



الف

A

آمادگی کنکور ۱۴۰۰

# دوپینگ ماز

آزمون دوپینگ ماز - ۱۴۰۰/۰۳/۲۱

دفترچه پاسخ زیست شناسی

مدت پاسخ گویی: ۳۶ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵

ویراستار

طراحان سوال

شایان تاقی

دپارتمان زیست شناسی ماز

## ۱- کدام گزینه، در ارتباط با انسان درست است؟

- (۱) هر جهش ارثی می‌تواند از هر دو والد به فرزند منتقل شود.
  - (۲) بنزوپیرین موجود در دود سیگار بدون ایجاد جهش منجر به سرطان می‌شود.
  - (۳) در جهش‌های ارثی، همهٔ یاخته‌های تودهٔ مورولا حاوی نسخهٔ جهش یافتهٔ ژن هستند.
  - (۴) جهش‌هایی که در پی عوامل جهش‌زای فیزیکی ایجاد می‌شوند، نمی‌توانند به نسل بعد منتقل شوند.
- گزینه ۳ (۱۲۴) - متوسط - ترکیبی
- جهش‌های ارثی در گامت‌ها وجود دارند و پس از لقاح، جهش را به تخم منتقل می‌کنند. در این صورت همهٔ یاخته‌های حاصل از آن تخم، دارای آن جهش هستند. یاختهٔ تخم در لولهٔ فالوپ با تقسیمات میتوزی متوالی، مورولا را ایجاد می‌کند.

## بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۱) برخی از جهش‌های ارثی فقط از یکی از والدین (مادر) به فرزندان دختر و پسر منتقل می‌شود. مثل، جهش در دنا می‌توکندری! در حالات زیر جهش ارثی فقط از یک والد به فرزند می‌رسد: پاسخ این گزینه فیلی مهمه پس فوب یار بگیر!
- الف) جهش در فام تن X فقط از والد ماده به فرزند پسر می‌رسد.
- ب) جهش در دنا راکیزه فقط از والد ماده به فرزندان می‌رسد.
- ج) در بکرزایی، جهش ارثی فقط از والد ماده به فرزند می‌رسد.
- (۲) از مواد شیمیایی جهش‌زا می‌توان به بنزوپیرین اشاره کرد که در دود سیگار وجود دارد و جهشی را ایجاد می‌کند که به سرطان منجر می‌شود. در واقع بنزوپیرین جهشی ایجاد می‌کند که سبب اختلال در چرخهٔ یاخته‌ای می‌شود و از این طریق منجر به سرطان می‌شود.

- ✖ علت اصلی سرطان، بعضی تغییرات در مادهٔ ژنتیکی یاخته است که باعث می‌شود چرخهٔ یاخته از کنترل خارج شود.
- ✖ به تومور بدخیم سرطان گفته می‌شود که توانایی دگرنشینی (متاستاز) دارد.
- ✖ عامل نارنجی که مخلوطی از اکسین‌ها بود از عوامل ایجادکنندهٔ سرطان و تولد نوزادان با نقص‌های مادرزادی بود.
- ✖ یکی از پیامدهای مصرف بلندمدت الکل، سرطان است.
- ✖ مصرف تنباکو با سرطان دهان، حنجره و شش ارتباط مستقیم دارد.

- (۴) اگر عوامل جهش‌زای فیزیکی در گامت‌ها جهش ایجاد کنند، می‌توانند به نسل بعد منتقل شوند. پس حواستون باشه که جهش اکتسابی هم می‌تواند به نسل بعد منتقل شود حالا به دلیل مواد جهش‌زای فیزیکی یا شیمیایی باشد!

- ✖ اثرات ترکیبات گیاهی بر سرطان:
- ✖ پیشگیری - ترکیبات رنگی در کریچه و رنگ دیسهٔ گیاهان، پاداکسنده هستند. ترکیبات پاداکسنده در پیشگیری از سرطان نقش دارند. درمان - آلکالوئیدها که در شیرابهٔ بعضی گیاهان به مقدار فراوانی وجود دارند در ساختن داروهای ضد سرطان به کار می‌روند.
- ✖ سرطان‌زایی - برخی ترکیبات که در گیاهان تولید می‌شوند، می‌توانند سرطان‌زا باشند.
- ✖ جمع بندی ترکیبات گیاهی تولید شده:
- ✖ ترکیبات گیاهی می‌توانند: ① خاصیت ضد سرطانی داشته باشند. ② در تولید داروهای ضد سرطان استفاده شوند. ③ سرطان‌زا، مسموم‌کننده و کشنده باشند. ④ نقش دفاعی برای گیاه ایفا کنند. ⑤ در فتوسنتز نقش داشته باشند. ⑥ در بهبود کارکرد مغز و اندام‌های دیگر نقش داشته باشند. ⑦ دارای کاربرد غذایی، دارویی و صنعتی باشند.

## ۲- در صورتی که وقوع جهش منجر به تغییر ..... یک آنزیم شود، به طور حتم .....

- (۱) جایگاه فعال - عملکرد آنزیم دچار اختلال می‌شود.
  - (۲) در بخشی دور از جایگاه فعال - عملکرد آنزیم طبیعی خواهد بود.
  - (۳) در توالی تنظیمی مربوط به ژن رمزکننده - تغییری در ساختار آنزیم ایجاد نمی‌شود.
  - (۴) در توالی راه‌انداز مربوط به ژن رمزکننده - میزان رونویسی از ژن دچار تغییر خواهد شد.
- گزینه ۳ (۱۲۴) - سخت - خط به خط
- جهش در توالی‌های تنظیمی درون دنا، تأثیری بر توالی محصول ژن ندارد بلکه می‌تواند مقدار تولید محصول ژن را تغییر دهد.

## بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۲) اگر جهش در ژن یک آنزیم منجر به تغییر در جایگاه فعال آنزیم شود، احتمال تغییر عملکرد آنزیم بسیار زیاد است. ولی اگر جهش در حای دور از جایگاه فعال رخ دهد، به طوری که بر آن اثری نگذارد، احتمال تغییر در عملکرد آنزیم کم یا حتی صفر است. پس هیپلروم قطعی نیست!



۴) جهش در راه‌انداز ممکن است (☹️ نه قطعاً!) آن را به راه‌اندازی قوی‌تر و یا ضعیف‌تر تبدیل کند و با اثر بر میزان رونویسی از ژن، محصول آن را نیز بیشتر یا کمتر کند.

۳- چند مورد، درباره نوعی جهش صحیح است که در پی اثر پرتوی فرابنفش بر ماده وراثتی انسان ایجاد می‌شود؟

الف- با اختلال در عملکرد هلیکاز، همانندسازی را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

ب- منجر به تغییر در تعداد نوکلئوتیدهای دو رشته دنا (DNA) می‌شود.

ج- موجب کاهش فاصله دو نوع باز آلی تک حلقه‌ای مجاور می‌شود.

د- بر روابط مکملی نوکلئوتیدهای مقابل هم اثر می‌گذارد.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

گزینه ۱ (۱۲۴- سخت - مفهومی)

فقط مورد د درست است

پرتوی فرابنفش یکی از عوامل جهش‌زای فیزیکی است. این پرتو در نور خورشید وجود دارد و منجر به تشکیل دوپار تیمین می‌شود.

### بررسی همه موارد:

الف) پرتوی فرابنفش با ایجاد دوپار تیمین موجب اختلال در عملکرد دناپسپاز (☹️ نه هلیکاز!) می‌شود و همانندسازی دنا را با مشکل مواجه می‌کند.

ب) در جهش ایجاد شده توسط پرتوی فرابنفش توالی نوکلئوتیدی دو رشته دنا بدون تغییر است.

ج) پرتوی فرابنفش موجب تشکیل پیوند بین دو تیمین مجاور هم در دنا می‌شود. همان‌طور که در شکل مقابل

مشاهده می‌کنید، فاصله بین دو باز آلی تیمین مجاور هم کاهش می‌یابد. (نه دو نوع باز!)

### نکات طلایی!

❌ در مولکول دنا در حالت طبیعی بین دو باز آلی مکمل پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود. این پیوند هیدروژنی بین دو حلقه ۶ ضلعی از دو باز آلی مقابل تشکیل می‌شود و در دوپار تیمین هم بین دو حلقه ۶ ضلعی ولی از دو باز آلی مجاور هم پیوند تشکیل می‌شود.

❌ ایجاد پیوند در دوپار تیمین سبب پایداری در دنا نمی‌شود؛ در نتیجه هر پیوند بین بازهای آلی در دنا سبب افزایش پایداری نمی‌شود.

د) در جهش دوپار تیمین با اتصال دو تیمین مجاور هم در دنا، رابطه مکملی این نوکلئوتیدها با نوکلئوتیدهای مقابل آنها دچار اختلال می‌شود؛ در واقع این جهش با اثر بر پله‌های مدل نردبان مارپیچ، رابطه مکملی نوکلئوتیدها را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

❌ در دوپار تیمین دو نوکلئوتید مجاور هم در دنا از دو بخش به هم اتصال دارند:

❌ الف) قندهای این دو نوکلئوتید مجاور از طریق پیوند اشتراکی فسفودی‌استر به هم متصل هستند.

❌ ب) بازهای آلی این دو نوکلئوتید از طریق پیوند اشتراکی غیرفسفودی‌استر به هم متصل هستند.

۴- کدام مورد، فقط درباره یکی از انواع ناهنجاری‌های ساختاری در فام‌تن (کروموزوم)‌ها صادق است؟

۱) موجب کاهش طول یک کروموزوم می‌شود.

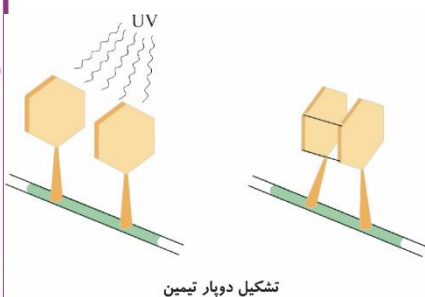
۲) قسمتی از یک کروموزوم به کروموزوم دیگر متصل می‌شود.

۳) بخشی از یک کروموزوم جدا شده و مجدداً به همان کروموزوم متصل می‌شود.

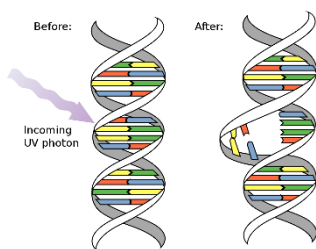
۴) در یک جفت کروموزوم هم‌تا، برای برخی ژن‌ها فقط یک نسخه یافت می‌شود.

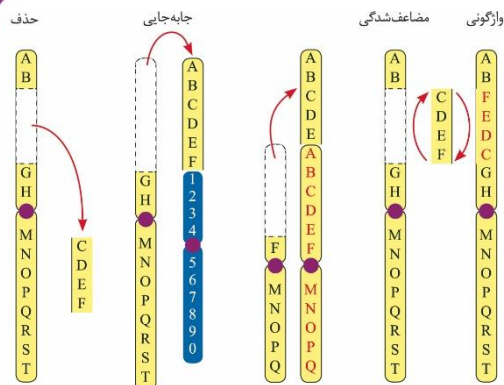
گزینه ۴ (۱۲۴- سخت - مفهومی)

❌ وجه مشترک جهش‌های ساختاری در کروموزوم رو در این سوال مرور میکنیم!



تشکیل دوپار تیمین





انواع ناهنجاری‌های ساختاری در کروموزوم‌ها

همان طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، در جهش حذفی، بخشی از یک کروموزوم حذف می‌شود، بنابراین در یک جفت کروموزوم هم‌تا برای بعضی ژن‌ها فقط یک نسخه (در کروموزوم سالم) یافت می‌شود.

### بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) همان طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، در جهش‌های حذفی، نوعی از جابه‌جایی و مضاعف‌شدگی طول یک فام‌تن کاهش می‌یابد.

(۲) در جهش‌های مضاعف‌شدگی و نوعی از جابه‌جایی بخشی از یک فام‌تن به فام‌تن دیگری منتقل می‌شود.

(۳) در جهش‌های واژگونی و نوعی از جابه‌جایی بخشی از یک فام‌تن جدا شده ولی دوباره به همان فام‌تن متصل می‌شود.



جهش‌های بزرگ (ناهنجاری‌های فام‌تنی)

جهش ممکن است در مقیاس وسیع‌تری رخ دهد تا جایی که به ناهنجاری‌های فام‌تنی منجر شود. با مشاهده کاریوتیپ می‌توان از وجود چنین ناهنجاری‌هایی آگاه شد.  
 ☑ برای تعیین تعداد کروموزوم‌ها و تشخیص بعضی از ناهنجاری‌های کروموزومی، کاریوتیپ تهیه می‌شود.  
 ☑ کاریوتیپ تصویری از کروموزوم‌ها با حداکثر فشردگی است که براساس اندازه، شکل و محل قرارگیری سانترومرها، مرتب و شماره‌گذاری شده‌اند.  
 انواع ناهنجاری‌های فام‌تنی: ① ناهنجاری‌های عددی ② ناهنجاری‌های ساختاری

#### ناهنجاری‌های عددی

تغییر در تعداد فام‌تن‌ها را ناهنجاری عددی در فام‌تن‌ها می‌نامند.

☑ افراد مبتلا به نشانگان داون، در یاخته‌های پیکری (به جز گویچه‌های قرمز) خود ۴۷ کروموزوم دارند. کروموزوم اضافی مربوط به شماره ۲۱ است؛ یعنی یاخته‌های پیکری این افراد ۳۵ کروموزوم شماره ۲۱ دارند.  
 ☑ علت بروز این حالت آن است که یکی از گامت‌های ایجادکننده فرد، به جای یک کروموزوم شماره ۲۱، دارای دو کروموزوم ۲۱ بوده است.  
 ☑ بالا بودن سن مادران در هنگام بارداری از عوامل مهم بروز این بیماری است؛ زیرا با افزایش سن مادر، احتمال خطای میوزی در تشکیل یاخته‌های جنسی وی بیشتر می‌شود.

☑ ناهنجاری‌های عددی ناشی از جدا نشدن کروموزوم‌ها هنگام گامت‌زایی در یکی از والدین است.

☑ ناهنجاری‌های عددی می‌تواند در نتیجه اختلال در میوز یا میتوز باشد.

#### ناهنجاری‌های ساختاری

نوع دیگری از ناهنجاری کروموزومی است که در آن ساختار کروموزوم تغییر می‌کند.

ناهنجاری ساختاری کروموزوم ۴ نوع دارد: ① حذف ② جابه‌جایی ③ مضاعف‌شدگی ④ واژگونی.

#### جهش حذف

جداشدن (از دست رفتن!) بخشی از کروموزوم که سبب کاهش طول کروموزوم می‌شود.

مواست باشد که بعد از زمان تقسیم یافته، این بخش به یاخته‌های تولیدی منتقل نمی‌شود؛ پس این یافته‌ها فاقد این بخش از فام‌تن هستند.

جهش‌های فام‌تنی حذفی غالباً باعث مرگ یاخته می‌شوند.

در جهش حذفی، طول کروموزوم کاهش می‌یابد ولی محل قرارگیری سانترومر ممکن است تغییر نکند.

در جهش حذفی مدت زمان همانندسازی برای فام‌تن جهش‌یافته نسبت به قبل جهش، کمتر است.

#### جهش جابه‌جایی

جداشدن بخشی از یک فام‌تن و اتصال آن به فام‌تن غیرهمتا یا حتی بخش دیگری از همان فام‌تن.

اگر جهش جابه‌جایی بین دو فام‌تن غیرهمتا رخ دهد، قطعاً:

① فام‌تن دهنده قطعه، کاهش طول داده و در آن جهش حذفی رخ داده است.

② فام‌تن گیرنده قطعه، طولش افزایش می‌یابد. ③ شکل فام‌تن تغییر می‌کند. (میدونی که محل قرارگیری سانترومر، شکل فام‌تن را تعیین می‌کند)

مواست باشد که جهش جابه‌جایی لزوماً طول فام‌تن جهش‌یافته را کاهش نمی‌دهد. چون شاید قطعه جدا شده دوباره به همان فام‌تن متصل شود.

#### جهش مضاعف‌شدگی

جداشدن بخشی از یک فام‌تن و اتصال آن به فام‌تن همتا که در این صورت در فام‌تن همتا، از آن قسمت دو نسخه دیده می‌شود.

در جهش مضاعف‌شدگی، کروموزوم دهنده قطعه ← ① قطعاً طول آن کاهش می‌یابد. ② ممکن است در یک یا دو نقطه شکسته شود.

در جهش مضاعف‌شدگی، کروموزوم گیرنده قطعه ← ممکن است در یک نقطه و یا اصلاً شکسته نشود ② طول آن افزایش می‌یابد.

جهش مضاعف‌شدگی در جانداران هاپلوئید مانند زنبور عسل نر و در یاخته‌های هاپلوئید، رخ نمی‌دهد چون آن‌ها فاقد فام‌تن همتا هستند.

چند یاخته هاپلوئید ← اسپرماتوسیت و اووسیت ثانویه + اسپرماتید + اسپرم + تخمک + دانه گرده نارس و رسیده و کیسه رویانی در گیاهان دیپلوئید.

مواست باشد که هر گامتی، هاپلوئید نیست. مثلاً در ارامه فصل می‌فروشم که گامت در کل مغربی  $2n$ ، دیپلوئید و دارای فام‌تن همتا است. پس فقط گامت‌های هاپلوئید توانایی انجام جهش مضاعف-شرکی رو ندارند.

فام‌تن‌های جنسی X و Y همتا نیستند، در نتیجه بین آنها جهش مضاعف‌شدگی رخ نمی‌دهد.

#### جهش واژگونی

جداشدن بخشی از یک فام‌تن و اتصال مجدد آن به همان فام‌تن به‌صورت واژگون؛ در نتیجه این جهش، جهت قرارگیری قسمتی از یک فام‌تن در جای خود معکوس می‌شود.

در جهش واژگونی طول کروموزوم ثابت و تغییری نمی‌کند. ولی مواست باشد که ممکن است تعداد ژن‌ها تغییر کند. مثلاً فرض کن نامه‌ای که چهار شکست میشه وسط یک ژن باشه! فب اینوری ژن از بین میره! مواست باشه درسته که در شکل کروموزوم از دو نقطه شکسته میشه ولی همیشه اونوری نیست و ممکنه قطعه از انتهای فام‌تن جدا بشه. فب در این‌صورت کروموزوم فقط در یک نامه شکسته میشه.

چند نکته

① در همه جهش‌های ساختاری قطعاً پیوند فسفودی‌استر شکسته می‌شود اما لزوماً در همه انواع جهش‌های ساختاری پیوند فسفودی‌استر تشکیل نمی‌شود. مثل جهش حذفی از انتهای فام‌تن‌ها.

مواست باشد که هر تغییر در تعداد کروموزوم‌های یک یاخته، ناهنجاری عددی نیست مثل تغییر تعداد کروموزوم‌ها در میوز!

② تشخیص جهش واژگونی از روی کاریوتیپ سخت‌تر از سایر جهش‌های بزرگ است.

مواست باشد که هر تغییر در ساختار کروموزوم، جهش نیست مثل کراسینگ‌اور!

③ جهش‌های حذفی و واژگونی همواره در یک فام‌تن، جهش جابه‌جایی می‌تواند در یک فام‌تن و جهش مضاعف‌شدگی همیشه بین دو فام‌تن رخ می‌دهد.



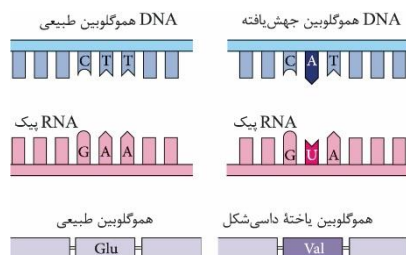
- ۴ در مردان ← (۱) در یاخته پیکری، هر فام‌تن جنسی با ۲۴ نوع فام‌تن می‌تواند جهش جابه‌جایی داشته باشد. (۲) در اسپرم، هر فام‌تن جنسی می‌تواند با ۲۳ نوع فام‌تن جهش جابه‌جایی داشته باشد.
- ۵ در زنان ← در یاخته پیکری همانند یاخته جنسی، هر فام‌تن جنسی با ۲۳ نوع فام‌تن می‌تواند جهش جابه‌جایی انجام دهد.
- ۶ برخی از افراد فقط با داشتن یک نسخه از ژن جهش یافته، اثر جهش بر رخ‌نمود را بروز می‌دهند. مثلاً ژن جهش‌یافته روی فام‌تن X در مردان.
- ۷ نمی‌توان گفت هر جانور دیپلوئید (۲n) از هر دو فام‌تن همتا، یکی از پدر خود دریافت کرده است. مثلاً مار حاصل بکرزایی که ۲n است.

### ۵- کدام گزینه، برای تکمیل عبارت زیر نامناسب است؟

«در بررسی ..... مربوط به هموگلوبین در بدن یک فرد مبتلا به کم‌خونی داسی شکل نسبت به فرد طبیعی ..... است.»

- (۱) رشته رمزگذار - نوکلئوتید آدنین‌دار به جای نوکلئوتید تیمین‌دار قرار گرفته
  - (۲) رشته رنای پیک - تعداد بازهای آلی تک‌حلقه‌ای (پیریمیدین) بیشتر شده
  - (۳) رشته پلی‌پپتیدی - آمینواسید والین به جای گلوتامیک‌اسید قرار گرفته
  - (۴) رشته الگوی - تغییری در تعداد بازهای آلی دو حلقه‌ای (پورین) ایجاد شده
- گزینه ۱ (۱۲۴ - متوسط - مفهومی)

همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، رمز مربوط به ششمین آمینواسید (گلوتامیک‌اسید) در رشته الگو به صورت CTT است، بنابراین در رشته رمزگذار آن توالی GAA را داریم. در فرد مبتلا به کم‌خونی داسی شکل، در رشته الگو نوکلئوتید آدنین‌دار به جای تیمین‌دار و در رشته رمزگذار، نوکلئوتید تیمین‌دار به جای نوکلئوتید آدنین‌دار قرار می‌گیرد.



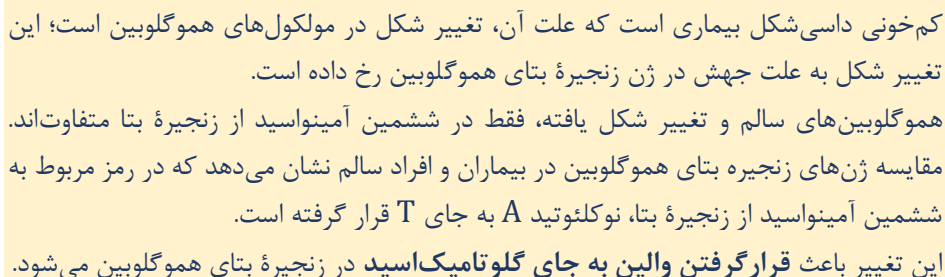
مقایسه ژن‌های هموگلوبین در افراد سالم و بیمار.  
در این شکل فقط بخشی از ژن نشان داده شده است.

- ✗ تغییرات حلقه‌های آلی نیتروژن‌دار در جهش منجر به بیماری کم‌خونی داسی شکل:
- ✗ در رشته الگو ← افزایش تعداد حلقه‌های آلی نیتروژن‌دار
- ✗ در رشته رمزگذار ← کاهش تعداد حلقه‌های آلی نیتروژن‌دار
- ✗ در ژن زنجیره بتای هموگلوبین ← تعداد حلقه‌های آلی نیتروژن‌دار ثابت است.
- ✗ در رنای پیک ← کاهش تعداد حلقه‌های آلی نیتروژن‌دار

### بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۲) همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید، در رنای پیک ژن زنجیره بتای فرد مبتلا به کم‌خونی داسی شکل، نوکلئوتید یوراسیل‌دار به جای نوکلئوتید آدنین‌دار قرار گرفته است. یوراسیل باز آلی تک‌حلقه‌ای است؛ بنابراین در رنای پیک تعداد بازهای آلی تک‌حلقه‌ای افزایش می‌یابد.
- (۳) ششمین آمینواسید زنجیره بتای هموگلوبین در افراد سالم گلوتامیک‌اسید و در افراد مبتلا به کم‌خونی داسی شکل، والین است.
- (۴) در رشته الگوی زنجیره بتای هموگلوبین فرد مبتلا به کم‌خونی داسی شکل نسبت به افراد سالم، تعداد بازهای آلی دو حلقه‌ای افزایش پیدا کرده است. قرار گرفتن نوکلئوتید آدنین‌دار به جای نوکلئوتید تیمین‌دار.





خواست باشد که بروز یک جوش می تواند پیامدی وفیم داشته باشد. مثل جوشی که منجر به بیماری کم فونی داسی شکل می شود.



۶۔ چند مورد، عبارت زیر را به نادرستی کامل می‌کند؟

«وجه مشترک همهٔ جهش‌های بزرگ (ناهنجاری‌های فام‌تنی) در این است که.....»

الف - تغییری در کاریوتیپ فرد ایجاد می‌کند.

ب۔ ساختار فام تن (کروموزوم) را تغییر می دهند.

ج- سبب تغییر در توالی ژن یا ژن‌های فرد می‌شوند.

د- موجب تغییر در میزان ژنگان (ژنوم) فرد می‌شوند.

گزینہ ۴ (۱۲۴- سخت- ترکیبی)

همه موارد به نادرستی جمله را کامل می کنند.

ناهنجاری‌های فام‌تنی، شامل ناهنجاری‌های عددی و ساختاری است.

## بررسی همهٔ موارد:

الف) برای تعیین تعداد کروموزوم‌ها و تشخیص **بعضی** از ناهنجاری‌های کروموزومی، کاریوتیپ تهیه می‌شود. کاریوتیپ تصویری از کروموزوم‌ها با حداکثر فشرده‌گی است که براساس اندازه، شکل و محل قرارگیری سانترومرها، مرتب و شماره‌گذاری شده‌اند. پس همهٔ این جهش‌ها منجر به تغییر در کاریوتیپ نمی‌شوند.

🚩 🏠 ناهنجاری‌های عددی همواره در کاربوتیپ مشخص هستند! ولی ناهنجاری‌های ساختاری مانند جهش وازگونی ممکن است در کاربوتیپ مشخص نباشند.

(ب) ساختار کروموزوم‌ها در ناهنجاری‌های عددی بدون تغییر است.

(ج) در ناهنجاری‌های عددی فقط تعداد فام‌تن‌ها تغییر می‌کند و توالی ژن‌های فرد بدون تغییر می‌ماند.

(د) در جهش‌های، مضاعف‌شدن، واژگونی، جابه‌جایی تغییری در میزان ژنگان فرد رخ نمی‌دهد.

🔴 نکته طلایی: جهش‌های عددی اگر با کاهش تعداد کروموزوم‌ها همراه باشند، منجر به کاهش ژنگان می‌شوند؛ ولی اگر با افزایش تعداد کروموزوم‌ها همراه باشند، ژنگان را تغییر نمی‌دهند! چرا؟ تعریف ژنگان در سوال بعدی رو بخون!

۷- بر طبق قرارداد، کدام عبارت دربارهٔ ژنگان (ژنوم) انسان صحیح است؟

(۱) تنوع ژن‌ها در ژنگان هسته‌ای زن بیشتر از مرد است.



(۲) هر فرد ژنگان سیتوپلاسمی خود را از پدر و مادر دریافت می‌کند.

(۳) در ژنگان هسته‌ای هر فرد، همهٔ دگره (الل)های ژن‌های هسته‌ای آن یافت می‌شود.

(۴) در ژنگان یک مرد، برای هر یک از صفات وابسته به جنس تک‌ژنی، فقط یک نسخه ژن یافت می‌شود.

گزینه ۴ (۱۲۴- سخت- ترکیبی)

طبق قرارداد، ژنگان هسته‌ای را معادل مجموعه‌ای شامل یک نسخه از هر یک از انواع فام‌تن‌ها در نظر می‌گیرند. ژنگان هسته‌ای یک مرد شامل ۲۲ فام‌تن غیرجنسی و دو فام‌تن جنسی X و Y است؛ در نتیجه در ژنگان آن، برای هر یک از صفات وابسته به جنس تک‌ژنی، فقط یک نسخه ژن یافت می‌شود.

### بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) در ژنگان هسته‌ای یک مرد فام‌تن Y وجود دارد در حالی که در ژنگان هسته‌ای زن‌ها، فام‌تن Y مشاهده نمی‌شود؛ بنابراین، تنوع ژن‌ها در ژنگان هسته‌ای مرد بیشتر از زن است.

(۲) دنا ی راکیزه، ژنگان سیتوپلاسمی را در ژنگان انسان تشکیل می‌دهد. هر فرد ژنوم سیتوپلاسمی خود را فقط از مادرش به ارث می‌برد.

✖ ژنگان سیتوپلاسمی هر فرد، مشابه ژنگان سیتوپلاسمی مادرش است. چون در زمان لقاح، میتوکندری‌های اسپرم که در قسمت تنه قرار دارند، وارد اووسیت ثانویه نمی‌شوند.

(۳) در تعیین ژنگان از هر فام‌تن یکی انتخاب می‌شود. فرض کنید یک فرد برای گروه خونی Rh دارای ژن نمود Dd باشد. یعنی در یکی از فام‌تن‌های شماره ۱ خود دارای دگره D و در دیگری دگره d دارد. اما در تعیین ژنوم فقط یکی از این فام‌تن‌ها انتخاب می‌شود در حالی که در خزانه ژن این فرد هر دو دگره لحاظ می‌شود. توی این سوال هدفمون این بوده که تفاوت ژنگان و خزانه ژنی رو با تک تک سلول‌هاتون درک کنیدا

۸- چند مورد، دربارهٔ هر جهش در مادهٔ وراثتی جانداران درست است؟

الف- سبب تغییر در توالی بازهای آلی دنا (DNA) می‌شود.

ب- منجر به تولید مولکول رنا (RNA) غیرطبیعی می‌شود.

ج- در اندازهٔ مولکول دنا (DNA) یا رنا (RNA) تغییری ایجاد می‌شود.

د- در واحد یا واحدهای سازندهٔ مولکول دنا (DNA) تغییری ایجاد می‌شود.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

گزینه ۱ (۱۲۴- سخت- مفهومی)

فقط مورد د درست است.

### بررسی همهٔ موارد:

الف) در دوپار تیمین که در اثر پرتوی فرابنفش ایجاد می‌شود، تغییری در توالی بازهای آلی دنا مشاهده نمی‌شود.

✖ تنها جهشی که در آن توالی بازهای آلی دنا تغییر نمی‌کند، دوپار تیمین است.

ب) جهش در توالی‌های بین‌ژنی و تنظیمی دنا، تأثیری بر توالی محصول ژن ندارد؛ در نتیجه در اثر این جهش‌ها مولکول رنا غیرطبیعی تولید نمی‌شود.

✖ جهش در توالی‌های تنظیمی، بین‌ژنی و توالی‌های میانه تأثیری در توالی زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی ندارد.

ج) در جهش‌های جانشینی تغییری در اندازهٔ مولکول دنا مشاهده نمی‌شود. در این جهش‌ها یک نوکلئوتید به جای یک نوکلئوتید دیگر در دنا قرار می‌گیرد.

✖ در جهش کوچک جانشینی و جهش منجر به دوپار تیمین، اندازهٔ مولکول دنا تغییر نمی‌کند.

د) تغییر ماندگار در نوکلئوتیدهای مادهٔ وراثتی را جهش می‌نامند، بنابراین در هر جهش، تغییری در نوکلئوتیدها ایجاد می‌شود.

نکات طلایی درباره جهش!

✖ ۱- همه بخش‌های دنا ژن نیست، بلکه جهش می‌تواند در توالی‌های بین ژنی و یا توالی‌های تنظیمی رخ دهد.

✖ ۲- هر ژنی لزوماً رمزکنندهٔ پروتئین نیست، بلکه مولکول حاصل از رونویسی می‌تواند رنا پیک، رنا ناقل، رنا ریبوزومی و یا رنا کوچک باشد؛ پس هر جهشی لزوماً موجب تولید پروتئین غیرطبیعی نمیشه!

✖ ۳- هر جهشی هم تأثیرگذار نیست و میتونه جهش خاموش باشه!

✖ ۴- در جهش حذف و اضافه در صورتی که تعداد نوکلئوتیدهای حذفی مضربی از «۳» باشد، تغییر چارچوب خواندن رخ نمی‌دهد!



۹- کدام مورد، برای تکمیل عبارت زیر، نامناسب است؟

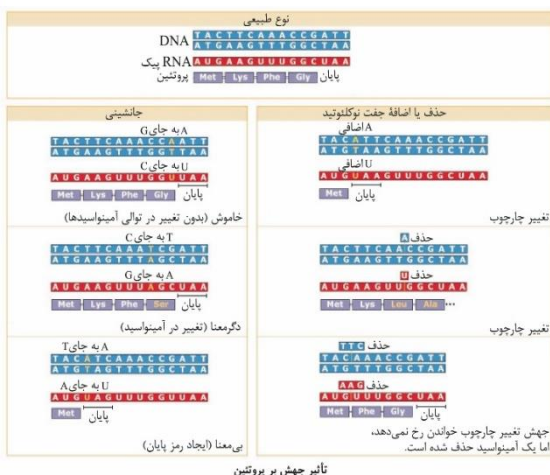
«نوعی جهش ..... در ماده وراثتی می‌تواند .....»

- (۱) دگر معنا- در توالی هر دو رشته دنا (DNA) تغییری ایجاد نماید.
  - (۲) خاموش- تغییری در توالی مولکول حاصل از رونویسی ایجاد نکند.
  - (۳) تغییر چارچوب- منجر به عدم تولید رشته پلی‌پپتیدی شود.
  - (۴) بی‌معنا- حاصل بیش از یک نوع جهش کوچک باشد.
- گزینه ۲ (۱۲۴) - متوسط - مفهومی

در صورتی که جهش در دنا سبب تغییر رمز یک آمینواسید به رمز دیگری از همان آمینواسید شود، این جهش خاموش نام دارد و در آن توالی آمینواسیدی پروتئین محصول ژن تغییری نمی‌کند ولی در رنای پیک ایجاد شده از ژن جهش یافته، تغییر توالی نوکلئوتیدی مشاهده می‌شود.

## بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۱) نوعی جهش جانشینی که سبب تغییر نوع آمینواسید در زنجیره پلی‌پپتیدی شود، را جهش جانشینی از نوع دگر معنا می‌نامند. به علت وجود رابطه مکملی بین بازها، تغییر در یک نوکلئوتید از یک رشته دنا، نوکلئوتید مقابل آن را در رشته دیگر تغییر می‌دهد. به همین علت جانشینی در یک نوکلئوتید به جانشینی در یک جفت نوکلئوتید منجر می‌شود.
- (۳) همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، در نوعی جهش اضافه شدن نوکلئوتید به دنا، چارچوب خواندن تغییر کرده و رمزه پایان بلافاصله بعد از رمزه آغاز ایجاد شده است؛ در نتیجه تولید رشته پلی‌پپتیدی انجام نمی‌شود.
- (۴) در صورتی که رمز یک آمینواسید به رمز پایان تبدیل شود، جهش از نوع بی‌معنا خواهد بود. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید، جهش بی‌معنا می‌تواند به دلیل جانشینی، حذف و یا اضافه شدن نوکلئوتید در دنا باشد.



- ✖️ ایجاد رمزه پایان می‌تواند بلافاصله بعد از رمزه آغاز و یا قبل از رمزه پایان اصلی باشد؛ در نتیجه یا اصلاً پروتئین ایجاد نمی‌شود و یا طول پروتئین کاهش می‌یابد.
- ✖️ ایجاد کدون پایان می‌تواند در اثر جهش جانشینی (یعنی بدون تغییر در طول دنا) و یا در اثر جهش حذف یا اضافه باشد (همراه با تغییر طول دنا)

۱۰- کدام گزینه، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«هر جهش کوچک در نوعی ژن رمزکننده پروتئین که با ..... همراه است، قطعاً به ..... می‌انجامد.»

- (۱) حذف یک توالی از دنا (DNA) - تغییر در چارچوب خواندن رمزه (کدون)ها
- (۲) اضافه شدن یک توالی به دنا (DNA) - افزایش طول رشته پلی‌پپتیدی
- (۳) تغییر در چارچوب خواندن رمزه (کدون)ها - تغییر در محصول نهایی ژن
- (۴) عدم تغییر توالی نوکلئوتیدی ژن - عدم تغییر در محصول ژن

گزینه ۳ (۱۲۴) - سخت - مفهومی

در صورت اضافه یا حذف شدن نوکلئوتیدها به شرطی که مضربی از ۳ نباشند، تغییر چارچوب خواندن رخ می‌دهد. در این حالت قطعاً در محصول نهایی ژن تغییری ایجاد می‌شود. (جهش تغییر چارچوب نمی‌تواند خاموش باشد!)

## بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۱) در صورتی که توالی‌های حذف شده مضربی از سه باشد، تغییر در چارچوب خواندن رمزه (کدون)ها رخ نمی‌دهد.
- (۲) اضافه شدن یک توالی به دنا می‌تواند منجر به ایجاد کدون پایان زودهنگام و کاهش طول رشته پلی‌پپتیدی شود.
- (۴) جهش‌های کوچک قطعاً با تغییر توالی نوکلئوتیدی ژن همراه هستند.

- ✖️ در جهش‌های کوچک قطعاً توالی نوکلئوتیدی ژن و رنای رونویسی شده از آن تغییر می‌کند ولی توالی آمینواسیدی پروتئین ایجاد شده از آن ژن می‌تواند بدون تغییر باشد. (دقت کنید که طبق تعریف کتاب، جهش ایجادکننده دویار تیمین، جزء جهش‌های کوچک دسته‌بندی نشده!)



۱۱- چند مورد، در ارتباط با تشکیل دوپار تیمین در ماده وراثتی انسان، صحیح است؟

- الف- منجر به تشکیل پیوند بین دو حلقه ۶ ضلعی یک باز آلی می‌شود.  
 ب- سبب کاهش فاصله بین دو باز آلی در یک رشته نوکلئوتیدی می‌شود.  
 ج- با تشکیل پیوند بین قندهای دو نوکلئوتید مجاور هم در یک رشته دنا همراه است.  
 د- پرتوهای UV در نور خورشید با از بین بردن نوعی پیوند در دنا منجر به ایجاد این نوع جهش می‌شوند.

(۴) ۴

(۳) ۳

(۲) ۲

(۱) ۱

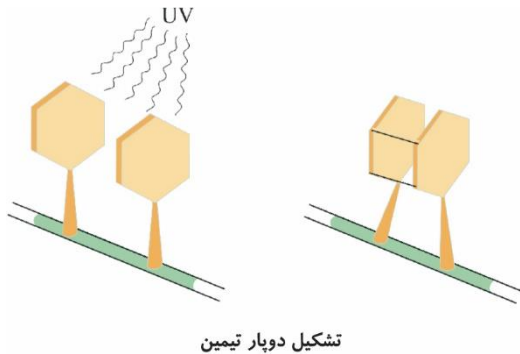
گزینه ۱ (۱۲۴- سخت- مفهومی)

فقط مورد «ب» درست است.

### بررسی همه موارد:

الف و ب) همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، در جهش دوپار تیمین بین دو حلقه ۶ ضلعی از دو باز آلی مجاور پیوند برقرار می‌شود و فاصله بین این دو باز آلی از هم کاهش می‌یابد.

ج) همان‌طور که گفتیم در جهش دوپار تیمین پیوند ایجاد شده بین دو باز آلی از دو نوکلئوتید تیمین‌دار مجاور در یک رشته پلی‌نوکلئوتیدی است نه بین قندها!  
 د) پرتوهای فرابنفش (UV) با ایجاد پیوند اشتراکی بین دو باز آلی مجاور موجب ایجاد جهش می‌شوند نه با از بین بردن پیوند!



در جهش دوپار تیمین، بین دو نوکلئوتید تیمین‌دار مجاور از دو بخش این دو نوکلئوتید، اتصال برقرار می‌شود:

- ۱) پیوند اشتراکی از نوع فسفودی‌استر که بین قندهای این دو نوکلئوتید، به حالت طبیعی وجود دارد.  
 ۲) پیوند اشتراکی بین بازهای آلی این دو نوکلئوتید که در حالت طبیعی چنین پیوندی وجود ندارد.

۱۲- چند مورد، درباره هر نوع ناهنجاری ساختاری در فام‌تن (کروموزوم)‌ها صحیح است که قسمتی از یک فام‌تن جدا و سپس به همان فام‌تن متصل می‌شود؟

- الف- منجر به تغییر طول کروموزوم می‌شود.  
 ب- بیش از یک کروموزوم دچار تغییر می‌شود.  
 ج- می‌تواند با عدم تغییر کاریوتیپ همراه باشد.  
 د- با تغییر در ژنگان (ژنوم) فرد همراه است.

(۴) ۲

(۳) ۱

(۲) ۳

(۱) ۴

گزینه ۳ (۱۲۴- سخت- مفهومی)

فقط مورد ج درست است. در جهش‌های بزرگ از نوع واژگونی و جابه‌جایی (البته نوعی از آنها!) قسمتی از یک فام‌تن جدا و سپس به همان فام‌تن متصل می‌شود. در واژگونی و در حالتی از جابه‌جایی که قطعه از بخش نزدیک سانترومر جدا شده و دوباره به همان فام‌تن و در انتهای همان بازوی فام‌تن متصل شود، شکل فام‌تن تغییر نمی‌کند. در این حالت جهش جابه‌جایی با عدم تغییر کاریوتیپ همراه است.  
 برای تعیین تعداد فام‌تن‌ها و تشخیص بعضی از ناهنجاری‌های فام‌تنی، کاریوتیپ تهیه می‌شود. کاریوتیپ تصویری از فام‌تن‌ها با حداکثر فشردگی است که بر اساس اندازه، شکل و محل قرارگیری سانترومرها، مرتب و شماره‌گذاری می‌شود.  
 پس بیشتر ناهنجاری‌های فام‌تنی در کاریوتیپ تشخیص داده نمی‌شود.

### بررسی سایر موارد:

الف) در واژگونی و جابه‌جایی طول فام‌تن می‌تواند ثابت باشد.

ب) در جهش واژگونی در یک فام‌تن فقط همان فام‌تن تغییر می‌کند.

ج) جهش‌های واژگونی و جابه‌جایی می‌توانند با عدم تغییر ژنگان فرد همراه باشند. چرا؟ به تعریف ژنگان دقت کنید: ژنگان به کل محتوای ماده وراثتی گفته می‌شود و برابر است با مجموع محتوای ماده وراثتی هسته‌ای و سیتوپلاسمی. طبق قرارداد، ژنگان هسته‌ای را معادل یک نسخه از هر یک از انواع فام‌تن‌ها در نظر می‌گیرند.





|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                       |       |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| جانشینی     | یک نوکلئوتید، جانشین نوکلئوتید دیگری می‌شود مثل همان کم‌خونی داسی‌شکل؛ در این نوع جهش اندازه (طول) DNA (تعداد نوکلئوتیدها) تغییر نمی‌کند. حواست باشد که در جهش جانشینی، اندازه محصول ژن می‌تواند تغییر کند. همه سبب تغییر در توالی ژن و رنای پیک حاصل از رونویسی ژن می‌شوند.                                                |                                                                                                       |       |
|             | به علت وجود رابطه‌ی مکملی بین بازها، تغییر در یک نوکلئوتید از یک رشته دنا در صورت همانندسازی، نوکلئوتید مقابل آن را در رشته مقابل، تغییر می‌دهد به همین علت، جانشینی در یک نوکلئوتید به جانشینی در یک جفت نوکلئوتید منجر می‌شود.                                                                                            |                                                                                                       |       |
|             | خامو                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | تبدیل رمز یک آمینواسید به رمز دیگری از همان آمینواسید - عدم تأثیر بر پروتئین و توالی آمینواسیدی.      | تبدیل |
|             | ش                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | تبدیل رمز یک آمینواسید به رمز یک آمینواسید دیگر - تغییر در توالی آمینواسیدها.                         |       |
| دگر معنا    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | تبدیل رمز یک آمینواسید به رمز پایان ترجمه - منجر به کاهش طول رشته پلی‌پپتید و یا عدم تشکیل آن می‌شود. |       |
| بی‌معنا     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | تبدیل رمز یک آمینواسید به رمز پایان ترجمه - منجر به کاهش طول رشته پلی‌پپتید و یا عدم تشکیل آن می‌شود. |       |
| حذف و اضافه | یک یا چند نوکلئوتید حذف یا اضافه می‌شود.                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                       |       |
|             | در صورتی که تعداد نوکلئوتیدهای حذف یا اضافه شده مضرب ۳ باشد تغییر چارچوب خواندن رخ نمی‌دهد اما ممکن است آمینواسیدی حذف یا اضافه شود.                                                                                                                                                                                        |                                                                                                       |       |
|             | در صورتی که تعداد نوکلئوتیدهای حذف یا اضافه شده مضرب ۳ نباشد تغییر چارچوب خواندن رخ می‌دهد؛ چرا که این جهش‌ها باعث تغییر در خواندن رمزهای دنا می‌شوند. حواست باشد که رمزهای دنا به صورت دسته‌های سه‌تایی خوانده می‌شوند به همین دلیل هم هست که حذف یا اضافه با مضرب غیر از ۳، می‌تونه جهش تغییر در چارچوب خواندن ایجاد کنه! |                                                                                                       |       |

حواست باشد که هر جهش کوچک، یک یا چند نوکلئوتید ژن را تغییر نمی‌دهد. مثلاً جهش جانشینی فقط یک نوکلئوتید را تغییر می‌دهد.

جهش کوچک می‌تواند با شکسته شدن و یا تشکیل پیوند فسفودی‌استر همراه باشد.

جهش‌های حذف و اضافه می‌توانند سبب تغییر در اندازه رونوشت ژن و تغییر در تعداد نوکلئوتیدهای دنا شوند.

جهش‌های تغییر چارچوب خواندن سبب تغییر در ترتیب آمینواسیدها شده و می‌توانند سبب تشکیل پروتئین غیرطبیعی و یا عدم تشکیل پروتئین شوند.

در صورتی که جهش سبب تبدیل کدون پایان به یک کدون قابل ترجمه شود، می‌تواند منجر به افزایش طول رشته پلی‌پپتیدی حاصل شود.

جهش بی‌معنا می‌تواند باعث عدم تشکیل پلی‌پپتید شود:

① تغییر توالی مربوط به رمز آغاز ترجمه به رمزی غیر از رمز آغاز - عدم شروع ترجمه.

② تغییر توالی مربوط به رمز بعد از رمز آغاز به رمز پایان ترجمه - ترجمه بلافاصله بعد از شروع متوقف می‌شود.

☑ اگر جهش جانشینی در بخش‌های میانه (اینترون) DNA صورت گیرد، چون رونوشت بخش‌های اینترون از رنای پیک حذف و ترجمه نمی‌شوند؛ پس این جهش بی‌اثر (خاموش) خواهد بود. همانند جهش در توالی‌های بین ژنی.

#### ۱۴- کدام گزینه، درست است؟

۱) قرارگیری سدیم نیتريت در مجاورت یاخته‌های بدن باعث ایجاد جهش می‌شود.

۲) محصولات گیاهی به علت وجود مواد پاداکسنده، نمی‌توانند موجب بروز سرطان شوند.

۳) تحقیقات دانشمندان ارتباط بعضی از سرطان‌ها را با غذاهای نمک‌سود شده اثبات کرده است.

۴) مواد افزودنی برای ماندگاری محصولات پروتئینی، در صورت تغییر در بدن قطعاً سرطان‌زا هستند.

گزینه ۳ (۱۲۴- متوسط - ترکیبی)

شیوه فراوری و پخت غذا بر سلامت آن اثر می‌گذارد. تحقیقات نشان داده است در مناطقی که غذاهای نمک‌سود یا دودی شده رایج است، سرطان

شیوع بیشتری دارد. همچنین، ارتباط بعضی از سرطان‌ها با مصرف زیاد غذاهای کباب شده یا سرخ‌شده مشخص شده است.

#### بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ و ۴) ترکیبات نیتريت‌دار مانند سدیم نیتريت که برای ماندگاری محصولات پروتئینی مانند سوسیس و کالباس به آنها اضافه می‌شود، در بدن به ترکیباتی تبدیل می‌شوند که تحت شرایطی قابلیت سرطان‌زایی دارند.

۲) از زیست دهم یادتون هست که در گیاهان ترکیباتی ساخته می‌شود که در مقادیر متفاوت، ممکن است سرطان‌زا، مسموم‌کننده و یا حتی کشنده باشند.

#### ۱۵- در ارتباط با جهش در ماده وراثتی انسان، کدام گزینه صحیح است؟

۱) جهش کوچک در رشته رمزگذار یک ژن می‌تواند منجر به تغییر در توالی آمینواسیدی محصول نهایی ژن شود.

۲) وقوع هر جهش در ماده وراثتی یاخته‌های هسته‌دار، قطعاً با شکستن نوعی پیوند فسفودی‌استر همراه است.

۳) در صورت قرارگیری دو نوکلئوتید با بازهای آلی یکسان در مقابل هم، قطعاً جهش رخ داده است.

۴) با وقوع یک جهش کوچک، قطعاً تغییری در تعداد بازهای آلی دوحلقه‌ای دنا ایجاد می‌شود.

پاسخ: گزینه ۱ (۱۲۴- سخت - ترکیبی)



به دلیل وجود رابطه مکملی بین بازها، تغییر در یک نوکلئوتید از یک رشته دنا (مثلاً تغییر در رشته رمزگذار)، نوکلئوتید مقابل را در رشته دیگر (رشته الگو) تغییر می‌دهد. حال اگر ژن اطلاعات لازم برای تولید یک پروتئین را داشته باشد، می‌تواند منجر به تغییر در توالی آمینواسیدی محصول نهایی ژن شود.

### بررسی سایر گزینه‌ها:

(۲) در جهش دوپار تیمین، پیوند فسفودی‌استر در مولکول دنا شکسته نمی‌شود.

(۳) به تعریف جهش دقت کنید: جهش یعنی تغییر پایدار در ماده وراثتی! گاهی اوقات تغییر ناپایداری ایجاد می‌شود؛ مثل اشتباه به هنگام همانندسازی که توسط دناپسپاراز اصلاح می‌شود. در طی همانندسازی ممکن است دو نوکلئوتید یکسان در مقابل هم قرار گیرند، اما دناپسپاراز پس از تشکیل هر پیوند، به عقب باز می‌گردد و رابطه مکملی بازها را چک می‌کند و در صورت وجود اشتباه، با فعالیت نوکلئازی خود، نوکلئوتید اشتباهی را از رشته پلی‌نوکلئوتیدی جدا می‌کند.

(۴) در جهش کوچک از نوع جانشینی یک نوکلئوتید جایگزین نوکلئوتید دیگر می‌شود و به علت رابطه مکملی بازها، نوکلئوتید مقابل آن نیز تغییر می‌کند. پس در هر دو حالت، دو باز آلی مکمل در مقابل هم قرار می‌گیرند (باز آلی دوحلقه‌ای در مقابل باز آلی تک‌حلقه‌ای) و تعداد بازهای آلی دو حلقه‌ای یا تک‌حلقه‌ای دنا تغییر نمی‌کند.

۱۶- کدام گزینه، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«در یک جهش ..... در ژن رمزکننده یک پروتئین، .....»

- (۱) خاموش - قطعاً طول رشته رنای پیک بدون تغییر باقی می‌ماند.
- (۲) دگر معنا - ممکن است تغییری در هیچ یک از سطوح ساختاری پروتئین‌ها ایجاد نشود.
- (۳) بی‌معنا - قطعاً پروتئینی تولید می‌شود که نسبت به پروتئین طبیعی، طول کوتاه‌تری دارد.
- (۴) تغییر چارچوب - ممکن است تعداد پیوندهای فسفودی‌استر در رشته رمزگذار ژن بدون تغییر بماند.

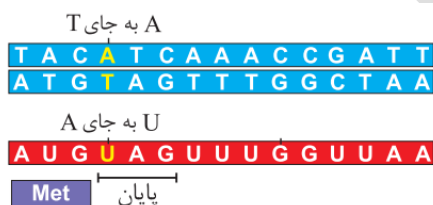
پاسخ: گزینه ۱ (۱۲۴ - متوسط - مفهومی)

در جهش‌های خاموش رمز یک آمینواسید به رمز دیگری از همان آمینواسید تبدیل می‌شود. این نوع جهش تأثیری بر پروتئین ندارد. در جهش‌های جانشینی چون به جای یکی از نوکلئوتیدهای دنا، نوکلئوتید دیگری قرار می‌گیرد، طول دنا و در نتیجه طول رنای پیک بدون تغییر است.

### بررسی سایر گزینه‌ها:

(۲) در جهش جانشینی دگر معنا رمز یک آمینواسید به رمز آمینواسید دیگری تبدیل می‌شود. تغییر آمینواسید در هر جایگاه موجب تغییر در ساختار اول پروتئین می‌شود و ممکن است فعالیت آن را تغییر دهد.

(۳) همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، جهش بی‌معنا می‌تواند منجر به عدم تولید پروتئین شود.

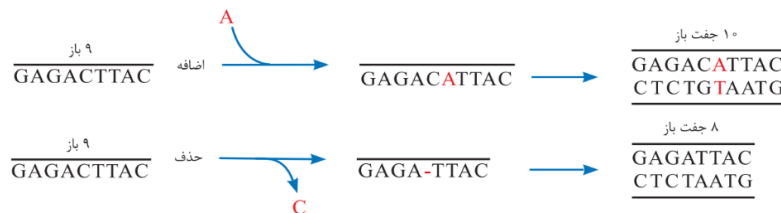


در جهش جانشینی بی‌معنا دو حالت وجود دارد:

- ❌ ☒ اصلن پروتئین تولید نمی‌شود - زمانی است که رمز آغاز ترجمه و یا رمز بعد از رمز آغاز به رمز پایان تبدیل شود.
- ❌ ☒ در این حالت فقط یک رمز، ترجمه می‌شود! البته یک حالت دیگری هم هست اگر رمز آغاز به رمز پایان تبدیل شود، دیگر هیچ رمزه‌ای ترجمه نمی‌شود.
- ❌ ☒ پروتئین تولید شده طول کوتاه‌تری نسبت به حالت طبیعی دارد - یکی از رمزه‌ها به رمز پایان تبدیل شود. این رمز نمی‌تواند رمز آغاز و یا رمز بعد از آن باشد.
- ❌ ☒ در جهش بی‌معنا، ترجمه رنای پیک زودتر از موعد مقرر پایان می‌یابد؛ چون رمز پایان جدید نسبت به رمز پایان در حالت طبیعی، به رمز آغاز نزدیک‌تر است.



۴) جهش‌های کوچک حذف و یا اضافه می‌توانند منجر به تغییر چارچوب شوند. همان‌طور که در شکل زیر مشاهده می‌کنید، در این جهش‌ها هم در رشته الگو و هم در رشته رمزگذار ژن، تعداد پیوندهای فسفودی‌استر تغییر می‌کند.



| جهش جانشینی                                                                                                                                 | جهش حذف و اضافه                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| جهش‌هایی هستند که یک یا چند نوکلئوتید را از دنا تغییر می‌دهند.                                                                              |                                                         |
| طول دنا و مولکول رنای حاصل از رونویسی ژن، تغییر نمی‌کند.                                                                                    | طول دنا و مولکول رنای حاصل از رونویسی ژن، تغییر می‌کند. |
| می‌توانند توالی آمینواسیدی پروتئین را تغییر دهد.                                                                                            |                                                         |
| می‌توانند منجر به عدم تولید پروتئین شوند و یا منجر به تولید پروتئینی با تعداد آمینواسید بیشتر و یا کمتر نسبت به پروتئین در حالت طبیعی شوند. |                                                         |

### زبان بازی

- در ارتباط با انواع جهش‌های کوچک درون ژن، جهشی که .....  
 ۱- با شکستن پیوند فسفودی‌استر همراه است؛  
 ۲- در آن پیوند فسفودی‌استر قطعاً هم شکسته و هم تشکیل می‌شود؛  
 ۳- در آن طول دنا ثابت می‌ماند؛  
 ۴- در آن توالی آمینواسیدی رشته پلی‌پپتیدی مضمول ژن بدون تغییر است؛  
 ۵- منجر به تغییر در پارچوب خواندن می‌شود؛  
 ۶- منجر به تغییر تعداد حلقه‌های آلی در ژن (به طور کلی دنا) می‌شود؛  
 ۷- می‌تواند منجر به عدم ترجمه بعضی از رمزه‌های رنای پیک شود؛

پاسخ‌ها:

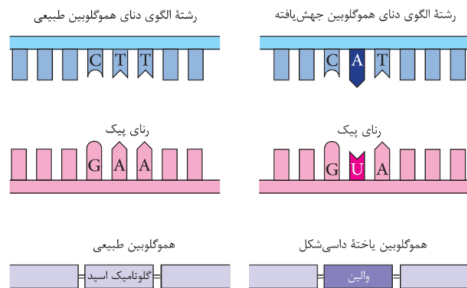
- ۱- جانشینی + حذف + ممکن است جهش اضافه ۲- نوعی از جهش اضافه ۳- جانشینی ۴- حذف ۵- جانشینی ۶- بی‌معنا + حذف و اضافه در شرایطی ۷- خاموش  
 ۸- جهش اضافه + جانشینی در صورتی که نوکلئوتیدهای C در A یا G در به پای نوکلئوتید A در T قرار بگیرد. ۹- حذف یا اضافه به شرطی که مضرب ۳ نباشد ۱۰- همون  
 پاسخ سوال ۱۸ ۱۱- جهش حذف یا اضافه ۱۲- خاموش ۱۳- بی‌معنا + جهش حذف و اضافه تحت شرایطی

۱۷- در بدن یک فرد مبتلا به کم‌خونی، در شرایطی که فعالیت ترشحی یاخته‌های درون ریز در کلیه‌ها افزایش می‌یابد، گویچه‌های خونی قرمز داسی‌شکل می‌شوند. در ارتباط با جهشی که منجر به ایجاد این بیماری شده، کدام عبارت صحیح است؟

- ۱) موجب تغییر در تعداد پیوندهای هیدروژنی در ژن رمزکننده زنجیره بتای هموگلوبین می‌شود.  
 ۲) موجب افزایش تعداد حلقه‌های آلی نیتروژن‌دار در رشته رمزگذار ژن رمزکننده زنجیره بتای هموگلوبین می‌شود.  
 ۳) منجر به کاهش نیتروژن موجود در رنای پیک می‌شود که اطلاعات لازم برای ساخت زنجیره بتای هموگلوبین را دارد.  
 ۴) موجب می‌شود تا هنگام ساخت زنجیره بتای هموگلوبین، در ششمین حرکت رناتن آمینواسید والین درون جایگاه A رناتن قرار گیرد.  
 پاسخ: گزینه ۳ (۱۲۴- سخت - ترکیبی)



یاخته‌های ترشحی درون ریز کلیه و کبد، هورمون اریتروپویتین ترشح می‌کنند. میزان ترشح این هورمون در زمان کاهش اکسیژن افزایش می‌یابد. در بیماری کم‌خونی داسی‌شکل، با کاهش میزان اکسیژن خون، گویچه‌های قرمز از حالت گرد به شکل داسی در می‌آیند. نوعی جهش دگرمنعنا منجر به بیماری کم‌خونی داسی‌شکل می‌شود. در این جهش به جای نوکلئوتید T دار در رمز ششمین آمینواسید رشته بتا، نوکلئوتید A دار قرار می‌گیرد. در این حالت همان‌طور که در شکل زیر مشاهده می‌کنید، در رنای پیک به جای نوکلئوتید A دار، نوکلئوتید U دار قرار می‌گیرد که تک حلقه‌ای است و در نتیجه از تعداد حلقه‌های نیتروژن دار رنای پیک کاسته می‌شود.



### بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۱) در حالت جهش یافته همانند حالت طبیعی، دو باز آلی A و T در مقابل هم قرار می‌گیرند، پس تغییری در تعداد پیوندهای هیدروژنی ژن رخ نمی‌دهد.
- (۲) وقتی در رشته الگو، نوکلئوتید آدنین دار قرار می‌گیرد، در رشته رمزگذار هم نوکلئوتید تیمین دار قرار می‌گیرد؛ پس تعداد حلقه‌های آلی نیتروژن دار در رشته رمزگذار این ژن همانند رنای پیک کاهش می‌یابد.
- (۴) در کم‌خونی داسی‌شکل، به جای ششمین آمینواسید زنجیره بتا که در افراد سالم، گلوتامیک‌اسید است، آمینواسید والین قرار می‌گیرد. در هنگام ساخت زنجیره بتای هموگلوبین، در چهارمین حرکت رنای پیک، ششمین آمینواسید به جایگاه A وارد می‌شود.

تغییرات تعداد حلقه‌های آلی نیتروژن دار در جهش منجر به بیماری کم‌خونی داسی‌شکل:

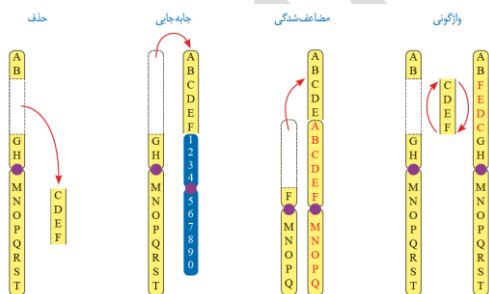
- ☑ در رشته الگو - افزایش تعداد حلقه‌های آلی نیتروژن دار؛ چون به جای نوکلئوتید T دار، نوکلئوتید A دار قرار می‌گیرد.
  - ☑ در رشته رمزگذار - کاهش تعداد حلقه‌های آلی نیتروژن دار؛ چون به جای نوکلئوتید A دار، نوکلئوتید T دار قرار می‌گیرد.
  - ☑ در ژن رنجیره بتای هموگلوبین - تعداد حلقه‌های آلی نیتروژن دار ثابت است.
  - ☑ در رنای پیک - کاهش تعداد حلقه‌های آلی نیتروژن دار؛ چون به جای نوکلئوتید A دار، نوکلئوتید U دار قرار می‌گیرد.
- 🌟 در جهش منجر به کم‌خونی داسی‌شکل، تعداد پیوندهای هیدروژنی در ژن زنجیره بتا تغییر نمی‌کند.

۱۸- کدام گزینه برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«با در نظر گرفتن انواع ناهنجاری‌های ساختاری در فام تن (کروموزوم) ها، فقط در یکی از این ناهنجاری‌ها .....

- (۱) ممکن است تغییر قابل مشاهده‌ای در کاریوتیپ فرد ایجاد نشود.
- (۲) طول یک کروموزوم نسبت به کروموزوم همتای آن نمی‌تواند کاهش یابد.
- (۳) تعداد دگره (الل)‌های مربوط به نوعی صفت در یک کروموزوم می‌تواند افزایش یابد.
- (۴) ابتدا پیوندهای فسفودی‌استر در دو رشته دنا شکسته شده و سپس تشکیل می‌شوند.

پاسخ: گزینه ۲ (۱۲۴- سخت- ترکیبی)



در جهش واژگونی، قطعه‌ای از یک فام‌تن جدا و به شکل معکوس دوباره در جای خود قرار می‌گیرد، در نتیجه طول فام‌تن بدون تغییر است. در این حالت این فام‌تن جهش‌یافته و فام‌تن همتایش، از نظر طول بدون تغییر هستند. اما همان‌طور که در شکل روبه رو می‌بینید، در سه نوع جهش دیگر، طول یک کروموزوم نسبت به کروموزوم همتای آن می‌تواند کاهش یابد. چرا از فعل «می‌تواند» استفاده شده؟ چون در یک حالت از جهش جابه‌جایی هم ممکن است قطعه‌ای از یک کروموزوم جدا شده و دوباره به همان کروموزوم متصل شود. اما در حالت دیگر آن، با کاهش طول یک کروموزوم و افزایش طول کروموزوم دیگر همراه است.

### بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۱) برای تعیین تعداد فام‌تن‌ها و تشخیص بعضی از ناهنجاری‌های فام‌تنی از کاریوتیپ تهیه می‌شود. پس می‌توان گفت ممکن است بیشتر ناهنجاری‌های فام‌تنی در کاریوتیپ فرد تغییر قابل مشاهده‌ای ایجاد نکنند.
- (۳) گروهی از صفات چند ژنی هستند. مثلاً ژنوتیپ یک فرد برای یک صفت سه ژنی می‌تواند به این شکل باشد  $AaBbCc$  و هر کدام از این ال‌ها می‌توانند در کروموزوم‌های متفاوتی باشند. مثلاً  $Aa$  در کروموزوم‌های ۱،  $Bb$  در کروموزوم‌های ۲ و  $Cc$  در کروموزوم‌های ۳. حالا اگر جهش مضاعف‌شدن در کروموزوم شماره ۱ رخ بدهد، ال  $A$  و  $a$  می‌توانند بر روی یک کروموزوم قرار گیرند. همچنین اگر جهش جابه‌جایی بین کروموزوم ۱ و ۲ رخ بدهد، ال  $A$  و  $B$  می‌توانند بر روی یک کروموزوم قرار گیرند. پس در بیش از یک نوع جهش ممکن است تعداد ال‌های مربوط به یک صفت در یک کروموزوم افزایش یابد.
- (۴) در همه ناهنجاری‌های فام‌تنی ساختاری پیوندهای فسفودی‌استر ابتدا در دو رشته دنا شکسته می‌شود و این پیوندها می‌توانند دوباره تشکیل شوند.

### زلبای

- در ارتباط با انواع جهش‌های بزرگ سافتاری، جهشی که .....
- ۱- در آن میزان مارۀ وراثتی درون هسته کاهش می‌یابد؛ ۲- فقط در یک فام‌تن رخ می‌دهد؛ ۳- فقط در دو فام‌تن رخ می‌دهد؛
  - ۴- قطعه‌ای از یک فام‌تن جدا و به فام‌تن غیرهمتایش متصل می‌شود؛ ۵- در آن بخشی از فام‌تن به صورت معکوس در جای خود قرار می‌گیرد؛
  - ۶- بخشی از یک فام‌تن از آن جدا و دوباره به همان فام‌تن متصل می‌شود؛ ۷- غالبین سبب مرگ می‌شود؛
  - ۸- در آن قطعه‌ای از یک فام‌تن جدا و به فام‌تنی هم‌طول خود متصل می‌شود؛ ۹- در آن پیوند فسفودی‌استر شکسته می‌شود؛
  - ۱۰- در آن پیوند فسفودی‌استر می‌تواند تشکیل نشود؛ ۱۱- تغییری در میزان ژنوم فرد رخ نمی‌دهد؛
  - ۱۲- موجب کاهش طول یک فام‌تن می‌شود؛ ۱۳- همواره موجب تغییر طول دو فام‌تن می‌شود؛
  - ۱۴- در آن تعداد نوکلئوتیدها و در نتیجه تعداد پیوندهای فسفودی‌استر فام‌تن ثابت است؛ ۱۵- می‌تواند با کاریوتیپ مشخص نشود؛
  - ۱۶- در آن فاصله سانترومر یک فام‌تن از دو انتهای فام‌تن بدون تغییر است؛ ۱۸- در یافته‌های هاپلوئید رخ نمی‌دهد؛
  - ۱۷- در آن فاصله سانترومر یک فام‌تن از دو انتهای فام‌تن قطعاً تغییر می‌کند؛ ۱۹- باعث قرارگیری ۲ نسخه کاملن مشابه از یک یا چند ژن بر روی یک کروماتید از یک فام‌تن می‌شود؛

پاسخ‌ها:

- ۱- مزف ۲- مزف + واژگونی ۳- مضاعف‌شدگی ۴- نوعی از جابه‌جایی ۵- واژگونی ۶- واژگونی + نوعی از جابه‌جایی ۷- مزف ۸- مضاعف‌شدگی ۹- مزف + واژگونی + جابه‌جایی + مضاعف‌شدگی ۱۰- مزف ۱۱- واژگونی + جابه‌جایی + مضاعف‌شدگی ۱۲- مزف + نوعی از جابه‌جایی + مضاعف‌شدگی ۱۳- مضاعف‌شدگی ۱۴- واژگونی + نوعی از جابه‌جایی ۱۵- واژگونی ۱۶- واژگونی ۱۷- مزف + جابه‌جایی + مضاعف‌شدگی ۱۸- مضاعف‌شدگی ۱۹- مضاعف‌شدگی + جابه‌جایی اگر قطعه از کروماتید فواید آمده باشد.

۱۹- چند مورد، در ارتباط با علت‌های جهش همواره درست است؟

- الف- هر جهشی تحت تأثیر عوامل جهش‌زای فیزیکی یا شیمیایی رخ می‌دهد.
- ب- ایجاد دوپار تیمین در رمز ششمین آمینواسید از زنجیره بتا هموگلوبین افراد سالم ممکن است.
- ج- پرتو فرابنفش که از عوامل جهش‌زای فیزیکی است، جهشی ایجاد می‌کند که به سرطان منجر می‌شود.
- د- در نتیجه جهش ارثی که از هر دو والد به فرزند رسیده، همه یاخته‌های حاصل از تخم دارای نوعی اختلال هستند.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

پاسخ: گزینه ۱ (۱۲۴- سخت- مفهومی)



تنها مورد "ب" صحیح است.

### بررسی همه موارد:

(الف) گرچه سازوکارهای دقیقی برای اطمینان از صحت همانندسازی دنا وجود دارد اما با وجود این‌ها، گاهی در همانندسازی خطاهایی رخ می‌دهد که باعث جهش می‌شوند (عوامل درونی). جهش تحت تأثیر عوامل جهش‌زای فیزیکی و شیمیایی نیز رخ می‌دهد.

(ب) رمز (کد) ششمین آمینواسید از زنجیره بتا هموگلوبین افراد سالم، CTT است. برقراری پیوند بین دو تیمین مجاور هم در دنا باعث ایجاد دوپار تیمین می‌شود. در رمز CTT به دلیل وجود دو تیمین در مجاورت هم، امکان ایجاد دوپار تیمین وجود دارد.

(ج) بنزوپیرن که از مواد شیمیایی جهش‌زا است و در دود سیگار وجود دارد، جهشی ایجاد می‌کند که به سرطان منجر می‌شود. گرچه پرتو فرابنفش نیز می‌تواند باعث سرطان شود اما به دلیل وجود "قطعا" در صورت سؤال، نمی‌تواند این مورد صحیح باشد.

(د) جهش‌های ارثی در گامت‌ها وجود دارند که پس از لقاح، جهش را به تخم منتقل می‌کنند. با وجود اینکه همه یاخته‌های حاصل از آن تخم، دارای آن جهش‌اند، اما ممکن است در برخی یاخته‌ها اثر آن جهش نمایان نشده (ژن مربوطه در آن یاخته غیرفعال باشد) و اختلالی در فعالیت آن یاخته ایجاد نشود (یعنی همه یاخته‌های هسته‌دار، ژن جهش‌یافته رو دارن، ولی لزوماً دچار اختلال نشدن!).

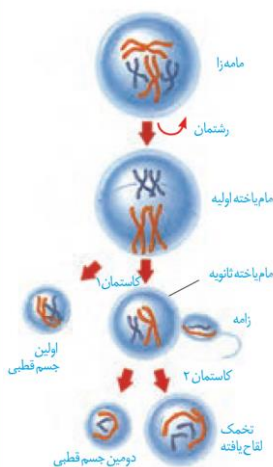
### ۲۰- کدام گزینه، در ارتباط با همه افراد بالغی که نسبت به بیماری مالاریا مقاوم هستند، درست است؟

- (۱) نوعی جهش کوچک را از والدین خود به ارث برده‌اند.
  - (۲) قطعاً در پی لقاح گامت‌های نوترکیب والدین به وجود آمده‌اند.
  - (۳) در شرایط کمبود اکسیژن، بیلی‌روبین بیشتری در کبد تولید می‌کنند.
  - (۴) ضمن انجام هر تقسیم میوز، قطعاً گامتی دارای دگره (الل)  $Hb^S$  تولید خواهند کرد.
- گزینه ۳ (۱۲۴- سخت- ترکیبی)
- افراد  $Hb^A Hb^S$  در برابر مالاریا مقاوم هستند. گویچه‌های قرمز این افراد فقط هنگامی داسی‌شکل می‌شود که مقدار اکسیژن محیط کم باشد. با تجزیه گویچه‌های قرمز داسی‌شکل در کبد توسط درشت‌خوارها میزان تولید بیلی‌روبین افزایش می‌یابد.

بیلی‌روبین ماده‌ای است که از تخریب هموگلوبین گویچه‌های قرمز در کبد به وجود می‌آید.

### بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۱) افراد مقاوم به مالاریا ژن نمود ناخالص ( $Hb^A Hb^S$ ) دارند، یعنی یک نسخه ژن سالم و یک نسخه ژن جهش‌یافته دارند. پس این افراد ژن جهش‌یافته را فقط از یک والد خود دریافت کرده‌اند و از والد دیگر، ژن سالم را دریافت می‌کنند.
- (۲) افراد مقاوم به مالاریا می‌توانند دارای والدینی با ژن نمودی همانند خود باشند؛ که در این صورت در پی لقاح گامت‌های غیر نوترکیب ایجاد می‌شوند.
- (۴) افراد با جنسیت ماده که مقاوم به مالاریا هستند، ضمن انجام هر تقسیم میوز فقط یک گامت تولید می‌کنند (به همراه گویچه‌های قطبی) پس یک زن می‌تواند در هر بار میوز گامتی با دگره  $Hb^S$  و یا دگره  $Hb^A$  را تولید کند. اما مردان مقاوم به مالاریا ضمن انجام هر تقسیم میوز، می‌توانند گامتی با دگره  $Hb^S$  را تولید کنند.



| ژن‌نمودهای مرتبط با کم‌خونی داسی‌شکل | خالص                                 | این افراد مبتلا به بیماری هستند و گویچه‌های قرمز آنها داسی‌شکل است و معمولاً در سنین پایین می‌میرند.                             |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      |                                      | این افراد سالم هستند و در معرض خطر ابتلا به مالاریا قرار دارند.                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                      | ناخالص                               | گویچه‌های قرمز این افراد فقط هنگامی داسی‌شکل می‌شوند که مقدار اکسیژن محیط کم باشد پس نسبت به افراد $Hb^S Hb^S$ وضعیت بهتری دارند |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                      | این افراد در برابر مالاریا مقاوم‌اند | دلیل                                                                                                                             | در صورت آلودگی این افراد با انگل مالاریا، شکل گویچه‌های قرمز آنها داسی‌شکل می‌شود و انگل می‌میرد.                                                                                                                                                       |
|                                      |                                      | اهمیت                                                                                                                            | در مناطق با شیوع بالای مالاریا، افراد $Hb^A Hb^S$ نسبت به افراد سالم ( $Hb^A Hb^A$ )، درابتلا به این بیماری شانس بیشتری برای بقا و تولیدمثل دارند، چرا که به بیماری مالاریا مبتلا نمی‌شوند. این موضوع دلیل فراوانی بالای دگره‌ی $Hb^S$ در این مناطق است |
|                                      |                                      | وجود دگرهٔ $Hb^S$ در مناطق با شیوع بالای مالاریا، باعث بقای جمعیت می‌شود. حال آن‌که در سایر مناطق دگرهٔ مطلوبی نیست.             |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                      |                                      | این مثال به خوبی نشان می‌دهد که شرایط محیط، تعیین‌کنندهٔ صفتی است که حفظ می‌شود.                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                         |

## ۲۱- کدام گزینه، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

« برای حفظ تعادل در یک جمعیت لازم است تا همواره ..... »

- (۱) فراوانی نسبی ژن نمود (ژنوتیپ)ها و دگره (الل)ها از نسلی به نسل دیگر ثابت بماند.
  - (۲) احتمال آمیزش هر فرد با افراد جنس دیگر در جمعیت، یکسان باشد.
  - (۳) افراد سازگارتر با محیط شانس بیشتری برای بقا داشته باشند.
  - (۴) تعداد الل‌های مربوط به هر صفت در خزانه ژنی در نسل‌های مختلف ثابت بماند.
- گزینه ۲ (۱۲۴- سخت - مفهومی)

برای آنکه جمعیتی در حال تعادل باشد، لازم است آمیزش‌ها در آن تصادفی باشند. آمیزش تصادفی آمیزشی است که در آن احتمال آمیزش هر فرد با افراد جنس دیگر در آن جمعیت یکسان باشد.

## بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۱) اگر در جمعیتی فراوانی نسبی دگره‌ها یا ژن‌نمودها از نسلی به نسلی دیگر ثابت باشد، آنگاه می‌گویند جمعیت در حال تعادل ژنی است.
- (۳) زیاد بودن شانس بقای افراد سازگارتر با محیط در اثر تأثیر انتخاب طبیعی بر جمعیت ایجاد می‌شود. و انتخاب طبیعی یکی از عوامل خارج‌کننده جمعیت از تعادل است.
- (۴) فراوانی الل‌ها را با فراوانی نسبی آن‌ها اشتباه نگیرید! برای تعادل، ثابت ماندن فراوانی نسبی دگره (الل)ها یا ژن‌نمودها لازم است! نه فراوانی آن‌ها! پس ممکن است، فراوانی (تعداد) دگره‌ها تغییر کند، ولی فراوانی نسبی آن‌ها ثابت بماند.

## دام آموزشی مهم:

ممکن است فراوانی دگره‌ها تغییر کند، ولی فراوانی نسبی آن‌ها تغییر نکند. مثلاً ۵۰ الل A و ۵۰ الل B در جمعیت داشته باشیم که از هر کدام ۱۰ الل حذف شود، در این حالت، فراوانی الل‌ها تغییر کرده ولی فراوانی نسبی الل‌ها تغییر نکرده و هر کدام ۵۰ درصد فراوانی دارند. مثلاً بر اثر یک رانش، از هر یک از صفات جمعیت، درصد مشخصی حذف شوند. در این حالت، فراوانی الل‌ها و فراوانی ژنوتیپ‌ها تغییر می‌کند، ولی فراوانی نسبی الل‌ها و ژنوتیپ‌ها تغییر نمی‌کند.

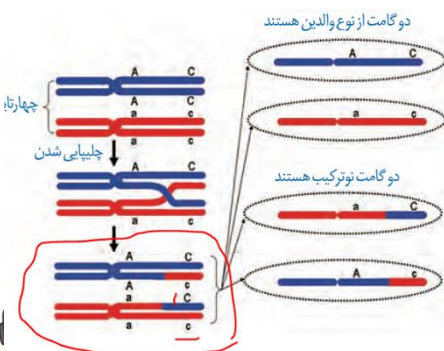
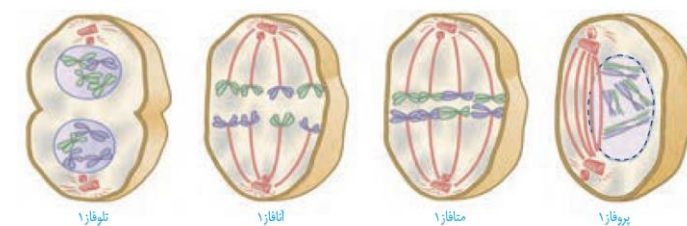
## ۲۲- کدام عبارت، درباره چلیپایی شدن (کراسینگ‌اور) نادرست است؟

- (۱) می‌تواند با عدم تولید گامت‌های نوترکیب همراه باشد.
  - (۲) با ایجاد نوعی ناهنجاری فام‌تنی (کروموزومی) همراه است.
  - (۳) فقط در مرحله‌ای از میوز رخ می‌دهد که غشای هسته مشاهده می‌شود.
  - (۴) می‌تواند به قرارگیری دو الل مختلف بر روی یک کروموزوم منجر شود.
- گزینه ۲ (۱۲۴- متوسط - ترکیبی)

در میوز ۱ هنگام جفت شدن فام‌تن‌های هم‌تا و ایجاد چهارتایه، ممکن است قطعه‌ای از فام‌تن بین فامینک‌های غیرخواهری مبادله شود. این پدیده را چلیپایی شدن (کراسینگ‌اور) می‌نامند. حواستون باشه که کراسینگ‌اور، جهش محسوب نمی‌شود.

## بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۱) اگر قطعات مبادله شده حاوی دگره‌های متفاوتی باشند، ترکیب جدیدی از دگره‌ها در دو فامینک تغییر یافته به وجود می‌آید و به آنها فامینک‌های نوترکیب می‌گویند. بنابراین در صورتی که دگره‌ها یکسان باشند، گامت نوترکیب ایجاد نمی‌شود.
- (۳) کراسینگ‌اور در مرحله پروفاز میوز ۱ رخ می‌دهد. در پروفاز میوز ۱ غشای هسته دیده می‌شود.
- (۴) چلیپایی شدن در پروفاز میوز ۱ و بین کروموزوم‌های دو کروماتیدی رخ می‌دهد که با جابه‌جایی قطعاتی بین کروماتیدهای غیرخواهری می‌تواند منجر به قرارگیری دو نوع دگره بر روی یک کروموزوم دو کروماتیدی شود. به شکل مقابل دقت کنید.



۲۳- کدام عبارت، درباره هر عامل برهم‌زننده تعادل جمعیت درست است که موجب افزایش تنوع دگره‌ای (الی) در خزانه ژنی یک جمعیت می‌شود؟

(۱) سبب ایجاد دگره (الی)‌های جدید می‌شود.

(۲) می‌تواند به افزایش پایداری گونه کمک کند.

(۳) در بسیاری از موارد، خزانه ژنی را تغییر نمی‌دهد.

(۴) همواره به افزایش تفاوت در رخ‌نمود (فنوتیپ)‌ها منجر می‌شود.

گزینه ۲ (۱۲۴- سخت- مفهومی)

جهش و شارش ژن عواملی هستند که می‌توانند موجب افزایش تنوع دگره‌ای (الی) در خزانه ژنی یک جمعیت شوند. این دو عامل سبب افزایش گوناگونی در میان جمعیت می‌شوند، در نتیجه توان بقای جمعیت افزایش می‌یابد.

تفاوت‌های فردی چگونه می‌تواند در پایداری گونه مؤثر باشد؟ (جواب: در صورت تغییر شرایط محیط، بعضی صفات همچنان با محیط جدید سازگار هستند و افراد دارای این صفت منقرض نمی‌شوند!)

### بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) فقط جهش می‌تواند سبب ایجاد دگره جدید در یک جمعیت شود. شارش ژن دگره جدید را به جمعیت اضافه می‌کند ولی این دگره از یک جمعیت دیگر به این جمعیت اضافه شده است!

(۳) هم جهش و شارش ژن سبب تغییر خزانه ژن جمعیت می‌شوند. در واقع عوامل خارج‌کننده جمعیت از تعادل همگی خزانه ژن جمعیت را تغییر می‌دهند.

(۴) بسیاری از جهش‌ها تأثیر فوری بر رخ‌نمود ندارند و بنابراین تشخیص داده نمی‌شوند. اما با تغییر شرایط محیط ممکن است دگره جدید، سازگارتر از دگره یا دگره‌های قبلی عمل کند. (جهش خاموش رو هم در نظر بگیرید!) در ضمن اگر بین دو جمعیت، شارش ژن به طور پیوسته و دوسویه ادامه یابد، سرانجام خزانه ژن دو جمعیت به هم شبیه می‌شود

۲۴- کدام عبارت، درباره عاملی که چگونگی مقاوم‌شدن باکتری‌ها به پادزیست را توضیح می‌دهد، صادق است؟

(۱) برای تأثیر بر هر جمعیتی همواره به وجود تفاوت‌های فردی در آن جمعیت نیاز دارد.

(۲) با تغییر در افراد جمعیت قطعاً منجر به افزایش فراوانی صفات سازگار با محیط می‌شود.

(۳) در شرایط مختلف محیطی همواره یک نوع صفت را به صفات دیگر ترجیح می‌دهد.

(۴) با گذشت زمان منجر به ایجاد صفات سازگار با محیط در افراد جمعیت می‌شود.

گزینه ۱ (۱۲۴- متوسط- مفهومی)

انتخاب طبیعی می‌تواند علت مقاوم شدن باکتری‌ها به پادزیست‌ها را توضیح دهد. اگر همه افراد جمعیت یک صفت را داشته باشند، آنگاه انتخاب طبیعی اثر یکسانی بر همه آن‌ها دارد؛ در نتیجه لازمه اثر انتخاب طبیعی بر جمعیت، وجود تفاوت‌های فردی در آن جمعیت است.

لازمه اثر انتخاب طبیعی بر جمعیت، وجود تفاوت‌های فردی است ولی خود انتخاب طبیعی سبب کاهش تفاوت‌های فردی می‌شود.

### بررسی سایر گزینه‌ها:

(۲) وقتی از تفاوت‌های فردی سخن می‌گوییم در واقع در حال بررسی جمعیتی از افراد هستیم نه یک فرد. انتخاب طبیعی «جمعیت» را تغییر می‌دهد نه «فرد» را.

انتخاب طبیعی سیمای (چهره) جمعیت را تغییر می‌دهد.

محیط تعیین می‌کند کدام صفت با فراوانی بیشتری به نسل بعد منتقل شود. در صورت تغییر شرایط محیطی، صفتی که قبلاً سازگار بود ممکن است الان ناسازگار باشد، در نتیجه انتخاب طبیعی در شرایط محیطی مختلف، صفات متفاوت را برمی‌گزیند.

تغییر شرایط محیط می‌تواند موجب تبدیل یک صفت سازگار به صفت ناسازگار شود و بالعکس!

(۴) انتخاب طبیعی ایجادکننده نیست بلکه انتخاب‌کننده است! این نکته n بار توی کنکور اومده و باز هم میاد! پس خوب یاد بگیر.

۲۵- کدام گزینه، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«به‌طور طبیعی، ..... توالی‌های موجود در یک .....»

(۱) همه- ژنگان (ژنوم)، توسط آنزیم‌های رونویسی‌کننده، رونوشت‌برداری می‌شوند.

(۲) بیشتر- خزانه ژنی، جزء توالی‌های بین‌ژنی محسوب می‌شوند.

(۳) همه- خزانه ژنی، می‌توانند برای ساخت رنا (RNA) به کار روند.

(۴) بیشتر- ژنگان (ژنوم)، رمزکننده رشته‌های پلی‌پپتیدی هستند.



گزینه ۳ (۱۲۴ - متوسط - مفهومی)

مجموع همه دگره‌های موجود در همه جایگاه‌های ژنی افراد یک جمعیت را خزانه ژنی آن جمعیت می‌نامند. در واقع در خزانه ژنی ما فقط به ژن‌ها کار داریم. در رونویسی از هر ژنی، مولکول رنا تولید می‌شود.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) توالی موجود در ژنگان شامل ژن‌ها، توالی‌های بین‌ژنی و توالی‌های تنظیمی هستند. در نتیجه همه توالی‌های موجود در ژنوم توسط آنزیم رونویسی‌کننده الگوبرداری نمی‌شوند و هم‌چنین همه ژن‌ها اطلاعات لازم برای تولید رشته پلی‌پپتیدی را ندارند.

۲) گفتیم دیگه در خزانه ژن فقط ژن‌ها وجود دارند!

**خزانه ژن**

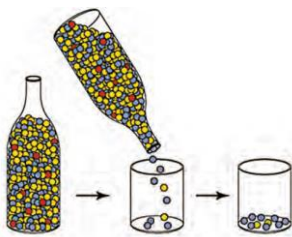
مجموع همه دگره‌های موجود در همه جایگاه‌های ژنی افراد یک جمعیت را خزانه ژنی آن جمعیت می‌نامند. پس:

بیشتر بودن تعداد افراد جمعیت → بزرگ شدن اندازه جمعیت → بیشتر شدن تعداد ال‌های جمعیت → بزرگ شدن خزانه ژنی جمعیت

تفاوت خزانه ژنی با ژنوم: ژنوم کل محتوای ژنتیکی جاندار بدون تکرار است، در حالی که در خزانه ژنی ال‌های هر کروموزوم هم‌تا در خزانه ژنی جمعیت مورد بررسی و شمارش قرار می‌گیرد.

**۲۶- کدام گزینه، برای تکمیل عبارت زیر نامناسب است؟**

«تصویر روبه‌رو نوعی عامل برهم‌زننده تعادل جمعیت مربوط را نشان می‌دهد که .....»



- ۱) همانند جهش، فراوانی نسبی دگره (الل)‌ها را تغییر می‌دهد.
- ۲) برخلاف شارش ژنی، تأثیر یکسانی بر جمعیت‌های متفاوت دارد.
- ۳) برخلاف انتخاب طبیعی، می‌تواند سبب افزایش فراوانی نسبی صفات ناسازگار شود.
- ۴) همانند آمیزش غیرتصادفی، فراوانی نسبی ژن‌نمود (ژنوتیپ)‌ها را تغییر می‌دهد.

گزینه ۲ (۱۲۴ - آسان - مفهومی)

شکل صورت سوال، رانش دگره‌ای را نشان می‌دهد. هر چه اندازه یک جمعیت کوچک‌تر باشد، رانش دگره‌ای اثر بیشتری دارد؛ در نتیجه اثر رانش دگره‌ای بر جمعیت‌های مختلف، یکسان نیست.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

- ۱) جهش با افزودن دگره‌های جدید، خزانه ژن را غنی‌تر و فراوانی نسبی دگره‌ها را تغییر می‌دهد. در رانش دگره‌ای هم بر اثر رویدادهای تصادفی، فراوانی نسبی دگره‌ها تغییر می‌کند.
- ۳) انتخاب طبیعی افراد سازگارتر با محیط را برمی‌گزیند و از فراوانی دیگر افراد می‌کاهد. رانش دگره‌ای به سازش منجر نمی‌شود. در واقع رانش دگره‌ای در جهت افزایش افراد سازگار با محیط عمل نمی‌کند. در رانش دگره‌ای به طور تصادفی فراوانی دگره‌ها تغییر می‌کند؛ در نتیجه افراد باقی‌مانده می‌توانند با محیط سازگار و یا ناسازگار باشند.

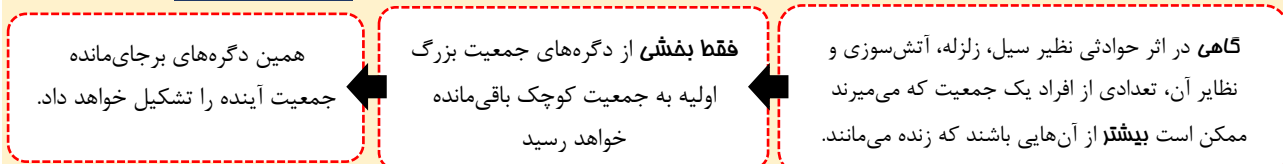
❌ تاثیر رانش بر سازگاری جمعیت، شانسی است! در حالی که تأثیر انتخاب طبیعی، همیشه حساب‌شده و بر اساس صفات افراد است.

۴) همه عوامل خارج‌کننده جمعیت از تعادل می‌توانند فراوانی نسبی دگره‌ها یا ژن‌نمودها یا هر دو را تغییر دهند.

**رانش دگره‌ای**

فرایندی است که سبب تغییر فراوانی دگره‌ای بر اثر رویدادهای تصادفی می‌شود.

رانش دگره‌ای فراوانی دگره‌ها را تغییر می‌دهد اما چون بر اثر رویداد تصادفی رخ می‌دهد، برخلاف انتخاب طبیعی به سازش نمی‌انجامد.



مواست باشه که در رانش دگره‌ای، فراوانی دگره‌ها تغییر می‌کند اما این تغییر در فراوانی، ارتباطی با سازگاری آن‌ها با محیط و انتخاب طبیعی ندارد.

هر چه اندازه یک جمعیت کوچک‌تر باشد، رانش دگره‌ای اثر بیشتری دارد. پس برای آن که جمعیتی در تعادل باشد، باید اندازه بزرگی داشته باشد.



رانش دگرهای با افزایش تفاوت بین دو جمعیت در گونه‌زایی دگرمیهنی موثر است.

در رانش دگرهای ممکن است تنوع الل‌ها تغییر کند و از تنوع الل‌ها کاسته شود.

رانش دگرهای معمولاً به کاهش تنوع درون جمعیت می‌انجامد؛ بنابراین، توان بقا و سازگاری جمعیت‌ها در شرایط متغیر محیطی، کاهش می‌یابد.

رانش دگرهای سبب افزایش شباهت‌ها درون یک جمعیت می‌شود ولی معمولاً شباهت بین دو جمعیت را کاهش می‌دهد و سبب واگرایی (افزایش تفاوت‌ها) در جمعیت‌ها می‌شود.

۲۷- سازوکارهایی که با وجود انتخاب طبیعی، به تداوم گوناگونی در جمعیت‌ها کمک می‌کنند و جزء نیروهای برهم‌زننده تعادل محسوب نمی‌شوند، دارای چه مشخصه مشترکی هستند؟

(۱) فقط در گروهی از جمعیت‌های یک زیست‌بوم دیده می‌شوند.

(۲) موجب ایجاد ترکیب‌های دگرهای (الل) جدید می‌شوند.

(۳) سبب پیدایش دگره (الل)‌های جدید می‌شوند.

(۴) مانع از حذف دگره (الل) ناسازگار می‌شوند.

گزینه ۱ (۱۲۴) - سخت - ترکیبی

گوناگونی دگرهای در گامت‌ها، نوترکیبی و سازگاری بیشتر افراد ناخالص (اهمیت ناخالص‌ها) سه نمونه از این سازگاری‌ها هستند که سبب حفظ گوناگونی در جمعیت‌ها می‌شوند. این عوامل فقط در جاندارانی که تولیدمثل جنسی دارند، مشاهده می‌شود. از طرفی همه جمعیت‌های درون زیست‌بوم تولیدمثل جنسی ندارند. پس این عوامل فقط درباره گروهی از جمعیت‌های یک زیست‌بوم صادق هستند.

هر زیست‌بوم از چند بوم‌سازگان تشکیل شده است و در هر بوم‌سازگان، جمعیت‌های گوناگون با هم تعامل دارند و یک اجتماع را به‌وجود می‌آورند.

### بررسی سایر گزینه‌ها:

(۲) در نوترکیبی بدون ایجاد الل جدید، ترکیب‌های اللی جدیدی ایجاد می‌شود. این جمله خیلی مهمه! (این گزینه درباره «اهمیت ناخالص‌ها» صدق نمی‌کنه!)  
(۳) ایجاد دگره جدید توسط جهش انجام می‌شود در حالی که گوناگونی دگرهای در گامت‌ها و نوترکیبی فقط ترکیب‌های دگرهای متفاوتی ایجاد می‌کنند البته بدون ایجاد الل جدید!

(۴) در اهمیت ناخالص‌ها درباره بیماری کم‌خونی داسی‌شکل، با سازگاری بیشتر افراد ناخالص، فراوانی دگره بیماری‌زا افزایش می‌یابد و این دگره حذف نمی‌شود.

۲۸- کدام موارد، برای تکمیل عبارت زیر مناسب هستند؟

«به‌طور طبیعی، به ازای هر نوع آرایش فام‌تن (کروموزوم)‌ها در متافاز ..... به ترتیب حداقل و حداکثر ..... نوع

ترکیب دگرهای (الل) برای گامت‌های حاصل از تقسیم یک اسپرماتوسیت اولیه قابل تصور است.»

د- ۲-۱-۲

ج- ۲-۱-۱

ب- ۲-۱-۲

الف- ۲-۱-۴

(۴) ج و د

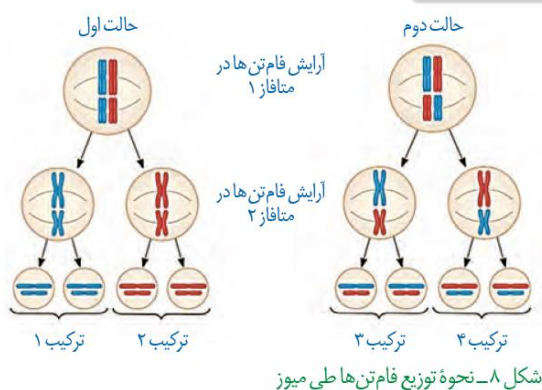
(۳) الف و ب

(۲) ب و ج

(۱) الف و د

گزینه ۱ (۱۲۴) - متوسط - مفهومی





در تولیدمثل جنسی، هر والد از طریق گامت‌هایی که می‌سازد، نیمی از فام‌تن‌های خود را به نسل بعد منتقل می‌کند. اینکه هر گامت کدام یک از فام‌تن‌ها را منتقل کند به آرایش تترادها در میوز ۱ بستگی دارد. در متافاز میوز ۱، فام‌تن‌ها با آرایش‌های مختلفی ممکن است در سطح میانی یاخته قرار بگیرند، که به ایجاد گامت‌های مختلف می‌انجامد. آرایش فام‌تن‌ها در متافاز ۱ در صورتی که ژن‌ها خالص باشند منجر به یک نوع ترکیب دگرهای برای گامت‌ها می‌شود ولی اگر ژن‌ها ناخالص باشند، حداقل دو نوع ترکیب دگرهای و حداکثر (در صورت وقوع کراسینگ‌اور) ۴ نوع ترکیب دگرهای برای گامت‌ها قابل تصور

است.

به ازای هر آرایش فام‌تن‌ها در متافاز ۲ نیز، حداقل ۱ و حداکثر (در صورت وقوع کراسینگ‌اور) دو نوع ترکیب دگرهای برای گامت‌ها قابل تصور است.

۲۹- در ارتباط با نوعی جاندار که منجر به ایجاد بیماری مالاریا در انسان می‌شود، کدام گزینه به درستی بیان شده است؟

- (۱) نمی‌تواند به گویچه قرمز افرادی با ژن‌نمود (ژنوتیپ)  $Hb^A Hb^S$  وارد شود.
- (۲) سبب ایجاد گویچه قرمز داسی‌شکل در افراد مقاوم به مالاریا می‌شود.
- (۳) در بدن انسان، فقط درون گویچه‌های قرمز فعالیت می‌کند.
- (۴) دارای همه سطوح متفاوت حیات است.

گزینه ۲ (۱۲۴) - متوسط - ترکیبی

بیماری مالاریا به وسیله نوعی انگل تک‌یاخته‌ای ایجاد می‌شود که بخشی از چرخه زندگی خود را در گویچه‌های قرمز می‌گذراند. انگل مالاریا در افراد مقاوم به مالاریا نمی‌تواند سبب بیماری شود، چون وقتی این گویچه‌ها را آلوده می‌کند، آنها داسی‌شکل‌اند و می‌میرند. در واقع ورود انگل مالاریا به گویچه‌های قرمز افراد مقاوم به مالاریا، سبب داسی‌شکل شدن آن‌ها می‌شود.

### بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۱) این انگل می‌تواند به گویچه قرمز افراد مقاوم به مالاریا ( $Hb^A Hb^S$ ) نیز وارد شود. (توضیح گزینه جواب رو بخونید!)
- (۳) این انگل فقط بخشی از چرخه زندگی خود را در گویچه‌های قرمز می‌گذراند.
- (۴) عامل بیماری مالاریا تک‌یاخته‌ای است در نتیجه سطوح بافت، اندام، دستگاه را ندارد.

۳۰- کدام عبارت، درباره نوعی عامل برهم‌زننده تعادل در جمعیت درست است که همواره موجب افزایش فراوانی صفات سازگار با محیط می‌شود؟

- (۱) موجب کاهش گوناگونی در جمعیت می‌شود.
- (۲) نقش اصلی را در گونه‌زایی هم‌میهنی ایفا می‌کند.
- (۳) با تغییر در خزانه ژنی جمعیت، سبب پیدایش صفات سازگار می‌شود.
- (۴) همواره تأثیر متفاوتی بر افرادی که دارای ژنوتیپ متفاوت هستند، می‌گذارد.

گزینه ۱ (۱۲۴) - متوسط - مفهومی

انتخاب طبیعی نوعی عامل برهم‌زننده تعادل در جمعیت است که همواره در جهت افزایش فراوانی صفات سازگار با محیط عمل می‌کند. با انتخاب شدن افراد سازگارتر، تفاوت‌های فردی و در نتیجه گوناگونی کاهش می‌یابد.

### بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۲) جهش (نه انتخاب طبیعی!) نقش اصلی را در گونه‌زایی هم‌میهنی برعهده دارد.
- (۳) انتخاب طبیعی فراوانی دگرها را در خزانه ژنی تغییر می‌دهد ولی موجب پیدایش صفات سازگار نمی‌شود!
- (۴) افراد سازگار می‌توانند برای صفت مورد نظر دارای ژن‌نمود خالص و یا ناخالص باشند که در هر حالت یک نوع رخ‌نمود را نشان می‌دهند. بنابراین انتخاب طبیعی روی این افراد تأثیر یکسانی دارد.



- ✗ تنها عاملی که همیشه در جهت سازش عمل می‌کند، انتخاب طبیعی است. سایر عوامل می‌توانند موجب سازش و یا کاهش سازش جمعیت با محیط شوند.
- ✗ انتخاب طبیعی در جهت کاهش تفاوت بین یک جمعیت و افزایش تفاوت بین دو جمعیت می‌تواند عمل کند.
- ✗ انتخاب طبیعی و نکات ترکیبی مهم آن!
- ✗ این فرایند را که در آن افراد سازگار با محیط انتخاب می‌شوند. یعنی آن‌هایی که شانس بیشتری برای زنده ماندن و تولیدمثل دارند، انتخاب طبیعی می‌نامند.
- ✗ نکته: انتخاب طبیعی می‌تواند علت مقاوم شدن باکتری‌ها به پادزیست‌ها را نیز توضیح دهد.
- ✗ نکته: وقتی از تفاوت‌های فردی سخن می‌گوییم، در واقع در حال بررسی جمعیتی از افراد هستیم نه یک فرد. انتخاب طبیعی، «جمعیت» را تغییر می‌دهد، نه «فرد» را.
- ✗ نکته: جمعیت، به افرادی گفته می‌شود که به یک گونه تعلق دارند و در یک زمان و یک مکان زندگی می‌کنند.
- ✗ نکته: انتخاب طبیعی موجب افزایش سازگاری گونه و جمعیت با محیط می‌شود، نه موجب سازگاری فرد!!!
- ✗ نکته: انتخاب طبیعی، از عوامل برهم‌زننده تعادل جمعیت است و فراوانی دگرها را در خزانه ژنی جمعیت تغییر می‌دهد. انتخاب طبیعی، افراد سازگارتر با محیط را برمی‌گزیند و از فراوانی دیگر افراد می‌کاهد.
- ✗ نکته: نتیجه انتخاب طبیعی، سازگاری بیشتر جمعیت با محیط است. در نتیجه می‌تواند منجر به کاهش گوناگونی در جمعیت شود.
- ✗ نکته: جهش، نوترکیبی و انتخاب طبیعی از نیروهای موثر در گونه‌زایی دگرمیهنی هستند.
- ✗ ترکیب با فصل ۸: چرایی وقوع رفتار جانوران به دیدگاه انتخاب طبیعی مربوط است.
- ✗ ترکیب با فصل ۸: در بین جانوران هم رفتار یک نوع صفت محسوب می‌شود و رفتارهای سازگارکننده با سازوکار انتخاب طبیعی، برگزیده می‌شوند.
- ✗ ترکیب با فصل ۸: براساس انتخاب طبیعی، رفتار غذایی‌ای برگزیده می‌شود که از نظر میزان انرژی دریافتی کارآمدتر باشد؛ یعنی اینکه جانور در هر بارغذایی، بیشترین انرژی خالص را دریافت کند.
- ✗ ترکیب با فصل ۸: رفتار افراد نگهبان در گروه‌های جانوران و یا زنبورهای عسل از نوع دگرخواهی است که بر اساس انتخاب طبیعی برگزیده شده است.

۳۱- در یک فرد، ۱۸ نوع آرایش مختلف برای فام‌تن (کروموزوم)‌ها در متافاز ۱ قابل تصور است. در پی میوز یک یاخته زاینده در این فرد، حداقل و حداکثر چند نوع گامت از نظر ترکیب دگرهای (الی) تولید می‌شود؟

(۴) ۲-۲

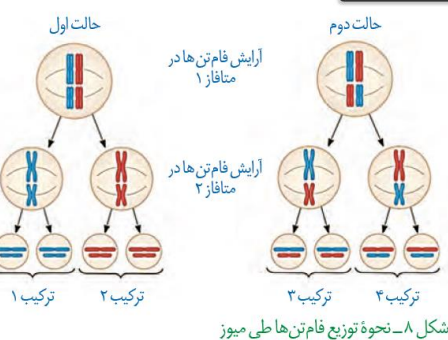
(۳) ۱-۴

(۲) ۱-۲

(۱) ۲-۴

گزینه ۳ (۱۲۴- سخت- ترکیبی)

در تولیدمثل جنسی، هر والد از طریق گامت‌هایی که می‌سازد، نیمی از فام‌تن‌های خود را به نسل بعد منتقل می‌کند. اینکه هر گامت کدام یک از فام‌تن‌ها را منتقل کند به آرایش تترادها در میوز ۱ بستگی دارد. در متافاز میوز ۱، فام‌تن‌ها با آرایش‌های مختلفی ممکن است در سطح میانی



یاخته قرار بگیرند، که به ایجاد گامت‌های مختلف می‌انجامد. آرایش فام‌تن‌ها در متافاز ۱ در صورتی که ژن‌ها خالص باشند منجر به یک نوع ترکیب دگرهای گامت‌ها می‌شود ولی اگر ژن‌ها ناخالص باشند حداقل دو نوع ترکیب دگرهای (در صورت وقوع کراسینگ‌اور) ۴ نوع ترکیب دگرهای برای گامت‌ها قابل تصور است.

در جنس مؤنث، در پی تقسیم میوز یک یاخته دیپلوئید اولیه، فقط یک گامت تولید می‌شود. بنابراین چه در صورت خالص بودن و چه در صورت ناخالص بودن، چه در صورت کراسینگ‌اور و چه در عدم صورت کراسینگ‌اور، فقط یک نوع گامت تولید می‌شود.

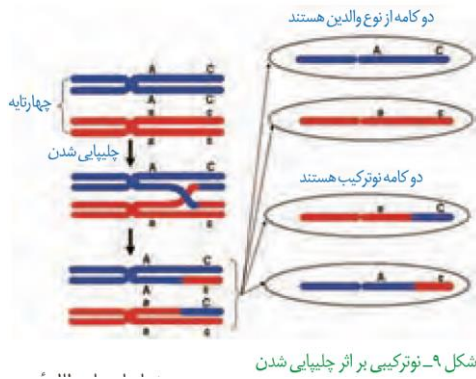
در جنس مرد، از تقسیم میوز یک یاخته دیپلوئید، در صورت عدم وقوع کراسینگ‌اور، دو نوع گامت و در صورت وقوع کراسینگ‌اور (و ناخالص بودن) چهار نوع گامت تولید می‌شود.

پس در کل در یک فرد در پی میوز یک یاخته دیپلوئید، حداقل یک نوع گامت (زن بودن) و حداکثر چهار نوع گامت (مرد ناخالص کراسینگ‌آوری! بودن) تولید می‌شود.

دو عامل تنوع در جمعیت که نباید با هم اشتباه بگیرید!

۱- تنوع به علت گوناگونی دگرهای در گامت‌ها:

- ✗ در تولیدمثل جنسی، هر والد از طریق کامه‌هایی که می‌سازد، نیمی از فام‌تن‌های خود را به نسل بعد منتقل می‌کند. اینکه هر کامه کدام یک از فام‌تن‌ها را منتقل می‌کند به آرایش چهارتایه‌ها (تترادها) در کاستمان ۱ بستگی دارد. در متافاز کاستمان ۱، فام‌تن‌ها با آرایش‌های مختلفی ممکن است در سطح میانی یاخته قرار گیرند، که به ایجاد کامه‌های مختلف می‌انجامد.
- ✗ نکته: به ازای هر آرایش تترادی در کاستمان ۱، دو نوع ژن‌نمود در کامه‌ها قابل انتظار است.



۲- تنوع به علت نو ترکیبی (ایجاد ترکیب دگرهای جدید):

در کاستمان ۱، هنگام جفت شدن فام‌تن‌های هم‌تا و ایجاد چهارتایه، ممکن است قطعه‌ای از فام‌تن‌های هم‌تا بین فامینک‌های غیرخواهری مبادله شود. این پدیده را چلیپایی شدن (کراسینگ اور) می‌گویند. اگر قطعات مبادله شده حاوی دگرهای متفاوتی باشند، ترکیب جدیدی از دگرها در این دو فامینک به وجود می‌آید و به آن‌ها فامینک‌های نو ترکیب می‌گویند. از میان کامه‌ها، آن‌هایی که فامینک‌های نو ترکیب را دریافت می‌کنند، کامه نو ترکیب نامیده می‌شوند.

کته: چلیپایی شدن امکان نو ترکیبی در ال‌های قرار گرفته بر روی یک فامینک را فراهم می‌کند.

کته: نو ترکیبی نیز از نیروهای موثر بر گونه‌زایی دگر میهنی است.

کته: چلیپایی شدن در پروفاز ۱ رخ می‌دهد.

کته: تتراده‌ها در پروفاز ۱ تشکیل شده ولی آرایش آن‌ها در متافاز ۱ تعیین می‌شود

۳- چند مورد، درباره هر فردی درست است که گویچه‌های قرمز آن در شرایطی می‌توانند داسی شکل شوند؟

الف- در همه گویچه‌های خونی، نوعی ژن جهش یافته دارد.

ب- دارای دو زنجیره بتای غیر طبیعی در هر هموگلوبین خود است.

ج- انگل مالاریا می‌تواند پس از ورود به خون فرد، به گویچه قرمز وارد شود.

د- به علت مقاومت در برابر مالاریا، موجب انتقال دگره (الل) بیماری به نسل بعد می‌شود.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

گزینه ۱ (۱۲۴- سخت- ترکیبی)

فقط مورد «ج» درست است.

گویچه قرمز افراد دارای ژن نمود ناخالص  $Hb^A Hb^S$  و افراد دارای ژن نمود  $Hb^S Hb^S$  در شرایطی می‌تواند داسی شکل شود.

**بررسی همه موارد:**

الف) این فرد در یاخته‌های هسته‌دار (☹ نه هر یاخته!) خود دارای نوعی ژن جهش یافته است.

ب) هموگلوبین دارای ۴ رشته پلی‌پپتیدی از دو نوع است و هر نوع آن توسط یک ژن ساخته می‌شود؛ بنابراین در بیمار ناخالص، یک رشته بتای طبیعی و یک رشته بتای غیرطبیعی تولید می‌شود.

ج) در همه افراد انگل مالاریا می‌تواند به گویچه قرمز وارد شود، اما در افرادی که مقاوم هستند، پس از ورود انگل به گویچه قرمز، این گویچه‌ها داسی شکل شده و انگل می‌میرد.

د) افراد دارای ژن نمود در سنین پایین معمولاً (☹ نه همواره!) می‌میرند در نتیجه این افراد نمی‌توانند موجب انتقال دگره (الل) بیماری به نسل بعد می‌شود.

۳- چند مورد، عبارت زیر را به درستی کامل می‌نماید؟

«هر عامل برهم‌زننده تعادل جمعیت که ..... به طور حتم .....»

الف- فراوانی نسبی ژن نمود (ژنوتیپ)ها را تغییر می‌دهد- به طور هدفمند سبب تغییر سیمای جمعیت می‌شود.

ب- به صورت تصادفی فراوانی نسبی دگره (الل)ها را تغییر می‌دهد- به کاهش فراوانی صفات سازگار می‌انجامد.

ج- با توجه به‌رخ نمود (فنوتیپ) افراد جمعیت عمل می‌کند- موجب افزایش سازگاری جمعیت با محیط می‌شود.

د- به افزایش تنوع دگرهای (الل) خزانه ژنی جمعیت کمک می‌کند- می‌تواند در پایداری گونه تأثیر گذار باشد.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

گزینه ۱ (۱۲۴- سخت- مفهومی)



فقط مورد «د» درست است.

### بررسی همه موارد:

(الف) همه عوامل برهم‌زننده تعادل در جمعیت می‌توانند فراوانی نسبی ژن‌نمودها را تغییر دهند در حالی که فقط انتخاب طبیعی به صورت هدفمند سیمای جمعیت را تغییر می‌دهد.

(ب) رانش دگره‌ای به صورت تصادفی سبب تغییر فراوانی نسبی دگره‌ها می‌شود. رانش دگره‌ای برخلاف انتخاب طبیعی منجر به سازش نمی‌شود؛ یعنی رانش در جهت افزایش و یا کاهش سازگاری عمل نمی‌کند.

(ج) آمیزش غیرتصادفی و انتخاب طبیعی، با توجه به‌رخ‌نمود (فئوتیپ) افراد جمعیت عمل می‌کند در حالی که فقط انتخاب طبیعی موجب افزایش سازگاری جمعیت با محیط می‌شود.

(د) جهش و شارش‌ژن می‌توانند به افزایش تنوع دگره‌ای (الی) خزانه ژنی جمعیت کمک کنند؛ در نتیجه این عوامل گوناگونی در جمعیت و شانس بقا افزایش می‌یابد.

### ۳۴- کدام گزینه، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«هر عامل برهم‌زننده تعادل جمعیت که ..... قطعاً .....»

(۱) با افزودن دگره (ال)‌های جدید به یک جمعیت، خزانه ژنی را غنی‌تر می‌کند - موجب تغییر پایدار در ماده وراثتی می‌شود.

(۲) می‌تواند منجر به کاهش فراوانی دگره (ال) ناسازگار در جمعیت شود - افراد سازگارتر با محیط را برمی‌گزیند.

(۳) با توجه به ژن‌نمود (ژئوتیپ) افراد جمعیت عمل می‌کند - بر احتمال آمیزش افراد مختلف یک جمعیت با یکدیگر تأثیرگذار است.

(۴) در جمعیت‌های کوچک، تأثیر شدیدتری دارد - موجب کاهش فراوانی نسبی دگره (ال)‌های سازگار با محیط می‌شود.

پاسخ: گزینه ۳ (۱۲۴- سخت - مفهومی)

آمیزش غیرتصادفی، می‌تواند با توجه به ژن‌نمود افراد جمعیت عمل کند. این عامل بر آمیزش افراد مختلف یک جمعیت با یکدیگر تأثیرگذار است، به طوری که جانوران براساس ویژگی‌های ظاهری و رفتاری جفت خود را انتخاب می‌کنند.

### بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) جهش و شارش‌ژن عواملی هستند که می‌توانند با افزودن دگره جدید به جمعیت، خزانه ژن آن جمعیت را غنی‌تر کنند. از بین این دو عامل، فقط جهش می‌تواند موجب تغییر پایدار در ماده وراثتی شود.

(۲) انتخاب طبیعی به صورت هدفمند و با برگزیدن افراد سازگارتر با محیط و رانش دگره‌ای به صورت تصادفی می‌تواند منجر به کاهش فراوانی دگره (ال) ناسازگار در جمعیت شوند. از بین همه عوامل برهم‌زننده تعادل در جمعیت فقط انتخاب طبیعی، همواره افراد سازگار با محیط را برمی‌گزیند.

(۴) رانش دگره‌ای بر جمعیت‌های کوچک اثر شدیدتری دارد. گفتیم که رانش دگره‌ای به صورت تصادفی است؛ در نتیجه در اثر رانش دگره‌ای فراوانی ال ناسازگار می‌تواند کاهش و یا حتی افزایش یابد.

### ۳۵- کدام عبارت، درباره برخی از سازوکارهایی درست است که با وجود انتخاب طبیعی، موجب تداوم گوناگونی در جمعیت‌ها می‌شوند؟

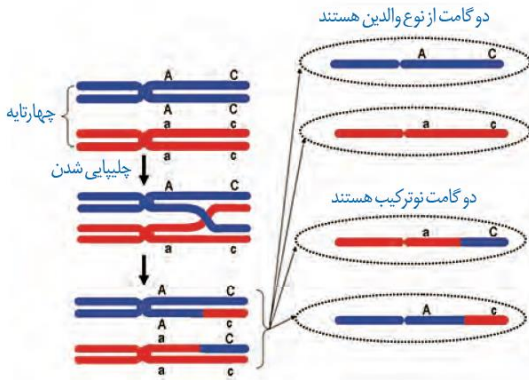
(۱) منجر به جابه‌جایی قطعاتی بین چارتایه (تتراد)‌های موجود در هسته می‌شوند.

(۲) به تدریج موجب تغییر در فراوانی نسبی دگره (ال)‌های سازگار با محیط می‌شوند.

(۳) در ایجاد ژن‌نمود (ژئوتیپ)‌های متفاوت با والدین در فرزندان نقش دارند.

(۴) نمی‌توانند موجب قرارگیری دو نوع دگره (ال) در یک کروموزوم شوند.





پاسخ: گزینه ۲ (۱۲۴- سخت- مفهومی)

فرایندهای «گوناگونی دگرهای در گامت‌ها، نو ترکیبی و اهمیت ناخالص‌ها» با وجود انتخاب طبیعی، موجب تداوم گوناگونی در جمعیت‌ها می‌شوند. اهمیت ناخالص‌ها موجب افزایش فراوانی دگره  $Hb^S$  و کاهش فراوانی دگره  $Hb^A$  در مناطق مالاریا خیز شده است. بنابراین، این عامل برخلاف دو عامل دیگر، موجب تغییر در فراوانی نسبی دگره‌های سازگار با محیط می‌شود.

### بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در کراسینگ‌اور بین فام‌تن‌های درون یک تتراد قطعاتی جابه‌جا می‌شود نه بین تترادها!

۳) هم نو ترکیبی و هم گوناگونی دگرهای در گامت‌ها، در ایجاد ژن‌نمودهای متفاوت با والدین در بین فرزندان نقش دارند.

۴) همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، کراسینگ‌اور می‌تواند موجب قرارگیری دو نوع دگره (الل) در یک کروموزوم شوند. قبل از کراسینگ‌اور هر دو کرمتاید خواهری یکی از کروموزوم‌های هم‌تا دارای الل C و کروموزوم دیگر، الل C کوچک دارد ولی بعد از کراسینگ‌اور در یک فام‌تن هم الل C وجود دارد و هم الل C!

۳۶- در یک جمعیت طبیعی، همواره تحت تأثیر عوامل متعدد برهم‌زننده تعادل چند مورد رخ می‌دهد؟

الف- فراوانی دگره (الل)‌های سازگار با محیط افزایش می‌یابد.

ب- شرایط برای افزایش شانس بقای گونه فراهم می‌شود.

ج- تغییری در خزانه ژنی جمعیت به وجود می‌آید.

د- زمینه‌ای برای تغییر گونه فراهم می‌شود.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

پاسخ: گزینه ۱ (۱۲۴- سخت- مفهومی)

فقط مورد ج درست است. سوال‌هایی که تا الان حل کردید اکثراً به تأثیر یک نوع عامل بر جمعیت توجه داشتند؛ اما این سوال می‌گه که تحت تأثیر همه عوامل، نتیجه نهایی چی ممکنه بشه؟ یعنی شما باید همزمان ۵ عامل برهم‌زننده تعادل در جمعیت رو در نظر بگیرید! (این سبک تست، مورد علاقه طراحان کنکور، چون باعث میشه فقط اونایی که اصل مطلب رو یاد گرفتن بتونن جواب بدن!)

### بررسی همه موارد:

الف) ممکن است در این جمعیت یک رانش قوی رخ دهد و تعداد افراد جمعیت کاهش یابد. پس هر چند که انتخاب طبیعی، موجب افزایش فراوانی نسبی دگره‌های سازگار شده، اما در کل تعداد دگره‌های سازگار با محیط کاهش یافته است.

ب) تنوع در یک جمعیت، به افزایش توان بقای آن در شرایط متغیر محیطی کمک می‌کند. اما انتخاب طبیعی و رانش می‌توانند موجب کاهش تنوع در یک جمعیت شوند.

ج) همه عواملی که باعث خروج جمعیت از تعادل می‌شوند، می‌توانند فراوانی نسبی الل‌ها یا فراوانی نسبی ژنوتیپ‌ها را تغییر دهند. عواملی مانند جهش، رانش دگره‌ای، شارش ژنی، آمیزش غیر تصادفی و انتخاب طبیعی باعث خروج جمعیت‌ها از تعادل و در نتیجه تغییر در خزانه ژنی جمعیت شوند. پس این گزینه درباره همه عوامل برهم‌زننده تعادل درسته و همیشه تغییر در خزانه ژنی جمعیت رخ میده!

د) الزاماً در یک جمعیت گونه‌زایی رخ نمی‌دهد! و ممکن است سیمای یک جمعیت برای میلیون‌ها سال بدون تغییر باقی بماند.

۳۷- در ارتباط با عوامل مؤثر در خارج کردن جمعیت‌ها از حالت تعادل، در شرایطی که انتخاب جفت بر اساس ویژگی‌های ظاهری و رفتاری صورت می‌گیرد، می‌توان گفت که .....

۱) برخلاف انتخاب طبیعی، رخ‌نمود (فنوتیپ) افراد مؤثر است.

۲) همانند رانش دگره‌ای، فراوانی دگره (الل)‌ها در خزانه ژنی دچار تغییر می‌شود.

۳) برخلاف شارش ژن، تغییر در فراوانی نسبی دگره (الل)‌های دو جمعیت صورت می‌گیرد.

۴) همانند جهش، در پی افزوده شدن دگره (الل)‌های جدید، خزانه ژنی جمعیت غنی‌تر می‌شود.

پاسخ: گزینه ۲ (۱۲۴- آسان- مفهومی)



اگر آمیزش‌ها به رخ نمود یا ژن نمود بستگی داشته باشد دیگر تصادفی نیست. بنابراین صورت سوال مربوط به آمیزش غیر تصادفی است. همه عوامل برهم زننده تعادل، می‌توانند موجب تغییر در فراوانی نسبی و فراوانی دگرها شوند. آمیزش غیرتصادفی و رانش دگرهای از عوامل برهم زننده تعادل هستند.

### بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۱) همانطور که گفته شد، آمیزش غیرتصادفی به رخ نمود یا ژن نمود وابسته است. انتخاب طبیعی نیز افراد دارای رخ نمود سازگار را برمی‌گزیند.
- (۳) آمیزش غیرتصادفی فقط مربوط به یک جمعیت می‌شود. شارش ژن می‌تواند موجب تغییر در فراوانی نسبی دگرها در دو جمعیت شود.
- (۴) تنها در جهش و شارش ژنی، دگرهای جدید به خزانه ژنی افزوده می‌شود.

| آمیزش تصادفی                                                                | آمیزش غیرتصادفی                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| آمیزشی که در آن احتمال آمیزش هر فرد با افراد جنس دیگر در آن جمعیت یکسان است | آمیزشی که در آن احتمال آمیزش هر فرد با افراد جنس دیگر در آن جمعیت یکسان نیست |
| به فنوتیپ و ژنوتیپ ارتباطی ندارد                                            | ژنوتیپ و فنوتیپ در آن تأثیرگذار است                                          |
| بر رفتار انتخاب جفت مؤثر نیست                                               | بر رفتار انتخاب جفت می‌تواند مؤثر باشد                                       |
| فراوانی نسبی ژنوتیپ‌ها را تغییر نمی‌دهد                                     | فراوانی نسبی ژنوتیپ‌ها را می‌تواند تغییر دهد                                 |
| لازمه متعادل بودن یک جمعیت است                                              | می‌تواند سبب خارج شدن جمعیت از تعادل شود                                     |

### ۳۸- کدام گزینه درباره یک انسان بالغ، قطعاً به درستی بیان شده است؟

- (۱) با رخ دادن کراسینگ اور در طی فرایند تولید اسپرم، در انتها چهار نوع گامت ایجاد می‌شود.
  - (۲) در همه تترادهای موجود در یاخته اسپرماتوسیت اولیه، امکان جابجایی قطعائی در بین کروموزوم‌ها وجود دارد.
  - (۳) در حالت معمول در تقسیم میوز ۱، دو نوع آرایش برای قرارگیری کروموزوم‌ها در سطح میانی یاخته وجود دارد.
  - (۴) به ازای یک نوع آرایش کروموزوم‌ها در سطح میانی یاخته در مرحله متافاز ۱، دو نوع گامت مختلف تولید می‌شود.
- پاسخ: گزینه ۲ (۱۲۴ - متوسط - مفهومی)

در همه تترادهای موجود در یاخته اسپرماتوسیت اولیه (به جز تترادی که تشکیل شده از کروموزوم‌های X و Y) امکان رخ دادن کراسینگ اور و یا جهش مضاعف شدگی وجود دارد (جابجایی قطعائی میان دو کروموزوم). در جهش جابجایی رخ داده در کروموزوم‌های جنسی (کروموزوم‌های X و Y) قطعائی میان کروموزوم‌ها جابجا می‌شود. بنابراین میان کروموزوم‌های موجود در همه تترادهای یاخته اسپرماتوسیت اولیه (یاخته میوزکننده در مردان) جابجایی قطعائی از کروموزوم انجام می‌شود.

### بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۱) در فرایند کراسینگ اور، اگر قطعائات مبادله شده حاوی الل‌های متفاوتی باشند (الزاماً کراسینگ اور باعث نوترکیبی نمی‌شود)، ترکیب جدیدی از الل‌ها در کروماتیدها به وجود می‌آید و باعث تشکیل گامت‌های نوترکیب می‌شود (در صورت تشکیل کروماتیدهای نوترکیب در طی فرایند تولید اسپرم، چهار نوع گامت تولید می‌شود).
- (۳) در حالت معمول در تقسیم میوز ۱، حالت‌های بسیار زیادی برای قرارگیری کروموزوم‌ها در سطح میانی یاخته وجود دارد (۲<sup>۲۲</sup> حالت). اما از این حالات بسیار زیاد، تنها یک حالت آن رخ می‌دهد و باعث تشکیل دو نوع گامت در حالت معمول می‌شود.
- (۴) در زنان تحت هر شرایطی (رخ دادن و یا عدم رخ دادن کراسینگ اور) در طی هر میوز (یک نوع آرایش کروموزوم‌ها در میانه یاخته) حداکثر یک نوع گامت تولید می‌شود.



| کراسینگ‌اور                                   | جهش مضاعف‌شدگی                                             |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| جهش نیست!                                     | نوعی جهش ساختاری و بزرگ است                                |
| تبادل دوطرفه بین فام‌تن‌های هم‌تا             | تبادل یک‌طرفه بین فام‌تن‌های هم‌تا                         |
| بین دو فام‌تن هم‌تا، دو قطعه جابه‌جا می‌شود   | بین دو فام‌تن هم‌تا، یک قطعه جابه‌جا می‌شود                |
| در پروفاز میوزا رخ می‌دهد                     | -                                                          |
| طول فام‌تن‌های هم‌تا تغییر نمی‌کند            | طول فام‌تن‌های هم‌تا تغییر می‌کند؛ یکی کاهش و دیگری افزایش |
| هر دو فام‌تن هم‌تا از همه ژن‌ها یک نسخه دارند | یکی از فام‌تن‌های هم‌تا از بعضی از ژن‌ها ۲ نسخه دارد       |

در فرایند کراسینگ‌اور:

- ✗ همواره رخ می‌دهد ← شکسته شدن و تشکیل پیوند فسفودی‌استر (در این فرایند مولکول آب مصرف و تولید می‌شود) + ثابت ماندن طول فام‌تن‌های هم‌تا
- ✗ ممکن است رخ بدهد ← تشکیل گامت نوترکیب
- ✗ هیچگاه رخ نمی‌دهد ← جابه‌جایی قطعات بین کروماتیدهای خواهری + جابه‌جایی قطعات بین تترادها.
- ✗ در مردان بین کروموزوم‌های جنسی کراسینگ‌اور رخ نمی‌دهد، چون این دو کروموزوم با هم غیرهم‌تا هستند و کراسینگ‌اور بین کروموزوم‌های هم‌تا رخ می‌دهد.
- ✗ در افراد هاپلوئید مثل زنبور عسل نر، کراسینگ‌اور رخ نمی‌دهد، چون اصلن کروموزوم هم‌تا ندارند تا کراسینگ‌اور بین آن‌ها انجام شود.

### ۳۹- کدام عبارت، بر اساس تعریف ارنست مایر از گونه همواره درست است؟

- (۱) دو فرد هم‌گونه قطعاً با هم آمیزش می‌کنند.
  - (۲) دو فرد غیرهم‌گونه نمی‌توانند با هم آمیزش کنند.
  - (۳) زاده‌های حاصل از آمیزش دو فرد هم‌گونه، زایا هستند.
  - (۴) در صورت زیستابودن زاده حاصل از یک آمیزش، قطعاً والدین هم‌گونه هستند.
- گزینه ۳ (۱۲۴- سخت - مفهومی)
- یکی از تعاریف رایج برای گونه تعریفی است که ارنست مایر ارائه کرده است و برای جاندارانی کاربرد دارد که تولیدمثل جنسی دارند: «گونه در زیست‌شناسی به جاندارانی گفته می‌شود که می‌توانند در طبیعت با هم آمیزش کنند و زاده‌های زیست‌زا و زایا به وجود آورند ولی نمی‌توانند با جانداران دیگر آمیزش موفقیت‌آمیز داشته باشند»
- آمیزش موفقیت‌آمیز: آمیزشی است که به تولید زاده‌های زیست‌زا و زایا منجر شود.
- زیست‌زا: به جاندارانی گفته می‌شود که زنده می‌ماند و زندگی طبیعی خود را ادامه می‌دهد.

### بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۱) دو فرد هم‌گونه در صورتی که بالغ و غیرهم‌جنس باشند، با هم می‌توانند آمیزش داشته باشند. در ضمن، دو فرد هم‌گونه در طبیعت، ممکن است هیچگاه فرصت آمیزش با یکدیگر را نداشته باشند، (مثلاً مرغی در فرانسه و خروسی در ایران! اما هم‌گونه‌اند، چون به‌طور بالقوه توانایی آمیزش و تولید زاده‌های زیست‌زا و زایا دارند)
- (۲) از نظر ارنست مایر دو فرد غیرهم‌گونه نمی‌توانند با هم آمیزش موفقیت‌آمیز داشته باشند نه اینکه نتوانند با هم آمیزش کنند!
- (۴) از نظر ارنست مایر در صورتی که زاده حاصل از آمیزش زیست‌زا و زایا باشد، قطعاً والدین هم‌گونه هستند.

### ۴۰- در هر نوع گونه‌زایی که ..... رخ می‌دهد، قطعاً .....

- (۱) بدون نیاز به جدایی جغرافیایی - کاهش شارش نقش مهمی در جدایی تولیدمثلی دارد.
  - (۲) در پی اثر جهش بر خزانه ژنی جمعیت - جدایی جغرافیایی نقش مؤثری در کاهش شارش ژنی دارد.
  - (۳) بر اثر جدایی جغرافیایی - بیش از یک عامل برهم‌زننده تعادل در تغییر خزانه ژنی جمعیت‌ها نقش دارد.
  - (۴) در پی جدایی تولیدمثلی در بین ساکنان یک زیستگاه - افراد گونه جدید قادر به آمیزش با گونه نیایی خود نیستند.
- گزینه ۳ (۱۲۴- سخت - مفهومی)



گونه‌زایی دگر میهنی بر اثر جدایی جغرافیایی رخ می‌دهد. در این نوع گونه‌زایی، سدهای جغرافیایی ارتباط دو قسمت را که قبلاً به یک جمعیت تعلق داشتند، قطع می‌کنند و بین آنها دیگر شارش ژن صورت نمی‌گیرد. بر اثر وقوع پدیده‌هایی همچون جهش، نوترکیبی و انتخاب طبیعی به تدریج دو جمعیت با یکدیگر متفاوت می‌شوند.

### بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) گونه‌زایی هم‌میهنی بدون نیاز به جدایی جغرافیایی رخ می‌دهد. در این نوع گونه‌زایی، جدایی تولیدمثلی در یک نسل و به علت جهش رخ می‌دهد؛ نه توقف شارش و ..!

(۲) در گونه‌زایی هم‌میهنی که در پی جهش رخ می‌دهد، جدایی جغرافیایی نقشی ندارد.

(۴) گونه‌زایی هم‌میهنی در پی جدایی تولیدمثلی در بین ساکنان یک زیستگاه انجام می‌گیرد. پیدایش گیاهان چندلادی مثالی از گونه‌زایی هم‌میهنی است. در گیاهان گل‌مغربی، گونه ۴n توانایی آمیزش با گونه نیایی خود یعنی ۲n را دارد ولی این آمیزش موفقیت‌آمیز نیست؛ چون منجر به ایجاد زاده‌ی زایا نمی‌شود.

### گونه‌زایی

یکی از تعاریف رایج برای گونه، تعریف ارنست مایر و برای جاندارانی کاربرد دارد که تولیدمثل جنسی دارند. پس هواسـت باشـه که برای پروکاریوت‌ها کاربرد نداره.

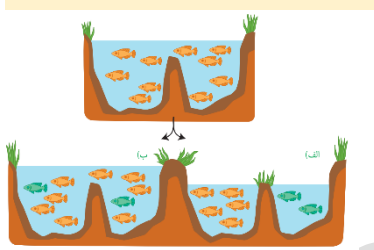
طبق این تعریف، گونه در زیست‌شناسی به جاندارانی گفته می‌شود که می‌توانند در طبیعت با هم آمیزش کنند و زاده‌های زیست و زایا به وجود آورند ولی نمی‌توانند با جانداران دیگر آمیزش موفقیت‌آمیز داشته باشند.

هواسـت باشـه که در تعریف ارنست مایر از گونه علاوه بر لزوم تولیدمثل جنسی، جاندار باید دگرلقاهی داشته باشه؛ پس می‌تونیم بگیم که گونه‌های مختلف کرم‌کبر به دلیل دگرلقاهی و بکرزایی به دلیل عدم انجام لقاح، با اون تعریف قابل توفیه نیستند.

زیست به جاندارانی گفته می‌شود که زنده می‌ماند و به زندگی طبیعی خود ادامه می‌دهد.

هواسـت باشـه آمیزش موفقیت‌آمیز، آمیزشی است که به تولید زاده‌های زیست و زایا منجر می‌شود.

اگر میان افراد یک گونه جدایی تولیدمثلی رخ دهد آنگاه خزانه‌زنی آنها از یکدیگر جدا و احتمال تشکیل گونه جدید فراهم می‌شود.



جدایی تولیدمثلی یعنی وجود عواملی که مانع آمیزش بعضی از افراد یک گونه با بعضی دیگر از افراد همان گونه می‌شوند.

سازوکارهایی که باعث ایجاد گونه‌های جدید می‌شوند:

(۱) گونه‌زایی دگر میهنی ← در آن جدایی جغرافیایی رخ می‌دهد.

(۲) گونه‌زایی هم‌میهنی ← در آن جدایی جغرافیایی رخ نمی‌دهد.

### گونه‌زایی دگر میهنی

| علت                                                                                                                                                                                      | روند گونه‌زایی دگر میهنی در یک جمعیت |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| رخدادهای زمین‌شناختی و سدهای جغرافیایی                                                                                                                                                   | تقسیم جمعیت به دو قسمت جداگانه       |
| مثلاً در اثر سدهای جغرافیایی مثل پدیده کوه‌زایی، ممکن است در یک منطقه کوه، دره و یا دریاچه ایجاد شود، در نتیجه یک جمعیت به دو قسمت تقسیم می‌شود و اینجوری ارتباط آن‌ها با هم قطع می‌شود. | قطع ارتباط دو قسمت و ایجاد دو جمعیت  |
| مثلاً ← ۱ جهش ۲ نوترکیبی ۳ انتخاب طبیعی                                                                                                                                                  | ایجاد تفاوت در جمعیت‌ها              |
| ۱ عدم امکان شارش ژن ۲ فعالیت عوامل ایجادکننده تفاوت در جمعیت‌ها                                                                                                                          | افزایش تفاوت در جمعیت‌ها             |
| با افزایش تفاوت‌ها حتی اگر دو جمعیت در کنار هم قرار گیرند دیگر آمیزشی بین آن‌ها رخ نخواهد داد. مثلاً زمان تولیدمثل آنها فرق خواهد کرد. در این حالت آن‌ها دو گونه مجزا محسوب می‌شوند.     | گونه‌زایی (پیدایش گونه جدید)         |
| در گونه‌زایی دگر میهنی دقت کنید که اگر جمعیتی که از جمعیت اصلی جدا شده است کوچک باشد، آن وقت اثر رانش ژن را نیز باید در نظر گرفت چرا که باعث افزایش تفاوت بین دو جمعیت می‌شود.           |                                      |



## گونه‌زایی هم‌میهنی

اگر بین جمعیت‌هایی که در یک زیستگاه زندگی می‌کنند، جدایی تولیدمثلی اتفاق بیفتد، در این شرایط گونه جدیدی حاصل می‌شود.

در این نوع گونه‌زایی برخلاف گونه‌زایی دگرمیهنی، جدایی جغرافیایی رخ نمی‌دهد.

هواست باشد که در گونه‌زایی دگرمیهنی، جدایی جغرافیایی و در گونه‌زایی هم‌میهنی، جدایی تولیدمثلی وجود دارد. امان از این جدایی!!

علت جدایی تولیدمثلی: خطاهای میوزی و تشکیل گامت‌های غیرطبیعی.

مثال: پیدایش گیاهان چندلادی (پلی‌پلوئیدی) بر اثر خطای میوزی

چندلادی به تولید گیاهانی منجر می‌شود که زیست و زایا هستند اما نمی‌توانند در نتیجه آمیزش با افراد گونه نیایی خود، زاده‌های زیست و زایا پدید آورند و بنابراین گونه‌ای جدید به شمار می‌آیند.

جدا نشدن فام‌تن‌ها در میوز به تشکیل گامت‌هایی با عدد فام‌تنی غیرطبیعی منجر می‌شود و اگر این گامت‌ها با گامت طبیعی لقاح کنند، تخم طبیعی تشکیل نخواهد شد.

☑ اگرچه تقسیم یاخته‌ای با دقت زیاد انجام می‌شود، ولی به‌ندرت ممکن است اشتباهاتی در روند تقسیم رخ دهد. چندلادی (پلی‌پلوئیدی) شدن و با هم ماندن کروموزوم‌ها، نمونه‌هایی از این خطاهای میوزی هستند.

☑ پلی‌پلوئیدی شدن: اگر در مرحله آنافاز همه کروموزوم‌ها بدون این که از هم جدا شوند به یک یاخته بروند، آن یاخته دو برابر کروموزوم خواهد داشت و یاخته دیگر فاقد کروموزوم خواهد بود. در آزمایشگاه می‌توان با تخریب رشته‌های دوک تقسیم این وضعیت را ایجاد کرد.

☑ به یاخته یا جاندار که یاخته‌های آن بیش از دو دست کروموزوم داشته باشند، چندلاد (پلی‌پلوئید) گفته می‌شود؛ مثلاً گندم زراعی ۶n و موز ۳n کروموزوم‌اند.

☑ باهم ماندن کروموزوم‌ها: در این حالت، یک یا چند کروموزوم در مرحله آنافاز (میتوز و یا میوز) از هم جدا نمی‌شوند. بنابراین، در یاخته‌های حاصل، کاهش یا افزایش یک یا چند کروموزوم مشاهده می‌شود. نمونه این حالت نشانگان داون است. در افراد مبتلا به نشانگان داون، از کروموزوم شماره ۲۱، سه نسخه وجود دارد.

## ۴۱- کدام گزینه، درباره نوعی گل مغربی درست است که در طی بررسی‌های هوگو دوری ظاهری متفاوت با بقیه گل‌ها داشت؟

(۱) به‌طور طبیعی می‌تواند از آمیزش دو گیاه غیرهم‌گونه پدید آید.

(۲) در بافت آندوسپرم دانه خود، یاخته‌هایی با ۴ مجموعه کروموزومی دارد.

(۳) فقط از لقاح بین گامت‌هایی که تعداد مجموعه کروموزومی یکسانی دارند، پدید می‌آید.

(۴) در صورت آمیزش با گیاهان مغربی سه‌لاد (تریپلوئید) قطعاً زاده‌هایی نازا و نازیستا تولید می‌کند.

گزینه ۳ (۱۲۴- سخت- مفهومی)

در اوایل دهه ۱۹۰۰ دانشمندی به نام هوگو دوری که با گیاهان گل مغربی ( $2n=14$ ) کار می‌کرد متوجه شد که یکی از گل‌های مغربی ظاهری متفاوت با بقیه دارد. وی با بررسی فام‌تن‌های آن دریافت که این گیاه به جای ۱۴ فام‌تن، ۲۸ فام‌تن دارد و بنابراین چارلاد (تتراپلوئید) ( $4n$ ) است. یک گیاه  $4n$  از لقاح گامت‌های دولاد ( $2n$ ) ایجاد می‌شود.

گل تتراپلوئید، از سه راه می‌تواند تولید شود که در هر سه راه، گامت‌های دیپلوئید با هم لقاح می‌کنند:

۱- در پی خطای میوزی و تولیدمثل گیاهان دیپلوئید (وقوع خطای میوزی) ایجاد گامت بدون کاهش در تعداد فام‌تن‌ها < خودلقاحی > تشکیل تخم چارلاد

۲- در پی خودلقاحی یک گیاه چارلاد (تتراپلوئید)

۳- در پی دگرلقاحی گیاهان چارلاد (تتراپلوئید)

## بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) گیاه  $4n$  و  $2n$  دو گیاه غیر هم‌گونه هستند که از آمیزش آنها گیاهی  $3n$  پدید می‌آید که نازا است.

(۲) بافت آندوسپرم از تقسیمات میتوزی تخم ضمیمه ایجاد می‌شود. در گیاه  $4n$  یاخته تخم ضمیمه  $6n$  خواهد بود.

(۴) گیاه گل مغربی سه‌لاد (تریپلوئید) نازا است در نتیجه نمی‌تواند با سایر گیاهان گل مغربی آمیزش انجام دهد.

## ۴۲- در انسان برای صفت بیماری مستقل از جنس کم خونی ناشی از گویچه‌های قرمز داسی شکل با فرض این که پدر سالم و مقاوم نسبت به بیماری مالاریا و مادر بیمار باشد امکان متولد شدن فرزندی با کدام ژن‌نمود غیرممکن خواهد بود؟

(۱) فرزندی با ژن‌نمود پدر

(۲) فرزندی با ژن‌نمود مادر

(۳) پسری سالم با ژن‌نمود خالص

پاسخ: گزینه ۳ (۱۲۴- سخت- ترکیبی)



در انسان برای صفت بیماری مستقل از جنس (پسر یا دختر بودن تأثیری در این صفت ندارد و در حل سوال تفاوتی ایجاد نمی‌کند). کم خونی ناشی از گویچه‌های قرمز داسی شکل، دو نوع دگره  $Hb^A$  (سالم) و  $Hb^S$  (بیماری‌زا) وجود دارد.

ژنوتیپ پدر:  $Hb^S Hb^A$

ژنوتیپ مادر:  $Hb^S Hb^S$

کل ژنوتیپ‌های محتمل برای فرزندان:  $Hb^S Hb^S$  و  $Hb^S Hb^A$

با توجه به توضیحات بالا، از آن‌جاکه مادر حتماً دگره بیماری‌زا را به پسر منتقل می‌کند، امکان تولد فرزندی سالم با ژنوتیپ خالص وجود ندارد.

### بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۱) مادر دگره بیماری‌زا را انتقال می‌دهد، اگر پدر دگره سالم را انتقال دهد آن‌گاه فرزندی با ژنوتیپ پدر متولد خواهد شد.
- (۲) مادر دگره بیماری‌زا را انتقال می‌دهد، اگر پدر دگره بیماری‌زا را انتقال دهد آن‌گاه فرزندی با ژنوتیپ مادر متولد خواهد شد.
- (۴) در مورد دختر: مادر دگره بیماری‌زا را انتقال می‌دهد، اگر پدر دگره بیماری‌زا را انتقال دهد، دختر بیمار خواهد بود.
- در مورد پسر: مادر دگره بیماری‌زا را انتقال می‌دهد، اگر پدر دگره سالم را انتقال دهد، پسر سالم و نسبت به بیماری مالاریا مقاوم خواهد بود.

### ۴۳- کدام گزینه، عبارت زیر را به نادرستی، کامل می‌کند؟

« در گیاه گل مغربی دارای ژنوتیپ ..... در یاخته‌های ..... اگر در مراحل ساخت گامت ..... »

- (۱)  $AaBb$  - بافت خورش - فام‌تن‌ها در میوز ۲ جدا نشوند، ممکن است هیچ گامتی دگره بارز و نهفته را با هم نداشته‌باشد.
- (۲)  $aabb$  - برگ - فام‌تن‌ها در میوز ۱ جدا نشوند، نصف یاخته‌های حاصل از تقسیم یاخته بافت خورش، هیچ اللی ندارند.
- (۳)  $AAaaBBBB$  - کیسه گرده - مشکلی پیش نیاید، دانه گرده رسیده قطعاً دو یاخته  $2n$  خواهد داشت.
- (۴)  $aaaaBBbb$  - پرچم - مشکلی پیش نیاید، هر یاخته سازنده لوله گرده، حداکثر سه ال نهفته دارد.

پاسخ: گزینه ۴ (۱۲۴ - سخت - ترکیبی)

ژنوتیپ  $aaaaBBbb$  مربوط به گیاهی  $4n$  است. یاخته  $4n$  کیسه گرده تقسیم میوز کرده و ۴ یاخته  $2n$  می‌سازد. هر کدام از این‌ها هم میتوز کرده و دو یاخته می‌سازند با ژنوتیپ یکسان که یکی از آن‌ها یاخته رویشی (سازنده لوله گرده) است. این یاخته‌ها از بابت صفت اول حتماً دو ال  $a$  دارند. برای صفت دوم اگر در طی میوز ۲ فام‌تن‌های دارای  $b$  همگی در یک یاخته قرار بگیرند، دو یاخته از ۴ گرده نارس  $bb$  دارند. پس در مجموع این‌ها ۴ دگره نهفته دارند که در طی میتوز این ۴ دگره نهفته هم در یاخته رویشی و هم در یاخته زایشی مشاهده می‌شوند.

### بررسی سایر گزینه‌ها:

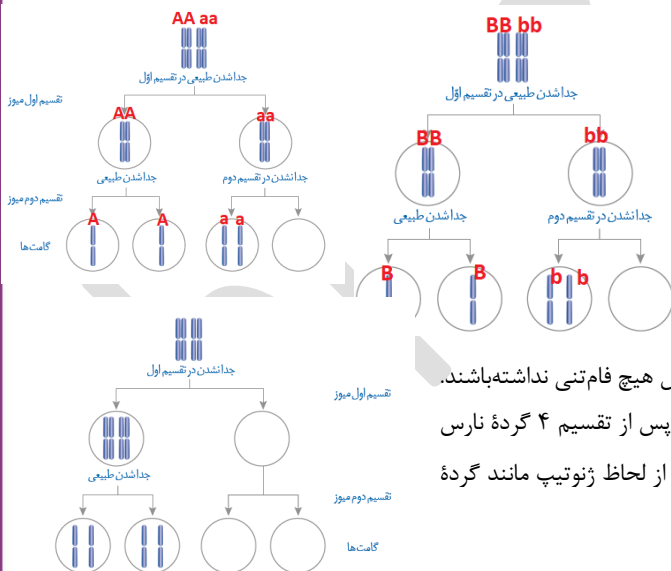
- (۱) ژنوتیپ  $AaBb$  نشان‌دهنده گیاه دیپلوئید است. اگر آرایش ال‌ها مطابق شکل مقابل پیش رود، فرض این گزینه درست خواهد بود. صفت اول و دوم جداگانه نشان داده شده‌اند. گامت دوم از سمت راست در هر شکل این شرط را دارد. (در واقع این دو شکل یک شکل واحد هستند که باید در مرحله اول باید ۴ فام‌تن مضاعف داشته‌باشد اما برای شلوغ‌نشدن شکل، جداگانه نشان داده شده‌اند).

- (۲) مطابق شکل، با هم ماندن فام‌تن‌ها در میوز ۱ باعث می‌شود که نصف گامت‌های حاصل هیچ فام‌تنی نداشته‌باشند.
- (۳) ژنوتیپ  $AAaaBBBB$  مربوط به گیاهی  $4n$  است. اگر یاخته کیسه گرده  $4n$  باشد، پس از تقسیم ۴ گرده نارس دیپلوئید می‌سازد که هر کدام از آن‌ها هم با میتوز، ۲ یاخته رویشی و زایشی می‌سازد که از لحاظ ژنوتیپ مانند گرده نارس اند.

### ۴۴- کدام گزینه، درست است؟

- (۱) هر جانور حاصل از گونه‌زایی، به علت وجود نوعی سد تولیدمثلی قادر به آمیزش با گونه نیایی خود نیست.
- (۲) جداسدن خزانه‌های ژنی افراد متعلق به یک گونه، همواره شرایط را برای تشکیل گونه جدید فراهم می‌کند.
- (۳) هر دو فرد هم‌گونه و غیرهم‌جنس در طبیعت می‌توانند ضمن آمیزش، زاده‌هایی با توانایی تولیدمثل ایجاد کنند.
- (۴) پیدایش گیاهان پلی‌پلوئیدی از گونه نیایی خود، همواره به دنبال تقسیمی رخ می‌دهد که با عدم کاهش عدد کروموزومی همراه است.

پاسخ: گزینه ۴ (۱۲۴ - سخت - مفهومی)



پیدایش گیاهان پلی‌پلوئیدی به دنبال تقسیم میوز با اختلال با هم ماندن کروموزوم‌ها صورت می‌گیرد. در این حالت تقسیم میوز بدون کاهش عدد کروموزومی انجام می‌شود. مثلاً گیاهان گل مغربی  $2n = 14$  در نتیجه تقسیم میوز با اختلال با هم ماندن کروموزوم‌ها، گامتی با  $2n = 14$  تولید می‌کنند. از ادغام این گامت‌های نر و ماده گل مغربی  $4n = 28$  ایجاد می‌شود.

### بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۱) جانور حاصل از گونه‌زایی، قادر به آمیزش موفقیت‌آمیز با گونه نیایی خود نیست! مثلاً گل مغربی تتراپلوئید می‌تواند با گونه نیایی خود (گیاه دیپلوئید) آمیزش کند، اما زاده‌های آن‌ها نازا هستند. پس این آمیزش موفقیت‌آمیز نیست.
- (۲) به طور مثال اگر جمعیت مرغ‌های شیراز را نصف کنیم و نصف آن را به تهران منتقل کنیم، خزانه ژنی آن‌ها از هم جدا می‌شود. اما الزاماً گونه‌زایی رخ نمی‌دهد!
- (۳) بعضی جانوران به طور طبیعی نازا هستند، مانند زنبورهای ماده کارگر! از طرفی افراد نابالغ در جمعیت قادر به تولیدمثل نیستند.

۴۵- چند مورد، برای تکمیل عبارت زیر نامناسب است؟

«به طور طبیعی در صورتی که از آمیزش دو فرد، جاننداری ..... متولد شود، قطعاً .....»

الف - نازا - آن دو فرد به دو گونه مختلف تعلق دارند.

ب - زیستا - آن دو فرد به یک جمعیت تعلق دارند.

ج - زایا - خزانه ژنی دو گونه با هم ادغام می‌شود.

د - زایا و نازیستا - آن دو فرد غیرهم گونه‌اند.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

پاسخ: گزینه ۴ (۱۲۴ - متوسط - ترکیبی)

همه موارد عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

### بررسی همه موارد:

- الف) از آمیزش زنبورهای عسل نر و ملکه، زنبورهای ماده کارگری ایجاد می‌شوند که نازا هستند ولی این زنبورها هم گونه هستند.
- ب) از آمیزش دو فرد غیرهم گونه ممکن است جاننداری زیستا و نازا به وجود آید.
- ج) جاندار زایا می‌تواند از آمیزش دو فرد هم گونه ایجاد شود. در ضمن هیچگاه خزانه ژنی دو گونه با هم ادغام نمی‌شود.
- د) جاندار نمی‌تواند نازیستا و زایا باشد؛ چون اول باید رشد کند، بزرگ شود تا به سن بلوغ برسد!

## نکات پرتکرار فصل ۴ دوازدهم

### گفتار یک

۱- جهش در توالی‌های تنظیمی دنا، بر مقدار محصول فرایند رونویسی موثر است نه توالی محصول!

۲- اگر ژنی در یک یاخته خاموش باشد، در صورت جهش در آن، اثری در یاخته مشاهده نمی‌شود ولی اگر یاخته تقسیم شود، ممکن است این ژن جهش‌یافته در یاخته حاصل، بیان شود و در آن صورت، اثر جهش بروز می‌یابد.

۳- \***حواستون باشه!** جانشینی یک نوکلئوتید در یک رشته دنا موجب جانشینی نوکلئوتید در رشته مقابل نیز می‌شود، در نتیجه اگر جهشی در رشته رمزگذار یک ژن رخ بدهد، رشته الگو هم تغییر می‌یابد و در نهایت مولکول حاصل از رونویسی هم دچار تغییر می‌شود.

۴- در ژن رشته بتای هموگلوبین دو رشته دنا وجود دارد. در یکی از این رشته‌ها نوکلئوتید آدنین‌دار به جای نوکلئوتید تیمین‌دار قرار گرفته و در رشته مقابل نیز برای جبران، نوکلئوتید تیمین‌دار به جای نوکلئوتید آدنین‌دار قرار می‌گیرد.

۵- در دختران، بین میوز ۱ و ۲، زمانی طولانی وجود دارد. در این افراد، جهش مضاعف‌شدگی در یاخته‌های اووسیت‌اولیه می‌تواند رخ دهد نه اووسیت‌های ثانویه!

۶- هر یاخته‌ای که جهش مضاعف‌شدگی دارد، لزومن نمی‌تواند کراسینگ‌اور هم داشته باشد. \***حواستون باشه!** کراسینگ‌اور در پروفازا میوز رخ می‌دهد.

🎯 در جهش مضاعف‌شدگی بین دو فام‌تن همتا، یک قطعه جابه‌جا می‌شود ولی در کراسینگ‌اور، بین این دو فام‌تن همتا، قطعاتی (دو قطعه) جابه‌جا می‌شود.

۷- در کم‌خونی داسی‌شکل در ژن جهش‌یافته، تعداد پیوندهای هیدروژنی قبل و بعد از جهش، ثابت است.

۸- در افراد سالم و مبتلا کم‌خونی داسی‌شکل تعداد نوکلئوتیدهای تیمین‌دار درون دنا تفاوتی ندارد!

۹- جهش‌های کوچک به سه گروه جانشینی، حذف و اضافه تقسیم می‌شوند که هر سه می‌تواند باعث تغییر طول رشته پلی‌پپتید گردد.



۱۰- هر جهش بزرگ با شکسته شدن پیوند فسفودی‌استر در مولکول دنا همراه نیست. مثلن جهش‌های عددی!

 هر جهش بزرگ، منجر به تغییر در ژنوم نمی‌شود. مثلن جهش عددی.

۱۱- در جهش خاموش در توالی آمینواسیدها تغییری ایجاد نمی‌شود و تنها رمز یک آمینواسید به رمز دیگری برای همان آمینواسید تبدیل می‌شود.

۱۲- جهش اگر در یاخته‌های پیکری رخ دهد نمی‌تواند از طریق گامت‌ها به نسل بعد منتقل شود.

۱۳- \***حواستون باشه!** در جهش مضاعف‌شدگی و جابه‌جایی بین دو فام‌تن، هر چند تعداد ژن‌های فام‌تن‌ها تغییر می‌کند ولی تعداد ژن‌های یاخته می‌تواند تغییر نکند.

۱۴- جهش حذف و اضافه می‌تواند با ایجاد کدون پایان زودرس در کاهش طول رشته پلی‌پپتید حاصل از بیان ژن موثر باشد.

۱۵- جهش در توالی‌های بین ژنی که از روی آنها رونویسی رخ نمی‌دهد، در توالی پلی‌پپتید اثری ندارد زیرا از روی آنها رنایی ساخته نمی‌شود.

۱۶- در جهش دوپار تیمین:

☒ دو باز آلی تیمین مجاور در یکی از رشته‌های دنا با دو پیوند اشتراکی به هم متصل می‌شوند.

☒ این جهش موجب اختلال در فعالیت آنزیم دنباسپاراز می‌شود.

☒ در این جهش طول و توالی دنا تغییر نمی‌کند.

۱۷- جهش حذف غالب منجر به مرگ یاخته جهش یاخته می‌شود نه همیشه!

۱۸- اگر در جهش واژگونی جای سانترورم در کروموزوم تغییر کند ممکن است در کاربوتیپ قابل تشخیص باشد، در جهش واژگونی تعداد و اندازه کروموزوم تغییر نمی‌کند.

### گفتار دو

۱- انتخاب طبیعی با تغییر دادن فراوانی نسبی ال‌ها و ژنوتیپ‌های جمعیت، باعث خارج شدن آن از تعادل می‌شود.

۲- \***حواستون باشه!** جمعیتی متعادل است که در آن، فراوانی نسبی ال‌ها یا ژنوتیپ‌ها از نسلی به نسل دیگر ثابت است.

 در دو نسل مختلف، تعداد ال‌ها می‌تواند متفاوت باشد ولی فراوانی نسبی تغییری نکرده باشد.

۳- آرایش تتراده‌ها در متافاز ۱ میوز تعیین می‌کند که هر گامت کدام کروموزوم‌های والد را به فرزند منتقل می‌کند.

۴- \***حواستون باشه!** انتخاب طبیعی، ایجادکننده نیست!

۵- در مناطقی که مالاریا شیوع می‌یابد، افراد ناقل بیماری کم‌خونی داسی‌شکل توسط انتخاب طبیعی برگزیده می‌شوند و فراوانی آنها در جمعیت افزایش می‌یابد. افزایش فراوانی افراد ناخالص از یک سو باعث افزایش فراوانی ال بیماری کم‌خونی داسی‌شکل و از سوی دیگر موجب کاهش فراوانی افراد خالص می‌شود.

۶- انتخاب طبیعی با انتخاب افراد دارای سازگاری بیشتر، سبب کاهش گوناگونی و تنوع در جمعیت می‌شود و در نتیجه قدرت بقای جمعیت در شرایط متغیر را کاهش می‌دهد.

۷- رانش دگره‌ای فرایندی تصادفی است و می‌تواند فراوانی دگره‌های سازگار و یا ناسازگار را تغییر دهد.

۸- کراسینگ‌اور در پروفازا ۱ رخ می‌دهد و اگر قطعات مبادله شده دارای دگره‌های متفاوتی باشند، می‌توانند سبب نوترکیبی شود. \***حواستون باشه!** هر وقت قطعاتی بین کروماتیدهای غیرخواهری کروموزوم‌های هم‌تا جابه‌جا شود، کراسینگ‌اور صورت گرفته و این موضوع ارتباطی به تفاوت یا مشابه بودن ال‌های جابه‌جا شده ندارد!

۹- کراسینگ‌اور از عوامل حفظ گوناگونی در جمعیت‌هاست. گوناگونی سبب افزایش سازگاری جمعیت با شرایط می‌شود و می‌تواند توان بقای جمعیت را افزایش دهد.

۱۰- انتخاب طبیعی و آمیزش غیرتصادفی وابسته به فنوتیپ افراد جمعیت است.

 در بین عوامل برهم‌زننده تعادل در جمعیت، آمیزش غیرتصادفی نمی‌تواند در هر جمعیتی انجام بگیرد. مثلن در جمعیت‌هایی که فقط تولیدمثل غیرجنسی دارند.

۱۱- اگر فردی کاملن خالص باشد، کروموزوم‌های هم‌تایش همگی دارای ال‌های مشابه هستند و کراسینگ‌اور موجب بروز نوترکیبی نمی‌شود.

۱۲- \***حواستون باشه!** کراسینگ‌اور سبب تغییر در تعداد و اندازه کروموزوم‌ها نمی‌شود به همین دلیل در کاربوتیپ قابل تشخیص نیست!

۱۳- افزودن دگره جدید به جمعیت، به دنبال جهش و شارش ژن رخ می‌دهد. ولی \***حواستون باشه!** ایجاد ال جدید فقط توسط جهش صورت می‌گیرد.

۱۴- فرد دارای ژن نمود ناخالص برای بیماری کم‌خونی داسی‌شکل، در محیطی که اکسیژن کم است بدون وجود انگل مالاریا نیز دارای گویچه قرمز داسی‌شکل می‌گردد.

۱۵- عامل مالاریا بخشی از چرخه زندگی خود را درون گویچه قرمز طی می‌کند.

۱۶- در رانش ژن، فراوانی ال‌ها تغییر می‌کند اما به سازش نمی‌انجامد.

۱۷- عامل بیماری مالاریا، نوعی انگل قابل فاگوسیتوز است. اتوزینوفیل‌ها انگل‌هایی مثل لارو یا کرم را احاطه می‌کنند و محتویات دانه‌های خود را روی آن می‌ریزند.

۱۸- در هر جمعیت ژن‌هایی که به نسل بعد می‌رسند لزومن ژن‌های سازگارتر نیستند؛ چون ممکن است بعضی افراد فرزندان بیشتری نسبت به بقیه یا اینکه اصلا فرزندی نداشته باشند.



۱۹- \***حواستون باشه!** آمیزش‌های تصادفی سبب حفظ فراوانی نسبی ال‌ها و ژن‌نمودها از نسلی به نسل دیگر می‌شوند.

۲۰- شارش ژن می‌تواند سبب کاهش یا افزایش تفاوت میان افراد یک جمعیت شود.

۲۳- در آمیزش غیرتصادفی، جانوران جفت خود را براساس ویژگی‌های ظاهری و رفتاری انتخاب می‌کنند.

#### گفتار سه

۱- گل مغربی به صورت دولاد و چارلاد در طبیعت وجود دارد.

۲- از آمیزش گل مغربی دولاد با گل مغربی چهارلاد:

☒ اگر گیاه ماده، چهارلاد باشد و گیاه نر دولاد  $\rightarrow$  تخم ضمیمه به صورت  $5n$  خواهد بود و سه نوع عدد کروموزومی در یاخته‌ها مشاهده می‌شود. (تخم اصلی  $3n$ ، تخم ضمیمه  $5n$  و پوسته دانه  $4n$  است)

☒ تخم اصلی به صورت  $3n$  خواهد بود که از تقسیم میتوزی یاخته کوچک‌تر حاصل از تقسیم آن، رویان ایجاد می‌شود.

☒ اگر گیاه ماده دولاد و گیاه نر چهارلاد باشد  $\rightarrow$  تخم ضمیمه به صورت  $4n$  خواهد بود.

۳- در گونه‌زایی دگرمیهنی که به دلیل جدایی جغرافیایی رخ می‌دهد، در ابتدا شارش ژنی متوقف می‌شود.

۴- با هم ماندن کروموزوم‌های جنسی پدر در آنافاز I میوز سبب ایجاد ژن‌نمود  $XXY$  می‌شود و اگر در آنافاز II میوز پدر با هم ماندن رخ دهد، سبب ایجاد ژن‌نمودهای  $XXX$  یا  $YYY$  می‌شود. با هم ماندن کروموزوم‌ها در میوز I یا II مادر می‌تواند سبب ایجاد ژن‌نمود  $XXX$  در فرزند دختر و ژن‌نمود  $XXY$  در فرزند پسر گردد.

۵- گونه‌زایی دگرمیهنی با یک سد جغرافیایی شروع می‌شود که بین آنها جدایی تولیدمثلی رخ می‌دهد اما این جدایی بین افراد یک گونه است ولی در انتهای گونه‌زایی، جدایی تولیدمثلی موفق بین دو گونه دیده می‌شود.

۶- نوترکیبی از عوامل موثر در تداوم گوناگونی در جمعیت است و در گونه‌زایی دگرمیهنی نقش دارد.

۷- در هر دو نوع گونه‌زایی دگرمیهنی و هم‌میهنی، جهش دارای نقش است.

۸- در گل‌های مغربی مورد مطالع دووری، گونه‌زایی هم‌میهنی رخ داد.

۹- در گونه‌زایی هم‌میهنی جدایی زیستگاهی رخ نمی‌دهد. در هر دو نوع گونه‌زایی، خطای میوزی و جهش می‌تواند اتفاق بیفتد.

