته) قادر به رویش بر روی محیط کشت کامل هستند.

۳) اگر به شکل ۱-۱ در صفحه‌ی ۷زیست پیش‌دانشگاهی دقت کنید، متوجه می‌شوید که پس از رویش هاگ‌های پرتو دیده در محیط کشت کامل، بیدل و تیتوم، هر کدام از هاگ‌های تولید شده در محیط کشت کامل را، به طور مجزا، به یک محیط کشت کامل دیگر انتقال دادند، نه به محیط کشت حداقل.

۸۰ | ۱ | افزایش آلولاکتوز درون باکتری، این مفهوم را می‌رساند که لاکتوز در محیط اطراف باکتری وجود دارد، که پس از ورود به باکتری، تبدیل به آلولاکتوز شده و غلظت آلولاکتوز در درون باکتری افزایش یافته است [آلولاکتوز، ایزومر فضایی لاکتوز است]؛ آلولاکتوز گرایش زیادی به مهارکننده دارد و پس از اتصال به مهارکننده تغییراتی در شکل آن پدید می‌آورد که دیگر مهارکننده نمی‌تواند به اپراتور متصل شود. از این رو اپراتور خالی می‌ماند و RNA پلی‌مراز توانایی حرکت روی ژن‌ها را دارد. در این حالت اپران روشن است و غلظت آنزیم‌های تجزیه‌کننده‌ی لاکتوز، افزایش می‌یابد.

۸۱ | ۳ | در یوکاریوت‌ها، ساختارهای اپرانی وجود ندارد [البته قبلاً هم عرض کردم که بر اساس کتاب شما!]. بنابراین گزینه‌های (۱) و (۲) کاملاً رد می‌شوند. اما در یوکاریوت‌ها، برای هر ژن ساختاری یک راه‌انداز وجود دارد. آیا یک راه‌انداز می‌تواند کنترل چند ژن ساختاری را با هم برعهده داشته باشد؟ در حقیقت وجود یک راه‌انداز برای چند ژن ساختاری، به نوعی اپران چند ژنی محسوب می‌شود و هم‌چنین ساختاری در یوکاریوت‌ها دیده نمی‌شود. **در یوکاریوت‌ها، همواره به ازای هر ژن ساختاری، یک راه‌انداز وجود دارد.** به عبارتی یک راه‌انداز، کنترل رونویسی یک ژن ساختاری را برعهده دارد. از طرفی بر طبق نظریه‌ی یک ژن ـ یک زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی، برای تولید ۳ زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی ۳ ژن لازم است و چون در یوکاریوت‌ها هر ژن، مجزای از دیگری است (هر ژن، راه‌انداز مجزا دارد)، پس برای تولید **یک آنزیم با ۳ زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی، ۳ ژن مجزا از هم** لازم است. به شکل مقابل در یوکاریوت‌ها دقت کنید:



«یک ژن یوکاریوتی»

۸۲ | ۳ | در هنگام **رونویسی، هم جایگاه آغاز** و **هم جایگاه پایان** رونویسی، **رونویسی می‌شوند**. با بقیه‌ی عبارت‌ها هم بعید می‌دانم مشکلی داشته باشید! ترجمه‌ی کدون‌های mRNA، بر اساس رابطه‌ی مکملی بین کدون و آنتی‌کدون صورت می‌گیرد. بنابراین عبارات «ج» و «د» نادرست هستند.

۸۳ | ۴ | در پاسخ‌های تشریحی قبل ذکر کردیم که رونویسی، عبارت است از ساخته شدن RNA از روی DNA. انواعی از RNA را نیز ذکر کردیم، یکی از آن‌ها RNAی ناقل یا tRNA است. در یوکاریوت‌ها، عمل **رونویسی** به دلیل آن‌که DNA **در هسته** است، طبیعتاً در داخل هسته انجام می‌شود. **رونویسی** توسط آنزیم RNA پلی‌مراز و **از روی یکی از رشته‌های یک ژن** در DNA اتفاق می‌افتد. پس گزینه‌ی (۴)، پاسخ صحیح است.

بد نیست بدانید که

بعدها خواهید خواند که، در **میتوکندری** و **کلروپلاست** یوکاریوت‌ها، **DNA** وجود دارد و از روی ژن‌های آن‌ها نیز، انواعی از RNAها (از جمله tRNA) ساخته می‌شود.

۸۴ | ۳ | اگر به پاسخ تشریحی سؤال ۴ مراجعه کنید، متوجه خواهید شد که خاموش شدن ژن ۲، باعث می‌شود که آنزیم تبدیل‌کننده‌ی O به C ساخته نشود، بنابراین باکتری برای رشد در محیط کشت، احتیاج به ماده‌ی C یا A دارد. اضافه کردن ماده‌ی O، هیچ کمکی به رشد باکتری نمی‌کند.

بررسی سایر عبارات:

الف) چون در صورت سؤال ذکر نشده است که ژن ۳ جهش‌یافته است، پس آنزیم ۳ وجود دارد و باعث تبدیل C به A می‌شود و باکتری در حضور C رشد خواهد کرد.

ج) در توضیح عبارت (الف) عرض کردیم، اضافه کردن ماده‌ی C به محیط کشت، می‌تواند باعث رشد باکتری شود.

د) این عبارت به این دلیل صحیح است که، حضور هم‌زمان C و A مانعی برای رشد نیست؛ حضور C یا A، هر کدام به تنهایی، باعث رشد باکتری می‌شود.

۸۵ | ۱ | توجه کنید که **در mRNAی بالغ، قبل از کدون آغاز (AUG) و بعد از کدون پایان، نوکلئوتیدهایی حضور دارند که تعداد آن‌ها لزوماً مضربی از عدد ۳ نیست**. البته تعداد نوکلئوتیدها از شروع کدون آغاز تا آخر کدون پایان همواره مضربی از عدد ۳ است. در آزمایش بیدل و تیتوم، هر کدام از هاگ‌های حاصل از میوز و میتوز به یک محیط کشت کامل مجزا منتقل شدند.

۸۶ | ۳ | در مرحله‌ی **شروع ترجمه**، **tRNA آغازگر** وارد **جایگاه P** می‌شود و بین **کدون متیونین در جایگاه P و آنتی‌کدونِ tRNAی آغازگر، پیوند هیدروژنی تشکیل** می‌شود.

۸۷ | ۳ | ژن تنظیم‌کننده، ژنی است که از روی آن پروتئین تنظیم‌کننده یا پروتئین مهارکننده ساخته می‌شود. اپران مربوط به ژن تنظیم‌کننده، اپراتور ندارد و همیشه روشن است. روشن یا خاموش بودن آن هیچ ارتباطی به وجود یا عدم وجود لاکتوز در محیط ندارد. بنابراین حتی اگر لاکتوز هم در محیط باکتری اِکلای وجود نداشته باشد، حتی پس از اتصال مهارکننده به اپراتورِ اپران لک، باز هم ژن تنظیم‌کننده‌ی مربوط به اپران لک بیان می‌شود و مهارکننده ساخته می‌شود.

۸۸ | ۴ | کپک **نوروسپورا کراسا** نوعی **قارچ** و **یوکاریوت** است. **در یوکاریوت‌ها اپران وجود ندارد**. اگر به شکل ۱ ـ ۱ در صفحه‌ی ۷ زیست پیش‌دانشگاهی مراجعه کنید، واژه‌های «**میوز**» و «**میتوز**» مؤیدِ **یوکاریوت** بودن کپک نوروسپورا کراساست.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) برای درک این گزینه به «**تفکر نقادانه**» در صفحه‌ی ۱۸ زیست پیش‌دانشگاهی مراجعه کنید.

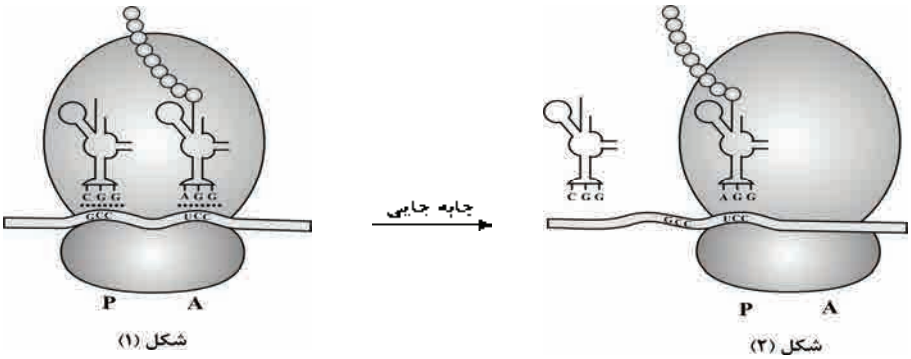
۲) محصولات **RNA پلی‌مراز I**، **rRNA**ها هستند؛ rRNAها در ساختار **ریبوزوم** به کار می‌روند و در **پروتئین‌سازی** شرکت دارند.

۳) در جریان **ترجمه**، هر **tRNAیی** (**آنتی‌کدونی**) که **وارد جایگاه A** می‌شود، پس از **جابه‌جایی ریبوزوم، حتماً به جایگاه P منتقل** خواهد شد.

۸۹ **۲** با توجه به شکل صورت سؤال، **۳ آمینواسید** به tRNAی موجود در **جایگاه P** متصل است. به عبارتی در حال حاضر **کدون سوم** در جایگاه **P** و **کدون چهارم** در جایگاه **A** قرار دارد؛ بنابراین **از ابتدای ترجمه** تا این زمان، **۳ کدون** وارد **جایگاه P** ، **۳ کدون** وارد **جایگاه A** ، **۳ آنتی‌کدون** وارد **جایگاه P** و **۳ آنتی‌کدون** وارد **جایگاه A** شده است. توجه داشته باشید که **tRNA آغازگر وارد جایگاه A نمی‌شود**. هم‌چنین **از ابتدای ترجمه تاکنون، دوبار ریبوزوم** بر روی mRNA **جابه‌جا** شده است.

۹۰ **۴** tRNA ی حاوی آنتی‌کدون CUC، با کدون GAG مکمل است. زمانی که این کدون در جایگاه P ریبوزوم است، کدون UUC در جایگاه A قرار دارد. پس از خروج tRNA ی حاوی آنتی‌کدون CUC از جایگاه P، ریبوزوم به اندازه‌ی یک کدون بر روی mRNA جابه‌جا می‌شود و کدون UCC وارد جایگاه A ریبوزوم می‌شود، سپس tRNA ی حاوی آنتی‌کدون AGG وارد جایگاه A ریبوزوم شده و با کدون UCC مکمل می‌شود.

۹۱ **۲** اگر وقایع مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه در پاسخ تست ۲۵ را مطالعه کرده باشید، متوجه خواهید شد که در حین جابه‌جایی ریبوزوم در مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه، t RNA ی موجود در جایگاه A به همراه زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی در حال ساختِ متصل به آن، به جایگاه P منتقل می‌شود. به شکل زیر دقت کنید:



شکل (۱) شکل (۲)

۹۲ **۱** برای پاسخ به این سؤال، برویم سراغ بررسی تک تک گزینه‌ها:

۱) آنتی‌کدون‌ها، مکمل کدون‌ها هستند. طبیعتاً اگر کدون‌ها متفاوت باشند، باید آنتی‌کدون‌های مکمل آن‌ها نیز، متفاوت باشند. یعنی اگر در داخل سلول tRNA یی را پیدا کردید که با tRNA ی دیگر آنتی‌کدون یکسان دارد، این دو نوع tRNA یکی هستند و یک نوع آمینواسید را حمل می‌کنند؛ فقط همین!

۲) **تمام tRNA** های داخل سلولی، ساختار **سه بعدی L شکل** دارند.

۳) در پاسخ تشریحی سؤال ۱۱ ذکر کردیم که توالی جایگاه اتصال آمینواسید در تمام tRNA ها، CCA است و در تمام tRNA ها، **نوکلئوتید متصل به آمینواسید**، نوکلئوتید **آدنین‌دار** است.

۴) در صفحه‌ی ۱۴ کتاب پیش‌دانشگاهی آمده است: «برای هر یک از ۲۰ آمینواسید، **حداقل** یک نوع tRNA وجود دارد.» کلمه‌ی «حداقل» مشخص می‌کند که برخی از آمینواسیدها [منظور آمینواسیدهایی است که بیش از یک رمز دارند] بیش از یک tRNA دارند. پس می‌توان **tRNA های مختلفی** (یعنی با توالی‌های نوکلئوتیدی متفاوت) را در سلول پیدا کرد، که **آمینواسید یکسان** به آن‌ها وصل باشد. مثلاً ممکن است، شما در سلول به چند نوع tRNA بر بخورید (البته اگر توانستید وارد سلول شوید!) که آمینواسید سرین حمل می‌کنند [آمینواسید سرین دارای ۶ رمز است].

۹۳ **۳** علامت سؤال، آنزیم RNA پلی‌مراز را نشان می‌دهد، که در حال رونویسی از روی ژن‌های ساختاری اپران لک است.

۹۴ **۴** پریون‌ها پروتئین‌هایی هستند که به‌طور طبیعی در بدن انسان و بعضی از جانوران وجود دارند، بنابراین رونویسی از ژن‌های سازنده آن در یوکاریوت‌ها و به کمک عوامل رونویسی انجام می‌گیرد. پروتئین مهارکننده محصول ژن تنظیم‌کننده است. تنظیم بیان ژن در پروکاریوت بر عهده اپران‌هاست. بخش تنظیم‌کننده ژن رونویسی نمی‌شود، بنابراین رونوشت ندارد.

۹۵ **۱** در هنگام **پروتئین‌سازی** در مرحله‌ی **آغاز ترجمه**، در جایگاه **P**، **پیوند** بین **کدون متیونین** (AUG) و **آنتی‌کدون tRNAی آغازگر** (UAC) **برقرار** می‌شود (نه این‌که شکسته شود). گزینه‌های (۲) و (۳) وقایع مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه را به‌درستی بیان می‌کنند. در مورد **گزینه‌ی (۴)** دقت کنید که در کتاب چاپ سال **۱۳۹۰** در صفحه‌ی ۱۷ زیست پیش‌دانشگاهی، در **زیرنویس شکل** پایینی، این مطلب صراحتاً ذکر شده است؛ دقت کنید که در سال‌های قبل، هیدرولیز پیوند بین زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی و آخرین tRNAی موجود در جایگاه P به عامل پایان ترجمه نسبت داده می‌شد، اما در **کتاب چاپ ۱۳۹۳**، این عمل توسط **یک آنزیم دیگر (غیر از عامل پایان ترجمه)** انجام می‌شود.

بد نیست بدانید که

در طبیعت، RNA دو رشته‌ای وجود دارد. ماده‌ی وراثتی برخی از ویروس‌ها، RNA ی دو رشته‌ای است.

۹۶ | ۱ | کپک نوروسپورا در لوله‌ی آزمایش حاوی مخلوط رقیقی از انواع نمک‌ها، کمی شکر و یک نوع ویتامین، به نام **بیوتین** رشد می‌کند. مجموعه‌ی این مواد را **محیط کشت حداقل** می‌نامند. این قارچ، **هاپلویید** است و در مدت زمان کوتاهی، تعداد فراوانی هاگ تولید می‌کند.

دو تذکر:

۱- **تمام قارچ‌ها** از لحاظ عدد کروموزومی، **هاپلویید** هستند و در فصل ۱۱ زیست پیش‌دانشگاهی به طور کامل با چرخه‌ی زندگی آن‌ها آشنا خواهید شد.

۲- نوروسپورا، چون **قادر به ساخت** ویتامین بیوتین **نمی‌باشد**، باید در محیط کشت حداقل آن، بیوتین وجود داشته باشد.

۹۷ | ۴ | گونه‌ی مورد مطالعه‌ی بیدل و تیتوم، کپک نوروسپورا کراسا بوده است که نوعی قارچ و یوکاریوت است. در یوکاریوت‌ها اپران وجود ندارد. اپران در پروکاریوت‌ها وجود دارد.

۹۸ | ۲ | **نوروسپورا کراسا**، نوعی **قارچ** است؛ بنابراین **یوکاریوت** است. در یوکاریوت‌ها، **بالغ شدن RNA**، **درون هسته** انجام می‌شود و RNA، **پس از بالغ شدن** در هسته، از آن خارج می‌شود (ر.ک به شکل بالایی در فعالیت صفحه‌ی ۱۹ زیست پیش‌دانشگاهی)

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه‌ی (۱): نوروسپورا کراسا نوعی **قارچ** است. **در حین تولیدمثل جنسی** قارچ‌ها، **زیگوت** پس از تشکیل، **میوز** انجام می‌دهد. (لطفاً به شکل ۱ – ۱ در صفحه‌ی ۷ زیست پیش‌دانشگاهی مراجعه کنید!)

گزینه‌ی (۳): در یوکاریوت‌ها، توالی افزاینده، باعث تقویت عمل رونویسی می‌شود.

گزینه‌ی (۴): در یوکاریوت‌ها، تنظیم بیان ژن، غالباً در هنگام شروع رونویسی صورت می‌گیرد.

۹۹ | ۳ | اگر به پاسخ تشریحی سؤال ۲۴ مراجعه کنید، متوجه خواهید شد که قبل از اتصال بخش بزرگ ریبوزوم به بخش کوچک، فقط tRNA آغازگر در جایگاه P بخش کوچک، با کدون آغاز پیوند مکملی (از نوع پیوند هیدروژنی) برقرار کرده است و طبیعتاً در جایگاه A، هنوز tRNA یی وارد نشده است و پیوند هیدروژنی مکملی بین کدون و آنتی‌کدون وجود ندارد.

تذکر: منظور سؤال از پیوند هیدروژنی در جایگاه A، پیوند بین کدون و آنتی‌کدون است. زیرا در جایگاه A انواعی از پیوندهای هیدروژنی در ساختار پروتئین‌های ریبوزومی وجود دارد. قطعاً اگر ما بخواهیم به پیوندهایی غیر از پیوند هیدروژنی بین کدون و آنتی‌کدون فکر کنیم، هیچ‌کدام از گزینه‌ها پاسخ صحیح نیستند. تازه شما که در کتاب‌های خود درباره‌ی پیوند هیدروژنی در ساختار پروتئین‌ها، چیزی نخوانده‌اید که بخواهید به آن فکر کنید! (من این تذکر را برای کسانی دادم، که حداقل دو کلمه بیش‌تر از کتاب درسی خوانده‌اند!)

سایر گزینه‌ها در مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه اتفاق می‌افتند، در صورتی‌که اتصال بخش بزرگ ریبوزوم به بخش کوچک، در مرحله‌ی آغاز ترجمه است.

۱۰۰ | ۴ | برای پاسخ به این تست، بهتر است برویم سراغ بررسی تک تک گزینه‌ها و ببینیم هر کدام در چه مراحلی اتفاق می‌افتند:

۱) این اتفاق، در ابتدای مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه به وقوع می‌پیوندد.

۲) این واقعه زمانی اتفاق می‌افتد که ریبوزوم، اولین جابه‌جایی خود را در مرحله‌ی ادامه انجام می‌دهد.

۳) این واقعه در انتهای مرحله‌ی آغاز ترجمه به وقوع می‌پیوندد.

۴) این واقعه در همان **اوایل مرحله‌ی آغاز** ترجمه، پس از اتصال بخش کوچک ریبوزوم به mRNA اتفاق می‌افتد.

به نظر شما از بین ۴ گزینه‌ی فوق، کدام‌یک زودتر به وقوع می‌پیوندد؟ نظر من گزینه‌ی چهارمه!

۱۰۱ | ۲ | در سلول‌های یوکاریوتی، RNA پیک (mRNA) پس از رونویسی از روی DNA، هسته را ترک می‌کند و وارد سیتوپلاسم می‌شود و از اطلاعات آن، برای ساختن پروتئین توسط ریبوزوم استفاده می‌شود.

۱۰۲ | ۴ | اگر به پاسخ سؤال ۲۶ مراجعه کنید، درمی‌یابید که در مرحله‌ی پایان ترجمه، **شناسایی رمز پایان** بر عهده‌ی **عامل پایان ترجمه** است. عامل پایان ترجمه، **نوعی پروتئین** است. البته در کتاب نیامده است که عامل پایان ترجمه، پروتئین است ولی با حذف گزینه‌ها می‌توان به آن پی برد!

۱۰۳ | ۲ | رشته پپتیدی که برای تولید آن ۱۰ مولکول آب ازاد شده، قطعاً ۱۱ آمینو اسید دارد. در mRNA، ۱۱ کدون برای آمینو اسید و یک کدون پایان دارد. انواع کدون‌های آن می‌تواند کم‌تر یا بیش‌تر از ۱۱ نوع باشد. برای سنتز این پپتید ۱۰ مولکول tRNA وارد جایگاه A ریبوزوم شده است. چون پروکاریوت است، پس قطعات اینترونی ندارد و رشته‌ی الگوی این بخش ۳۶ و در نهایت ژن آن ۷۲ نوکلئوتید دارد.

۱۰۴ | ۱ | مولکول میانجی بین DNA و پروتئین، RNA است که در ساختار آن، ریبوز به کار رفته است.

۱۰۵ | ۳ | در ساختن RNA، از نوکلئوتید T دار استفاده نمی‌شود. به جای باز آلی T در RNA، از باز آلی یوراسیل استفاده می‌شود.

۱۰۶ | ۳ | گزینه‌ی (۳) نادرست است، زیرا اگر به پاسخ تشریحی سؤال ۱۱ مراجعه نمایید، در خواهید یافت که ساختار **سه بعدی جناب tRNA در سلول**، شبیه **حرف L** است. به شکل پاسخ تشریحی سؤال ۱۱ مراجعه فرمایید، تا معنای L شکل بودن را بفهمید! در مورد گزینه‌های (۲) و (۴)، مفصل در پاسخ تشریحی سؤال ۱۱ صحبت به میان آمده است. اما در مورد tRNA آغازگر، اگر به پاسخ تشریحی سؤال ۲۴، که وقایع مرحله‌ی آغاز ترجمه را بیان می‌کند مراجعه کنید، در می‌یابید که tRNA آغازگر، جایی به جز جایگاه P ندارد.

اکیداً تذکر: tRNA آغازگر، حامل متیونین است. اگر بگویند tRNA آغازگر، فقط در جایگاه P قرار می‌گیرد، صحیح است؛ اما اگر بگویند، tRNAی حامل آمینواسید متیونین، فقط در جایگاه P قرار می‌گیرد، غلط است، چرا؟ چون متیونین تنها در ابتدای زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی قرار ندارد و کدون آن می‌تواند هر جای mRNA وجود داشته باشد و tRNAی حامل آن، می‌تواند وارد جایگاه A نیز بشود.

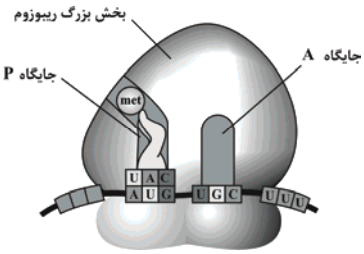
بد نیست بدانید که

ساختار tRNA آغازگر، با tRNA های حامل متیونین که به عنوان tRNA آغازگر نیستند، متفاوت است. به عبارتی **tRNA آغازگر، فقط حامل متیونین آغازین است و فقط در جایگاه P قرار می‌گیرد.**

۱۰۷ | ۳

آنچه که باید بدانید

جهشی که در **سلول‌های زاینده**ی یک فرد رخ می‌دهد و در نهایت به **سلول‌های جنسی** وی منتقل می‌شود، ممکن است به **زاده‌ها**ی وی منتقل شود. اما جهشی که در **سلول‌های بدنی** (پیکری یا سوماتیک) [منظور سلول‌هایی غیر از سلول‌های زاینده‌ی گامت‌هاست] رخ می‌دهد، **فقط خود فردی** را که در او جهش رخ داده است، متأثر خواهد کرد و به نسل‌های بعد منتقل نمی‌شود.



اما اگر به پاسخ تشریحی سؤال ۶۸ مراجعه کنید، در می‌یابید که عبارات «الف» و «ج» صحیح هستند.

۱۰۸ | ۴ شکل مقابل، **end آغاز ترجمه** را نشان می‌دهد! خُب، خود شما بگویید، آیا آنتی‌کدون دوم، درون ریبوزوم است؟!

۱۰۹ | ۱ اپراتور فقط مخصوص پروکاریوت‌ها، فعال‌کننده و توالی افزاینده فقط مخصوص یوکاریوت‌هاست. اما، **هم ژن‌های پروکاریوتی** و **هم ژن‌های یوکاریوتی، راه‌انداز** دارند.

۱۱۰ | ۴ با توجه به توضیحاتی که در پاسخ تشریحی سؤال‌های گذشته داده‌ام، بعید می‌دانم که با عبارات (الف)، (ب) و (ج) مشکل داشته باشید؛ اگر دارید، پس مجدداً پاسخ‌ها را مرور کنید! امّا **حذف رونوشت اینترون** یا پدیده‌ی کوتاه شدن، بخشی از فرایند بالغ شدن RNA است. این فرایند، پس از رونویسی از ژن، بر روی RNA اولیه صورت می‌گیرد و مثال خوبی برای **تنظیم بیان ژن، در سطح پس از رونویسی** است.

۱۱۱ | ۲ سؤالات زیست دانشگاه آزاد، به گونه‌ای است که اگر چشمان خود را ببندید و بر روی گزینه‌ها دست بکشید، گزینه‌ی صحیح زیر دست لمس خواهد شد؛ باور نمی‌کنید، امتحان کنید!

۱۱۲ | ۱ ر.ک به پاسخ تشریحی سؤال ۶۸

۱۱۳ | ۴ پاسخ این سؤال را، با کامل کردن صورت سؤال با گزینه‌ها، بررسی می‌کنیم:

۱) «در RNA های پیک بالغ یوکاریوتی، فقط قسمت‌هایی از رونوشت اینترون‌ها ترجمه نمی‌شود.» با توجه به توضیحاتی که در پاسخ تشریحی سؤال ۲۸ دادیم، می‌دانیم که در RNA های پیک بالغ، رونوشت اینترون وجود ندارد که بخواهد، قسمت‌هایی از آن‌ها ترجمه نشود. پس این گزینه غلط است.

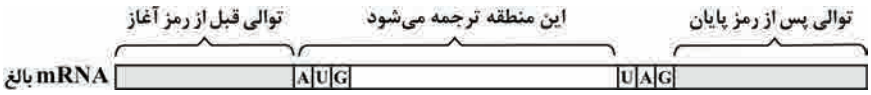
۲) «در RNA های پیک بالغ یوکاریوتی، فقط قسمت‌هایی از رونوشت اینترون‌ها و همه‌ی اگزون‌ها، حذف شده است.» باز با توجه به پاسخ تشریحی سؤال ۲۸، می‌دانیم که برای بالغ شدن، باید رونوشت **تمام** اینترون‌ها حذف شود و در RNA پیک بالغ، رونوشت تمام اگزون‌ها وجود دارد. پس این گزینه نیز غلط است.

۳) «در RNA های پیک بالغ یوکاریوتی، فقط قسمت‌هایی از رونوشت اگزون‌ها و همه‌ی اینترون‌ها حفظ شده است.» باز با توجه به توضیحات فوق این گزینه نیز غلط است.

۴) «در RNA های پیک بالغ یوکاریوتی، فقط قسمت‌هایی از رونوشت اگزون‌ها و همه‌ی اینترون‌ها ترجمه نمی‌شوند.» البته ایرادی که به این گزینه وارد است این است که، در RNA پیک بالغ، رونوشت اینترون‌ها وجود ندارد که بخواهند ترجمه نشوند، ولی به هر حال رونوشت اینترون‌ها حذف می‌شوند و ترجمه نمی‌شوند. با این توصیف، این گزینه، **صحیح‌تر** از سایر گزینه‌هاست.

اما **آیا همه‌ی قسمت‌های اگزون‌ها ترجمه می‌شوند؟** خیر! از مبحث ترجمه به خاطر دارید که، ترجمه از رمز آغاز ترجمه شروع و به رمز پایان ترجمه خاتمه می‌یابد. به عبارتی مناطق **قبل از رمز آغاز** و **بعد از رمز پایان**، با این‌که **رونوشت اگزون‌ها** محسوب می‌شوند، اما ترجمه نمی‌شوند. (البته خود **رمز پایان** هم، **ترجمه نمی‌شود.**)

یک تذکر مهم: رمز آغاز ترجمه درست در ابتدای mRNA و رمز پایان ترجمه درست در انتهای mRNA **نیست**. بلکه قبل از رمز آغاز و پس از رمز پایان، توالی از نوکلئوتیدهای mRNA وجود دارد. به شکل زیر دقت کنید:



۱۱۴ **۴** بخش کوچک‌تر ریبوزوم در مجاورت کدون آغازِ به mRNA متصل می‌شود. رابطه‌ی مکملی بین کدون آغاز و آنتی کدون برقرار می‌شود.

۱۱۵ **۲** ر.ک به پاسخ تشریحی سؤال ۵

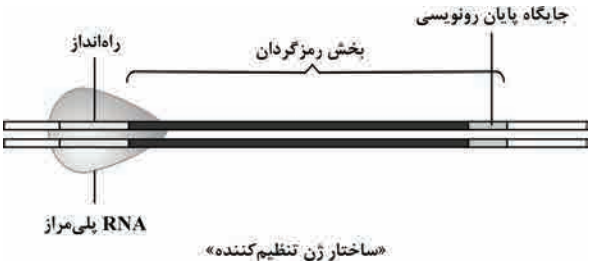
۱۱۶ **۳** پاسخ این سؤال مستقیماً در کتاب وجود ندارد و استنباط آن هم از کتاب انصافاً امکان‌پذیر نیست. اما چرا این سؤال را آورده‌ام به دو دلیل:

۱) چون در آزمون آموزش و پرورش سال ۸۳، که بر اساس کتاب‌های جدید بوده، طرح شده است. (البته پاسخ صریح این سؤال در کتاب‌های نظام ترمی واحدی یعنی نظام قبل از شما بوده است) و طبیعتاً دانش‌آموزان توقع دارند، بتوانند به چنین سؤالی پاسخ دهند. [البته توقع به جایی نیست!]

۲) می‌خواهم در پاسخ به این سؤال، نوعی نگرش را در برخورد با مسایل ندیده یا نشنیده، برای شما طراحی کنم، که اگر گاهی با چنین مطالبی در زندگی (نه فقط در کنکور) برخوردید، بتوانید از این نوع نگرش استفاده کنید.

اما پاسخ به این سؤال:

آیا شما شنیده‌اید که در فلسفه، «**دور** یا **تسلسل**، باطل است». یعنی چه؟ فرض کنید همه‌ی شما می‌خواهید از کلاس خارج شوید، بعد هر کسی خروج خود را مشروط به خروج دیگری بکند (درست همان کاری که اکثر ما ایرانی‌ها در هنگام خروج از یک درب انجام می‌دهیم!)، آیا به نظر شما درنهایت، کسی می‌تواند از کلاس خارج شود؟ خُب، طبیعتاً خیر!



«ساختار ژن تنظیم‌کننده»

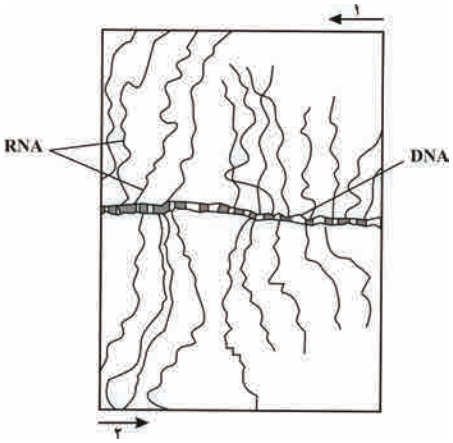
امّا پس از این مثال برگردیم به صورت سؤال؛ **ژن‌های تنظیم‌کننده**، ژن‌هایی هستند در پروکاریوت‌ها که از روی آن‌ها، **پروتئین‌های تنظیم‌کننده** ساخته می‌شوند.

در حقیقت برای **هر ژن تنظیم‌کننده**، یک **بخش تنظیمی** وجود دارد که **فقط شامل راه‌انداز** است و اپراتور ندارد. چرا؟ به نظر شما اگر اپراتور داشته باشد، آیا احتیاج به پروتئین مهارکننده‌ی دیگری ندارد؟ حالا برای آن پروتئین مهارکننده، دوباره ژن تنظیم‌کننده لازم است و آن هم اگر اپراتور داشته باشد، باز هم پروتئین مهارکننده لازم دارد و این داستان تا قیام قیامت ادامه دارد. بنابراین از همان ابتدا برای هیچ ژن تنظیم‌کننده‌ای، اپراتور وجود ندارد، تا جلوی این دور و تسلسل گرفته شود. به شکل بالا دقت کنید.

امیدوارم توانسته باشم منظورم را درست بیان کنم. به عبارتی، در نهایت می‌توان گفت، برای **ژن‌های تنظیم‌کننده** در پروکاریوت‌ها، اپراتور وجود ندارد و این ژن‌ها **همواره روشن** هستند و از روی آن‌ها رونویسی می‌شود و در نهایت محصولات آن‌ها که پروتئین‌های مهارکننده باشند، ساخته می‌شود. با این توصیف گزینه‌های (۱)، (۲) و (۴) رد می‌شوند و فقط گزینه‌ی (۳) می‌ماند. البته، از ابتدا با کمی زیرکی! می‌توانستید بفهمید که گزینه‌ی (۳) صحیح است. زیرا برای **بیان هر ژنی که از روی آن پروتئینی ساخته می‌شود**، حتماً **آنزیم RNA پلی‌مراز** و **ریبوزوم** لازم است. راستی تا یادم نرفته بگویم، طبیعتاً اگر برای ژن‌های تنظیم‌کننده، اپراتور وجود نداشته باشد، پروتئین مهارکننده و عامل تنظیم‌کننده (که به پروتئین مهارکننده متصل می‌شود) در تنظیم بیان این ژن‌ها دخالتی ندارند. خسته نباشید!

۱۱۷ **۳** قبل از این‌که پاسخ این سؤال را بنویسم، سؤالی را به این صورت مطرح می‌کنم:

آیا به نظر شما در **کارخانه‌ی نوشابه‌سازی** صرف می‌کند که در خط تولید، یک شیشه‌ی نوشابه را ابتدای خط تولید بگذارند و سپس این شیشه مراحل شستشو، پرشدن و زدن درب نوشابه بر روی آن تا افتادن در داخل جعبه نوشابه را طی کند و سپس شیشه‌ی بعدی را بگذارند؟! آیا این کار به نظر شما خنده‌دار نیست؟! اگر از جلوی کارخانه‌ی نوشابه‌سازی، در خیابان آزادی تهران رد شده باشید یا حتی در تلویزیون تماشا کرده باشید، تمام شیشه‌ها **پشت سرهم**، در خط تولید قرار دارند، تا خط تولید، بالاترین بازدهی را داشته باشد.



رونویسی از روی یک ژن نیز همین‌طور است. در سلول صرف نمی‌کند که یک آنزیم RNA پلی‌مراز به راه‌انداز یک ژن متصل شود و تا انتهای جایگاه پایان رونویسی، رونویسی کند، سپس آنزیم RNA پلی‌مراز بعدی، کار خود را شروع کند. در حقیقت داستان این است که، به محض این‌که آنزیم RNA پلی‌مراز از روی راه‌انداز به جلو حرکت کرد و **راه‌انداز خالی شد**، آنزیم **RNA پلی‌مراز بعدی** بر روی راه‌انداز می‌نشیند و همین داستان پشت سر هم ادامه دارد و آنزیم‌ها در کم‌ترین زمان، بیش‌ترین تعداد RNA ی لازم را از روی یک ژن می‌سازند (البته خاموش بودن، روشن بودن و سرعت حرکت، همگی بستگی به شرایط سلول و نیاز آن به محصول ژن دارد). پس این طبیعی است که **در هنگام رونویسی از روی یک ژن** منظره‌ای شبیه به **ساختار پر مانند** یا **درخت کاج** را ببینیم؛ زیرا RNA های در حال ساخت با **طول‌های متفاوت**، در اطراف ژن قرار می‌گیرند و طبیعتاً هر چه **از سمت نقطه‌ی آغاز** رونویسی **به سمت جایگاه پایان** رونویسی حرکت کنیم، **RNA ها بلندتر** خواهند بود. پس در شکل مذکور، رونویسی در جهت **فلش شماره‌ی (۱)** در حال انجام است.

مسئله‌ی دیگری که باقی می‌ماند این است که، آیا رونویسی در آن واحد از روی هر دو رشته در حال انجام است یا از روی یکی از رشته‌ها؟ به نظر شما اگر رونویسی از روی هر دو رشته‌ی یک ژن انجام شود، چه اتفاقی می‌افتد؟ بدیهی است که در این صورت دو نوع RNA (مثلاً دو نوع mRNA) ایجاد می‌شود و در نهایت پس از ترجمه‌ی این دو نوع mRNA، دو نوع زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی ساخته می‌شود و این مسئله با نظریه‌ی یک ژن ــ یک زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی کاملاً مغایرت دارد. پس **همواره رونویسی یک ژن، از روی یکی از رشته‌ها انجام می‌شود** و رشته‌ی دیگر ژن، هیچ‌گاه به عنوان الگو قرار نمی‌گیرد.

تنها سؤالی که ممکن است برای شما باقی‌مانده باشد این است که، چرا RNA های در حال ساخت، در دو طرف ژن قرار گرفته‌اند؟

اگر به شکل ۴-۱ صفحه‌ی ۱۱ زیست پیش‌دانشگاهی مراجعه کنید، خواهید دید که آن‌قدر تعداد RNA ها زیاد است، که طبیعتا **به دلیل بار منفی فسفات‌ها**، همگی در یک طرف ژن قرار نمی‌گیرند و در دو سمت آن پخش می‌شوند، تا بیش‌ترین فاصله را از یک‌دیگر داشته باشند.

فکر می‌کنم ارزششو داشت تا راجع به شکل ۴-۱ صفحه‌ی ۱۱ زیست پیش‌دانشگاهی، این همه صحبت کنیم؛ چون این شکل در ابتدا، در بین طراحان و معلّمان بسیار بحث‌برانگیز بود. عزت زیاد!

۱۱۸ **۳** ر.ک به پاسخ تشریحی سؤال ۴۷

۱۱۹ **۳** صبر کنید، فریاد نکشید! صورت سؤال را دقیق‌تر بخوانید! در سؤال ذکر شده، **کدام واقعه‌ی آغاز ترجمه، از سایر وقایع آغاز ترجمه**، دیرتر رخ می‌دهد؟ نه این‌که کدام واقعه‌ی ترجمه، از سایر وقایع ترجمه دیرتر رخ می‌دهد. برای یادآوری وقایع آغاز ترجمه، به پاسخ تشریحی سؤال ۲۴ مراجعه کنید. راستی، اگر صورت سؤال ذکر کرده بود که کدام واقعه، دیرتر از سایرین رخ می‌دهد، پاسخ کدام گزینه بود؟ آفرین! گزینه‌ی (۱)

۱۲۰ **۴** جایگاه پایان رونویسی بخشی از ژن است که رونویسی می‌شود ولی ترجمه نمی‌شود.

۱۲۱ **۴** به mRNAی مقابل دقت کنید:

جهت ترجمه ⟶

GCUCAUG CUA AGU AUUCGA...

۱ ۲ ۳

به نظر شما اولین کدونی که وارد جایگاه A می‌شود، چیست؟ آفرین! CUA. خُب حالا پس از جابه‌جایی اول، **دومین کدونی که وارد جایگاه A می‌شود**، چیست؟ احسنتُم! **AGU**. خُب! با این توصیف، **دومین آنتی‌کدونی** هم که وارد جایگاه A می‌شود. **UCA** است. OK؟!

مواظب باشید

در این سؤال، دومین آنتی‌کدون را نخواسته است، بلکه **دومین آنتی‌کدونی که وارد جایگاه A** می‌شود را خواسته است.

۱۲۲ **۳** اگه دوست دارید، به پاسخ تشریحی سؤال ۶۶ مراجعه کنید!

۱۲۳ **۳** **اولین آنتی‌کدون در جایگاه P**، همواره آنتی‌کدون tRNA آغازگر است، که **UAC** می‌باشد. بقیه‌ی‌گزینه‌ها می‌توانند متغیر باشند.

۱۲۴ **۲** عامل پایان ترجمه، فقط وارد جایگاه A می‌شود. برای توضیحات بیش‌تر و توجیه سایر گزینه‌ها، به پاسخ تشریحی سؤال ۲۶ مراجعه کنید.

۱۲۵ **۳** برای پاسخ به این سؤال، به بررسی تک تک گزینه‌ها می‌پردازیم:

۱) در مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه، همواره به آمینواسید موجود **در جایگاه A** (آمینواسید جدید)، انتهای زنجیره‌ی پپتیدی موجود در جایگاه P، که از tRNA ی جایگاه P جدا شده است، متصل می‌شود و با آن **پیوند پپتیدی** برقرار می‌کند.

۲) در مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه، همواره t RNA های حامل آمینواسیدهای جدید، وارد جایگاه A می‌شوند و **آنتی‌کدون** آن‌ها، **با کدون موجود در جایگاه A**، **پیوند هیدروژنی** برقرار می‌کند.

۳) **در مرحله‌ی ادامه‌ی** ترجمه، **tRNA ها همواره از جایگاه P خارج می‌شوند**. بنابراین، **پیوند هیدروژنی** بین آنتی‌کدون و کدون در **جایگاه P شکسته می‌شود**، نه در جایگاه A.

۴) در توضیح گزینه‌ی (۳)، این گزینه را توضیح دادم.

تذکر: برای مرور مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه، می‌توانید به پاسخ تشریحی سؤال ۲۵ مراجعه کنید.

۱۲۶ **۴** کپک نوروسپورا، یوکاریوت است. **کدون**، متعلق به mRNA است، بنابراین توسط **آنزیم RNA پلی‌مراز II** رونویسی می‌شود و **آنتی‌کدون**، متعلق به tRNA است و توسط **RNA پلی‌مراز III** رونویسی می‌شود.

۱۲۷ **۴** در این‌که به tRNA آمینواسید متصل می‌شود، مشکلی ندارید. پس تا این‌جا گزینه‌های (۲) و (۳) تلف می‌شوند! اما می‌ماند گزینه‌های (۱) و (۴). درباره‌ی ساختار tRNA به طور مفصل در پاسخ تست ۱۱ صحبت کرده‌ایم. در آن‌جا گفتیم که در بخشی از tRNA، سه باز وجود دارد که با هیچ باز دیگری از tRNA جفت نشده‌اند که به آن‌ها، آنتی‌کدون می‌گویند. یکی از تفاوت‌های tRNAهای مختلف، نوع آنتی‌کدون آن‌هاست. به عبارتی **هر tRNA**، **آنتی‌کدون مخصوص** به خود را دارد و با کدون مخصوصی مکمل می‌شود. پس طبیعی است که یک tRNA، آمینواسیدی را حمل می‌کند که با کدون آن آمینواسید، مکمل شود و چون هر **آنتی‌کدون**، فقط با **یک کدون مکمل** می‌شود، پس فقط **به طور اختصاصی** به **یک نوع آمینواسید** متصل می‌شود.

یک تذکر مهم: در کتاب شما آمده است که «آنتی‌کدون تعیین می‌کند که آن tRNA چه آمینواسیدی را باید حمل کند.» منظور از این جمله این است که از روی آنتی‌کدون، می‌توان فهمید که چه آمینواسیدی به tRNA متصل است؟ در حقیقت آمینواسیدی متصل است که، آنتی‌کدون آن tRNA با کدون آن آمینواسید مکمل است. اما چرا این مطلب را به عنوان «تذکر مهم» ذکر کردم؟ علتش این است که این جمله از لحاظ علمی کمی مشکل دارد. البته شما این مطلب را که کتاب بیان کرده **به همین صورت قبول کنید** ولی در عین حال به کادر ادامه‌ی پاسخ توجه کنید، اما خدا وکیلی گیج نشوید! و مطلب کتابتان را به همین صورت بپذیرید.

بد نیست بدانید که

«وجه تمایز tRNAها از یک‌دیگر، چیست؟»

دیدید که آنتی‌کدون ویژه‌ای در هر tRNA وجود دارد که از طریق آن با کدون مکمل خود در mRNA، جفت می‌شود. اما اتصال اختصاصی بین tRNA و آمینواسید ویژه‌ی آن tRNA، چگونه تضمین می‌شود؟ یا به عبارت دیگر ،چگونه یک آمینواسید به طور اشتباهی به tRNAی دیگری متصل نمی‌شود و فقط به طور اختصاصی به tRNAی مربوط به خود متصل می‌شود؟ در سلول‌ها، **۲۰ نوع آنزیم ویژه** برای **اتصال ۲۰ نوع آمینواسید به tRNA** یا **tRNAهای** مخصوص به آن وجود دارد. هر یک از این آنزیم‌ها، یک آمینواسید خاص و tRNA یا tRNAهای آن آمینواسید را شناسایی می‌کند و سپس باعث اتصال آن‌ها به هم می‌شود. سؤال قبلی را می‌توان به این صورت مطرح کرد که، هر آنزیم چگونه tRNA مربوط به آمینواسید خود را از میان سایر tRNAها تشخیص می‌دهد؟ آیا فقط آنتی‌کدون tRNAها در این امر دخالت دارد؟

در بررسی tRNAها، پژوهشگران انواع تغییرات را در tRNAها به وجود آورده و سپس اثر این تغییرات را بر واکنش اتصال آمینواسیدهای مختلف به tRNAهای تغییر یافته، بررسی کردند. برخی از این تغییرات باعث می‌شوند که tRNA تغییریافته، نتواند به آمینواسید مخصوص به خود متصل شود و یا این‌که به آمینواسید دیگری متصل می‌شود. جایگاه‌های مهم در tRNAهای مختلف، فرق می‌کنند و **ترکیبی از ویژگی‌ها** برای اتصال اختصاصی tRNA به آمینواسید مخصوص به خود، مهم هستند. به عبارتی گفتن ساده‌ی این جمله که «آنتی‌کدون تعیین می‌کند که آن tRNA چه آمینواسیدی را باید حمل کند» پس از این همه تحقیقات، مضحکانه به نظر می‌رسد. اما به هر حال در کتاب شما به اشتباه، صراحتاً به آن اشاره شده است. به هر حال شما مجبورید فعلاً نظر کتاب را بپذیرید!

۱۲۸ **۴** اگر تعداد نوکلئوتیدهای حذف یا اضافه‌شده مضربی از عدد ۳ باشد، جهش تغییر چهارچوب رخ نمی‌دهد. اضافه شدن یک نوکلئوتید در اگزون اول، سبب **جهش تغییر چهارچوب** می‌شود.

۱۲۹ **۳** **در پروکاریوت‌ها**، آنزیم **RNA پلی‌مراز** خود **به تنهایی** قادر به **شناسایی راه‌انداز** است و در شروع رونویسی، مستقیماً به بخشی از DNA به نام راه‌انداز متصل می‌شود؛ در صورتی‌که در **یوکاریوت‌ها**، **ابتدا** باید **عوامل رونویسی به راه‌انداز متصل** شوند، تا آنزیم‌های RNA پلی‌مراز یوکاریوتی، قادر به شناسایی راه‌اندازهای خود باشند.

۱۳۰ **۳** **بررسی گزینه‌ها:**

۱) در هیچ سلولی، همه‌ی ژن‌ها به‌طور هم‌زمان بیان نمی‌شوند.

۲) جهش در سلول‌های جنسی **ممکن است** به زاده‌ها منتقل شود (به شرطی که سلول جنسی در لقاح شرکت کند).

۳) عوامل رونویسی به شناسایی راه‌انداز ژن‌های یوکاریوتی، از جمله ژن tRNAی آغازگر، کمک می‌کنند.

۴) گاهی جهش‌های **جانشینی** (نه تغییر چارچوب) در بیان ژن تأثیر ندارند. جهش‌های تغییر چارچوب همواره بر بیان ژن تأثیر می‌گذارند.

۱۳۱ **۴** **جاندار** مورد مطالعه در **آزمایشات بیدل و تیتوم**، کپک **نوروسپورا کراسا** بود. نوروسپورا کراسا نوعی **قارچ** و **یوکاریوت** است. یوکاریوت‌ها **دارای ژن‌های گسسته** هستند و **سه نوع آنزیم RNA پلی‌مراز** دارند.

۱۳۲ **۲** ر.ک به پاسخ تشریحی سؤال ۱۰۷

۱۳۳ **۴** مگس سرکه، نوعی جانور است و سلول‌های آن، سلول‌های یوکاریوتی محسوب می‌شوند. در یوکاریوت‌ها، علاوه بر راه‌انداز، معمولاً توالی‌های دیگری از DNA نیز در رونویسی دخالت دارند (مانند توالی‌های افزاینده) که عوامل رونویسی به آن‌ها نیز متصل می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در یوکاریوت‌ها، تنظیم بیان ژن می‌تواند حتی پس از خروج mRNA از هسته، هنگام ترجمه یا بعد از عمل ترجمه، نیز صورت بگیرد.

۲) در یوکاریوت‌ها، به ازای هر ژن ساختاری، یک راه‌انداز وجود دارد. وجود یک راه‌انداز برای چندین ژن مجاور، مربوط به اپران‌های چندژنی در پروکاریوت است.

۳) در یوکاریوت‌ها، برخلاف پروکاریوت‌ها، سه نوع آنزیم RNA پلی‌مراز در رونویسی انواعی از RNA ها دخالت دارند.

۱۳۴ **۳** عامل تنظیم‌کننده در اپران لک، آلولاکتوز است که در صورت عدم حضور آن، اپران خاموش است. (ر.ک به پاسخ تشریحی سؤال ۴۷)

۱۳۵ **۴** **محصولات اپران لک**، در **جذب و تجزیه‌ی قند شیر (لاکتوز)** دخالت دارند؛ این اپران سه ژنی است و محصول آن **سه آنزیم** است.

۱۳۶ | ۱ ترتیب وقایع به‌صورت زیر است:

ورود tRNAی پنجم به جایگاه A ← شکستن پیوند بین tRNA و آمینواسید چهارم ← تشکیل چهارمین پیوند پپتیدی ← حرکت چهارم ریبوزوم

۱۳۷ | ۲ بله، تعجب نکنید! گزینه‌ی ۲ صحیح است. اگر در بخشی از DNA، **گوانین وجود نداشته باشد**، پس حتماً باز آلی **مکمل** آن، یعنی **سیتوزین نیز وجود ندارد**؛ پس در این بخش از DNA، **فقط آدنین** و **تیمین** وجود دارد. به نظر شما با **دو نوع نوکلئوتید آدنین‌دار** و **تیمین‌دار**، چند **رمز وراثتی سه نوکلئوتیدی** می‌توان ساخت؟ بسیار عالی است! می‌توان **۸ رمز وراثتی** ساخت که عبارت‌اند از: AAA، AAT، ATA، TAA، TTT، TTA، TAT و ATT. آن‌هایی که گزینه‌ی (۱) را انتخاب کرده‌اند، بیش‌تر دقت کنند!

۱۳۸ | ۱ در سلول‌ها، چه پروکاریوتی و چه یوکاریوتی، **ساختار سه بعدی تمام tRNA ها**، به صورت **ساختار L** است، که **ساختار فعال** tRNA هاست و آمینواسیدها را حمل می‌کند.

مواظب باشید

در صفحه‌ی ۱۴ زیست پیش‌دانشگاهی، شکل ۵-۱ الف، ساختار برگ شبدری tRNA را نشان داده است که به آن آمینواسید متصل است و با کدون نیز رابطه‌ی مکملی برقرار کرده است. این شکل شماتیک است و برای فهم راحت‌تر نحوه‌ی فعالیت tRNA، نمایش داده شده است و اِلاّ در داخل سلول، هیچ tRNAیی به صورت ساختار برگ شبدری، در حال حمل آمینواسید نمی‌باشد.

۱۳۹ | ۱ اگر به پاسخ تشریحی سؤال ۳ مراجعه کنید، درمی‌یابید که تاباندن اشعه X یا فرابنفش به هاگ‌های کپک نوروسپورا، باعث ایجاد **جهش** در هاگ‌ها می‌شود واز طرفی می‌دانید جهش عبارت است از **تغییر در توالی نوکلئوتیدهای DNA**. پس تابش اشعه‌های فوق، مستقیماً باعث تغییراتی در توالی نوکلئوتیدهای DNA می‌شود، که بعداً **اثرات** آن را می‌توانید به صورت ۳ گزینه‌ی دیگر (گزینه‌های ۲، ۳ و ۴) مشاهده کنید.

۱۴۰ | ۳ اگر به تفکر نقادانه‌ی صفحه‌ی ۱۸ زیست پیش دانشگاهی مراجعه کنید و راجع به آن بحث کرده باشید! متوجه خواهید شد که **در سلول‌ها، همیشه جهت جریان اطلاعات ژنی، یک‌طرفه و از سمت DNA به پروتئین است**:

$$\text{DNA} \xrightarrow{\text{رونویسی}} \text{mRNA} \xrightarrow{\text{ترجمه}} \text{پروتئین}$$

بد نیست بدانید که

عده‌ای از **ویروس‌ها**، دارای **ماده وراثتی از نوع RNA** می‌باشند (مانند **ویروس ایدز**)، که پس از ورود به سلول، توسط آنزیم‌هایی به نام **رونوشت بردار معکوس** (Reverse transcriptase)، از روی RNAی آن‌ها، ابتدا DNA ساخته می‌شود و سپس از روی DNA، ژن‌های ویروسی بیان می‌شوند. در حقیقت در ویروس‌های RNA دار، جهت جریان اطلاعات ژنی از RNA به سوی DNA است؛ ولی چون این روند معمول سلول‌ها نیست و به خاطر ورود ویروس (که سیستم زنده تلقی نمی‌شود) می‌باشد، می‌توان گفت جهت جریان اطلاعات ژنی در سلول‌ها، **همیشه یک‌طرفه** و از سمت DNA به پروتئین است.

۱۴۱ | ۳ **بررسی عبارت‌ها:**

الف) برخی از محصولات RNA پلی‌مراز II، **RNA های کوچک** هستند که ترجمه نمی‌شوند.

ب) برخی از محصولات RNA پلی‌مراز III، **RNA های کوچک** هستند که در انتقال آمینواسیدها نقشی ندارند.

ج) تمام محصولات RNA پلی‌مراز I، **rRNA ها** هستند که در **ساختار ریبوزوم** به کار می‌روند و طبیعتاً در **پروتئین‌سازی** شرکت دارند.

د) RNA پلی‌مراز پروکاریوتی، قادر به ساخت انواعی از RNA ها (rRNA، mRNA و tRNA) می‌باشد.

۱۴۲ | ۳ اگر به مراحل رونویسی در پاسخ تشریحی سؤال ۱۵ مراجعه کنید، متوجه خواهید شد که ابتدا پیوند هیدروژنی بین دو رشته‌ی DNA شکسته می‌شود (**واقعه‌ی B**)، سپس ریبونوکلئوتید مکمل دئوکسی ریبونوکلئوتید نقطه‌ی آغاز رونویسی مقابل آن قرار می‌گیرد و با آن پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهد (**واقعه‌ی C**) و سپس ریبونوکلئوتید مکمل بعدی با ریبونوکلئوتید اول پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌دهد (**واقعه‌ی A**).

۱۴۳ | ۳ اگر به پاسخ تشریحی سؤال ۳۶ مراجعه کنید، متوجه خواهید شد که در پروکاریوت‌ها، بیان ژن‌های tRNAها و rRNA ها محدود به فرایند رونویسی آن‌هاست. اما ژن mRNA، زمانی کاملاً بیان می‌شود که درنهایت ترجمه شود و از روی آن، زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی ساخته شود.

۱۴۴ | ۴ **نوکلئوتیدهای** مورد استفاده در فرایند **رونویسی**، دارای **قند ریبوز** هستند نه دئوکسی ریبوز. بازهای آدنین (A) ویوراسیل (U)، هر دو جزء بازهایی هستند که در ساختمان ریبونوکلئوتیدهای Aدار و Uدار وجود دارند. فسفات هم، در ساختار ریبونوکلئوتیدها به‌کار می‌رود. پس در فرایند رونویسی، چون ریبونوکلئوتیدها در ساخت رشته‌ی جدید به کار می‌روند، پس قند دئوکسی ریبوز در ساخت رشته‌ی جدید مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. (ضمناً ر.ک به پاسخ تست ۱۵۳!)

۱۴۵ | ۴ اگر به خاطر بیاورید، این جهش‌یافته‌ی گروه اول در آزمایش بیدل و تیتوم است. در این نوع جهش‌یافته، تبدیل پیش‌ماده‌ی X به اُرنیتین مختل شده است؛ ولی بقیه‌ی مسیر ساخت آمینواسید آرژینین، سالم است.

$$\text{پیش‌ماده‌ی X} \not\longrightarrow \text{O} \longrightarrow \text{C} \longrightarrow \text{A}$$

حالا به نظر شما، اگر تبدیل پیش‌ماده‌ی X به اُرنیتین مختل شود، غلظت کدام ماده در این نوع جهش‌یافته افزایش می‌یابد؟ آفرین! **پیش‌ماده‌ی X**، چون آنزیمی برای تبدیل پیش‌ماده‌ی X به اُرنیتین وجود ندارد، به همین دلیل غلظت پیش‌ماده‌ی X، **بالا می‌رود**.

۱۴۶ **۱** **tRNA** نوعی RNA است که پلی‌مری از ریبونوکلئوتیدهاست؛ ریبونوکلئوتیدها توسط **پیوند فسفودی‌استر**، به هم متصل می‌شوند. **RNA پلی‌مراز II**، نوعی آنزیم یوکاریوتی و از جنس **پروتئین** است. مونومر پروتئین‌ها، آمینواسید است. آمینواسیدها، با پیوند **پپتیدی** به یک‌دیگر متصل‌اند.

تذکر: ممکن است در تست‌های مختلف، به آنزیم‌هایی برخورد کنیم که در پروتئینی یا غیرپروتئینی بودن آن‌ها شک کنید. درست است که بعدها خواهید خواند، آنزیمی از جنس RNA داریم، امّا تعداد این آنزیم‌ها محدود است و هر جا با **آنزیمی** برخورد کردید، بنا را بر **پروتئینی** بودن آن بگذارید، مگر آن‌که مطمئن باشید پروتئینی نیست.

۱۴۷ **۲** همان طور که در پاسخ تشریحی سؤال ۵۳ اشاره شد، در **یوکاریوت‌ها** برخلاف پروکاریوت‌ها، RNA پلی‌مراز به تنهایی نمی‌تواند راه‌انداز را شناسایی کند و نیاز به یک‌سری عوامل دارد که نقش واسطه را در شناسایی راه‌انداز توسط RNA پلی‌مراز بازی می‌کنند. در واقع بعد از متصل شدن این عوامل به راه‌انداز، RNA پلی‌مراز با شناسایی این عوامل، راه‌انداز را شناسایی می‌کند. این عوامل در سلول‌های یوکاریوتی به **عوامل رونویسی** معروفند و جنس **پروتئینی** دارند. عوامل رونویسی، دارای ژن‌هایی هستند که توسط آن‌ها رمز می‌شوند و واضح است که برای تولید این عوامل، نیاز به رونویسیmRNAی آن‌ها از روی ژن مربوطه، توسط آنزیم RNA پلی‌مراز است. همان‌طور که قبلاً اشاره کردیم، RNA پلی‌مراز مسئول تولید mRNA در سلول‌های یوکاریوتی، **RNA پلی‌مراز II** می‌باشد.

۱۴۸ **۳**

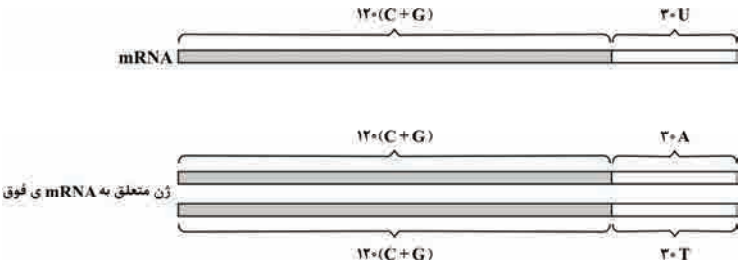
آنچه که باید بدانید

«ژن، هر دو رشته یا فقط رشته‌ی الگو؟»

قبل از حل این مسئله ابتدا باید تکلیفمان را با «ژن» مشخص کنیم. آیا ژن فقط به رشته‌ی الگوی DNA (یعنی همان رشته‌ای که از روی آن رونویسی می‌شود) اطلاق می‌شود یا در یک منطقه، هر دو رشته (هم رشته‌ی الگو و هم مکمل آن)، با هم به عنوان ژن تلقی می‌شوند؟ اگر تعریف ژن را از زیست و آزمایشگاه ۲ (صفحه‌ی ۱۱۶) به خاطر داشته باشید: «ژن به قسمتی از **مولکول DNA** گفته می‌شود که ...» و چون مولکول DNA دو رشته‌ای است، پس قسمتی از آن نیز دو رشته‌ای است. و اما چند سند محکم دیگر (از کتاب پیش‌دانشگاهی) که نشان می‌دهد، **ژن دو رشته‌ای است**. اگر به بحث رونویسی مراجعه کنید، در صفحه‌ی ۹ کتاب پیش‌دانشگاهی آمده است: «رونویسی، با اتصال RNA پلی‌مراز به **قسمتی از ژن** به نام **راه‌انداز ژن** شروع می‌شود.» و اگر به شکل ۳-۱ صفحه‌ی ۱۰ کتاب پیش‌دانشگاهی مراجعه کنید، متوجه خواهید شد که راه‌انداز (که بخش تنظیمی ژن است) دو رشته‌ای می‌باشد. و یا اگر به شکل‌های ۹-۱ و ۱۰-۱ رسم شده در صفحات ۲۲ و ۲۴ کتاب پیش‌دانشگاهی مراجعه کنید، باز هم درمی‌یابید که ژن‌ها دو رشته‌ای هستند، ولی به هر حال در هر ژن، **یکی از رشته‌ها** به عنوان **الگو** است و از روی آن رونویسی می‌شود و رشته‌ی مکملِ رشته‌ی الگو، نقشی در رونویسی ندارد.

خُب، حالا برویم سراغ حل مسئله:

برای حل این مسئله، از شکل مقابل استفاده می‌کنیم.



C + G C + G A T

↑ ↑ ↑ ↑

۱۲۰ + ۱۲۰ + ۳۰ + ۳۰ = ۳۰۰ تعداد نوکلئوتیدها در ژن

نسبت T، به کل نوکلئوتیدهای ژن $= \frac{۳۰\ T}{۳۰۰} = \boxed{۱۰٪}$

۱۴۹ **۴** در یوکاریوت‌ها، اتصال **پروتئین فعال‌کننده** به توالی افزاینده، باعث تشکیل حلقه می‌شود و توالی افزاینده به همراه پروتئین فعال‌کننده‌ی متصل به آن، در کنار عوامل رونویسی متصل به راه‌انداز قرار می‌گیرند و این عوامل فعال شده و رونویسی تقویت می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) آلولاکتوز، عامل تنظیم‌کننده‌ی اپران لک محسوب می‌شود. عوامل تنظیم‌کننده‌ی اپران‌ها (از جمله آلولاکتوز)، از بیرون وارد سلول می‌شوند؛ بنابراین غلظت آن‌ها در زمان‌های مختلف، متغیر است.

۲) وجود لاکتوز، باعث روشن اپران لک و عدم وجود آن، باعث خاموش شدن اپران می‌شود.

۳) راجع به این گزینه، در ابتدای پاسخ تشریحی این سؤال صحبت شد.

۱۵۰ ۳

آنچه که باید بدانید

مونوسیت، یکی از سلول‌های خونی است، که نقش بیگانه‌خواری (فاگوسیتوز) دارد (ر.ک به صفحه‌ی ۸۹ زیست و آزمایشگاه ۱)؛ به عبارتی، یک **سلول یوکاریوتی** محسوب می‌شود.

در سلول‌های یوکاریوتی، ساخت tRNA به عهده‌ی **RNA پلی‌مراز III** است و پیوند ایجاد شده بین مونومرها، از نوع **فسفودی‌استر** است (پیوند بین مونومرها در RNA ها و DNA ، از نوع فسفودی‌استر است). در علم یادگیری عنوان می‌شود که تکرار مطلب، باعث می‌شود مطلب مورد نظر وارد حافظه‌ی بلند مدت شود ولی ما دیگر انتظار داریم که این مطالب، وارد حافظه‌ی همیشه مدت شما بشوند!

۱۵۱ ۴ سلول‌های **نوروگلیا** یا سلول‌های پشتیبان، نوعی سلول **یوکاریوتی** محسوب می‌شوند. در سلول‌های یوکاریوتی، برای رونویسی به **عوامل رونویسی** نیاز است و آنزیم‌های RNA پلی‌مراز به تنهایی قادر به **شناسایی راه‌انداز** نیستند؛ در این سلول‌ها برای شناسایی راه‌انداز، باید عوامل رونویسی مخصوصی به **راه‌انداز متصل** شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) **استرپتوکوکوس‌نومونیا**، نوعی **باکتری** است. در **پروکاریوت‌ها** از روی اپران‌های چند ژنی، **mRNAهای چند ژنی** و از روی اپران‌های تک‌ژنی، **mRNAهای تک‌ژنی** ساخته می‌شود.

۲) **اشریشیا کلای**، پروکاریوت است. در **پروکاریوت‌ها** (به **غیر از آرکی‌باکتری‌ها** که در فصل ۹ زیست پیش‌دانشگاهی با آن‌ها آشنا خواهید شد) **ژن‌های گسسته** و بالطبع توالی‌های **اگزونی** و **اینترونی** وجود **ندارند**.

۳) نورسپورا کراسا نوعی قارچ است. قارچ‌ها یوکاریوت‌اند. پروتئین‌های مهارکننده‌ی اپران‌ها، در پروکاریوت‌ها وجود دارند و به اپراتور متصل می‌شوند.

۱۵۲ ۴ در پاسخ تشریحی سؤال ۱۲ عرض کردیم که **منظور از خواندن کدون، جفت شدن آنتی‌کدون با کدون است**.

در آغاز ترجمه، آنتی‌کدون tRNA آغازگر با کدون آغاز در جایگاه P جفت می‌شود، پس **رمز آغاز، در جایگاه P خوانده می‌شود**. اگر مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه را به خاطر داشته باشید (پاسخ تشریحی سؤال ۲۵)، تمام آنتی‌کدون‌ها ابتدا وارد جایگاه A می‌شوند و در جایگاه A با کدون رابطه‌ی مکملی برقرار می‌کنند. پس به عبارتی، **به غیر از رمز آغاز ترجمه که در جایگاه P خوانده می‌شود، بقیه‌ی رمزها در جایگاه A خوانده می‌شوند** و هیچ‌کدام از روابط گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳) صحیح نمی‌باشد.

راستی، به خاطر دارید که رمزهای پایان خوانده نمی‌شوند. تست قشنگی بود، نه! [لابد اولش فکر کردید، گزینه‌ی (۱) صحیح است!]

۱۵۳ ۲

آنچه که باید بدانید

«نوکلئوتید»

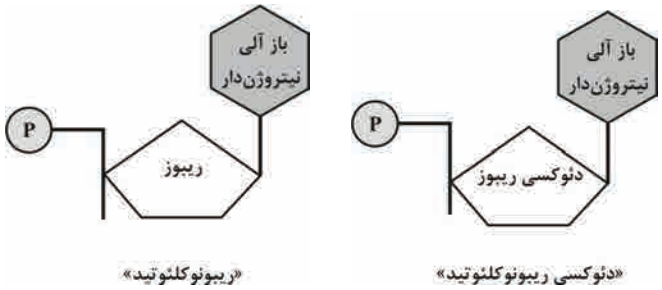
مونومر نوکلئیک اسیدها، نوکلئوتید نام دارد. هر نوکلئوتید از سه بخش تشکیل شده است:

۱) یک قند پنج کربنه که **ریبوز (در ریبونوکلئوتیدها)** و یا **دئوکسی ریبوز (در دئوکسی ریبونوکلئوتیدها)** است.

۲) **یک تا سه گروه فسفات** (نوکلئوتیدهای به کار رفته در ساختار RNA یا DNA، **یک گروه فسفات** دارند.)

۳) **یک باز آلی نیتروژن‌دار** که **دو حلقه‌ای (پورینی)** یا **تک حلقه‌ای (پیریمیدینی)** است.

RNA چیست؟ **زنجیره‌ای تک رشته‌ای از ریبونوکلئوتیدها**ست که با پیوندهای فسفودی‌استر به یک‌دیگر متصل‌اند.



حالا جهت پاسخ تست، برویم سراغ بررسی تک تک گزینه‌ها:

۱) آیا در RNA ، الزاماً A با U برابر است؟ RNA ممکن است، در برخی از بخش‌ها دو رشته‌ای باشد (مانند آن چیزی که در مولکول tRNA دیدید) اما به طور معمول، RNA دو رشته‌ای نیست و بین تمام بخش‌های RNA، پیوند مکملی وجود ندارد. پس الزاماً تعداد بازهای A با U و یا C با G برابر نیست.

۲) آیا در RNA، تعداد بازهای آلی با قندهای ریبوز برابر است؟ برای رد یا تأیید آن مثالی می‌زنیم. فرض کنیم مولکول RNAیی دارای ۱۰۰ نوکلئوتید باشد. به نظر شما در این مولکول RNA، چند باز آلی وجود دارد؟ آفرین! ۱۰۰ باز آلی (چون هر نوکلئوتید دارای یک باز آلی است). خُب! حالا به نظر شما در این مولکول RNA، چند قند ریبوز وجود دارد؟ آفرین! باز هم ۱۰۰ عدد (چون هر نوکلئوتید دارای یک قند ریبوز است). پس در مولکول RNA، همواره تعداد قندهای ریبوز با بازهای آلی برابر است.

حالا که به جواب رسیدیم، پس بالطبع موارد ذکر شده در گزینه‌های (۳ و ۴) با هم برابر نیستند؛ اما به هر حال ببینیم چرا:

۳) این گزینه را هم با ذکر مثال بررسی می‌کنیم؛ اگر یک مولکول RNA دارای ۱۰۰ نوکلئوتید باشد، چند گروه فسفات دارد؟ بسیار عالی! ۱۰۰ گروه فسفات، خُب! این مولکول RNA، چند پیوند فسفودی‌استر دارد؟ چون مولکول **RNA، زنجیره‌ای خطی** (نه حلقوی) از ریبونوکلئوتیدهاست، پس تعداد پیوندهای فسفودی‌استر، یکی کم‌تر از تعداد نوکلئوتیدهاست. یعنی در این مولکول RNA، ۹۹ پیوند فسفودی‌استر وجود دارد. پس مشخص شد که در یک مولکول RNA، تعداد فسفات‌ها با پیوندهای فسفودی‌استر برابر نیست.

۴) به نظر شما در یک مولکول RNA، که ممکن است بین برخی از بخش‌های آن پیوند هیدروژنی مکملی باشد، می‌توان بین تعداد پیوندهای هیدروژنی و بازهای آلی، رابطه‌ی مشخص و ثابتی برقرار کرد؟ آیا می‌توان گفت که همیشه تعداد بازهای آلی با پیوندهای هیدروژنی موجود در RNA برابر است؟ پس اگر قبول دارید که این‌طوری نیست، از توضیحات اضافی بگذریم!

۱۵۴ ۲ زمانی‌که لاکتوز وجود ندارد باید از روی ژن تنظیم‌کننده، پروتئین مهارکننده ساخته شود تا اپران لک را خاموش کند. ژن تنظیم‌کننده جزء اپران لک نیست عبارت (ب) و در عبارت (ج) کلمه‌ی «همواره» غلط است و «معمولاً» صحیح است و در عبارت (د) کلمه‌ی «همه» غلط است و «اغلب» صحیح است.

۱۵۵ ۲ اگر به پاسخ تشریحی سؤال ۱۳ مراجعه کنید، به راحتی می‌توانید نتیجه بگیرید که تنوع RNA پلی‌مراز در سلول‌های یوکاریوتی، بیش‌تر از سلول‌های پروکاریوتی است؛ بنابراین در گزینه‌ها باید به دنبال یک **پروکاریوت** باشیم.

بررسی گزینه‌ها:

۱) **نوتروفیل** از سلول‌های **سیستم ایمنی بدن** است و با عمل فاگوسیتوز، میکروب‌ها را می‌بلعد و نقش عمده‌ای را در دومین بخش دفاع غیراختصاصی ایفا می‌کند. ماکروفاژها هم، همکار نوتروفیل‌ها در این بخش از سیستم ایمنی هستند. برای اطلاعات بیش‌تر به صفحه‌ی ۹ زیست و آزمایشگاه ۲ مراجعه کنید. پس نوتروفیل، **یوکاریوت** است.

۲) **اشریشیا کلای** یا باکتری E.coli، یک **پروکاریوت** است که در لوله‌ی گوارش انسان زندگی می‌کند (ر.ک به صفحه‌ی ۲۱ زیست پیش‌دانشگاهی). **بنابراین سوژه شناسایی شد!**

۳) **سلول مریستمی**، به طور معمول در انتهای ساقه و نزدیک به انتهای ریشه و جوانه‌های جانبی گیاهان دیده می‌شود و با تقسیمات خود باعث رشد گیاه می‌شود بنابراین، یک **سلول یوکاریوتی** است.

۴) کپک **نوروسپورا** قارچی است که بیدل و تیتوم برای آزمایشات خود از آن استفاده کردند و بارها عرض کردیم که **یوکاریوت** است. تمام قارچ‌ها یوکاریوت هستند.

۱۵۶ ۱ در ساختار پروتئین‌ها، ۲۰ نوع آمینواسید به کار رفته است. اگر هر نوکلئوتید، علامت رمز یک آمینواسید باشد، بازهای A، G، C و T (در DNA) علامت رمز چهار نوع آمینواسید می‌شوند (تعداد رمزهای **یک حرفی** = 4^1). بنابراین، رمز یک حرفی، جوابگوی ۲۰ آمینواسید نخواهد بود. در صورتی‌که رمز، دو حرفی باشد فقط ۱۶ نوع آمینواسید علامت رمز خواهند داشت (تعداد رمزهای **دو حرفی** = 4^2). بنابراین رمزهای دو حرفی نیز، جوابگوی ۲۰ نوع آمینواسید نخواهند بود. در صورتی‌که رمزها سه حرفی باشند، **۶۴ رمز سه حرفی** به دست می‌آید (تعداد رمزهای **سه حرفی** = 4^3) که بیش‌تر از تعداد رمزهای لازم برای ۲۰ نوع آمینواسید است. در این صورت، **یک آمینواسید ممکن است بیش از یک رمز داشته باشد.** اما با توجه به اطلاعات فوق، گزینه‌ی صحیح کدام است؟

این تست در کنکور سراسری سال ۷۶ آمده بود و به نوعی در کتاب‌های درسی آن زمان اشاره شده بود که تعداد آمینواسیدهایی که دارای یک رمز هستند، ۲ عدد است [متیونین و تریپتوفان] و با این توصیف ۱۸ آمینواسید دیگر، بیش از یک رمز دارند. **تأیید گزینه‌ی (۱)** در آن زمان کار سختی نبود. اما با توجه به اطلاعات کتاب پیش‌دانشگاهی شما، آیا ممکن است گزینه‌های دیگر نیز خود را درست جلوه دهند؟ پس می‌رویم سراغ بررسی گزینه‌ها، البته بررسی با توجه به اطلاعات کتاب شما:

۱) تأیید این گزینه با توجه به اطلاعات متن کتاب شما، امکان‌پذیر نیست. فقط شما می‌توانید از روی حساب احتمالات حدس بزنید که با داشتن ۶۴ رمز، به طور متوسط به هر آمینواسید، ۳ رمز می‌رسد. اما این که آیا همه‌ی آمینواسیدها بیش از یک رمز دارند، یا اغلب آن‌ها یا تعداد کمی از آن‌ها، پاسخ‌گویی به آن فقط زمانی امکان‌پذیر است که به جدول بیش‌تر بدانید مندرج در صفحه‌ی ۱۳ پیش‌دانشگاهی مراجعه کنید. در آن‌جا متوجه خواهید شد که ۲ آمینواسید، تک رمزی و باقی (**۱۸ تای** دیگر)، **بیش از یک رمز** دارند. ولی مگر قرار بر این نیست که از «جدول» و «بیش‌تر بدانید»ها سؤال کنکور طرح نشود (تازه این یکی که، هم «جدول» است و هم «بیش‌تر بدانید» !)، خلاصه نزنیم به جدول! حالا با این توصیف، این گزینه رو قبول کنیم یا نکنیم؟ من توصیه می‌کنم در این گونه مواقع، بقیه‌ی گزینه‌ها رو بررسی کنید، با رد گزینه‌های دیگر، می‌توانید این گزینه را انتخاب کنید. (البته به شرطی که، گزینه‌های دیگر رو بلد باشیم رد کنیم!)

۲) اگر جمله را این‌گونه کامل کنیم: «آمینواسیدهای موجود در ساختمان سلول‌ها، اغلب رمز مشترک دارند.»، آیا این جمله درست است؟ آیا به نظر شما، **رمز مشترک بین دو آمینواسید**، باعث **اختلال در توالی یا ترتیب آمینواسیدها** در یک زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی نمی‌شود؟ مثلاً اگر رمز آمینواسیدهای متیونین و فنیل‌آلانین یکی بود، ممکن بود در حین پروتئین‌سازی، زمانی در یک جایگاه، آمینواسید متیونین قرار بگیرد و زمانی دیگر در حین ساختن همان پروتئین، در همان جایگاه، آمینواسید فنیل‌آلانین قرار بگیرد. آیا این دو زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی با یک‌دیگر اختلاف نداشتند؟ پس این گزینه، نظریه‌ی یک ژن ـ یک زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی را نقض می‌کند. زیرا با وجود رمزهای مشترک، ممکن است یک ژن، زنجیره‌های پلی‌پپتیدی مختلفی را به وجود آورد. پس این‌گزینه رد شد.

۳) آیا با این جمله موافقید؟ «آمینواسیدهای موجود در ساختمان سلول‌ها، فقط یک رمز دارند.» [البته این گزینه در اصل سؤال کنکور سراسری، چیز دیگری بود، ولی به دلیل این‌که با توجه به اطلاعات کتاب شما قابل بررسی نبود، مجبور به تعویض آن شدم، تا بتوانم این تست را توضیح دهم.]

می‌دانیم با این جمله موافق نیستید، چون صراحتاً در صفحه‌ی ۸ کتاب پیش‌دانشگاهی شما اشاره شده است: «در این صورت، یک آمینواسید ممکن است بیش از یک رمز داشته باشد.» پس این گزینه هم رد می‌شود.

۴) با این جمله چطورید؟! «آمینواسیدهای موجود در ساختمان سلول، حداکثر سه رمز دارند.» اگر قرار باشد ۲۰ نوع آمینواسید، هر کدام، حداکثر سه رمز داشته باشند، حداکثر تعداد رمزهای آمینواسیدها می‌شود ۶۰ رمز؛ در صورتی‌که تعداد کل رمزها بیش از ۶۰ رمز [۶۱ رمز] است.

بد نیست بدانید که

از **۶۴ نوع** رمز وراثتی، **۶۱ رمز متعلق به آمینواسیدها**ست و **۳ رمز** باقی‌مانده در هنگام پروتئین‌سازی، **معنای پایان پروتئین‌سازی** را می‌دهند.

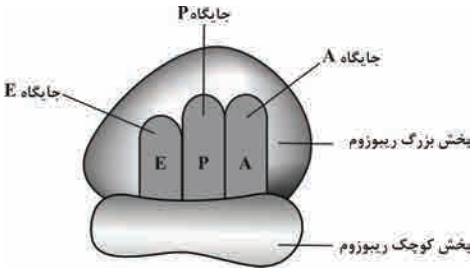
با این توصیف ۳ گزینه‌ی دیگر رد شدند و ما مجبور بقبولیم! که گزینه‌ی صحیح، گزینه‌ی (۱) است.

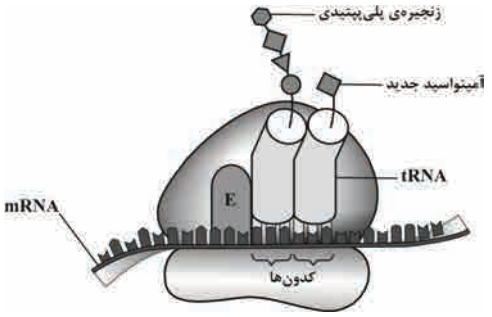
۱۵۷ **۴** اگر به پاسخ تشریحی سؤال‌های ۲۴ و ۲۵ مراجعه کنید، متوجه خواهید شد که در حین آغاز ترجمه، **tRNA ی آغازگر به جایگاه P** بخش کوچک ریبوزوم **وارد** می‌شود و در مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه **از جایگاه P** ریبوزوم کامل، **خارج** می‌شود.

به نظر شما آیا tRNA آغازگر در حین ترجمه وارد جایگاه A می‌شود؟ طبیعتاً جوابتان منفی است.

بد نیست بدانید که

در ریبوزوم، به غیر از جایگاه‌های P و A، جایگاه‌های دیگری از جمله **جایگاه E (E site)** وجود دارد. tRNAها در حین جابه‌جایی ریبوزوم، پس از خروج از جایگاه P، ابتدا وارد جایگاه E می‌شوند و پس از ادامه‌ی حرکت ریبوزوم از جایگاه E خارج می‌شوند. به عبارتی پاسخ صحیح و دقیق تست فوق (و تست‌هایی از این قبیل) این است که، tRNA آغازگر به جایگاه P ریبوزوم وارد می‌شود و از جایگاه E خارج می‌شود. اما به هر حال، بر اساس مطالب کتاب شما، پاسخ صحیح تست، همان است که عرض کردیم. بهتر است وارد معقولات نشویم. معقولات را به عاقلان وامی‌گذاریم نه آن‌هایی که می‌خواهند کنکور بدهند!! (از جمله خودمان، که یک زمانی کنکور دادیم!)





۱۵۸ **۲** اگر فقط دو نوع نوکلئوتید در ساخت DNA به کار رفته بود، رمزهای یک حرفی، فقط دو آمینواسید را رمز می‌کردند ($۲^۱ = ۲$)، و اگر رمزها دو حرفی بود، چهار آمینواسید را رمز می‌کردند ($۲^۲ = ۴$)، و اگر رمزها سه حرفی بود، ۸ آمینواسید را رمز می‌کردند ($۲^۳ = ۸$). پس باید به دنبال تعداد حروفی باشیم که تعداد کل رمزها، جوابگوی ۲۰ نوع آمینواسید باشند. در این صورت، حداقل تعداد حرف‌های رمز، باید ۵ عدد باشد، یعنی رمزهای ۵ نوکلئوتیدی؛ که با این حساب، $۲^۵$ یا ۳۲ رمز داشتیم و برای رمز کردن ۲۰ نوع آمینواسید، کفایت می‌کرد.

۱۵۹ **۱** انصافاً سؤال قشنگی است. اگر مراحل رونویسی از یک ژن یوکاریوتی تا ترجمه‌ی mRNA بالغ را به خاطر داشته باشید، متوجه خواهید شد که RNA پیک اولیه از RNA پیک بالغ بلندتر است، زیرا دارای توالی اینترون‌هاست. از طرفی در RNA پیک بالغ، در هنگام ترجمه، به ازای هر ۳ نوکلئوتید آن، یک آمینواسید قرار می‌گیرد، پس تعداد نوکلئوتیدهای RNA پیک بالغ از تعداد آمینواسیدهای زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی بیش‌تر است. اما می‌ماند ژن، مگر نه این‌که ژن، دو رشته‌ای است و RNA پیک اولیه از روی یکی از رشته‌های آن رونویسی می‌شود، پس تعداد نوکلئوتیدهای یک ژن (که دو رشته‌ای است) از تعداد نوکلئوتیدهای RNA پیک اولیه هم بیش‌تر است. پس با توضیحات فوق، می‌توان از لحاظ **تعداد مونومرها**، رابطه‌ی زیر را نوشت:

زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی 〈 RNA پیک بالغ 〈 RNA پیک اولیه 〈 ژن

۱۶۰ | ۲ | در مورد **تنظیم بیان ژن**، مثال‌های متعددی را می‌توان مطرح کرد. مثلاً در یوکاریوت‌ها، تنظیم بیان ژن در **پاسخ به تغییر شرایط محیطی**، مثل در دسترس بودن یا نبودن یک ماده‌ی غذایی، یا در **نمو جاندار** نقش مهمی دارد. یکی‌دیگر از مثال‌های **تنظیم بیان ژن**، دخالت در **ایجاد فنوتیپ سلول‌ها**ست. در پاسخ تشریحی سؤالات قبل عرض کردیم، آن‌چه که فنوتیپ سلول را تعیین می‌کند، **نوع پروتئین‌ها**ست. تنظیم بیان ژن در ایجاد پروتئین‌ها، نقش اساسی دارد. مثال بارزی که قبلاً ذکر کردیم این بود که، سلول‌های بدن یک انسان با این‌که **ژنوتیپ یکسان** دارند، اما **فنوتیپ‌های متفاوت** دارند و این به دلیل تنظیم بیان ژن است. اما تنظیم بیان ژن، در تعیین ژنوتیپ یک سلول نقشی ندارد؛ **آن‌چه که ژنوتیپ یک سلول را تعیین می‌کند، ژن‌های جاندار است، و تنظیم بیان ژن دخالتی در آن ندارد.**

۱۶۱ | ۳ | لاکتوز پس از ورود به باکتری به آلولاکتوز تبدیل می‌شود و اپران لک را روشن می‌کند. اپران لک، باعث تولید **سه آنزیم** می‌شود، که برای استفاده‌ی باکتری از لاکتوز (به عنوان منبع کربن و انرژی) لازم هستند. بنابراین **اپران لک**، یک **اپران سه ژنی** می‌باشد. بعد از رونویسی اپران، **یک mRNAی ۳ ژنی** تولید می‌شود. پس از ترجمه‌ی این mRNAی سه ژنی، از روی آن **سه زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی** ساخته می‌شود. برای توضیحات بیش‌تر، به پاسخ تشریحی سؤال ۶۹ مراجعه کنید.

۱۶۲ | ۳ | دو نوع کدون پایان را قطعاً می‌شناسید: **UAA** و **UGA** و از طرفی می‌دانید که برای کدون‌های پایان، هیچ tRNA یی وجود ندارد. یعنی **کدون‌های پایان، آنتی‌کدون ندارند**.پس با این توصیف، **آنتی‌کدون‌های AUU و ACU را نداریم**. [بد نیست بدانید که کدون پایان دیگری هم به نام **UAG** داریم، پس آنتی‌کدون مربوط به آن، که AUC می‌باشد را نیز نداریم.]

۱۶۳ | ۲ | عامل تنظیم‌کننده، **آلولاکتوز** است که در صورت **اتصال به مهارکننده**، مانع از قرار گرفتن مهارکننده بر روی اپراتور شده و **اپران لک روشن** می‌شود. ضمناً بد نیست به پاسخ تشریحی سوال ۴۷ نیز، رجوع کنید.

۱۶۴ | ۱ | راه‌انداز، بخشی از DNA است که آنزیم RNA پلی‌مراز در هنگام شروع رونویسی به آن متصل می‌شود. در پروکاریوت‌ها، آنزیم RNA پلی‌مراز به تنهایی قادر به شناسایی راه‌انداز است اما در **یوکاریوت‌ها**، آنزیم‌های RNA پلی‌مراز به تنهایی قادر به شناسایی راه‌انداز نیستند و برای اتصال، به کمک پروتئین‌های ویژه‌ای به نام **عوامل رونویسی** احتیاج دارند. بنابراین گزینه‌های (۳) و (۴) که DNA پلی‌مراز را نام برده‌اند، مرخص‌اند! در بین گزینه‌های (۱) و (۲)، **تریکودینا، یوکاریوت است** و RNA پلی‌مراز آن، احتیاج به عوامل رونویسی دارد.

۱۶۵ | ۲ | پروتئین‌های ریبوزومی، هیچ تفاوتی با بقیه‌ی پروتئین‌ها در امر رونویسی ندارند و مثل بقیه‌ی پروتئین‌ها، ژن‌های آن‌ها در سلول‌های یوکاریوتی (مانند نورون‌های انسانی)، توسط **RNA پلی‌مراز II** رونویسی می‌شوند. بعد از تولید mRNA ی مربوطه، عمل ترجمه توسط ریبوزوم‌ها انجام می‌شود و بعد از قرار گرفتن در کنار rRNA ها، به ریبوزوم تبدیل می‌شوند. ممکن است شما با دیدن واژه‌ی ریبوزومی، سریع فکر کرده‌اید که منظور ما RNA های ریبوزومی است و گزینه‌ی (۱) را انتخاب کرده باشید و یکی از اهداف هم از طرح این تست، این بوده است که این اشتباه را در کنکور مرتکب نشوید!

۱۶۶ | ۳ | عوامل رونویسی از جنس پروتئین هستند و پروتئین‌سازی در سیتوپلاسم انجام می‌شود. از طرفی، عوامل رونویسی در حین فرایند رونویسی در یوکاریوت‌ها، فعالیت می‌کنند. رونویسی در یوکاریوت‌ها، در هسته انجام می‌شود. پس **محل ساخت عوامل رونویسی، در سیتوپلاسم و محل فعالیت آن‌ها، در هسته است**. ضمناً حتی اگر نامی از کپک نوروسپورا (که نوعی یوکاریوت است) برده نشده بود، باز هم می‌توانستیم پاسخ صحیح را پیدا کنیم، زیرا عوامل رونویسی فقط در یوکاریوت‌ها وجود دارند.

۱۶۷ | ۱ | رمز اول در پروتئین‌سازی، AUG است و حذف یک حرف از آن باعث می‌شود که رمز آغاز ترجمه حذف شده و ترجمه از محل دیگری آغاز شود و **چهارچوب خواندن تغییر کند** و پروتئین ساخته شده با پروتئین اصلی، تفاوت زیادی داشته باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) می‌تواند حداکثر دو آمینواسید را در آن محل جابه‌جا کند و یا این‌که رمز پایان ایجاد کند و زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی ساخته شده، کوتاه‌تر شود و یا رمز پایان تغییر کند و زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی ساخته شده، طویل‌تر شود. اما تا قبل از آن و حتی بعد از آن، **چهارچوب خواندن تغییر نمی‌کند**.

۳) می‌تواند نتایج گزینه‌ی (۲) را در بر داشته باشد.

۴) این جهش جانشینی می‌تواند، یک آمینواسید جدید را جایگزین کند و یا باعث از بین رفتن رمز پایان و طویل‌تر شدن زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی و یا ایجاد رمز پایان و کوتاه شدن زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی شود و **نمی‌تواند جهش تغییر چهارچوب ایجاد کند**.

۱۶۸ | ۱ | محل تولید و فعالیت آنزیم کاتالاز درون سلول بوده و محل تولید پروتئین پرفورین، داخل سلول، اما در سلول‌های آلوده به ویروس و سرطانی منفذ ایجاد می‌کند، پس فعالیت بیرون سلولی دارد. پادتن و پپسین فعالیت بیرون سلولی و RNA پلی‌مراز و DNA پلی‌مراز فعالیت درون‌سلولی دارند.

۱۶۹ | ۴ | در **پروکاریوت‌ها**، به دلیل وجود اپران‌های تک ژنی و چند ژنی، **هم mRNA های تک ژنی** دیده می‌شود و **هم چند ژنی**. اما در **یوکاریوت‌ها**، چون هر راه‌انداز فقط مسئول تنظیم یک ژن است، **فقط mRNA های تک ژنی** وجود دارند. ضمناً به پاسخ تشریحی سؤال‌های ۶۹ و ۸۱ نیز، مراجعه کنید.

۱۷۰ **۳** **بررسی گزینه‌ها:**

۱) زمانی اولین پیوند پپتیدی برقرار می‌شود که متیونین آغازین (اولین آمینواسید)، از tRNA آغازگر جدا شده و به جایگاه A منتقل شود و در آن‌جا به اولین آمینواسید متصل شود، این واقعه در همان اوایل مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه رخ می‌دهد که قطعاً پس از اتصال دو بخش ریبوزوم به یک‌دیگر است، نه قبل از آن.

۲) زمانی دومین آنتی‌کدون در جایگاه A هست که دومین tRNA وارد شده باشد. دومین tRNA چه زمانی وارد جایگاه A می‌شود؟ آفرین! در ابتدای مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه، یعنی بعد از اتصال دو بخش ریبوزوم به یک‌دیگر، نه قبل از آن.

۳) زمانی در جایگاه A پیوند هیدروژنی است که پیوند مکملی بین کدون و آنتی‌کدون برقرار باشد. زمانی‌که دو بخش ریبوزوم هنوز به یک‌دیگر متصل نشده‌اند، در جایگاه A، آنتی‌کدون قرار نگرفته است، پس پیوند هیدروژنی هم وجود ندارد. به عبارتی، **قبل از اتصال دو بخش ریبوزوم به یک‌دیگر، در جایگاه A پیوند هیدروژنی وجود ندارد.**

۴) اولین tRNA (tRNA آغازگر) چه زمانی جایگاه خود را ترک می‌کند؟ آفرین! در حین اولین جابه‌جایی، که در مرحله‌ی ادامه اتفاق می‌افتد. در صورتی‌که اتصال بخش بزرگ ریبوزوم به بخش کوچک، در انتهای مرحله‌ی آغاز ترجمه است و این واقعه (اتصال دو بخش ریبوزوم به یک‌دیگر)، قطعاً قبل از خروج tRNA آغازگر اتفاق می‌افتد.

۱۷۱ **۲** اولین tRNA ، **tRNA آغازگر** است، که دارای **آنتی‌کدون UAC** است (با کدون AUG مکمل می‌شود) و **به جایگاه P** وارد می‌شود.

۱۷۲ **۳** اگر به پاسخ تشریحی تست‌های ۱۱ و ۱۲۷ مراجعه کنید، متوجه خواهید شد که هر tRNA ، توالی آنتی‌کدون مخصوص به خود را دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در تمام tRNA ها، **توالی جایگاه اتصال آمینواسید، CCA** است.

۲) برخی از آمینواسیدها، دارای چندین نوع tRNA ی اختصاصی هستند. بنابراین ممکن است **چند نوع tRNA ، یک نوع آمینواسید** را حمل کنند.

۴) شکل **ساختار سه بعدی** در تمام tRNA ها، **ساختار L** است.

۱۷۳ **۱** یه عالمه توضیح! راستشو بخواهید، من با این تیپ سؤالات خیلی موافق نیستم؛ تا حالا تو کنکور هم ندیدم، یه دونه سؤال این تیپی بیاد. بیش‌تر شبیه ریاضیه تا زیست [البته واقعیتشو بخواهید، من خودم خیلی ریاضی دوست دارم، یعنی اصلاً یه جورایی عاشق ریاضی هستم (البته اگه زیست حسودیش نشه!). ولی عشق من به ریاضی، دلیل نمی‌شه که هر جور دلم می‌خواد، مسئله‌ی ریاضی رو در قالب مسائل زیستی به خورد شما بدم.] **امّا دو مسئله وجود دارد:**

۱) به هر صورت ممکنه یه زمانی، به کلّه‌ی یک طراحی بزنه و این تیپ سؤالارو، یکیشو تو کنکور بده.

۲) این‌که اینقدر شما، اینور و اونور از این تیپ مسئله‌ها می‌بینید، که اگه من چند تا نمونشو نگم، فکر می‌کنید که براتون کم گذاشتم.

برای همین، چند نمونشو آوردم توی تست‌های ترکیبی. بعد از این همه پُرچونگی، بریم سراغ پاسخ این تست:

می‌توانیم از دو راه، برای حل این تست استفاده کنیم:

راه اول: مستقیماً برویم سراغ رمزهایی که در آن نوکلئوتید Tدار به کار رفته است؛ رمزهایی که در آن‌ها T به کار رفته است عبارتند از:

الف) هر **سه نوکلئوتید** به کار رفته، **T** است: TTT ← ۱ عدد

ب) **دو نوکلئوتید** به کار رفته، **T** است:

نوکلئوتید اول	نوکلئوتید دوم	نوکلئوتید سوم	
T	T	A, C, G	→ ۳ عدد
T	A, C, G	T	→ ۳ عدد
A, C, G	T	T	→ ۳ عدد

⇒ مجموعاً ۹ عدد

ج) **یک نوکلئوتید T**، به کار رفته است:

نوکلئوتید اول		نوکلئوتید دوم		نوکلئوتید سوم		
T		A, C, G		A, C, G		
۱	×	۳	×	۳	→	۹
A, C, G		T		A, C, G		
۳	×	۱	×	۳	→	۹
A, C, G		A, C, G		T		
۳	×	۳	×	۱	→	۹

⇒ مجموعاً ۲۷ عدد

مجموع رمزهایی که در آن‌ها T به کار رفته است: $\boxed{۳۷} = ۲۷ + ۹ + ۱$

خُب! حالا چه نسبتی از رمزهای وراثتی دارای T است؟ آفرینتُم !! ⇐ $\boxed{\frac{۳۷}{۶۴}}$

و اما **راه دوم**، که راحت‌تر از راه اول است:

در این راه حل کافی است، شما تعداد رمزهایی را که از A، C و G ساخته شده است (یعنی T در آن‌ها به کار نرفته است)، به دست آورید و سپس از کل ۶۴ رمز کم کنید. قطعاً باقی رمزها، دارای T می‌باشند:

تعداد رمزهایی که در آن‌ها فقط A، C یا G به کار رفته است:

نوکلئوتید سوم نوکلئوتید دوم نوکلئوتید اول

$$\begin{cases}A\\C\\G\end{cases} \quad \begin{cases}A\\C\\G\end{cases} \quad \begin{cases}A\\C\\G\end{cases}$$

$$۳ \times ۳ \times ۳ = ۲۷$$

تعداد رمزهایی که دارای T است: $۶۴ - ۲۷ = \boxed{۳۷}$

نسبت رمزهای دارای T: $\boxed{\frac{۳۷}{۶۴}}$

کدام راه ساده‌تر بود؟!

۱۷۴ **۴** برای این mRNA، **چند حالت خواندن** وجود دارد؟ اگر mRNA مورد آزمایش به صورت ...UCUCUCUCUC باشد، **دو جور خواندن** برای آن متصور است:

۱) از U شروع به خواندن کنید: UCU CUC UCU CUC UCU ...

در این مدل خواندن، یک رمز، UCU [رمز آمینواسید سرین] و رمز بعدی CUC [رمز آمینواسید لوسین] است و همین‌طور یک در میان این رمزها تکرار می‌شوند. یعنی اگر ریبوزوم از U (سه تا، سه تا) شروع به خواندن کند، درنهایت زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی که ساخته می‌شود، دارای دو نوع آمینواسید [سرین و لوسین] به طور یک در میان است. قبول؟!

پس برویم سراغ مدل بعدی خواندن:

۲) از C شروع به خواندن کنید: U CUC UCU CUC UCU C...

در این مدل خواندن نیز، یک رمز، CUC [رمز آمینواسید لوسین] و رمز بعدی UCU [رمز آمینواسید سرین] است و همین‌طور یک درمیان این رمزها تکرار می‌شوند. یعنی اگر ریبوزوم از C نیز (سه تا، سه تا)، شروع به خواندن کند، باز هم در نهایت مثل حالت قبل، زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی ساخته می‌شود که همان دو نوع آمینواسید را [سرین و لوسین] به طور یک درمیان دارد.

به نظر شما گزینه‌ی صحیح، گزینه‌ی (۴) نمی‌شود؟!

تذکر: اگر از نوکلئوتید سوم، شروع به خواندن کنید، همان مدل اول ایجاد می‌شود: UC UCU CUC UCU ...

راستی، این تیپ سؤال‌ها قشنگ هستند! نه؟!!

۱۷۵ **۴** **تنظیم بیان ژن**، ممکن است در سطوح مختلفی از جمله رونویسی، ترجمه، یا پس از ترجمه صورت گیرد. (ر.ک به صفحه‌ی ۲۲ زیست پیش‌دانشگاهی) **در پروکاریوت‌ها**، تنظیم بیان ژن، **عمدتاً هنگام رونویسی** انجام می‌شود (ر.ک به صفحه‌ی ۲۲ زیست پیش‌دانشگاهی). در سلول‌های یوکاریوتی، به دلیل وجود غشای هسته، پدیده‌ی رونویسی از پدیده‌ی ترجمه جداست و در نتیجه، فرصت بیش‌تری برای تنظیم بیان ژن وجود دارد.

در یوکاریوت‌ها، تنظیم بیان ژن می‌تواند قبل از رونویسی، هنگام رونویسی یا بعد از آن صورت گیرد. هم‌چنین این تنظیم بعد از خروج mRNA از هسته، هنگام ترجمه یا بعد از ترجمه نیز ممکن است رخ دهد. (ر.ک به ص ۲۳ زیست پیش‌دانشگاهی)

استرپتوکوکوس نومونیا باکتری است، که در مطالعات آقای گریفیت استفاده شد. به هر حال منظورمان این است که، یک **پروکاریوت** است و همان‌طور که در پاسخ تشریحی سؤال ۳۷ اشاره شد، در پروکاریوت‌ها تنظیم بیان ژن، **عمدتاً در سطح رونویسی** صورت می‌گیرد.

بد نیست بدانید که

در **پروکاریوت‌ها**، بلافاصله بعد از رونویسی و تقریباً هم زمان با آن، عمل ترجمه نیز انجام می‌شود. بنابراین در باکتری‌ها، عمده‌ی فرصتی که برای تنظیم بیان ژن وجود دارد، در سطح رونویسی است.

یوکاریوت‌ها، تعداد ژن‌های زیادی نسبت به پروکاریوت‌ها دارند، همچنین مسیرهای متابولیسمی پیچیده‌تری دارند. سلول‌های یوکاریوتی دارای اندامک‌های مختلفی هستند که کارهای متفاوتی را انجام می‌دهند، ماده‌ی وراثتی آن‌ها در درون هسته قرار دارد و توسط غشای هسته از سیتوپلاسم جدا شده است؛ یعنی در کل، یک سلول یوکاریوتی بسیار پیچیده‌تر از یک سلول پروکاریوتی عمل می‌کند و انتظار می‌رود که فرایند تنظیم بیان ژن هم به همین دلایل، در یوکاریوت‌ها پیچیده‌تر باشد که همین امر هم دیده می‌شود. یعنی در یوکاریوت‌ها، mRNAی تولید شده، تغییرات زیادی را قبل از ترجمه متحمل می‌شود. حذف اینترون‌ها که شما با آن آشنا شدید، یکی از این تغییرات است، تغییرات دیگری هم صورت می‌گیرد که تأثیر مستقیم در بیان ژن دارند. از طرفی در یوکاریوت‌ها این تنظیمات به مرحله‌ی ترجمه و پس از ترجمه هم کشیده می‌شود و بسیاری از پروتئین‌ها بعد از ترجمه هم دچار تغییرات زیادی می‌شوند. ولی آن‌چه بارز است این است که، **تنظیم اصلی در سطح رونویسی است، چه در یوکاریوت‌ها و چه در پروکاریوت‌ها**، زیرا در این مرحله است که مشخص می‌شود که یک ژن باید رونویسی شود یا نه. مراحل بعدی تنظیم بیان ژن، این‌قدر شایع نیستند!

۱۷۶ **۳** **بررسی گزینه‌ها:**

۱) **ژنوتیپ تمام سلول‌های بدن** یک انسان، با یک‌دیگر **یکسان** هستند، زیرا همگی از تقسیم میتوز یک سلول تخم ایجاد شده‌اند.

۲) در **تمام سلول‌ها**، **tRNA ها یکسان هستند** و مسئول انتقال انواعی از آمینواسیدها می‌باشند. زیرا در تمام سلول‌ها، از تمام انواع آمینواسیدها برای پروتئین‌سازی استفاده می‌شود و طبیعتاً tRNA های تمام انواع سلول‌های یک انسان، با یک‌دیگر مشابهند.

۳) سلول‌های مختلف بدن یک انسان، فنوتیپ‌های متفاوت یا به عبارتی پروتئین‌های متفاوت دارند. خُب، پروتئین‌ها مستقیماً از روی چه چیزی ساخته می‌شوند؟ از ترجمه‌ی mRNA ها، پس سلول‌هایی که **پروتئین‌های متفاوت** دارند، **mRNA های متفاوت** نیز دارند.

۴) **تمام سلول‌های بدن** انسان (به عنوان یک یوکاریوت!)، **سه نوع RNA پلی‌مراز** دارند.

۱۷۷ **۴** **بررسی گزینه‌ها:**

۱) کدون‌های **UGU** و **UGC**، هر دو، کدون آمینواسید **سیستئین** می‌باشند. (ر.ک به ص ۲۵ زیست پیش‌دانشگاهی)

۲) UUU، کدون فنیل‌آلانین است و UUC نیز هم‌چنین.

شاید بپرسید ما از کجا بدانیم UUC، کدون فنیل‌آلانین است. بعله! حق با شماست. من گزینه کم آوردم و مجبور شدم این یکی را از روی جدول کدون‌ها بدهم. منّت نهاده، من را ببخشایید.

۳) **UAA**، کدون پایان است (ر.ک به ص ۲۶ زیست پیش‌دانشگاهی) و **UGA** نیز، **کدون پایان** است. به بخش شماره‌ی ۷ شکل ۸-۱ صفحه‌ی ۱۷ زیست پیش‌دانشگاهی مراجعه کنید! پس تبدیل کدون پایان، به کدون پایان دیگر، مشکلی را ایجاد نخواهد کرد.

۴) **UUU** را که می‌دانید کدون **فنیل‌آلانین** است، اما **CUU**، کدون **لوسین** است. از کجا فهمیدیم؟! از ص ۱۴ زیست پیش‌دانشگاهی. پس تبدیل کدون فنیل‌آلانین به لوسین، در بیان ژن تأثیر خواهد گذاشت.

۱۷۸ **۲** اتصال آلولاکتوز به پروتئین تنظیم‌کننده (مهارکننده)، باعث روشن شدن اپران لک می‌شود و همان‌طور که در پاسخ تشریحی سؤال ۶۹ عرض کردیم از رونویسی اپران لک، **یک mRNA سه ژنی** تولید می‌شود.

۱۷۹ **۲** اگر به خاطر داشته باشید، **آنزیم DNA پلی‌مراز** در حین همانندسازی، توانایی دیگری به نام **ویرایش** دارد. در عمل ویرایش، اگر نوکلئوتید اشتباهی به زنجیره‌ی در حال ساخت اضافه شود (یعنی مکمل نباشد)، آنزیم DNA پلی‌مراز برمی‌گردد و نوکلئوتید غلط را جدا، و آن را با نوکلئوتید درست تعویض می‌کند. خُب! حالا خودتان قضاوت کنید، اگر عمل ویرایش انجام نشود چه اتفاقی می‌افتد؟ بله، درست است! نوکلئوتید غلط در جای خود باقی می‌ماند و این یعنی، همان **جهش جانشینی** که شما در صفحه‌ی ۲۵ زیست پیش‌دانشگاهی خوانده‌اید. اگر دقت کنید، در صورت جلوگیری از ویرایش، تعداد نوکلئوتیدها تغییر نمی‌کند، زیرا به جای نوکلئوتید درست، نوکلئوتید غلط قرار گرفته است. پس در این حالت، جهش نقطه‌ای از نوع افزایشی و یا کاهشی، اتفاق نیفتاده است. **مضاعف شدن** هم که **جهشی کروموزومی** است و ربطی به ویرایش DNA ندارد (ر.ک به صفحات ۱۱۵، ۱۱۶ و ۱۲۶ زیست و آزمایشگاه ۲).

۱۸۰ **۱** **اپراتور**، بخشی از اپران‌های پروکاریوتی است وجنس آن از **DNA** است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) **گلوکاگون**، نوعی هورمون است که از پانکراس ترشح می‌شود و از جنس **پروتئین** است. (ر.ک به صفحات ۸۲ و ۸۶ زیست و آزمایشگاه ۲)

۳) **مهارکننده‌ی لک**، نوعی **پروتئین تنظیم‌کننده** است که به اپراتورِ اپران لک متصل می‌شود و در تنظیم اپران‌لک نقش دارد.

۴) **DNA پلی‌مراز** هم که **آنزیم** است و از جنس **پروتئین**، فقط همین!

۱۸۱ **۳** این شکل، endِ مرحله‌ی آغاز ترجمه است، باور ندارید به پاسخ تشریحی سؤال ۲۴ مراجعه کنید. با توجه به تمام صحبت‌هایی که کردیم، وجود tRNA آغازگر در جایگاه P کامل و خالی بودن جایگاه A ریبوزوم (یعنی هنوز tRNAی حامل آمینواسید دوم، به جایگاه A نیامده است)، کدام مرحله را در ذهن شما تداعی می‌کند؟ اَحسنتم بر ذهن پویای شما ! پایان مرحله‌ی آغاز ترجمه.

۱۸۲ **۱** عوامل رونویسی، پروتئین‌های مخصوصی در یوکاریوت‌ها هستند که در فرآیند رونویسی نقش دارند. ژن‌های پروتئین‌ها در یوکاریوت‌ها توسط آنزیم RNA پلی‌مراز II رونویسی می‌شوند و از روی این ژن‌ها، mRNA ساخته می‌شوند. راستی یادم رفت خدمتتان عرض کنم که تریکودینا، یوکاریوت است!

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) دقت کنید! پروتئین‌های ریبوزومی، پروتئین هستند؛ پروتئین ریبوزومی را با RNA های ریبوزومی اشتباه نگیرید! ژن‌های پروتئین‌ها توسط RNA پلی‌مراز II رونویسی می‌شوند.

۳) در سلول‌های یوکاریوتی، RNA های کوچک توسط آنزیم‌های RNA پلی‌مراز II و III رونویسی می‌شوند.

۴) tRNA ها، ناقل آمینواسیدها (از جمله متیونین) هستند. در یوکاریوت، tRNA ها توسط آنزیم RNA پلی‌مراز III رونویسی می‌شوند.

۱۸۳ **۲** قبلاًها عرض کردیم، اینترون هم در سطح DNA و هم در سطح RNA تعریف می‌شود. برای توضیح مفصل این قضیه، به پاسخ‌های تشریحی سؤالات ۲۸ و ۳۰ مراجعه کنید.

۱۸۴ **۴** اگر به پاسخ تست‌های ۲۴ و ۲۵ مراجعه کنید، متوجه خواهید شد که، ورود tRNAی دوم به جایگاه A، اولین واقعه‌ی مرحله‌ی ادامه است که پس از آخرین واقعه‌ی مرحله‌ی آغاز، یعنی ملحق شدن بخش بزرگ ریبوزوم به بخش کوچک ریبوزوم، اتفاق می‌افتد. انمّا هذا و لاغیر !!

۱۸۵ **۳** آنزیم محدودکننده‌ی EcoRI، در پروکاریوت‌ها وجود دارد و همانند مهارکننده‌ی لک (که در باکتری‌ها وجود دارد)، دارای اپران در ژنوم باکتری است. اپران مربوط به ژن‌های پروکاریوتی، توسط آنزیم RNA پلی‌مراز پروکاریوتی رونویسی می‌شود.

۱۸۶ **۲** در ریبوزوم‌ها، **نوعی rRNA** خاصیت آنزیمی دارد و در هنگام پروتئین‌سازی، **باعث اتصال آمینواسیدها** به یک‌دیگر می‌شود (ر.ک به صفحه‌ی ۵۳ زیست پیش‌دانشگاهی). همان‌طور که می‌دانید، **rRNA**ها، به کمک **آنزیم RNA پلی‌مراز I** رونویسی می‌شوند.

۱۸۷ **۲** اگر از رمز آغاز تا انتهای رمز پایان، **n کدون** وجود داشته باشد، به غیر از کدون پایان، تمام کدون‌ها وارد جایگاه P می‌شوند و برای همه‌ی کدون‌ها آنتی‌کدون وجود دارد. بنابراین تعداد **آنتی‌کدون‌هایی که وارد جایگاه P** می‌شوند، با فرض فوق، **n − ۱** می‌شود. از طرفی به غیر از کدون آغاز، تمام کدون‌ها وارد جایگاه A می‌شوند. به عبارتی n − ۱ کدون وارد جایگاه A می‌شوند؛ اما برای کدون پایان هیچ آنتی‌کدونی وارد جایگاه A نمی‌شود، پس در کل، **n − ۲ آنتی‌کدون وارد جایگاه A می‌شود**. خُب، حالا این رابطه‌ها را با هم مقایسه می‌کنیم:

تعداد آنتی‌کدون‌های وارد شده به جایگاه P $\Rightarrow$ **P = n − ۱** $\Rightarrow$ P − A = n − ۱ − (n − ۲) = ۱

تعداد آنتی‌کدون‌های وارد شده به جایگاه A $\Rightarrow$ **A = n − ۲**

۱۸۸ **۲** اگر تصویر مورد سؤال را، با شکل ۹-۱ صفحه‌ی ۲۲ زیست پیش‌دانشگاهی مقایسه کنید، درخواهید یافت که R نمایانگر مهارکننده، E نمایانگر آنزیم RNA پلی‌مراز، O نمایانگر اپراتور و P نمایانگر راه‌انداز است. عامل تنظیم‌کننده‌ی اپران لک، آلولاکتوز است که برای روشن کردن اپران لک، به پروتئین مهارکننده (R)، متصل می‌شود.

۱۸۹ **۴** اگر همه‌ی نوکلئوتیدها **در رشته‌ی DNA**ی الگو، **Aدار** باشند، پس از رونویسی از روی آن، mRNA یی ایجاد می‌شود، که فقط دارای نوکلئوتیدهای یوراسیل‌دار است و تمام کدون‌ها، UUU یا کدون **فنیل‌آلانین** می‌باشند.

۱۹۰ **۱** منظور از **پایان زودرس** پروتئین‌سازی چیست؟ زمانی‌که بر اثر جهش، یکی از **کدون‌های آمینواسیدها** به **کدون پایان** تبدیل شود، پروتئین‌سازی زودتر خاتمه می‌یابد. حالا با بررسی گزینه‌ها، ببینیم در کدام گزینه، **کدون‌های یک آمینواسید، به کدون پایان تبدیل شده است**:

۱)

DNA		mRNA	
TTC	→	AAG	(کدون لیزین)
جهش ↓		↓	
ATC	→	UAG	(کدون پایان)

پس همین جهش در DNA، می‌تواند سبب **پایان زودرس** پروتئین‌سازی شود.

۲)

DNA		mRNA	
ATC	→	UAG	(کدون پایان)
جهش ↓		↓	
TTC	→	AAG	(کدون لیزین)

این نوع جهش می‌تواند، باعث **پایان دیررس** پروتئین‌سازی شود، زیرا **کدون پایان**، به **کدون یک آمینواسید** تبدیل شده است و ترجمه ادامه می‌یابد، تا زمانی‌که ریبوزوم به کدون پایان برسد.

۳)

DNA		mRNA	
ATT	→	UAA	(کدون پایان)
جهش ↓		↓	
ATC	→	UAG	(کدون پایان)

در این نوع جهش، پروتئین‌سازی در موعد مقرر خاتمه می‌یابد، چون رمز پایان به رمز پایان دیگری تبدیل می‌شود.

۴)

DNA		mRNA	
ATC	→	UAG	(کدون پایان)
جهش ↓		↓	
AAC	→	UUG	(کدون لوسین)

در این نوع جهش نیز، **پایان دیررس** پروتئین‌سازی اتفاق می‌افتد، زیرا **کدون پایان**، به **کدون یک آمینواسید** تبدیل شده است.

۱۹۱ **۲** نوروسپورا کراسا یک یوکاریوت از فرمانروی قارچ‌ها و دسته‌ی آسکومیست‌هاست و هتروتروف است. در چرخه‌ی زندگی جنسی آسکومیست‌ها از ادغام هسته‌های هاپلوئید، زیگوت دیپلوئید ایجاد می‌شود.

۱۹۲ **۱** اگر یادتان باشد در پاسخ تشریحی سؤال ۴۲ اشاره کردیم که مهارکننده، **پروتئینی** است که توسط ژن تنظیم‌کننده رمز شده و بعد از اتصال به اپراتور، مانع ازحرکت RNA پلی‌مراز می‌شود. واحدهای تشکیل‌دهنده‌ی پروتئین‌ها هم آمینواسیدها می‌باشند.

یادآوری: حواستان باشد که **محل ساخته شدن مهارکننده در سیتوپلاسم** و توسط ریبوزوم‌هاست و **محل فعالیت** آن‌ها، باز هم **در سیتوپلاسم** و بر روی DNAی پروکاریوتی است، چرا که پروکاریوت‌ها، فاقد هسته می‌باشند.

۱۹۳ **۱** شکل زیر، شما را در درک بهتر این مسأله راهنمایی می‌کند:

$$\text{DNA}: \begin{matrix} -A-T-C-G-A-T-T-G- \\ -T-A-G-C-T-A-A-C- \end{matrix} \xrightarrow{\text{رونویسی از رشته‌ی پایینی}} \text{RNA}: -A-U-C-G-A-U-U-G-$$

$$\text{DNA}: \begin{matrix} -A-T-C-G-A-T-T-G- \\ -T-A-G-C-T-A-A-C- \end{matrix} \xrightarrow{\text{رونویسی از رشته‌ی بالایی}} \text{RNA}: -U-A-G-C-U-A-A-C-$$

همان‌طور که می‌بینید، دو RNA با هم **مکمل‌اند** و از لحاظ ترتیب نوکلئوتیدها، **غیریکسان‌اند**.

۱۹۴ **۳** ابتدا کدون مربوط به این آنتی‌کدون را مشخص می‌کنیم. کدون مربوط به آنتی‌کدون GGC، CCG است. حالا به گونه‌ای ریبوزوم را بر روی mRNA رسم می‌کنیم، که کدون CCG در داخل جایگاه A ریبوزوم قرار بگیرد:

$$\begin{matrix} \ldots. & \boxed{\text{AUG} \quad \text{CCG}} & \text{GGC} \quad \text{UAC} \ldots. \\ & \text{P} \qquad \text{A} & \end{matrix}$$

خُب! حالا لقمه آماده است، بفرمایید میل کنید!

۱۹۵ **۳** زمانی‌که در ابتدای ترجمه، بخش کوچک ریبوزوم به mRNA متصل می‌شود، کدون آغاز (AUG)، در جایگاه P قرار می‌گیرد. سپس در مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه با اولین جابه‌جایی، ریبوزوم به سمت جلو حرکت می‌کند و کدون آغاز، از جایگاه P ریبوزوم خارج می‌شود؛ پس، **کدون آغاز از طریق جایگاه P وارد ریبوزوم می‌شود و از همان جایگاه P هم خارج می‌شود.** (ر.ک به پاسخ‌های تشریحی و شکل‌های سوالات ۲۴ و ۲۵)

۱۹۶ **۴** به جواب این تست خوب دقت کنید. فرض کنیم در این آزمایش از دو نوکلئوتید C و U استفاده کنیم (مخصوصاً از C استفاده کردم که منجر به تشکیل رمزهای پایان نشود، تا بتوانیم به حداکثر تعداد آمینواسیدها دست پیدا کنیم). به نظر شما در صورت تست به این مطلب اشاره شده است، که این دو نوع نوکلئوتید را چگونه پشت سرهم ردیف کنیم؟ آیا یک در میان باشند، دو در میان باشند، در هم برهم باشند! چگونه باشند؟ چون هیچ شرطی را برای ما تعیین نکرده است، پس «هیچ آداب و ترتیبی مجوی، هر چه می‌خواهد دل تنگت بگوی»! مثلاً شما می‌توانید رشته‌ی RNA ساخته شده را این‌گونه طراحی کنید:

...UCUCUCUC و این دقیقاً می‌شود مانند تست کنکور سراسری ۶۸ که در پاسخ آن مفصلاً بیان کردیم که زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی ساخته شده از روی آن، می‌تواند دارای دو نوع آمینواسید باشد. حالا اگر RNA ساخته شده به صورت ...UCUUCCCUCUCUUCC باشد، زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی ساخته شده، حداکثر تا چند نوع آمینواسید می‌تواند داشته باشد؟ یک بار ریبوزوم می‌تواند رمزها را به این ترتیب، پشت سرهم بخواند: ...UCU, UCC, CUC, ، یک بار ممکن است این‌گونه بخواند: ...CUU, CCC, UCU و یک بار هم ممکن است، این‌گونه بخواند: ...UUC, CCU, CUC . یعنی درنهایت، حداکثر انواع آمینواسیدها در یک زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی ۳ عدد خواهد بود. اما به نظر شما ساختن RNA با U و C به همین جا ختم می‌شود؟ آیا باز هم می‌توان RNAهای مختلفی ساخت، که تعداد انواع آمینواسیدهای بیش‌تری را رمز کند؟ ما به شما یک راه منطقی را پیشنهاد می‌کنیم تا شما خلاص شوید و آن این است که با U و C، حداکثر چند رمز می‌توانید بسازید؟ بله، درست است، ۸ رمز، $\boxed{۲ \times ۲ \times ۲} = ۲^۳$.

حالا آیا می‌توانید با این دو نوع نوکلئوتید، RNAیی را بسازید که ۸ رمز مختلف را در خود داشته باشد؟ خب، طبیعتاً می‌توانید. پس حداکثر ۸ نوع آمینواسید می‌تواند در یک زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی قرار گیرد.

از این‌جا به بعد پاسخ را کسانی بخوانند که نمی‌خواهند کنکور بدهند!

تذکر یک نکته مهم: نکته‌ی مهمی که در طرح این سؤال [آن هم در سطح المپیاد!] لحاظ نشده است، این است که این سؤال بسیار انتزاعی و ریاضیاتی طرح شده است!

درست است که با دو نوع نوکلئوتید می‌توانیم ۸ رمز بسازیم، اما واقعیت مطلب این است که برخی از آمینواسیدها بیش از یک رمز دارند و در بسیاری از موارد، از این ۸ رمز، تعدادی از رمزها متعلق به یک آمینواسید خواهند بود. واقعیت مطلب این است که، **با هیچ دو نوع نوکلئوتیدی، ما نمی‌توانیم به یک زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی، با حداکثر ۸ نوع آمینواسید دسترسی پیدا کنیم** و **قطعاً به دلیل چندرمزی بودن برخی از آمینواسیدها و وجود رمزهای پایان، زنجیره‌های پلی‌پپتیدی، حداکثر تعداد آمینواسیدهایشان از ۸ نوع کم‌تر خواهد شد** و من مطمئنم، در طراحی این سؤال به این مسئله اصلاً توجهی نشده است، چون در پاسخ خود تست‌های المپیاد، صحبتی از این مطلب به میان نیامده است. [با عرض شرمندگی، که این قدر پرچانگی کردم، ولی فکر می‌کنم ارزش حرف زدن را داشت.]

۱۹۷ **۱** سلول پوست انسان، نوعی سلول یوکاریوتی است. **پروتئین‌های مهارکننده**، در تنظیم بیان ژن‌های **پروکاریوتی** به کار می‌روند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) مگر می‌شود سلولی، tRNA نداشته باشد؟!

۳) **کراتین**، یکی از **پروتئین‌های مو**ست. ژن این پروتئین، در سلول‌های خاصی از پوست، بیان می‌شود.

مواظب باشید

ژن کراتین در **تمام سلول‌های (هسته‌دار) بدن** انسان (از جمله تمام سلول‌های پوست) وجود دارد؛ اما در همه‌ی سلول‌های بدن، بیان نمی‌شود.

۴) پروتئین‌های فعال‌کننده‌ی رونویسی نیز، در تنظیم بیان ژن یوکاریوت‌ها به کار می‌روند و به توالی‌های افزاینده متصل می‌شوند. بنابراین ژن آن‌ها، در سلول‌های پوست انسان نیز وجود دارند.

۱۹۸ **۱** همان‌طور که می‌دانید، RNAی رونویسی شده از DNAی الگو، مکمل آن می‌باشد و قوانین جفت شدن بازها در آن رعایت می‌شود و تفاوت آن با همانندسازی در این است که، در رونویسی، باز آلی U (به جای باز آلی T) مقابل باز آلی A قرار می‌گیرد. حال اگر به رشته‌ی الگوی DNA طبیعی و رشته‌ی رونویسی شده‌ی پس از جهش دقت فرمایید، مشاهده می‌کنید که در مقابل باز ششم (از سمت چپ) از رشته‌ی الگوی طبیعی، که G است، باز آلی U در RNA قرار دارد که با قوانین جفت شدن بازها مطابقت ندارد. بنابراین، جهش باید در این جایگاه رخ داده باشد که RNAی رونویسی شده از روی آن، در آن جایگاه U داشته باشد. به عبارتی در رشته‌ی الگو، **به جای باز آلی G، باز آلی A قرار گرفته است.**

البته از یک روش دیگر هم می‌توانید به جواب برسید و آن هم این‌که، ابتدا از روی RNA رونویسی شده، رشته‌ی الگوی DNA جهش‌یافته را به دست بیاورید و بعد از مقایسه‌ی آن با رشته‌ی الگوی DNA طبیعی، به **جهش جانشینی تبدیل G به A** پی ببرید:

AGCGGUUCAG ← RNAی رونویسی شده پس از جهش

TCGCC[A]AGTC ← رشته‌ی الگوی DNAی جهش‌یافته

↑

TCGCC[G]AGTC ← رشته الگوی DNA طبیعی

۱۹۹ **۳** اگر به پاسخ تشریحی سؤال ۳۹، که ساختار و نحوه‌ی عملکرد اپران را توضیح می‌دهد، مراجعه کنید، درمی‌یابید که اپراتور و ژن ساختاری همواره وجود دارند و عوامل محیطی بر روی آن‌ها مؤثر نمی‌باشد. هم‌چنین اگر به پاسخ تشریحی سؤال ۴۷، که نحوه‌ی عملکرد اپران لک را توضیح می‌دهد، مراجعه کنید، درخواهید یافت که **تنها عامل متغیر** در تنظیم **اپران لک**، که **تحت تأثیر عوامل محیطی** است، **غلظت آلولاکتوز** یا عامل تنظیم‌کننده است. اگر لاکتوز در محیط زیاد باشد، طبیعتاً غلظت آلولاکتوز هم بالا می‌رود. پس تا این‌جا گزینه‌ی (۳) تأیید شد. **ژن‌های تنظیم‌کننده** که مسئول رمز کردن پروتئین‌های تنظیم‌کننده‌اند، **اپراتور ندارند و همواره روشن هستند** و بالطبع از روی آن‌ها، مستقل از عوامل محیطی، پروتئین‌های تنظیم‌کننده ساخته می‌شوند. به عبارتی **غلظت پروتئین‌های تنظیم‌کننده در پروکاریوت‌ها ثابت است** وعوامل محیطی در غلظت آن‌ها مؤثر نمی‌باشد. امیدوارم مطلب را خوب درکیده باشید!!

بد نیست بدانید که

اپران‌های مربوط به پروتئین‌های تنظیم‌کننده، اپراتور ندارند و همواره از روی آن‌ها به طور یکنواخت و کم، رونویسی می‌شود. به همین دلیل **غلظت پروتئین‌های تنظیم‌کننده** در سلول‌های پروکاریوتی، **کم و یکنواخت** است.

۲۰۰ **۴** آنزیم **RNA پلی‌مراز**، نوعی **پروتئین** است. طبیعتاً برای ساخته شدن پروتئین‌ها، به **mRNA** نیاز است و mRNA از روی **ژن‌های ساختاری** رونویسی می‌شود.

مواظب باشید

صورت سؤال، از ما نخواسته است که، «RNA پلی‌مراز در پروکاریوت‌ها به کجا متصل می‌شود؟». حواستان جمع باشد.

۲۰۱ **۲** **بررسی گزینه‌ها:**

۱) عوامل رونویسی متصل‌شونده به افزاینده، به **فعال‌کننده** موسوم هستند و از آن‌جا که عوامل رونویسی، پروتئینی هستند، لذا فعال‌کننده هم، جنس **پروتئینی** دارد و مونومر آن آمینواسید است.

۲) **توالی افزاینده**، بخشی از مولکول **DNA** است، که به کمک عوامل رونویسی متصل به آن، عمل رونویسی تقویت می‌شود و چون بخشی از DNA است، طبیعتاً مونومر آن **دئوکسی ریبونوکلئوتید** است و با بقیه‌ی گزینه‌ها متفاوت است.

۳) **عوامل رونویسی**، **پروتئین**‌های مخصوصی هستند که در تنظیم بیان ژن‌های یوکاریوتی، نقش دارند. پس مونومر آن‌ها، آمینواسیدهاست.

۴) **RNA پلی‌مراز**، آنزیم و از جنس **پروتئین** است. پس این هم مونومری از جنس آمینواسید دارد.

۲۰۲ **۱** جایگاه آغاز و پایان رونویسی ژن، توسط RNA پلی‌مراز رونویسی می‌شود. یکی از شباهت‌های RNA های ناقل محل اتصال آمینواسید به آن‌هاست. RNA پلی‌مرازهای II و III رونویسی ژن‌های RNA های کوچک را کاتالیز می‌کنند.

۲۰۳ **۲** این تست بر اساس اطلاعات کتاب شما طراحی شده است. یعنی چه؟ یعنی این‌که بر اساس کتاب شما، اپراتور بخشی از توالی راه‌انداز محسوب نمی‌شود و خود، توالی مستقلی بین راه‌انداز و ژن‌های ساختاری است. طبیعتاً حذف اپراتور، باعث می‌شود که پروتئین مهارکننده‌ی لک، جایی برای اتصال نداشته باشد و آنزیم RNA پلی‌مراز، با خیال راحت از روی ژن‌های ساختاری رونویسی کند و درنهایت به طور مداوم، آنزیم‌های مربوط به جذب و تجزیه‌ی قند لاکتوز (حتی در عدم حضور آلولاکتوز) ساخته شوند. راستی گزینه‌ی (۱) هم که مرخص است، زیرا پروتئین تنظیم‌کننده (مهارکننده‌ی لک)، برای خود اپران دیگری دارد و تولید آن ربطی به اپران لک ندارد.

[در این تست سعی کردم به هیچ‌وجه وارد مطالب خارج از کتاب نشوم و شما هم این تست را بر اساس اطلاعات کتاب خود بپذیرید.]

۲۰۴ | ۴ | اتصال آلولاکتوز به پروتئین مهارکننده در اپران لک، باعث تغییر شکل فضایی در مهارکننده شده و مانع از اتصال آن به اپراتور می‌شود. در نتیجه، RNA پلی‌مراز می‌تواند رونویسی را از ژن‌های مربوط به اپران انجام دهد و اپران روشن می‌شود و در نهایت، آنزیم‌های مربوط به جذب و تجزیه‌ی لاکتوز ساخته می‌شوند. بنابراین واضح است که، **هم شدت جذب** و **هم هیدرولیز یا تجزیه‌ی لاکتوز، به دنبال اتصال آلولاکتوز به پروتئین مهارکننده، افزایش می‌یابد**. برای اطلاعات بیش‌تر به پاسخ تشریحی سؤال ۴۷ مراجعه کنید.

راستی یادتونه هیدرولیز لاکتوز چی جوری بود؟! این جوری بود:

لاکتوز $+H_2O \xrightarrow{\text{آنزیم لاکتاز}}$ گلوکز + گالاکتوز

۲۰۵ | ۱ | یواش! داد نزنید! این تست از اون تست‌های باحاله که خیلی‌ها تو دامش افتادن! به نظر شما، **اگر در بخشی از مولکول DNA، باز آلی آدنین نباشد، دیگر تیمین وجود دارد؟** خُب! خدا خیرتان دهد. **این بخش از مولکول DNA فقط از دو نوکلئوتید C و G تشکیل شده است**. حالا به نظر شما، با دو نوکلئوتید C و G، حداکثر چند نوع رمز وراثتی می‌توان ساخت؟ آفرین! **۸ نوع:** $\boxed{۲\times۲\times۲} = ۸$

تذکر مهم: تمام ۸ رمز ساخته شده، مربوط به آمینواسیدها هستند و مطمئن باشید، هیچ‌کدام رمز وراثتی پایان نیستند. می‌دانید چرا؟

به دلیل روبه‌رو:

رمز وراثتی پایان	کدون پایان
ATT	UAA
ATC	UAG
ACT	UGA

اگر دقت کنید در تمام رمزهای وراثتی پایان، باز آلی A به کار رفته است. در صورتی‌که ما فقط با C و G، رمز وراثتی ساختیم. **انصافاً تست قشنگی بود!**

۲۰۶ | ۲ | با توجه به پاسخ سؤالات ۲۴ و ۲۵، می‌توان دریافت که گزینه‌های (۱) و (۳) مربوط به آغاز ترجمه و گزینه‌های (۲) و (۴) مربوط به ادامه‌ی ترجمه می‌باشند. حالا از بین گزینه‌های (۲) و (۴) کدام‌یک دیرتر به وقوع می‌پیوندد؟ ابتدا tRNAی حامل دومین آمینواسید، به جایگاه A وارد می‌شود و سپس پیوند بین متیونین و tRNA آغازگر، شکسته می‌شود.

۲۰۷ | ۲ | اگر توالی این رشته‌ی DNA، به صورت GGCTACGT باشد، توالی رشته‌ی مقابل آن CCGATGCA خواهد بود و اگر قرار باشد از روی توالی اخیر (یعنی همان رشته‌ی مقابل)، mRNA ساخته شود، توالی این mRNA، **شبیه** همان توالی ذکر شده در رشته‌ی DNAی موجود در صورت تست خواهد شد [با این تفاوت که به جای Tها، U قرار گرفته است] به عبارتی:

GGCTACGT ← توالی رشته‌ی DNAی ذکر شده در تست

CCGATGCA ← توالی رشته‌ی DNAی مقابل آن

↓ رونویسی از این رشته

GGCUACGU ← توالی mRNAی رونویسی شده

۲۰۸ | ۱ | **اریتروپویتین، هورمونی پروتئینی** است که از سلول‌های خاصی **در کبد و کلیه، ترشح می‌شود**. بنابراین ژن رمزگردان این هورمون در این سلول‌ها فعال است. (ر.ک به صفحه‌ی ۸۸ زیست و آزمایشگاه ۱)

مواظب باشید

این هورمون بر اثر کاهش اکسیژن‌رسانی به بافت‌ها، از کبد و کلیه ترشح می‌شود و بر سلول‌های زاینده‌ی گلبول قرمز در مغز قرمز استخوان اثر می‌کند و تولید گلبول‌های قرمز را افزایش می‌دهد. پس **محل اثر** این هورمون، **مغز استخوان** است، نه محل تولید آن.

۲۰۹ | ۲ | بین RNAها، فقط mRNA ترجمه می‌شود و ضمناً فقط بخش‌های اگزونی آن ترجمه می‌شود. از طرفی می‌دانیم، mRNAها توسط RNA پلی‌مراز II رونویسی می‌شوند.

تصحیح یک تصور غلط: در کتاب شما، در مبحث ژن‌های گسسته‌ی یوکاریوتی، چنین برداشت می‌شود که فقط ژن‌های مربوط به mRNAها، گسسته‌اند؛ در صورتی‌که **در سلول‌های یوکاریوتی، ژن‌های tRNAها و rRNAها نیز گسسته‌اند**. برای تأیید حرف بنده، به پیوست انتهای کتاب پیش‌دانشگاهی، صفحات ۲۸۲ و ۲۸۳ به تعریف اینترون مراجعه کنید.

۲۱۰ | ۱ | اگر یک mRNA از کدون آغاز تا کدون پایان، **دارای n کدون** باشد، به غیر از کدون پایان، بقیه‌ی کدون‌ها وارد جایگاه P می‌شوند. بنابراین، **n − ۱ کدون وارد جایگاه P** می‌شوند. از طرفی، به غیر از کدون آغاز، سایر کدون‌ها وارد جایگاه A می‌شوند، بنابراین، **n − ۱ کدون نیز وارد جایگاه A** می‌شود. پس **تعداد کدون‌هایی که وارد جایگاه A** می‌شوند، با **تعداد کدون‌هایی که وارد جایگاه P** می‌شوند **برابر** است.

۲۱۱ | ۳ | از طریق بررسی گزینه‌ها، به پاسخ خواهیم رسید:

۱) در این جهش، کدون پایان به کدون پایان دیگری تبدیل می‌شود. پس جهش، بی‌تأثیر است:

DNA		mRNA	
ACT	→	UGA	(کدون پایان)
↓ جهش		↓	
ATT	→	UAA	(کدون پایان)

۲)

DNA mRNA

ACA → UGU (کدون سیستئین)

جهش↓ ↓

ACG → UGC (کدون سیستئین)

پس این جهش هم بی‌تأثیر است. در صفحه‌ی ۲۵ زیست پیش‌دانشگاهی، به این دو کدون اشاره شده است.

۳) این جهش، مؤثر است و به جای متیونین در زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی، ایزولوسین قرار می‌گیرد:

DNA mRNA

TAC → AUG (کدون متیونین)

↓ ↓

TAG → AUC (کدون ایزولوسین)

۴) این جهش هم بی‌تأثیر است:

DNA mRNA

AAA → UUU (کدون فنیل‌آلانین)

↓ ↓

AAG → UUC (کدون فنیل‌آلانین)

۲۱۲ **۲** برای این قبیل تست‌ها روشی را پیشنهاد می‌کنیم و آن این است که:

شماره‌ی رمز موجود در جایگاه A	شماره‌ی رمز موجود در جایگاه P	تعداد جابه‌جایی ریبوزوم
n + ۲	**n + ۱**	**n**
۱۰۲	۱۰۱	۱۰۰

که برای مسئله‌ی مذکور، عددگذاری به این صورت می‌شود:

و اما ادامه‌ی داستان: به عبارتی رمز یکصدودوم (۱۰۲)، **رمز پایان** است، که در جایگاه A قرار می‌گیرد؛ و ۱۰۱ رمز ما قبل آن، رمزهای آمینواسیدها می‌باشند. پس در حین ترجمه‌ی این mRNA، **۱۰۱ آمینواسید**، به یک‌دیگر متصل می‌شوند.

۲۱۳ **۴** در **پروکاریوت‌ها** به علت عدم وجود هسته، **تمامی تنظیم‌های مربوط به بیان ژن**، چه در سطح رونویسی و چه در سطوح دیگر، در **سیتوپلاسم** انجام می‌شود. در صورتی‌که در **یوکاریوت‌ها** به علت وجود هسته و جدا شدن هسته از سیتوپلاسم توسط غشای هسته، یک‌سری از تنظیم‌ها که مربوط به **رونویسی و بالغ شدن RNA** است، در داخل **هسته** و تنظیم در سطح ترجمه و پس از ترجمه، در داخل سیتوپلاسم [و حتی بیرون از سلول!] انجام می‌گیرد.

۲۱۴ **۱** به پاسخ این سؤال خوب دقت کنید! اگر خاطرتان باشد، شبیه همین سؤال در کنکور سراسری ۶۸ آمده بود (تست شماره‌ی ۱۷۴). چون رمز آغاز ترجمه (AUG)، در این mRNA وجود ندارد، ریبوزوم ممکن است به صورت اتفاقی به آن متصل شود و به همین جهت، **۳ الگوی خواندن** (چهارچوب خواندن) برای آن متصور است:

۱) از U شروع کند: UAA / UAA / UAA / ...

اگر از U شروع کند، تمام رمزها UAA خواهند بود. اگر یادتان باشد، UAA رمز پایان ترجمه است و به ازای آن آمینواسیدی قرار نمی‌گیرد. پس این‌گونه خواندن، **منجر به تولید زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی نمی‌شود.**

۲) از اولین A شروع کند: U / AAU / AAU / AAU / ...

در این صورت، تمام رمزها AAU [رمز آسپاراژین] خواهند بود. بنابراین، یک زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی ساخته می‌شود که تمام آمینواسیدهای آن یکی است [همگی آسپاراژین هستند].

۳) از دومین A شروع کند: UA/ AUA / AUA / AUA / ...

در این صورت تمام رمزها، AUA [رمز ایزولوسین] خواهند بود. بنابراین در این حالت هم، یک زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی ساخته می‌شود که تمام آمینواسیدهای آن یکی است [همگی ایزولوسین هستند]. و امّا **چند سؤال مهم از طرف شما:**

دو تا از رمزهای پایان، که در کتابمان (به غیر از جدول صفحه‌ی ۱۳) آمده است را می‌شناسیم، یکی UAA و دیگری UGA (ر.ک به صفحات ۱۷ و ۲۶ کتاب پیش‌دانشگاهی)؛ اما آیا باید بدانیم که اولاً، چند رمز پایان داریم؟ و ثانیاً، توالی آن‌ها چیست؟ از کجا معلوم که کدون‌های AAU و AUA، کدون‌های پایان نباشند؟ بنابراین اگر این‌طور باشد، هیچ زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی ساخته نمی‌شود. ما حق را به شما می‌دهیم. بر اساس متن کتاب، نه باید بدانید که در کل چند رمز پایان داریم [البته می‌دانیم که می‌دانید، سه رمز پایان داریم!] و نه این‌که غیر از دو رمز پایان UAA و UGA، چه رمز پایان دیگری وجود دارد. اما آیا در گزینه‌های تست، گزینه‌ی «هیچ زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی ساخته نمی‌شود» داریم؟ اگر داشتیم، شما می‌توانستید ادعا کنید که شاید این‌ها،

همگی رمزهای پایان بودند و ما نمی‌دانستیم. پس چون چنین گزینه‌ای نداریم، یقین بدانید که حداقل یکی از دو رمز AUA و AAU، رمزهای پایان نیستند. اما شاید بپرسید، خُب ما می‌دانیم که UAA رمز پایان است و قبول هم کردیم که حداقل یکی از دو رمز AUA و AAU، رمزهای پایان نیستند، ولی از کجا بدانیم که هر دو، رمز آمینواسید هستند؟ به عبارتی، شاید یکی‌شان رمز پایان باشد و دیگری، رمز آمینواسید؟ از آن‌جایی که در پاسخ تست، گزینه‌ای نداریم که «یک زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی ساخته می‌شود که در آن یک نوع آمینواسید به کار رفته است»، این ادعا هم رد می‌شود. به عبارتی با این همه توضیح، مسجل می‌شود که هر دو رمز AUA و AAU، رمز دو آمینواسید مختلف هستند و جواب تست، حتماً گزینه‌ی (۱) خواهد بود. هوووه ...! [نفس همه برید! چی می‌شد، کتاب یک کلام می‌گفت که سه رمز پایان داریم و توالی‌هاشون هم UAA، UGA و UAG است، که این همه، ما هم تو دردسر نمی‌افتادیم!]

۲۱۵ **۳** کدون‌های پایان، فقط در جایگاه A قرار می‌گیرند و هیچ‌گاه به جایگاه P وارد نمی‌شوند. از بین کدون‌های موجود، کدام‌یک، کدون پایان است؟ بعله! UGA

۲۱۶ **۱** با توجه به آن‌چه که از آزمایش نیرنبرگ به خاطر دارید، یکی از رمزهای فنیل‌آلانین UUU است. می‌دانید که در آغاز ترجمه، رمز آغاز (AUG) در جایگاه P و رمز دوم در جایگاه A قرار می‌گیرد. سپس در مرحله‌ی ادامه، پس از یک جابه‌جایی، رمز سوم وارد جایگاه A و پس از دو جابه‌جایی، رمز چهارم وارد جایگاه A و پس از سه جابه‌جایی، رمز پنجم (که در این‌جا رمز فنیل‌آلانین است) وارد جایگاه A می‌شود. به شکل زیر دقت کنید:

$$\underset{P}{\boxed{AUG}}\ \underset{A}{\boxed{CCA}}\ \ldots \xrightarrow{\text{جابه‌جایی اول}} \ldots AUG\ \underset{P}{\boxed{CCA}}\ \underset{A}{\boxed{GGU}}\ \ldots \xrightarrow{\text{جابه‌جایی دوم}}$$

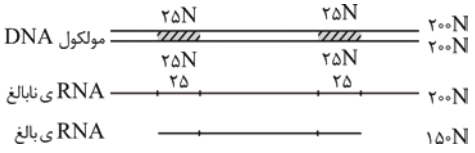
$$\ldots AUG\ CCA\ \underset{P}{\boxed{GGU}}\ \underset{A}{\boxed{UAU}}\ \ldots \xrightarrow{\text{جابه‌جایی سوم}} \ldots\ \underset{P}{\boxed{UAU}}\ \underset{A}{\boxed{UUU}}\ \ldots$$

و اما برای پاسخ سریع به این گونه تست‌ها می‌توانید از الگوی زیر استفاده کنید:

شماره‌ی کدون موجود در جایگاه A	شماره‌ی کدون موجود در جایگاه P	تعداد جابه‌جایی ریبوزوم
۲	۱	۰
۳	۲	۱
۴	۳	۲
⋮	⋮	⋮
n + ۲	**n + ۱**	**n**
⑤	۴	③

که برای تست فوق می‌شود:

۲۱۷ **۱** بخشی از ژن ساختاری که یک مولکول DNA ی خطی است، دو رشته دارد و چون رونویسی از یکی از رشته‌های این مولکول انجام می‌گیرد، پس به طریق زیر محاسبه می‌کنیم.



نوکلئوتید در هر رشته ۲۰۰ = ۲ ÷ ۴۰۰

تعداد نوکلئوتیدهای اینترون در RNA ی نابالغ ۵۰ = ۲۵ + ۲۵

تعداد نوکلئوتید در RNA ی بالغ ۱۵۰ = ۵۰ − ۲۰۰

۲۱۸ **۳** جهش‌یافته‌ی شماره‌ی ۱ فقط در حضور متیونین رشد می‌کند، نه در حضور ماده‌ی دیگری؛ این امر نشان می‌دهد که جهش‌یافته‌ی مذکور در آخرین مرحله‌ی تبدیلات دچار جهش شده است. اما جهش‌یافته‌ی ۲ علاوه بر متیونین، در حضور ترکیبات A یا B نیز رشد می‌کند و جهش‌یافته‌ی ۳ در حضور متیونین، A، B یا C.

این مقایسه نشان می‌دهد که در مسیر سنتز متیونین، ترکیب C قبل از دو ترکیب A یا B قرار دارد و همین امر منجر به حذف گزینه‌های «۱» و «۲» می‌شود. اما دو نکته‌ی دیگر راجع به این سؤال وجود دارد:

اولاً، آیا می‌توانید تعیین کنید که در جهش‌یافته‌ی ۳، کدام تبدیل دارای اختلال است؟ بله، درست گفتید! در جهش‌یافته‌ی ۳، اختلال در مرحله‌ی تبدیل پیش‌ماده به ترکیب C است (که این مرحله در میان گزینه‌ها رسم نشده است).

ثانیاً، با معلومات داده شده، ترتیب قرارگیری موارد A و B نیز مشخص نمی‌باشد؛ بنابراین زنجیره‌ی کامل سنتز متیونین، **طبق معلومات این سؤال**، به یکی از دو صورت زیر است:

۱) پیش‌ماده‌ی X $\xrightarrow{\text{جهش یافته‌ی ۳}}$ C $\xrightarrow{\text{جهش یافته‌ی ۲}}$ B $\longrightarrow$ A $\xrightarrow{\text{جهش یافته‌ی ۱}}$ متیونین

۲) پیش‌ماده‌ی X $\xrightarrow{\text{جهش یافته‌ی ۳}}$ C $\xrightarrow{\text{جهش یافته‌ی ۲}}$ A $\longrightarrow$ B $\xrightarrow{\text{جهش یافته‌ی ۱}}$ متیونین

چون حالت (۲) در بین گزینه‌ها نیست، به راحتی!! حالت (۱) را انتخاب می‌کنیم.

۲۱۹ **۲** آنزیم RNA پلی‌مراز I، جنس **پروتئینی** دارد. با توجه به این‌که سنتز پروتئین‌ها در یوکاریوت‌ها، در سیتوپلاسم سلول انجام می‌شود، **محل ساخت** این آنزیم، در **سیتوپلاسم** است و از آن‌جایی که نقش آن، رونویسی از ژن‌های مربوط به rRNA (ریبوزومی) است، **محل فعالیت** آن در **هسته** است. برای توضیح بیش‌تر، به پاسخ تشریحی ۲۸۱ نیز مراجعه کنید!

۲۲۰ **۴** علت این موضوع، در پاسخ تشریحی سؤال ۷۰ به طور مفصل آمده است.

۲۲۱ **۳** اگر به پاسخ تشریحی سؤالات ۳۹، ۴۷ و ۴۲ مراجعه کنید، متوجه خواهید شد که گزینه‌های (۱)، (۲) و (۴) کاملاً صحیح اند. اما گزینه‌ی (۳) غلط است، زیرا پس از راه‌انداز اپران لک، اپراتور و سپس ژن‌های ساختاری قرار دارند.

۲۲۲ **۴** برای پاسخ به این سؤال، برویم سراغ **بررسی گزینه‌ها:**

۱) چنین چیزی امکان‌پذیر است، مثلاً اگر یک کدون UCU باشد (کدون سرین)، جابه‌جایی حرف اول و سوم آن، باز هم باعث ایجاد کدون سرین می‌شود.

۲) این هم امکان‌پذیر است، زیرا بسیاری از آمینواسیدها، بیش از یک رمز دارند و تغییر حرف یک رمز به حرف دیگر، باعث ایجاد کدون همان آمینواسید می‌شود، مثلاً تبدیل UGU به UGC، که هر دو کدون سیستئین هستند.

۳) خُب، این هم امکان‌پذیر است. مثلاً UUU کدون فنیل‌آلانین است، فرض کنید، کدون بعدی UUC است: UUU/UUC. اگر U آخر کدون اول با U اول کدون دوم عوض شود، هیچ تغییری پیش نمی‌آید. درست است؟!

۴) اما این گزینه، دیگر نمی‌تواند پدیده‌ی مذکور در سؤال را توجیه کند. چون **اگر یک حرف حذف شود**، حتی اگر حرف بعدی در کنار آن قرار بگیرد و همان کدون قبلی را تشکیل دهد، باز هم چهارچوب خواندن از آن‌جا به بعد عوض می‌شود. مثلاً: ....UUⓊ/UUA/CCG....

اگر در mRNA فوق، Ⓤ حذف شود، چهارچوب خواندن به صورت زیر می‌شود و همه چیز از آن‌جا به بعد به هم می‌ریزد:

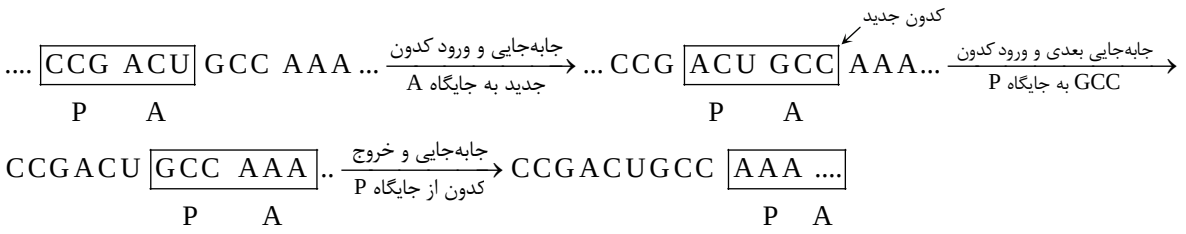
UUU/UAC/CG...

فکر کنم دیگه قانع شدین!!

۲۲۳ **۳** راه‌انداز، اپراتور و ژن تنظیم‌کننده، همگی بخش‌هایی از ژنوم (کروموزوم) پروکاریوتی‌اند و هنگام همانندسازی کروموزوم آن، همگی همانندسازی می‌شوند. اما مهارکننده، پروتئین است و همانندسازی نمی‌شود.

۲۲۴ **۲** به سؤال ۱ فعالیت ۷-۲ در صفحه‌ی ۳۸ زیست و آزمایشگاه ۱ مراجعه کنید؛ این سؤال بر تفاوت بین ریبوزوم‌های پروکاریوتی و یوکاریوتی تأکید می‌کند. اریترومایسین نوعی آنتی‌بیوتیک است که از پروتئین‌سازی (ترجمه) در سلول‌های باکتری (پروکاریوت‌ها) جلوگیری می‌کند؛ اما بر پروتئین‌سازی سلول‌های بدن انسان (سلول‌های یوکاریوتی) چنین اثری ندارد.

۲۲۵ **۳** در صورتی‌که وقایع مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه را به خوبی فرا گرفته باشید، پاسخ به این تست کار مشکلی نخواهد بود. در هنگام جابه‌جایی ریبوزوم (که در مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه اتفاق می‌افتد)، کدون جدید همواره وارد جایگاه A می‌شود. سپس با جابه‌جایی بعدی، این کدون وارد جایگاه P می‌شود و با جابه‌جایی بعدی، از جایگاه P خارج می‌شود. به شکل زیر دقت کنید:



۲۲۶ **۲** **رمز وراثتی**، در حقیقت هر **سه حرف در DNA** است و بالطبع، قند به کار رفته در آن **دئوکسی‌ریبوز** است. اما **آنتی‌کدون**، بخشی از ساختار **tRNA** است و قند به کار رفته در RNAها، **ریبوز** است.

۲۲۷ **۱** به طرح مقابل در مورد هر گزینه، دقت کنید:

	tRNA		mRNA		DNA
۱) متیونین	UAC	⟶	AUG	⟶	TAC
۲) آرژینین	UCU	⟶	AGA	⟶	TCT
۳) لیزین	UUC	⟶	AAG	⟶	TTC
۴) لوسین	AAU	⟶	UUA	⟶	AAT

خُب! به نظر شما از چهار رمز DNA، که در بالا آمده است، کدام‌یک بر روی نوار I قرار دارد؟ بعله! TAC، که رمز متیونین است.

۲۲۸ **۲** جهشی باعث طویل‌تر شدن پروتئین ساخته شده می‌شود که باعث شود **رمز پایان**، به **رمز یک آمینواسید** تبدیل شود و پروتئین‌سازی دیرتر خاتمه یابد. حالا برویم سراغ **بررسی گزینه‌ها** و ببینیم در کدام‌یک، چنین اتفاقی می‌افتد:

۱)

DNA mRNA

ACA → UGU (کدون سیستئین)

جهش ↓ ↓

ACG → UGC (کدون سیستئین)

این گزینه که نشد!

۲)

DNA mRNA

ATC → UAG (کدون پایان)

جهش ↓ ↓

TTC → AAG (کدون لیزین)

این جهش می‌تواند، باعث **پایان دیررس پروتئین‌سازی** و **طویل‌تر شدن، پروتئین** ساخته شده شود.

۳)

DNA mRNA

ACT → UGA (کدون پایان)

جهش ↓ ↓

ATT → UAA (کدون پایان)

این جهش، طول پروتئین را تغییر نمی‌دهد.

۴)

DNA mRNA

AAA → UUU (کدون فنیل‌آلانین)

جهش ↓ ↓

AAG → UUC (کدون فنیل‌آلانین)

این جهش هم، تغییری در طول و ترتیب آمینواسیدها ایجاد نمی‌کند.

۲۲۹ **۲** RNA **پلی‌مراز I**، نوعی آنزیم یوکاریوتی است و **ژن** آن، در **هسته** قرار دارد. **سلول غربالی**، همان سلول آوند آبکشی است، که دارای دیواره‌ی سلولی، غشای پلاسمایی و سیتوپلاسم است. این سلول‌ها، یا فاقد اندام هستند یا اندامک‌های آن‌ها تغییر یافته است. (ر.ک به صفحه‌های ۵۰ و ۵۱ زیست و آزمایشگاه ۱). بنابراین **در سلول‌های غربالی، رونویسی انجام نمی‌شود**. سایر سلول‌ها، دارای هسته و سایر اندامک‌ها می‌باشند و فرایند رونویسی نیز، در آن‌ها انجام می‌شود.

۲۳۰ **۴** برای این‌که ببینیم در سطح DNA چه جهشی رخ داده است، به صورت زیر عمل می‌کنیم:

mRNA : GAA → GUA

DNA : C Ⓣ T → CAT

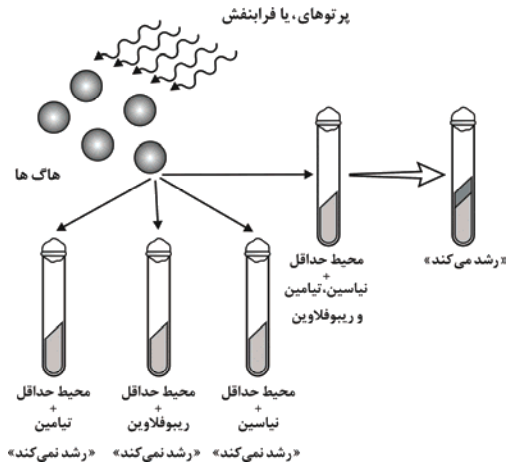
به عبارتی در جهش فوق، A جایگزین T شده است. تا این‌جا قبول دارید که در این DNA، تعداد C و G با DNA قبلی برابر است؟ بسیار خُب! از طرفی قبول دارید که اگر به جای T، A قرار گرفته باشد، در زنجیره‌ی مقابل آن نیز به جای A، T قرار گرفته است؟ یعنی در DNA اولیه، جفت نوکلئوتید T و A وجود داشته و در DNA جهش‌یافته، جفت نوکلئوتید A و T قرار دارد:

DNA اولیه : $\begin{matrix} C & \boxed{T} & T \\ G & \boxed{A} & A \end{matrix} \xrightarrow{\text{جهش}} \begin{matrix} C & \boxed{A} & T \\ G & \boxed{T} & A \end{matrix}$

پس در DNA جهش‌یافته، مقدار A و T نیز با DNA اولیه برابر است. در نتیجه، تعداد هیچ‌کدام از بازهای آلی در DNA جهش‌یافته، با DNA اولیه تفاوتی نکرده است.

۲۳۱ **۱** اگر به تشریح مراحل رونویسی در پاسخ سؤال ۱۵ مراجعه کنید، در می‌یابید که تمام اعمال مندرج در عبارات (ب، ج و د) به جناب RNA پلی‌مراز یوکاریوتی (و حتی پروکاریوتی) منتسب است. اما فرق RNA پلی‌مراز یوکاریوتی با پروکاریوتی، در این است که ایشان شخصاً توانایی شناسایی راه‌انداز را ندارند و باید به کمک عوامل رونویسی این کار را انجام دهند. پس عبارت الف، مستقیماً کار **RNA پلی‌مراز یوکاریوتی** نیست.

۲۳۲ **۴** اتفاقی که افتاده، در شکل مقابل آمده است:



چه‌طور می‌شود که وقتی هر سه‌ی این ترکیبات، با هم به محیط کشت حداقل اضافه می‌شوند، باعث رشد هاگ می‌شوند، ولی وقتی هر کدام به تنهایی هستند، هاگ رشد نمی‌کند؟ پس معلوم است هاگ، **یا به هر سه‌ی این‌ها** با هم نیاز دارد و یا **حداقل به دو تا** از ترکیبات، با هم نیاز دارد. پس گزینه‌های (۲) و (۳) حذف می‌شوند. اما چرا گزینه‌ی (۱) درست نیست؟ چون کلمه‌ی «**قطعاً**» کار را خراب کرده است. ممکن است در مسیر سنتز

هر سه ترکیب، جهش رخ داده باشد، اما از طرفی هم ممکن است، در مسیر سنتز دو تا از ترکیبات جهش رخ داده باشد. پس این‌که در مسیر سنتز هر سه ترکیب، با هم جهش رخ داده باشد، قطعی نیست. اما قطعاً در مسیر سنتز حداقل دو ترکیب، جهش رخ داده است. به نظر شما، برای این‌که بدانیم، قطعاً در هر سه مسیر سنتز، جهش رخ داده است یا در مسیر سنتز فقط دو ترکیب، چه کار باید بکنیم؟ بله کار زیر را:

محیط کشت حداقل	محیط کشت حداقل	محیط کشت حداقل
+	+	+
تیامین	نیاسین	نیاسین
+	+	+
ریبوفلاوین	تیامین	ریبوفلاوین
لوله‌ی (۳)	**لوله‌ی (۲)**	**لوله‌ی (۱)**

اگر **در هر کدام از لوله‌های ۱ تا ۳ رشد کرد**، پس **جهش در مسیر سنتز آن دو ترکیب** رخ داده است، ولی اگر **در هیچ‌کدام رشد نکرد**، پس حتماً **جهش، در مسیر سنتز هر سه ترکیب** رخ داده است.

۲۳۳ | ۱ | بررسی گزینه‌ها:

۱) **حذف بخشی از راه‌انداز**: در صورت حذف بخشی از راه‌انداز، آنزیم **RNA پلی‌مراز، نمی‌تواند راه‌انداز را شناسایی کند**، در نتیجه رونویسی اپران دچار اختلال می‌شود و **در این حالت، اپران لک در هیچ شرایطی نمی‌تواند روشن باشد**، حتی در حضور لاکتوز.

۲) **حذف بخشی از اپراتور**: حذف در اپراتور، باعث نقص در شناسایی اپراتور توسط مهارکننده می‌شود و مهارکننده به اپراتور متصل نمی‌شود، در نتیجه اپران به طور مداوم روشن خواهد بود. [البته این مطلب، با توجه به کتاب شما، قابل قبول است!]

۳) **وجود لاکتوز در محیط کشت**: اصولاً اپران لک، اختصاص به استفاده‌ی باکتری از قند لاکتوز به عنوان منبع کربن و انرژی دارد و در صورت وجود لاکتوز در محیط کشت، به طور مسلم اپران لک، اگر مشکلی نداشته باشد و سالم باشد، باید روشن شود وگرنه اپران لک به چه درد می‌خورد!

۴) **جهش تغییر چهارچوب در ژن تنظیم‌کننده**: با توجه به تعریفی که در مورد جهش تغییر چهارچوب و اثرات این نوع جهش، در پاسخ تشریحی سؤال ۷۰ ارائه کردیم، وقوع این نوع جهش در ژن تنظیم‌کننده، باعث به هم ریختن ساختار پروتئین مهارکننده (البته اگر ساخته شود) می‌شود و به طور قطع، پروتئین مهارکننده توانایی اتصال به اپراتور را نخواهد داشت و اثر مهاری خود را روی اپران از دست می‌دهد و اپران حتی در عدم حضور لاکتوز، روشن خواهد بود.

بد نیست بدانید که

شاید این سؤال در ذهن ایجاد شود که از کجا بدانیم این جهش، باعث **افزایش تمایل مهارکننده به اپراتور** نمی‌شود؟ باید بگویم این مسئله، در مورد جهش‌های نقطه‌ای، که فقط در یک یا چند نوکلئوتید ایجاد می‌شود، ممکن است به وجود بیاید، چرا که در نهایت فقط یک یا چند آمینواسید را تغییر می‌دهد، که در مواردی شاید باعث افزایش و بهبود عملکرد نیز بشود؛ ولی در مورد **جهش تغییر چهارچوب**، که **کل ساختار پروتئین را به هم می‌زند**، جایی برای افزایش تمایل و یا عملکرد وجود ندارد.

۲۳۴ | ۳ برای ساختن چنین زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی، ۱۰۱ کدون در mRNA نیاز داریم. چرا؟ چون ۱۰۰ کدون مربوط به آمینواسیدهای یکم تا صدم است و یک کدون هم، کدون پایان است. کدون آغاز (اولین کدون) وارد جایگاه A نمی‌شود و کدون پایان (آخرین کدون یا کدون ۱۰۱) هم، وارد جایگاه P نمی‌شود. با این حساب ۱۰۰ کدون وارد جایگاه A و ۱۰۰ کدون وارد جایگاه P می‌شود. شاید بگویید پس بدین ترتیب، در هر کدام از جایگاه‌های P و A باید ۱۰۰ آنتی‌کدون قرار بگیرد؛ اما باید خدمتتان عرض کنم که، چون هیچ tRNAیی (بالطبع هیچ آنتی‌کدونی) برای کدون‌های پایان وجود ندارد، پس در جایگاه A، ۹۹ آنتی‌کدون (آنتی‌کدون مربوط به کدون‌های دوم تا صدم)، و در جایگاه P، ۱۰۰ آنتی‌کدون (آنتی‌کدون مربوط به کدون‌های یکم تا صدم) قرار می‌گیرد. امیدوارم قانع شده باشید.

۲۳۵ | ۳ پاسخ به این تست را، با **بررسی گزینه‌ها** و از طریق برهان خُلف ارائه می‌دهیم:

۱) آیا رمز آغاز، قبل از قرار گرفتن در جایگاه P، در جایگاه A خوانده شده است؟ پس این گزینه رد می‌شود.

۲) به نظر شما، کدون آغاز که در جایگاه P است، قبلاً در جایگاه A بوده است؟ خیر. پس با همین مثال، این گزینه هم رد می‌شود.

۳) آیا شما مثالی برای نقض این گزینه می‌توانید بیاورید؟ چی! آنتی‌کدون‌های کدون‌های پایان! بابا دست بردارید! کدون‌های پایان که آنتی‌کدون ندارند. اگر مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه را به خاطر آورید، می‌بینید که هر tRNAیی (هر آنتی‌کدونی) که در جایگاه A قرار می‌گیرد، پس از جابه‌جایی، حتماً وارد جایگاه P می‌شود. پس این گزینه، درست است.

۴) آیا tRNA آغازگر، قبل از قرارگیری در جایگاه P از جایگاه A عبور کرده است؟ پس خداوند، این گزینه را نیز رحمت کند!

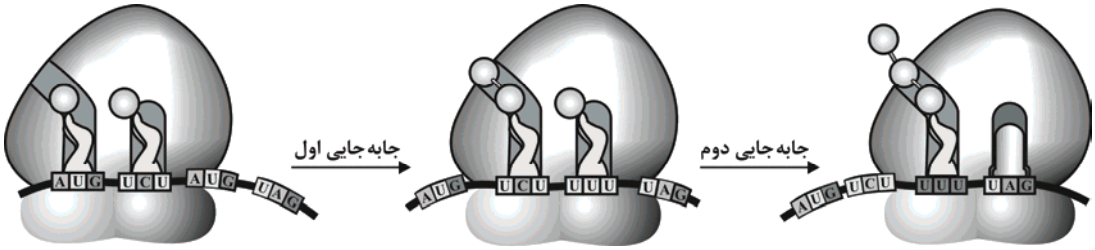
۲۳۶ **۱** بیایید یک بار هم که شده، مختصر بنویسیم!

آنتی‌کدون کدون

AGA ⟶ UCU

چه آمینواسیدی، کدون آن UCU است؟ .....، نه بابا!

۲۳۷ **۱** بیایید قبل از پاسخ به این تست، مثالی بزنیم: mRNA یی را فرض کنید که دارای ۴ کدون است! (فرض محال که محال نیست، هست؟!) کدون اول، کدون آغاز و کدون چهارم آن، کدون پایان است. حالا می‌خواهیم، حرکت ریبوزوم را بر روی این mRNA ی ۴ کدونه!، بررسی کنیم:



ریبوزوم پس از دو جابه‌جایی به رمز پایان می‌رسد و خلاص!

به نظر شما در مراحل ترجمه‌ی mRNAی فوق، چند tRNA در جایگاه A ریبوزوم قرار گرفت؟ آفرین! ۲ تا، یکی tRNAی مربوط به کدون UCU و دیگری tRNAی مربوط به کدون UUU. به عبارتی، tRNAی کدون آغاز، فقط وارد جایگاه P می‌شود و کدون پایان هم که tRNAیی ندارد، بنابراین تنها دو کدون باقی‌مانده، tRNA یشان در جایگاه A قرار می‌گیرند. خُب! پس از اتمام ترجمه‌ی mRNAی فوق، چند آمینواسید به هم متصل شده‌اند؟ بله! ۳ آمینواسید. چند پیوند پپتیدی بین آن‌ها وجود دارد؟ بله! ۲ پیوند پپتیدی. یعنی در حین ترجمه، **تعداد پیوندهای پپتیدی، با تعداد tRNA هایی (آنتی‌کدون‌هایی) که در جایگاه A قرار می‌گیرند، برابر است**. پس قاعدتاً، پاسخ تست ما، بر اساس این استدلال باید گزینه‌ی (۱) شود. برویم و ببینیم، آیا همین می‌شود؟

و اما پاسخ با روشی دیگر: در ترجمه‌ی mRNAی مورد نظر در تست، **x عدد tRNA در جایگاه A** قرار گرفته است، یک عدد tRNA هم، که **tRNA آغازگر است و در جایگاه P** قرار می‌گیرد. پس درنهایت برای ترجمه‌ی این mRNA، در کل، **x + ۱ عدد tRNA** استفاده شده است؛ یعنی **x + ۱ آمینواسید** به هم متصل می‌شوند. به نظر شما، بین x + ۱ آمینواسید، چند پیوند پپتیدی برقرار می‌شود؟ بسیار عالی! به تعداد یک عدد کم‌تر از کل آمینواسیدها، یعنی: $x + ۱ - ۱ = \boxed{x}$

[نمی‌دونم خوب توضیح دادم یا بد! به هر حال توضیح من این بود.]

۲۳۸ **۲** قبلاً ذکر کردیم که از روی اپران ۳ ژنی لک، **یک mRNA** ساخته می‌شود. طبیعتاً برای ساخته شدن یک mRNA، **یک نقطه‌ی آغاز** و **یک جایگاه پایان رونویسی** لازم است. در اپران لک، نقطه‌ی آغاز رونویسی در ژن ساختاری ۱ و جایگاه پایان رونویسی در ژن ساختاری ۳ است.

نکته‌ی مهم: نه تنها اپران لک، بلکه **هر اپرانی، چه تک ژنی و چه چند ژنی، دارای یک نقطه‌ی آغاز رونویسی و یک جایگاه پایان رونویسی است**.

- اما باز قبلاً ذکر کردیم که از روی یک اپران چند ژنی، یک mRNAی چند ژنی رونویسی می‌شود که پس از ترجمه‌ی آن، چند زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی ساخته می‌شود. مثلاً از روی اپران لک، یک mRNA سه ژنی رونویسی می‌شود که از روی آن، **سه زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی** ساخته می‌شود و ساخته شدن سه زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی، زمانی امکان‌پذیر است که در mRNAی سه ژنی، **سه رمز آغاز ترجمه** و **سه رمز پایان ترجمه** وجود داشته باشد. ضمناً به پاسخ تشریحی سؤال ۶۹ نیز، رجوع کنید.

۲۳۹ **۴** برای پاسخ به این سؤال، به **بررسی گزینه‌ها** می‌پردازیم:

۱) در فرایند **رونویسی**، اگر **رابطه‌ی مکملی**، اساس رونویسی نباشد، پس RNA چگونه ساخته می‌شود؟

۲) در فرایند **ویرایش**، نوکلئوتید غلط جای گرفته در زنجیره‌ی DNA، که بر اساس رابطه‌ی مکملی اشتباه است، حذف می‌شود و بر اساس **رابطه‌ی مکملی صحیح**، نوکلئوتید درست جایگزین می‌شود.

۳) در پاسخ تشریحی سؤال (۱۱) که ساختار tRNA را ذکر کردیم، عرض کردیم که **پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای مکمل در ساختار tRNA**، باعث ایجاد **ساختار برگ شبدری** می‌شود و درنهایت **ساختار سه بعدی tRNA** که **ساختار L** باشد، پدید می‌آید.

۴) اتصال فعال‌کننده به توالی افزاینده در هنگام تنظیم بیان ژن یوکاریوتی، باعث ایجاد ساختار حلقه مانند می‌شود. فعال‌کننده نوعی پروتئین است و اتصال آن به توالی افزاینده که از جنس DNA است، هیچ ربطی به رابطه‌ی مکملی ندارد. از طرفی، ایجاد حلقه در DNA نیز، ربطی به رابطه‌ی مکملی ندارد. درست است که جنس حلقه از DNA است و در آن‌جا رابطه‌ی مکملی وجود دارد، ولی ما که جنس حلقه را نخواسته‌ایم، بلکه سوال کرده‌ایم که آیا **در تشکیل حلقه**، روابط مکملی بین نوکلئوتیدها، نقش دارد؟ خُب، طبیعتاً ندارد.

۲۴۰ **۱** مطالبی را کـه در صفحه‌ی ۵۴ زیست پیش‌دانشگاهی در مورد خاستگاه متابولیسم گفته شده است، به طور خلاصه مرور می‌کنیم. مسیر متابولیسمی که در کتاب آورده شده به صورت $Z \xrightarrow{\text{آنزیم ۲}} Y \xrightarrow{\text{آنزیم ۱}} X$ است. اگر مفهوم این نظریه‌ی کتاب را، در مورد تکامل مسیرهای متابولیسمی، خوب متوجه نشده باشیم، ممکن است دچار این اشتباه بشویم که در ابتدا آنزیم ۲ باید به وجود آمده باشد و این‌گونه برای خودمان استدلال کنیم که برای ساخته شدن ماده‌ی X، اول باید آنزیم ۲ وجود داشته باشد که ماده‌ی Y را بسازد و بعد آنزیم ۱ روی آن اثر کرده و ماده‌ی X را تولیدکند. در صورتی‌که این تصور، اشتباه است. همان‌طور که در کتاب گفته شده، در مورد مسیر متابولیسمی بالا، مولکول‌های RNA، میکروسفرها و نیز ساختارهای سلول مانند، برای نگه‌داری انسجام ساختاری و نیز تکثیر خود، به مواد آلی ویژه‌ای، مانند X نیاز داشتند. با گذشت زمان، این ترکیبات (X) در محیط کمیاب شدند! احتمال می‌رود که تغییر (جهش) در برخی از RNA های آنزیمی، یا مولکول‌های پروتئین مانند سبب شده که آن‌ها بتوانند از ماده‌ی خام دیگری که در محیط فراوان‌تر بوده (Y)، ماده‌ی مورد نیازشان (X) را بسازند و همین داستان در مورد ماده‌ی Y هم تکرار شد و آنزیم دیگری به وجود آمد که Y را از ماده‌ی دیگری (بر فرض Z) به وجود آورد. حالا اگر مسیر متابولیسمی‌ای را که در صفحه‌ی ۶ زیست پیش‌دانشگاهی آمده، بنویسیم:

پیش‌ماده‌ی X $\xrightarrow{\text{آنزیم ۱}}$ اُرنیتین $\xrightarrow{\text{آنزیم ۲}}$ سیترولین $\xrightarrow{\text{آنزیم ۳}}$ آرژینین

با توجه به نظریات تکاملی، احتمالاً می‌توانیم به این نتیجه برسیم که ترتیب پیدایش آنزیم‌های فعال در این مسیر متابولیسمی به این صورت بوده است: آنزیم ۳، آنزیم ۲، آنزیم ۱. یعنی در ابتدا، **آنزیم تبدیل‌کننده‌ی سیترولین به آرژینین** به وجود آمده است. در واقع، جهت پیدایش آنزیم‌ها، در جهت عکس مسیر متابولیسمی است.

۲۴۱ **۲** وقتی یکی از کدون‌های پایان (UAA ، UAG یا UGA) درون جایگاه A قرار می‌گیرد، ترجمه پایان می‌پذیرد (در شکل مورد سؤال، همین اتفاق افتاده است و UAA وارد جایگاه A شده است). **پس از ورود یکی از رمزهای پایان به جایگاه A**، چون هیچ tRNAیی برای شناسایی رمزهای پایان وجود ندارد، جایگاه A توسط **عامل پایان ترجمه** اشغال می‌شود. سپس یک آنزیم، پیوند بین tRNAی جایگاه P و زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی متصل به آن را می‌شکند، به این ترتیب پلی‌پپتید ساخته شده رها می‌شود؛ هم‌چنین mRNA و دو بخش بزرگ و کوچک ریبوزوم نیز از هم جدا می‌شوند (ر.ک به صفحه‌ی ۱۷ و شکل ۸-۱ زیست پیش‌دانشگاهی). راستی! شاید بپرسید که مگر ما باید تمام رمزهای جدول «بیش‌تر بدانید» مندرج در صفحه‌ی ۱۳ زیست پیش دانشگاهی را حفظ کنیم؟ جهت اطلاعتان باید عرض کنم، خیر. اما رمزهای آمینواسیدهایی را که در متن کتاب، فعالیت‌ها، خودآزمایی‌ها و یا احیاناً در شکل‌ها آمده است، حفظ باشید! در صفحه‌ی ۱۷، شکل ۸-۱ ، رمز UGA به عنوان رمز پایان آمده است. هم‌چنین در صفحه‌ی ۲۶، شکل ۱۱-۱ ، در mRNAی طبیعی رسم شده، UAA به عنوان رمز پایان مشخص شده است. حالا که زحمت کشیدین دو تا از رمزای پایانو حفظ کردین خُب! سومیش رو هم (که UAG یه) حفظ کنید، بد می‌گم؟!

۲۴۲ **۳** **اریتروسیت**ها در انسان و بسیاری دیگر از جانوران، **بدون هسته** هستند (ر.ک به صفحه‌ی ۸۷ زیست و آزمایشگاه ۱) و طبیعتاً رونویسی در آن‌ها انجام نمی‌شود [اما در این سلول‌ها، mRNAهایی که از قبل رونویسی شده‌اند، وجود دارند و ترجمه می‌شوند]، شاید بپرسید که ما از کجا باید بدانیم در اریتروسیت‌ها ترجمه انجام می‌شود؟ اگر هم نمی‌دانستید، فقط کافی بود که بدانید سه گزینه‌ی دیگر، دارای هسته هستند و رونویسی در آن‌ها انجام می‌شود و **تنظیم بیان ژن** در آن‌ها، **غالباً در سطح شروع رونویسی** انجام می‌شود (مانند **تمام سلول‌های یوکاریوتی**). به نظر شما توضیحات کافی نبود؟!

۲۴۳ **۴** چون در هر صورت **سه حرف حذف شده** است، **باعث تغییر چهارچوب نمی‌شود**. اگر خاطرتان باشد، قبلاً ذکر کردیم که جهش **تغییر چهارچوب**، زمانی اتفاق می‌افتد که **افزایش یا کاهش تعداد نوکلئوتیدها مضربی از ۳ نباشد**. در هر صورت، با حذف سه نوکلئوتید، تغییر چهارچوب ایجاد نمی‌شود، اما می‌تواند تعداد آمینواسیدها را (**حداقل** یک عدد) کاهش دهد. لابُد می‌پرسید، چرا حداقل یک عدد؟ چون ممکن است در اثر حذف سه نوکلئوتید، که در دو حرف آخر یک رمز و حرف اول رمز بعدی اتفاق افتاده است، رمز پایان تشکیل شود و باعث پایان زودرس پروتئین‌سازی شود. به مثال زیر دقت کنید:

... CCG / U (CA / G) AG / ...

فرض کنید که سه نوکلئوتیدی که دور آن‌ها خط کشیده شده است، حذف شوند، خب به نظر شما چه می‌شود؟

.... CCG / UAG / ...

کدون پایان

کدون پایان تشکیل می‌شود و از تعداد آمینواسیدها کاسته می‌شود. پس به هر حال، جهش فوق می‌تواند تعداد آمینواسیدها را کاهش دهد ولی باعث تغییر چهارچوب نمی‌شود.

راستی، هنوز شاید ته دلتان راضی نشده باشد که چرا تغییر چهارچوب رخ نمی‌دهد، چون می‌گویید بخشی از دو رمز مجاور حذف شده است. اگر با مثال خدمتتان عرض کنم، قانع خواهید شد؟

mRNAی قبل از جهش : C (CG / U) CC / ACC / UGC / ACC / ...

⇓

mRNAی پس از جهش : CCC / ACC / UGC / ACC / ...

به نظر شما از این‌جا به بعد، چهارچوب خواندن تغییر کرده است! یا دقیقاً مثل بالا است؟

بگذارید خیالتان را راحت کنم، اگر تعداد افزایش یا کاهش نوکلئوتیدها، مضربی از ۳ باشد و این افزایش یا کاهش، چه پشت سر هم و چه غیر پشت سرهم اتفاق افتد، **به هیچ‌وجه** تغییر چهارچوب خواندن ایجاد نمی‌کند و **فقط زمانی جهش تغییر چهارچوب داریم، که افزایش یا کاهش، مضربی از ۳ نباشند**.

۲۴۴ | ۱ | عامل گال گیاهی، نوعی پلازمید است. پلازمیدها، DNA های کوچک حلقوی هستند؛ بنابراین پیوند بین مونومرهای عامل گال گیاهی، از نوع فسفودی‌استر است. توالی افزاینده و اپراتور، هر دو از جنس DNA هستند و پیوند فسفودی‌استر بین مونومرهای آن‌ها وجود دارد. فعال‌کننده و آنزیم EcoRI ، هر دو از جنس پروتئین هستند و پیوند بین مونومرهای آن‌ها، از نوع پیوند پپتیدی است.

۲۴۵ | ۲ | **انسولین** نوعی **پروتئین یوکاریوتی** است و ژن مربوط به پروتئین در یوکاریوت‌ها، توسط **RNA پلی‌مراز II** رونویسی می‌شود. از طرفی در مبحث رونویسی نیز خدمتتان عرض کردم، که باز کردن دو رشته‌ی DNAی الگو در حین رونویسی، بر عهده‌ی خود RNA پلی‌مراز است.

۲۴۶ | ۳ | این را قبول دارید که رمز پایان فقط در جایگاه A قرار می‌گیرد؟ چرا؟ چون رمز پایان پس از ورود به جایگاه A، باعث پایان پروتئین‌سازی می‌شود و دیگر پس از آن، ریبوزوم جابه‌جا نمی‌شود که بخواهد رمز پایان، وارد جایگاه P بشود. پس تا این‌جا نصف قضیه حل شد. می‌ماند بحث راجع به رمز متیونین. رمز متیونین AUG است، از طرفی رمز آغاز هم AUG (یا همان رمز متیونین) است. این را قبول دارید که رمز آغاز فقط وارد جایگاه P می‌شود، بسیار خُب. آیا می‌توان گفت چون رمز آغاز، همان رمز متیونین است، پس رمز متیونین فقط وارد جایگاه P می‌شود؟ نه که نمی‌توان گفت! به نظر شما آیا نمی‌تواند رمز دوم، سوم و یا هر رمز دیگری، رمز متیونین باشد؟ اگر رمز دوم، رمز متیونین باشد، آیا وارد جایگاه A نمی‌شود و پس از جابه‌جایی ریبوزوم وارد جایگاه P نمی‌شود؟ در مجموع، **رمز متیونین** می‌تواند، **هم در جایگاه A** و **هم در جایگاه P** قرار گیرد. امیدوارم قانع شده باشید. پس با این توصیف، گزینه‌ی (۳) صحیح است.

۲۴۷ | ۱ | راستش این هم از اون سؤالاتیه که بیش‌تر ریاضیه تا زیست. اطلاعات زیستی که برای پاسخ به این سؤال لازم است، فقط این‌هاست:

۱) ۴ نوکلئوتید متفاوت، در تشکیل کدون‌های مختلف دخالت دارند.

۲) کدون‌ها ۳ حرفی هستند.

۳) در کل ۶۴ کدون داریم.

و اما حل مسئله:

قبل از این‌که این مسئله را حل کنم، یک سؤال مطرح می‌کنم: با رقم‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ چند عدد سه رقمی می‌توان نوشت که ۳ رقم آن متفاوت باشد؟ آفرین! ۲۴ عدد سه رقمی.

مسئله‌ی ما هم، دقیقاً شبیه به مسئله‌ی بالاست. با ۴ نوکلئوتید، چند کدون (سه حرفی) می‌توان نوشت که هر سه نوکلئوتید آن متفاوت باشد؟

خُب! حالا چه نسبتی از کدون‌ها دارای ۳ نوکلئوتید متفاوت‌اند؟ $\frac{۲۴}{۶۴}$ یا $\boxed{\frac{۳}{۸}}$

۲۴۸ | ۲ | آنتی‌کدون **tRNA آغازگر**، با کدون آغاز که AUG باشد، رابطه‌ی مکملی برقرار می‌کند، پس باید توالی **آنتی‌کدون** tRNA آغازگر، **UAC** باشد. در پاسخ تست ۱۱ هم آمده است که، **توالی جایگاه پذیرنده‌ی آمینواسیدها** در انتهای تمام tRNAها، **CCA** است.

۲۴۹ | ۲ | قبلاً عرض کردیم که ژنوتیپ تمام سلول‌های هسته‌دار بدن، یکی است و تمام ژن‌ها در سلول‌های هسته‌دار وجود دارند. بنابراین ژن مولد گلوکاگون در تمام سلول‌های بدن (البته طبیعتاً سلول‌های هسته‌دار بدن) یافت می‌شود. اما این ژن فقط در سلول‌های سازنده‌ی گلوکاگون (دسته‌ی خاصی از سلول‌های جزایر لانگرهانس پانکراس) بیان می‌شود و mRNAی مربوط به گلوکاگون فقط در این سلول‌ها دیده می‌شود.

۲۵۰ | ۴ | تمام سلول‌های گیاهی (تمایز یافته و نیافته) که همگی حاصل تقسیم یک سلول زیگوت باشند، ژنوتیپ یکسانی دارند، بنابراین گزینه‌های (۱) و (۳) رد می‌شوند. اما پس از تمایز سلول بنیادی به مریستمی و سپس مریستمی به سایر سلول‌های تمایزیافته، فنوتیپ آن‌ها با یک‌دیگر متفاوت می‌شود.

به عبارتی، بیان ژن در سلول‌های مریستمی، با سلول‌های تمایزیافته متفاوت است. به همین دلیل mRNAهای یک سلول تمایز یافته، با mRNAهای یک سلول مریستمی در همان گیاه، متفاوت است.

۲۵۱ | ۳ | زمانی‌که در جایگاه P، tRNAیی با سه آمینواسید قرار دارد، یعنی رمز سوم در جایگاه P قرار گرفته و رمز چهارم در جایگاه A قرار دارد. یادتان هست، یک چنین چیزی می‌نوشتیم:

شماره‌ی رمز موجود در جایگاه A	شماره‌ی رمز موجود در جایگاه P	تعداد جابه‌جایی ریبوزوم
۴	۳	؟

به نظر شما، علامت سؤال چه عددی را نشان می‌دهد؟ ۲!

۲۵۲ | ۳ | در طی پدیده‌ی کوتاه شدن (که در هسته‌ی یوکاریوت‌ها رخ می‌دهد)، اینترون‌ها حذف و اگزون‌ها به هم متصل می‌شوند. به ازای حذف هر اینترون، یک پیوند فسفودی‌استر در یک طرف و یک پیوند فسفودی‌استر در طرف دیگر اینترون (در مجموع دو پیوند فسفودی‌استر) می‌شکند و جهت اتصال دو اگزون به یک‌دیگر، فقط یک پیوند فسفودی‌استر برقرار می‌شود.

بنابراین در طی پدیده‌ی کوتاه شدن (Splicing)، **به ازای حذف هر اینترون، دو پیوند فسفودی‌استر می‌شکند و یک پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شود.**

mRNAی مورد سؤال دارای دو اینترون است، پس در طی پدیده‌ی کوتاه شدن این mRNA، ۴ پیوند فسفودی‌استر می‌شکند و دو پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شود. راستی حواستان باشد که مولکول mRNA تک رشته‌ای است! یه وقت این رو با کار آنزیم محدودکننده قاطی نکنیدها!

۲۵۳ | ۲ | قبلاً عرض کردیم که از روی ژن‌ها، پروتئین‌ها و یا انواعی از tRNAها، rRNAها و RNAهای کوچک ساخته می‌شود. **استروژن** یک **استروئید** است و می‌دانید که استروئید، نوعی لیپید محسوب می‌شود و در ژنوم، برای ساخت آن مستقیماً ژن رمزگردانی وجود ندارد. البته برای ساخت آنزیم‌های لازم جهت سنتز استروژن، ژن رمزگردان وجود دارد، ولی برای خود استروژن خیر!

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) **کاتالاز**، نوعی **آنزیم** است، که در پراکسی‌زوم‌ها یافت می‌شود. آنزیم‌ها از جنس **پروتئین**اند. (ر.ک به صفحه‌ی ۹ زیست و آزمایشگاه ۱)

۳) فاکتور داخلی معده نوعی پروتئین انتقال دهنده محسوب می‌شود.

۴) **پروترومبین**، نوعی **پروتئین در سیستم انعقادی** است، که پس از تبدیل به ترومبین، می‌تواند باعث تبدیل فیبرینوژن به فیبرین شود.

۲۵۴ | ۳ | کپک **نوروسپورا** کراسا، **هاپلویید** است و ژنوتیپ سالم یا جهش‌یافته‌ی آن، در هر صورت باید هاپلویید باشد. بنابراین ژنوتیپ سالم، M و ژنوتیپ جهش‌یافته، N است.

۲۵۵ | ۲ | آقاجان! این مسئله اصلاً احتیاج به محاسبه ندارد! مگرنه این که در DNA، تعداد C با G برابر است، پس چشم بسته هم می‌توان گفت: $\frac{C}{G}=\frac{1}{1}$.

راستی یادتان هست که عرض کردیم، منظور از ژن، هر دو رشته‌ی DNA را می‌گویند، نه فقط رشته‌ی الگویی که از روی آن، RNA رونویسی می‌شود.

۲۵۶ | ۳ | وقتی لاکتوز وارد باکتری می‌شود به آلولاکتوز تبدیل می‌گردد (قبل از روشن شدن اپران لک). آلولاکتوز با اتصال به مهارکننده و ایجاد تغییر شکل در آن، مانع از اتصال مهارکننده به اپراتور شده و اپران روشن می‌شود. رونویسی از ژن‌های ساختاری اپران لک، باعث تولید آنزیم‌های مورد نیاز برای جذب و تجزیه‌ی لاکتوز می‌شود. در زیست و آزمایشگاه ۱، در مورد این قند در صفحه‌ی ۴ می‌خوانید، که **لاکتوز** یک دی‌ساکارید است که ازهیدرولیز آن، دو مونوساکارید **گالاکتوز** و **گلوکز** تولید می‌شود. بنابراین بعد از روشن شدن اپران لک، لاکتوز به مونوساکاریدهای ذکر شده تجزیه می‌شود.

[بعد از تجزیه‌ی لاکتوز به گلوکز و گالاکتوز، گلوکز به صورت مستقیم و گالاکتوز بعد از تبدیل به گلوکز، وارد مسیر گلیکولیز می‌شود و به این ترتیب باکتری، انرژی خود را از قند لاکتوز تأمین می‌کند.]

۲۵۷ | ۳ |

آنچه که باید بدانید

از سال گذشته به خاطر دارید، که در افراد مبتلا به **فنیل‌کتونوریا** (Phenylketonuria)، آنزیمی که آمینواسید فنیل‌آلانین را به آمینواسید تیروزین تبدیل می‌کند [آنزیم فنیل‌آلانین هیدروکسیلاز]، وجود ندارد. به همین دلیل، در اثر تجمع محصولات حاصل از متابولیسم غیرعادی فنیل‌آلانین، در فرد، **عقب‌ماندگی ذهنی** به وجود می‌آید. (ر.ک به صفحه‌ی ۱۷۸ زیست و آزمایشگاه ۲)

بد نیست بدانید که

فنیل‌کتونوریا (PKU)، بیماریی است، که در اثر کمبود آنزیم فنیل‌آلانین هیدروکسیلاز ایجاد می‌شود. این بیماری منجر به **تخریب غلاف میلین نورون‌ها** می‌شود. اگر این بیماری به موقع تشخیص داده نشود، باعث **عقب‌ماندگی ذهنی شدید** و **حتی مرگ** می‌شود. برای نوزادان مبتلا به این بیماری، رژیم غذایی دارای فنیل‌آلانین کم (متناسب با نیاز بدن) تجویز می‌شود.

جهش در ژن ۱، باعث عدم ساخته شدن آنزیم ۱ می‌شود و تبدیل فنیل‌آلانین به تیروزین مختل و در نتیجه شخص مبتلا به فنیل‌کتونوریا می‌شود. در اثر این بیماری، عقب‌ماندگی ذهنی ایجاد می‌شود. جهش در ژن ۳، باعث عدم ساخته شدن آنزیم ۳ می‌شود و تجزیه‌ی هموجنتیسیک اسید متوقف شده و شخص مبتلا به آلکاپتونوریا می‌شود.

۲۵۸ | ۱ | این سؤال از اون سؤال‌های قشنگه! (لابُد می‌گید، این بابا چه‌قدر خودشو تحویل می‌گیره!). ژن DNA پلی‌مراز هسته‌ای، در سلول‌هایی بیان می‌شود که همانندسازی DNAی موجود در هسته صورت می‌گیرد. در **نورون‌ها**، که **تقسیم سلولی ندارند**، همانندسازی DNAی موجود در هسته به چه کارشان می‌آید؟ نورون‌ها **در مرحله‌ی G_1 اینترفاز [البته G_0] متوقف شده‌اند** و دیگر بقیه‌ی مراحل را طی نمی‌کنند. (بنابراین در نورون‌ها، **ژن DNA پلی‌مراز هسته‌ای، رونویسی نمی‌شود**. اما سایر سلول‌های نام برده در گزینه‌ها، همگی تقسیم سلولی داشته واحتیاج به همانندسازی DNA و آنزیم DNA پلی‌مراز دارند. **راستی در نورون‌ها، میتوکندری وجود دارد و ژن مربوط به DNA پلی‌مراز میتوکندریایی، رونویسی می‌شود.**

۲۵۹ | ۲ | **تریکودینا**، نوعی **یوکاریوت** است (ر.ک به صفحه‌ی ۱۴ زیست و آزمایشگاه ۱). **توالی افزاینده**، بخشی از DNA است که در هنگام همانندسازی DNA یوکاریوتی، آن هم همانندسازی می‌شود و چون همانندسازی توسط DNA پلی‌مراز صورت می‌گیرد، پس تشکیل پیوند فسفودی‌استر بین مونومرهای توالی افزاینده را نیز، **DNA پلی‌مراز** کاتالیز می‌کند.

آنتی‌کدون بخشی از **tRNA** است و چون tRNA در یوکاریوت‌ها، توسط **RNA پلی‌مراز III** رونویسی می‌شود، پس تشکیل پیوند فسفودی‌استر بین مونومرهای توالی آنتی‌کدون‌ها در تریکودینا، توسط RNA پلی‌مراز III کاتالیز می‌شود.

۲۶۰ **۳** اینترون‌ها، توالی‌هایی از DNA هستند که بین اگزون‌ها در قسمت ساختاری ژن قرار گرفته‌اند. این توالی‌ها فاقد رمز بوده و بعد از انجام رونویسی از روی ژن، طی پدیده‌ی کوتاه شدن حذف می‌شوند، لذا اگر جهشی در یک اینترون ژن اتفاق افتد، چون بعداً در اثر پدیده‌ی کوتاه شدن حذف می‌شود، معمولاً تأثیری در بیان ژن ندارد و احتمالاً یکی از مزایای وجود اینترون‌ها در ژن‌های یوکاریوتی، همین مسأله است که اثرات جهش را در یوکاریوت‌ها پایین می‌آورند. جهش، در هر کدام از قسمت‌هایی که در گزینه‌های دیگر ذکر شده، اثرات بارزی در بیان ژن دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) **راه‌انداز**: جهش در این قسمت ژن، باعث **اختلال در شناسایی راه‌انداز توسط عوامل رونویسی و RNA پلی‌مراز** شده و رونویسی از ژن را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد.

۲) **اگزون**: جهش در اگزون‌ها، که نواحی رمزکننده‌ی ژن هستند، باعث می‌شود که **انواع اختلال‌ها** و نقص‌هایی که در مبحث جهش در مورد آن‌ها صحبت کردیم، در پروتئین ساخته شده ایجاد شود.

۴) جهش در **جایگاه پایان رونویسی**، باعث می‌شود که عمل **خاتمه‌ی رونویسی، دچار مشکل شود** و همین مسأله، تولید RNA مورد نظر را دچار اختلال می‌کند.

۲۶۱ **۴** به طرح مقابل دقت کنید:

آنتی‌کدون گلیسین C C U
↓
کدون گلیسین G G A
↓
رمز وراثتی گلیسین C C T

۲۶۲ **۱** یادتان هست، در پاسخ تشریحی سؤال ۱۲ ذکر کردیم که رمزهای mRNA (کدون‌ها) چگونه خوانده می‌شوند؟ در آن‌جا ذکر کردیم که کدون آمینواسیدها، به وسیله‌ی tRNA خوانده می‌شوند و به آمینواسید ترجمه می‌شوند. در آن‌جا هم‌چنین تأکید کردیم که **کدون‌های پایان، خوانده نمی‌شوند** یا به عبارتی ترجمه نمی‌شوند [البته لازم به ذکر است که این مطلب، با توجه به کتاب شما ذکر شده است و در بسیاری از کتاب‌های مرجع،کدون پایان نیز جزیی از بخش قابل ترجمه‌ی mRNA محسوب می‌شود.] پس با توجه به کتاب شما، **کدون پایان جزیی از بخش قابل ترجمه محسوب نمی‌شود** و فقط **کدون آمینواسیدها، منطقه‌ی قابل ترجمه‌ی mRNA** را تشکیل می‌دهند. بنابراین در mRNAی مذکور، که ۱۵۰ کدونِ آمینواسید را دارد، ۴۵۰ نوکلئوتید در بخش قابل ترجمه وجود دارد (زیرا هر کدون سه حرفی است). خُب حالا بفرمایید در بین ۴۵۰ نوکلئوتید، چند پیوند فسفودی‌استر وجود دارد؟ بسیار عالی! ۴۴۹ پیوند مبارک فسفودی‌استر. دیگر تردید نکنید و هی نگویید گزینه‌ی (۳) صحیح است! گزینه‌ی (۱)، بر اساس کتاب شما صحیح است، ولی گزینه‌ی (۳)، بر اساس بسیاری از کتاب‌های مرجع صحیح است. والسلام!

۲۶۳ **۳** **RNA پیک لک**، یک RNA سه ژنی است و دارای **سه کدون شروع** و **سه کدون پایان** ترجمه است. (ر.ک به پاسخ تشریحی سؤال ۶۹)

۲۶۴ **۴** اِکلای، یک **پروکاریوت** است. آنزیم **RNA پلی‌مراز**، یک پروتئین است که عمل رونویسی را انجام می‌دهد. در پروکاریوت‌ها (مانند یوکاریوت‌ها) پروتئین‌سازی در سیتوپلاسم انجام می‌شود. پس RNA پلی‌مراز، **در سیتوپلاسم ساخته می‌شود**. از طرفی در پروکاریوت‌ها (به دلیل نداشتن هسته)، رونویسی در سیتوپلاسم انجام می‌شود، پس آنزیم RNA پلی‌مراز، **در سیتوپلاسم فعالیت می‌کند**.

۲۶۵ **۱** مراحل ترجمه را در نظر بگیرید، ورود دومین tRNA، مربوط به مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه است. زمانی‌که رمز دوم به عنوان رمز جدید در جایگاه A قرار گرفته است، tRNAی دوم از طریق جایگاه A وارد ریبوزوم می‌شود. سپس با جابه‌جایی ریبوزوم به سمت جلو، این tRNA وارد جایگاه P می‌شود و با جابه‌جایی بعدی ریبوزوم، از جایگاه P خارج می‌شود. **به طور کلی هر tRNAی جدید (به غیر از tRNA آغازگر) از طریق جایگاه A، وارد ریبوزوم شده و از طریق جایگاه P، خارج می‌شود.** (ر.ک به شکل و پاسخ تشریحی سوال ۲۵)

۲۶۶ **۲**

۲۰۰ جفت نوکلئوتید → ۴۰۰ عدد ⇒ ۴۰۰ × ۲۰٪ = ۸۰G ⇒ ۸۰C

⇓

۸۰G + ۸۰C = ۱۶۰

۴۰۰ − ۱۶۰ = ۲۴۰ < ۱۲۰A / ۱۲۰T

دراین قطعه DNA، ۸۰ جفت نوکلئوتید G، C و ۱۲۰ جفت نوکلئوتید A، T وجود دارد. از طرفی در اطلاعات مسئله، آمده است که بین هر جفت G و C، **سه پیوند هیدروژنی** و بین هر جفت A و T، **دو پیوند هیدروژنی** وجود دارد، پس داریم:

$$\left.\begin{cases} ۸۰\ (G \cdots C) = ۸۰ \times ۳ = ۲۴۰ \\ ۱۲۰\ (A \cdots T) = ۱۲۰ \times ۲ = ۲۴۰ \end{cases}\right\} \Rightarrow ۲۴۰ + ۲۴۰ = ۴۸۰$$ **پیوند هیدروژنی**

۲۶۷ **۳** **همواره تعداد اینترون‌ها، یکی کم‌تر از اگزون‌هاست**، پس در RNA اولیه‌ی حاصل از رونویسی این ژن، ۴ اینترون وجود دارد. در پاسخ تشریحی سؤال ۲۵۲ عرض کردیم که طی فرایند کوتاه شدن، به ازای هر اینترون، دو پیوند فسفودی‌استر می‌شکند و یک پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شود. پس در این‌جا، ۸ پیوند فسفودی‌استر می‌شکند و ۴ پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شود.

۲۶۸ **۳** منظور سؤال این است که، با دو باز آلی A و U چند کدون می‌توان نوشت؟

نسبت کدون‌های فاقد C و G $\rightarrow \frac{۱}{۸} = \frac{۸}{۶۴} \Rightarrow ۲ \times ۲ \times ۲ = ۸$

A, U A, U A, U

تعداد کل کدون‌ها

۲۶۹ **۲** **فعال‌کننده**، نوعی **پروتئین** است و واحدهای ساختمانی آن **آمینواسید** است. **توالی افزاینده**، بخشی از **DNA**های یوکاریوتی است و واحد ساختمانی آن، **دئوکسی ریبونوکلئوتید** است.

۲۷۰ **۴** فکر نمی‌کنم در گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳) شکی داشته باشید. اما **برای اتصال tRNA به آمینواسید، آنزیم لازم است** و به عبارتی در این کار، آنزیم مستقیماً نقش دارد. DNA، مستقیماً الگوی ساخت آنزیم نیست، بلکه از روی آن mRNA ساخته می‌شود و سپس از روی mRNA آنزیم ساخته می‌شود.

۲۷۱ **۱** بی‌کلام!

۲۷۲ **۲** صورت تست را می‌توان این‌گونه مطرح کرد: «با C، G و U چند کدون می‌توان ساخت؟»

تعداد کدون‌های فاقد باز آلی A $\rightarrow$ **۲۷ =** $۳ \times ۳ \times ۳$

C C C
G G G
U U U

۲۷۳ **۴** به جای کدون‌ها، معادل آن‌ها را می‌نویسیم:

$\underbrace{UAA}_{\text{کدون پایان}}$ و $\underbrace{UGC}_{\text{سیستئین}}$ و $\underbrace{UUU}_{\text{فنیل‌آلانین}}$ و $\underbrace{UGU}_{\text{سیستئین}}$ و $\underbrace{UUU}_{\text{فنیل‌آلانین}}$ و $\underbrace{AUG}_{\text{متیونین}}$ و .....

پس از ترجمه‌ی این بخش، ۳ نوع آمینواسید متیونین، فنیل‌آلانین و سیستئین دیده می‌شود.

۲۷۴ **۱** اگر از سال سوم به خاطر داشته باشید، بازهای **پیریمیدینی** یا **تک حلقه‌ای** عبارتند از: C، U وT. اما در کدون‌ها باز آلی T به کار نمی‌رود. به عبارتی صورت سوال می‌گوید: «چه تعداد کدون می‌توان، با بازهای آلی C و U ساخت؟»

$۲ \times ۲ \times ۲ = ۸$

C C C
, , ,
U U U

۲۷۵ **۴** برای پاسخ به این تست، برویم سراغ بررسی تک تک گزینه‌ها:

۱) **آلکاپتونوریا**، نوعی بیماری **ارثی** است و بنابراین علت آن را می‌توان به ژن‌ها نسبت داد. پس طبیعی است که وقتی در ایجاد یک بیماری نوعی ژن دخالت داشته باشد، ژنوتیپ افراد سالم و بیمار یکی نیست. **در تمام بیماری‌های ژنتیکی، ژنوتیپ افراد سالم و مبتلا، با یک‌دیگر متفاوت است.**

بد نیست بدانید که

آلکاپتونوریا نوعی بیماری **اتوزومی مغلوب** است و افراد بیمار، ژنوتیپ کاملاً مغلوب دارند. مثلاً اگر A، ژن سالم و a، ژن معیوب باشد، ژنوتیپ افراد مبتلا، aa و ژنوتیپ افراد سالم می‌تواند AA (سالم خالص) و Aa (سالم ناقل) باشد.

۲) در **افراد سالم، توانایی تجزیه‌ی هموجنتیسیک اسید** وجود دارد و این می‌شود **فنوتیپ** آن‌ها؛ ولی فنوتیپ افراد مبتلا به **آلکاپتونوریا، عدم توانایی تجزیه‌ی هموجنتیسیک اسید** است. آیا فنوتیپ افراد سالم و مبتلا یکی است؟ **در تمام بیماری‌های ژنتیکی، فنوتیپ افراد سالم و مبتلا، با یک‌دیگر متفاوت است.**

۳) راجع به مواد موجود در ادرار، در تست ۲ به تفصیل صحبت کرده‌ایم و قطعاً همگان اتفاق نظر داریم که، مواد موجود در ادرار آن‌ها (افراد سالم و مبتلا) با هم فرق می‌کند.

۴) در مورد این گزینه هم، بعید می‌دانم که کسی شک داشته باشد. هم در افراد سالم و هم در افراد مبتلا به آلکاپتونوریا، [در مسیر متابولیسم آمینواسید فنیل‌آلانین] هموجنتیسیک اسید تولید می‌شود و فقط در افراد سالم، تجزیه می‌شود اما در افراد مبتلا به آلکاپتونوریا تجزیه نمی‌شود. پس **هم افراد سالم و هم افراد مبتلا به آلکاپتونوریا، توانایی تولید هموجنتیسیک اسید را دارند.**

۲۷۶ **۲** اگر ۲۷ نوکلئوتید حذف شود، به عبارتی ۹ کدون $(۳ \div ۲۷)$ حذف می‌شود. mRNA بالغ در کل ۵۰ کدون داشته، که یکی از آن‌ها کدون پایان بوده است. به عبارتی ترجمه‌ی این mRNAی بالغ، می‌تواند یک زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی با ۴۹ آمینواسید را ایجاد کند. پس از حذف ۹ کدون (۹ آمینواسید)، تعداد آمینواسیدها در زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی می‌شود، ۴۰ عدد، و چون در صورت مسئله ذکر شده است بدون متیونین آغازین، پس در نهایت می‌شود ۳۹ آمینواسید.

۲۷۷ **۴** گزینه‌ی (۴) داد می‌زند که من غلطم! زیرا اپراتور، در ساختار اپران‌های پروکاریوتی است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) از سال سوم به خاطر دارید که، **کروماتین** سلول‌های یوکاریوتی از **DNA** و **پروتئین** تشکیل شده است. (ر.ک به صفحه‌ی ۱۱۶ زیست و آزمایشگاه ۲)

۳) در یوکاریوت‌ها، رونویسی در هسته و ترجمه در سیتوپلاسم انجام می‌شود. پس این دو پدیده، از هم مجزا هستند. (ر.ک به صفحه‌ی ۲۳ زیست پیش‌دانشگاهی)

۲۷۸ | ۴ بیدل و تیتوم جهش‌هایی را در کپک نوروسپورا کراسا بررسی کردند که مربوط به ژن‌های کنترل‌کننده‌ی واکنش‌های مهم زیستی متابولیک، از قبیل تولید ویتامین‌ها و آمینواسیدها بودند.

سیستئین نوعی آمینواسید و ریبوفلاوین نوعی ویتامین (B_2) و تیامین نیز نوعی ویتامین (B_1) می‌باشد. اما کلسترول نوعی لیپید از گروه استروئیدها می‌باشد.

۲۷۹ | ۳ هستک در یوکاریوت‌ها، جای بخشی از DNA و پروتئین‌های متصل به آن، RNA و پروتئین است و محلی است که ریبوزوم در آن ساخته می‌شود (ر.ک به صفحه‌ی ۲۶ زیست و آزمایشگاه ۱). می‌دانید که ریبوزوم‌ها، از پروتئین‌ها و انواعی از rRNA ها ساخته شده‌اند. **در محل هستک، ژن‌های مربوط به rRNA ها وجود دارند.** خُب، ژن‌های rRNA ها توسط چه آنزیمی رونویسی می‌شوند؟ آفرین! RNA پلی‌مراز I. **پس در محل هستک، RNA پلی‌مراز I فعالیت می‌کند.** البته با توجه به اطلاعات کتاب‌های درسی شما گزینه‌ی (۳) صحیح است و اگر زمانی در آزمون‌های آزمایشی و یا کنکوربا این سؤال برخورد کردید، حتماً گزینه‌ی (۳) را انتخاب کنید! یه سری به کادر بعدی بزنید، همه چیز را متوجه شوید.

بد نیست بدانید که

منطقه‌ی **هستک**، فقط **حاوی ژن‌های رمزگردان RNAهای ریبوزومی** است و ژن‌های مربوط به پروتئین‌های ریبوزومی، در کروموزوم‌های اصلی سلول است. [البته ما واقعاً توقع نداشتیم که این مطلب را بدانید. به هر حال، این سؤال از دستمان در رفت، ببخشید!]

۲۸۰ | ۲ اپراتور در پروکاریوت‌ها در سیتوپلاسم سلول و توسط پیوند فسفودی استر به یک‌دیگر متصل شده‌اند.

۲۸۱ | ۳ سؤال بسیار مهم و نکته‌داری است. **DNA پلی‌مراز**، نوعی **آنزیم پروتئینی** است که در **همانندسازی DNA** نقش دارد. قبل از این‌که محل سنتز DNA پلی‌مراز را توضیح دهیم، اجازه دهید محل فعالیت DNA پلی‌مراز را در یوکاریوت‌ها بیان کنیم.

در صفحه‌ی ۵۷ زیست پیش‌دانشگاهی، که در مورد منشأ میتوکندری و کلروپلاست صحبت به میان آمده است، در مورد DNA موجود در میتوکندری و کلروپلاست نیز صحبت شده است و از طرفی پر واضح است که در یوکاریوت‌ها، بخش اعظم و اصلی DNA، در هسته وجود دارد. خُب! طبیعتاً هر جا که DNA باشد، همانندسازی آن نیز انجام می‌شود و آنزیم DNA پلی‌مراز مسئول انجام این فرایند است. پس **محل فعالیت DNA پلی‌مراز**، در **هسته** و **دو اندامک میتوکندری و کلروپلاست** است. اما در مورد محل سنتز آنزیم DNA پلی‌مراز در یوکاریوت‌ها؛

یادآوری: در زیست و آزمایشگاه ۱، تأکید کردیم، پروتئین‌هایی که توسط **ریبوزوم‌های شبکه‌ی آندوپلاسمی زبر** ساخته می‌شوند، پس از ورود به دستگاه گلژی، یکی از سه سرنوشت زیر را پیدا می‌کنند:

۱) **به واکوئل می‌روند.** ۲) **به لیزوزوم می‌روند.** ۳) **به بیرون ترشح می‌شوند.**

سایر پروتئین‌های موجود در سلول، که سه سرنوشت فوق را ندارند، توسط **ریبوزوم‌های آزاد موجود در سیتوسل** ساخته می‌شوند و به سایر نقاط سلول می‌روند. آنزیم‌های DNA پلی‌مراز موجود در هسته، میتوکندری و کلروپلاست نیز، طبیعتاً توسط ریبوزوم‌های سیتوسل ساخته می‌شوند.

بد نیست بدانید که

میتوکندری و کلروپلاست، به دلیل داشتن ژن‌هایی در DNA خود، برخی از محصولات خود را، خود عرضه می‌کنند. به عبارتی، از ژن‌های آن‌ها رونویسی شده و سپس در همان اندامک‌ها ترجمه می‌شود و مورد استفاده قرار می‌گیرد. از جمله محصولاتی که توسط **DNA میتوکندری** رمز می‌شوند، **RNAهای ریبوزومی میتوکندری، tRNAها** و **برخی از پروتئین‌های مسیر تنفس سلولی** می‌باشد. بسیاری از پروتئین‌هایی که در میتوکندری فعالیت دارند، از جمله **DNA پلی‌مراز میتوکندریایی، در هسته رمز می‌شوند** و پس از ساخته شدن توسط ریبوزوم‌های سیتوسل، وارد این اندامک می‌شوند. ضمناً از جمله محصولاتی که توسط **DNA کلروپلاست** رمز می‌شوند، می‌توان **RNAهای ریبوزومی کلروپلاست، tRNAها، برخی از زنجیره‌های پلی‌پپتیدی RNA پلی‌مراز، برخی از پروتئین‌های ریبوزومی** و **تعدادی از آنزیم‌هایی که در فتوسنتز نقش دارند**، نام برد. برخی از پروتئین‌های کلروپلاست، از جمله **DNA پلی‌مراز کلروپلاستی**، توسط **ژنوم هسته رمز می‌شوند** و پس از ساخته شدن توسط ریبوزوم‌های سیتوسل، به کلروپلاست منتقل می‌شوند.

۲۸۲ | ۱ با چهار حرف A، U، C و G چند کدون می‌توان ساخت؟ بسیار خُب! ۶۴ کدون. به نظر شما چند تای آن‌ها AUG است؟ طبیعی است که، فقط یکی از آن‌ها AUG است. پس احتمال **ساختن AUG** از چهار حرف A، U، C و G، $\frac{1}{64}$ است.

۲۸۳ | ۱ به جدول زیر دقت کنید:

فرایند	محل انجام در پروکاریوت‌ها	محل انجام در یوکاریوت‌ها
همانندسازی	سیتوپلاسم	هسته، میتوکندری و کلروپلاست
رونویسی	سیتوپلاسم	هسته، میتوکندری و کلروپلاست
ترجمه	سیتوپلاسم	سیتوپلاسم، میتوکندری و کلروپلاست
بالغ شدن RNA اولیه	-	هسته

با توجه به جدول فوق، در پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها، فرایند ترجمه، در سیتوپلاسم انجام می‌شود.

۲۸۴ **۴** هر گونه تغییر در ساختار DNA، جهش محسوب می‌شود. پس حتماً جهش، ژنوتیپ یک سلول را تغییر می‌دهد، اما ممکن است بر فنوتیپ آن مؤثر نباشد. به همین دلیل، ساختار و عملکرد سلول نیز (که به نوعی فنوتیپ محسوب می‌شوند)، ممکن است، تغییر نکند.

۲۸۵ **۳** تفاوت سلول‌های تمایزیافته‌ی بدن یک فرد، اختلاف در فنوتیپ آن‌ها یا پروتئین‌های آن‌هاست. طبیعتاً اگر سلول‌ها در پروتئین‌هایشان با یک‌دیگر متفاوت باشند، پس حتماً mRNAهای متفاوتی نیز دارند.

۲۸۶ **۴** ما می‌توانیم ابتدا، تعداد رمزهایی را که با A، U و G می‌سازیم، محاسبه کنیم. این رمزها، رمزهایی هستند که **فاقد C** می‌باشند، سپس تعداد آن‌ها را، از تعداد کل (۶۴ رمز) کم کنیم، تا تعداد رمزهای سیتوزین‌دار محاسبه شود:

تعداد رمزهای دارای C : ۶۴ − ۲۷ = **۳۷** ⇐ تعداد رمزهای فاقدC : ۲۷= | ۳ × ۳ × ۳ |

A A A
U U U
G G G

نسبت رمزهای دارای C = $\frac{۳۷}{۶۴}$

۲۸۷ **۱** برای پاسخ به این سؤال، با کامل کردن صورت سؤال، به بررسی گزینه‌ها می‌پردازیم:

۱) «توالی ATT، فقط در DNA دارای مکمل است». اگر از روی توالی ATT در بخشی از رشته‌ی الگو، RNA ساخته شود، از روی آن UAA ساخته می‌شود. پس توالی ATT در DNA، مکمل UAA در RNA می‌باشد.

۲) «توالی ATT، می‌تواند برای ساخت یک آنتی‌کدون، الگو قرار بگیرد.» اگر این توالی، بخشی از رشته‌ی الگو برای ساخت یک tRNA باشد، از روی ATT، آنتی‌کدون UAA ساخته می‌شود. آنتی‌کدون UAA، مکمل کدون AUU [کدون ایزولوسین] است.

مواظب باشید

UAA به عنوان **آنتی‌کدون** برای کدون AUU است. اما کدون UAA، که کدون پایان است، آنتی‌کدونی ندارد. این دو تا را لطفاً با هم قاطی نکنید‌ها! لطفاً به شکل پاسخ تشریحی سوال ۱۱ مراجعه کنید؛ آیا این باز و در آن‌جا (ساختار برگ شبدری) دیده نمی‌شود؟!

۳) «توالی ATT، ممکن است الگویی برای ساخته شدن یک کدون باشد.» اگر این توالی، بخشی از رشته‌ی الگو برای ساخت یک mRNA باشد، از روی ATT، کدون UAA ساخته می‌شود که کدون پایان است. باور کنید کدون پایان هم، بالاخره یک کدون است!

۴) «توالی ATT، در ساختار هیچ tRNAیی نمی‌تواند وجود داشته باشد.» در tRNA (البته در حد کتاب شما)، باز آلی T به کار نرفته است؛ بنابراین در tRNA، توالی ATT وجود ندارد.

۲۸۸ **۴** تنظیم بیان اپران‌ها بر عهده‌ی پروتئین‌های تنظیم‌کننده، توالی‌های تنظیمی (راه‌انداز و اپراتور) و عوامل تنظیم‌کننده است. اما پروتئین تنظیم‌کننده، خود، محصول یک ژن تنظیم‌کننده (نوعی ژن ساختاری) است. نتیجه این‌که تمام موارد ذکر شده، غیرمستقیم (در مورد ژن ساختاری با ساختن پروتئین تنظیم‌کننده) و یا مستقیم (در سایر موارد)، در تنظیم بیان یک اپران شرکت دارند.

۲۸۹ **۲** واقعاً توقع دارید برای این تست هم، پاسخ تشریحی بنویسم!

۲۹۰ **۳** RNA پلی‌مراز، نوعی آنزیم و از جنس پروتئین است، بنابراین مونومرهای سازنده‌ی آن، آمینواسید است. در صورتی‌که سایر گزینه‌ها، RNA هستند و مونومر سازنده‌ی آن‌ها، ریبونوکلئوتیدها می‌باشند.

۲۹۱ **۴** اگر تعداد رمزهایی که نوکلئوتید تکراری ندارند را به دست آوریم و از تعداد کل رمزها (۶۴ رمز) کم کنیم، تعداد رمزهایی به دست می‌آید که دارای نوکلئوتید تکراری هستند. اما چگونه تعداد رمزهایی را که نوکلئوتید تکراری ندارند، به‌دست آوریم؟ اگر از مبحث آنالیز ترکیبی به خاطر داشته باشید، می‌توانیم تعداد رمزهای بدون حروف تکراری را این‌گونه به دست آوریم:

	نوکلئوتید سوم		نوکلئوتید دوم		نوکلئوتید اول
	(جایگشت سوم)		(جایگشت دوم)		(جایگشت اول)
تعداد رمزهای بدون حروف تکراری: ۲۴ =	۲	×	۳	×	۴

تعداد رمزهایی که دارای نوکلئوتید تکراری هستند: ۶۴ − ۲۴ = **۴۰**

نسبت رمزهایی که دارای نوکلئوتید تکراری هستند: $\frac{۴۰}{۶۴} = \boxed{\frac{۵}{۸}}$

۲۹۲ **۲** این سؤال را باید چند بار خواند، تا فهمید چه می‌گوید! آنزیم‌های RNA پلی‌مراز یوکاریوتی از چه جنسی هستند؟ آفرین! پروتئین! از روی ژن رمزگردان پروتئین‌ها، چه آنزیمی رونویسی می‌کند؟ بسیار عالی! RNA پلی‌مراز II، زیرا می‌خواهد mRNA بسازد. خُب آیا به نظر شما، از روی ژن رمزگردان RNA پلی‌مراز II، خود RNA پلی‌مراز II رونویسی نمی‌کند؟ بسیار خُب! پس به جواب سؤال رسیدید.

۲۹۳ **۳** به‌طور معمول توالی CCA در tRNA می‌تواند در mRNA کدون داشته باشد و حتماً در جایگاه پذیرنده‌ی آمینواسید قرار دارد و می‌تواند به‌عنوان آنتی‌کدون در tRNA باشد و از توالی GGT رونویسی شده است.

۲۹۴ **۳** اگر به پاسخ تست ۱۷۳ مراجعه کنید، درمی‌یابید تعداد رمزهایی که دو نوکلئوتید T دارند، ۹ عدد و تعداد رمزهایی که سه نوکلئوتید T دارند، ۱ عدد است. پس در مجموع، تعداد رمزهایی که بیش از دو نوکلئوتید T دارند، می‌شود ۱۰ عدد. نسبت این رمزها به کل رمزها می‌شود $\frac{10}{64}$ یا $\boxed{\frac{5}{32}}$

۲۹۵ **۲** این تست را فقط با دانستن این مطلب که «**در ادرار افراد مبتلا به آلکاپتونوریا، هموجنتیسیک اسید وجود دارد.**» می‌توان پاسخ داد، حتی اگر راجع به وجود یا عدم وجود دو ماده‌ی دیگر در ادرار، چیزی ندانید. اما با اطلاعاتی که در مورد این بیماری دارید به راحتی می‌توانید دریابید که موارد B و C در ادرار افراد مبتلا به این بیماری وجود ندارد. البته شاید بپرسید چگونه؟ این‌گونه: با توجه به این‌که در افراد مبتلا به آلکاپتونوریا، هموجنتیسیک اسید تجزیه نمی‌شود، قاعدتاً مواد حاصل از تجزیه‌ی آن هم، وجود ندارد. ضمناً در این افراد، اساساً آنزیم تجزیه‌کننده‌ی هموجنتیسیک اسید وجود ندارد که بخواهد وارد ادرار شود.

و اما دو سؤال:

در افراد سالم، که آنزیم تجزیه‌کننده‌ی هموجنتیسیک اسید وجود دارد، آیا این آنزیم، وارد ادرار می‌شود؟ به نظر شما اگر صورت تست به این صورت بود: «در ادرار افراد سالم، کدام دسته از مواد زیر وجود ندارد؟» جواب تست کدام گزینه می‌شد؟ آفرین! گزینه‌ی (۴). زیرا در افراد **سالم**، هموجنتیسیک اسید، تجزیه می‌شود و وارد ادرار نمی‌شود. از طرفی اگر از زیست و آزمایشگاه ۱ به خاطر داشته باشید، در هنگام ورود مواد به داخل کپسول بومن، در حین پدیده‌ی تراوش، مولکول‌های درشت (مانند پروتئین‌های خون)، وارد کپسول بومن و در نتیجه ادرار نمی‌شوند (ر.ک به صفحه‌ی ۱۰۶ زیست و آزمایشگاه ۱). آنزیم تجزیه‌کننده‌ی هموجنتیسیک اسید به دلیل این‌که نوعی پروتئین است، به طور طبیعی در ادرار افراد سالم دیده نمی‌شود.

۲۹۶ **۱** tRNAیی که دارای آنتی‌کدون UAC است، مکمل کدون AUG (که کدون متیونین است) می‌باشد. این tRNA قطعاً، ویژه‌ی حمل آمینواسید متیونین است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) مگر می‌شود در سلولی پروتئین‌سازی انجام شود، و آمینواسید متیونین به عنوان اولین آمینواسید در زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی حضور نداشته باشد؟

۳) اگر این tRNA، tRNA آغازگر باشد، پس حتماً به جایگاه P ریبوزوم وارد شده است و از همان جایگاه هم خارج می‌شود. اما مگر آمینواسید متیونین، در قسمت‌های دیگر زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی به کار نمی‌رود؟ پس tRNAی حامل متیونین، می‌تواند در مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه، از جایگاه A وارد و از جایگاه P خارج شود. (لطفاً به پاسخ تشریحی سؤال‌های ۲۴۶ و ۲۴۸ مراجعه کنید. در آن‌جا تذکر داده شده است که، هر tRNAیی که آنتی‌کدون UAC دارد، tRNA آغازگر نیست و از طرفی هر tRNAیی که حامل متیونین است، حتماً دارای آنتی‌کدون UAC است.)

۴) در توضیح گزینه‌ی (۳) عرض کردیم، که اگر این tRNA، tRNA آغازگر باشد از جایگاه P وارد و از جایگاه P نیز خارج می‌شود.

۲۹۷ **۱**

بد نیست بدانید که

در طبیعت، بیش از ۱۰۰ نوع آمینواسید وجود دارد که فقط ۲۰ نوع آن در ساختار پروتئین‌ها به کار می‌رود.

اگر قرار باشد که رمزهای DNA برای صد آمینواسید کافی باشد، باید $4^x \geq 100$ باشد (x = تعداد حروف در رمزها). زمانی این نامعادله برقرار است که x حداقل ۴ باشد. یعنی در این حالت، تعداد رمزها ۲۵۶ عدد خواهد بود که می‌تواند ۱۰۰ آمینواسید را رمز کند.

۲۹۸ **۴** به شکل مقابل دقت کنید:

CCUUUA(AUG(GCC)UAC)GGCAUCGC

اولین کدون ورودی به جایگاه A دومین کدون ورودی به جایگاه A

خُب، اگر دومین کدون ورودی به جایگاه A، UAC باشد، به نظر شما دومین آنتی‌کدون ورودی به جایگاه A چیست؟ بسیار عالی! AUG

۲۹۹ **۲** در پاسخ تشریحی سؤال ۲۱۶ ذکر کردیم که اگر ریبوزوم n بار جابه‌جایی انجام دهد، داریم:

شماره‌ی رمز جایگاه A	شماره‌ی رمز جایگاه P	تعداد جابه‌جایی ریبوزوم
n + ۲	n + ۱	n

و چون ریبوزوم، هنگام ترجمه‌ی کامل، n بار حرکت کرده است، پس کدون پایان، کدون n + ۲ است و زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی حاصل، n + ۱ آمینواسید دارد (شماره‌ی رمز جایگاه P). تعداد پیوندهای پپتیدی، یکی کم‌تر از تعداد آمینواسیدهاست:

تعداد پیوندهای پپتیدی $(n+1)-1=\boxed{n}$

۳۰۰ **۲** براساس کتاب درسی، رونویسی در پروکاریوت‌ها، مانند استافیلوکوکوس اورئوس، سه مرحله دارد که در مرحله‌ی دوم آن، RNA پلی‌مراز (پروکاریوتی) دو رشته‌ی DNA را از یک‌دیگر باز می‌کند و همان‌طور که می‌دانید از دو رشته‌ی مولکول DNA، یکی از آن‌ها به‌عنوان الگو قرار می‌گیرد؛ پس می‌توان گفت در مرحله‌ی دوم رونویسی استافیلوکوکوس اورئوس، دو رشته‌ی الگو و غیر الگوی DNA از هم جدا می‌شوند، به‌عبارتی آنزیم RNA پلی‌مراز (پروکاریوتی) پیوند هیدروژنی بین بازهای آلی آن‌ها را می‌شکند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) مرحله‌ی اول رونویسی در پروکاریوت‌ها با اتصال (مستقیم) RNA پلی‌مراز به قسمتی از ژن به‌نام راه‌انداز ژن شروع می‌شود. راه‌انداز، قسمتی از DNA است که به RNA پلی‌مراز امکان می‌دهد رونویسی را از محل صحیح آغاز کند و مثلاً این کار را از وسط ژن شروع نکند. راه‌انداز در نزدیکی جایگاه آغاز رونویسی (اولین نوکلئوتیدی از DNA که رونویسی می‌شود) قرار دارد.

۳) در مرحله‌ی پایان ترجمه، طی آخرین حرکت ریبوزوم، وقتی یکی از کدون‌های پایان درون جایگاه A ریبوزوم قرار گرفت، ترجمه پایان می‌پذیرد.

۴) در مرحله‌ی آغاز ترجمه، بخش کوچک‌تر ریبوزوم در مجاورت کدون آغاز به mRNA متصل می‌شود. کدون آغاز، AUG است و متیونین را رمز می‌کند. اولین tRNA که tRNA ی آغازگر نام دارد، با کدون آغاز (نخستین رمز)، رابطه‌ی مکملی برقرار می‌کند، سپس بخش بزرگ ریبوزوم به بخش کوچک می‌پیوندد و ساختار ریبوزوم برای ترجمه کامل می‌شود.

۳۰۱ **۲** عدد کروموزومی تمام سلول‌های سوماتیک انسانی $2n = 46$ است. آن‌چه که سلول‌های سوماتیک مختلف یک انسان را از یک‌دیگر متمایز می‌کند، نوع بیان ژن‌ها و فنوتیپ آن‌ها (پروتئین‌های آن‌ها) می‌باشد. تمام سلول‌های یک انسان، ژنوتیپ مشابه دارند. در گزینه‌ی (۳)، ژنوتیپ کار را خراب کرده است. بیان ژن‌ها متفاوت است، اما ژنوتیپ‌ها متفاوت نیستند. در هسته‌ی تمام سلول‌های یوکاریوتی، هیستون‌ها وجود دارند و باعث فشردگی DNA در هسته می‌شوند.

۳۰۲ **۲** این شکل، مرحله‌ی پایان پروتئین‌سازی را نشان می‌دهد. آمینواسید A، آخرین آمینواسید زنجیره‌ی پپتیدی و آمینواسید C، اولین آمینواسید زنجیره‌ی پپتیدی یا همان متیونین است. برای درک بهتر، به پاسخ تشریحی سؤال ۳۲۶ و همین‌طور مرور مراحل ترجمه، در پاسخ تشریحی سؤالات ۲۴، ۲۵ و ۲۶ مراجعه نمائید.

۳۰۳ **۴** در یک mRNAی سه ژنی، سه رمز آغاز وجود دارد. اما آیا در این mRNA، ممکن نیست که کدون AUG، به عنوان کدون متیونین در سایر قسمت‌های قابل ترجمه نیز وجود داشته باشد؟ طبیعتاً متیونین به غیر از آغاز در هر جای دیگر زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی نیز، می‌تواند وجود داشته باشد. پس در این mRNA، تعداد کدون‌های AUG، **حداقل** ۳ تاست. اما حداکثر آن نامشخص است، زیرا توالی کدون‌ها را در این mRNAی سه ژنی به ما نداده است.

۳۰۴ **۱** در صورتی‌که یک RNA بالغ یوکاریوتی در مقابل رشته‌ی الگو قرار گیرد، رونوشت اگزون‌ها که در RNAی بالغ وجود دارند با توالی اگزون‌ها در رشته‌ی الگوی DNA، مکمل می‌شوند و برای توالی‌های اینترونی رشته‌ی الگو، در RNAی بالغ، مکملی وجود ندارد. برای فهم بیش‌تر مطلب، به پاسخ تشریحی سؤال ۲۸ مراجعه نمائید.

۳۰۵ **۲** هیستون‌ها نوعی پروتئین یوکاریوتی هستند که در فشردگی DNA دخالت دارند. ژن رمزگردان مربوط به پروتئین‌ها در یوکاریوت‌ها، توسط RNA پلی‌مراز II رونویسی می‌شود.

۳۰۶ **۱** در پایان مرحله‌ی آغاز ترجمه، با پیوستن بخش بزرگ ریبوزوم به بخش کوچک، ساختار ریبوزوم برای ترجمه کامل می‌شود. بلافاصله پس از این مرحله، مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه با ورود tRNA ی حامل آمینواسید دوم (مربوط به کدون دوم) به جایگاه A ریبوزوم آغاز می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ و۴) پس از ورود tRNA ی حامل دومین آمینواسید به جایگاه A ریبوزوم، پس از آن‌که پیوند بین نوکلئوتید A دار tRNA ی آغازگر و آمینواسید متیونین در جایگاه P ریبوزوم شکسته شد، پیوند پپتیدی بین آمینواسید اول و دوم در جایگاه A ریبوزوم (طی واکنش سنتز آب‌دهی و انرژی‌خواه) تشکیل شده و ریبوزوم یک کدون به جلو حرکت می‌کند.

۳) در مرحله‌ی آغاز ترجمه، پس از آن‌که بخش کوچک ریبوزوم به mRNA متصل شد، به‌طوری که رمز AUG در جایگاه P ریبوزوم قرار گرفت، آنتی‌کدونِ tRNA ی حامل آمینواسید اول (آغازگر) با کدون آغاز رابطه‌ی مکملی برقرار می‌کند.

۳۰۷ **۴** اگر به صفحه‌ی ۱۴ زیست و آزمایشگاه ۱ مراجعه کنید، این نکات را درباره‌ی **تریکودینا** در می‌یابید:

۱) **مژک‌دار** است (مژک وسیله‌ی حرکتی است و تریکودینا، با آن حرکت می‌کند).

۲) دارای **دهان سلولی** است.

۳) دارای **خارهای اتصال‌دهنده** به سطح بدن ماهی‌هاست.

۴) مانند فرفره بر روی بدن ماهی‌ها می‌لغزد.

۵) از **باکتری‌های** روی بدن ماهی‌ها **تغذیه** می‌کند.

۶) دارای **یک هسته‌ی نعلی شکل** است (**یوکاریوت** است).

گزینه‌های (۱) و (۲) که در بالا آمده‌اند. از طرفی چون یوکاریوت است، دارای سه نوع RNA پلی‌مراز است. اما چون یوکاریوت است، اپران ندارد. اپران فقط در پروکاریوت‌ها یافت می‌شود.

۳۰۸ | ۳ به واژه‌ی «نوع» در گزینه‌ی (۳) دقت کنید. همه‌ی ژن‌های پروکاریوتی، چه آن‌هایی که در مجاورت هم قرار دارند و چه آن‌هایی که در مجاورت هم قرار ندارند، توسط یک نوع آنزیم (RNA پلی‌مراز پروکاریوتی) رونویسی می‌شوند. هم‌چنین توجه داشته باشید که ژن‌هایی که در بخش ساختاری یک اپران در مجاورت هم قرار دارند، توسط یک آنزیم رونویسی می‌شوند؛ مثلاً در اپران لک، هر سه ژن ساختاری توسط یک آنزیم RNA پلی‌مراز پروکاریوتی رونویسی می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) همه‌ی باکتری‌ها، یک مولکول DNA ی حلقوی در ناحیه‌ی نوکلئوئیدی خود دارند که به غشای سلول متصل است، اما منظور طراح محترم از دومین مولکول DNA ی حلقوی موجود در باکتری‌ها، پلازمید بوده است. توجه داشته باشید که پلازمید، تنها در بعضی از باکتری‌ها دیده می‌شود و حتی ممکن است گاهی به تعداد بیش‌تر از یکی در یک باکتری دیده شود.

۲ و ۴) هر اپران در باکتری‌ها در بخش ساختاری خود یک یا چند ژن ساختاری دارد و نمی‌توان گفت هر RNA از روی چند ژن مجاور رونویسی می‌شود؛ زیرا ممکن است یک RNA از بخش ساختاری اپرانی رونویسی شود که تنها یک ژن دارد، به همین خاطر نیز نمی‌توان گفت هر ژن، در مجاورت بخش تنظیم‌کننده‌ی ویژه‌ی خود قرار می‌گیرد؛ زیرا ممکن است در ساختار یک اپران، چند ژن ساختاری در مجاورت یک بخش تنظیم‌کننده قرار گیرند.

۳۰۹ | ۳ در سلول‌های پانکراس انسان، به دلیل یوکاریوت بودن، ژن انسولین در هسته رونویسی می‌شود. در باکتری دست‌ورزی شده، ژن انسولین توسط RNA پلی‌مراز پروکاریوتی و در سیتوپلاسم رونویسی می‌شود. (باکتری که هسته ندارد!)

۳۱۰ | ۴ در بدن **یک فرد، تفاوت در شکل و عملکرد سلول‌های** مختلف، در اصل، ناشی از **اختلاف در بیان ژن‌ها**ست، زیرا همگی ژنوتیپ یکسان دارند. سلول‌های جنینی یک فرد در اثر تغییر در بیان ژن‌ها به سلول‌های مختلفی، تمایز می‌یابند. در اصل، سلول‌های جنینی یک فرد با سلول‌های بالغ او، هم ژنوتیپ است، اما تفاوت در بیان ژن‌ها، سبب تمایز و ایجاد سلول‌های مختلف تمایزیافته می‌شود. اما تفاوت سلول‌های گیاهی با سلول‌های جانوری به دلیل بیان مختلف ژن‌ها نیست، زیرا سلول‌های گیاهی با سلول‌های جانوری، هم ژنوتیپ نیستند. **تفاوت سلول‌های جانوری و سلول‌های گیاهی**، در اصل به دلیل **اختلاف در ژنوتیپ** آن‌هاست.

۳۱۱ | ۴ تغییر رنگ موهای روباه قطبی در تابستان و زمستان، نمونه‌ای از اثر محیط بر روی بروز صفات است. در حقیقت، تغییر در دمای محیط، باعث بیان یا عدم بیان آنزیم‌های تولیدکننده‌ی رنگیزه در بدن این جاندار می‌شود. این حالت، خود نمونه‌ای از تنظیم بیان ژن است، زیرا ژنوتیپ روباه قطبی در زمستان و تابستان یکی است. (ر.ک به صفحات ۱۷۲ و ۱۷۳ زیست و آزمایشگاه ۲)

بد نیست بدانید که

در روباه قطبی، گیرنده‌های حسی در دست، پا و نوک بینی وجود دارند. تغییر دمای محیط، سبب فرستادن پیام عصبی و درنهایت تغییر در بیان ژن‌ها می‌شود. به طوری که گرمای تابستان، سبب بیان ژن‌های مربوط به آنزیم‌های سازنده‌ی رنگیزه و در نتیجه ایجاد رنگ تابستانی (قرمز مایل به قهوه‌ای) و سرمای زمستان، سبب عدم بیان ژن‌های مربوط به آنزیم‌های سازنده‌ی رنگیزه و در نتیجه ایجاد رنگ زمستانی (رنگ سفید) می‌شود.

۳۱۲ | ۲ RNA پلی‌مراز I، نوعی آنزیم یوکاریوتی است و طبیعتاً از جنس پروتئین است. مونومر پروتئین‌ها، آمینواسیدها هستند. در حین ترجمه، نوعی RNA ریبوزومی، اتصال آمینواسیدها را بر عهده دارد (ر.ک به صفحه‌ی ۵۳ زیست پیش‌دانشگاهی). از طرفی پروتئین‌سازی در یوکاریوت‌ها در سیتوپلاسم انجام می‌شود.

۳۱۳ | ۱ اپران‌هایی که اپراتور ندارند، همواره به طور یکنواخت روشن هستند و محصولات آن‌ها، عرضه می‌شوند؛ زیرا در صورت وجود اپراتور، پروتئین مهارکننده می‌تواند به اپراتور متصل شود و اپران را خاموش کند.

اپران‌های گزینه‌های (۱) و (۴) اپراتور ندارند، بنابراین به طور یکنواخت روشن هستند. اما در صورت سؤال خواسته شده است که کدام اپران، علاوه بر این‌که به طور یکنواخت روشن است، محصولات متنوع‌تری را نیز دارد؟ طبیعتاً اپران گزینه‌ی (۱) با داشتن سه ژن ساختاری، محصولات متنوع‌تری را دارد.

۳۱۴ | ۳ در اشریشیاکلای، یک اپران ممکن است بیش از یک ژن ساختاری داشته باشد و در نتیجه یک mRNA می‌تواند رمز ساخته شدن بیش از یک آنزیم را داشته باشد. بخش تنظیم‌کننده‌ی اپران لازم است توالی راه‌انداز و اپراتور را داشته باشد. در بعضی باکتری‌ها مولکول‌های DNA حلقوی کوچکی وجود دارد که ژن‌هایی که در کروموزوم اصلی وجود دارد در آن‌ها وجود ندارد.

۳۱۵ | ۲ برای رشد این سلول، ماده‌ی D ضروری است. اگر به این جهش‌یافته، ماده‌ی B بدهیم، رشد می‌کند؛ پس قطعاً آنزیم‌های (۳) و (۴) سالم‌اند، زیرا B به C و C به D تبدیل می‌شود تا سلول رشد کند. آیا اگر به سلول، ماده‌ی A بدهیم رشد می‌کند؟ از فرض مسئله این گونه برداشت می‌شود که در صورت دادن ماده‌ی A، سلول رشد نمی‌کند، پس ماده‌ی A به B تبدیل نمی‌شود. بنابراین آنزیم ۲ قطعاً معیوب است. حالا به نظر شما آنزیم (۱) سالم است یا معیوب؟ این مشخص نیست، زیرا ممکن است پیش‌ماده‌ی X به A تبدیل شود (آنزیم ۱ سالم باشد)، اما چون آنزیم (۲) معیوب است، ادامه‌ی مسیر امکان‌پذیر نیست. پس راجع به آنزیم (۱) نمی‌توان نظر قطعی داد.

۳۱۶ **۳** اگر در یک mRNA، n اینترون وجود داشته باشد، ۲n پیوند فسفودی‌استر شکسته می‌شود و n پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شود. پس داریم:

$۲n + n = ۱۸ \Rightarrow ۳n = ۱۸ \Rightarrow \boxed{n = ۶}$: به ازای n اینترون

اگر ۶ اینترون داشته باشیم، به تعداد یکی بیش‌تر، اگزون داریم، یعنی ۷ اگزون.

۳۱۷ **۴** اگر خاطرتان باشد، قبلاً عرض کردیم که ژنوتیپ تمام سلول‌های بدن یک فرد، با هم یکی است و تنها تفاوت آن‌ها با یک‌دیگر در بیان ژن‌هاست. پس ژن **آنزیم انیدرازکربنیک** در تمام سلول‌های بدن (به شرطی که هسته‌ی خود را از دست نداده باشند)، وجود دارد. اریتروسیت‌های (گلبول‌های قرمز) بالغ، هسته‌ی خود را از دست داده‌اند و ژن آنزیم انیدرازکربنیک را ندارند. در این سلول‌ها این آنزیم در غشاء وجود دارد، اما ژن آن دیگر وجود ندارد. [البته در اریتروسیت‌ها، mRNAهای مربوط به آن آنزیم وجود دارد و ترجمه می‌شود.]

۳۱۸ **۲** اندامک‌های کلروپلاست، میتوکندری و هسته دارای ژنوم هستند و در آن‌ها رونویسی انجام می‌شود. شبکه‌ی آندوپلاسمی زبر، DNA ندارد و در آن رونویسی انجام نمی‌شود.

۳۱۹ **۱** سلول‌های همراه در مجاورت لوله‌های غربالی (آوندهای آبکش) قرار دارند و دارای اندامک و هسته‌اند (ر.ک به صفحه‌ی ۵۱ زیست و آزمایشگاه ۱)، پس در آن‌ها فرایند رونویسی انجام می‌شود. سلول اسکلرئید بالغ، نوعی سلول اسکلرانشیمی است که به دلیل ضخیم بودن دیواره‌ی چوبی، پروتوپلاسم سلول از بین رفته و سلول مرده است (طفلک!) و قاعدتاً در سلول مرده رونویسی انجام نمی‌شود. سلول آوند چوبی بالغ نیز، غشای سلولی، هسته و سیتوپلاسم خود را از دست داده و مرده است (ر.ک به صفحه‌ی ۵۰ زیست و آزمایشگاه ۱). سلول آوند آبکشی بالغ، یا فاقد اندامک است و یا اندامک‌های تغییر یافته دارد. به هر حال دارای هسته نیست که در آن فرایند رونویسی انجام شود. (ر.ک به صفحه‌ی ۵۰ زیست و آزمایشگاه ۱)

۳۲۰ **۴** آنزیم RNA پلی‌مراز یوکاریوتی، به تنهایی قادر به شناسایی راه‌انداز مربوط به خود نیست و به عوامل رونویسی احتیاج دارد. سایر فعالیت‌های ذکر شده در گزینه‌های (۱) تا (۳)، جزء فعالیت‌های RNA پلی‌مراز II می‌باشد. (ر.ک به پاسخ تشریحی سؤال ۵۳)

۳۲۱ **۴** با گزینه‌های (۱) و (۲) بعید می‌دانم که مشکلی داشته باشید. اما در مورد گزینه‌ی (۳) باید عرض کنم که **کپک نوروسپورا** نوعی **قارچ** است و از لحاظ عدد کروموزومی **هاپلویید** می‌باشد. در سلول‌های هاپلویید، از هر ژن، فقط یک نسخه وجود دارد. اما در مورد گزینه‌ی (۴)، آیا همه‌ی پروتئین‌ها دارای یک زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی هستند؟ اگر یادتان باشد، نظریه‌ی یک ژن- یک آنزیم به همین دلیل به نظریه‌ی یک ژن- یک زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی تغییر یافت. چون همه‌ی آنزیم‌ها یا همه‌ی پروتئین‌ها دارای یک زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی نیستند و بسیاری از آن‌ها بیش از یک زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی دارند و تولید هر زنجیره، توسط یک ژن رهبری می‌شود و در نتیجه، تولید یک پروتئین که دارای چند نوع زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی است، توسط چند نوع ژن، رهبری می‌شود. پس به این دلیل، گزینه‌ی (۴) مردود اعلام می‌شود.

۳۲۲ **۱** آنزیم هلیکاز در باز کردن دو رشته‌ی DNA در هنگام همانندسازی DNA نقش دارد. چون آنزیم **هلیکاز**، **پروتئین** است، پس **در سیتوپلاسم ساخته می‌شود** و چون در فرایند **همانندسازی DNA** نقش دارد، **در هسته فعالیت می‌کند**.

۳۲۳ **۲** در پاسخ تشریحی سؤال ۱۵۹ با ذکر دلیل عرض کردیم که از لحاظ تعداد مونومر، رابطه‌ی زیر برقرار است:

زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی 〈 mRNA بالغ 〈 mRNA اولیه 〈 ژن

پس با توجه به رابطه‌ی فوق، طبیعی است که تعداد مونومرهای ژن گلوکاگون از تعداد مونومرهای سایر گزینه‌ها بیش‌تر است و به همین دلیل، برای هیدرولیز آن به مونومرهایش، تعداد مولکول‌های آب بیش‌تری لازم است.

۳۲۴ **۲** هنگام شروع ترجمه، اتصال ریبوزوم به این mRNA به صورت زیر است:

CGACCCGCG $\boxed{\text{AUG CUC}}$ ACA

P A

پس اولین کدونی که در جایگاه A قرار می‌گیرد، **کدون CUC** است.

۳۲۵ **۴** زمانی‌که باکتری در محیط حاوی لاکتوز است، لاکتوز وارد باکتری شده و به آلولاکتوز تبدیل می‌شود. آلولاکتوز با اتصال به مهارکننده و تغییر شکل آن، مانع از اتصال مهارکننده به اپراتور می‌شود. در نتیجه RNA پلی‌مراز می‌تواند عمل رونویسی را از روی ژن‌های ساختاری انجام دهد و آنزیم‌های مورد نیاز برای جذب و تجزیه‌ی لاکتوز، ساخته می‌شود. زمانی‌که باکتری در محیط **فاقد لاکتوز** است، **مهارکننده به اپراتور متصل است** و مانع از حرکت RNA پلی‌مراز می‌شود، بنابراین **اپران خاموش** می‌شود.

۳۲۶ **۳** با توجه به شناختی که از مراحل ترجمه داریم (ر.ک به پاسخ تشریحی سؤالات ۲۴، ۲۵ و ۲۶)، در زنجیره‌ی پپتیدی متصل به tRNAی جایگاه A، آخرین آمینواسیدی که وارد جایگاه A شده است، همان آمینواسیدی است که مستقیماً به tRNAی موجود در جایگاه A متصل است.

مثلاً در این شکل، آمینواسید شماره‌ی (۱)، آخرین آمینواسیدی است که وارد جایگاه A شده است. در این شکل، آمینواسید شماره‌ی (۵) همان متیونین است که فقط وارد جایگاه P شده است. بقیه‌ی آمینواسیدها به همراه tRNAی متصل به آن‌ها، وارد جایگاه A شده‌اند. به عبارتی اولین آمینواسیدی که وارد جایگاه A شده است، آمینواسید شماره‌ی (۴) است و به همین ترتیب، دومین آمینواسیدی که وارد جایگاه A شده است، آمینواسید شماره‌ی (۳) است و ...

تذکر: tRNA موجود در جایگاه P، فاقد آمینواسید است و به همراه جابه‌جایی ریبوزوم، از جایگاه P خارج می‌شود.

مواظب باشید

در این تست، **اولین آمینواسیدی که وارد جایگاه A شده** است را می‌خواهد، **نه اولین آمینواسیدی که در شروع پروتئین‌سازی، وارد ریبوزوم** شده است. طبیعتاً اولین آمینواسیدی که در پروتئین‌سازی شرکت کرده، آمینواسید متیونین است که در این شکل، آمینواسید شماره‌ی (۵) است. در حقیقت، اولین آمینواسیدی که وارد جایگاه A شده است، همان دومین آمینواسیدی است که در زنجیره‌ی پپتیدی قرار گرفته است، یعنی آمینواسید شماره‌ی (۴).

۳۲۷ **۴** در هنگام رونویسی، از روی یکی از دو رشته‌ی ژن، رونویسی انجام می‌شود، پس طبیعتاً RNA ساخته شده، با همان رشته‌ی الگو می‌تواند پیوند مکملی هیدروژنی تشکیل دهد.

۳۲۸ **۳** در ساختار ژنوم یوکاریوت‌ها اینترون دیده می‌شود. مخمرنان، نوعی قارچ و یوکاریوت است، دیاتوم نوعی آغازی است. عامل مولد مالاریا (پلاسمودیوم)، از فرمانروی آغازیان و یوکاریوت است اما عامل مولد دیفتری، کورینه‌باکتریوم دیفتریا، نوعی یوباکتری است و در ساختار ژنوم خود اینترون ندارد.

۳۲۹ **۱** در **پروکاریوت‌ها** (مانند **سیانوباکتری‌ها**)، از روی یک **اپران تک‌ژنی**، **یک mRNA تک‌ژنی** و در نهایت **یک نوع زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی** ساخته می‌شود؛ هم‌چنین از روی یک **اپران چند ژنی**، **یک mRNA چند ژنی** و در نهایت **چند نوع زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی** ساخته می‌شود. در سیانوباکتری از روی **یک اپران چهار ژنی**، **یک mRNA چهار ژنی** و در نهایت **چهار نوع زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی** ساخته می‌شود.

۳۳۰ **۴** در **باکتری‌ها**، بیان چند ژن می‌تواند به‌طور هم‌زمان توسط یک بخش تنظیم‌کننده کنترل شود. باکتری‌ها **فقط یک نوع RNA پلی‌مراز دارند**. توجه کنید که باکتری‌ها می‌توانند mRNAی تک ژنی نیز تولید کنند.

۳۳۱ **۲** در یوکاریوت‌ها، محل انجام فرایند رونویسی، در هسته و محل انجام فرایند ترجمه، در سیتوپلاسم می‌باشد. عامل بیماری مالاریا، پلاسمودیوم است که نوعی آغازی (و طبیعتاً یوکاریوت) است. اما عامل سه بیماری دیگر، پروکاریوت هستند. عامل بیماری سل، مایکوباکتریوم توبرکلوسیز، عامل دیفتری، کورینه‌باکتریوم دیفتریا و عامل بوتولیسم، کلستریدیوم بوتولینم است.

۳۳۲ **۱** در پاسخ تشریحی سؤال ۵۳ عرض کردیم که در یوکاریوت‌ها، عوامل رونویسی می‌توانند، به راه‌انداز، آنزیم RNA پلی‌مراز و توالی افزاینده متصل شوند. پارامسی یوکاریوت است. اپراتور، مخصوص پروکاریوت‌ها است.

۳۳۳ **۴** در پروکاریوت‌ها، راه‌انداز، مستقیماً توسط آنزیم RNA پلی‌مراز شناسایی می‌شود. در یوکاریوت‌ها جهت شناسایی راه‌انداز، به عوامل رونویسی احتیاج است. کلستریدیوم، نوعی باکتری است و RNA پلی‌مراز آن، مستقیماً راه‌انداز را شناسایی می‌کند. براسیکا نوعی گیاه می‌باشد، اوگلنا، یک آغازی است، نوروسپورا هم که ....!!

۳۳۴ **۳** اگزون به قسمت‌هایی از ژن یوکاریوتی گفته می‌شود که **رونوشت آنها** در mRNA، tRNA یا rRNA بالغ وجود دارد.

اینترون به قسمت‌هایی از ژن یوکاریوتی گفته می‌شود که **رونوشت آن** در mRNA، tRNA یا rRNA بالغ باقی نمی‌ماند.

ژن‌های یوکاریوتی در هسته‌ی سلول قرار گرفته و محصول‌های اولیه‌ی رونویسی آنها نیز در هسته یافت می‌شوند که بعد از عمل کوتاه‌سازی به سیتوپلاسم سلول وارد می‌شوند.

۳۳۵ **۱** از اطلاعات رمز DNA، برای ساختن پروتئین یا RNA (tRNA، rRNA یا RNAهای‌کوچک) استفاده می‌شود. در بین گزینه‌ها، آلبومین نوعی پروتئین است. (ر.ک به صفحه‌ی ۸ زیست و آزمایشگاه ۱)

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) **نشاسته**، نوعی **پلی‌ساکارید** ذخیره‌ای در گیاهان است و برای ساخت آن، مستقیماً رمزی در DNA وجود ندارد.

۳) **بتاکاروتن** [نوعی **لیپید** است] که در بدن [در کبد] به **ویتامین A** تبدیل می‌شود. ویتامین A، نوعی ویتامین محلول در چربی است. برای بتاکاروتن، مستقیماً رمزی در DNA وجود ندارد.

۴) فسفولیپید نیز، نوعی لیپید است و برای ساخت لیپیدها، مستقیماً رمزی در DNA وجود ندارد.

۳۳۶ **۱** در بین پروتئین‌های نام برده، تنها **کراتین**، نوعی **پروتئین یوکاریوتی** است (که در مو و ناخن یافت می‌شود) و **ژن آن گسسته** است. EcoRI، نوعی **آنزیم محدودکننده** است که در **باکتری‌ها** یافت می‌شود و ژن مربوط به آن در ژنوم برخی از باکتری‌ها وجود دارد. **مهارکننده و پروتئین تنظیم‌کننده**، هر دو یکی هستند و در تنظیم بیان ژن در **پروکاریوت‌ها** به کار می‌روند و به اپراتور متصل می‌شوند.

۳۳۷ **۳** به نظر شما آیا ژن‌ها همان ژنوتیپ نیستند، از طرفی، آیا آنزیم‌ها (یا پروتئین‌ها) همان فنوتیپ نیستند؟ پس نظریه‌ی یک ژن- یک آنزیم، بیانگر ارتباط بین ژنوتیپ و فنوتیپ است.

۳۳۸ **۴** پروکاریوت‌ها ژن‌های گسسته وجود ندارد و از RNA های حاصل از رونویسی، رونوشتی قطع نمی‌شود.

در بین گزینه‌ها استرپتوکوک، پروکاریوت است. سایر گزینه‌ها یوکاریوت‌اند. پارامسی، نوعی آغازی مژک‌دار، نوروسپورا، نوعی قارچ آسکومیست و ماستوسیت، نوعی سلول بافتی است که مشابه بازوفیل‌های خون است.

۳۳۹ **۳** در پروکاریوت‌ها، ژنوم اصلی در سیتوپلاسم است. هر دو فرایند رونویسی و ترجمه در پروکاریوت‌ها، در یک محل، یعنی در سیتوپلاسم انجام می‌شود. اما در یوکاریوت‌ها، ژنوم اصلی در هسته است، رونویسی در هسته و فرایند ترجمه در سیتوپلاسم انجام می‌شود. در بین گزینه‌ها، اشریشیا کلای، پروکاریوت و سایر گزینه‌ها یوکاریوت‌اند. دیاتوم نوعی آغازی، آسپرژیلوس نوعی قارچ دئوترومیست و نوروسپورا کراسا نوعی قارچ آسکومیست است.

تذکر: در صورت سؤال، واژه‌ی ژنوم اصلی را به این منظور ذکر کردیم، که کسی از این ایرادهای بنی اسرائیلی نگیرد که در یوکاریوت‌ها، در میتوکندری و کلروپلاست آن‌ها، DNA وجود دارد و در یک جا (در ماتریکس میتوکندری و یا استرومای کلروپلاست)، هم رونویسی و هم ترجمه صورت می‌گیرد. No problem ؟!

۳۴۰ **۴** در پاسخ تشریحی سؤال ۱۵، که فرایند رونویسی را شرح دادیم، عرض کردیم که آنزیم **RNA پلی‌مراز**، قادر به **شکستن پیوندهای هیدروژنی بین دو زنجیره‌ی DNAی** الگو است و از طرفی می‌دانیم که، این آنزیم **بین ریبونوکلئوتیدهای زنجیره‌ی RNA در حال ساخت، پیوند فسفودی‌استر برقرار می‌کند.**

بررسی سایر گزینه‌ها:

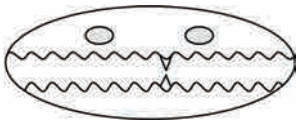
۱) آنزیم لیگاز یا **DNA لیگاز**، نوعی آنزیم است که، **فقط قادر به برقراری پیوند فسفودی‌استر بین دئوکسی ریبونوکلئوتیدهاست**. (ر.ک به صفحه‌ی ۳۱ زیست پیش‌دانشگاهی)

۲) آنزیم **هلیکاز** در حین همانندسازی، قادر به **شکستن پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته‌ی DNAی الگو** است. (ر.ک به صفحه‌ی ۱۱۵ زیست و آزمایشگاه ۲)

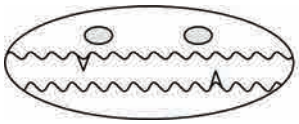
۳) **آنزیم‌های محدودکننده**، می‌توانند در جایگاه تشخیص خود، علاوه بر **شکستن پیوندهای فسفودی‌استر، باعث شکستن پیوندهای هیدروژنی** نیز بشوند.

تذکر: تمام آنزیم‌های محدودکننده، قادر به شکستن دو پیوند فسفودی‌استر در جایگاه تشخیص خود می‌باشند و بیش‌تر آن‌ها در محل جایگاه تشخیص خود، باعث **شکستن پیوندهای هیدروژنی** نیز می‌شوند و **انتهای چسبنده** ایجاد می‌کنند.

اما برخی از آنزیم‌های محدودکننده، در جایگاه تشخیص خود، باعث شکستن پیوندهای هیدروژنی نمی‌شوند، بنابراین نمی‌توانند انتهای چسبنده نیز ایجاد کنند. (برای آن که مفهوم دو شکل زیر را دریابید، به درسنامه‌ی «آنزیم‌های محدودکننده» فصل دوم مراجعه کنید.)



یک آنزیم محدودکننده! که فقط قادر به شکستن پیوندهای فسفودی‌استر است و **انتهای چسبنده ایجاد نمی‌کند.**



یک آنزیم محدودکننده! که علاوه بر شکستن پیوندهای فسفودی‌استر، باعث شکستن پیوندهای هیدروژنی نیز می‌شود و **انتهای چسبنده ایجاد می‌کند.**

۳۴۱ **۳** قبلاً عرض کردیم، جایگاه پایان رونویسی، بخشی از انتهای یک ژن است که رونویسی می‌شود. و چون از جنس DNA است، پس دارای قند دئوکسی ریبوز است. (ر.ک به پاسخ تشریحی سؤال ۱۷)

۳۴۲ **۱** در یوکاریوت‌ها، ۳ نوع RNA پلی‌مراز وجود دارد. **آمیب** نوعی آغازی و **یوکاریوت** است. سه گزینه‌ی دیگر پروکاریوت‌اند. (آنابنا نوعی سیانوباکتری است.)

۳۴۳ **۲** در **پروکاریوت‌ها**، فقط **یک نوع آنزیم RNA پلی‌مراز** وجود دارد و تمام انواع RNA، توسط این یک نوع آنزیم رونویسی می‌شوند. در بین گزینه‌ها، عامل مولد بوتولیسم یا **کلستریدیوم بوتولینم**، نوعی پروکاریوت است. عامل مولد مالاریا (پلاسمودیوم)، نوعی آغازی است. عامل مولد توکسوپلاسموز [توکسوپلاسما]، نوعی آغازی است. عامل مولد هرپس، نوعی ویروس است. **ویروس‌ها زنده نیستند و رونویسی در آن‌ها انجام نمی‌شود.**

۳۴۴ **۳** **DNA لیگاز** یک نوع **آنزیم** است و آنزیم‌ها از جنس **پروتئین** هستند و همان‌طور که در بخش ترجمه اشاره شد، مونومر پروتئین‌ها، **آمینواسیدها** هستند که توسط دستگاه پروتئین‌سازی با **پیوند پپتیدی** به هم متصل می‌شوند. اما در مورد **rRNA** ! بعله! همتون می‌دونید مونومرهای سازنده‌ی rRNAها، **ریبونوکلئوتیدها** هستند، که توسط آنزیم RNA پلی‌مراز از روی ژن‌های مربوط به rRNA رونویسی می‌شوند و توسط پیوند **فسفودی‌استر**، به هم متصل می‌شوند.

۳۴۵ **۲** **انسولین**، نوعی **پروتئین** است که توسط ریبوزوم ساخته می‌شود. اگر به صفحه‌ی ۵۳ زیست پیش‌دانشگاهی مراجعه کنید، در می‌یابید که، نوعی **RNAی ریبوزومی (rRNA)**، اتصال آمینواسیدها را در ریبوزوم، در هنگام پروتئین‌سازی انجام می‌دهد.

این یکی از **آنزیم**هایی است که **جنس غیرپروتئینی** دارد.

۳۴۶ **۴** **باکتریوفاژها**، **ویروس**هایی هستند که **میزبان** آن‌ها، **باکتری**هاست (ر.ک به صفحه‌ی ۳۰ زیست پیش‌دانشگاهی). زمانی‌که باکتریوفاژها وارد باکتری‌ها می‌شوند، از روی ژنوم آن‌ها، توسط آنزیم **RNA پلی‌مراز پروکاریوتی** رونویسی می‌شود.

بد نیست بدانید که

ماده‌ی وراثتی باکتریوفاژها، مانند تمام ویروس‌ها، **DNA یا RNA** است. البته ژنوم بیش‌تر باکتریوفاژها، DNA است. در صورتی‌که ژنوم آن RNA باشد، پس از ورود به باکتری، ابتدا از روی RNAی آن‌ها DNA ساخته می‌شود و سپس از روی DNA، بیان ژن‌های باکتریوفاژ انجام می‌شود.

۳۴۷ **۳** توضیح این سؤال، کمی آزاردهنده است! چرا؟ الان خدمتتان عرض می‌کنم. گاهی بازی با کلمات، یک تست را از حالت علمی خارج می‌کند و بیش‌تر به یک معما شبیه می‌سازد. اگر از شما بپرسند در ساخته شدن یک پروتئین، چه RNAهایی شرکت دارند، شما چه جوابی می‌دهید؟ بسیار عالی! می‌گویید، اولاً mRNA لازم دارد تا از روی آن ترجمه شود، ثانیاً ریبوزوم می‌خواهد، پس rRNA لازم دارد، ثالثاً برای آوردن آمینواسیدها، tRNA لازم دارد. به عبارتی واقعاً تمام انواع RNAها، برای ساختن یک پروتئین لازم‌اند. پس در این صورت آیا در یک سلول یوکاریوتی، به هر سه نوع RNA پلی‌مراز (I، II و III) برای ساخته شدن یک پروتئین نیاز نیست؟

در سلول‌های یوکاریوتی، ژن‌های پروتئین‌های ریبوزومی، توسط کدام نوع RNA پلی‌مراز رونویسی می‌شوند؟ شما در جواب خواهید گفت، RNA پلی‌مراز II. چرا؟ چون از روی ژن رمزگردان آن، mRNA ساخته می‌شود و برای ساخته شدن mRNA، به RNA پلی‌مراز II نیاز است. اما برگردیم به صورت سؤال. **پارامسی** نوعی **یوکاریوت**، از گروه آغازیان مژک‌دار است. **به نظر شما برای ساخته شدن ریبوزوم‌های آن، چند نوع RNA پلی‌مراز لازم است؟** با توجه به توضیحات فوق، فقط کافی است بگوییم چون در ریبوزوم، پروتئین وجود دارد، پس هر سه نوع RNA (rRNA، tRNA و mRNA) لازم است، بنابراین هر **سه نوع RNA پلی‌مراز** در ساخته شدن ریبوزوم پارامسی شرکت دارند. این تا این‌جای مطلب! اما اگر صورت سؤال می‌پرسید، **چند نوع RNA پلی‌مراز، برای رونویسی ژن‌های رمزگردان ریبوزوم پارامسی شرکت دارند**، شما چه جوابی می‌دادید؟ خُب، می‌گفتید با توجه به این‌که ریبوزوم دارای انواعی از rRNAها است، پس از روی ژن‌های rRNA ها، RNA پلی‌مراز I رونویسی می‌کند و چون ریبوزوم، انواعی از پروتئین‌ها را هم دارد، پس باید RNA پلی‌مراز II شرکت کند و از روی ژن‌های مربوط به پروتئین‌های ریبوزومی، انواعی از mRNA ها را رونویسی کند؛ پس جواب آن می‌شد، **دو نوع RNA پلی‌مراز (I و II)**. این پاسخ در حد کتاب شما، صحیح است و اگر تستی به صورت فوق آمد (یعنی رونویسی از روی ژن‌های رمزگردان ریبوزوم‌ها)، جواب می‌شود دو نوع RNA پلی‌مراز. امّا:

بد نیست بدانید که

در یوکاریوت‌ها، نوعی **RNA ریبوزومی** که **۵SrRNA** نام دارد، به نوعی RNA کوچک محسوب می‌شود و توسط **RNA پلی‌مراز III** رونویسی می‌شود. بنابراین واقعاً رونویسی از ژن‌های رمزگردان ریبوزوم‌های یوکاریوتی، توسط هر سه نوع RNA پلی‌مراز صورت می‌گیرد. اما چون شما این مطلب را در کتاب ندارید، پس همان توضیحات فوق را بپذیرید.

امیدوارم، قاط نزده باشید!!

۳۴۸ **۴** ر.ک به پاسخ تشریحی سؤال ۸

۳۴۹ **۱** در **پروکاریوت‌ها، کروموزوم** به‌صورت **DNA ی حلقوی** است (ر.ک به صفحه‌ی ۱۱۹ زیست و آزمایشگاه ۲). **اشریشیاکلای**، نوعی **پروکاریوت** است و سایر گزینه‌ها یوکاریوت‌اند. در یوکاریوت‌ها، کروموزوم‌ها به‌صورت DNA ی خطی هستند.

۳۵۰ **۳** در **پروکاریوت‌ها**، فقط **یک نوع RNA پلی‌مراز** وجود دارد، در صورتی‌که در یوکاریوت‌ها، سه نوع RNA پلی‌مراز وجود دارد. در بین گزینه‌ها، **نیتروزوموناس** نوعی **پروکاریوت** (شیمیوسنتز کننده) است و سایر گزینه‌ها یوکاریوت‌اند.

۳۵۱ **۲**

DNA : $\overrightarrow{G}$GG , AGA , CCC , TCT

mRNA : $\underbrace{CCC}_{\text{کدون پرولین}}$, UCU , GGG , $\underbrace{AGA}_{\text{کدون آرژینین}}$

بد نیست بدانید که

هر قسمتی از mRNA که زودتر ساخته می‌شود، زودتر هم ترجمه می‌شود (البته به‌جز توالی‌های قبل از رمز آغاز و پس از رمز پایان ترجمه). به همین دلیل گزینه‌ی (۱) قابل قبول نیست.

۳۵۲ **۲** ژن‌های گسسته در یوکاریوت‌ها و آرکی باکتری‌ها یافت می‌شوند. در بین گزینه‌ها ریزوبیوم یک یوباکتری است و ژن گسسته ندارد. کاهوی دریایی نوعی آغازی است. ماکروفاژ و بازوفیل نیز، یوکاریوت هستند.

۳۵۳ **۱** **ژن‌های گسسته** (و در نتیجه توالی اینترونی)، در **یوکاریوت‌ها** و **آرکی باکتری‌ها** (ترموفیل‌ها، هالوفیل‌ها و متانوژن‌ها) وجود دارد. در یوباکتری‌ها، ژن‌های گسسته وجود ندارد.

بررسی گزینه‌ها:

۱) کلستریدیوم بوتولینم نوعی باکتری است. (ر.ک به صفحه ۲۲۰ زیست پیش‌دانشگاهی)

۲) مخمرنان، نوعی آسکومیست تک سلولی است و یوکاریوت محسوب می‌شود. (ر.ک به صفحه‌ی ۲۵۶ زیست پیش‌دانشگاهی)

۳) نوروسپورا نیز، نوعی قارچ است و یوکاریوت محسوب می‌شود. (ر.ک به صفحه‌ی ۵ زیست پیش‌دانشگاهی)

۴) اوگلنا آغازی بوده و یوکاریوت محسوب می‌شود. (ر.ک به صفحه ۲۳۵ زیست پیش‌دانشگاهی)

۳۵۴ **۴** در **پروکاریوت‌ها، شناسایی راه‌انداز تمام انواع ژن‌ها،** توسط **یک نوع RNA پلی‌مراز** صورت می‌گیرد. در بین گزینه‌ها استرپتوکوکوس نومونیا، پروکاریوت و سایر گزینه‌ها یوکاریوت هستند.

۳۵۵ **۳** **بررسی گزینه‌ها:**

۱) اگر کپک نوروسپورا کراسا فقط تولیدمثل غیرجنسی دارد، پس واژه‌ی «میوز» در شکل ۱-۱ صفحه‌ی ۷ زیست پیش‌دانشگاهی چه کاره است؟! حتماً از زیست و آزمایشگاه ۲ به خاطر دارید، که تقسیم میوز، مربوط به جاندارانی است که تولیدمثل جنسی دارند.

۲) اگر قبول کردیم که تولیدمثل جنسی دارد، پس باید بر اساس اطلاعات کتاب زیست و آزمایشگاه ۲، یکی از سه چرخه‌ی هاپلوئیدی، دیپلوئیدی یا تناوب نسل را به عنوان چرخه‌ی زندگی آن در نظر بگیریم. البته قطعاً می‌دانید که نوروسپورا کراسا، نوعی قارچ است و قارچ‌ها در صورت داشتن تولیدمثل جنسی، چرخه‌ی هاپلوئیدی دارند. اگر به شکل ۵-۱۱ صفحه‌ی ۲۵۷ زیست پیش‌دانشگاهی ۲ مراجعه کنید، می‌بینید که سلول زیگوت 2n (دیپلوئید) میوز انجام می‌دهد. پس این گزینه هم صحیح نیست.

۳) نوروسپورا کراسا، نوعی جاندار یوکاریوت است. به دو دلیل این را می‌گوییم:

۱) از زیست و آزمایشگاه (۱) به خاطر دارید که باکتری‌ها پروکاریوت‌اند و بقیه‌ی جانداران، یوکاریوت. (ر.ک به صفحه‌ی ۲۰ زیست و آزمایشگاه ۱)

۲) میوز که در صفحه‌ی ۷ زیست پیش‌دانشگاهی به آن اشاره شده است، فقط برای سلول‌های یوکاریوتی کاربرد دارد. پس نوروسپورا کراسا، یوکاریوت است و در تنظیم بیان ژن آن، عوامل رونویسی دخالت دارند.

۴) اگر قبول کردیم که نوروسپورا کراسا یوکاریوت است، پس باید بقبولیم! که اپران ندارد، چون اپران مخصوص پروکاریوت‌هاست.

۳۵۶ **۴** در یوکاریوت‌ها، فرایند بالغ شدن RNA اولیه وجود دارد. **گلوکاگون،** نوعی **هورمون پروتئینی** است که از پانکراس ترشح می‌شود و mRNAی اولیه‌ی آن، برای ترجمه احتیاج به بلوغ دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) اپران لک، بخشی از DNA پروکاریوتی است. در پروکاریوت‌ها، فرایند بالغ شدن RNA وجود ندارد.

۲) آنزیم EcoRI، نوعی آنزیم محدودکننده است؛ آنزیم‌های محدودکننده، آنزیم‌های باکتریایی هستند و ژن آن‌ها در پروکاریوت‌ها وجود دارد و طبیعتاً ژن آن‌ها اینترون ندارد.

۳) پلازمیدها، DNAهای حلقوی و کوچکی هستند که در باکتری‌ها یافت می‌شوند. در ژن‌های پلازمیدی نیز، مانند ژن‌های باکتریایی، اینترون وجود ندارد.

۳۵۷ **۱** این سؤال هم، از آن دسته سؤالاتی است که بر اساس معلومات کتاب همان زمان مطرح شده است، ولی این گونه سؤالات دارای اشکالات عدیده‌ی علمی هستند. ابتدا اجازه دهید، پاسخ این سؤال را بر اساس اطلاعات همان زمان بیان کنیم و سپس به بیان برخی از اشکالات آن بپردازیم: زمانی‌که قسمتی از مولکول DNA، با ۳۶۰ نوکلئوتید را فرض می‌کنیم، یعنی هر زنجیره‌ی آن دارای ۱۸۰ نوکلئوتید است. اگر یکی از زنجیره‌ها به‌عنوان رشته‌ی الگو باشد و از روی آن mRNA رونویسی شود، mRNA یی حاصل می‌شود که دارای ۱۸۰ نوکلئوتید است که حداکثر ۶۰ کدون سه حرفی را تشکیل می‌دهد. اگر این mRNA ترجمه شود، منجر به ساخت زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی با حداکثر ۶۰ آمینواسید می‌شود و اما برخی از اشکالات وارده به این تیپ سؤالات:

۱) در این سؤال «کدون پایان» در نظر گرفته نشده است. [که البته می‌شود از این اشکال، صرف‌نظر کرد!]

۲) در mRNA ها، توالی‌هایی وجود دارند که قبل از رمز آغاز هستند و با این‌که جزء توالی mRNA محسوب می‌شوند، اما چون قبل از رمز آغازند، ترجمه نمی‌شوند. بنابراین از کجا معلوم است در mRNA ی فوق‌الذکر، دقیقاً اولین سه نوکلئوتید mRNA، کدون آغاز را تشکیل دهند؟

۳) در یک قطعه DNA ی یوکاریوتی، قطعاتی به نام «اینترون» وجود دارد که رونوشت آن‌ها از mRNA ی بالغ حذف می‌شود. با حذف آن‌ها، تعداد کدون‌ها چند عدد خواهند شد؟

در هر صورت اگر اشکالات فوق را نادیده بگیریم، پاسخ تست به همان صورتی می‌شود که اول بیان کردیم.

۳۵۸ **۴** کدون پایان در حین ادامه‌ی ترجمه، ابتدا به عنوان کدون جدید وارد جایگاه A می‌شود، ولی چون پس از این اتفاق، ترجمه پایان می‌پذیرد و ریبوزوم دیگر جابه‌جایی ندارد، پس هیچ‌گاه وارد جایگاه P نمی‌شود و از همان جایگاه A خارج می‌شود. (ر.ک به پاسخ تشریحی و شکل سؤال ۲۶).

۳۵۹ **۳** در یوکاریوت‌ها، حاصل اولیه‌ی رونویسی، RNAهای اولیه هستند، که پس از طی مراحلی از جمله فرایند کوتاه‌شدن، بالغ می‌شوند و سپس برای ترجمه آماده می‌شوند. در صورتی‌که در پروکاریوت‌ها، RNAهای رونویسی شده، معمولاً مستقیماً و بدون تغییر، ترجمه می‌شوند.

در بین گزینه‌ها، **نیتروزوموناس،** نوعی **باکتری** (پروکاریوت) است (ر.ک به صفحه‌ی ۲۱۶ زیست پیش‌دانشگاهی). آمیب، نوعی آغازی، ماکروفاژ، نوعی سلول بیگانه‌خوار در سیستم ایمنی و ساکارومایسز سرویزیه، نوعی مخمر تک سلولی (نوعی قارچ) است، که همگی یوکاریوت محسوب می‌شوند.

۳۶۰ **۱** کدون متیونین می‌تواند یکی از کدون‌های میانی mRNA نیز باشد که در این صورت tRNA حامل متیونین، tRNA ی آغازگر نمی‌باشد. آنتی کدونی با توالی ACU در سلول وجود ندارد.

۳۶۱ **۱** طبق نظریه‌ی یک ژن ـ یک زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی، طبیعتاً یک ژن در ساخت آن شرکت داشته است و از روی آن ژن، یک RNA ی پیک رونویسی شده است و پس از ترجمه، زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی با ۲۱۰ آمینواسید ساخته شده است.

مواظب باشید

در این تست، تعداد کدون‌ها را نخواسته است، نکنه یه موقع ۲۱۰ را بر سه تقسیم کرده باشید و بگویید ۷۰ کدون و تازه بعضی از شما گفته‌اید، خُب یک کدون پایان هم دارد و می‌شود ۷۱ کدون! به حق چیزهای ندیده و نشنیده!

۳۶۲ **۲** توالی افزاینده، در تنظیم بیان ژن‌های یوکاریوتی به‌کار می‌رود. اِکلای، نیتروزوموناس و استرپتوکوکوس نومونیا هر سه پروکاریوت‌اند. **عامل بیماری مالاریا**، نوعی آغازی به نام **پلاسمودیوم** است و **یوکاریوت** محسوب می‌شود (ر.ک به صفحه‌ی ۲۴۲ زیست پیش‌دانشگاهی)، بنابراین در تنظیم بیان ژن‌های آن، توالی افزاینده به‌کار می‌رود.

۳۶۳ **۱** این هم یکی از آن تیپ سؤالاتی که مشکلات علمی خاص خود را دارد [که در سؤال ۳۵۷ مطرح خواهیم کرد]. اما با این تفاوت که در این تست، آمده‌اند یکی از مشکلات علمی را مرتفع کنند و آن هم درست کردن رمز پایان برای آن است، در صورتی‌که این هم، نوعی کشیدن سرمه به چشم و به دنبالش کور شدن است. چرا؟ اول بذارین تست را حل کنیم، بعداً می‌گویم چرا. اگر بخشی از مولکول DNA دارای ۱۹۰ نوکلئوتید باشد، هر زنجیره دارای ۹۵ نوکلئوتید است، که با این توصیف، mRNA ی مربوط به آن بخش، دارای ۳۱ کدون است و دو نوکلئوتید اضافی می‌آید که طبعاً نمی‌توانند تشکیل کدون دهند:

۹۵ | ۳
۹۳ | ۳۱ → تعداد کدون‌ها
۲
↓
تعداد نوکلئوتیدهای اضافه

خُب، با توجه به توضیحات تست ۳۵۷، جواب این تست باید حداکثر ۳۱ آمینواسید می‌شد. در صورتی‌که در گزینه‌های تست، ۳۱ آمینواسید وجود ندارد. در این‌جا، باید حدس بزنیم که منظور طراح این بوده است که، رمز پایان را در نظر بگیریم، یعنی رمز سی‌ویکم، رمز پایان است. پس با این توصیف، ۳۰ آمینواسید می‌توانند به هم متصل شوند. اما به هر حال، باقی اشکالات علمی مطرح شده در پاسخ تست ۳۵۷! هنوز به قوت خود باقی است. از جمله بحث اینترون‌ها و اگزون‌ها و این‌که، آیا رمز آغاز همان ابتدای mRNA است؟ و اما چرا گفتیم این‌جا اومدن سرمه بکش ولی چشمش رو کور کردند؟ علت این است که وقتی می‌گوییم بخشی از مولکول DNA، از کجا معلوم پس از رونویسی از آن بخش، قطعاً رمز پایان تشکیل بشود؟ به همین دلیل به کار بردن کلمه‌ی حداکثر در متن تست، اتفاقاً این گونه در ذهن ما تداعی می‌کند که برای این بخش (که معلوم نیست کل ژن باشد)، رمز پایان در نظر نگیریم، تا حداکثر تعداد آمینواسیدهای متصل به هم را به‌دست آوریم.

در هر صورت این گونه تست‌ها از لحاظ علمی، دارای ارزش و اعتبار چندانی نیستند، حتی اگر تست کنکور سراسری باشند و آمدن این گونه تست‌ها، در این زمان، بسیار بعید است. ولی به این دلیل، این دو نمونه را آوردم که اگر طراحی، این «بسیار بعید» را رعایت نکرد، شما یک دفعه شوکه نشوید. عزت زیاد! (حتماً به پاسخ تست ۳۵۷، سری بزنید!)

۳۶۴ **۳** **بررسی گزینه‌ها:**

۱) اگر خاطرتان باشد در پاسخ‌های تشریحی قبلی عرض کردیم که مولکول RNA، تک رشته‌ای است و در بعضی از RNA ها (مانند tRNA ها) بین برخی از بخش‌های مکمل، رابطه‌ی مکملی بین C با G و A با U برقرار می‌شود. در این بخش‌های مکمل می‌توان گفت که تعداد A با U و C با G برابر است، اما در کل مولکول نمی‌توان چنین اظهارنظری کرد، چون بسیاری از بخش‌ها با هم مکمل نیستند. پس این گزینه رد می‌شود.

۲) در مولکول RNA، به طور معمول، تیمین به کار نرفته است که حالا بخواهیم راجع به آن صحبت کنیم که آیا، با آدنین برابر باشد یا نباشد، پس کمپلت! قضیه منتفی است.

۳) در توضیح گزینه‌ی (۴) گفتیم که این گزینه درست است، نگفتیم!!

۴) در مولکول DNA [که البته به طور معمول دو رشته‌ای است، ولی بد نیست بدانید که DNA تک رشته‌ای هم داریم، اما فعلاً شما نشنیده بگیرید، تا موقعی که کتاب‌های دانشگاهی را مطالعه بکنید] رابطه‌ی مکملی بین A با T و C با G برقرار است. به همین جهت، تعداد نوکلئوتیدهای C دار با G دار و هم‌چنین نوکلئوتیدهای A دار با T دار، برابر است. پس این گزینه هم پرت و پلا می‌گوید!

۳۶۵ **۴** تمامی گزینه‌ها روی DNA قرار دارند، اما از بین آن‌ها، فقط **جایگاه پایان رونویسی** است که **در قسمت ساختاری ژن قرار دارد**. توالی افزاینده، اپراتور و راه‌انداز، جزء بخش تنظیم‌کننده‌ی ژن‌ها محسوب می‌شوند و رونویسی از روی آن‌ها انجام نمی‌شود.

از بین گزینه‌ها، جایگاه پایان رونویسی و راه‌انداز در ساختار ژن‌های یوکاریوتی و پروکاریوتی، مشترک هستند و توالی افزاینده، فقط در یوکاریوت‌ها و اپراتور، فقط در پروکاریوت‌ها دیده می‌شود.

مواظب باشید

همان‌طور که گفتیم، **از بخش تنظیمی ژن، رونویسی نمی‌شود.** در پروکاریوت‌ها از روی ژن تنظیم‌کننده، رونویسی انجام می‌شود و مهارکننده تولید می‌شود؛ ولی مواظب باشید! **ژن تنظیم‌کننده، جزء بخش تنظیم‌کننده‌ی یک اپران محسوب نمی‌شود.**

۳۶۶ | ۴ به بررسی تک‌تک گزینه‌ها می‌پردازیم:

۱) **ریزوبیوم** از **یوباکتری**هاست و **اینترون ندارد** که بخواهد حذف شود.

۲) **پارامسی** از **آغازیان** و نوعی **یوکاریوت** است. در یوکاریوت‌ها، حذف اینترون‌ها در هسته و فرآیند ترجمه در سیتوپلاسم صورت می‌گیرد.

۳) **استرپتومایسز** نیز، از **یوباکتری**هاست و اینترون ندارد.

۴) نیتروباکتر نوعی باکتری است.

۳۶۷ | ۲ بررسی گزینه‌ها:

۱) **اپراتور**، بخشی از اپران در باکتری‌هاست و طبیعتاً از جنس **DNA** است و از واحدهای دئوکسی ریبونوکلئوتید تشکیل شده است و قند دئوکسی ریبوز نیز در آن به کار رفته است.

۲) **ریبوزوم** از **پروتئین** و **rRNA** تشکیل شده است. در پروتئین که قند دئوکسی‌ریبوز وجود ندارد و از طرفی rRNA از واحدهای ریبونوکلئوتیدی تشکیل شده است و دارای قند ریبوز است، نه دئوکسی ریبوز.

۳) **انتهای چسبنده‌ی** حاصل عمل آنزیم محدودکننده، یک توالی تک رشته‌ای از **DNA** محسوب می‌شود و دارای قند دئوکسی ریبوز است.

۴) جایگاه **پایان رونویسی**، در انتهای بخش رمزگردان ژن است و از جنس **DNA** و دارای قند دئوکسی ریبوز است.

۳۶۸ | ۲ فرض کنید در ژنوم یک باکتری، ۱۰۰ اپران وجود دارد. به نظر شما از روی هر اپران، چه تک ژنی و چه چند ژنی، چند نوع RNA ساخته می‌شود؟ بسیار خُب! از روی هر اپران، فقط یک نوع RNA ساخته می‌شود. پس به راحتی می‌توان دریافت که در باکتری‌ها، **تعداد انواع اپران‌ها، با تعداد انواع RNAها یکی است.**

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) آیا از هر اپران، یک نوع پروتئین ساخته می‌شود؟ ممکن است یک اپران، سه ژنی باشد (مانند اپران لک) و از روی آن، سه آنزیم پروتئینی ساخته شود. یعنی حاصل یک اپران، سه پروتئین است. پس نمی‌تواند تعداد اپران‌ها با تعداد انواع پروتئین‌ها برابر باشد.

۳) آیا تمام اپران‌ها، تک ژنی هستند؟ خیر! پس ممکن است حاصل یک اپران (مثلاً یک اپران ۴ ژنی)، چند زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی (در این مثال ۴ زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی) باشد. پس تعداد اپران‌ها الزاماً با تعداد زنجیره‌های پلی‌پپتیدی برابر نیست.

۴) ممکن است بر روی این گزینه شک کنید. بعضی از شماها ممکن است این‌گونه استدلال کرده باشید که به هر حال، حاصل هر ژن ساختاری، یک زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی است. پس تعداد ژن‌های ساختاری با تعداد زنجیره‌های پلی‌پپتیدی برابر است. آیا قبول دارید که حاصل برخی از ژن‌های ساختاری، اساساً زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی نیست؟ بله! ممکن است حاصل برخی از ژن‌های ساختاری، tRNA و یا rRNA باشد. پس الزاماً تعداد ژن‌های ساختاری، با تعداد زنجیره‌های پلی‌پپتیدی برابر نیست. تست قشنگی بود. نه!

۳۶۹ | ۴ کلامیدوموناس نوعی یوکاریوت است (به صفحه‌ی ۲۲۷ زیست پیش‌دانشگاهی مراجعه کنید). در یوکاریوت‌ها، تنظیم بیان ژن، غالباً در هنگام شروع رونویسی است. در یوکاریوت‌ها، DNA دارای توالی اگزون و اینترون است. هم‌چنین در یوکاریوت‌ها، آنزیم‌های RNA پلی‌مراز به تنهایی قادر به شناسایی راه‌انداز نیستند و به عوامل رونویسی نیاز دارند.

یک نکته‌ی مهم: در یوکاریوت فرآیند بالغ شدن mRNA ی اولیه، در هسته انجام می‌شود و mRNA ی بالغ پس از ایجاد در هسته، برای ترجمه به سیتوپلاسم فرستاده می‌شود.