گفتار ۳ تنظیم بیان ژن

چشم‌انداز گفتار

تنظیم بیان ژن

۱ در پروکاریوت‌ها

- **الف تنظیم منفی:** مثال: متابولیسم لاکتوز در باکتری اشریشیاکلای
  - ۱ در نبود لاکتوز:
    - ۱. پروتئین مهارکننده به اپراتور متصل است.
    - ۲. رنابسپاراز نمی‌تواند رونویسی انجام دهد و ژن‌های مربوط به تجزیهٔ لاکتوز خاموش‌اند.
  - ۲ در حضور لاکتوز:
    - ۱. با اتصال لاکتوز به پروتئین مهارکننده، شکل این پروتئین تغییر می‌کند.
    - ۲. مهارکننده از اپراتور جدا می‌شود.
    - ۳. رنابسپاراز می‌تواند ژن‌های مربوط به تجزیهٔ لاکتوز را رونویسی کند.
- **ب تنظیم مثبت:** مثال: متابولیسم مالتوز در باکتری اشریشیاکلای
  - ۱ در نبود مالتوز:
    - ۱. رنابسپاراز قادر به رونویسی از ژن‌های مربوط به تجزیهٔ مالتوز نیست.
    - ۲. این ژن‌ها خاموش‌اند.
  - ۲ در حضور مالتوز:
    - ۱. مالتوز به پروتئین فعال‌کننده متصل می‌شود.
    - ۲. پروتئین فعال‌کننده به جایگاه اختصاصی خود در دنا متصل می‌شود.
    - ۳. رنابسپاراز با کمک پروتئین فعال‌کننده به راه‌انداز متصل می‌شود و ژن‌های مربوط به تجزیهٔ مالتوز را رونویسی می‌کند.

۲ در یوکاریوت‌ها

- ۱ **رنابسپاراز به تنهایی قادر به شناسایی راه‌انداز نیست.**
- ۲ **رنابسپاراز به کمک عوامل رونویسی نیازمند است.**
- ۳ **عوامل رونویسی انواع مختلفی دارند:**
  - ۱. بعضی به راه‌انداز متصل می‌شوند.
  - ۲. بعضی به توالی افزاینده متصل می‌شوند.
- ۴ **توالی افزاینده ممکن است فاصلهٔ زیادی با ژن داشته باشد.**

تنظیم بیان ژن در پیش‌هسته‌ای‌ها

مشاوره: زیست‌تان را کوک کنید!
تنظیم بیان ژن برای یاخته خیلی حساس‌تر از کوک کردن ساز است! برای این که همهٔ ژن‌ها درست و به موقع کار کنند، تنظیم بیان ژن لازم است. ضمناً تنظیم بیان ژن پای ثابت کنکورتان خواهد بود.

۱۲۳. کدام عبارت درست است؟
۱) بیان هر ژن با دخالت رنابسپاراز صورت می‌گیرد.
۲) همهٔ یاخته‌های بدن یک فرد، تعداد یکسانی کروموزوم دارند.
۳) پیکر هر جاندار از یاخته‌هایی تشکیل شده که محصول میتوز یاختهٔ تخم‌اند.
۴) یک ژن در یاخته‌های مختلف بدن یک جاندار، محصولات یکسانی تولید می‌کند.

۱۲۴. کدام عبارت نادرست است؟
۱) با انجام رونویسی از هر ژن انسان، اثر آن ظاهر می‌شود.
۲) تمایز یاخته‌ها در مراحل جنینی، نتیجهٔ تنظیم بیان ژن است.
۳) برخورد نور به گیاه، محرکی برای تولید آنزیم‌های کلروپلاستی است.
۴) تنظیم بیان ژن، می‌تواند علاوه بر زمان رونویسی از ژن، میزان آن را نیز تعیین کند.

۱۲۵. چند مورد، جملهٔ زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟
«تنظیم بیان ژن‌های پروکاریوتی می‌تواند ..... شود.»
الف) از طریق جلوگیری از رونویسی انجام
ب) منجر به افزایش فعالیت ریبوزوم‌ها
ج) با تغییر در پایداری پروتئین انجام
د) موجب ایجاد یاخته‌های مختلفی از یک یاخته
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۲۶. کدام گزینه، عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟
«در اشریشیاکلای، در صورت وجود ..... می‌شود.»
۱) لاکتوز، پروتئین مهارکننده به اپراتور متصل
۲) مالتوز، پروتئین مهارکننده از راه‌انداز جدا
۳) لاکتوز، رنابسپاراز به توالی قبل از اپراتور متصل
۴) مالتوز، رنابسپاراز توسط فعال‌کننده به اپراتور متصل

۱۲۷. کدام عبارت دربارهٔ تنظیم بیان ژن‌های مربوط به تجزیهٔ لاکتوز در باکتری اشریشیاکلای درست است؟
۱) در حضور گلوکز، مهارکننده نمی‌تواند به اپراتور متصل شود.
۲) هر یک از ژن‌های تجزیه‌کننده، توالی راه‌انداز خاص خود را دارد.
۳) هر دی‌ساکارید پس از ورود به باکتری، سبب تغییر شکل مهارکننده می‌شود.
۴) در صورت وجود نوعی دی‌ساکارید در محیط آن، مهارکننده از اپراتور جدا می‌شود.

۱۲۸. چند مورد، جملهٔ زیر را به نادرستی تکمیل می‌کند؟
«در باکتری اشریشیاکلای، در پی .....»
الف) ورود مالتوز، شکل پروتئین مهارکننده تغییر می‌کند.
ب) اتصال لاکتوز به اپراتور، از فعالیت رنابسپاراز جلوگیری می‌شود.
ج) ورود لاکتوز، رنابسپاراز با کمک فعال‌کننده، به راه‌انداز متصل می‌شود.
د) اتصال مهارکننده به اپراتور، تولید آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ مالتوز متوقف می‌شود.
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۲۹. کدام گزینه از نظر درستی نادرستی با سایر موارد متفاوت است؟
۱) وجود مالتوز، باعث می‌شود پروتئین تنظیمی از سر راه رنابسپاراز برداشته شود.
۲) اتصال مالتوز به پروتئین مهارکننده سبب جدایی آن از دنای اشریشیاکلای می‌شود.
۳) حتی در نبود لاکتوز، می‌توان آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ آن را درون اشریشیاکلای یافت.
۴) وجود لاکتوز در محیط باکتری اشریشیاکلای، سبب تولید پروتئین مهارکننده می‌شود.

۱۳۰. در اشریشیاکلای برای تولید آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز، .....
۱) یک نوع مولکول رنای پیک ساخته می‌شود.
۲) ابتدا پروتئین فعال‌کننده به دنا متصل می‌شود.
۳) رنابسپاراز، دو رشتهٔ دنا را در محل راه‌انداز از هم باز می‌کند.
۴) تولید پروتئین مهارکننده متوقف می‌شود.

۱۳۱. چند مورد، جملهٔ زیر را به نادرستی تکمیل می‌کند؟
«در پی ورود لاکتوز به باکتری اشریشیاکلای، .....»
الف) مهارکننده تغییر شکل یافته و به توالی اپراتور متصل می‌شود.
ب) تنظیم مثبت رونویسی، موجب تبدیل آن به مونوساکاریدها می‌شود.
ج) رنابسپاراز، رونویسی از راه‌انداز ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز را آغاز می‌کند.
د) پیوندهای هیدروژنی بین دو رشتهٔ دنا توسط نوعی پروتئین شکسته می‌شوند.
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۳۲. چند مورد، جملهٔ زیر را به درستی کامل می‌کند؟

«با ورود مالتوز به باکتری اشریشیاکلای، .....»

الف) ابتدا رنابسپاراز و سپس پروتئین فعال‌کننده به دنا متصل می‌شود.

ب) پروتئین فعال‌کننده به توالی خاصی بین ژن و راه‌انداز متصل می‌شود.

ج) اتصال نوعی پروتئین تنظیمی به دنا، زمینهٔ رونویسی را فراهم می‌کند.

د) ژن‌های مربوط به آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ آن، به دنبال هم رونویسی می‌شوند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۳۳. برای تولید آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز در اشریشیاکلای، .....

۱) رنابسپاراز، دو رشتهٔ دنا را در محل راه‌انداز فاصله می‌دهد.
۲) نوعی پروتئین تنظیمی از مولکول دنا جدا می‌شود.
۳) رونویسی از ژن پروتئین مهارکننده متوقف می‌شود.
۴) با هر بار اتصال رنابسپاراز به دنا، یک ژن رونویسی می‌شود.

۱۳۴. کدام عبارت در مورد اشریشیاکلای نادرست است؟ (ترکیبی با دهم)

۱) بعضی از ژن‌های آن در مجاورت توالی راه‌انداز قرار دارند.
۲) آنزیمی حاوی مونوساکارید دارد که بدون دخالت ریبوزوم آن را تولید می‌کند.
۳) به دنبال اتصال پروتئین فعال‌کننده به دنا، مالتوز را به دو مونوساکارید مشابه تجزیه می‌کند.
۴) در حضور لاکتوز، آنزیم‌هایی تولید می‌کند که هر کدام، نوعی پیوند را در آن هیدرولیز می‌کنند.

۱۳۵. هر ژن پروکاریوتی که به طور دائمی بیان می‌شود، .....

۱) تنظیم رونویسی مثبت دارد.
۲) فاقد توالی اپراتور است.
۳) رناهای حاوی کدون می‌سازد.
۴) جایگاه اتصال فعال‌کننده دارد.

۱۳۶. در اشریشیاکلای، .....

۱) آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز، تک‌رشته‌ای هستند.
۲) برای جذب و تجزیهٔ قند ترجیحی به سه آنزیم مورد نیاز است.
۳) اتصال پروتئین به توالی تنظیمی دنا، نمی‌تواند سبب بیان ژن شود.
۴) تنظیم بیان ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز، قبل یا پس از رونویسی انجام می‌شود.

۱۳۷. چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف) در اشریشیاکلای، تنوع رنا از رنابسپاراز بیشتر است.

ب) پروتئین مهارکننده، فقط در غیاب لاکتوز تولید می‌شود.

ج) در پروکاریوت‌ها، برای تولید ریبوزوم فعالیت سه نوع رنا لازم است.

د) جدا شدن مهارکننده از اپراتور دنای باکتری، سبب فعالیت رنابسپاراز ۲ می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۳۸. چند مورد از عبارت‌های زیر، در ارتباط با E.coli درست است؟

الف) وجود لاکتوز، محرکی برای تولید پروتئین مهارکننده است.

ب) اتصال گلوکز به پروتئین مهارکننده، سبب اشغال توالی اپراتور می‌شود.

ج) نبود لاکتوز در محیط، سبب تغییراتی در شکل پروتئین مهارکننده می‌شود.

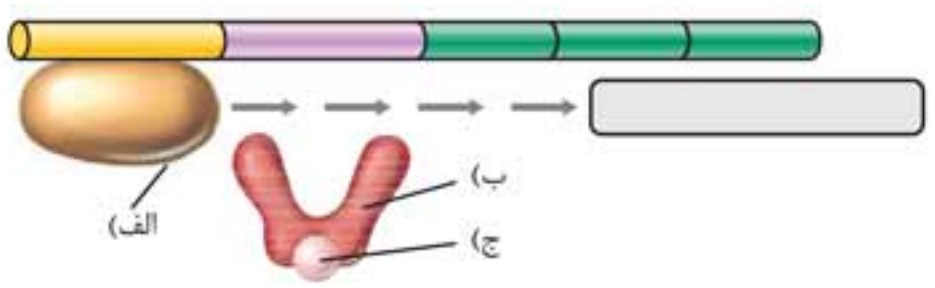
د) حضور لاکتوز همانند نبود آن، سبب اتصال نوعی پروتئین به مولکول دنا می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۳۹. در همهٔ پیش‌هسته‌ای‌ها، .....

۱) همهٔ ژن‌های مجاور هم، توسط یک نوع آنزیم رونویسی می‌شوند. ۲) هر ژن در مجاورت توالی تنظیمی خود قرار دارد.
۳) همهٔ ژن‌ها در مولکول DNA متصل به غشای سلولی قرار دارند. ۴) هر مولکول mRNA دستورالعمل ساخت یک پلی‌پپتید را دارد.

۱۴۰. با توجه به شکل مقابل که تنظیم بیان ژن‌های اشریشیاکلای را نشان می‌دهد، چند مورد صحیح است؟



- **مورد ج محصول فعالیت یاخته‌ای با سه نوع رنابسپاراز است.**
- **مورد ب محصول یکی از ژن‌های این قطعهٔ دناست.**
- **مورد الف قادر به تولید برخی اجزای ریبوزوم است.**
- **الف و ب در پی فعالیت یک نوع رنابسپاراز تولید می‌شوند.**

۱) ۱ ۲) ۲
۳) ۳ ۴) ۴

۱۴۱. روشن یا خاموش بودن ژن‌های مربوط به تجزیهٔ لاکتوز در اشریشیاکلای، به وجود یا فقدان ماده‌ای بستگی دارد که .....

۱) توانایی شکستن پیوندهای هیدروژنی را دارد.
۲) محصول فعالیت ریبوزوم‌هاست.
۳) در ساختار خود، عامل آمینی دارد.
۴) تجزیهٔ آن منجر به تولید ATP می‌شود.

۱۴۲. چند مورد برای تکمیل جملهٔ زیر مناسب است؟

«در ارتباط با سوخت و ساز لاکتوز در اشریشیاکلای می‌توان گفت که در پی اتصالِ ..... »

الف) لاکتوز به اپراتور، رونویسی از ژن‌های خاصی متوقف می‌شود.
ب) آنزیم RNA پلیمراز به راه‌انداز، مهارکننده از دنا جدا می‌شود.
ج) مهارکننده به لاکتوز، زمینهٔ فعالیت نوعی پلیمراز فراهم می‌شود.
د) گلوکز به مهارکننده، از لاکتوز برای تولید ATP استفاده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تنظیم بیان ژن در هوهسته‌ای‌ها

۱۴۳. کدام عبارت نادرست است؟

۱) تنظیم بیان بعضی ژن‌های انسان بدون دخالت مستقیم هسته صورت می‌گیرد.
۲) هر عاملی برای تأثیر بر بیان ژن‌های انسان، باید از لایه‌های فسفولیپیدی بگذرد.
۳) به دلیل وجود اندامک‌ها، تنظیم بیان ژن‌های یوکاریوتی ساده‌تر از پروکاریوت‌هاست.
۴) بیان ژن‌های یوکاریوت‌ها همانند پروکاریوت‌ها می‌تواند در پاسخ به تغییرات محیطی باشد.

۱۴۴. برای تولید ..... ، RNA پلیمراز به تنهایی راه انداز را شناسایی می‌کند.

۱) مهارکنندهٔ ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز
۲) پروتئین ذخیره‌کنندهٔ اکسیژن در ماهیچه
۳) عوامل رونویسی که به افزاینده متصل می‌شوند.
۴) هر نوع آنزیم رنابسپاراز

۱۴۵. چند مورد، جملهٔ زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

«در هر جانداری که شناسایی راه‌انداز با کمک پروتئین‌های ویژه‌ای صورت می‌گیرد، ..... »

الف) شناسایی راه‌انداز به عوامل رونویسی نیاز دارد.
ب) برای چند ژن مجاور، یک راه‌انداز مشترک وجود دارد.
ج) عوامل محیطی برای تأثیر بر بیان ژن، از غشا عبور می‌کنند.
د) برای شروع رونویسی، در بخشی از مولکول دنا خمیدگی ایجاد می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۴۶. در پارامسی، .....

۱) عوامل محیطی بر میزان اتصال عوامل رونویسی به دنا مؤثرند.
۲) توالی افزاینده، می‌تواند هر مرحله‌ای از تنظیم بیان ژن را کنترل کند.
۳) هر یک از عوامل رونویسی به نواحی خاصی از راه‌انداز متصل می‌شوند.
۴) عوامل رونویسی با کمک رنابسپاراز به نواحی خاصی از دنا متصل می‌شوند.

۱۴۷. کدام عبارت از نظر درستی یا نادرستی با سایرین متفاوت است؟

۱) در یوکاریوت‌ها، ژن‌های مختلف دارای توالی راه‌انداز یکسان‌اند.
۲) توالی نوکلئوتیدی راه‌انداز، بر میزان رونویسی از ژن تأثیرگذار است.
۳) توالی افزاینده بر سرعت و میزان رونویسی از هر ژن مؤثر است.
۴) تنظیم بیان هر ژن یوکاریوتی، با ایجاد خمیدگی در دنا انجام می‌شود.

۱۴۸. کدام عبارت درست است؟

۱) تنظیم بیان ژن بر کمیت پروتئین‌سازی برخلاف کیفیت آن مؤثر است.
۲) اتصال بعضی رناهای کوچک به رنای پیک، می‌تواند پایداری آن را بیشتر کند.
۳) میزان فشردگی هر کروموزوم، با میزان رونویسی ژن‌های آن رابطهٔ مستقیم دارد.
۴) در هوهسته‌ای‌ها، تنظیم بیان ژن در سطح رونویسی می‌تواند خارج از هسته انجام شود.

۱۴۹. در یاخته‌های هوهسته‌ای‌ها، .....

۱) تنظیم بیان ژن نمی‌تواند قبل از عمل رونویسی انجام شود.
۲) افزایش طول عمر رنای پیک باعث افزایش محصول می‌شود.
۳) پروتئین‌های مهارکننده با اتصال به رنا از ترجمهٔ آن جلوگیری می‌کنند.
۴) تنظیم بیان ژن در سطح کروموزومی می‌تواند قبل یا بعد از رونویسی انجام شود.

۱۵۰. کدام عبارت، جملهٔ زیر را به نادرستی تکمیل می‌کند؟

«در هر یاخته‌ای که .....»

۱) رونویسی از چندین ژن مجاور با کمک یک راه‌انداز آغاز می‌شود، فقط یک محل تنظیم بیان ژن وجود دارد.

۲) رنابسپاراز با کمک پروتئین‌های ویژه‌ای راه‌انداز را شناسایی می‌کند، غشاهای درون یاخته‌ای یافت می‌شود.

۳) می‌تواند بیان ژن را در مرحلهٔ رونویسی تنظیم کند، انواعی از آنزیم‌ها می‌توانند دو رشتهٔ دنا را از هم جدا کنند.

۴) رونویسی و ترجمه را در محل‌های جداگانه‌ای انجام می‌دهد، هر مولکول رنا با دخالت عوامل رونویسی تولید می‌شود.

۱۵۱. در یوکاریوت‌ها، بلافاصله پس از .....

۱) اتصال عوامل رونویسی به راه‌انداز، دو رشتهٔ دنا از هم باز می‌شوند.

۲) قرار گرفتن کلیهٔ عوامل رونویسی کنار هم، راه‌انداز شناسایی می‌شود.

۳) اتصال عوامل رونویسی به افزاینده، بخشی از دنا خمیدگی پیدا می‌کند.

۴) اتصال پروتئین مهارکننده به توالی اپراتور، رونویسی از ژن متوقف می‌شود.

۱۵۲. چند مورد، برای تکمیل جملهٔ زیر نامناسب است؟

«در هر جاندار، .....»

الف) ممکن است به صورت همزمان، چندین ژن رونویسی شوند.

ب) بخشی از دنا که در حال رونویسی است، کمترین فشردگی را دارد.

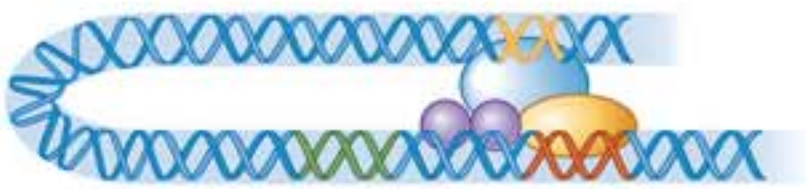
ج) اتصال رنای کوچک به رنای پیک، مانع از فعالیت ریبوزوم‌ها می‌شود.

د) یک رنابسپاراز می‌تواند توالی‌های نوکلئوتیدی متفاوت را رونویسی کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۵۳. کدام گزینه، جملهٔ زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

«شکل مقابل، می‌تواند نشان‌دهندهٔ ..... باشد.»



۱) دخالت بیش از یک توالی تنظیمی در شروع رونویسی از ژن‌های خزه

۲) یکی از تغییرات mRNA اولیهٔ قارچ‌ها برای تبدیل شدن به mRNA بالغ

۳) یکی از مراحل تنظیم بیان ژن در جاندار مورد مطالعهٔ گریفیت

۴) تأثیر عوامل متعدد پروتئینی در رونویسی از ژن‌های اشریشیاکلای

۱۵۴. چند مورد، جملهٔ زیر را به نادرستی تکمیل می‌کند؟

«در مورولا، .....»

الف) تنظیم بیان ژن، معمولاً خارج از هسته صورت می‌گیرد.

ب) یک راه‌انداز، می‌تواند رونویسی از چند ژن مجاور را ممکن سازد.

ج) هر نوع رنابسپاراز، فقط یک توالی دقیق نوکلئوتیدی را شناسایی می‌کند.

د) علاوه بر راه‌انداز، معمولاً توالی‌های تنظیمی دیگری در مجاورت ژن قرار دارند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۵۵. طی فرایند رونویسی در ..... (ترکیبی با دهم)

۱) میکوریزا، رونویسی از هر ژن، نیازمند حضور عوامل متعدد پروتئینی است.

۲) توبره‌واش، برای رونویسی از هر ژن، بخشی از مولکول دنا به شکل حلقه درمی‌آید.

۳) ریزوبیوم، رنابسپاراز همواره بدون نیاز به کمک پروتئین دیگری، راه‌انداز را شناسایی می‌کند.

۴) آزولا، اتصال عوامل رونویسی به توالی افزاینده، به رنابسپاراز کمک می‌کند تا راه‌انداز را شناسایی کند.

۱۵۶. کدام گزینه، جملهٔ زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟ (ترکیبی با دهم)

«برای تولید رشته‌های کلاژن در یاخته‌های بافت پیوندی سُست، .....»

۱) نوکلئوتیدهای پرانرژی وارد رناتن‌های متصل به رنای پیک می‌شوند.

۲) تشکیل حلقه در بخشی از دنا، امکان اتصال رنابسپاراز را فراهم می‌کند.

۳) با باز شدن دو رشتهٔ دنا میزان فشردگی فام‌تن شروع به کاهش می‌نماید.

۴) رناهای پیک، پس از بلوغ در سیتوپلاسم، در اتصال با رناتن‌ها قرار می‌گیرند.

۱۵۷. به طور معمول در آغازیان، قسمتی از DNA که ..... برخلاف بخشی که ..... نامیده می‌شود، .....

۱) در افزایش سرعت و مقدار رونویسی نقش دارد - راه‌انداز - محل اتصال عوامل رونویسی است.

۲) تعیین‌کنندهٔ توالی آمینواسیدهای RNA پلیمراز است - اینترون - توسط رنابسپاراز رونویسی می‌شود.

۳) باعث آغاز رونویسی همزمان از چندین ژن مجاور می‌شود - اپراتور - محل اتصال رنابسپاراز است.

۴) امکان شروع رونویسی از محل صحیح را فراهم می‌کند - نقطهٔ آغاز رونویسی - الگوی ساخت رنا نیست.

۱۵۸. در سرخس، آنزیمی که دو رشتهٔ دنای کروموزوم را ازهم باز می‌کند، قطعاً .....

۱) می‌تواند در محل حضور کروموزوم‌ها فعالیت کند.
۲) قادر به تشکیل پیوند فسفودی‌استر است.
۳) نمی‌تواند بدون کمک عوامل رونویسی به DNA متصل شود.
۴) زنجیره‌ای از ریبونوکلئوتیدها بر اساس رشتهٔ الگو تشکیل می‌دهد.

۱۵۹. کدام عبارت نادرست است؟

۱) در گندم، توالی افزاینده همانند راه‌انداز ممکن است از ژن فاصلهٔ زیادی داشته باشد.
۲) رونویسی از ژنِ پروتئین مهارکننده، بدون دخالت عوامل رونویسی انجام می‌شود.
۳) RNA پلیمراز ۱ نمی‌تواند بدون کمک عوامل رونویسی راه‌انداز خود را شناسایی کند.
۴) حتی در نبود لاکتوز، آنزیم پلیمراز می‌تواند از ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ آن به عنوان الگو استفاده کند.

۱۶۰. چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف) عمل اختصاصیِ tRNA به جایگاه اتصال آمینواسید بستگی دارد.
ب) توالی‌های افزاینده و راه‌انداز، می‌توانند الگوی فعالیت آنزیم پلیمراز باشند.
ج) از تجزیهٔ هر مونومر به کار رفته در ریبوزوم، مادهٔ دفعی نیتروژن‌دار حاصل می‌شود.
د) راه‌انداز ژن‌های RNA ریبوزومی و RNA پیک می‌تواند توسط یک نوع آنزیم شناسایی شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۶۱. کدام عبارت درست است؟

۱) عوامل رونویسی، پس از تولید در سیتوپلاسم، به درون هسته منتقل می‌شوند.
۲) در هر یک از مراحل رونویسی در هستهٔ یاخته‌های انسان، به عوامل رونویسی نیاز است.
۳) هر یک از عوامل رونویسی، پروتئین ویژه‌ای است که به قسمتی از راه‌انداز متصل می‌شود.
۴) در پی برقراری اتصال رمزهای عوامل رونویسی به توالی افزاینده، سرعت و مقدار رونویسی تغییر می‌کند.

۱۶۲. یاخته‌ای که ترجمهٔ رنای پیک آن قبل از پایان رونویسی آغاز می‌شود، قطعاً ..... دارد و نمی‌تواند ..... داشته باشد.

۱) دنای حلقوی - چندین نقطهٔ آغاز رونویسی
۲) اپراتور - آنزیم‌هایی برای تثبیت نیتروژن
۳) یک نوع رناپسپاراز - غشای درون یاخته‌ای
۴) عوامل رونویسی - کروموزوم کمکی

سؤالات کنکور سراسری

۱۶۳. اتصال پروتئین مهارکننده به کدام، به ترتیب سبب روشن و خاموش شدن ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز می‌گردد؟ (سراسری ۸۲ - با تغییر)

۱) اپراتور - لاکتوز ۲) لاکتوز - راه‌انداز ۳) لاکتوز - اپراتور ۴) راه‌انداز - لاکتوز

۱۶۴. در اشریشیاکلای، پس از اتصال لاکتوز به پروتئین مهارکننده، ..... (سراسری ۸۳ - با تغییر)

۱) سه نوع مولکول RNA ساخته می‌شود.
۲) یک نوع مولکول RNA ساخته می‌شود.
۳) مهارکننده بر اپراتور قرار می‌گیرد.
۴) مسیر حرکت RNA پلی‌مراز مسدود می‌شود.

۱۶۵. در پارامسی، محصول فعالیت کدام آنزیم، دارای آنتی‌کدون آغاز است؟ (سراسری ۸۵ - با تغییر)

۱) RNA پلی‌مراز ۲ ۲) RNA پلی‌مراز ۳ ۳) RNA پلی‌مراز ۱ ۴) RNA پلی‌مراز پروکاریوتی

۱۶۶. قند موجود در ساختار کدام، با بقیه متفاوت است؟ (سراسری خارج از کشور ۸۵)

۱) کدون ۲) ریبوزوم ۳) آنتی‌کدون ۴) توالی افزاینده

۱۶۷. اپراتور دنای باکتری، فاقد ..... است. (سراسری خارج از کشور ۸۶)

۱) تیمین و دئوکسی ریبوز ۲) آدنین و ریبوز ۳) آدنین و گوانین ۴) یوراسیل و ریبوز

۱۶۸. کدام مطلب درست است؟ (سراسری ۸۷ - با تغییر)

۱) همهٔ ژن‌های پشه، در همهٔ یاخته‌هایش بیان می‌شوند.
۲) در سنجاقک همهٔ توالی‌های افزاینده رونویسی می‌شوند.
۳) تفاوت یاخته‌های پیکری گندم به علت تفاوت مادهٔ ژنتیک آن‌ها است.
۴) نقش پروتئین مهارکننده در اشریشیاکلای، عکس نقش عوامل رونویسی در آغازیان است.

۱۶۹. برای تشکیل ریبوزوم در پلاناریا، فعالیت RNA پلی‌مراز ....., لازم است. (سراسری خارج از کشور ۸۷ - با تغییر)

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۱ و ۲ ۴) ۱، ۲ و ۳

۱۷۰. عاملی که سبب فعال‌شدن ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز می‌شود، ..... (سراسری خارج از کشور ۸۷ - با تغییر)

۱) محصول ژن تنظیم‌کننده است.
۲) در ساختار خود آمینواسید دارد.
۳) ماهیت هیدرات کربنی دارد.
۴) توانایی شناسایی راه‌انداز را دارد.

۱۷۱. اگر یک مولکول mRNA از مکمّل رشتهٔ DNA با توالی TGA – AAA – GTA رونویسی شود، آنتی‌کدون‌هایی که برای ترجمه مورد استفاده قرار می‌گیرند، به ترتیب کدام است؟ (سراسری خارج از کشور ۸۸)

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

۱۷۲. در یوکاریوت‌ها، ..... (سراسری خارج از کشور ۸۸)

۱) تنظیم بیان ژن، عمدتاً در هنگام پایان رونویسی انجام می‌شود. ۲) کدون‌ها به آمینواسیدهای ویژهٔ خود متصل می‌شوند.
۳) RNA پلیمرازها به تنهایی توانایی شناسایی راه‌انداز را ندارند. ۴) ریبوزوم‌ها، می‌توانند ترجمه را قبل از تکمیل رونویسی شروع کنند.

۱۷۳. در فرآیند ترجمهٔ ژن اکتین (نوعی پروتئین تک‌رشته‌ای) در یاخته‌های عضلانی انسان و در حین جابه‌جایی ریبوزوم بر روی mRNA، ..... (سراسری ۸۹ - با تغییر)

۱) رنای ناقلِ یک آمینواسیدِ خاص به جایگاه P منتقل می‌شود. ۲) رنای ناقلِ موجود در جایگاه P، به جایگاه E منتقل می‌شود.
۳) پیوند پپتیدی بین آمینواسیدها در جایگاه A برقرار می‌شود. ۴) جایگاه A همواره پذیرای رنای ناقل آمینواسید می‌گردد.

۱۷۴. کدام عبارت، در مورد بیان ژن انسولین در یاخته‌های پانکراس انسان صحیح است؟ (سراسری خارج از کشور ۸۹)

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

۱۷۵. با توجه به mRNA زیر، چهارمین کدون وارد شده به جایگاه A ..... و سومین آنتی‌کدون وارد شده به جایگاه P ریبوزوم ..... است. (سراسری ۹۰)

CGA·CGU·AUG·CGG·UAC·UGC·UUC·CAC·UGA–

۱) ACG - UGC ۲) UAC - UUC ۳) UAC - AAG ۴) AUG - UUC

۱۷۶. اگر اشریشیاکلای در محیط فاقد لاکتوز قرار گیرد، ..... (سراسری ۹۰)

۱) رونویسی از ژن تنظیم‌کننده ادامه می‌یابد. ۲) اتصال RNA پلی‌مراز۲ به اپراتور مختل می‌شود.
۳) رونویسی یکی از ژن‌های باکتری متوقف می‌شود. ۴) تغییراتی در شکل پروتئین مهارکننده ایجاد می‌شود.

۱۷۷. در mRNA فرضی زیر، پس از خروج tRNA حاوی آنتی‌کدون CUC از جایگاه P ریبوزوم، tRNAی حاوی کدام آنتی‌کدون وارد جایگاه A ریبوزوم می‌شود؟ (سراسری خارج از کشور ۹۰)

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

۱) UCC ۲) UUC ۳) AAG ۴) AGG

۱۷۸. هنگام حضور لاکتوز در محیط اشریشیاکلای، اگر عامل جهش‌زا باعث تغییر در ..... شده باشد، مانع اتصال ..... نمی‌شود. (سراسری خارج از کشور ۹۰. با تغییر)

۱) اپراتور - RNA پلیمراز به راه‌انداز ۲) راه‌انداز - عوامل رونویسی به افزاینده
۳) ژن سازندهٔ مهارکننده - پروتئین به اپراتور ۴) ژن سازندهٔ مهارکننده - لاکتوز به پروتئین تنظیم‌کننده

۱۷۹. در فرآیند ترجمه، .....، نسبت به سایرین در جایگاه متفاوتی از ریبوزوم رخ می‌دهد. (سراسری خارج از کشور ۹۰)

۱) استقرار عامل آزادکننده بر روی mRNA ۲) تشکیل پیوند پپتیدی میان دو آمینواسید
۳) جفت‌شدن رنای ناقل آمینواسید با کدون UGA ۴) آزادسازی زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی از آخرین tRNA

۱۸۰. در هر باکتری، DNA ..... (سراسری خارج از کشور ۹۰. با تغییر)

۱) به منظور انجام همانندسازی، دو دوراهی تشکیل می‌دهد.
۲) کروموزوم اصلی همانند ژنوم یوکاریوت‌ها، به طور کامل رونویسی نمی‌شود.
۳) پلازمیدی همانند کروموزوم اصلی، مولکولی حلقوی و متصل به غشای یاخته است.
۴) به جز از طریق تقسیم، اطلاعات ژنتیکی خود را به روش دیگری منتقل نمی‌کند.

۱۸۱. 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 رونویسی‌کننده، مسئول تولید انواع RNAها می‌باشد.
۴) علاوه بر راه‌انداز، توالی‌های دیگری از DNA در رونویسی دخالت دارند.

۱۸۲. کدام عبارت نادرست است؟ (سراسری خارج از کشور ۹۱)

«در یاختهٔ تخم .....»

۱) بعضی محصولات حاصل از رونویسی ژن‌ها، هرگز ترجمه نمی‌شوند.
۲) نوکلئوتیدهای قرار گرفته در دو انتهای mRNA، مورد ترجمه قرار می‌گیرند.
۳) آنزیم رونویسی‌کننده، به کمک پروتئین‌های ویژه‌ای به سمت توالی خاصی از DNA هدایت می‌شود.
۴) امکان تولید مولکول‌های حاصل از رونویسی و مولکول‌های حاصل از ترجمه در یک محل وجود ندارد.

۱۸۳. اگر در محیط باکتری اشریشیاکلای لاکتوز یافت نشود، حتی پس از اتصال ..... (سراسری ۹۲)

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

۱۸۴. با توجه به ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز در اشریشیاکُلای می‌توان گفت که پس از اتصال ..... (سراسری خارج از کشور ۹۲- با تغییر)

۱) مهارکننده به اپراتور، رونویسی از یک ژن متوقف می‌شود.
۲) لاکتوز به اپراتور، فرآیند رونویسی از ژن‌ها متوقف می‌شود.
۳) پروتئین تنظیم‌کننده به مهارکننده، RNA پلیمراز در بخش تنظیم‌کنندهٔ ژن قرار می‌گیرد.
۴) پروتئین مهارکننده به لاکتوز، راه‌انداز توسط آنزیم رونویسی‌کننده شناسایی می‌شود.

۱۸۵. در همهٔ یاخته‌ها، ..... (سراسری خارج از کشور ۹۲)

۱) در مرحلهٔ اول رونویسی، دو رشتهٔ DNA از یکدیگر جدا می‌شوند.
۲) عمل رونویسی توسط پروتئین‌های رونویسی‌کنندهٔ متنوعی انجام می‌شود.
۳) واکنش‌های سوخت‌وسازی برای تولید ATP درون اندامک خاصی انجام می‌شوند.
۴) ایجاد رابطهٔ مکملی بین نوکلئوتیدهای هر مولکول RNA غیرممکن است.

۱۸۶. کدام عبارت در مورد استرپتوکوکوس نومونیا درست است؟ (سراسری ۹۳ - با تغییر)

«در مرحلهٔ .....»

۱) اول رونویسی، پیوند بین بازهای آلی دو رشتهٔ الگو و غیر الگوی DNA، گسسته می‌شود.
۲) دوم رونویسی، آنزیم رونویسی‌کننده، نوکلئوتید مناسبی را برای جایگاه آغاز انتخاب می‌کند.
۳) دوم ترجمه، با جابه‌جایی آخرین tRNA، کدون پایان به جایگاه A ریبوزوم منتقل می‌شود.
۴) آغاز ترجمه، پس از اتصال دو زیرواحد ریبوزوم به یکدیگر، tRNA آغازی با نخستین رمز جفت می‌شود.

۱۸۷. در همهٔ باکتری‌های بیماری‌زا، ..... (سراسری خارج از کشور ۹۳)

۱) مادهٔ وراثتی، متشکل از دو مولکول DNA 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 تنظیم‌کنندهٔ ویژهٔ خود قرار می‌گیرد.

۱۸۸. در استرپتوکوکوس نومونیا، بلافاصله پس از آن‌که ساختار ریبوزوم برای ترجمه کامل گردید، ..... (سراسری خارج از کشور ۹۳- با تغییر)

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

۱۸۹. کدام عبارت در مورد یک یاختهٔ فعال پانکراس، درست است؟ (سراسری ۹۴ - با تغییر)

۱) هر کدون توسط یک آنتی‌کدون شناسایی می‌شود.
۲) تنوع آنتی‌کدون‌ها از کدون‌ها کمتر است.
۳) هر آمینواسید، بیش از یک رمز سه نوکلئوتیدی دارد.
۴) هر رنای مورد نیاز برای پروتئین‌سازی، کدون آغاز دارد.

۱۹۰. نوعی جاندار تک‌یاخته‌ای می‌تواند طی چرخهٔ یاخته‌ای خود و با گذشت از نقاط وارسی، مواد آلی غیر زندهٔ محیط را تجزیه نماید. کدام عبارت در مورد این جاندار درست است؟ (سراسری ۹۴)

۱) به طور معمول، هر ژن بیش از یک توالی تنظیمی دارد.
۲) تنظیم بیان هر ژن، همواره در سطح رونویسی انجام می‌گیرد.
۳) ممکن است در ضمن رونویسی اغلب ژن‌ها، ترجمه هم صورت بگیرد.
۴) مسئولیت تنظیم بیان چند ژن مجاور بر عهدهٔ یک توالی تنظیم‌کننده می‌باشد.

۱۹۱. به طور معمول، در مرحلهٔ آغاز ترجمه، کدام اتفاق رخ می‌دهد؟ (سراسری خارج از کشور ۹۴)

۱) پس از تکمیل ساختار ریبوزوم، ابتدا پیوند tRNA نخستین و اسید آمینه گسسته می‌شود.
۲) tRNA و اسیدهای آمینهٔ متصل به آن در جایگاه P قرار می‌گیرند.
۳) نوکلئوتیدهای قرار گرفته در جایگاه A، بدون مکمل باقی می‌مانند.
۴) اولین پیوند پپتیدی بین آمینواسیدها برقرار می‌شود.

۱۹۲. نوعی جاندار تک‌یاخته‌ای می‌تواند طی چرخهٔ یاخته‌ای خود و با گذشت از نقاط وارسی، تولیدمثل نماید. کدام عبارت دربارهٔ این جاندار، درست است؟ (سراسری خارج از کشور ۹۴)

۱) به منظور تولید یک پروتئین ساختاری، RNA پلیمراز به مجموعهٔ راه‌انداز - پروتئین هدایت می‌شود.
۲) راه‌انداز ژن‌های tRNA و mRNA، توسط یک آنزیم RNA پلیمراز شناسایی می‌گردد.
۳) فقط بخش‌هایی از محصول اولیهٔ هر آنزیم RNA پلیمراز، مورد ترجمه قرار می‌گیرد.
۴) محصول اولیهٔ فعالیت RNA پلیمراز، همواره الگوی ساختن یک پروتئین را دارد.

۱۲۲. (گزینهٔ ۴)

بررسی تک تک موارد:

(الف). اینترفرون‌ها، پروتئین‌هایی هستند که در دفاع غیراختصاصی نقش دارند که توسط یاخته‌های کشندهٔ طبیعی و یا لنفوسیت‌های T تولید می‌شوند. بنابراین اینترفرون نوع ۲ می‌تواند محصول بیان ژن در گروهی از یاخته‌های دفاع اختصاصی به نام لنفوسیت‌های T باشد.

(ب). اینترفرون نوع ۲ نقش مهمی در مبارزه با یاخته‌های سرطانی دارد. یاخته‌های سرطانی بدون توجه به نقاط وارسی چرخهٔ یاخته‌ای، به صورت غیرعادی تقسیم می‌شوند.

(ج). لنفوسیت‌های T می‌توانند اینترفرون نوع ۲ را تولید کنند. منشأ لنفوسیت‌ها، یاخته‌های بنیادی لنفوئیدی هستند.

(د). در یاخته‌های هوهسته‌ای، هر پروتئین ترشحی با عبور از شبکهٔ آندوپلاسمی و دستگاه گلژی برای برون‌رانی آماده می‌شود.

۱۲۳. (گزینهٔ ۱) خودتان را در **ایستگاه ۲۵** شارژ کنید!

وقتی اطلاعات یک ژن مورد استفاده قرار می‌گیرد، می‌گوییم ژن بیان شده است. اولین مرحله برای استفاده از اطلاعات ژن، رونویسی از آن است. بنابراین بیان هر ژن با دخالت آنزیم رنابسپاراز انجام می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ دوم: بعضی یاخته‌های پیکری ممکن است هسته و کروموزوم نداشته باشند؛ مانند گویچه‌های قرمز انسان و همچنین برخی یاخته‌های گیاهی مانند آوند آبکش.

گزینهٔ سوم: بعضی جانداران، تک‌یاخته‌ای هستند و پیکر آن‌ها فقط از یک یاخته تشکیل شده است.

گزینهٔ چهارم: اولاً یک ژن در همهٔ یاخته‌ها مورد استفاده قرار نمی‌گیرد، ثانیاً بر اثر پیرایش‌های متفاوت، ممکن است محصولات متفاوتی از یک ژن در برخی یاخته‌ها تولید شود.

ایستگاه شارژ ۲۵

تنظیم بیان ژن

- به طور معمول، یاخته‌های پیکری یک فرد، از نظر کروموزومی و ژن‌ها یکسان‌اند؛ چون همهٔ آن‌ها از تقسیم میتوز (رشتمان) یاختهٔ تخم حاصل شده‌اند. یاخته‌های مختلف (ماهیچه‌ای، عصبی و ...) شکل و عملکرد متفاوتی دارند؛ چون در هر یاخته، فقط تعدادی از ژن‌ها فعال و سایر ژن‌ها غیرفعال‌اند.
- هرگاه اطلاعات ژنی در یک یاخته مورد استفاده قرار بگیرد، می‌گوییم ژن بیان شده و به اصطلاح روشن است. ژنی که مورد استفاده قرار نمی‌گیرد، بیان نمی‌شود و به اصطلاح خاموش است.
- تنظیم بیان ژن فرایندی بسیار دقیق و پیچیده است و تعیین می‌کند در چه هنگام، به چه مقدار و کدام ژن‌ها مورد استفاده قرار بگیرند.
- تنظیم بیان ژن موجب موارد زیر می‌شود:

۱) پاسخ به تغییرات محیطی؛ به عنوان مثال در گیاهان، نور باعث فعال شدن ژن سازندهٔ آنزیم مؤثر در فتوسنتز می‌شود.

۲) تمایز؛ به عنوان مثال ایجاد یاخته‌های خونی متفاوت از مغز استخوان

۱۲۴. (گزینهٔ ۱)

تذکر مهم: برای ظاهر شدن اثر یک ژن یوکاریوتی، ابتدا باید عمل رونویسی انجام شود.

رناهای حاصل از رونویسی تغییراتی می‌کنند؛ مثلاً بخش‌هایی به ابتدا و انتهای رنای پیک اضافه شده و رونوشت اینترون‌ها از آن حذف می‌شوند. سپس رنای پیک بالغ ترجمه می‌شود و در بعضی موارد، پروتئین حاصل از ترجمه نیز تغییراتی می‌کند تا بتواند به یک پروتئین فعال تبدیل شود و در نهایت وقتی این پروتئین اثر خود را بروز می‌دهد، می‌توانیم بگوییم اثر ژن ظاهر شده است! خُب بدیهی است که صرفاً با رونویسی ژن نمی‌توان گفت که اثر آن ظاهر شده است؛ چون در هر یک از مراحل بعدی ممکن است تنظیم بیان ژن از ادامهٔ این روند جلوگیری کند.

۱۲۵. (گزینهٔ ۳)

بررسی تک تک موارد:

الف (درست). تنظیم بیان ژن‌های پروکاریوتی می‌تواند با جلوگیری از رونویسی و یا تسهیل رونویسی انجام شود.

ب (درست). تنظیم بیان ژن می‌تواند منجر به افزایش رونویسی و در نتیجه افزایش عمل ترجمه شود. در این صورت فعالیت ریبوزوم‌ها بیشتر خواهد شد.

ج (درست). تنظیم بیان ژن می‌تواند از طریق تغییر در میزان پایداری رنا و یا پروتئین انجام شود.

د (نادرست). ایجاد یاخته‌های مختلف از یک یاخته، یعنی تمایز و باکتری‌ها تمایز ندارند!

۱۲۶. (گزینهٔ ۳) خودتان را در **ایستگاه ۲۶** شارژ کنید!

دقت کنید: باکتری اشریشیاکلای برای تولید آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز و مالتوز دو سیستم تنظیم بیان ژن متفاوت دارد.

در غیاب گلوکز، اگر لاکتوز وجود داشته باشد، تنظیم منفی رونویسی و اگر مالتوز وجود داشته باشد، تنظیم مثبت رونویسی انجام می‌شود. در صورت وجود لاکتوز، مهارکننده از اپراتور جدا می‌شود و رنابسپاراز می‌تواند به راه‌انداز خود متصل شده و رونویسی را انجام دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ اول: در حضور لاکتوز، پروتئین مهارکننده تغییر شکل می‌دهد و از اپراتور جدا می‌شود.

گزینهٔ دوم: در تنظیم بیان ژن‌های مربوط به تجزیهٔ مالتوز، مهارکننده دخالتی ندارد.

گزینهٔ چهارم: رنابسپاراز برای انجام رونویسی به راه‌انداز متصل می‌شود، نه اپراتور.

ایستگاه شارژ ۲۶

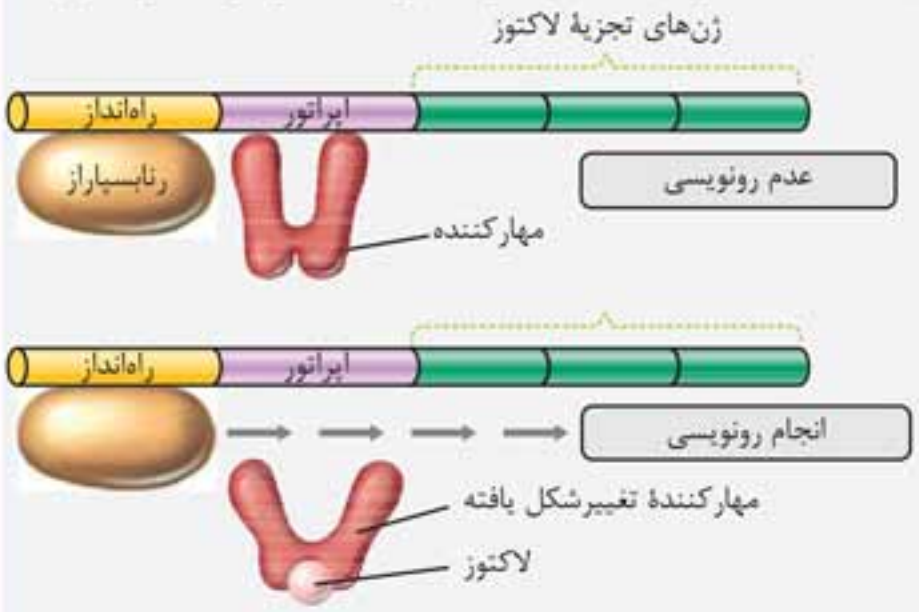
تنظیم بیان ژن در پروکاریوت‌ها

- تغییر در فعالیت ژن‌ها بر تولید رنا و پروتئین مؤثر است.
- تنظیم بیان ژن در پروکاریوت‌ها می‌تواند در مراحل رونویسی، ترجمه و یا حتی پس از ترجمه انجام شود اما معمولاً در مرحلهٔ رونویسی است.
- تنظیم بیان ژن‌های پروکاریوتی در سطح رونویسی، از دو طریق صورت می‌گیرد:

۱) جلوگیری از اتصال و فعالیت رنابسپاراز: این عمل از انجام رونویسی ممانعت می‌کند و اصطلاحاً **تنظیم منفی رونویسی** نامیده می‌شود.

۲) کمک به اتصال و فعالیت رنابسپاراز: این عمل رونویسی را تسهیل می‌کند و اصطلاحاً **تنظیم مثبت رونویسی** نامیده می‌شود.

باکتری اشریشیاکلای (E.coli) ترجیح می‌دهد از قند گلوکز به عنوان منبع انرژی استفاده کند. در نبود گلوکز، اگر لاکتوز (قند شیر) در اختیار باکتری قرار بگیرد، می‌تواند از آن استفاده کند. در این صورت، باید آنزیم‌های لازم برای جذب و تجزیهٔ لاکتوز را بسازد. اما در نبود لاکتوز، ساخت این آنزیم‌ها متوقف می‌شود یا کاهش می‌یابد.



دقت کنید: اشریشیاکلای، برای استفاده از لاکتوز به محصولات ۳ ژن نیاز دارد.

تنظیم منفی رونویسی:

پروتئینی به نام مهارکننده با اتصال به توالی خاصی از دنا به نام اپراتور جلوی حرکت رنابسپاراز را می‌گیرد و در نتیجه، رونویسی انجام نمی‌شود. فقط در صورتی که مهارکننده از اپراتور جدا شود، رونویسی می‌تواند انجام شود.

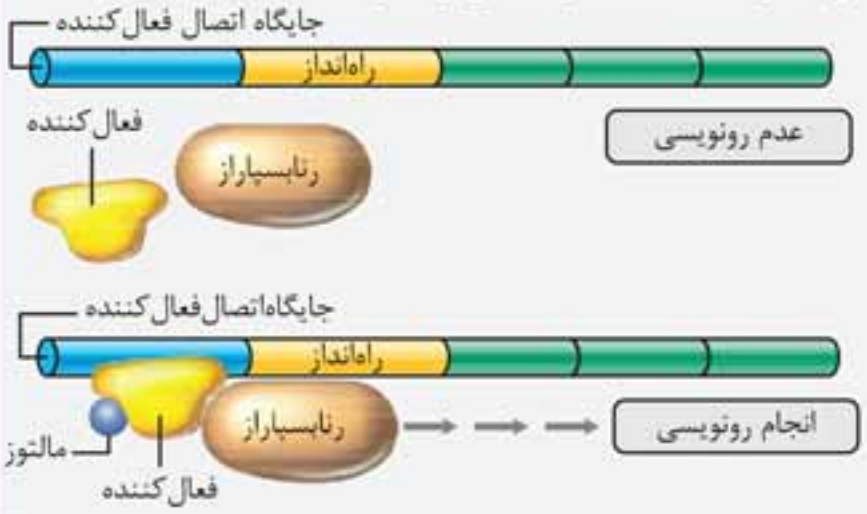
در باکتری اشریشیاکلای:

- وقتی لاکتوز در اختیار باکتری نیست، مهارکننده به اپراتور متصل است و مانع رونویسی ژن‌های مربوط به آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز می‌شود.
- وقتی لاکتوز در محیط باکتری وجود داشته باشد، مقداری از آن وارد باکتری می‌شود و با اتصال به مهارکننده، شکل آن را تغییر می‌دهد. در نتیجه، مهارکننده از اپراتور جدا می‌شود و مهارکنندهٔ دیگری نیز نمی‌تواند به اپراتور متصل شود. حالا رنابسپاراز می‌تواند ژن‌ها را رونویسی کند. محصولات این ژن‌ها آنزیم‌هایی هستند که باعث تجزیهٔ لاکتوز می‌شوند.

تنظیم مثبت رونویسی:

در این نوع تنظیم، پروتئین‌هایی به نام **فعال‌کننده** به رنابسپاراز کمک می‌کنند تا به راه‌انداز متصل شود و رونویسی را آغاز کند.

به عنوان مثال اگر قند مالتوز در محیط باکتری اشریشیاکلای وجود داشته باشد، درون باکتری آنزیم‌هایی ساخته می‌شوند که در تجزیهٔ مالتوز نقش دارند. در عدم حضور مالتوز، این آنزیم‌ها ساخته نمی‌شوند.



- در حضور مالتوز، انواعی از پروتئین به نام **فعال‌کننده** به توالی‌های خاصی از دنا به نام **جایگاه اتصال فعال‌کننده** متصل می‌شوند. این اتصال به رنابسپاراز کمک می‌کند تا به راه‌انداز متصل شود و رونویسی را شروع کند.
- اتصال مالتوز به فعال‌کننده، باعث پیوستن آن به جایگاه اتصال می‌شود. در نبود مالتوز، پروتئین فعال‌کننده از جایگاه اتصال خود جدا می‌شود.

۱۲۷. گزینهٔ ۴

لاکتوز نوعی دی‌ساکارید (قند شیر) است. در صورت وجود لاکتوز در محیط باکتری، مقداری از آن وارد باکتری می‌شود و با اتصال به پروتئین مهارکننده، سبب تغییر شکل و جدا شدن آن از اپراتور می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ اول: گلوکز، قند ترجیحی این باکتری است. در حضور گلوکز، مهارکننده به اپراتور متصل است و از رونویسی جلوگیری می‌کند.

گزینهٔ دوم: سه ژنی که محصولات آن‌ها برای جذب و تجزیهٔ لاکتوز لازم‌اند، یک راه‌انداز مشترک دارند.

گزینهٔ سوم: لاکتوز دی‌ساکاریدی است که پس از ورود می‌تواند شکل پروتئین مهارکننده را تغییر دهد، اما مالتوز دی‌ساکارید دیگری است که ورود آن به باکتری، سبب تغییرشکل مهارکننده نمی‌شود.

۱۲۸. گزینهٔ ۴

بررسی تک تک موارد:

الف (نادرست). ورود مالتوز باعث اتصال پروتئین فعال‌کننده به جایگاه اتصال آن می‌شود.

ب (نادرست). لاکتوز به اپراتور متصل نمی‌شود، بلکه با اتصال به مهارکننده سبب تغییر شکل آن می‌گردد.

ج (نادرست). تنظیم بیان ژن‌های مربوط به تجزیهٔ لاکتوز از نوع منفی است و پروتئین فعال‌کننده دخالتی در آن ندارد.

د (نادرست). تنظیم بیان ژن‌های مربوط به تجزیهٔ مالتوز از نوع مثبت است و پروتئین مهارکننده دخالتی در آن ندارد.

۱۲۹. گزینهٔ ۳

اولاً در نبود لاکتوز ممکن است آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز به مقدار کم تولید شوند. ثانیاً آنزیم‌ها پس از شرکت در واکنش‌ها دست نخورده باقی می‌مانند.

بنابراین پس از یک بار روشـن شـدن ژن‌های مربوط به این آنزیم، مقداری از این آنزیم‌ها درون باکتری باقی می‌مانند. پس گزینه سـوم درسـت است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینـهٔ اول: پروتئین تنظیمی مربـوط به ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ مالتوز، سـرِ راه رنابسـپاراز قرار نمی‌گیرد؛ بلکه این پروتئین بـا اتصال به جایگاه خود به رنابسپاراز کمک می‌کند تا راه‌انداز را شناسایی کند.

گزینهٔ دوم: مالتوز به پروتئین مهارکننده متصل نمی‌شـود، بلکه با اتصال به پروتئین فعال‌کننده، سبب اتصال آن به توالی اختصاصی بر روی دنا می‌گردد.

گزینـهٔ چهارم: تولیـد پروتئین مهارکننده ارتباطی به حضـور لاکتوز ندارد.

۱۳۰. گزینهٔ ۱

دقت کنید: سـه ژن سـازندهٔ آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز به دنبال هم قرار گرفته‌اند و مجموعاً یک راه‌انداز دارند.

بنابراین وقتی رنابسـپاراز به راه‌انداز این ژن‌ها متصل می‌شـود و این ژن‌ها را رونویسـی می‌کند، از روی آن‌ها یک مولکول رنای پیک ایجاد می‌شـود که رونوشـت هر سـه ژن را دارد! پس برای تولید شـدن این سه آنزیم، یک نوع رنای پیک ساخته می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ دوم: تنظیم بیان ژن‌های مربوط به تجزیهٔ لاکتوز از نوع منفی اسـت و پروتئین فعال‌کننده در آن نقشی ندارد.

گزینهٔ سـوم: دو رشـتهٔ دنا در محل راه‌انداز باز نمی‌شـوند چون قرار نیست راه‌انداز رونویسی شود.

گزینهٔ چهارم:

تذکر مهم: پروتئین مهارکننده به طور دائمی تولید می‌شود و اصلاً برای تولید آنزیم‌هـای تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز لازم نیسـت تولید مهارکننده متوقف شود.

چون نحوهٔ تنظیم این طور است که لاکتوز با اتصال به مهارکننده، شکل آن را تغییر می‌دهد و در نتیجه، مهارکننده از اپراتور جدا می‌شود.

۱۳۱. گزینهٔ ۳

بررسی تک تک موارد:

الف (نادرست). لاکتوز پس از ورود به باکتری، به مهارکننده متصل می‌شود و شکل آن را تغییر می‌دهد. مهارکنندهٔ تغییر شکل یافته از اپراتور جدا می‌شود.

ب (نادرست). اگر چه لاکتوز در باکتری به مونوساکاریدها تبدیل می‌شود اما تنظیم بیان ژن‌های مربوط به تجزیهٔ لاکتوز، به‌روش تنظیم منفی رونویسی است.

ج (نادرست). راه‌انداز رونویسی نمی‌شود، بلکه رنابسپاراز ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز را رونویسی می‌کند.

د (درست). در پی ورود لاکتوز به باکتری، ژن‌های مربوط به تجزیهٔ آن توسط رنابسپاراز رونویسی می‌شود.

فلش‌بک: در اولین مرحلهٔ رونویسی، آنزیم رنابسپاراز با شکستن پیوندهای هیدروژنی، دو رشتهٔ دنا را از هم باز می‌کند.

۱۳۲. گزینهٔ ۲

بررسی تک تک موارد:

الف (نادرست). ابتدا پروتئین فعال‌کننده به جایگاه اتصال خود متصل می‌شود، سپس رنابسپاراز با کمک آن راه‌انداز خود را شناسایی می‌کند و به آن متصل می‌شود.

ب (نادرسـت). جایگاه اتصال پروتئین فعال‌کننـده قبل از راه‌انداز قرار دارد، نه بین راه‌انداز و ژن.

ج (درسـت). با ورود مالتوز بـه باکتری، پروتئین فعال‌کننـده به دنا متصل می‌شود و زمینهٔ رونویسی از ژن‌های مربوط به تجزیهٔ مالتوز را فراهم می‌کند.

د (درست).

دقت کنید: بـرای ژن‌های مربوط بـه تجزیهٔ مالتـوز، فقط یک راه‌انداز وجود دارد.

وقتی رنابسـپاراز به راه‌انداز خود متصل می‌شـود، ژن‌هـای مربوط به تجزیهٔ مالتوز را به دنبال هم رونویسی می‌کند.

۱۳۳. گزینهٔ ۲

برای رونویسی از ژن‌های سازندهٔ این آنزیم‌ها، لازم است پروتئین مهارکننده که نوعی پروتئین تنظیمی است از دنا جدا شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ اول: آنزیم رنابسپاراز، باز کردن دو رشتهٔ دنا را در ناحیه‌ای جلوتر از راه‌انداز انجام می‌دهد. راه‌انداز رونویسی نمی‌شود و نیازی به باز شدن دو رشتهٔ آن نیست.

گزینـهٔ سـوم: ژن پروتئیـن مهارکننده به طور دائمی رونویسـی می‌شـود. مکانیسـم روشن شدن ژن‌های مربوط به تجزیهٔ لاکتوز، توقف تولید پروتئین مهارکننده نیست، بلکه اتصال لاکتوز به این پروتئین باعث تغییر شکل و جدا شدن آن از اپراتور می‌شود.

گزینـهٔ چهـارم: با هر بار اتصال رنابسـپاراز و حرکت آن به جلو، هر سـه ژن مربوط به آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز رونویسی می‌شوند.

۱۳۴. گزینهٔ ۴

دقت کنید: اشریشـیاکلای در حضور لاکتـوز، آنزیم‌هایی تولید می‌کند که در جذب و تجزیهٔ لاکتوز نقش دارند.

پس اولاً نقش هر سه آنزیم تجزیه نیست! ثانیاً لاکتوز دی‌ساکارید است؛ یعنی از اتصال دو مونوساکارید تشکیل شده است. بنابراین هنگام هیدرولیز آن فقط یک پیوند شکسته می‌شود و بقیهٔ مراحل تجزیهٔ آن هیدرولیز محسوب نمی‌شوند!

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینـهٔ اول: بین ژن‌های سـازندهٔ آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتـوز و راه‌انداز، توالی اپراتور قرار دارد؛ یعنی این ژن‌ها در مجاورت راه‌انداز نیستند و کمی با آن فاصله دارند اما ژن‌های سازندهٔ آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ مالتوز در مجاورت راه‌انداز قرار دارند؛ چون برای این ژن‌ها توالی اپراتور وجود ندارد.

گزینـهٔ دوم: آنزیـم حاوی مونوسـاکارید، در واقع rRNA اسـت و توسـط رنابسپاراز تولید می‌شود.

گزینـهٔ سـوم: مالتوز دی‌سـاکاریدی اسـت که از دو مولکـول گلوکز، یعنی مونوساکارید مشابه تشکیل شده است.

۱۳۵. گزینهٔ ۲

ژنی که به طور دائمی بیان می‌شود، نیازی به اپراتور ندارد؛ چون نقش اپراتور جلوگیری از رونویسـی اسـت و اتصال پروتئینی به نام مهارکننده به اپراتور باعث خاموش شدن ژن می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینـهٔ اول: تنظیم مثبت و منفی رونویسـی در صورتی وجود دارد که عامل بیرونی در رونویسی یا عدم رونویسی مؤثر باشد.

گزینهٔ سـوم: ژنی که دائماً رونویسی می‌شـود، می‌تواند رنای پیک و یا رنای دیگری مانند رنای ریبوزومی باشد.

گزینـهٔ چهـارم: جایگاه اتصال فعال‌کننده در مـواردی وجود دارد که تنظیم رونویسی مثبت انجام می‌شود.

۱۳۶. گزینهٔ ۱

نکته: باکتری اشریشیاکلای برای جذب و تجزیهٔ لاکتوز ۳ آنزیم نیاز دارد و ۳ ژن این آنزیم‌ها را می‌سازند. با توجه به این که هر ژن می‌تواند یک رشتهٔ پلی‌پپتید بسازد، می‌توان نتیجه گرفت که این آنزیم‌ها تک‌رشته‌ای هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ دوم: قند ترجیحی اشریشیاکلای، گلوکز است؛ در حالی که برای جذب و تجزیهٔ لاکتوز به ۳ آنزیم نیاز دارد.

گزینهٔ سوم: بعضی ژن‌های اشریشیاکلای تنظیم مثبت و بعضی تنظیم منفی دارند.

نکته: در ارتباط با ژن‌هایی که تنظیم مثبت دارند، اتصال پروتئین تنظیمی به نام فعال‌کننده به دنا، سبب بیان ژن می‌شود.

گزینهٔ چهارم: به طور کلی می‌توان گفت که تنظیم بیان ژن در مراحل مختلفی انجام می‌شود اما تنظیم بیان ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز در مرحلهٔ رونویسی انجام می‌شود.

۱۳۷. گزینهٔ ۲

بررسی تک تک موارد:

الف (درست). باکتری‌ها فقط یک نوع رنابسپاراز دارند اما انواع رناهای آن‌ها عبارتند از mRNA، tRNA و rRNA یعنی تنوع رناهای آن‌ها از رنابسپاراز بیشتر است.

ب (نادرست). پروتئین مهارکننده به طور دائمی در باکتری تولید می‌شود؛ در غیاب لاکتوز این پروتئین به اپراتور متصل می‌شود.

ج (درست). ریبوزوم از پروتئین‌ها و رناهای ریبوزومی تشکیل شده است و برای تشکیل پروتئین، فعالیت هر سه نوع رنا (پیک، ناقل و ریبوزومی) لازم است.

د (نادرست). جدا شدن مهارکننده از اپراتور مربوط به باکتری است؛ در حالی که باکتری رنابسپاراز ۲ ندارد.

۱۳۸. گزینهٔ ۱

بررسی تک تک موارد:

الف (نادرست). پروتئین مهارکننده به طور دائمی در باکتری تولید می‌شود و وجود یا فقدان لاکتوز تأثیری در تولید آن ندارد.

ب (نادرست). مهارکننده به تنهایی به اپراتور متصل می‌شود و گلوکز به مهارکننده متصل نمی‌شود.

ج (نادرست). در نبود لاکتوز، شکل پروتئین مهارکننده عادی است و با همین شکل عادی به اپراتور متصل می‌شود اما وقتی لاکتوز به آن متصل می‌شود، شکل آن را تغییر می‌دهد و به دلیل همین تغییر شکل، از اپراتور جدا می‌شود.

د (درست). در نبود لاکتوز، نوعی پروتئین به نام مهارکننده و در حضور لاکتوز نوع دیگری پروتئین به نام رنابسپاراز به مولکول دنا متصل می‌شود.

۱۳۹. گزینهٔ ۱

کلاً پروکاریوت‌ها فقط یک نوع آنزیم رونویسی‌کننده (رنابسپاراز) دارند که همهٔ ژن‌ها را رونویسی می‌کند و تفاوتی ندارد که ژن‌ها مجاور هم باشند یا دور از هم.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ دوم: ژن‌های مربوط به تجزیهٔ لاکتوز را به خاطر بیاورید. برای سه ژن مجاور هم، یک بخش تنظیمی (شامل اپراتور و راه‌انداز) وجود دارد. بدیهی است که فقط یکی از این ژن‌ها در مجاورت بخش تنظیمی است و دو ژن دیگر با بخش تنظیمی خود فاصله دارند.

گزینهٔ سوم:

نکته: بیشتر ژن‌های باکتری در کروموزوم اصلی و بعضی از آن‌ها نیز در پلازمید قرار دارند.

پلازمید، دنای حلقوی کوچکی است که به غشا متصل نیست.

گزینهٔ چهارم: سه ژن مربوط به تجزیهٔ لاکتوز به دنبال هم رونویسی می‌شوند چون برای آن‌ها فقط یک راه‌انداز وجود دارد. بنابراین mRNA حاصل از رونویسی این سه ژن، دستورالعمل ساخت سه رشتهٔ پلی‌پپتیدی را دارد که هر یک از آن‌ها به یک آنزیم تبدیل می‌شوند.

۱۴۰. گزینهٔ ۳

در این شکل، الف، رنابسپاراز ب، مهارکننده و ج، پپلاکتوز را نشان می‌دهد.

بررسی تک تک موارد:

مورد اول (درست). لاکتوز توسط یاخته‌های پستانداران تولید می‌شود. بنابراین توسط یاختهٔ یوکاریوتی تولید شده است و یاخته‌های یوکاریوتی سه نوع رنابسپاراز دارند.

مورد دوم (نادرست). این قطعه از دنا که در شکل دیده می‌شود، ژن‌های مربوط به تجزیهٔ لاکتوز را دارد، نه ژن تولید پروتئین مهارکننده.

مورد سوم (درست). یکی از انواع رناهایی که آنزیم رنابسپاراز باکتری می‌سازد، رنای ریبوزومی است که در ساختار ریبوزوم به کار می‌رود.

مورد چهارم (درست). با توجه به این که باکتری فقط یک نوع رنابسپاراز دارد، همهٔ پروتئین‌های آن در پی فعالیت همان یک نوع رنابسپاراز تولید می‌شوند.

۱۴۱. گزینهٔ ۴

خیلی ساده است! روشن یا خاموش بودن ژن‌های مربوط تجزیهٔ لاکتوز، به حضور یا فقدان لاکتوز بستگی دارد. باکتری می‌تواند از تجزیهٔ لاکتوز انرژی (ATP) به دست بیاورد. لاکتوز آنزیم نیست که بتواند پیوندهای هیدروژنی را بشکند (گزینه ۱)، پروتئین نیست که بخواهد محصول فعالیت ریبوزوم‌ها باشد (گزینهٔ ۲) و در ساختار خود، عامل آمینی ندارد چون کربوهیدرات است (گزینهٔ ۳).

۱۴۲. گزینهٔ ۱

بررسی تک تک موارد:

الف (نامناسب). لاکتوز به اپراتور متصل نمی‌شود؛ بلکه با اتصال به مهارکننده سبب جدایی آن از اپراتور می‌گردد.

ب (نامناسب). اتصال RNA پلی‌مراز به راه‌انداز باعث جدایی مهارکننده نمی‌شود، بلکه ابتدا مهارکننده از اپراتور جدا می‌شود تا زمینهٔ اتصال RNA پلی‌مراز به راه‌انداز و شروع رونویسی فراهم شود.

ج (مناسب). اتصال مهارکننده به لاکتوز همان اتصال لاکتوز به مهارکننده است! پس از این اتصال، زمینهٔ فعالیت RNA پلی‌مراز فراهم می‌شود.

د (نامناسب). لاکتوز به مهارکننده متصل می‌شود، نه گلوکز.

۱۴۳. گزینهٔ ۳ خودتان را در **ایستگاه ۲۷** شارژ کنید!

تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها پیچیده‌تر از پروکاریوت‌هاست.

دقت کنید: فضای یاختهٔ یوکاریوتی به دلیل وجود غشاهای درون یاخته‌ای به بخش‌های مختلفی به نام اندامک تقسیم شده و در نتیجه، تنظیم بیان ژن می‌تواند در مراحل بیشتری انجام شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ اول: برخی ژن‌های انسان در میتوکندری قرار دارند و هسته، نقش مستقیمی در تنظیم بیان آن‌ها ندارد.

گزینهٔ دوم: اگر عاملی بخواهد بر بیان ژن‌های یاخته اثر بگذرد، باید از غشای یاخته و پوشش هسته یا میتوکندری عبور کند تا به محل حضور دنا برسد. غشای یاخته و هر یک از غشاهای اندامک‌ها دو لایهٔ فسفولیپیدی دارد.

گزینهٔ چهارم: در ابتدای مبحث تنظیم بیان ژن، گفتیم که به عنوان مثال گیاهان در پاسخ به نور، آنزیم مؤثر در فتوسنتز را می‌سازند. همچنین دیدیم که باکتری در صورت وجود ماده‌ای مانند لاکتوز و یا مالتوز در محیط، ژن‌های خاصی را بیان می‌کند.

ایستگاه شارژ ۲۷

تنظیم بیان ژن در پروکاریوت‌ها

تنظیم بیان ژن در هوسته‌ای‌ها (یوکاریوت‌ها) پیچیده‌تر از پروکاریوت‌هاست؛ چون فضای درون یاختهٔ یوکاریوتی توسط غشاها، به فضاهای مجزا تقسیم شده و کروموزوم‌ها درون هسته جای گرفته‌اند.

نکته: در یاخته‌های هوسته‌ای، بیشتر ژن‌ها درون هسته و برخی از ژن‌ها نیز درون میتوکندری (راکیزه) و پلاست (دیسه) قرار دارند.

- رونویسی از ژن‌های کروموزوم‌ها درون هسته انجام می‌شود و رنای پیک پس از تغییراتی به سیتوپلاسم فرستاد می‌شود تا عمل ترجمه صورت بگیرد. بنابراین در یوکاریوت‌ها، فرصت بیشتری برای تنظیم بیان ژن وجود دارد و این عمل می‌تواند در مراحل بیشتری انجام شود.

تنظیم بیان ژن در مرحلهٔ رونویسی:

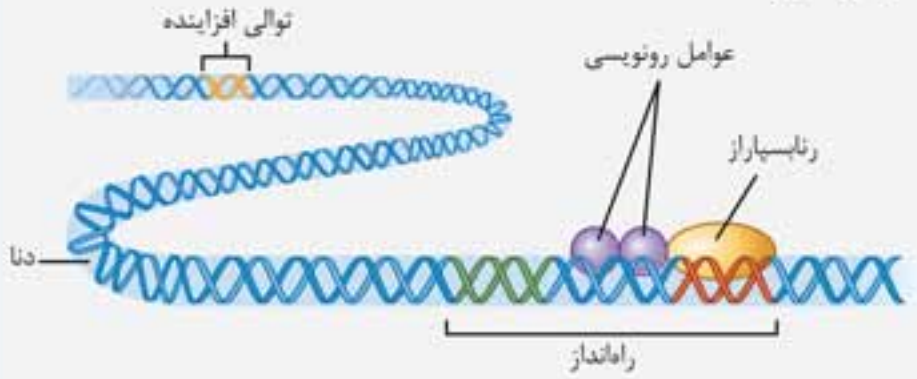
رنابسپاراز یوکاریوتی به تنهایی قادر به شناسایی راه‌انداز نیست و برای اتصال به آن، به پروتئین‌هایی به نام **عوامل رونویسی** نیاز دارد. عوامل رونویسی متعددند.

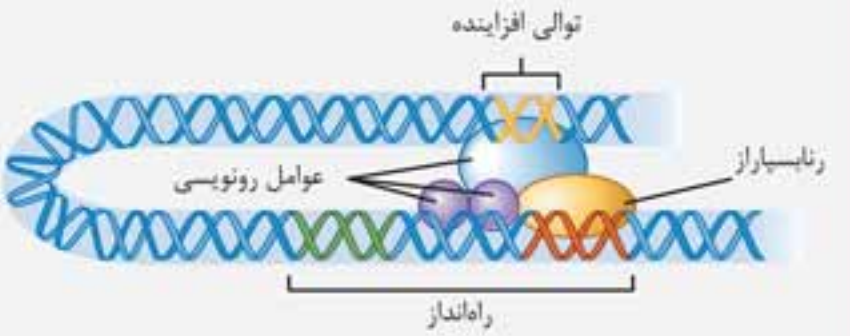
- برخی از عوامل رونویسی به نواحی خاصی از راه‌انداز متصل می‌شوند و رنابسپاراز را به راه‌انداز هدایت می‌کنند.
- برخی دیگر از عوامل رونویسی ممکن است به بخش‌های خاصی از دنا به نام توالی **افزاینده** متصل شوند.
- توالی افزاینده ممکن است در فاصلهٔ دوری از ژن قرار داشته باشد.
- برای رونویسی از یک ژن یوکاریوتی، اعمال زیر انجام می‌گیرد:

۱) برخی از عوامل رونویسی به راه‌انداز متصل می‌شوند.
۲) رنابسپاراز به کمک عوامل رونویسی به راه‌انداز متصل می‌شود.
۳) برخی از عوامل رونویسی به توالی افزاینده متصل می‌شوند.
۴) بخشی از دنا که بین افزاینده و راه‌انداز قرار دارد، خمیدگی پیدا می‌کند تا توالی افزاینده در مقابل راه‌انداز قرار بگیرد. با این کار، کلیهٔ عوامل رونویسی کنار هم قرار می‌گیرند و رونویسی می‌تواند آغاز شود.

دقت کنید: توالی‌های راه‌انداز در ژن‌های مختلف، در بخش‌هایی با هم متفاوت‌اند. این تفاوت باعث می‌شود میزان تمایل عوامل رونویسی برای اتصال به راه‌اندازهای مختلف، متفاوت باشد.

نکته: کنار هم قرار گرفتن کلیهٔ عوامل رونویسی، سرعت رونویسی را افزایش می‌دهد.





تنظیم بیان ژن در مراحل غیر رونویسی:

در یوکاریوت‌ها، تنظیم بیان ژن علاوه بر مرحلهٔ رونویسی، می‌تواند پیش از رونویسی و یا پس از رونویسی نیز انجام شود.

- نمونه‌هایی از تنظیم بیان ژن در مراحل غیر رونویسی در یوکاریوت‌ها:

۱) **رناهای کوچک:** اتصال بعضی رناهای کوچکِ مکمل به رنای پیک، از فعالیت ریبوزوم جلوگیری می‌کند. بنابراین ترجمه متوقف و پس از مدتی رنای پیک تجزیه می‌شود.
۲) **فشردگی کروموزوم:** معمولاً بخش‌های فشردهٔ کروموزوم کمتر در دسترس رنابسپاراز قرار می‌گیرند. یاخته می‌تواند با تغییر در میزان فشردگی کروموزوم، دسترسی رنابسپاراز به ژن و در نتیجه میزان رونویسی را تنظیم کند.
۳) **طول عمر رنای پیک:** افزایش طول عمر رنای پیک موجب افزایش محصول می‌شود.

۱۴۴. گزینهٔ ۱

در پروکاریوت‌ها، آنزیم RNA پلی‌مراز به تنهایی راه‌انداز خود را شناسایی می‌کند.

دقت کنید: مهارکنندهٔ ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز، نوعی پروتئین پروکاریوتی است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ دوم: پروتئین ذخیره‌کنندهٔ اکسیژن در ماهیچه، میوگلوبین است. بدیهی است که میوگلوبین فقط در جانوران وجود دارد.

گزینهٔ سوم: عوامل رونویسی فقط در یوکاریوت‌ها وجود دارند.

گزینهٔ چهارم: برای تولید رنابسپاراز یوکاریوتی باید ژن یوکاریوتی رونویسی شود و این عمل با کمک عوامل رونویسی انجام می‌شود.

۱۴۵. گزینهٔ ۱

تذکر مهم: جانداری که شناسایی راه‌انداز آن با کمک پروتئین‌های ویژه‌ای صورت می‌گیرد، می‌تواند پروکاریوتی و یا یوکاریوتی باشد.

در تنظیم مثبت رونویسی پروکاریوت‌ها، پروتئین فعال‌کننده به رنابسپاراز کمک می‌کند تا راه‌انداز خود را شناسایی کند. در یوکاریوت‌ها نیز وجود عوامل رونویسی به شناسایی راه‌انداز کمک می‌کنند.

بررسی تک تک موارد:

الف (نادرست). عوامل رونویسی فقط در یوکاریوت‌ها وجود دارند.

ب (نادرست). فقط در پروکاریوت‌ها چند ژن مجاور می‌توانند یک راه‌انداز مشترک داشته باشند.

ج (درست). برای تأثیر عامل محیطی بر بیان ژن، لازم است این عوامل در پروکاریوت‌ها، از غشای یاخته و در یوکاریوت‌ها از غشای هسته و اندامک عبور کنند و به محل حضور دنا برسند.

د (نادرست). فقط در یوکاریوت‌ها برای شروع رونویسی، در بخشی از مولکول دنا خمیدگی ایجاد می‌شود.

۱۴۶. گزینهٔ ۱

پارامسی نوعی جاندار تک‌یاخته‌ای از گروه یوکاریوت‌هاست. رونویسی در یوکاریوت‌ها به کمک عوامل رونویسی انجام می‌شود. میزان تمایل این پروتئین‌ها برای اتصال به راه‌انداز، در اثر عواملی مانند عوامل محیطی تغییر می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ دوم: تنظیم بیان ژن‌های یوکاریوتی، مراحل متعددی دارد اما توالی افزاینده فقط در مرحلهٔ رونویسی نقش دارد.

گزینهٔ سوم: گروهی از عوامل رونویسی به راه‌انداز و گروهی دیگر به توالی افزاینده متصل می‌شوند. پس نمی‌توان گفت که هر عامل رونویسی به بخشی از راه‌انداز متصل می‌شود.

گزینهٔ چهارم: برعکس! رنابسپاراز با کمک عوامل رونویسی به راه‌انداز (قسمتی از دنا) متصل می‌شود.

۱۴۷. گزینهٔ ۲

توالی نوکلئوتیدی راه‌انداز ژن‌های مختلف یوکاریوتی، در بخش‌هایی با هم متفاوت است و در نتیجه، میزان تمایل عوامل رونویسی برای اتصال به راه‌اندازهای مختلف با هم فرق دارد.

نکته: میزان تمایل عوامل رونویسی برای اتصال به راه‌انداز در میزان رونویسی مؤثر است. یعنی توالی نوکلئوتیدی راه‌انداز می‌تواند عاملی باشد برای تنظیم میزان رونویسی!

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ اول: گفتیم که توالی راه‌انداز ژن‌های مختلف یوکاریوتی در بخش‌هایی با هم تفاوت دارد.

گزینهٔ سوم: ممکن است بعضی عوامل رونویسی به افزاینده متصل شوند؛ در این صورت افزاینده در تنظیم بیان ژن تأثیر خواهد داشت. پس نمی‌توان گفت که افزاینده بر میزان رونویسی از هر ژن مؤثر است. دکتر! به **ممکن است** دقت کن!

گزینهٔ چهارم: اولاً که خمیدگی فقط زمانی ایجاد می‌شود که افزاینده نیز بر بیان ژن مؤثر باشد؛ ثانیاً تعدادی از ژن‌های یوکاریوتی درون میتوکندری و کلروپلاست قرار دارند. تنظیم بیان این ژن‌ها بدون ایجاد خمیدگی در دنا صورت می‌گیرد.

۱۴۸. گزینهٔ ۴

در هوهسته‌ای‌ها (یوکاریوت‌ها) بیشتر ژن‌ها درون هسته و برخی ژن‌ها نیز در میتوکندری و پلاست قرار دارند.

دقت کنید: تنظیم بیان ژن در سطح رونویسی، علاوه بر هسته، می‌تواند در میتوکندری یا پلاست نیز انجام شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ اول: فرایندهایی که در تنظیم بیان ژن دخالت دارند، بر کمیت و کیفیت پروتئین‌سازی مؤثرند.

گزینهٔ دوم: اتصال برخی رنای کوچک به رنای پیک پایداری آن را بیشتر نمی‌کند، بلکه مانع از ترجمهٔ آن می‌شود و بعد از مدتی رنای پیک تجزیه می‌شود.

گزینهٔ سوم: هر چه قدر کروموزوم فشرده‌تر باشد، دنا کمتر در دسترس رنابسپاراز قرار می‌گیرد و در نتیجه، رونویسی کمتر انجام می‌شود.

نکته: میزان فشردگی کروموزوم با میزان رونویسی از آن رابطهٔ عکس دارد.

جمع‌بندی

تنظیم بیان ژن در مرحلهٔ رونویسی

نوع یاخته	پروتئین تنظیمی	نقش پروتئین تنظیمی	محل اتصال پروتئین تنظیمی
پیش‌هسته‌ای	پروتئین مهارکننده	جلوگیری از رونویسی	توالی اپراتور
	پروتئین فعال‌کننده	کمک به شروع رونویسی	جایگاه اتصال فعال‌کننده
هوهسته‌ای	عوامل رونویسی	کمک به شروع رونویسی	توالی‌های راه‌انداز و افزاینده

۱۴۹. گزینهٔ ۲

هر چه قدر طول عمر رنای پیک بیشتر باشد، بیشتر ترجمه می‌شود و پروتئین محصول بیشتر ساخته می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ اول: در یوکاریوت‌ها، تنظیم بیان ژن می‌تواند در حین، قبل یا بعد از رونویسی انجام شود.

گزینهٔ سوم: رناهای کوچک با اتصال به رنای پیک مانع از ترجمهٔ آن می‌شوند.

پروتئین مهارکننده با اتصال به دنا از رونویسی جلوگیری می‌کند.

گزینهٔ چهارم: تنظیم بیان در سطح کروموزوم فقط به رونویسی مربوط است.

هر چه میزان فشردگی کروموزوم کمتر باشد، بیشتر رونویسی می‌شود.

۱۵۰. گزینهٔ ۲

در یوکاریوت‌ها، شناسایی راه‌انداز با کمک پروتئین‌های ویژه‌ای به نام عوامل رونویسی صورت می‌گیرد. در پروکاریوت‌ها نیز تنظیم مثبت رونویسی با دخالت پروتئین‌های ویژه‌ای است که کمک می‌کنند رنابسپاراز راه‌انداز خود را شناسایی کند.

دقت کنید: شناسایی راه‌انداز با کمک پروتئین‌های ویژه در یوکاریوت‌ها و پروکاریوت‌ها دیده می‌شود؛ در حالی که غشاهای درون یاخته مربوط به اندامک‌هاست و فقط در یوکاریوت‌ها دیده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ اول: رونویسی از چندین ژن مجاور با کمک یک راه‌انداز، مختص باکتری‌هاست و تنظیم بیان ژن‌های باکتری فقط در سیتوپلاسم انجام می‌شود.

گزینهٔ سوم: تنظیم بیان ژن در مرحلهٔ رونویسی هم در پروکاریوت‌ها دیده می‌شود هم در یوکاریوت‌ها. یوکاریوت‌ها چندین نوع رنابسپاراز دارند که می‌توانند در فرایند رونویسی دو رشتهٔ دنا را از هم باز کنند اما پروکاریوت‌ها فقط یک نوع رنابسپاراز دارند. خُب پس چرا این گزینه درست است؟ چون آنزیم دیگری به نام هلیکاز هم در یوکاریوت‌ها هم در پروکاریوت‌ها می‌تواند دو رشتهٔ دنا را از هم باز کند! دقت کنید که لزومی ندارد قسمت دوم این گزینه مربوط به رونویسی باشد.

گزینهٔ چهارم: فقط یوکاریوت‌ها می‌توانند رونویسی و ترجمه را در محل‌های جداگانه انجام دهند (رونویسی در هسته و ترجمه در سیتوپلاسم). رونویسی از هر ژن یوکاریوتی نیازمند عوامل رونویسی است.

۱۵۱. گزینهٔ ۳

در یوکاریوت‌ها، بلافاصله پس از اتصال عوامل رونویسی به توالی افزاینده، بخشی از دنا که بین راه‌انداز و افزاینده است خمیدگی پیدا می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ اول: پس از اتصال عوامل رونویسی به راه‌انداز، آنزیم رنابسپاراز به مجموعهٔ راه‌انداز + عوامل رونویسی متصل می‌شود. سپس ممکن است لازم باشد عوامل رونویسی دیگر به افزاینده متصل شوند و در دنا خمیدگی ایجاد کنند. پس از آن رنابسپاراز می‌تواند دو رشتهٔ دنا را از هم باز کند.

گزینهٔ دوم: شناسایی راه‌انداز، قبل از قرار گرفتن کلیهٔ عوامل رونویسی در کنار هم است.

گزینهٔ چهارم: در پروکاریوت‌ها اتصال مهارکننده به توالی اپراتور باعث توقف رونویسی از ژن می‌شود.

۱۵۲. گزینهٔ ۱

بررسی تک تک موارد:

الف (مناسب). در پروکاریوت‌ها، چند ژن مجاور می‌توانند یک راه‌انداز داشته باشند و رونویسی از آن‌ها به صورت همزمان انجام شود. اما یک موضوع مهم را نباید فراموش کرد! رونویسی همزمان از چندین ژن می‌تواند در بخش‌های مختلف دنا صورت بگیرد که هم در یوکاریوت‌ها دیده می‌شود، هم در پروکاریوت‌ها!

ب (مناسب). هنگام رونویسی، فشردگی دنا در محل ژن از بین می‌رود و به عبارت دیگر، این بخش از دنا کمترین فشردگی را دارد.

ج (نامناسب). اتصال رنای کوچک به رنای پیک مکانیسم تنظیمی در یوکاریوت‌هاست. در پروکاریوت‌ها این کار انجام نمی‌شود و طول عمر رنای پیک کم است.

د (مناسب). پروکاریوت‌ها که فقط یک نوع رنابسپاراز برای رونویسی انواع ژن دارند، حساب‌شان مشخص است. در یوکاریوت‌ها نیز یک رنابسپاراز ژن‌های مختلف را رونویسی می‌کند که توالی نوکلئوتیدی متفاوتی دارند! به عنوان مثال رنابسپاراز ۲ را در نظر بگیرید. این آنزیم می‌تواند ژن‌های مختلف را رونویسی کند و انواعی از رنای پیک را بسازد. درست است که همهٔ آن‌ها رنای پیک هستند اما توالی متفاوتی داشته و از روی توالی نوکلئوتیدی متفاوتی رونویسی شده‌اند.

۱۵۳. گزینهٔ ۱

این شکل، تنظیم بیان یک ژن یوکاریوتی را نشان می‌دهد که در آن دو توالی تنظیمی (راه‌انداز و افزاینده) دخالت دارند. خزه نوعی گیاه است و از جانداران یوکاریوتی محسوب می‌شود؛ بنابراین گزینهٔ (۱) درست است. این شکل ارتباطی با نحوهٔ بالغ شدن رنای پیک ندارد (گزینه ۲). جاندار مورد مطالعهٔ گریفیت باکتری بود (گزینهٔ ۳) و عوامل متعدد پروتئینی در رونویسی یوکاریوت‌ها دخالت دارند در حالی که اشریشیاکلای باکتری است (گزینهٔ ۴).

۱۵۴. گزینهٔ ۴

فلش‌بک: مورولا، تودهٔ توپُری از یاخته‌های در حال تقسیم (قبل از بلاستوسیست) است که در نهایت به جنین انسان و یا جانور دیگر تبدیل می‌شود.

پس سؤال در مورد جاندار یوکاریوتی است.

بررسی تک تک موارد:

الف (نادرست). معمولاً تنظیم بیان ژن در مرحلهٔ رونویسی انجام می‌شود؛ یعنی ژنی که محصول آن مورد نیاز نیست، معمولاً رونویسی نمی‌شود.

ب (نادرست). رونویسی از چند ژن مجاور با کمک یک راه‌انداز، در پروکاریوت‌ها دیده می‌شود.

ج (نادرست). محل شناسایی رنابسپاراز، راه‌انداز نام دارد. توالی راه‌اندازِ ژن‌های مختلف در بخش‌هایی با هم متفاوت است و همین موضوع در میزان تمایل رنابسپاراز به آن‌ها تأثیر دارد.

د (نادرست). یوکاریوت‌ها علاوه بر راه‌انداز، معمولاً توالی‌های تنظیمی دیگری نیز دارند (مانند افزاینده) اما از بین این توالی‌ها فقط راه‌انداز در مجاورت ژن قرار دارد و افزاینده می‌تواند در فاصلهٔ دوری از ژن قرار داشته باشد.

۱۵۵. گزینهٔ ۱

فلش‌بک: میکوریزا (قارچ‌ریشه‌ای)، حاصل همزیستی قارچ و گیاه است؛ بنابراین هر دو جزء آن هوهسته‌ای‌اند.

در هوهسته‌ای‌ها، برای رونویسی از هر ژن، علاوه بر آنزیم رنابسپاراز، به پروتئین‌های دیگری به نام عوامل رونویسی نیاز است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ دوم: توبره‌واش نوعی گیاه است و جانداری هوهسته‌ای محسوب می‌شود. در رونویسی از ژن‌های هوهسته‌ای ممکن است توالی افزاینده دخالت داشته باشد که در این صورت بخشی از دنا به شکل حلقه درمی‌آید.

تذکر مهم: رونویسی از دنای هوهسته‌ای‌ها می‌تواند همراه با تشکیل حلقه و یا بدون آن باشد.

گزینهٔ سوم: ریزوبیوم، نوعی جاندار پیش‌هسته‌ای (باکتری) است. تنظیم بیان ژن در پیش‌هسته‌ای‌ها می‌تواند به دو روش مثبت یا منفی باشد. در تنظیم مثبت، رنابسپاراز با کمک پروتئین دیگری به نام فعال کننده، راه‌انداز خود را شناسایی می‌کند.

گزینهٔ چهارم: آزولا نوعی گیاه است و جانداری هوهسته‌ای محسوب می‌شود. در هوهسته‌ای‌ها، برخی عوامل رونویسی به توالی افزاینده متصل می‌شوند و به تقویت رونویسی کمک می‌کنند اما نقش آن‌ها کمک به رنابسپاراز در شناسایی راه‌انداز نیست.

۱۵۶. گزینهٔ ۱

کلاژن، یکی از پروتئین‌های بافت پیوندی است. تشکیل پیوندهای پپتیدی طی پروتئین‌سازی به انرژی نیاز دارد و این انرژی از مولکول‌های ATP تأمین می‌شود. بنابراین هنگام فعالیت رناتن‌ها، نوکلئوتیدهای پرانرژی (ATP) وارد رناتن می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ دوم: برای رونویسی از ژن سازندهٔ کلاژن، در مولکول دنا حلقه تشکیل می‌شود اما تشکیل حلقه پس از اتصال رنابسپاراز به دنا صورت می‌گیرد.

گزینهٔ سوم: در هوهسته‌ای‌ها، کاهش فشردگی فام‌تن با جدا شدن هیستون‌ها از دنا آغاز می‌شود.

گزینهٔ چهارم: محل بلوغ رنای پیک، هسته است (نه سیتوپلاسم).

۱۵۷. (گزینهٔ ۴)

قسمتی از دنا که امکان شروع رونویسی از محل صحیح را فراهم می‌کند، راه‌انداز است.

تذکر مهم: راه‌انداز برخلاف نقطهٔ آغاز رونویسی، الگوی ساخت رنا نیست و رونویسی نمی‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ اول: آغازیان، جاندارانی یوکاریوتی هستند و در یوکاریوت‌ها، توالی افزاینده در افزایش سرعت و مقدار رونویسی نقش دارد. افزاینده و راه‌انداز یوکاریوت‌ها، هر دو محل اتصال عوامل رونویسی هستند.

گزینهٔ دوم: رمزهای موجود در ژن، توالی آمینواسیدهای پروتئین‌ها (مثلاً RNA پلی‌مراز) را تعیین می‌کنند. این رمزها در توالی‌های اگزون قرار دارند اما اگزون‌ها و اینترون‌ها هر دو رونویسی می‌شوند.

گزینهٔ سوم: رونویسی همزمان از چندین ژن مجاور مربوط به پروکاریوت‌هاست.

۱۵۸. (گزینهٔ ۱)

دو نوع آنزیم می‌توانند دو رشتهٔ دنا را از هم باز کنند. یکی آنزیم رنابسپاراز در رونویسی و دیگری آنزیم هلیکاز در همانندسازی

دقت کنید: در یوکاریوت‌ها هلیکاز و رنابسپاراز هر دو در محل حضور کروموزوم‌ها، یعنی درون هسته فعالیت می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ دوم: رنابسپاراز قادر به تشکیل پیوند فسفودی‌استر است اما هلیکاز نه.

گزینهٔ سوم: رنابسپاراز یوکاریوتی با کمک عوامل رونویسی به دنا متصل می‌شود، اما هلیکاز به عوامل رونویسی نیاز ندارد، چون اصلاً در رونویسی شرکت نمی‌کند.

گزینهٔ چهارم: رنابسپاراز می‌تواند زنجیره‌ای از ریبونوکلئوتیدها را به هم متصل کند و رنا بسازد، اما هلیکاز نه.

۱۵۹. (گزینهٔ ۱)

افزاینده می‌تواند فاصلهٔ زیادی از ژن داشته باشد اما راه‌انداز ژن یوکاریوتی در مجاورت آن قرار دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ دوم: پروتئین مهارکننده، نوعی پروتئین تنظیمی در باکتری‌هاست و باکتری‌ها عوامل رونویسی ندارند.

گزینهٔ سوم: RNA پلی‌مرازهایی که با شماره مشخص می‌شوند، یوکاریوتی هستند.

دقت کنید: در یوکاریوت‌ها، فعالیت هر سه نوع RNA پلیمراز (۱، ۲ و ۳) نیازمند عوامل رونویسی است.

گزینهٔ چهارم: در نبود لاکتوز، آنزیم RNA پلی‌مراز نمی‌تواند ژن‌های مربوط به تجزیهٔ لاکتوز را رونویسی کند اما آنزیم DNA پلی‌مراز می‌تواند این ژن‌ها را همانندسازی کند!

۱۶۰. (گزینهٔ ۳)

بررسی تک تک موارد:

الف (نادرست). عمل اختصاصی tRNA به توالی آنتی‌کدون آن مربوط است.

ب (درست). توالی‌های افزاینده و راه‌انداز رونویسی نمی‌شوند و نمی‌توانند الگوی فعالیت رنابسپاراز باشند اما همانند سایر قسمت‌های دنا، می‌توانند الگوی فعالیت دنابسپاراز باشند و همانندسازی شوند.

ج (درست). ریبوزوم از پروتئین و رنا تشکیل شده است، پس مونومرهای ریبوزوم عبارتند از آمینواسید و نوکلئوتید.

نکته: از تجزیهٔ آمینواسیدها و نوکلئوتیدها، مواد زاید نیتروژن‌دار حاصل می‌شود.

د (درست). در یوکاریوت‌ها رونویسی از ژن‌های رنای ریبوزومی توسط رنابسپاراز ۱ و رونویسی از ژن‌های رنای پیک برعهدهٔ رنابسپاراز ۲ است اما پروکاریوت‌ها فقط یک نوع رنابسپاراز دارند که همهٔ انواع رنا را می‌سازد. پس این آنزیم قادر به شناسایی راه‌انداز همهٔ انواع ژن‌های پروکاریوتی است.

۱۶۱. (گزینهٔ ۱)

دقت کنید: عوامل رونویسی، مولکول‌های پروتئینی هستند؛ بنابراین در سیتوپلاسم تولید و سپس به محل رونویسی (هسته) فرستاده می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ دوم: عوامل رونویسی برای شناسایی راه‌انداز و شروع رونویسی لازم‌اند. رنابسپاراز در مراحل طویل شدن و پایان به عوامل رونویسی نیاز ندارد.

گزینهٔ سوم: همهٔ عوامل رونویسی پروتئینی هستند اما همهٔ آن‌ها به راه‌انداز متصل نمی‌شوند. محل اتصال بعضی عوامل رونویسی، توالی افزاینده است.

گزینهٔ چهارم: عوامل رونویسی خودشان به افزاینده متصل می‌شوند، نه رمزهای آن‌ها.

۱۶۲. (گزینهٔ ۳)

دقت کنید: یاخته‌ای که ترجمهٔ رنای پیک آن قبل از پایان رونویسی آغاز می‌شود، یاختهٔ پروکاریوتی است.

پروکاریوت‌ها فقط یک نوع رنابسپاراز دارند. ضمناً درون آن‌ها اندامک وجود ندارد؛ پس غشای درون یاخته‌ای ندارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ اول: پروکاریوت‌ها دنای حلقوی دارند. هر مولکول دنای پروکاریوتی و یوکاریوتی چندین نقطهٔ آغاز رونویسی دارد چون هر دنا تعداد زیادی ژن دارد. ممکن است شما این موضوع را با نقطهٔ آغاز همانندسازی اشتباه گرفته باشید!

گزینهٔ دوم: پروکاریوت‌ها در دنای خود توالی‌های تنظیمی به نام اپراتور دارند. بعضی از پروکاریوت‌ها (مانند ریزوبیوم و سیانوباکتری) توانایی تثبیت نیتروژن را دارند.

گزینهٔ چهارم: پروکاریوت‌ها عوامل رونویسی ندارند اما می‌توانند کروموزوم کمکی داشته باشند.

۱۶۳. (گزینهٔ ۳)

با اتصال پروتئین مهارکننده به لاکتوز همان اتصال لاکتوز به مهارکننده است!، مهارکننده از اپراتور جدا و ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز روشن می‌شوند و هنگامی که لاکتوز حضور ندارد، پروتئین مهارکننده با اتصال به اپراتور، سبب خاموش‌شدن این ژن‌ها می‌شود.

۱۶۴. (گزینهٔ ۲)

با اتصال لاکتوز به پروتئین مهارکننده، شکل این پروتئین تغییر می‌کند و از اپراتور جدا می‌شود. در نتیجه، RNA پلی‌مراز می‌تواند سه ژن مربوط به تجزیهٔ لاکتوز را به دنبال هم رونویسی کند و یک نوع مولکول RNA پیک بسازد که رونوشت که هر سه ژن را دارد.

۱۶۵. (گزینهٔ ۲)

آنتی‌کدون بخشی از مولکول tRNA است. ضمناً باید بدانیم پارامسی نوعی جاندار تک‌یاخته‌ای از یوکاریوت‌هاست و در جانداران یوکاریوتی، tRNA توسط RNA پلی‌مراز ۳ ساخته می‌شود.