



گزینه ۴

۱

اگر قبل از همانندسازی مولکول دنا دچار جهش جانشینی شود، دو نوکلئوتید در آن تغییر می‌کنند. بنابراین پس از همانندسازی دو دنا ایجاد می‌شود که روی هم چهار نوکلئوتید تغییر یافته دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۱) وقوع جهش جانشینی روی رشته رمزگذار موجب بروز تغییر در رشته الگو هم خواهد شد و در نتیجه توالی مولکول RNA حاصل از رونویسی را تغییر می‌دهد.
- (۲) اگر در حین همانندسازی، جهش در یکی از رشته‌های در حال ساخت رخ دهد، رشته الگوی آن نیز تغییر می‌کند و مجموعاً در نهایت دو دنا ایجاد می‌شود که یکی دارای جهش و دیگری بدون جهش است. حال اگر سلول تقسیم شود تنها یکی از سلول‌های حاصل جهش را دریافت می‌کند.
- (۳) اگر جهش در توالی‌های بین‌ژنی رخ دهد، تأثیری روی توالی محصول ژن نخواهد داشت.

گزینه ۴

۲

در کراسینگ‌اور اگر قطعات مبادله شده حاوی دگره‌های متفاوتی باشند، ترکیب جدیدی از دگره‌ها به وجود می‌آید.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- گزینه "۱": در جنس ماده شروع میوز ۱ در دوران جنینی است، پس ممکن است در دوره جنینی یک دختر، کراسینگ‌اور رخ بدهد.
- گزینه "۲": کراسینگ‌اور در هنگام میوز ۱ می‌تواند رخ بدهد. دومین گویچه قطبی با میوز ۲ به وجود می‌آید.
- گزینه "۳": طی پدیده کراسینگ‌اور، دگره جدیدی به وجود نمی‌آید، بلکه ترکیب جدیدی از دگره‌ها ایجاد می‌شود که قبلاً در والدین وجود نداشته است.

گزینه ۳

۳

در بیماری کم‌خونی داسی‌شکل ششمین آمینواسید (Glu) در زنجیره بتای هموگلوبین تغییر یافته است (نه زنجیره بتای همه پروتئین‌ها).

گزینه ۴

۴

mRNA طبیعی به‌صورت زیر است و ۶ کدون دارد. ۵ کدون آمینواسید و یک کدون پایان ترجمه (UAG) و بعد از ترجمه ۵ آمینواسید در رشته پلی‌پپتید قرار می‌گیرد.

UC AUG UGC UUA AUU UGU UAG CGA

ولی بعد از جهش (حذف یک نوکلئوتید A دار) mRNA جهش‌یافته به‌صورت زیر است و ۳ کدون دارد. ۲ کدون آمینواسید و یک کدون پایان ترجمه (UAA) و بعد از ترجمه ۲ آمینواسید در رشته پلی‌پپتید قرار می‌گیرد.

UC AUG GCU UAA ...

جهش بی‌معنی موقعی ایجاد می‌شود که یک کدون پایان ترجمه در کنار کدون آغاز ترجمه قرار گیرد؛ چون یک نوکلئوتید حذف‌شده تغییر در چارچوب خواندن ایجاد می‌کند.

گزینه ۳

۵

در گونه‌زایی دگرمی‌پنی با ایجاد سد جغرافیایی، دیگر شارش ژنی مقدور نمی‌باشد. همچنین در اثر پدیده‌هایی همچون جهش، نوترکیبی و انتخاب طبیعی در نهایت جدایی تولیدمثلی بین افراد دو جمعیت ایجاد شده، رخ داده و اگر افراد دو جمعیت زیست و زایا باشند، گونه یا گونه‌های جدید حاصل شده‌اند.

جهش با افزودن دگره‌های جدید، خزانه ژن را غنی‌تر می‌کند و گوناگونی را افزایش می‌دهد. در پی افزایش گوناگونی در جمعیت، توان بقای آن افزایش می‌یابد. (با تغییر شرایط محیطی ممکن است دگره جدید، سازگارتر از دگره یا دگره‌های قبلی عمل کند. همان‌طور که در متن کتاب درسی اشاره شده است.)

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) فرآیندی را که در آن افراد سازگارتر با محیط انتخاب می‌شوند، یعنی آن‌هایی که شانس بیشتری برای زنده ماندن و تولیدمثل دارند، انتخاب طبیعی می‌نامند. انتخاب طبیعی برخلاف جهش تغییری در ژن‌نمود افراد ایجاد نمی‌کند.

(۳) وقتی افرادی از یک جمعیت به جمعیت دیگری مهاجرت می‌کنند، در واقع تعدادی از دگره‌های جمعیت مبدأ را به جمعیت مقصد وارد می‌کنند. به این پدیده، شارش ژن می‌گویند. اگر بین دو جمعیت، شارش ژن به‌طور پیوسته و دوسویه ادامه یابد، سرانجام خزانه ژن دو جمعیت به هم شبیه می‌شود. توجه کنید در پدیده شارش، تعادل ژنی از بین می‌رود.

(۴) به فرآیندی که باعث تغییر فراوانی دگره‌ای بر اثر رویدادهای تصادفی می‌شود، رانش دگره‌ای می‌گویند. هرچه اندازه یک جمعیت کوچک‌تر باشد، رانش دگره‌ای اثر بیشتری دارد. به همین علت، برای آنکه جمعیتی در تعادل باشد، باید اندازه بزرگی داشته باشد. منظور از اندازه جمعیت، تعداد افراد آن است.

بخش (۱) و (۲)، به ترتیب، نشان‌دهنده خون جنین و خون مادر هستند و پدر این خانواده می‌تواند گروه خونی BO داشته باشد. در صورتی که در خون مادر، برخلاف خون جنین، کربوهیدرات B وجود داشته باشد، یعنی گروه خونی پدر، قطعاً BO و گروه خونی مادر نیز BO است. از نظر گروه خونی Rh نیز در خون مادر، برخلاف خون جنین، پروتئین D وجود دارد؛ یعنی گروه خونی Rh پدر و مادر، Dd است. در بیماری فنیل کتونوری، فنیل‌آلانین تجزیه نشده و مقدار آن نسبت به افراد سالم، بیشتر است. باتوجه به این توضیحات، در این حالت، امکان تولد دختری با گروه خونی AB وجود ندارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) در صورتی که در خون جنین، برخلاف خون مادر، کربوهیدرات B وجود داشته باشد، جنین می‌تواند گروه خونی BO و AB را داشته باشد و برای مادر می‌توان گروه خونی AO و OO متصور شد. در ارتباط با عامل Rh نیز باتوجه به اینکه ژن‌نمود پسر اول خانواده، به‌صورت dd است و در فرزند بعدی، برخلاف مادر، پروتئین D وجود دارد، قطعاً ژن‌نمود پدر و مادر، به ترتیب، به‌صورت Dd و dd می‌باشد. باتوجه به این توضیحات، همچنان امکان تولد دختری مبتلا به فنیل کتونوری و دارای گروه خونی B منفی وجود دارد.

(۲) در صورتی که در خون مادر، برخلاف خون جنین، کربوهیدرات B وجود داشته باشد، یعنی گروه خونی پدر، قطعاً BO و گروه خونی مادر نیز BO است. از نظر گروه خونی Rh نیز در خون مادر، برخلاف خون جنین، پروتئین D وجود دارد؛ یعنی گروه خونی Rh پدر و مادر، Dd است. باتوجه به اینکه مادر خانواده، دارای دگره هموفیلی و فنیل کتونوری است، بنابراین تولد پسری فاقد عامل انعقادی شماره ۸ و مبتلا به فنیل کتونوری و دارای گروه خونی O<sup>-</sup>، ممکن است.

(۳) در بیماری کم‌خونی داسی‌شکل، افراد بیمار، دارای گلوتامیک اسید کمتری نسبت به هموگلوبین طبیعی هستند. باتوجه به اینکه پدر و مادر، سالم هستند، ممکن است که از نظر این بیماری، ناقل باشند و تولد این فرزند، ممکن است.

دقت کنید تغییر چارچوب خواندن برای جهش‌های کوچک حذف و اضافه تعریف می‌شود و جهش جانشینی هیچ‌گاه باعث تغییر چارچوب خواندن نمی‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: دقت کنید میانه و بیان برای ژن‌های پروتئین‌ساز هسته‌ای یوکاریوت‌ها تعریف می‌شود، پس ژن سازنده رنای ناقل فاقد میانه و بیان است.

گزینه ۳: اگر جهش در جایی دور از جایگاه فعال آنزیم رخ دهد، به‌طوری‌که روی آن تأثیر نگذارد (شرط دارد)، احتمال تغییر در عملکرد آنزیم کم یا حتی صفر است.

گزینه ۴: همان‌طور که گفتیم، میانه و بیان برای ژن‌های پروتئین‌ساز هسته‌ای یوکاریوت‌ها تعریف می‌شود، پس ژن سازنده رنابسپاراز پروکاریوتی میانه و بیان ندارد.

یاخته‌هایی که در بدن انسان فاقد کروموزوم Y هستند شامل گویچه قرمز و برخی اسپرم‌ها در بدن مردان و همه یاخته‌های بدن زنان می‌باشد. باتوجه به اینکه جهش جابه‌جایی بین کروموزوم‌های جنسی تنها زمانی ممکن است که بین کروموزوم X و Y رخ دهد، پس هیچ‌کدام از این یاخته‌ها نمی‌توانند چنین جهشی داشته باشند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) اگر یک سلول تتراپلوئید میوز انجام دهد، یاخته‌های دیپلوئید می‌سازد که می‌توانند جهش مضاعف‌شدگی را انجام دهند.

(۲) باکتری‌ها می‌توانند جهش واژگونی داشته باشند.

(۴) هر یاخته دارای دنا می‌تواند جهش حذفی داشته باشد.

جهش، گوناگونی دگره‌ای در کامه‌ها، نوترکیبی (چلیپایی شدن)، اهمیت افراد ناخالص سبب ایجاد و حفظ گوناگونی در جمعیت می‌شود و زمینه مناسب برای تأثیر انتخاب طبیعی را ایجاد می‌کند. به ترتیب "الف" و "د" گوناگونی دگره‌ای در کامه‌ها، "ب" چلیپایی شدن و "ج" جهش را عنوان می‌کنند.

بررسی عبارات:

عبارت اول: افرادی که کمتر از حد نیاز غذا می‌خورند، لاغر شده و در نتیجه ممکن است به علت تحلیل بیش‌ازحد چربی اطراف کلیه، باعث تاخوردگی میزناي و نارسایی کلیه شود. در دیابت شیرین نیز به علت قرار نگرفتن انرژی کافی و در دسترس یاخته‌ها، بافت‌های چربی بدن تحلیل می‌رود که می‌تواند به نارسایی کلیه منجر گردد. (درست)

عبارت دوم: گویچه‌های قرمز داسی‌شکل در افراد ناقل این بیماری نیز در مواردی دیده می‌شود. مثلاً در ارتفاعات، گویچه‌های قرمز داسی می‌شود، اما این فرد همواره نیازمند ترشح زیاد اریتروپوئیتین از کبد و کلیه نیستند. (نادرست)

عبارت سوم: از علائم نقرس دردناک شدن مفاصل و التهاب آن‌ها است که التهاب پاسخ خط دوم دستگاه ایمنی است. در دیابت نوع ۲ نیز گیرنده‌ها به پیک شیمیایی خود پاسخ نمی‌دهند که در نهایت سیستم ایمنی در افراد دیابتی تضعیف می‌شود؛ پس ابتلا به دیابت می‌تواند میزان پاسخ التهابی را کاهش دهد. (درست)

جهشی که می‌تواند ناشی از اشتباه دنباسپاراز ایجاد شود، صرفاً مادهٔ خامی است که می‌تواند توسط انتخاب طبیعی جهت‌دهی شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ ۳: "شارش ژن اگر دوطرفه باشد می‌تواند موجب کاهش تفاوت‌های میان دو جمعیت شود.

گزینهٔ ۳: انتخاب جفت بر اساس رخ‌نمود یا ژن‌نمود، آمیزش غیرتصادفی به حساب می‌آید.

گزینهٔ ۴: "آمیزش غیرتصادفی صرفاً می‌تواند فراوانی ژن‌نمودها و نه ژن‌ها را تغییر دهد.

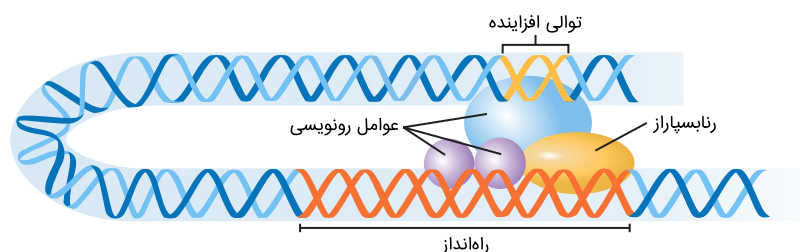
اتصال عوامل رونویسی به راه‌انداز ارتباطی به رنابسپاراز ندارد. گروهی از این پروتئین‌ها با اتصال به نواحی خاصی از راه‌انداز، رنابسپاراز را به محل راه‌انداز هدایت می‌کند، چون تمایل پیوستن این پروتئین‌ها به راه‌انداز در اثر عواملی تغییر می‌کنند، مقدار رونویسی ژن آن هم تغییر می‌کند. باتوجه‌به این توضیحات مشخص است که اتصال عوامل رونویسی به راه‌انداز مستقل از رنابسپاراز است اما اتصال (نه شناسایی) رنابسپاراز به راه‌انداز وابسته به عملکرد صحیح عوامل رونویسی است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) در صورتی که رنابسپاراز مشکل داشته باشد رونویسی انجام نمی‌شود. خیلی منطقی است دیگر!

۳) در یوکاریوت‌ها ممکن است عوامل رونویسی دیگری به بخش‌های خاصی از دنا به نام توالی افزایش‌دهنده متصل شوند. با پیوستن این پروتئین‌ها به توالی افزایش‌دهنده و با ایجاد خمیدگی در دنا، عوامل رونویسی در کنار هم قرار می‌گیرند. کنار هم قرارگیری این عوامل، سرعت رونویسی را افزایش می‌دهند. در صورت جهش در عوامل رونویسی، ایجاد خمیدگی نیز با مشکل روبه‌رو می‌شود.

۴) اتصال (نه شناسایی) رنابسپاراز به راه‌انداز وابسته به عملکرد صحیح عوامل رونویسی است. در صورت جهش در عوامل رونویسی، رنابسپاراز دیگر نمی‌تواند به راه‌انداز متصل شود.



در جابه‌جایی قسمتی از فام‌تن به همان فام‌تن نیز می‌تواند منتقل شود.

موارد (الف) و (د) صحیح‌اند.

بررسی موارد:

مورد الف) اندام‌هایی را که طرح ساختاری آن‌ها یکسان است، حتی اگر کار متفاوتی انجام دهند، "اندام‌ها یا ساختارهای همتا" می‌نامند.

زیست‌شناسان بر این باورند که این گونه‌ها، نیای مشترکی دارند. (تأیید گزینه)

مورد ب) توجه داشته باشید که اندام‌های وستیجیال، لزوماً نقش جزئی ندارند؛ این ساختارها حتی ممکن است فاقد کار خاصی باشند. (رد گزینه)

مورد ج) ساختارهای آنالوگ نشان‌دهندهٔ این است که جانداران برای پاسخ به یک نیاز به روش‌های مختلفی سازش یافته است. (رد گزینه)

مورد د) بعضی گونه‌ها از لحاظ توالی آمینواسیدی خود دارای تشابه بیشتر و برخی دیگر دارای تشابه کم‌ترند. (تأیید گزینه)

فقط مورد "پ" درست است. بررسی موارد:

(الف) همه جانداران تولیدمثل جنسی نداشته و گامت تولید نمی‌کنند.

(ب) در کراسینگ‌اور ترکیب جدیدی از دگرها به وجود می‌آید (دگر جدید به وجود نمی‌آید).

(پ) اگر قطعه‌ای از فام‌تن بین فامینک‌های غیرخواهری مبادله شود، کراسینگ‌اور رخ می‌دهد. پس در کراسینگ‌اور، قطعاً مبادله قطعات صورت می‌گیرد. حالا چنانچه قطعات مبادله شده حاوی دگرهای متفاوتی باشند، گامت نوترکیب هم ایجاد شده و باعث تداوم گوناگونی در جمعیت می‌شود، بنابراین در هر کراسینگ‌آوری، لزوماً نوترکیبی ایجاد نمی‌شود و لزوماً باعث تداوم گوناگونی در جمعیت نمی‌شود.

(ت) فرد ناخالص در مناطق مالاریاخیز سبب تداوم گوناگونی در جمعیت می‌شود و دارای یک دگر جهش‌یافته است، پس دگر معیوب را از یک والد به ارث برده است.

در جهش جابه‌جایی قطعه‌ای از یک کروموزوم شکسته شده و به یک کروموزوم غیرهمتا متصل می‌شود. ژن گروه خونی Rh روی کروموزوم شماره ۱ و ژن گروه خونی ABO روی کروموزوم شماره ۹ قرار دارد؛ بنابراین طی جهش جابه‌جایی ممکن است این ژن‌ها در مجاورت هم قرار بگیرند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

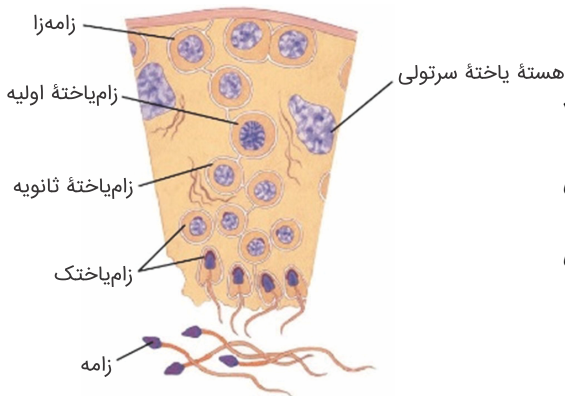
(۱) سلول‌های هاپلوئید بدن انسان مثل اسپرم و تخمک فاقد کروموزوم همتا هستند و نمی‌توانند دچار جهش مضاعف شدن شوند.

(۲) گروهی از جهش‌های بزرگ مثل برخی از واژگونی‌ها در کاریوتیپ قابل تشخیص نیست.

(۳) در جهش جابه‌جایی که یک قطعه از کروموزوم شکسته شده و به خود همان کروموزوم متصل شود هم طول نهایی کروموزوم تغییر نمی‌کند.

در ساختار دوپار تیمین دو پیوند کووالانسی میان بازهای آلی مجاور ایجاد می‌شود. به شکل کتاب درسی مراجعه شود.

مشاهده ژن‌های متعلق به بیماری فنیل‌کتونوری روی یک فام‌تن، نشان‌دهنده این موضوع است که جهش مضاعف شدن رخ داده است. جهش مضاعف شدن، در حد کتاب درسی، در اسپرمتوسیت اولیه و حین انجام میوز ۱ رخ می‌دهد.



بررسی سایر گزینه‌ها:

(۲) مشاهده کمبود یک کروموزوم در اسپرماتید، می‌تواند نشان‌دهنده انجام ناهنجاری در آنافاز میوز ۱ و یا ۲ باشد. به همین علت، با قطعیت نمی‌توان گفت که این جهش، از اسپرمتوسیت اولیه بوده است یا ثانویه.

(۳) مشاهده کروموزوم مربوط به گروه خونی ABO و Rh، تنها در یک یاخته، نشان‌دهنده جهش از نوع عددی می‌باشد که این جهش، نوعی جهش ساختاری تلقی نمی‌شود.

(۴) ژن بیماری هموفیلی، روی کروموزوم X است؛ اما دقت کنید در مردان، تنها یک نسخه از ژن این بیماری وجود دارد و جهش مضاعف شدن در مورد این ژن رخ نمی‌دهد.

بندپایانی مثل حشرات سامانه گردش خون باز دارند.

بررسی موارد:

(الف) گامت‌هایی که توانایی عبور از نقاط واریسی را دارند، منظور گامتی است که بتواند تقسیم بشود. بعضی حشرات مثل زنبورعسل بکرزایی دارد. طبق متن کتاب درسی تخمک بدون لقاح در بکرزایی شروع به تقسیم می‌کند و موجود تک‌لاد را به وجود می‌آورد یا از روی فام‌تن‌های تخمک یک نسخه ساخته می‌شود تا فام‌تن‌های تخمک دو برابر شوند و سپس شروع به تقسیم می‌کند و موجود دولا را به وجود می‌آورد. به‌هرحال طبق متن کتاب درسی تخمک در بکرزایی تقسیم می‌شود، چون زنبورعسل نوعی حشره است و بکرزایی دارد؛ پس این مورد غلط خواهد بود.

(ب) زنبورهای عسل گل‌هایی را گرده‌افشانی می‌کنند که شهد آن‌ها قند فراوانی داشته باشد. گرده‌افشانی نوعی آمیزش غیرتصادفی محسوب می‌شود. چرا؟ چون انتخاب صورت می‌گیرد. پس جمعیت از حال تعادل خارج می‌شود. پس تغییر فراوانی نسبی خواهیم داشت. قسمت دوم متن این مورد جانداران دارای آنتوسیانین در واکونول منظورش گیاهان هست. دقیقاً هم گل‌های گیاهان توسط زنبورعسل گرده‌افشانی می‌شوند. پس این مورد کاملاً صحیح است.

(ج) روی هر یک از پاهای جلویی جیرجیرک یک محفظه هوا وجود دارد که پرده صماخ روی آن کشیده شده است. لرزش پرده در اثر امواج صوتی گیرنده‌های مکانیکی را که در پشت پرده صماخ قرار دارند تحریک و جانور صدا را دریافت می‌کند. این مورد هم کاملاً صحیح است.

موارد "الف"، "ب"، "د" صحیح هستند.

بررسی همه موارد:

(الف) تأثیر جهش به عوامل مختلفی بستگی دارد که یکی از آنها محل وقوع جهش است.

(ب) در صورت رخ دادن جهش در توالی بین ژنی، هیچ تغییری در محصول ژن ایجاد نمی‌شود.

(ج) جهش می‌تواند در تمام ژنگان که شامل محتوای وراثتی سیتوپلاسم نیز است، اتفاق بیفتد.

(د) جهش می‌تواند با تأثیر بر راه‌انداز و یا افزایش مقدار و سرعت رونویسی را تغییر دهد.

شکل داده شده، ساختار دو پروتئین مهم را نمایش می‌دهد:

مولکول (الف): میوگلوبین است که از یک زنجیره پلی‌پپتیدی تشکیل شده و ساختار سوم دارد. این مولکول دارای یک گروه هم است.

مولکول (ب): هموگلوبین است که از چهار زنجیره پلی‌پپتیدی (دو زنجیره آلفا و دو زنجیره بتا) تشکیل شده و ساختار چهارم دارد. این مولکول دارای چهار گروه هم است.

بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: جهش دگرمتا باعث تغییر یک آمینواسید در زنجیره پلی‌پپتیدی می‌شود. اما این تغییر آمینواسیدی لزوماً منجر به تغییر ساختار نهایی پروتئین نمی‌شود. اگر آمینواسید جدید از نظر شیمیایی (اندازه، بار، آب‌گریزی) شبیه به آمینواسید اصلی باشد، ممکن است تأثیر قابل توجهی بر تاخوردگی و ساختار سه بعدی پروتئین نداشته باشد. بنابراین، این عبارت قطعی نیست و نادرست است.

گزینه ۲: برای ساخت هموگلوبین (مولکول ب) که از زنجیره‌های آلفا و بتا تشکیل شده، رونویسی از دو ژن مختلف (ژن آلفا-گلوبین و ژن بتا-گلوبین) ضروری است. اما پروتئین هموگلوبین در گویچه‌های قرمز بالغ توسط ریبوزوم‌های آزاد در سیتوپلاسم ساخته می‌شود و وارد شبکه آندوپلاسمی نمی‌گردد. پروتئین‌هایی که قرار است از سلول ترشح شوند یا در غشا قرار گیرند، در شبکه آندوپلاسمی زبر ساخته می‌شوند. بنابراین، این عبارت نادرست است.

گزینه ۳: با دقت در شکل مشاهده می‌شود که مولکول (الف) دارای یک گروه هم و مولکول (ب) دارای چهار گروه هم است. پس تعداد گروه‌های هم در (ب) چهار برابر (الف) است. همچنین، هر یک از این چهار گروه هم به یکی از چهار زنجیره پلی‌پپتیدی (دو زنجیره آلفا و دو زنجیره بتا) متصل شده است. بنابراین، این عبارت صحیح است.

گزینه ۴: این عبارت قابل استنباط نیست. میوگلوبین (الف) و زنجیره‌های آلفا و بتای هموگلوبین (ب) از نظر تعداد آمینواسید متفاوت هستند، اما لزوماً میوگلوبین از هر دو نوع زنجیره بلندتر نیست. در واقع، زنجیره میوگلوبین انسان حدود ۱۵۳ آمینواسید، زنجیره آلفا ۱۴۱ و زنجیره بتا ۱۴۶ آمینواسید دارد. پس این مقایسه نادرست است.

در جهش دگرمتا رمزه مربوط به یک آمینواسید به رمز آمینواسید دیگر تبدیل می‌شود. از آنجایی که هر آمینواسید تعداد اتم‌های مشخصی دارد، هر تغییری در آمینواسیدها موجب تغییر در تعداد اتم‌های زنجیره پلی‌پپتیدی خواهد شد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: اگر ۳ یا مضرب ۳ نوکلئوتید به توالی یک ژن اضافه یا حذف شود، چارچوب خواندن تغییر نمی‌کند.

گزینه ۲: در جهش حذف شدن یک یا چند نوکلئوتید حذف می‌شوند. در این حالت ممکن است به دلیل تغییر چارچوب خواندن رمزه پایان توسط رناتن شناسایی شود و ترجمه خاتمه پیدا نکند.

گزینه ۴: درون توالی یک ژن، جهش ممکن است در بخش‌هایی غیر از بخش‌های رمزکننده پلی‌پپتیدی اتفاق بیافتد.

هیچ‌کدام از موارد بیان‌شده نشان‌دهنده یک جمعیت در حال تعادل نیست. اگر در جمعیتی فراوانی نسبی دگرها یا ژن‌نمودها از نسلی به نسل دیگر ثابت باشد، آنگاه می‌گویند جمعیت در حال تعادل ژنی است. تا وقتی جمعیت در حال تعادل است، تغییر در آن، مورد انتظار نیست. برخی از شرایط می‌توانند سبب بر هم خورد تعادل بشوند. انتخاب طبیعی با انتخاب افراد سازگارتر (مورد د) و رفتارهای انتخاب جفت (مورد ب).

از سوی دیگر دقت داشته باشید هر جمعیتی که در آن در دو نسل پیاپی فراوانی دگرها در آن ثابت باقی بمانند. الزاماً در تعادل نیست اما ثابت بودن دگرها شرط اصلی تعادل است. (مورد ج) حوادثی همچون زلزله، نوعی رانش الی هستند و تعادل جمعیت را بر هم می‌زنند (مورد الف).

منظور سؤال وقوع جهش در ماده وراثتی است.

در بیشتر موارد وقوع جهش تأثیر فوری بر رخ‌نمود ندارد و تشخیص داده نمی‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) با وقوع جهش دگرها جدیدی اضافه می‌شوند که باعث تغییر در فراوانی نسبی دگرها می‌شود.

(۲) جهش با افزودن دگرهای جدید به خزانه ژنی، آن را غنی‌تر می‌کند.

(۴) در بیشتر موارد جهش بر رخ‌نمود تأثیر فوری ندارد؛ اما با تغییر شرایط دگره جدید می‌تواند سازگارتر از دگره قبلی عمل کند.

انتخاب طبیعی می‌تواند علت مقاوم شدن باکتری‌ها به پادزیست‌ها را توضیح دهد. انتخاب طبیعی، همواره در جهت افزایش فراوانی افراد سازگارتر عمل می‌کند. با انتخاب شدن افراد سازگارتر، تفاوت‌های فردی و در نتیجه گوناگونی کاهش می‌یابد. رانش ممکن است با حذف برخی دگره‌های موجود در یک جمعیت، تنوع دگره‌های جمعیت را کاهش دهد. جهش می‌تواند باعث افزایش تنوع دگره‌ای درون جمعیت شود. بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه ۱: انتخاب طبیعی توانایی ایجاد دگره جدید را ندارد. گزینه ۲: رانش می‌تواند فراوانی دگره‌ها را در خزانه ژنی تغییر دهد. گزینه ۳: رانش در جمعیت‌هایی با اندازه کوچک‌تر، اثر بیشتری دارد.

تشکیل ساختارهای پرمماند در دنا به منظور فعالیت تعداد بیشتری رن‌سپاراز در یک بازه زمانی معین و در نتیجه تولید بیشتری از محصولات رونویسی در یک بازه زمانی است. همچنین جهش در توالی‌های تنظیمی رن ممکن است بر مقدار تولید پروتئین اثرگذار باشد. بررسی سایر گزینه‌ها: (۱) به علت وجود رابطه مکملی بین بازها در مولکول دنا تغییر در یک نوکلئوتید از یک رشته دنا نوکلئوتید مقابل آن را در رشته دیگر تغییر می‌دهد. (۳) حتی در رنای پیک نهایی حاصل از فرآیند پیرایش برخی از توالی‌های سه نوکلئوتیدی در جایگاه‌های سه‌گانه رناتن قرار نمی‌گیرند برای مثال این توالی‌ها ممکن است پیش از رمزه آغاز قرار گرفته باشند. (۴) در صورتی که در میانه دنا جهش از نوع حذف و اضافه رخ دهد به دلیل تغییر در چارچوب خواندن می‌تواند در فرآیند ترجمه اختلال ایجاد کند.

هنگامی که گل مغربی آندوسپرمی  $4n$  دارد یعنی والد ماده دارای ژن‌نمود  $2n$  و والد نر دارای ژن‌نمود  $4n$  است. در واقع والد نر نوعی گیاه چندلاد است که حاصل گونه‌زایی هم‌میهنی است. گاهی بین جمعیت‌هایی که در یک زیستگاه زندگی می‌کنند، جدایی تولیدمثلی اتفاق می‌افتد و در نتیجه، گونه جدیدی حاصل می‌شود. این نوع گونه‌زایی را گونه‌زایی هم‌میهنی می‌نامند. بررسی سایر گزینه‌ها: (۱) گامت نر دارای ژن‌نمود  $2n$  و گامت ماده دارای ژن‌نمود  $n$  است. (۲) هسته یاخته‌های کیسه رویانی دارای تعداد کروموزومی نصف یاخته‌های پیکری گیاه هستند. بنابراین در گیاه مادر هسته یاخته‌های کیسه رویانی، یک مجموعه کروموزوم دارد. (۴) گیاه حاصل نوعی گیاه  $3n$  بود که همان‌طور که می‌دانیم که گیاهان دارای تعداد مجموعه کروموزوم فرد، توانایی میوز نداشته و نمی‌توانند زاده زایا در تولیدمثل جنسی ایجاد کنند.

سه نوع جهش اصلی کوچک عبارتند از حذف، اضافه و جانشینی که هر نوع جهش کوچک از این سه نوع در ژن رمزکننده، سبب تغییر در رنای پیک ساخته شده می‌شود. بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه‌های "۳" و "۴": در جهش بی‌معنا، رمزه یک آمینواسید به رمزه دیگری برای همان آمینواسید تبدیل می‌شود. پس مولکول حاصل از ترجمه و آمینواسیدهای موجود در آن تغییری نمی‌کنند. گزینه "۳": در جهش جانشینی، تعداد مونومرهای رنای پیک تغییر نمی‌کند. یادآوری مهم: جهش‌های کوچک علاوه بر سه نوع اصلی یعنی حذف، اضافه و جانشینی، انواع دیگری هم دارند مانند دپار تبمین که باید برای پاسخگویی به پرسش‌های مربوط به جهش، آنها را هم در نظر داشته باشیم.

جهش حذفی با کاهش دادن طول کروموزوم در کاریوتیپ سلول قابل مشاهده است. جهش واژگونی نیز تنها در صورتی که بتواند محل سانترومر را در کروموزوم تغییر دهد، قابل تشخیص در کاریوتیپ می‌باشد. بررسی سایر گزینه‌ها: (۱) هم در جهش حذفی و هم در جهش مضاعف‌شدگی بخشی از یک کروموزوم از آن جدا می‌شود و در نتیجه طول کروموزوم کاهش پیدا می‌کند. (۳) در جهش جابه‌جایی بخشی از کروموزوم جدا شده و به همان کروموزوم و یا کروموزوم غیرهمتا متصل می‌شود. در جهش واژگونی نیز بخشی از یک کروموزوم جدا شده و برعکس در جای قبلی خود قرار می‌گیرد. همان‌طور که می‌بینید هیچ بخشی از ژنوم جاندار در این جهش‌ها حذف نمی‌شود و از بین نمی‌رود. (۴) در جهش مضاعف شدن بخشی از کروموزوم کنده شده و به کروموزوم همتا متصل می‌شود. توجه داشته باشید که کروموزوم همتا از قبل هم یک نسخه از این ژن‌ها داشته و اکنون با دریافت قطعه جدید، تعداد نسخه‌های ژنیش افزایش می‌یابد اما در جهش جابه‌جایی اینگونه نیست زیرا کروموزومی که قطعه جدید را دریافت می‌کند غیرهمتا است و اصلاً از قبل آن ژن‌ها را نداشته است.

بیماری‌های ژنتیکی مطرح‌شده در کتاب درسی، عبارت‌اند از: هموفیلی (وابسته به جنس نهفته)، فنیل‌کتونوری (مستقل از جنس نهفته) و کم‌خونی داسی‌شکل (مستقل از جنس نهفته). در هموفیلی، فرد مبتلا، فاقد فاکتور شماره ۸ بوده و در فرایند انعقاد خون، دارای اختلال است. این بیماری، یک صفت وابسته به  $X$  بوده و دگره بیماری‌زا، نسبت به دگره غیربیماری‌زا، نهفته می‌باشد. بنابراین پدر فاقد اختلال در فرایند لخته شدن خون (سالم)، دارای ژن‌نمود  $X^H Y$  است. مادر دارای فاکتور شماره ۸ نیز سالم است، پس قطعاً دگره سلامتی را دارد؛ منتهی باید توجه کنیم که ژن‌نمود زن سالم برای این بیماری می‌تواند  $X^H X^H$  (خالص) و یا  $X^H X^h$  (ناخالص) باشد. پس دو ژن‌نمود برای مادر می‌تواند مطرح باشد که اگر مادر، دارای ژن‌نمود ناخالص باشد، در این صورت، ممکن است در این خانواده، پسری بیمار و دختری سالم متولد شود؛ زیرا پسر، کروموزوم  $X$  خود را از مادر دریافت می‌کند، پس در صورتی بیمار می‌شود که دگره بیماری در مادر حضور داشته باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) افراد دارای ژن‌نمود ناخالص ( $Hb^A Hb^S$ )، از نظر بیماری کم‌خونی داسی‌شکل، در برابر بیماری مالاریا، مقاوم هستند. پدر، دارای گویچه‌های قرمز همواره کروی‌شکل، یعنی کاملاً سالم است و دگره بیماری کم‌خونی داسی‌شکل را ندارد (افراد ناخالص، با اینکه سالم‌اند، اما در برخی شرایط محیطی، گویچه‌هایشان داسی‌شکل می‌شود؛ بنابراین پدر، ژن‌نمود خالص دارد). پس ژن‌نمود پدر،  $Hb^A Hb^A$  و مادر،  $Hb^A Hb^S$  است. در این خانواده، ممکن نیست فردی بیمار ( $Hb^S Hb^S$ ) متولد شود؛ زیرا فرزند بیمار، یک دگره را از مادر و دیگری را از پدر دریافت می‌کند، در حالی که پدر، فاقد دگره بیماری است.

(۲) در بیماری فنیل‌کتونوری، آنزیم تجزیه‌کننده آمینواسید فنیل‌آلانین ساخته نمی‌شود. اگر پدر، دارای آنزیم تجزیه‌کننده باشد، یعنی سالم است و ممکن است ژن‌نمود خالص ( $FF$ ) یا ناخالص ( $Ff$ ) داشته باشد. ژن‌نمود مادر سالم و خالص نیز به‌صورت  $FF$  است. مشابه گزینه قبل، فردی که بیمار است ( $ff$ )، دارای دو دگره بیماری‌زا است؛ در حالی که فقط یکی از والدین (پدر) می‌تواند حامل دگره بیماری باشد.

(۳) مادر مبتلا به هموفیلی، دارای ژن‌نمود  $X^h X^h$  می‌باشد. پدر فاقد فاکتور ۸ نیز یعنی مبتلا به این بیماری بوده و دارای ژن‌نمود  $X^h Y$  است. در این خانواده ممکن نیست فرزند سالم متولد شود؛ زیرا نه پدر و نه مادر، دگره  $X^H$  را ندارند.

فرآیند پیرایش مربوط به یوکاریوت‌ها است و در باکتری اشرشیاکلای دیده نمی‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) تغییر در توالی‌های تنظیمی ژن مانند توالی راه‌انداز ممکن است آن را به راه‌انداز قوی‌تر یا ضعیف‌تر تبدیل کند و با اثر بر میزان رونویسی، محصول آن را افزایش یا کاهش دهد.

(۲) این مورد در ارتباط با جهش واژگونی و برخی از انواع جهش‌های جابه‌جایی صحیح است.

(۳) ژن مربوط به مقاومت باکتری‌ها در برابر پادزیست‌ها در فام‌تن‌های کمکی وجود دارد. وقوع جهش در این ژن‌ها ممکن است سبب اختلال مقاومت باکتری‌ها در برابر پادزیست‌ها شود.

فقط مورد "ب" درست است.

(الف) با ورود افراد ناقل بیماری کم‌خونی داسی‌شکل به ارتفاعات، گلبول‌های قرمز آن‌ها داسی شده و در نتیجه ظرفیت حمل اکسیژن در بدن آن‌ها کاهش می‌یابد. در این شرایط ترشح هورمون اریتروپویتین به درون مویرگ‌های منفذدار کلیه و مویرگ‌های ناپیوسته‌ی کبد افزایش می‌یابد نه اینکه آغاز شود. توجه کنید همواره مقدار کمی اریتروپویتین در خون وجود دارد.

(ب) اگر دو ژن مربوط به بیماری‌های وابسته به  $X$  در کنار هم قرار بگیرند ممکن است بخشی از کروموزوم  $X$  بین آن‌ها حذف شده باشد. یا اینکه ژنی از کروموزوم  $X$  کنده شده و به مجاورت ژن دیگری در کروموزوم  $X$  هم‌تا متصل شده باشد (مضاعف‌شدن). همچنین ممکن است بخشی از کروموزوم  $X$  کنده شده و به بخش دیگری از همان کروموزوم چسبیده باشد (جابه‌جایی) و یا اینکه بخشی از کروموزوم  $X$  کنده شده و به‌صورت واژگون مجدداً به کروموزوم متصل شود.

(ج) انتخاب طبیعی هیچ‌گاه نمی‌تواند موجب بروز سازگاری و ایجاد ژن جدید در مولکول‌های دنا شود و در نتیجه نمی‌تواند یک جاندار را سازگار نماید.

(د) باتوجه به اینکه ال‌های  $A$  و  $e$  روی یک کروموزوم قرار دارند، پس در کل این سلول دارای سه جفت کروموزوم هم‌تا با ال‌های ناخالص است و در مجموع می‌تواند چهار نوع آرایش تترادی داشته باشد. (انواع آرایش تترادی را می‌توانید از فرمول  $2^{n-1}$  محاسبه کنید و  $n$  در آن تعداد جفت کروموزوم‌های هم‌تا با ال‌های ناخالص است)

انتقال ماهی‌های یک رودخانه به رودخانه دیگر نمونه‌ای از مهاجرت و شارش ژن می‌باشد. سیل در صورتی که سبب از بین رفتن افراد شود جزء عوامل رانش دگره‌ای است. گزینه ۱ نشان‌دهنده انتخاب طبیعی، گزینه ۳ نشان‌دهنده جهش و گزینه ۴ نشان‌دهنده آمیزش غیرتصادفی است.

مشاهده ژن‌های متعلق به بیماری فنیل‌کتونوری روی یک فام‌تن، نشان‌دهنده این موضوع است که جهش مضاعف شدن رخ داده است. جهش مضاعف شدن، در حد کتاب درسی، در اسپریماتوسیت اولیه و حین انجام میوز ۱ رخ می‌دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) مشاهده کمبود یک کروموزوم در اسپرماتید، می‌تواند نشان‌دهنده انجام ناهنجاری در آنافاز میوز ۱ یا ۲ باشد. به همین علت، با قطعیت نمی‌توان گفت که این جهش، از اسپریماتوسیت اولیه بوده است یا ثانویه.

(۳) مشاهده ژن گروه خونی ABO و Rh روی یک فام‌تن، نشان‌دهنده جهش از نوع عددی می‌باشد که این جهش، نوعی جهش ساختاری تلقی نمی‌شود.

- جهش‌ها، یا عددی هستند، یا ساختاری و این دو جهش، هیچ ارتباطی با هم ندارند.

- جهش‌های کوچک، نوعی از جهش‌های ساختاری هستند.

(۴) ژن بیماری هموفیلی، روی کروموزوم X است؛ اما دقت کنید در مردان، تنها یک نسخه از ژن این بیماری وجود دارد و جهش مضاعف شدن، در مورد این ژن، رخ نمی‌دهد.

✓ جهش مضاعف‌شدگی در هاپلوئیدها و هر آنچه یک عدد از آن موجود است، اتفاق نمی‌افتد.

✓ در زنان، چون دو نسخه از ژن بیماری هموفیلی وجود دارد، پس می‌توان جهش مضاعف‌شدگی را مشاهده کرد.

عبارت‌های الف، ب و ج نادرست هستند.

بررسی موارد:

الف) نادرست. جهش‌های کوچک یک یا چند نوکلئوتید را دربر می‌گیرند. سه نوع حذف، اضافه و جانشینی، سه نوع اصلی هستند؛ ولی دقت کنید که اگر بر اثر پرتو فرابنفش، یک یا دو دایمر تیمین تولید شود، جهش کوچک محسوب می‌شود!

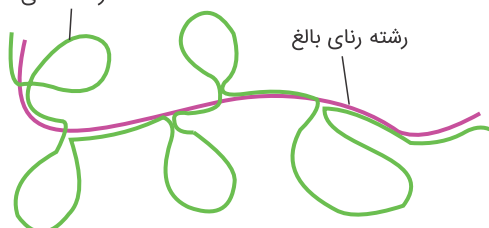
ب) جهش تغییر چهارچوب باعث تغییر در خواندن رمزه‌های سه حرفی می‌شود و بنابراین مربوط به ژن‌های مسئول ساخت رنای پیک است نه رنای رناتی و غیره... .

ج) نادرست. مثال بخش‌هایی از ژنوم که رونویسی نمی‌شوند عبارت‌اند از: توالی‌های تنظیمی (راه‌انداز + اپراتور در پروکاریوت‌ها + افزایشنده در یوکاریوت‌ها) و توالی‌های بین ژنی در یوکاریوت‌ها. جهش در توالی‌های تنظیمی لزوماً جهش خاموش محسوب نمی‌شود ولی جهش در توالی‌های بین ژنی خاموش است.

د) درست. هر مولکول هموگلوبین دارای ۴ رشته است که دوبه‌دو به هم شبیه هستند (دو رشته آلفا و دو رشته بتا). بنابراین در دو رشته یکسان (درواقع رشته بتا) یکی از Glu با Val جانشین می‌شود.

در مقایسه میان رشته رنای بالغ و رشته دنا، رنای بالغ اندازه کوتاه‌تری دارد. در پی اتصال دو نوع باز آلی به یکدیگر ممکن است دوبر تیمین ایجاد شود. پرتوی فرابنفش باعث تشکیل پیوند بین دو تیمین مجاور هم می‌شود که به آن دوبر تیمین می‌گویند. دوبر تیمین با ایجاد اختلال در عملکرد دنا‌بازسپاراز، همانندسازی دنا را با مشکل مواجه می‌کند.

رشته دنا الگو



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ و ۲) رشته رنای بالغ پس از ایجاد شدن تحت تأثیر آنزیمی قرار نمی‌گیرد.

۴) رنا‌بازسپاراز می‌تواند روی رشته دنا اثرگذار باشد و پیوند هیدروژنی میان بازهای آلی نوکلئوتیدی را بشکند.

باتوجه به آنکه در مناطق مذکور طبق صورت سؤال فراوانی افراد ناخالص  $Hb^A Hb^S$  زیاد می‌شود؛ بنابراین احتمال تولیدمثل این افراد نسبت به سایرین افزایش می‌یابد و در نتیجه میزان ایجاد افراد بیمار  $Hb^S Hb^S$  زیاد می‌شود و بدین ترتیب تعداد ال‌های  $Hb^S$  افزایش می‌یابد.

مثال یاخته‌های داسی‌شکل، نمونه‌ای از جهش کوچک است. در اینجا یک نوکلئوتید، جانشین نوکلئوتید دیگری شده است.

عدد کروموزومی گل مغربی دارای ظاهر طبیعی  $2n = 14$  و گل مغربی دارای ظاهر متفاوت  $4n = 28$  است. در گل مغربی متفاوت که یاخته سالم پیکری آن ۲۸ کروموزوم دارد، در مرحله آنافاز همه این کروموزوم‌های مضاعف‌شده در استوای یاخته قرار می‌گیرند. به هر سانترومر کروموزوم دو رشته دوک (ریزولوله پروتئینی) متصل می‌شود. پس تعداد این ریزلوله‌ها برابر با ۵۶ خواهد بود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه "۱": در مرحله آنافاز میتوز یاخته مریستمی گل مغربی طبیعی، ۱۴ عدد کروموزوم دو کروماتیدی به ۲۸ عدد کروموزوم تک‌کروماتیدی تبدیل می‌شوند. همچنین در این مرحله، کروموزوم‌ها حداکثر فشردگی خود را حفظ کرده‌اند. پس ۲۸ کروموزوم فشرده به قطبین یاخته کشیده می‌شوند.

گزینه "۲": در مرحله تلوفاژ میتوز، در دو سوی یاخته دو هسته تشکیل می‌شود که هرکدام مشابه با هسته یاخته مادر هستند. گل مغربی دارای ظاهر متفاوت دارای ۲۸ کروموزوم در هر یاخته مریستمی خود است. تعداد سانترومرها و کروموزوم‌ها نیز همواره باهم برابرند؛ پس در این مرحله درون هر هسته، ۲۸ سانترومر مشاهده می‌شود.

گزینه "۳": در مرحله تلوفاژ میتوز، در مجموع کل یاخته به‌اندازه دو برابر یاخته اولیه کروموزوم و کروماتید دارد. تعداد کروموزوم و سانترومر همواره باهم برابرند و از طرفی کروموزوم‌ها در این مرحله تک‌کروماتیدی هستند و در نتیجه هر کروموزوم، معادل یک کروماتید است؛ یعنی تعداد کروموزوم و کروماتیدها برابرند. می‌دانیم که یاخته مریستمی گل مغربی طبیعی، دارای ۱۴ کروموزوم است، پس در این مرحله تعداد کروموزوم، کروماتید و سانترومر همگی دو برابر این عدد و برابر با ۲۸ است.

جهش چه از نوع بزرگ یا کوچک موجب تغییر ماده وراثتی می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در صورت رخ دادن جهش واژگونی، تغییری در تعداد نوکلئوتیدهای یک کروموزوم به وجود نمی‌آید.

۲) جهش‌های فام‌تنی حذفی غالباً باعث مرگ می‌شوند. لذا قطعاً سبب مرگ نمی‌شوند.

۴) جهش جابه‌جایی کوچک نیز می‌تواند باعث تغییر در ساختار مولکول‌های حاصل از عملکرد ژن شود.

این ساختارها کار یکسان و ساختار متفاوت دارند و این نشان می‌دهد که برای پاسخ به یک نیاز، جانداران به روش‌های مختلفی سازش پیدا کرده‌اند. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه "۱": ساختار متفاوت، ولی کار یکسان دارند.

گزینه "۳": بال ملخ و پروانه ساختار یکسان دارند، پس آنالوگ نیستند.

گزینه "۴": ساختار یکسان ندارند و دلیل خویشاوندی دو جاندار باهم نیستند.

تنها مورد "ب" صحیح نیست.

بررسی همه موارد:

الف) در جمعیت مقصد با افزایش دگرها و افزایش تفاوت‌های فردی، شانس بقا در شرایط گوناگون محیطی افزایش می‌یابد.

ب) در این صورت خزانه ژنی دو جمعیت به هم شبیه می‌شود و نه یکسان.

ج) با مهاجرت افراد به جمعیت دیگر، فراوانی نسبی هر دو جمعیت تغییر خواهد کرد.

د) در جمعیت مقصد با دریافت دگرهای جدید، فراوانی دگرها افزایش می‌یابد، ولی در رانش دگرهای، تعدادی از دگرهای جمعیت از بین می‌رود و به نسل بعد منتقل نخواهد شد.

دگرهای مربوط به یک صفت بین دو فامینک غیرخواهری مبادله می‌شوند و هرگز در یک فام‌تن، کنار هم قرار نمی‌گیرند. این اتفاق در جهش مضاعف‌شدگی رخ می‌دهد؛ بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه "۱": در پدیده کراسینگ‌اور، دگر جدیدی ایجاد نمی‌شود، ولی اگر قطعات مبادله شده حاوی دگرهای متفاوت باشند، ترکیب جدیدی به وجود می‌آید.

گزینه "۳": اگر قطعات مبادله شده حاوی دگرهای متفاوت باشند، ترکیب جدیدی از دگرها در دو فامینک به وجود می‌آید و گامت‌های نوترکیب ایجاد می‌شوند.

گزینه "۴": کراسینگ‌اور در یاخته‌هایی رخ می‌دهد که توانایی انجام میوز I را داشته باشند. یاخته‌های دارای تعداد مجموعه فام‌تنی زوج می‌توانند میوز انجام بدهند.

همواره در طی پروتئین‌سازی، رنا ناقل آخر مستقیماً از جایگاه P خارج خواهد شد.

گزینه "۱": اگر جهش کوچک از نوع حذف یا افزایشی با ضرب سه باشد تغییری در چهارچوب رخ نخواهد داد.

گزینه "۲": اینترون‌ها و اگرئون‌ها قطعات موجود روی دنا هستند و رونوشت آن‌ها در رنا دچار تغییر می‌شود.

گزینه "۴": باکتری‌ها فقط یک نوع رنابسپاراز دارند و برای آن‌ها رنابسپاراز دو در نظر گرفته نمی‌شود.