

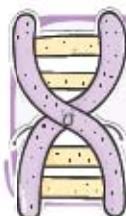
فهرست



فصل پنجم: از ماده به انرژی ۱۵۵

درسنامه و سؤالهای امتحانی ۱۵۶

پاسخنامه فصل پنجم ۱۸۱



فصل اول: مولکولهای اطلاعاتی ۷

درسنامه و سؤالهای امتحانی ۸

پاسخنامه فصل اول ۴۳

فصل ششم: از انرژی به ماده ۱۸۹

درسنامه و سؤالهای امتحانی ۱۹۰

پاسخنامه فصل ششم ۲۱۷



فصل دوم: جریان اطلاعات در یاخته ۵۳

درسنامه و سؤالهای امتحانی ۵۴

پاسخنامه فصل دوم ۸۶



فصل هفتم: فناوریهای نوین زیستی ۲۲۴

درسنامه و سؤالهای امتحانی ۲۲۵

پاسخنامه فصل هفتم ۲۵۳



فصل سوم: انتقال اطلاعات در نسلها ۹۵

درسنامه و سؤالهای امتحانی ۹۶

پاسخنامه فصل سوم ۱۰۹

فصل هشتم: رفتارهای جانوران ۲۶۰

درسنامه و سؤالهای امتحانی ۲۶۱

پاسخنامه فصل هشتم ۲۸۴



فصل چهارم: تغییر در اطلاعات وراثتی ۱۱۴

درسنامه و سؤالهای امتحانی ۱۱۵

پاسخنامه فصل چهارم ۱۴۶



۲۹۱

۳۰۹

۳۱۹

چکیده فصلها

امتحانهای نیمسال اول

امتحانهای نیمسال دوم



تغییر در اطلاعات وراثتی

دوباره برگشتیم به دوران ممنوعیت! درسته که گفته طرح سؤال محاسباتی و ... اینا ممنوعه، ولی دعا می‌کنم طراحان سؤال کنکور و امتحان نهایی از مفاهیم این فصل (و البته کل کتاب) اون قدر سؤال مفهومی و عمیق بدن که بدونی سؤال‌های زیست هیچ وابستگی به مباحث ریاضی ندارن و خودشون کلی مطلب و نکته دارن! تازه ما قبلنا سؤال محاسباتی می‌دادیم تا به خورده سنگینی سؤال‌ها کم بشه!! (می‌کنی نه، والا برو سؤال هامونو بغور!!) خب بگذریم ...

این فصل، کلاً در مورد تغییرات است!

گفتار ۱ تغییرات را در ماده وراثتی بررسی می‌کنه، یعنی همون جهش، می‌خونیم که جهش هم کوچیک و بزرگ داره، هم انواع داره، هم پیامد داره و هم علت ایجاد!! خط آخرش هم می‌گه سوسیس و کالباس زیاد بخوری سرطان می‌گیری (از ما گفتن بودا!).

گفتار ۲ میاد تغییر در جمعیت‌ها رو بررسی می‌کنه، میاد می‌گه این که معلم شاگرد زرنگا رو انتخاب می‌کنه طبیعیه! این که درستو خوب بخونی تا دانشگاه خوب، تو رو انتخاب کنه طبیعیه!! (آقا، خانوم طبیعیه). بعد از این که مفهوم خزانه ژن رو یاد گرفتیم می‌خونیم چه عواملی می‌تونن در این خزانه دخل و تصرف داشته باشن، بعدش چه جوریه شده که صفات نامطلوب هنوز تو طبیعت باقی موندن (آخه چرا طبیعت اون‌ها رو انتخاب کرده؟! 😊). پایان گفتار هم به اهمیت داشتن یه ذره خورده شیشه می‌پردازه!! 😊 اوه ببخشید اشتباه شد، به اهمیت ناخالص بودن افراد جمعیت اشاره می‌کنه.

گفتار ۳ با راز بقا شروع می‌شه و در مورد دیرینه‌شناسی صحبت می‌کنه (همون دیرین دیرین فورمون 😊). اولش تشریح مقایسه‌ای است و درباره این بحث می‌کنه که کی با کی فامیله و کی فامیل نزدیکه و کی فامیل دور؟! (بیگرم بیگرم بیگرم)، بعد بحث یه خورده تخصصی‌تر می‌شه، با مطالعات مولکولی آشنا می‌شیم تا بتونیم رابطه فامیلی را از توالی‌های DNA دربیاریم. در پایان فصل هم در مورد گونه‌زایی هم‌میهنی و دگرمیهنی بحث و بررسی می‌کنه. این جاس که به صورت علمی واستون روشن می‌شه بنی‌آدم اعضای یکدیگرند که در آفرینش ز یک گوهرند. ترک، فارس، عرب، لر و ... فقط در اثر گونه‌زایی‌هایی رخ داده که به صورت هم‌میهنی و دگرمیهنی بروز کرده است والسلام.

«چو ایران نباشد تن من مباد»

پند تانبه به، چی طووری لنگوری!!؟

پیش‌گفتار

- ◀ پایداری اطلاعات در سامانه‌های زنده، یکی از ویژگی‌های ماده وراثتی است.
- ◀ البته ماده وراثتی به طور محدود تغییرپذیر است زیرا این تغییرپذیری، باعث ایجاد گوناگونی می‌شود. ◀ توان بقای جمعیت‌ها را در شرایط متغیر محیط افزایش می‌دهد و زمینه تغییر گونه‌ها را فراهم می‌کند!
- ◀ در این فصل قرار است با انواع تغییرات ماده وراثتی و اثرات آن بر فرد، جمعیت و گونه آشنا شویم.

بازة آموزشی

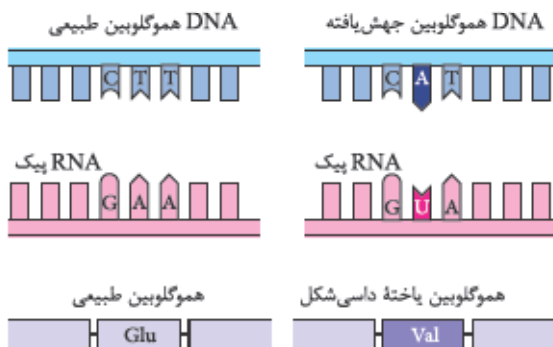
تغییر در ماده وراثتی جانداران

تغییرپذیری ماده وراثتی پیامدهای مختلفی دارد. تغییر، ممکن است مفید، مضر یا خنثی باشد.

جهش و یک مثال آن

- ◀ در فصل ۲ با بیماری کم‌خونی ناشی از گویچه‌های قرمز داسی‌شکل آشنا شدیم و دانستیم که علت این بیماری، تغییر شکل در مولکول‌های هموگلوبین است.
- ◀ در پاسخ به این پرسش که علت این تغییر شکل مولکول پروتئینی هموگلوبین چیست؟! باید گفت که دانشمندان با مقایسه آمینواسیدهای سازنده پروتئین هموگلوبین‌های سالم و تغییر شکل یافته، دریافتند که این دو مولکول پروتئین، فقط در یک آمینواسید از مجموع آمینواسیدهای سازنده خود، با هم تفاوت دارند! اما در پاسخ به این پرسش که علت ایجاد این تفاوت در آمینواسیدهای سازنده آن‌ها چیست؟! باید پاسخ آن را در بررسی ژن‌های مرتبط با ساخت پروتئین هموگلوبین پیدا کنیم.
- ◀ مقایسه ژن‌های هموگلوبین در بیماران مبتلا به کم‌خونی و افراد سالم نشان می‌دهد که در رمز مربوط به این آمینواسید، نوکلئوتید A (آدنین)، به جای نوکلئوتید T (تیمین) قرار گرفته است و شگفتا!! که ایجاد تغییر در یک نوکلئوتید از میان میلیون‌ها نوکلئوتیدهای سازنده ماده وراثتی انسان، می‌تواند پیامدی این‌چنین وخیم را به دنبال داشته باشد.

از شکل‌چی می‌فهمیم؟



مقایسه ژن‌های هموگلوبین در افراد سالم و بیمار. در این شکل فقط بخشی از ژن نشان داده شده است.

- فقط در یکی از رمزهای گلوتامین در ژن مربوط به ساخت هموگلوبین جهش روی می‌دهد و جایگاه این جهش کاملاً مشخص است.
- (طبق تعریف ژن، ژن بخشی از مولکول DNA است و در این‌جا فقط رشته الگوی رونویسی مشاهده می‌شود، بنابراین در این شکل فقط بخشی از ژن نمایش داده شده است.)
- با جهش در DNA، نوکلئوتیدی حذف شده که دارای باز تیمین است و به جای آن نوکلئوتیدی قرار گرفته که آدنین‌دار بوده و بزرگ‌تر می‌باشد.

تعریف جهش: به تغییر دائمی در نوکلئوتیدهای ماده وراثتی، جهش می‌گویند.

انواع جهش

- ◀ در مثال بیماری کم‌خونی ناشی از گویچه‌های قرمز داسی‌شکل مشاهده شد که جهش فقط در یک نوکلئوتید رخ داده است. ولی جهش می‌تواند در اندازه بسیار وسیع‌تری هم اتفاق بیفتد. به طوری که گاهی جهش آن‌قدر وسیع است که حتی ساختار یا تعداد کروموزوم را تغییر می‌دهد. ◀ بر همین اساس، جهش‌ها را به دو گروه کوچک و بزرگ تقسیم‌بندی می‌کنند.

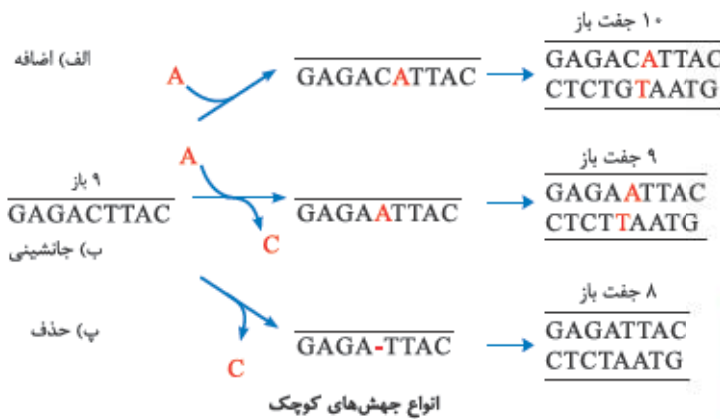
جهش‌های کوچک

تعریف جهش‌های کوچک: جهش‌هایی هستند که موجب تغییر در یک یا چند نوکلئوتید می‌شوند.

- ◀ **اضافه‌شدن:** نوعی جهش کوچک است که در آن نوکلئوتیدی به رشته پلی‌نوکلئوتیدی DNA اضافه می‌شود.
- ◀ **جاننشینی:** در این نوع جهش کوچک، یک نوکلئوتید (مثلاً C) جانشین نوکلئوتید مستقر در رشته پلی‌نوکلئوتیدی DNA (مثلاً T) می‌شود. **مثال:** جاننشینی شدن نوکلئوتید T به جای نوکلئوتید A که منجر به بروز بیماری کم‌خونی ناشی از گویچه‌های قرمز داسی‌شکل می‌شود!
- ◀ **حذف:** نوع دیگری از جهش‌های کوچک بوده که در آن، یک نوکلئوتید از رشته پلی‌نوکلئوتیدی DNA حذف می‌شود.

انواع جهش‌های کوچک

آزشکل چپی می فهمیم؟



- در جهش اضافه‌شدن، تعداد نوکلئوتیدهای ژن با اضافه‌شدن یک نوکلئوتید به یک زنجیره، یک نوکلئوتید هم به زنجیره مقابل اضافه می‌شود. پس در مجموع دو نوکلئوتید به DNA اضافه می‌گردد.
- در جهش جانشینی تغییری در تعداد نوکلئوتیدهای DNA داده نمی‌شود ولی در تعداد انواع نوکلئوتیدهای به کار رفته تغییر ایجاد می‌گردد.
- در جهش حذفی تعداد نوکلئوتیدهای DNA کم‌تر می‌شود. اگر در یک زنجیره یک نوکلئوتید کاسته شود، در زنجیره مقابل آن نیز یک نوکلئوتید کاسته می‌شود.

تغییرات ناشی از وقوع جهش‌های کوچک

الف) در جهش‌های جانشینی: می‌دانیم که این نوع جهش در نهایت باعث فرارگرفتن یک نوع آمینواسید به جای یک نوع آمینواسید دیگر در رشته پلی‌پپتیدی ساخته‌شده می‌شود اما به علت این‌که بین جفت بازهای سازنده ۲ رشته مولکول DNA، رابطه مکملی وجود دارد ← تغییر در یک نوکلئوتید از یک رشته DNA، موجب تغییر در نوکلئوتید مقابل آن در رشته دیگر DNA می‌شود ← به همین دلیل، جانشینی در یک نوکلئوتید DNA، به جانشینی در یک جفت نوکلئوتید DNA منجر می‌شود.

په سوال خوب! چرا نباید انتظار داشت که جهش جانشینی همیشه باعث تغییر در توالی آمینواسیدها شود؟

په جواب بهتر! زیرا بعضی وقت‌ها جهش جانشینی باعث این می‌شود که رمز یک نوع آمینواسید را به رمز دیگری برای همان نوع آمینواسید تبدیل کند ← از آنجایی که این نوع جهش در توالی آمینواسیدها تغییری ایجاد نمی‌کند، تأثیری هم بر پروتئین ساخته‌شده در مرحله بعدی نخواهد گذاشت. بنابراین چنین جهشی را جهش خاموش می‌نامند. هم‌چنین این امکان وجود دارد که جهش جانشینی، رمز یک نوع آمینواسید را به رمز پایان ترجمه تبدیل کند ← در این حالت، رشته پلی‌پپتیدی ساخته‌شده، کوتاه خواهد شد! ← به این نوع جهش جانشینی، جهش بی‌معنا می‌گویند.

په نکته! گاهی ممکن است در اثر جایگزینی یک نوکلئوتید به جای نوکلئوتید دیگر مولکول DNA، ابتدا رمزه RNA پیک و سپس آمینواسید زنجیره پلی‌پپتید تغییر کند؛ که به این نوع جهش جانشینی، جهش دگر معنا می‌گویند.

نوع طبیعی	
DNA	TACTTCAAACCGATT ATGAAGTTTGGCTAA
پیک RNA	AUGAAGUUUGGCUAA
پایان پروتئین	Met Lys Phe Gly
جانشینی	
A به جای G	TACTTCAAACCGATT ATGAAGTTTGGCTAA
U به جای C	AUGAAGUUUGGCUAA
پایان	Met Lys Phe Gly
خاموش (بدون تغییر در توالی آمینواسیدها)	
T به جای C	TACTTCAAATCGATT ATGAAGTTTGGCTAA
A به جای G	AUGAAGUUUAGCUAA
پایان	Met Lys Phe Ser
دگر معنا (تغییر در آمینواسید)	
A به جای T	TACATCAAACCGATT ATGTAGTTTGGCTAA
U به جای A	AUGAAGUUUGGCUAA
پایان	Met
بی‌معنا (ایجاد رمز پایان)	
حذف یا اضافه جفت نوکلئوتید	
A اضافی	TACTTCAAACCGATT ATGTAAGTTTGGCTAA
U اضافی	AUGUAAGUUUGGCUAA
پایان	Met
تغییر چارچوب	
حذف A	TACTTCAAACCGATT ATGAAGTTTGGCTAA
حذف U	AUGAAGUUUGGCUAA
پایان	Met Lys Leu Ala
تغییر چارچوب	
حذف TTC	TACAAACCGATT ATGTTTGGCTAA
حذف AAG	AUGUUUGGCUAA
پایان	Met Phe Gly
جهش تغییر چارچوب خواندن رخ نمی‌دهد، اما یک آمینواسید حذف شده است.	

تأثیر جهش بر پروتئین

از شکل چی می‌فهمیم؟

- ۱ گاهی در جهش جانشینی در رشته پلی‌پپتید حاصل، تغییری ایجاد نمی‌شود، زیرا با وجود تغییر در توالی گُد (رمز)، همان آمینواسید قبلی مورد استفاده قرار خواهد گرفت.
- ۲ اگر جهشی در DNA اتفاق بیفتد که باعث شود رمز پایان جدید قبل از رمز پایان اصلی در طول زنجیره ایجاد شود، نتیجه آن خواهد شد که طول رشته پلی‌پپتید کوتاه گردد.
- ۳ کاهش یک نوکلئوتید در زنجیره DNA به علت تغییر در چارچوب خواندن RNA پیک، می‌تواند از جایی که این تغییر اتفاق افتاده، باعث تغییر در نوع آمینواسیدهای به کار رفته در زنجیره پلی‌پپتیدی شود.
- ۴ اگر یک گُد (رمز) به طور کامل حذف شود و این گُد مربوط به رمز آغاز و یا پایان نباشد، طول زنجیره پلی‌پپتید حاصل به اندازه یک آمینواسید کوتاه‌تر خواهد بود.
- ۵ در هر نوع جهش حذف و اضافه نوکلئوتیدی، الزاماً تغییر چارچوب خواندن رخ نمی‌دهد (حتی اگر جهش حذف یا اضافه، یک رمز کامل را در برگیرد).
- ۶ جهش در رمز آغاز، باعث عدم انجام فرایند ترجمه می‌شود.
- ۷ جهش در رمز پایان می‌تواند منجر به طویل شدن زنجیره پلی‌پپتید شود.
- ۸ اگر جهش باعث ایجاد رمز پایان پس از رمز آغاز شود پلی‌پپتیدی ساخته نخواهد شد.
- ۹ در جهش بی‌معنا پلی‌پپتید ساخته نخواهد شد.
- ۱۰ عدم ساخته شدن پلی‌پپتید در هر دو نوع جهش کوچک (جانشینی یا حذف و اضافه) مشاهده می‌شود.

ب) در جهش‌های حذف و اضافه: دانستیم که رمز DNA به صورت دسته‌های ۳ تایی از نوکلئوتیدها خوانده می‌شود بنابراین اگر در اثر وقوع این نوع جهش‌ها، یک یا چند نوکلئوتید اضافه یا حذف شود ترتیب و چینش دسته‌های ۳ تایی نوکلئوتیدها در مولکول DNA (معادل یک رمزه (کدون) در مولکول RNA پیک) به هم ریخته می‌شود! و ممکن است پیامد وخیمی داشته باشد.

◀ اگر هر رمز ۳ نوکلئوتیدی مولکول DNA را معادل یک کلمه فارسی سه‌حرفی در نظر بگیریم؛ از پشت سر هم قرار گرفتن این کلمات، یک جمله ساخته می‌شود. به عنوان مثال جمله «رنگ این نوع توت فقط زرد است» را که با کلمات ۳ حرفی نوشته شده است به صورت زیر در نظر بگیرید:

ر ن گ / ا ی ن / ن و ع / ت و ت / ف ق ط / ز ر د / ا س ت

حال اگر یک حرف «ج» به جایی درون این جمله اضافه شود ترتیب و چینش کلمات ۳ حرفی به هم می‌ریزد و خواندن کلمات ۳ حرفی این جمله کاملاً تغییر می‌کند! بنابراین از آن جایی که قرار است این جمله را هم‌چنان به صورت کلمات ۳ حرفی بخوانیم ترتیب کلمات این جمله به شکل زیر تغییر یافته و جمله به صورت جدید خوانده می‌شود:

ر ن گ / ا ی ج / ن و ع / ت و ت / ف ق ط / ز ر د / ا س ت

◀ می‌بینیم که جمله بالا پس از این تغییر کوچک (اضافه شدن فقط یک حرف «ج» به وسط جمله)، معنای اولیه خود را از دست می‌دهد. در شکل بالا، تأثیر جهش اضافه شدن بر توالی یک پروتئین فرضی نشان داده شده است.

تعریف جهش تغییر چارچوب خواندن: به جهش‌هایی می‌گویند که وقوع آن‌ها باعث ایجاد تغییری در خواندن رمز رشته پلی‌نوکلئوتیدی DNA می‌شود.

فعالیت ۱

الف) در چه صورت طول یک رشته پلی‌پپتیدی ممکن است طویل‌تر شود؟

ب) اگر تعداد نوکلئوتیدهای اضافه یا حذف شده مضربی از ۳ باشد، چه پیامدی مورد انتظار است؟

پاسخ: الف) در صورتی که رمز پایان به رمزی برای یک آمینواسید تبدیل شود. حالت‌های زیر ممکن است اتفاق بیافتند:

حالت اول: در مورد جهش اضافه: نوکلئوتیدهای اضافه شده در فاصله بین دو رمز قرار گرفته باشند. در مورد جهش حذف: نوکلئوتیدهای حذف شده باعث حذف یک یا چند رمز به صورت کامل شده باشند.

پیامد: در این صورت آمینواسیدهایی مطابق با توالی رمزهای اضافه شده به زنجیره پلی‌پپتیدی اضافه می‌شود. در این صورت آمینواسیدهایی مطابق با توالی رمزهای حذف شده از زنجیره پلی‌پپتیدی حذف می‌شود.

توالی پروتئین در قبل و بعد از محل جهش، حفظ می‌شود. (تعداد آمینواسیدهای اضافه یا کم شده یک سوم تعداد نوکلئوتیدهای اضافه یا کم شده است).

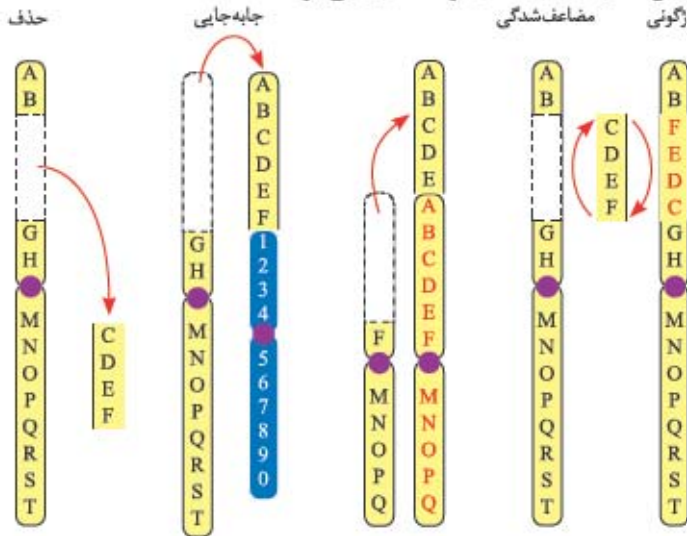
حالت دوم: در مورد جهش اضافه: محل نوکلئوتیدهای اضافه شده درون یک رمز باشد. در مورد جهش حذف: نوکلئوتیدهای حذف شده باعث حذف یک یا چند رمز به صورت کامل شده باشند.

پیامد: در این صورت آمینواسیدهایی که به زنجیره اضافه یا حذف می‌شوند لزوماً مطابق با توالی نوکلئوتیدهای اضافه یا حذف شده نیست.

جهش‌های بزرگ (ناهنجاری‌های کروموزومی)

تعریف ناهنجاری‌های کروموزومی: به جهش‌هایی می‌گویند که در مقیاس وسیع‌تری نسبت به جهش‌های کوچک (ایجاد تغییر فقط در یک نوکلئوتید)، اتفاق می‌افتند به طوری که به ناهنجاری‌های کروموزومی (جهش‌های بزرگ) منجر می‌شود. زیست‌شناسان با مشاهده کاربوتیپ می‌توانند از وجود چنین ناهنجاری‌هایی آگاه شوند.

انواع ناهنجاری‌های کروموزومی به دو گروه تقسیم‌بندی شده و شامل ناهنجاری‌های عددی و ساختاری می‌شوند.



انواع ناهنجاری‌های ساختاری در کروموزوم‌ها

الف) ناهنجاری عددی کروموزومی: به هر گونه تغییر در تعداد کروموزوم‌ها، ناهنجاری عددی در کروموزوم‌ها می‌گویند. **مثال:** همان‌طور که در کتاب زیست یازدهم آموختیم در یاخته‌های پیکری افراد مبتلا به بیماری سندروم (نشانگان) داون، به جای ۴۶ کروموزوم، ۴۷ کروموزوم وجود دارد زیرا افراد مبتلا به این بیماری (تریزومی ۲۱) یک کروموزوم شماره ۲۱ اضافی دارند به عبارت دیگر در جفت کروموزوم همتای شماره ۲۱، به جای ۲ کروموزوم، ۳ کروموزوم دارند! و همین تغییر، باعث بروز یک ناهنجاری عددی کروموزومی شده است.

ب) ناهنجاری ساختاری کروموزومی: نوع دیگری از ناهنجاری‌های کروموزومی است که به انواع مختلف دیده می‌شود.

آزشکل‌چی می‌فهمیم؟

- در جهش حذفی طول کروموزوم کوتاه می‌شود ولی محل قرارگیری سانترومر تغییری نمی‌یابد.
- محل سانترومر تغییر نکرده اما شکل کروموزوم تغییر می‌کند (سانترومر در وسط نخواهد بود).
- محل سانترومر شکل کروموزوم را تعیین می‌کند ابتدا سانترومر مرکزی داشتیم بعد از حذف سانترومر مرکزی نیست.
- با جهش حذفی، همانندسازی کروموزوم زمان کم‌تری لازم خواهد شد.
- در جهش مضاعف‌شدن از طول یک بازوی کروموزوم کاسته شده و طول همان بازوی کروموزوم در کروموزوم خواهری افزایش می‌یابد و محل قرارگیری سانترومر ثابت است.
- در جهش مضاعف‌شدن، شاهد جهش حذفی نیز در کروموزوم همتا هستیم.
- در جهش مضاعف‌شدن برای DNA کروموزوم خواهری، زمان همانندسازی کوتاه و برای دیگری افزایش می‌یابد.
- در جهش واژگونی طول کروموزوم تغییری نداشته و در نتیجه زمان همانندسازی نیز تغییری ندارد.
- در جهش جابه‌جایی، کروموزومی که قطعه‌ای را از دست داده کوتاه و کروموزوم غیرهمتای آن بلندتر می‌شود.
- در یاخته‌هایی که کروموزوم‌های همتا وجود ندارند، جهش مضاعف‌شدگی قابل مشاهده نیست.

- جهش حذفی:** در این نوع ناهنجاری (جهش)، ممکن است قسمتی از کروموزوم از دست برود که به آن، حذف می‌گویند. جهش‌های کروموزومی حذفی غالباً باعث مرگ می‌شود.
- جهش جابه‌جایی:** نوع دیگری از ناهنجاری (جهش) کروموزومی است که در آن قسمتی از یک کروموزوم به کروموزوم غیرهمتا یا حتی بخش دیگری از همان کروموزوم منتقل می‌شود.
- جهش مضاعف‌شدگی:** هنگامی این نوع جهش رخ می‌دهد که قسمتی از یک کروموزوم به کروموزوم همتا جابه‌جا شود به طوری که در کروموزوم همتا، از آن قسمت خاص (جابه‌جاشده)، دو نسخه دیده شود.
- جهش واژگونی:** هرگاه جهت قرارگیری قسمتی از یک کروموزوم در جای خود معکوس شود به آن، جهش واژگونی می‌گویند.

انگنه تئوری: در جهش مضاعف‌شدگی، قطعاً جهش حذفی نیز مشاهده می‌شود!

پیامدهای جهش بر عملکرد

الف) تعریف: به کل محتوای ماده وراثتی موجود در یک یاخته، **ژنوم (ژنگان)** می‌گویند و برابر است با مجموع محتوای ماده وراثتی هسته‌ای و سیتوپلاسمی.

ب) شامل

- ژنگان هسته‌ای:** طبق قرارداد، ژنگان هسته‌ای را معادل مجموعه‌ای شامل یک نسخه از هر یک از انواع کروموزوم‌ها در نظر می‌گیرند. ژنگان هسته‌ای انسان، شامل ۲۲ کروموزوم غیرجنسی و کروموزوم‌های جنسی X و Y است.
- ژنگان سیتوپلاسمی:** DNA مستقر در اندامک‌های میتوکندری موجود در سیتوپلاسم یاخته، **ژنگان سیتوپلاسمی** انسان را تشکیل می‌دهد.

نکته تئوری: مجموع ژن‌های انسان، فقط بخشی از ژنگان انسان را تشکیل می‌دهند!

ژنگان، شامل بخش ساختاری ژن، بخش تنظیمی ژن و توالی‌های بین ژنی می‌شود. بخش ساختاری: بخشی که رونویسی می‌شود و نوعی RNA می‌سازد. بخش تنظیمی: به مجموعه راه‌انداز، اپراتور، جایگاه اتصال فعال‌کننده و توالی افزایشدهنده بخش تنظیمی ژن می‌گویند.

در پاسخ به این پرسش که وقوع جهش چه تأثیری بر عملکرد محصول خود دارد؟ باید گفت که نوع و میزان تأثیر به عوامل مختلفی بستگی دارد که یکی از این عوامل، محل وقوع جهش در ژنگان است.

نتایج و پیامدهای وقوع جهش بر عملکرد محصول ژن

الف) ممکن است جهش در توالی‌های بین ژنی اتفاق بیفتد \Leftarrow بر توالی محصول ژن، اثری نخواهد گذاشت.

ب) ممکن است جهش در درون ژن اتفاق بیفتد \Leftarrow پیامدهای آن مختلف خواهد بود:

مثال ۱) هرگاه در ژن سازنده یک آنزیم، جهش جانشینی رخ دهد به طوری که رمز یک آمینواسید را به آمینواسید دیگری تبدیل کند \Leftarrow باز هم نمی‌توان گفت به طور حتم، این جهش باعث تغییر در عملکرد آنزیم خواهد شد زیرا این تغییر در عملکرد محصول (آنزیم)، به محل وقوع تغییر در ساختار آنزیم بستگی دارد؛ به گونه‌ای که حالت‌های زیر برای آن قابل تصور است:

۱) اگر جهش باعث تغییر در جایگاه فعال آنزیم شود \Leftarrow احتمال تغییر در عملکرد آنزیم بسیار زیاد است.

۲) اگر جهش در جایی دور از جایگاه فعال رخ دهد به طوری که بر آن اثری نگذارد \Leftarrow احتمال تغییر در عملکرد آنزیم، کم یا حتی صفر است.

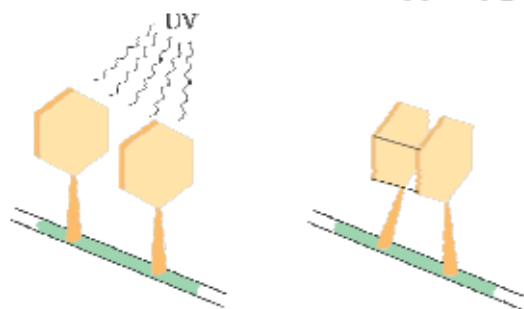
پ) هرگاه جهش در یکی از توالی‌های تنظیمی ژن (مثلاً در راه‌انداز یا افزایشدهنده) اتفاق بیفتد \Leftarrow این جهش بر توالی پروتئین ساخته‌شده، اثری نخواهد داشت بلکه بر «مقدار» پروتئین تأثیر می‌گذارد.

یادمان باشه! وقوع جهش در راه‌انداز یک ژن، ممکن است آن را به راه‌اندازی قوی‌تر یا ضعیف‌تر، تبدیل کند و با اثر بر میزان رونویسی از آن ژن، محصول آن را نیز بیشتر یا کم‌تر کند.

علت جهش

اگرچه سازوکارهای دقیقی برای اطمینان از درست‌بودن و صحت همانندسازی DNA وجود دارد (مانند ویرایش DNA پلی‌مراز) ولی گاهی وقت‌ها، در فرایند همانندسازی DNA، خطاهایی رخ می‌دهد که باعث جهش می‌شوند.

در پیدایش جهش، علاوه بر بروز خطاهای همانندسازی DNA، عوامل جهش‌زا نیز می‌توانند مؤثر باشند.



تشکیل دایمر تیمین

۱) فیزیکی مانند **پرتو فرابنفش:** این پرتو در نور خورشید وجود دارد و باعث تشکیل پیوند بین دو باز آلی تیمین مجاور هم می‌شود که به آن دایمر (دویار) تیمین می‌گویند.

عوامل جهش‌زا

۲) شیمیایی مانند **ماده پتروپیرن:** در دود سیگار وجود دارد و جهشی ایجاد می‌کند که به سرطان منجر می‌شود.

انواع جهش

1 **ارثی:** از یک و یا هر دو والد به فرزند به ارث می‌رسد. این نوع جهش در گامت‌های نر و ماده ایجاد شده که پس از لقاح آن‌ها، جهش را به زیگوت (یاخته تخم) منتقل می‌کنند ← همهٔ یاخته‌های حاصل از آن زیگوت، دارای آن جهش هستند.

2 **اکتسابی:** نوعی جهش است که از محیط و عوامل آن کسب می‌شود. مثلاً سیگار کشیدن می‌تواند موجب ایجاد جهش در یاخته‌های دستگاه تنفس شود.

یادگیری مهم: از کتاب زیست یازدهم دانستیم که به طور کلی علت اصلی سرطان، بعضی تغییرات در مادهٔ ژنتیکی یاخته است که باعث می‌شود چرخهٔ یاخته‌ای از کنترل خارج شود!

- ◀ سبک زندگی و تغذیهٔ سالم نقش مهمی در پیشگیری از سرطان دارند. ورزش و وزن مناسب، از عوامل مهم در حفظ سلامت‌اند. هم‌چنین می‌دانیم که غذاهای گیاهی که پادآکسنده و الیاف دارند در پیشگیری از سرطان مؤثرند؛ البته شیوهٔ فراوری و پخت غذا بر سلامت آن اثر می‌گذارد!
- ◀ در مناطقی که مصرف غذاهای نمک‌سود یا دودی شده رایج است، سرطان شیوع بیشتری دارد؛ هم‌چنین بعضی از سرطان‌ها با مصرف زیاد غذاهای کیاب‌شده یا سرخ‌شده ارتباط دارد!!
- ◀ ترکیبات نیتريت‌دار مانند سدیم نیتريت که برای ماندگاری محصولات پروتئینی مثل سوسیس و کالباس به آن‌ها اضافه می‌شود، در بدن به ترکیباتی تبدیل می‌شوند که تحت شرایطی قابلیت سرطان‌زایی دارند!!

سؤال‌های امتحانی

پرسش‌های جای خالی

- 1- مادهٔ وراثتی باید به طور تغییرپذیر باشد. این تغییرپذیری زمینهٔ را فراهم می‌کند.
- 2- قرار گرفتن نوکلئوتید به جای نوکلئوتید A در ژن باعث ایجاد بیماری کم‌خونی ناشی از گلبول‌های قرمز می‌شود.
- 3- جهشی که باعث بیماری کم‌خونی ناشی از گلبول‌های قرمز می‌شود، جهشی از نوع است.
- 4- تغییر در تعداد کروموزوم‌ها را ناهنجاری در کروموزوم‌ها می‌نامند. مانند مبتلایان به بیماری
- 5- اگر جهت قرارگیری بخشی از کروموزوم در جای خود تغییر کند به آن جهش می‌گویند که نوعی از ناهنجاری‌های است.
- 6- ژنگان سیتوپلاسمی در گیاهان شامل دناي و است.
- 7- بنزوپیرین از عوامل جهش‌زای است که در وجود دارد.
- 8- اگر جهش در بخش تنظیمی ژن رخ دهد بر پروتئین اثر ندارد بلکه بر آن پروتئین اثر می‌گذارد.

عبارت‌های مرتبط

- 9- در جدول زیر، هر یک از گزاره‌ها با یکی از واژه‌ها ارتباط منطقی دارد. شمارهٔ واژهٔ مرتبط را داخل بنویسید. (توجه: یک واژه اضافی است.)

گزاره	واژه
<input type="checkbox"/> الف) کل محتوای مادهٔ وراثتی یک یاخته	1- واژگونی
<input type="checkbox"/> ب) بخشی از یک کروموزوم به نقطهٔ دیگری از همان کروموزوم منتقل می‌شود.	2- مضاعف شدن
<input type="checkbox"/> پ) کل محتوای مادهٔ وراثتی در یک مجموعه کروموزوم	3- جابه‌جایی
<input type="checkbox"/> ت) جهشی که در یاختهٔ هاپلوئید رخ نمی‌دهد.	4- ژنگان
<input type="checkbox"/> ث) جهت قرارگیری بخشی از کروموزوم در جای خود تغییر می‌کند.	5- ژنگان سیتوپلاسمی
	6- ژنگان هسته‌ای

پرسش‌های درست-نادرست

- درستی یا نادرستی جملات زیر را مشخص کنید. (در جملات نادرست، زیر عبارات‌های غلط خط کشیده و درست آن‌ها را بنویسید.)
- ۱۰- تغییرپذیری ماده وراثتی توانایی بقای فرد را در شرایط متغیر محیط افزایش می‌دهد.
 - ۱۱- تعداد آمینواسیدهای هموگلوبین فرد مبتلا به کم‌خونی ناشی از گویچه‌های قرمز داسی‌شکل با آمینواسیدهای هموگلوبین فرد سالم برابر است.
 - ۱۲- اگر تغییر در ماده وراثتی اندک باشد پیامدهای آن نیز اندک است.
 - ۱۳- هر نوع تغییر در ماده وراثتی جهش محسوب می‌شود.
 - ۱۴- جهش جاننشینی می‌تواند باعث تغییر طول DNA و پروتئین شود.
 - ۱۵- جهش حذف و اضافه ممکن است باعث تغییر در چارچوب خواندن نشود.
 - ۱۶- جهش مضاعف‌شدن نمی‌تواند در یاخته‌های پیکری زنبور عسل نرخ دهد.
 - ۱۷- جهش می‌تواند باعث افزایش مقدار محصول ژن شود.
 - ۱۸- جهش حذف و اضافه هر چه به ابتدای ژن نزدیک‌تر باشد باعث اثرات منفی بیشتری در چارچوب خواندن می‌شود.
 - ۱۹- در بیماری کم‌خونی ناشی از گلوبول‌های قرمز داسی‌شکل فقط یک نوکلئوتید در ساختار DNA تغییر می‌کند.

پرسش‌های تشریحی

- به پرسش‌های زیر پاسخ کوتاه دهید.
- ۲۰- هر یک از موارد زیر به چه نوع جهشی اشاره می‌کند؟
الف) قسمتی از یک کروموزوم به کروموزوم غیرهمتای آن منتقل می‌شود.
ب) بخشی از یک کروموزوم به کروموزوم همتای آن منتقل می‌شود.
پ) چند نوکلئوتید به DNA افزوده می‌شود.
ت) جهشی که تأثیری بر پروتئین نخواهد داشت.
 - ۲۱- الف) جهش در چه بخشی از ژن می‌تواند بر مقدار ساخت پروتئین مؤثر باشد؟
ب) ژنگان هسته‌ای انسان شامل چند کروموزوم است؟
 - ۲۲- الف) کدام نوع جهش باعث به وجود آمدن افراد مبتلا به نشانگان داون می‌شود؟
ب) کدام نوع جهش باعث ایجاد بیماری گلوبول‌های قرمز داسی‌شکل می‌شود؟
 - ۲۳- چگونه می‌توان از وجود ناهنجاری‌های کروموزومی آگاه شد؟
 - ۲۴- در چه صورتی جهش جاننشینی بی‌تأثیر است؟

○ به پرسش‌های زیر پاسخ کامل دهید.

- ۲۵- هر یک از انواع جهش‌های زیر را تعریف کنید.
الف) حذف:
ب) واژگونی:
پ) مضاعف‌شدگی:
ت) جابه‌جایی:
- ۲۶- در چه صورتی جهش حذف و اضافه باعث تغییر در چارچوب خواندن نمی‌شود؟
- ۲۷- تفاوت ناهنجاری‌های ساختاری و ناهنجاری‌های عددی کروموزوم چیست؟

۲۸- به نظر شما تغییر در ساختار DNA اثرات طولانی‌مدت‌تری دارد یا تغییر مستقیم در RNA؟ چرا؟

۲۹- در چه صورتی جهش در یاخته‌های پیکری یک جاندار می‌تواند به فرزندان منتقل شود؟

۳۰- اگر جانداری فقط یک کروموزوم داشته باشد آیا می‌تواند دچار جهش جابه‌جایی شود؟ چرا؟

۳۱- در چه صورتی میزان تولید یک پروتئین در اثر جهش افزایش می‌یابد؟

۳۲- آیا جهش در ژن مربوط به یک آنزیم می‌تواند در میزان تولید سایر آنزیم‌ها هم مؤثر باشد؟ توضیح دهید.

۳۳- جهش اضافه‌شدن چگونه می‌تواند باعث افزایش یا کاهش طول یک رشته پلی‌پپتیدی شود؟

پرسش‌های چندگزینه‌ای

۳۴- در جهش جانشینی به علت جانشینی در یک نوکلئوتید به جانشینی در یک جفت نوکلئوتید منجر می‌شود.

(۱) وجود پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدها (۲) وجود رابطه مکملی بین بازها

۳۵- خطاهایی که هنگام همانندسازی دنا رخ می‌دهند باعث جهش می‌شوند.

(۱) حتماً (۲) احتمالاً

۳۶- اگر جهش در راه‌انداز ژن رخ دهد را تغییر دهد.

(۱) نمی‌تواند مقدار تولید پروتئین (۲) نمی‌تواند شکل جایگاه فعال آنزیم

۳۷- جهش‌های کروموزومی حذفی باعث مرگ می‌شوند.

(۱) غالباً (۲) ندرتاً

۳۸- تشکیل پیوند بین دو تیمین مجاور هم که دوپار تیمین نام دارد تحت تأثیر که یک عامل جهش‌زای است صورت می‌گیرد.

(۱) بنزوپیرن / شیمیایی (۲) پرتو فرابنفش / فیزیکی

۳۹- ژنگان هسته‌ای در انسان، عبارت است از

(۱) ۲۳ کروموزوم غیرجنسی و یک کروموزوم جنسی (۲) ۲۲ کروموزوم غیرجنسی و دو کروموزوم جنسی

۴۰- چند جمله زیر در مورد ماده وراثتی انسان درست است؟

الف) تعداد کروموزوم‌های تشکیل‌دهنده ماده وراثتی در زن و مرد برابر است.

ب) متابولیسم مواد وراثتی میزان اوریک اسید خون را افزایش می‌دهد.

پ) ماده وراثتی انسان می‌تواند مولکولی دو رشته‌ای نباشد.

ت) هر نوع تغییر در ماده وراثتی جهش محسوب می‌شود.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۴۱- چند جمله عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

«در افراد مبتلا به کم‌خونی ناشی از گلبول‌های قرمز داسی شکل»

الف) تعداد آمینواسیدهای تشکیل‌دهنده هموگلوبین نسبت به یک فرد سالم متفاوت است

ب) میزان هموگلوبین کاهش می‌یابد

پ) سه آمینواسید متفاوت نسبت به افراد سالم در هموگلوبین خود دارند

ت) همهٔ روش‌های حمل اکسیژن در خون کاهش نمی‌یابد

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۴۲- کدام یک از جملات زیر همواره درست است؟

- (الف) تغییر پایدار در هر اسید نوکلئیکی جهش محسوب می‌شود.
 (ب) جهش باعث به وجود آمدن نوعی پروتئین غیرطبیعی می‌شود.
 (پ) جهش جانشینی باعث جانشینی در یک جفت نوکلئوتید می‌شود.
 (ت) در جهش‌های کوچک تعداد کروموزوم‌ها تغییر نمی‌کند.

(۱) (الف) و (ت) (۲) (پ) و (ت) (۳) (ب) و (پ) (۴) (الف) و (ب)

۴۳- کدام یک از جهش‌های زیر نمی‌تواند در یاخته‌ای با عدد کروموزومی $2n = 4$ رخ دهد؟

(۱) ناهنجاری عددی (۲) مضاعف‌شدن (۳) واژگونی (۴) جابه‌جایی

۴۴- نشانگان داون

- (۱) نوعی ناهنجاری ساختاری کروموزوم است که باعث تغییر در چارچوب خواندن نمی‌شود
 (۲) نوعی جهش مضاعف‌شدن است که باعث تغییر در چارچوب نمی‌شود
 (۳) نوعی ناهنجاری عددی است که باعث تغییر در چارچوب می‌شود
 (۴) نوعی ناهنجاری عددی است که باعث تغییر در چارچوب خواندن نمی‌شود

۴۵- کدام یک از جملات زیر در مورد آنزیم‌ها نادرست است؟

- (۱) هر نوع تغییر در ساختار آنزیم‌ها نتیجه جهش است.
 (۲) هر نوع تغییر در ساختار آنزیم‌ها باعث تغییر عملکرد آن می‌شود.
 (۳) واحد سازنده آنزیم می‌تواند مشابه واحد سازنده هموگلوبین نباشد. (۴) برای ساخت هر آنزیمی باید فرایند ترجمه طی شود.

۴۶- چند مورد از جملات زیر درست است؟

- (الف) در یاخته‌های پیکری هر زنبور عسلی احتمال وقوع جهش واژگونی وجود ندارد.
 (ب) تغییر در دنا یاخته‌های پیکری ممکن است به نسل بعد منتقل شود.
 (پ) جهش ممکن است هیچ تغییری در میزان و ساختار پروتئین ایجاد نکند.
 (ت) در هیچ موجود زنده‌ای مولکول جهش‌یافته تک‌رشته‌ای نیست.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۴۷- هر مولکول جهش‌یافته

- (۱) از یکی از والدین به ارث رسیده است
 (۲) دارای ۵۰٪ باز پورینی است
 (۳) ممکن است تحت تأثیر پرتو فرابنفش که یک عامل جهش‌زای شیمیایی است به وجود آمده باشد
 (۴) اثری روی فنوتیپ جاندار دارد

۴۸- کدام یک از جملات زیر در رابطه با انواع جهش‌ها درست است؟

- (۱) در جهش مضاعف‌شدن برخی از کروموزوم‌ها فاقد برخی از ژن‌ها هستند.
 (۲) جهش جانشینی می‌تواند باعث تغییر در چارچوب شود.
 (۳) در هر انسانی جهش مضاعف‌شدن می‌تواند در مورد ۲۳ جفت کروموزوم رخ دهد.
 (۴) جهش مضاعف‌شدن می‌تواند باعث افزایش تعداد کروموزوم‌ها شود.

۴۹- چند مورد در رابطه با گیاهان درست است؟

- (الف) جهش در هر یک از اسپرم‌های گیاهان نهان‌دانه به نسل بعد منتقل می‌شود.
 (ب) در یاخته تخم ضمیمه گیاهان جهش مضاعف‌شدن نمی‌تواند رخ دهد.
 (پ) جهش در یاخته رویشی دانه‌گرده قطعاً به نسل بعد منتقل نمی‌شود.
 (ت) جهش در یاخته‌های ساقه یک گیاه ممکن است به نسل بعد منتقل شود.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۵۰- ساختار کدام یک از موارد زیر تحت تأثیر مستقیم عوامل جهش را قرار نمی‌گیرد؟

- (۱) راه انداز و آنتی کدون
(۲) توالی افزاینده و عوامل رونویسی
(۳) آگزون و اینترون
(۴) فعال کننده و مهار کننده

۵۱- کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) هر چه تعداد کروموزوم پایین تر باشد احتمال جهش هم بیشتر می‌شود.
(۲) احتمال کراسینگ اور در کروموزوم ۲ بیشتر از کروموزوم ۱۵ است.
(۳) جهش در یاخته پیکری یک جاندار نمی‌تواند باعث ایجاد تومور در فرزندان شود.
(۴) مولکولی که دچار جهش می‌شود قطعاً فاقد باز آلی یوراسیل است.

۵۲- هر جهش است.

- (۱) کوچک، نوعی جهش جانشینی
(۲) جانشینی، بر مولکول‌های حاصل از رونویسی بی‌تأثیر
(۳) کوچک بر بیان ژن تأثیر گذار
(۴) تغییر در چارچوب، نوعی جهش کوچک

۵۳- در کدام یک از جهش‌های زیر طول هیچ کروموزومی قطعاً تغییر نمی‌کند؟

- (۱) مضاعف شدن
(۲) جابه‌جایی
(۳) واژگونی
(۴) حذف

(کلکور ۹۴)

۵۴- چند مورد عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌نماید؟

«در جانوران هر نوع»

- (الف) تبادل قطعه بین دو کروموزوم جهش نام دارد
(ب) جهش جانشینی باعث تغییر در توالی آمینواسیدها نمی‌شود
(ب) تغییری در عدد کروموزومی جهش محسوب می‌شود
(ت) جهشی باعث تغییر در ماده ژنتیک می‌شود
- (۱) ۱
(۲) ۲
(۳) ۳
(۴) ۴

بازۀ آموزشی ۲

تغییر در جمعیت‌ها

◀ اگر چه اخیراً باکتری‌های بیماری‌زا نسبت به پادزیست‌ها مقاوم شده‌اند و این موضوع، آدمی را سخت نگران کرده است ولی دانشمندان با طراحی و ساخت داروهای جدید، برتری انسان را در نبرد با آن‌ها حفظ کرده‌اند ← مقاوم شدن باکتری‌ها نسبت به داروها، یکی از مثال‌هایی است که نشان می‌دهد «موجودات زنده می‌توانند در گذر زمان، تغییر کنند».

تغییر در گذر زمان

◀ همهٔ انسان‌ها ویژگی‌های مشترکی دارند که باعث می‌شود آنان را در گروهی به نام «انسان‌ها» قرار دهیم ← ولی در میان انسان‌ها همانند افراد گونه‌های دیگر، «تفاوت‌های فردی» نیز وجود دارد که موجب شناخت آن‌ها از یکدیگر می‌شود.

په سوال خوب! تفاوت‌های فردی میان افراد متعلق به یک گونه، چگونه می‌تواند در پایداری گونه مؤثر باشد؟

په جواب بهتر! فرض کنید در نوعی از جانوران، تحمل متفاوتی نسبت به سرما دارند؛ یعنی بعضی‌ها می‌توانند و بعضی‌های دیگر نمی‌توانند سرما را تحمل کنند! ← اگر سرمای شدیدی رخ دهد، آنان که سرما را تحمل می‌کنند شانس بیشتری برای زنده ماندن دارند ← این افراد، بیشتر از دیگران تولیدمثل می‌کنند و در نتیجه صفت تحمل سرما، بیش از گذشته به نسل بعد منتقل می‌شود. ← اگر سرمای محیط هم‌چنان ادامه یابد باز هم آن‌ها که سرما را تحمل می‌کنند، برای تولیدمثل و انتقال صفت به نسل‌های بعدی، شانس بیشتری دارند ← بعد از مدتی با جمعیتی روبه‌رو می‌شویم که در آن، تعداد افرادی که سرما را تحمل می‌کنند در مقایسه با جمعیت اولیه، بیشتر است و این یعنی: «تغییر در جمعیت».

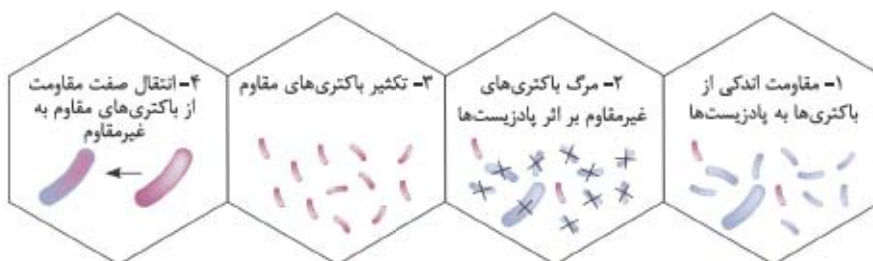
نتیجه‌گیری از مثال

◀ مثال ساده بالا نشان می‌دهد که برای ایجاد تغییر، شرایطی لازم است که یکی از این شرایط، وجود تفاوت‌های فردی است. ← وقتی که تفاوت فردی هست این سؤال پیش می‌آید که کدام تفاوت‌ها بهترند؟! در مثال بالا دیدیم که افرادی که سرما را تحمل می‌کردند در مقایسه با بقیهٔ افراد، شانس بیشتری برای زنده ماندن داشتند. البته باید بدانیم که این «بهتر» بودن یک صفت همیشگی نیست! بلکه شرایط محیطی، تعیین‌کنندهٔ صفات بهتر است ← اگر هوا به جای سرد شدن، گرم می‌شد، آن‌گاه افراد دیگری از آن جمعیت، شانس بیشتری برای زنده ماندن و انجام تولیدمثل (و انتقال صفت به نسل‌های بعدی) داشتند.

تعریف صفت سازگارتر با محیط: زیست‌شناسان از واژه «صفت بهتر» استفاده نمی‌کنند بلکه به جای آن می‌گویند «صفت سازگارتر با محیط». زیرا این «محیط» است که تعیین می‌کند کدام صفات یا فراوانی بیشتری به نسل بعد منتقل شوند.

تعریف انتخاب طبیعی: به فرایندی که در طی آن، افراد سازگارتر با محیط انتخاب می‌شوند، یعنی آن‌هایی که شانس بیشتری برای زنده ماندن و تولیدمثل دارند، انتخاب طبیعی می‌گویند.

انتخاب طبیعی می‌تواند علت مقاوم شدن باکتری‌های بیماری‌زا به پادزیست‌ها (آنتی‌بیوتیک‌ها) را نیز توضیح دهد:



چگونگی مقاوم شدن باکتری‌ها به پادزیست

آزشکل‌چی می‌فهمیم؟

- 1 در جمعیت اولیه تعداد باکتری‌های غیرمقاوم بسیار بیشتر از مقاوم است.
 - 2 در جمعیت اولیه باکتری‌های واجد دیسک کم هستند (برخی واجد دیسک و اغلب فاقد دیسک هستند).
 - 3 مقاوم شدن باکتری به پادزیست از قبل اتفاق افتاده و به واسطه پادزیست نبوده است.
 - 4 در حضور پادزیست، باکتری‌های واجد دیسک فرصت رشد و تکثیر خواهند داشت.
 - 5 علت تغییر ویژگی جمعیت (مقاوم شدن به پادزیست) محیط است.
 - 6 منظور از محیط در این شکل پادزیست است.
 - 7 با وجود پادزیست در محیط کشت باکتری‌ها، انتخاب طبیعی باکتری‌هایی را برگزیده که دارای ژن مقاوم به پادزیست بوده‌اند.
 - 8 جمعیت باکتری‌های مقاوم به تدریج زیاد می‌گردد (غالب می‌گردند) و غیرمقاوم کم‌تر هستند.
 - 9 پس از مدتی دیسکی که دارای ژن مقاوم به پادزیست بوده به باکتری‌هایی وارد شده که این دیسک را نداشته‌اند و آن‌ها را مقاوم نموده است.
 - 10 باکتری‌های واجد دیسک مقاوم به پادزیست است.
 - 11 در این شکل باکتری با کسب دیسک از محیط، تغییر صفت می‌دهد.
 - 12 علت تغییر ویژگی وراثتی یک فرد جهش است و محیط در تغییر ویژگی وراثتی نقش ندارد اما در این شکل باکتری با کسب ماده ژنتیک از محیط (دیسک) توانایی مقاوم شدن به پادزیست را کسب می‌کند. در پیش‌هسته‌ای‌ها در 2 مورد ماده ژنتیک از محیط دریافت می‌شود.
- 1- در آزمایش شماره 4 گریفیت مشاهده شد 2- انتقال دیسک.

- مراحل و چگونگی مقاوم شدن باکتری‌ها به پادزیست**
- 1 مقاومت اندکی از باکتری‌ها به پادزیست‌ها (آنتی‌بیوتیک‌ها)
 - 2 مرگ باکتری‌های غیرمقاوم بر اثر پادزیست‌ها
 - 3 تکثیر باکتری‌های مقاوم
 - 4 انتقال صفت مقاومت از باکتری‌های مقاوم به غیرمقاوم

یادگیری مهم: ژن‌های مقاوم به پادزیست در دیسک باکتری وجود دارد.

تعریف جمعیت: به مجموعه افرادی می‌گویند که به یک گونه تعلق دارند و در یک زمان و مکان زندگی می‌کنند.

هنگامی که از تفاوت‌های فردی سخن می‌گوییم در واقع، در حال بررسی جمعیتی از افراد هستیم و نه یک فرد! ← انتخاب طبیعی «جمعیت» را تغییر می‌دهد، نه «فرد» را!

نکته کنونی: در اثر انتخاب طبیعی، «فرد» سازگار نمی‌شود بلکه این «جمعیت» است که سازگار می‌شود!

خرزانه ژن

◀ قبل از کشف مفاهیم پایه ژنتیک، زیست‌شناسان جمعیت را بر اساس صفات ظاهری مانند گوناگونی رنگ بدن یک جمعیت جانوری و یا گوناگونی رنگ گلبرگ در یک جمعیت گیاهی توصیف می‌کردند. با شناخت ژن‌ها، این امکان فراهم شد که زیست‌شناسان امروزی، جمعیت را بر اساس ژن‌های آن توصیف کنند. **تعریف خزانه ژن:** به مجموع همهٔ الل‌های موجود در همهٔ جایگاه‌های ژنی افراد یک جمعیت، **خزانه ژن آن جمعیت** می‌گویند.

جمعیت در حال تعادل

انواع جمعیت:

- ◀ (الف) در حال تعادل: اگر در جمعیتی، فراوانی نسبی الل‌ها یا ژنوتیپ‌ها از نسلی به نسل دیگر حفظ شود ← می‌گوییم جمعیت در حال تعادل ژنی است ← تا وقتی جمعیت در حال تعادل است، تغییر در آن، مورد انتظار نیست!
- ◀ (ب) خارج از تعادل: اگر جمعیت از حال تعادل خارج شود، روند تغییر را در پیش گرفته است.

عوامل خارج‌کنندهٔ جمعیت از حال تعادل:

جهش

◀ یک باکتری را در نظر بگیرید که هر ۲۰ دقیقه، یک بار تقسیم می‌شود. اگر جهش رخ دهد ← الل (دگره)های جدیدی ایجاد می‌شوند که این یعنی تغییر در فراوانی الل‌ها.

◀ وقوع جهش، با افزودن الل‌های جدید، خزانهٔ ژن را غنی‌تر می‌کند و گوناگونی را افزایش می‌دهد.

◀ بسیاری از جهش‌ها، تأثیری فوری بر فنوتیپ ندارند و بنابراین ممکن است تشخیص داده نشوند ← ولی با تغییر شرایط محیط ممکن است الل جدید، سازگارتر از الل یا الل‌های قبلی عمل کند.

رانش الی

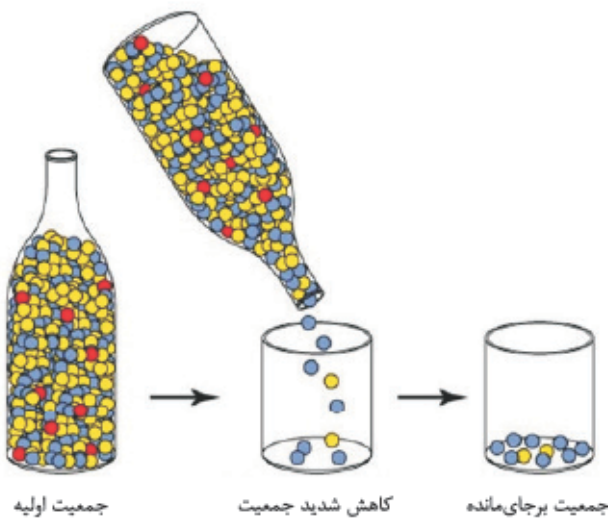
توجه ویژه: در هر جمعیتی، بعضی از افراد ممکن است فرزندان بیشتری نسبت به بقیه داشته باشند یا این‌که اصلاً فرزندی نداشته باشند! ← ژن‌هایی که به نسل بعد می‌رسند لزوماً ژن‌های سازگارتر نیستند بلکه ژن‌های خوش‌شانس‌ترند!!

◀ فرض کنید گله‌ای از ۱۰۰ رأس گوسفند داریم که در حین عبور از ارتفاعات، ۲ تیرهٔ آن‌ها به پایین دره سقوط می‌کنند ← این ۲ تیره، پیش از رسیدن به سن تولیدمثل مرده‌اند و شانس انتقال ژن‌های خود را به نسل بعد نداشته‌اند!

تعریف رانش الی: به فرایندی که باعث تغییر فراوانی الی بر اثر رویدادهای تصادفی می‌شود، **رانش الی** می‌گویند.

نکتهٔ تئوری: اگرچه رانش الی، فرایندهای الی را تغییر می‌دهد ولی برخلاف انتخاب طبیعی به سازش نمی‌انجامد!

۱) هر عامل تغییردهندهٔ فراوانی الل، جمعیت را به سازش سوق نمی‌دهد!



کاهش شدید در اندازهٔ جمعیت باعث تغییر فراوانی‌های دگره‌ای می‌شود.

◀ هر چه اندازهٔ یک جمعیت کوچک‌تر باشد، رانش الی اثر بیشتری دارد. به همین علت، برای آن‌که جمعیتی در حال تعادل باشد باید اندازهٔ بزرگی داشته باشد. منظور از اندازهٔ جمعیت، تعداد افراد آن است.

◀ گاهی تعداد افرادی از جمعیت که در حوادثی نظیر سیل، زلزله و آتش‌سوزی می‌میرند ممکن است بیش از آن‌هایی باشند که زنده می‌مانند ← فقط بخشی از الل‌های جمعیت بزرگ اولیه به جمعیت کوچک باقی‌مانده خواهد رسید و جمعیت آینده از همین الل‌های برجای‌مانده تشکیل خواهند شد. ← در این صورت نیز، فراوانی الل‌ها تغییر می‌کند اما این تغییر در فراوانی، ارتباطی با سازگاری آن‌ها با محیط و انتخاب طبیعی ندارد.

ارزشکلی چی می‌فهمیم؟

- ۱ در گذر زمان عبور از یک شرایط سخت (دهانه بطری) می‌تواند منجر به از بین رفتن اتفاقی افراد گردد.
- ۲ خروج مهره‌ها از دهانه بطری کاملاً تصادفی است. در این شکل مهره‌های خروجی، جمعیت باقی‌مانده هستند و مهره‌های باقی‌مانده در بطری حذف‌شده‌ها هستند!
- ۳ صفاتی که تعداد افراد کمی در جمعیت آن را دارند ممکن است بر اثر رانش کاملاً حذف شوند.
- ۴ جمعیت جدید ایجادشده پس از رانش ژنی، شبیه همان جمعیتی خواهد بود که توانسته از دهانه بطری (شرایط خاص) عبور کند.
- ۵ خزانه ژنی جمعیت‌های جدید پس از رانش مشابه خزانه ژنی جمعیت باقی‌مانده خواهد بود.
- ۶ رانش ژنی تنوع جمعیت را کم می‌کند.
- ۷ الزاماً افراد باقی‌مانده ویژگی‌های مطلوب نسبت به افراد حذف‌شده ندارند (افراد باقی‌مانده تصادفی هستند و یا به عبارت دیگر افراد حذف‌شده تصادفی حذف شده‌اند).

شارش ژن

تعریف: وقتی افرادی از یک جمعیت به جمعیت دیگری مهاجرت می‌کنند در واقع تعدادی از ال‌های جمعیت مبدأ را به جمعیت مقصد وارد می‌کنند. به این پدیده، «شارش ژن» می‌گویند.

- ۱ **یادمون باشه!** اگر بین دو جمعیت، شارش ژن به طور پیوسته و دو سویه ادامه یابد، سرانجام خزانه ژن دو جمعیت به هم شبیه می‌شوند.
- ۲ شارش ژن در جمعیت باعث افزایش تنوع در آن جمعیت می‌شود. ۳ شارش ژن بین جمعیت‌ها باعث کاهش تفاوت‌ها بین جمعیت‌ها می‌شود.

آمیزش غیرتصادفی

برای آن که جمعیتی در حال تعادل باشد، لازم است آمیزش‌ها در آن تصادفی باشند.
تعریف آمیزش تصادفی: به آمیزشی که در آن، احتمال آمیزش هر فرد با افراد جنس دیگر در آن جمعیت یکسان باشد، آمیزش تصادفی می‌گویند.
 اگر آمیزش‌ها به ژنوتیپ یا فنوتیپ بستگی داشته باشد، دیگر تصادفی نخواهد بود! برای مثال جانوران، جفت خود را براساس ویژگی‌های ظاهری و رفتاری «انتخاب» می‌کنند.

انتخاب طبیعی

انتخاب طبیعی، فراوانی ال‌ها را در خزانه ژن تغییر می‌دهد ← انتخاب طبیعی، همواره افراد سازگارتر با محیط را برمی‌گزیند و از فراوانی دیگر افراد می‌کاهد ← خزانه ژن نسل آینده، دستخوش تغییر می‌شود.

یادمون باشه! در ابتدای این گفتار دیدیم که در نتیجه انتخاب طبیعی، بعضی از باکتری‌ها نسبت به تغییر شرایط (حضور پادزیست‌ها) سازش پیدا می‌کنند.

حفظ گوناگونی در جمعیت‌ها: دانستیم که نتیجه انتخاب طبیعی، سازگاری بیشتر جمعیت با محیط است ← با انتخاب شدن افراد سازگارتر، تفاوت‌های فردی و در نتیجه گوناگونی کاهش می‌یابد!

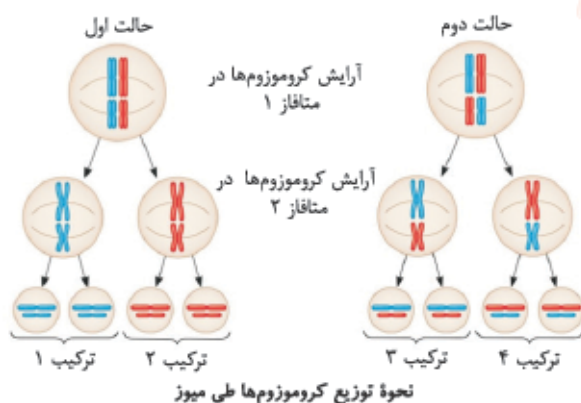
البته گوناگونی در میان افراد یک جمعیت، توانایی بقای جمعیت را در شرایط محیطی جدید بالا می‌برد. از این‌رو به سازوکارهایی نیاز است که بتوانند با وجود و بروز انتخاب طبیعی، گوناگونی را حفظ کنند!

جمع‌بندی: پس یادمان باشد که عوامل تغییردهنده فراوانی ال‌ها در خزانه ژنی شامل: ۱ جهش ۲ شارش ژن ۳ رانش ال‌لی و ۴ انتخاب طبیعی می‌شوند.

سازوکارهای حفظ‌کننده گوناگونی افراد جمعیت

گوناگونی ال‌لی درگامت‌ها

در تولیدمثل جنسی، هر والد از طریق گامت‌هایی که می‌سازد، نیمی از کروموزوم‌های خود را به نسل بعد منتقل می‌کند ← این که هر گامت، کدام یک از کروموزوم‌ها را منتقل می‌کند به آرایش تترادها در میوز I بستگی دارد ← در متافاز میوز I، کروموزوم‌ها با آرایش‌های مختلفی ممکن است در سطح میانی یاخته قرار گیرند که در پایان به ایجاد گامت‌های مختلف منجر می‌شود. در شکل روبه‌رو چگونگی توزیع کروموزوم‌ها بین گامت‌های حاصل از میوز نشان داده شده است.



آزشکلنچی می فهمیم؟

- ۱ نحوه توزیع کروموزوم‌ها در متافاز ۱ می‌تواند منجر به تنوع کروموزومی در گامت‌ها گردد.
- ۲ در طی یک تقسیم میوز، آرایش کروموزوم‌ها در متافاز ۲، باعث تنوع گامتی نمی‌شود.
- ۳ اگر در پروفاز یک میوز، کراسینگ‌اور رخ دهد و کروماتیدها ژنوتیپ‌های جدیدی کسب کنند از هر یاخته در میوز ۲، دو نوع یاخته از نظر ژن‌ها حاصل می‌شود.
- ۴ اگر میوز مربوط به جنس ماده باشد، نحوه آرایش کروموزوم‌ها هر چه باشد، تنها منجر به ایجاد یک نوع گامت خواهد شد. زیرا از تقسیم میوز در جنس ماده تنها یک تخمک به وجود می‌آید.
- ۵ اگر میوز مربوط به جنس ماده باشد جنس ماده یک فرد محسوب می‌شود و برای یک فرد انواع میوزها را می‌توان در نظر گرفت.

انگته تئوری: از بین عوامل تغییردهنده فراوانی ال‌ها دو عامل رانش الی و انتخاب طبیعی باعث تنوع ال‌ها می‌شود!

۱ هر عامل تغییردهنده فراوانی ال (مثل رانش الی) باعث افزایش سازگاری جمعیت نمی‌شود!

۲ رانش الی و ناخالص‌ها (هتروزیگوت‌ها) عوامل حفظ یا افزایش فراوانی ال‌های نامطلوب هستند.

روش محاسبه انواع آرایش‌های متافازی در یک فرد: به ازای هر جفت کروموزوم همتا، یک جفت ژن ناخالص در نظر می‌گیریم و تنوع گامت‌های این فرد را به دست می‌آوریم: \leftarrow نصف تنوع گامت‌ها برابر است با انواع تنوع آرایش‌های متافازی.

مثال: در یاخته موجود در شکل صفحه قبل ۴ کروموزوم مشاهده می‌شود که شامل ۲ جفت کروموزوم همتا می‌باشد.

ژنوتیپ Aa برای جفت کروموزوم $A || a$ و ژنوتیپ Bb را برای جفت کروموزوم $B || b$ در نظر بگیرید. این فرد با ۲ جفت ژن ناخالص، ۴ نوع گامت

تولید می‌کند ($2 \times 2 = 4$) و نصف گامت‌ها، تنوع آرایش‌های متافازی است. $\frac{4}{2} = 2$

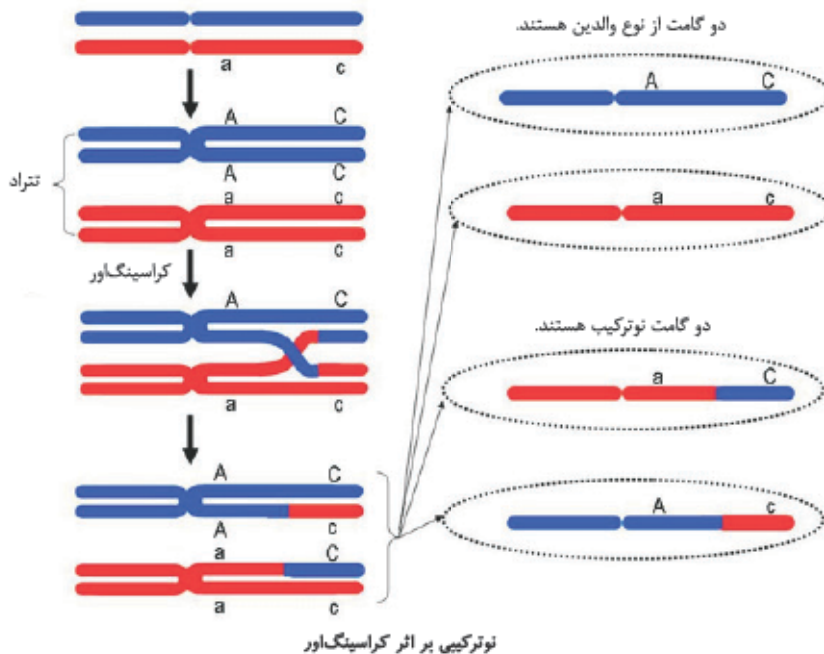
نو ترکیبی

تعریف کراسینگ‌اور: طی تقسیم میوز، هنگام جفت‌شدن کروموزوم‌های همتا و ایجاد تتراد، ممکن است قطعه‌ای از کروموزوم بین کروماتیدهای غیرخواهری مبادله شود؛ به این پدیده، کراسینگ‌اور می‌گویند.

انگته تئوری: اگر قطعه کروماتیدهای مبادله‌شده حاوی ال‌های متفاوتی باشند ترکیب جدیدی از ال‌ها در هر کروماتید به وجود می‌آید!

تعریف کروماتیدهای نو ترکیبی: اگر قطعات مبادله‌شده حاوی ال‌های متفاوتی باشند، ترکیب جدیدی از ال‌ها در این دو کروماتید به وجود می‌آید که به آن‌ها کروماتیدهای نو ترکیبی می‌گویند.

تعریف گامت نو ترکیبی: از میان گامت‌های تشکیل شده، آن‌هایی که کروماتیدهای نو ترکیبی را دریافت می‌کنند گامت نو ترکیبی نامیده می‌شوند.



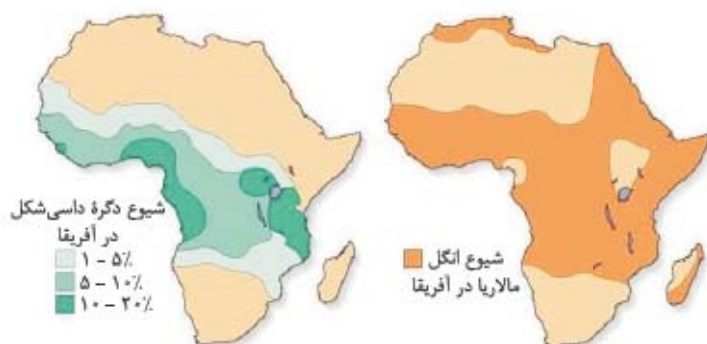
از شکل چی می فهمیم؟

- در صورت وقوع کراسینگ اور فقط در یک جفت کروموزوم و به شرط متفاوت بودن ژن های مربوط به هر کروموزوم خواهری، هر دو یاخته حاصل از میوز ۱، تغییر ایجاد شده را دریافت خواهند کرد.
- در صورت وقوع کراسینگ اور، به شرط داشتن حداقل ۲ جفت ژن ناخالص در یک جفت کروموزوم همتا، هر ۴ یاخته حاصل از میوز متفاوت خواهند بود (در پایان میوز ۲، ۴ نوع یاخته مشاهده می کنیم).
- به شرط موارد فوق، در انتهای میوز تنها دو یاخته نوترکیب به وجود آمده و دو یاخته دیگر نوترکیب نخواهند بود.
- نوترکیبی باعث تغییر در محل سانترومر نشده است و طول کروماتیدها نیز تغییری نداشته است.
- اگر این اتفاق در جنس ماده افتاده باشد، تنها یک گامت نوترکیب به وجود می آید. زیرا حاصل میوز دو ماده فقط یک یاخته قابل لقاح موفق است.

جمع بندی: پس یادمان باشد که عوامل افزایش تنوع در جمعیت شامل: جهش، شارش ژن، گوناگونی الی در گامت ها و نوترکیبی می شوند.

اهمیت ناخالص ها

مثال: اهمیت ناخالص ها در حفظ گوناگونی را می توان به وسیله بیماری کم خونی ناشی از گلبول های قرمز داسی شکل نشان داد.



افراد مبتلا به بیماری گلبول های قرمز داسی شکل، ژنوتیپ $Hb^S Hb^S$ دارند و در سنین پایین معمولاً می میرند. در حالی که ژنوتیپ افراد ناخالص $Hb^A Hb^S$ است و وضعیت بهتری دارند زیرا گلبول های قرمز آن ها فقط هنگامی داسی شکل می شوند که مقدار اکسیژن محیط کم باشد! پژوهشگران ژنتیک با مطالعه توزیع بیماری کم خونی داسی شکل دریافته اند که فراوانی ال Hb^S در مناطقی که بیماری مالاریا شایع است بسیار بیشتر از سایر مناطق زمین است.

بیماری مالاریا به وسیله نوعی انگل تک یاخته ای ایجاد می شود که بخشی از چرخه زندگی خود را در گلبول های قرمز می گذراند ← افرادی از جمعیت که گلبول قرمز سالم دارند و دارای ژنوتیپ خالص $Hb^A Hb^A$ هستند، در خطر ابتلا به بیماری مالاریا قرار دارند.

انگل مولد بیماری مالاریا نمی تواند در افراد ناخالص با ژنوتیپ $Hb^A Hb^S$ ایجاد بیماری کند چون وقتی این نوع گلبول ها را آلوده می کند ← شکل گلبول ها، داسی شکل می شود و انگل درون آن می میرد! پس افراد ناخالص با ژنوتیپ $Hb^A Hb^S$ در برابر مالاریا مقاوم اند!!

پرسش خوب! گلبول قرمز افراد $Hb^A Hb^S$ با ورود انگل مالاریا، داسی شکل می شود. چرا داسی شکل شدن گلبول قرمز عامل مرگ این افراد نیست؟
په جواب بهتر! خوشبختانه انگل مالاریا در کبد وارد گلبول قرمز این افراد شده و گلبول داسی شکل در کبد متلاشی می شود ← گلبول داسی شکل وارد گردش خون عمومی نمی شود!

په چیز مهم! وجود ال Hb^S در این منطقه جغرافیایی از زمین باعث بقای جمعیت انسان ها می شود؛ حال آن که در سایر مناطق، ال مطلوبی نیست! بنابراین مطلب بالا، مثال خوبی است که نشان می دهد شرایط محیط، تعیین کننده صفتی است که حفظ می شود!

سؤال های امتحانی

پرسش های جای خالی

- مطلوب یا نامطلوب بودن یک ویژگی را، تعیین می کند.
- فرایندی که در آن افراد با محیط انتخاب می شوند نامیده می شود.
- به مجموعه افرادی که به یک تعلق دارند و در یک محل زندگی می کنند می گویند.
- در فرایند رانش الی، ال ها (دگرها) در اثر تغییر می کند.
- انتخاب طبیعی در نهایت باعث جانداران با می شود.
- این که هر گامت کدامیک از کروموزوم ها را دریافت می کند به در مرحله میوز بستگی دارد.
- به تبادل قطعه بین کروموزوم های همتا در تقسیم میوز گفته می شود که در مرحله رخ می دهد.

- ۶۲- نوعی بیماری خونی که میزان بیلی روبین خون افزایش می یابد، توسط انگل که در زندگی می کند ایجاد می شود.
 ۶۳- اگر اللها در نسل های بعدی هم حفظ شود، گفته می شود که جمعیت در است.

عبارت های مرتبط

۶۴- در جدول زیر، هر یک از گزاره ها با یکی از واژه ها ارتباط منطقی دارد. شماره واژه مرتبط را داخل بنویسید. (توجه: یک واژه اضافی است.)

گزاره	واژه
<input type="checkbox"/> الف) تغییر در جمعیت برای تطابق بیشتر با محیط	۱- شارش ژن
<input type="checkbox"/> ب) کاهش فراوانی برخی اللها به صورت تصادفی	۲- رانش الی
<input type="checkbox"/> پ) افراد مبتلا به گلبول های قرمز داسی شکل در مناطق مالاریا خیز	۳- سازش
<input type="checkbox"/> ت) پدیده ای که مترادف با مهاجرت است.	۴- کراسینگ اور
<input type="checkbox"/> ث) کاهش فراوانی الل های نامطلوب به صورت غیر تصادفی	۵- انتخاب طبیعی
	۶- برتری ناخالص ها

پرسش های درست- نادرست

- درستی یا نادرستی جملات زیر را مشخص کنید. (در جملات نادرست، زیر عبارت های غلط خط کشیده و درست آن ها را بنویسید.)
- ۶۵- مقاوم شدن باکتری ها به آنتی بیوتیک (پادزیست) نشان دهنده تغییر موجود زنده در طول زندگی است.
- ۶۶- هر چه تفاوت های فردی در یک گونه کم تر باشد پایداری آن گونه بیشتر می شود.
- ۶۷- تغییر شرایط محیطی می تواند باعث تبدیل صفات مطلوب به صفات نامطلوب شود.
- ۶۸- فرایند انتخاب طبیعی باعث تغییر فرد در طول زندگی می شود.
- ۶۹- برای آن که جمعیتی در حال تعادل باشد باید تعداد اللها در نسل های متوالی ثابت بماند.
- ۷۰- با افزایش اندازه جمعیت، اثرات رانش الی شدیدتر می شود.
- ۷۱- شارش ژن می تواند تنوع اللها را در جمعیت مبدأ افزایش دهد.
- ۷۲- هر فردی از جمعیت زنبور عسل با نوترکیبی گامت های متنوع ایجاد می کند.
- ۷۳- ژنوتیپ به صورت غیر مستقیم و فنوتیپ به صورت مستقیم تحت تأثیر انتخاب طبیعی قرار می گیرند.

پرسش های تشریحی

- به پرسش های زیر پاسخ کوتاه دهید.
- ۷۴- چه عاملی تعیین می کند که کدام صفت به نسل بعد منتقل شود؟
- ۷۵- علت مقاوم شدن باکتری ها به پادزیست کدام پدیده است؟
- ۷۶- در چه صورتی جمعیت از تعادل خارج می شود؟
- ۷۷- کدام پدیده می تواند باعث حذف الل های سازگار از محیط شود؟
- ۷۸- این که کدام کروموزوم ها با هم در یک گامت یافت می شود به چه چیزی بستگی دارد؟
- ۷۹- فراوانی الل های گویچه های قرمز داسی شکل در چه محیط هایی بیشتر است؟
- ۸۰- حضور چه افرادی در مناطق مالاریا خیز باعث بقای جمعیت انسان ها در این مناطق می شود؟
- به پرسش های زیر پاسخ کامل دهید.
- ۸۱- جهش در چه صورتی تشخیص داده نمی شود؟
- ۸۲- افزایش تفاوت های فردی در یک گونه چگونه به پایداری آن کمک می کند؟

۸۳- اصطلاحات زیر را تعریف کنید.

الف) جمعیت در حال تعادل:

ب) خزانه ژن:

۸۴- چه عواملی می‌توانند باعث تغییر فراوانی ال‌ها شوند؟

۸۵- آیا اثر رانش روی دو جمعیت مشابه یکسان است؟ چرا؟

۸۶- چه عواملی باعث می‌شود با وجود انتخاب طبیعی هم‌چنان تنوع اللی در جمعیت حفظ شود؟

۸۷- در چه صورتی کراسینگ‌اور منجر به نوترکیبی نمی‌شود؟

۸۸- تفاوت شارش ژن و رانش اللی چیست؟

۸۹- با در نظر گرفتن کراسینگ‌اور بین یک جفت کروموزوم در یاختهٔ زایندهٔ یک زن هنگام میوز چند نوع گامت می‌تواند به وجود آورد؟

۹۰- چرا زیست‌شناسان از واژهٔ «صفت بهتر» استفاده نمی‌کنند؟ واژهٔ جایگزین کدام است؟

۹۱- چه رابطه‌ای بین بیماری مالاریا و فراوانی ال‌های مربوط به گویچه‌های قرمز داسی‌شکل وجود دارد؟ چرا؟

۹۲- چرا مصرف زیاد سوسیس و کالباس می‌تواند باعث ایجاد سرطان شود؟

پرسش‌های چندگزینه‌ای

۹۳- مجموع را خزانهٔ ژن می‌نامند.

(۱) همهٔ ال‌های موجود در همهٔ جایگاه‌های ژنی افراد یک جمعیت

(۲) فراوانی نسبی همهٔ ال‌های موجود در جایگاه‌های ژنی یک جمعیت

۹۴- در اثر انتخاب طبیعی فراوانی افراد سازگار افزایش و

(۱) فراوانی سایر افراد کاهش می‌یابد

(۲) فراوانی سایر افراد ثابت باقی می‌ماند

۹۵- این‌که هر گامت چند کروموزوم دریافت می‌کند به بستگی دارد.

(۱) آرایش تترادها در میوز I

(۲) تعداد کروموزوم‌های یاخته‌های والدین

۹۶- در فرایند کراسینگ‌اور تبادل قطعه بین هنگام صورت می‌گیرد.

(۱) کروموزوم‌های هم‌تا / تشکیل تتراد

(۲) کروماتیدهای خواهری / متافاز I

۹۷- در مناطق مالاریاخیز شانس بقای افراد ناخالص از نظر کم‌خونی داسی‌شکل بیشتر است.

(۱) از همهٔ افراد خالص

(۲) فقط از افراد خالص مغلوب

۹۸- در جانداران دیپلوئید، باعث حفظ الل‌های نامطلوب در جمعیت می‌شود.

- (۱) ناخالص‌ها / مغلوب (۲) خالص‌ها / غالب

۹۹- چند مورد از عبارات زیر نادرست نیست؟

- (الف) گونه‌هایی که به روش غیرجنسی تولیدمثل می‌کنند نسبت به گونه‌هایی که تولیدمثل جنسی دارند پایدارترند.
 (ب) هر چه ژنوتیپ افراد یک گونه شباهت کم‌تری داشته باشد، آن گونه پایدارتر است.
 (پ) سازگار بودن صفت یک ویژگی نسبی است.
 (ت) افراد سازگارتر قطعاً شانس بیشتری برای زاد و ولد دارند.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۱۰۰- کدام جمله نادرست است؟

- (۱) افراد متعلق به یک جمعیت می‌توانند از چند گونه مختلف باشند.
 (۲) افراد یک گونه می‌توانند چند جمعیت مختلف داشته باشند.
 (۳) در یک محیط، چند جمعیت مختلف می‌توانند هم‌زمان زندگی کنند.
 (۴) افراد متعلق به یک جمعیت دارای تفاوت ژنوتیپی هستند.

۱۰۱- اگر جمعیتی در حال تعادل نباشد

- (۱) تنوع الل‌ها قطعاً تغییر می‌کند
 (۲) درصد الل‌ها قطعاً تغییر می‌کند
 (۳) تعداد الل‌ها قطعاً تغییر می‌کند
 (۴) فراوانی نسبی الل‌ها تغییری نمی‌کند

۱۰۲- کدام گزینه در مورد رانش اللی درست است؟

- (۱) رانش اللی ممکن است تغییری در اندازه جمعیت ایجاد نکند.
 (۲) رانش اللی در جمعیت‌های مختلف اثرات مشابهی دارد.
 (۳) رانش اللی باعث سازش جانداران با محیط می‌شود.
 (۴) رانش اللی ممکن است باعث حذف الل‌های سازگارتر شود.

۱۰۳- انتخاب طبیعی

- (۱) فراوانی الل‌ها را در خزانه ژن تغییر نمی‌دهد
 (۲) ممکن نیست باعث افزایش فراوانی افراد غیرسازگار نیز بشود
 (۳) در نهایت باعث سازش جمعیت با محیط می‌شود
 (۴) جمعیت را از تعادل خارج نمی‌کند

۱۰۴- شارش ژن

- (۱) می‌تواند باعث افزایش تنوع اللی در جمعیت مقصد و مبدأ شود
 (۲) می‌تواند باعث کاهش تنوع اللی در جمعیت مقصد شود
 (۳) می‌تواند باعث افزایش تفاوت‌های بین جمعیت مبدأ و مقصد شود
 (۴) می‌تواند باعث خروج جمعیت از تعادل شود

۱۰۵- گوناگونی اللی در گامت‌ها

- (۱) مخصوص جاندارانی است که فقط تولیدمثل جنسی دارند
 (۲) می‌تواند در جاندارانی که تولیدمثل غیرجنسی دارند نیز رخ دهد
 (۳) همانند انتخاب طبیعی باعث حفظ تفاوت‌های فردی و گوناگونی می‌شود
 (۴) برخلاف انتخاب طبیعی، باعث کاهش تفاوت‌های فردی نمی‌شود

۱۰۶- اگر جاندار $X = 2n$ باشد، تعداد انواع آرایش تترادی در متافاز I برابر است با

- (۱) X (۲) $2X$ (۳) $\frac{X}{2}$ (۴) $X-1$

۱۰۷- اگر جانداری ژنوتیپ $\frac{A B}{a B}$ باشد در صورت وقوع کراسینگ‌اور هنگام میوز چند نوع گامت می‌تواند تولید نماید؟

- (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۱

۱۰۸- کراسینگ‌اور

- (۱) در جاندار هاپلوئید هم می‌تواند رخ دهد
 (۲) قطعاً تنوع گامت‌ها را افزایش می‌دهد
 (۳) می‌تواند باعث افزایش تفاوت‌های فردی در جمعیت شود
 (۴) فقط در جانداران دیپلوئید رخ می‌دهد

۱۰۹- چند مورد از عبارات زیر نادرست است؟

- (الف) الل‌های نامطلوب مغلوب زودتر از الل‌های نامطلوب غالب از خزانه ژن حذف می‌شوند.
 (ب) الل‌های مطلوب مغلوب زودتر از خزانه ژن حذف می‌شوند.
 (پ) الل‌های نامطلوب غالب دیرتر از خزانه ژن حذف می‌شوند.
 (ت) الل‌های مطلوب غالب زودتر از خزانه ژن حذف می‌شوند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۱۰- در افرادی که برای گلبول‌های قرمز داسی‌شکل ژنوتیپ ناخالص دارند

- (۱) شانس بقا و تولیدمثل همواره کم‌تر از افراد خالص غالب است
 (۲) شانس بقا و تولیدمثل همواره کم‌تر از افراد مغلوب است
 (۳) شانس بقا و تولیدمثل ممکن است بیشتر از افراد مغلوب باشد
 (۴) شانس بقا و تولیدمثل ممکن است بیشتر از افراد خالص غالب باشد

۱۱۱- رابطه عامل بیماری مالاریا با انسان همانند رابطه است.

- (۱) ریزوبیوم با گیاه نخود (۲) گل جالیز با گوجه‌فرنگی (۳) سیانوباکتری با گیاه گونرا (۴) گیاه گوشت‌خوار با حشره

۱۱۲- در مناطقی که عارضه گلبول‌های قرمز داسی‌شکل شایع است شانس بقا و تولیدمثل در هنگام شیوع مالاریا نسبت به قبل از آن

- (۱) افراد ناخالص - بیشتر می‌شود
 (۲) خالص‌های مغلوب - کم‌تر می‌شود
 (۳) خالص‌های غالب و مغلوب - کم‌تر می‌شود
 (۴) خالص‌های مغلوب و ناخالص‌ها - تغییر نمی‌کند

۱۱۳- از عوامل مؤثر در باقی‌ماندن جمعیت در حال تعادل این است که

- (۱) انتخاب طبیعی رخ دهد
 (۲) برخی از افراد شانس بقای کم‌تری داشته باشند
 (۳) فراوانی الل‌ها نسبتاً ثابت بماند
 (۴) مهاجرت به درون جمعیت صورت گیرد

۱۱۴- جهش

- (۱) می‌تواند جهت و مقدار تغییر گونه‌ها را تعیین نماید
 (۲) فقط می‌تواند جهت تغییر گونه‌ها را تعیین نماید
 (۳) در شرایطی می‌تواند باعث سازش‌پذیری فرد با محیط شود
 (۴) همواره باعث برهم زدن تعادل جمعیت می‌شود

۱۱۵- هر عاملی که بر جمعیت مؤثر است، قطعاً

- (۱) فراوانی الل‌های ناسازگار - می‌تواند باعث پیدایش الل‌های جدید شود
 (۲) تغییر ساختار ژنی - در تعیین جهت تغییر گونه‌ها بی‌تأثیر است
 (۳) تنوع افراد - در تغییر خزانه ژن جمعیت نقش اساسی دارد
 (۴) تغییر چهره - باعث حذف کامل الل‌های نامطلوب می‌شود

۱۱۶- کدام عامل توان بقای جمعیت را افزایش می‌دهد؟

- (۱) افزایش همانندی
 (۲) شارش ژنی در جمعیت مبدأ
 (۳) کاهش اندازه جمعیت
 (۴) تولیدمثل جنسی به جای تولیدمثل غیرجنسی

۱۱۷- کدام عبارت درباره یک جمعیت طبیعی نادرست است؟

- (۱) بیش از یک عامل می‌تواند سبب افزایش تنوع الل‌های آن شود.
 (۲) انتخاب طبیعی می‌تواند در جهت افزایش نوعی از الل‌های آن عمل کند.
 (۳) کاهش توان زیستی افراد می‌تواند ناشی از افزایش تنوع الل‌های آن باشد.
 (۴) هر عامل تغییردهنده فراوانی الل‌ها، بر کاهش الل‌های نامطلوب آن مؤثر است.

۱۱۸- در جمعیتی فرضی و تعادلی برای صفتی با دو الل a و A ، سه نوع ژنوتیپ وجود دارد. اگر افراد این جمعیت خودلقاحی انجام دهند فراوانی اولیه افراد همانند افراد خواهد یافت.

- (۱) ناخالص - خالص، کاهش
 (۲) مغلوب - غالب، افزایش
 (۳) ناخالص - غالب، کاهش
 (۴) غالب - مغلوب، افزایش

پاسخ سؤال‌های امتحانی

- ۱- محدود - تغییر گونه‌ها
 ۲- T- هموگلوبین - داسی شکل
 ۳- کوچک - جانشینی
 ۴- عددی - سندروم (نشانگان) داون
 ۵- واژگونی - کروموزومی
 ۶- میتوکندری - کلروپلاست
 ۷- شیمیایی - دود سیگار
 ۸- توالی - مقدار
 ۹- الف ← ۴ ب ← ۳ پ ← ۶
 ت ← ۲ ث ← ۱ (واژه اضافی: ۵)
- ۱۰- نادرست. تغییر پذیری ماده وراثتی توانایی بقای جمعیت را افزایش می‌دهد.
 ۱۱- درست. تعداد آمینواسیدها در هموگلوبین فرد بیمار با فرد سالم برابر است فقط به جای یک آمینواسید، آمینواسیدی دیگر قرار می‌گیرد (والین به جای گلوتامین).
 ۱۲- نادرست. ممکن است تغییر ناچیزی در ماده وراثتی اثرات شدیدی داشته باشد مثل گوپیچه‌های قرمز داسی شکل.
 ۱۳- نادرست. تغییر در ماده وراثتی باید پایدار باشد (به یاخته‌های دختر منتقل شود) تا جهش محسوب شود و تغییراتی که بعداً اصلاح می‌شوند جهش محسوب نمی‌شوند.
 ۱۴- نادرست. جهش جانشینی ممکن است باعث کاهش طول پروتئین ساخته شده شود اما طول DNA تغییر نمی‌کند.
 ۱۵- درست. اگر تعداد نوکلئوتیدهای حذف یا اضافه شده ۳ یا مضربی از ۳ باشد باعث تغییر در چارچوب نمی‌شود.
 ۱۶- درست. جهش مضاعف شدن بین دو کروموزوم همتا رخ می‌دهد و زنبور عسل نر هاپلوئید است و کروموزوم همتا ندارد.
 ۱۷- درست. جهش در بخش تنظیمی ژن ممکن است باعث کاهش یا افزایش محصول ژن شود.
 ۱۸- درست. هر چه این جهش‌ها به ابتدای ژن نزدیک‌تر باشند تعداد کدون‌هایی که ممکن است تغییر کنند بیشتر می‌شود.
 ۱۹- نادرست. به علت وجود رابطه مکملی بین بازها، تغییر در یک نوکلئوتید از یک رشته DNA، نوکلئوتید مقابل آن در رشته دیگر را نیز تغییر می‌دهد. بنابراین یک جفت نوکلئوتید تغییر می‌کند نه یک نوکلئوتید.
 ۲۰- الف) جابه‌جایی ب) مضاعف شدن
 پ) اضافه شدن ت) جهش خاموش
 ۲۱- الف) جهش در بخش تنظیمی ژن
 ب) شامل ۲۴ کروموزوم (۲۲ کروموزوم غیرجنسی و دو کروموزوم جنسی X و Y)
- ۲۲- الف) تغییر در تعداد کروموزوم
 ب) جهش جانشینی
 ۲۳- با مشاهده کاربوتیپ
 ۲۴- اگر رمز مربوط به یک آمینواسید را به رمز دیگری از همان آمینواسید تبدیل کند.
 ۲۵- الف) جهش حذف جهشی است که نوکلئوتیدی از DNA کاسته شود. ب) جهت قرارگیری قسمتی از یک کروموزوم در جای خود تغییر می‌کند. پ) قسمتی از یک کروموزوم به کروموزوم همتای آن افزوده می‌شود. ت) قسمتی از یک کروموزوم به کروموزوم غیرهمتا یا بخش دیگری از همان کروموزوم منتقل می‌شود.
 ۲۶- اگر تعداد نوکلئوتیدهایی که حذف یا اضافه می‌شوند ۳ یا مضربی از ۳ باشند چارچوب خواندن تغییر نمی‌کند.
 ۲۷- در ناهنجاری‌های عددی تعداد کروموزوم‌های یاخته تغییر می‌کند اما در ناهنجاری‌های ساختاری تعداد کروموزوم‌ها تغییر نمی‌کند بلکه ساختمان و توالی نوکلئوتیدها در برخی کروموزوم‌ها تغییر می‌کند.
 ۲۸- از آن‌جا که RNA از روی DNA ساخته می‌شود اگر دنا تغییر نماید تمام RNAهای ساخته شده از روی آن حالت غیرطبیعی دارند و اثرات طولانی‌مدتی دارد (همیشگی) اما اگر RNA مستقیماً تغییر کند با از بین رفتن RNA اثرات منفی آن نیز از بین می‌روند (طول عمر RNA کوتاه است).
 ۲۹- اگر جاننداری تولیدمثل غیرجنسی انجام دهد جهش در یاخته‌های پیکری می‌تواند به فرزندان منتقل شود.
 ۳۰- بله. چون در جهش جابه‌جایی بخشی از یک کروموزوم ممکن است به قسمت دیگری از همان کروموزوم منتقل شود.
 ۳۱- اگر جهشی در بخش تنظیمی ژن صورت بگیرد و فرایند رونویسی ژن را تسهیل نماید می‌تواند باعث افزایش تولید پروتئین مربوطه شود.
 ۳۲- فرایند رونویسی و ترجمه تحت تأثیر آنزیم‌های مختلفی مثل RNA پلی‌مراز (رنابسپاراز) قرار دارد. اگر جهشی در ژن مربوط به این آنزیم‌ها رخ دهد می‌تواند میزان رونویسی و ترجمه و در نتیجه ساخت سایر آنزیم‌ها را نیز تحت تأثیر قرار دهد.
 ۳۳- اگر جهش اضافه شدن باعث شود رمز پایان در محلی قبل از محل اصلی خود ایجاد شود طول رشته پلی‌پپتید کوتاه‌تر می‌شود و اگر باعث شود که رمز پایان در محل اصلی خود از بین برود طول رشته پلی‌پپتید افزایش می‌یابد.
 ۳۴- گزینه ۲۰ وجود رابطه مکملی بین بازها
 ۳۵- گزینه ۲۰ احتمالاً
 ۳۶- گزینه ۲۰ جهش در راه‌انداز نمی‌تواند شکل جایگاه فعال آنزیم را تغییر دهد.

(۲): مضاعف‌شدن جزء ناهنجاری‌های ساختاری است در حالی که سندروم داون ناهنجاری عددی است.

(۳): هیچ‌کدام از ناهنجاری‌های عددی باعث تغییر در چارچوب خواندن نمی‌شوند.

۴۵- گزینه «۳» برخی از انواع RNA خاصیت آنزیمی دارند و واحد سازنده آن‌ها برخلاف هموگلوبین، نوکلئوتید است.

رد سایر گزینه‌ها:

(۱): ساختار آنزیم‌ها ممکن است در اثر تغییرات شدید دما یا pH نیز تغییر کند.

(۲): اگر تغییر در ساختار، جایگاه فعال آنزیم را تحت تأثیر قرار ندهد بر عملکرد آن بی‌تأثیر است.

(۴): برای ساخته‌شدن RNAهایی که خاصیت آنزیمی دارند فرایند ترجمه طی نمی‌شود.

۴۶- گزینه «۳» فقط مورد «الف» نادرست است.

بررسی تک‌تک موارد:

(الف): نادرست. جهش واژگونی در یاخته‌های پیکری زنبور عسل نر و ماده می‌تواند رخ دهد.

(ب): درست. در تولیدمثل غیرجنسی ممکن است این حالت رخ دهد.

(پ): درست. برخی از انواع جهش‌ها بی‌تأثیر هستند مثل جهش‌هایی که در توالی‌های بین ژنی رخ می‌دهند.

(ت): درست. در همهٔ موجودات زنده مادهٔ وراثتی DNA است که همیشه دورشته‌ای است.

۴۷- گزینه «۲» در هر مولکول DNA همواره ۵٪ از نوکلئوتیدها دارای بازهای پورینی هستند.

رد سایر گزینه‌ها:

(۱): برخی از جهش‌ها اکتسابی هستند و ارثی نیستند.

(۳): پرتو فرابنفش یک عامل جهش‌زای فیزیکی است نه شیمیایی.

(۴): برخی از انواع جهش‌ها بی‌تأثیرند و اثری بر فنوتیپ جاندار ندارند.

۴۸- گزینه «۱» در مضاعف‌شدن یکی از کروموزوم‌های همتا فاقد برخی از ژن‌هاست و کروموزوم دیگر از این ژن‌ها دو عدد دارد.

رد سایر گزینه‌ها:

(۲): جهش‌های حذف و اضافه می‌توانند باعث تغییر در چارچوب خواندن شوند.

(۳): در مردها کروموزوم‌های جنسی X و Y همتا نیستند بنابراین مردها ۲۲ جفت کروموزوم همتا دارند و جهش مضاعف‌شدن روی کروموزوم‌های همتا رخ می‌دهد.

(۴): مضاعف‌شدن نوعی ناهنجاری ساختاری است و تعداد کروموزوم‌ها تغییر نمی‌کند.

۴۹- گزینه «۲» موارد «پ» و «ت» صحیح هستند.

۳۷- گزینه «۱» غالباً

۳۸- گزینه «۲» دیمر تیمین به علت پرتو فرابنفش و نوعی جهش فیزیکی است.

۳۹- گزینه «۲» ۲۲ کروموزوم غیرجنسی و دو کروموزوم جنسی

۴۰- گزینه «۲» موارد «الف» و «ب» صحیح است.

بررسی تک‌تک موارد:

(الف): درست. تعداد کروموزوم‌ها در زن و مرد برابر است و در هر یاختهٔ پیکری زن و مرد ۴۶ کروموزوم وجود دارد.

(ب): درست. در ساختار نوکلئوتیدهای تشکیل‌دهندهٔ دنا نیتروژن وجود دارد بنابراین متابولیسم DNA باعث افزایش مواد زائد نیتروژن‌دار از جمله اوریک اسید می‌شود.

(پ): نادرست. مادهٔ وراثتی قطعاً مولکولی دورشته‌ای است.

(ت): نادرست. به تغییرات پایدار مادهٔ وراثتی جهش گفته می‌شود نه هر تغییری.

۴۱- گزینه «۱» فقط مورد «ت» به درستی تکمیل می‌کند.

بررسی تک‌تک موارد:

(الف) و (پ): نادرست. در هموگلوبین افراد بیمار فقط به جای یک آمینواسید، آمینواسیدی دیگر قرار گرفته است.

(ب): نادرست. ساختار هموگلوبین تغییر می‌کند نه مقدار آن.

(ت): درست. یکی از روش‌های حمل اکسیژن در خون به صورت محلول در پلاسما است که در این بیماری کاهش نمی‌یابد.

۴۲- گزینه «۲»

بررسی تک‌تک موارد:

(الف): نادرست. تغییر پایدار در DNA جهش محسوب می‌شود نه هر اسید نوکلئیکی.

(ب): نادرست. جهش ممکن است باعث تغییر در میزان تولید پروتئین شود اما پروتئین غیرطبیعی نباشد و حتی ممکن است برخی جهش‌ها بی‌تأثیر باشند.

(پ): درست. به علت وجود رابطهٔ مکملی بین بازها، تغییر در یک نوکلئوتید، منجر به تغییر نوکلئوتید مقابل آن در رشتهٔ دیگر نیز می‌شود.

(ت): درست. جهش‌های کوچک جزء ناهنجاری‌های ساختاری هستند نه عددی.

۴۳- گزینه «۲» برای جهش مضاعف‌شدن باید کروموزوم‌های همتا وجود داشته باشد در صورتی که یاختهٔ موردنظر هاپلوئید است و کروموزوم همتا ندارد.

۴۴- گزینه «۴» مبتلایان به سندروم داون یک کروموزوم اضافی (ناهنجاری عددی) دارند.

رد سایر گزینه‌ها:

(۱): سندروم داون نوعی ناهنجاری عددی است.

(۲): اگر بخشی از یک کروموزوم به کروموزوم غیرهمتا منتقل شود مانند مضاعف شدن سبب کاهش و افزایش طول کروموزومها می شود.
(۴): با حذف بخشی از یک کروموزوم، طول آن کاهش می یابد.
۵۴- گزینه ۲» موارد «پ» و «ت» به درستی تکمیل می کنند.

پرسی تک تک موارد:

(الف): نادرست. کراسینگ اور نوعی تبادل قطعه بین کروموزومهاست اما جهش محسوب نمی شود.
(ب): نادرست. در تقسیم میوز عدد کروموزومی تغییر می کند در حالی که جهش محسوب نمی شود.
(پ): درست. چون ممکن است جهش، رمز یک آمینواسید را به رمز دیگری برای همان آمینواسید تغییر دهد.
(ت): درست. اصولاً تعریف جهش یعنی تغییر در ماده ژنتیک.

۵۵- محیط

۵۶- سازگارتر - انتخاب طبیعی

۵۷- گونه - جمعیت

۵۸- فراوانی - رویدادهای تصادفی

۵۹- سازش - محیط

۶۰- آرایش تتراده - متافاز

۶۱- کراسینگ اور - پروفاز I

۶۲- تک یاخته ای - گلبول های قرمز

۶۳- فراوانی نسبی - حال تعادل

۶۴- الف ← ۳ ب ← ۲ پ ← ۶
ت ← ۱ ث ← ۵ (واژه اضافی: ۴)

۶۵- درست.

۶۶- نادرست. بین تفاوت های فردی در هر گونه با میزان پایداری آن گونه رابطه مستقیم وجود دارد.

۶۷- درست. مطلوب یا نامطلوب بودن یک ویژگی را شرایط محیطی تعیین می نماید و با تغییر شرایط محیطی ممکن است یک ویژگی مطلوب به ویژگی نامطلوب تبدیل شود یا بالعکس.

۶۸- نادرست. انتخاب طبیعی روی جمعیت اثر می گذارد نه فرد بنابراین باعث تغییر جمعیت می شود نه فرد.

۶۹- نادرست. برای برقراری تعادل در جمعیت باید نسبت اللها ثابت بماند نه تعداد آنها.

۷۰- نادرست. رانش الی روی جمعیت های کوچک تر اثرات شدیدتری دارد.

۷۱- نادرست. شارش ژن می تواند تنوع الی را در جمعیت مقصد افزایش دهد.

۷۲- نادرست. زنبور نر ها پلوئید است و کراسینگ اور ندارد.

۷۳- درست. انتخاب طبیعی بر روی فنوتیپ اثر می گذارد و فنوتیپ های سازگارتر انتخاب می شوند. مثلاً انتخاب طبیعی روی افراد **Aa** و **AA** یکسان عمل می نماید چون فنوتیپ یکسان دارند.

پرسی تک تک موارد:

(الف): نادرست. یکی از اسپرمها در تشکیل تخم ضمیمه نقش دارد که این تخم باعث تشکیل آندوسپرم می شود و نقش تغذیه ای دارد بنابراین به نسل بعد منتقل نمی شود.

(ب): نادرست. تخم ضمیمه ۳n است و کروموزوم همتا دارد بنابراین جهش مضاعف شدن می تواند در آن رخ دهد.

(پ): درست. یاخته رویشی فقط در تشکیل لوله گرده نقش دارد و نقشی در ایجاد نسل بعد ندارد.

(ت): درست. اگر گیاهی تولیدمثل غیرجنسی داشته باشد (مثل قلمه زدن).

۵۰- گزینه ۴» عوامل جهش زا مستقیماً روی DNA تأثیر می گذارند که فعال کننده و مهارکننده از جنس پروتئین هستند.

رد سایر گزینه ها:

(۱): پادرمزه از جنس RNA و راه انداز از جنس DNA است.
(۲): عوامل رونویسی از جنس پروتئین اما توالی افزاینده از جنس دنا است.
(۳): هر دو مورد از جنس DNA هستند.

۵۱- گزینه ۳» در جانداران با تولیدمثل غیرجنسی (مانند گیاهان یا مخمر) که زاده ها از یاخته های پیکری ایجاد می شوند امکان پذیر است.

پرسی سایر گزینه ها:

(۱): احتمال جهش با تعداد کروموزوم و اندازه طول رابطه ای ندارد و آهنگ جهش بیشتر می شود. هر قدر طول و تعداد کروموزومها بیشتر باشد بخش بیشتری برای جهش داریم پس تعداد جهش (آهنگ جهش) افزایش می یابد نه احتمال جهش.

(۲): طول کروموزوم شماره ۲ انسان بیشتر از کروموزوم شماره ۱۵ است.
(۴): مولکولی که دچار جهش می شود DNA است که قطعاً فاقد یوراسیل است.

۵۲- گزینه ۴» جهش های حذف و اضافه موجب تغییر در چارچوب می شوند که نوعی از جهش های کوچک هستند.

پرسی سایر گزینه ها:

(۱): برعکس! هر جهش جانشینی نوعی جهش کوچک است و جهش های کوچک می توانند جانشینی و یا حذف و اضافه باشند.
(۲): تغییر در نوکلئوتید DNA (جهش جانشینی) هنگام رونویسی منجر به تغییر در نوکلئوتید RNA نیز خواهد شد.

(۳): اگر جهش جانشینی (کوچک) رمز یک آمینواسید را به رمز دیگری از همان آمینواسید تغییر دهد، بر بیان ژن تأثیری ندارد و یا حتی ممکن است جهش در توالی بین ژنی رخ دهد.

۵۳- گزینه ۳» در این جهش بخشی از یک کروموزوم به صورت معکوس به محل اولیه خود بازمی گردد در نتیجه طول کروموزوم تغییری نمی کند.

رد سایر گزینه ها:

(۱): بخشی از یک کروموزوم به کروموزوم همتا می رود، پس طول یک کروموزوم کاهش و طول دیگری افزایش می یابد.

۷۴- محیط

۷۵- انتخاب طبیعی

۷۶- اگر نسبت و فراوانی الل‌ها در نسل‌های مختلف تغییر کنند.

۷۷- رانش الی

۷۸- به آرایش تتراده‌ها در میوز I

۷۹- در محیط‌هایی که بیماری مالاریا شایع است.

۸۰- حضور الل Hb^S که باعث ایجاد افراد ناخالص $Hb^A Hb^S$ شود و این افراد مقاوم به مالاریا هستند.

۸۱- در صورتی که تأثیر فوری بر فنوتیپ نداشته باشد ممکن است تشخیص داده نشود.

۸۲- اگر تفاوت‌های فردی در یک گونه کم باشد و افراد شبیه به هم باشند با تغییر شرایط محیطی ممکن است همه آن‌ها از بین بروند اما اگر تفاوت‌های فردی زیاد باشد با هر نوع تغییر محیطی برخی از افراد با این شرایط جدید سازگار می‌شوند و برخی نیز ممکن است از بین بروند.

۸۳- الف) اگر نسبت و فراوانی الل‌ها در نسل‌های متمادی ثابت بماند و تغییر نکند گفته می‌شود که جمعیت در حالت تعادل است.

ب) مجموع فراوانی نسبی همه الل‌های موجود در یک جمعیت را خزانه ژن آن جمعیت می‌نامند.

۸۴- (۱) انتخاب طبیعی (۲) شارش ژن

(۳) رانش الی (۴) جهش

۸۵- رانش الی باعث حذف الل‌های مطلوب و نامطلوب به صورت کاملاً تصادفی و غیرهدفمند می‌شود بنابراین روی جمعیت مختلف اثرات مختلفی دارد حتی اگر آن جمعیت‌ها مشابه باشند.

۸۶- نوترکیبی - گوناگونی الل در گامت‌ها - کراسینگ‌اور - برتری افراد ناخالص نسبت به خالص.

۸۷- اگر بخش‌هایی از کروموزوم‌های هم‌تا که با هم مبادله می‌شوند از نظر نوع الل‌ها مشابه باشند.

۸۸- در شارش ژن با مهاجرت افراد از جمعیتی به جمعیتی دیگر الل‌هایی را بین دو جمعیت جابه‌جا می‌نمایند و فراوانی الی را تغییر می‌دهند بدون آن‌که الی یا فردی حذف فیزیکی شده باشد. اما در پدیده رانش برخی از افراد و در نتیجه برخی از الل‌ها حذف می‌شوند و به این طریق فراوانی الی را در جمعیت تغییر می‌دهند.

۸۹- یک یاخته زاینده در زن در هر میوز فقط یک گامت سالم به وجود می‌آورد چه کراسینگ‌اور رخ دهد و چه رخ ندهد.

۹۰- زیرا شرایط محیط تعیین‌کننده صفت بهتر است که این شرایط ممکن است تغییر کند (بهبودن یک صفت همیشگی نیست) بنابراین زیست‌شناسان از واژه «صفت سازگارتر با محیط» استفاده می‌کنند.

۹۱- در مناطق مالاریا خیز افراد $Hb^A Hb^A$ مستعد بیماری مالاریا هستند و افراد $Hb^A Hb^S$ مبتلا به مالاریا نمی‌شوند؛ بنابراین انتخاب طبیعی با حمایت بیشتر از افراد $Hb^A Hb^S$ نسبت به $Hb^A Hb^A$ از فراوانی الل Hb^S حمایت می‌کند.

۹۲- زیرا برای ماندگاری محصولات پروتئینی مثل سوسیس و کالباس ترکیباتی نیترات‌دار مانند سدیم نیترات به آن‌ها اضافه می‌شود که در بدن به ترکیباتی تبدیل می‌شوند که می‌توانند سرطان‌زا باشند.

۹۳- گزینه «۱» خزانه ژن مجموع همه الل‌های موجود در همه جایگاه‌های ژنی افراد یک جمعیت است.

۹۴- گزینه «۱» در اثر انتخاب طبیعی، فراوانی افراد ناسازگار کاهش می‌یابد.

۹۵- گزینه «۲» تعداد کروموزوم‌های گامت به تعداد کروموزوم والدین بستگی دارد.

۹۶- گزینه «۱» در کراسینگ‌اور بین کروموزوم‌های هم‌تا تبادل صورت می‌گیرد.

۹۷- گزینه «۱» شانس بقای ناخالص‌ها از همه خالص‌ها بیشتر است.

۹۸- گزینه «۱» ناخالص‌ها - مغلوب

۹۹- گزینه «۲» موارد «الف» و «ت» نادرست هستند.

بررسی تک‌تک موارد:

(الف): نادرست. در تولیدمثل غیرجنسی فرزندان شبیه به هم و شبیه به والدین هستند (از نظر ژنوتیپی) بنابراین تفاوت‌های فردی بسیار کم است و هر چه تفاوت‌های فردی کمتر باشد پایداری گونه نیز کمتر است.

(ب): درست. هر چه ژنوتیپ افراد شباهت کم‌تری داشته باشد، تفاوت‌های فردی بیشتر و در نتیجه گونه پایدارتر است.

(پ): درست. سازگار یا ناسازگار بودن یک صفت بستگی به شرایط محیطی دارد.

(ت): نادرست. به علت پدیده رانش که به طور تصادفی ممکن است شانس افراد مطلوب کم و شانس افراد نامطلوب زیاد شود.

۱۰۰- گزینه «۱» جمعیت به مجموعه افرادی گفته می‌شود که به یک گونه تعلق دارند و در یک مکان و زمان با هم زندگی می‌نمایند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۲): افراد یک گونه می‌توانند جمعیت‌های مختلفی را تشکیل دهند (مثل جمعیت‌های مختلف انسان).

(۳): در یک محل ممکن است چندین جمعیت مختلف با هم زندگی نمایند مثل جمعیت انسان‌ها، جمعیت مورچه‌ها و ... که با هم در یک محل زندگی می‌نمایند.

(۴): اگرچه افراد یک جمعیت، افراد متعلق به یک گونه هستند ولی بین افراد یک گونه هم، ژنوتیپ‌های متفاوتی مشاهده می‌شود.

۱۰۱- گزینه «۲»

۱۰۲- گزینه «۴» رانش الی باعث حذف برخی افراد (سازگار یا ناسازگار) به صورت کاملاً تصادفی می‌شود. بنابراین قطعاً اندازه جمعیت تغییر می‌کند و این پدیده روی جمعیت‌های مختلف اثرات متفاوتی دارد (چون تصادفی عمل می‌کند).

۱۱۳- گزینه ۳: زمانی می‌گوییم جمعیت در حال تعادل است که فراوانی نسبی الل‌ها ثابت بماند.

سایر گزینه‌ها از عوامل بر هم زننده تعادل در جمعیت هستند.

۱۱۴- گزینه ۳: وقتی در ژنی جهش ایجاد می‌شود الل جدیدی از آن ژن حاصل می‌شود که ممکن است در شرایطی سازگارتر از الل یا الل‌های قبلی عمل کند.

رد سایر گزینه‌ها:

(۱) و (۲): جهش نمی‌تواند جهت تغییر گونه‌ها را تعیین کند و جهت تغییر گونه‌ها را محیط تعیین می‌کند.

(۴): اگر جهش‌هایی که A را به a تبدیل می‌نماید با جهش‌هایی که a را به A تبدیل می‌کند برابر باشند جهش باعث بر هم خوردن تعادل نمی‌شود.

۱۱۵- گزینه ۳

رد سایر گزینه‌ها:

(۱): انتخاب طبیعی بر فراوانی الل‌های ناسازگار مؤثر است اما باعث پیدایش الل جدیدی نمی‌شود.

(۲): برخی عوامل و شرایط محیطی باعث جهش و تغییر ساختار ژن‌ها می‌شوند و شرایط محیطی در تعیین جهت گونه‌ها نیز مؤثر هستند.

(۴): فراوانی الل‌های نامطلوب کاهش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود اما هیچ‌گاه الل‌های نامطلوب به طور کامل حذف نمی‌شوند.

۱۱۶- گزینه ۴: در تولیدمثل جنسی برخلاف تولیدمثل غیرجنسی بین فرزندان تفاوت‌های فردی زیادی وجود دارد و افزایش تفاوت‌های فردی توان بقای جمعیت را افزایش می‌دهد.

رد سایر گزینه‌ها:

(۱) و (۳): افزایش همانندی افراد و کاهش اندازه جمعیت از عوامل مؤثر در کاهش توان بقای جمعیت هستند.

(۲): شارش ژنی هم با کاهش اندازه جمعیت مبدأ می‌تواند در بقای آن اثر منفی داشته باشد.

۱۱۷- گزینه ۴: به طور مثال در بیماری کم‌خونی داسی‌شکل افراد ناخالص دارای الل نامطلوب هستند اما انتخاب طبیعی باعث حذف این افراد و کاهش الل نامطلوب نمی‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱): جهش، شارش و ... می‌توانند باعث افزایش تنوع اللی در جمعیت شود.

(۲): انتخاب طبیعی باعث افزایش فراوانی الل‌های مطلوب در جمعیت می‌شود.

(۳): وقوع جهش و ایجاد الل‌های جدید و نامطلوب می‌تواند توان زیستی افراد را کاهش دهد.

۱۱۸- گزینه ۳: خودلقاحی باعث افزایش ژنوتیپ AA و aa و باعث کاهش ژنوتیپ Aa می‌شود. از نظر فنوتیپی، خودلقاحی با افزایش فنوتیپ مغلوب و کاهش فنوتیپ غالب می‌شود.

۱۰۳- گزینه ۳: انتخاب طبیعی باعث افزایش فراوانی افراد و الل‌های سازگار می‌شود بنابراین جمعیت را از تعادل خارج می‌کند در شرایطی مانند مناطق مالاریاخیز، با برتری افراد ناخالص تعداد مبتلایان به کم‌خونی داسی‌شکل کم نخواهد شد.

۱۰۴- گزینه ۴: شارش ژن می‌تواند باعث افزایش تنوع اللی در جمعیت مقصد شود و هم‌چنین میزان تفاوت جمعیت مبدأ و مقصد را کاهش می‌دهد و جزء عوامل بر هم زننده تعادل جمعیت است.

۱۰۵- گزینه ۴: تنوع گامت در والدین سبب افزایش تفاوت‌های فردی بین زاده‌ها می‌شود.

رد سایر گزینه‌ها:

(۱): چون جاندار ممکن است علاوه بر تولیدمثل جنسی، تولیدمثل غیرجنسی هم داشته باشد (توجه به قید فقط).

(۲): در تولیدمثل غیرجنسی گامت‌ها نقشی ندارند.

(۳): انتخاب طبیعی باعث کاهش تفاوت‌های فردی می‌شود.

۱۰۶- گزینه ۳

۱۰۷- گزینه ۱: بدون کراسینگ‌اور گامت‌ها عبارت‌اند از AB و ab و پس از کراسینگ‌اور بین a و A انواع گامت‌های احتمالی عبارت‌اند از Ab و aB یعنی هیچ تفاوتی قبل از کراسینگ‌اور و بعد از آن وجود ندارد.

۱۰۸- گزینه ۳: کراسینگ‌اور بین کروموزوم‌های هم‌تارخ می‌دهد بنابراین در یاخته‌های $۲n$ ، $۴n$ و ... می‌تواند رخ دهد و تحت شرایطی می‌تواند باعث افزایش تنوع گامت‌ها شود (توضیح سؤال قبل).

۱۰۹- گزینه ۴: همه موارد نادرست است.

کلاً الل‌های نامطلوب زودتر از الل‌های مطلوب حذف می‌شوند اما الل‌های نامطلوب مغلوب چون در افراد ناخالص خود را در پناه الل‌های غالب حفظ می‌نمایند، دیرتر از الل‌های نامطلوب غالب حذف می‌شوند بنابراین همه جمله‌ها نادرست هستند.

۱۱۰- گزینه ۴: این افراد در مناطق مالاریاخیز از همه افراد خالص (غالب و مغلوب) شانس بقای بیشتری دارند و در مناطق دیگر همواره از افراد خالص مغلوب شانس بقا و تولیدمثل بیشتری دارند.

۱۱۱- گزینه ۲: رابطه عامل بیماری‌زا با انسان رابطه انگلی است و رابطه بین گل جالیز و گوجه‌فرنگی نیز انگلی است.

رد سایر گزینه‌ها:

(۱): رابطه از نوع همیاری است و دو طرف سود می‌برند.

(۳): رابطه از نوع همیاری است.

(۴): رابطه از نوع شکار و شکارچی است.

۱۱۲- گزینه ۴: افراد ناخالص در مناطق معمولی همانند افراد خالص غالب هیچ مشکلی ندارند و در مناطق مالاریاخیز نیز هیچ مشکلی ندارند. افراد خالص مغلوب در مناطق معمولی و در مناطق مالاریاخیز به دلیل کم‌خونی از بین می‌روند بنابراین شانس بقای آن‌ها در هر دو محیط تغییری نمی‌کند.