

## تغییر در اطلاعات وراثتی

پایداری اطلاعات در سامانه‌های زنده، یکی از ویژگی‌های ماده وراثتی است اما در عین حال، ماده وراثتی به طور محدود تغییرپذیر است. این تغییرپذیری باعث ایجاد گوناگونی می‌شود و چنان که خواهیم دید توان بقای جمعیت‌ها را در شرایط متغیر محیط افزایش می‌دهد و زمینه تغییر گونه‌ها را فراهم می‌کند.

## تغییر در ماده وراثتی جانداران

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

۱- **تغییرات مفید:** تغییراتی است که موجب افزایش شانس بقا یا زادآوری در زندگی جانور می‌شود.

۲- **تغییرات مضر:** تغییراتی است که موجب کاهش شانس بقا یا زادآوری جانور می‌شود.

۳- **تغییرات خنثی:** تغییراتی است که در روند زندگی جانور تأثیری ندارد.

## جهش

در فصل ۲ با کم خونی ناشی از گویچه‌های قرمز داسی‌شکل آشنا شدیم و دیدیم که علت این بیماری، تغییر شکل در مولکول‌های هموگلوبین است. در این بیماری گلوبول قرمز خون دچار تغییر شده داسی شکل می‌شود. دانشمندان با مقایسه آمینواسیدهای هموگلوبین‌های سالم و تغییر شکل یافته، دریافتند که این دو پروتئین فقط در یک آمینواسید با هم تفاوت دارند. مقایسه ژن‌های هموگلوبین در بیماران و افراد سالم نشان می‌دهد که در رمز مربوط به این آمینواسید، نوکلئوتید A به جای T قرار گرفته است. شگفتا که تغییر در یک نوکلئوتید از میلیون‌ها نوکلئوتید انسان، می‌تواند پیامدی این چنین وخیم را به دنبال داشته باشد. تغییر دائمی در نوکلئوتیدهای ماده وراثتی را جهش می‌نامند.

**نکته:** علت کم خونی داسی شکل جابجایی باز آدنین با تیمین در مولکول دنا می‌باشد که موجب تبدیل رمزه‌ی GAA به GuA به روی مولکول رنای پیک می‌شود و به همراه آن به جای آمینواسید گلوتامیک، آمینواسید و آلین سنتز می‌شود. قرارگیری آمینواسید و آلین به جای گلوتامیک اسید در زنجیره‌ی بتا در هموگلوبین موجب داسی شدن گلوبول قرمز می‌شود.

**نکته:** رمزه‌ی GAA مخصوص آمینواسید گلوتامیک و رمزه‌ی GuA مخصوص آمینواسید و آلین می‌باشد.

## انواع جهش

جهش ممکن است در یک نوکلئوتید رخ داده باشد، اما جهش می‌تواند در اندازه بسیار وسیع‌تری هم رخ دهد. گاهی جهش آن قدر وسیع است که حتی ساختار یا تعداد فام‌تن را تغییر می‌دهد. بر همین اساس، جهش‌ها را به دو گروه کوچک و بزرگ تقسیم می‌کنند.

**جهش‌های کوچک:** این جهش‌ها یک یا چند نوکلئوتید را در برمی‌گیرند. مثال یاخته‌های داسی شکل، نمونه‌ای از جهش کوچک است. در اینجا یک نوکلئوتید، جانشین نوکلئوتید دیگری شده است. این نوع جهش را **جانشینی** می‌نامند. از آن جایی که این جهش سبب تغییر در نوع آمینواسید در زنجیره پلی‌پپتیدی شده است، این نوع جهش



جانشینی را جهش دگر معنا می نامند. به علت وجود رابطه مکملی بین بازها، تغییر در یک نوکلئوتید از یک رشته دنا، نوکلئوتید مقابل آن را در رشته دیگر تغییر می دهد به همین علت، جانشینی در یک نوکلئوتید به جانشینی در یک جفت نوکلئوتید منجر می شود. گاهی جهش، رمز یک آمینواسید را به رمز دیگری برای همان آمینواسید تبدیل می کند. این نوع جهش تأثیری بر پروتئین نخواهد گذاشت. چنین جهشی را جهش خاموش می نامند.

این امکان وجود دارد که جهش جانشینی رمز یک آمینواسید را به رمز پایان ترجمه تبدیل کند که در این صورت پلی پپتید حاصل از آن، کوتاه خواهد شد به این جهش، جهش بی معنا می گویند. جهش بی معنا موجب پایان زودرس در فرآیند ترجمه می شود. جهش های اضافه و حذف، انواع دیگر جهش های کوچک اند. در این جهش ها به ترتیب یک یا چند نوکلئوتید اضافه یا حذف می شود. می دانیم که رمز دنا به صورت دسته های سه تایی از نوکلئوتیدها خوانده می شود. اگر نوکلئوتیدی اضافه یا حذف شود ممکن است پیامد وخیمی داشته باشد. برای درک بهتر موضوع، به این مثال توجه کنید. جمله «این سیب سرخ است» را که با کلمات سه حرفی نوشته شده است، به صورت زیر در نظر بگیرید:

ای ن / س ی ب / س ر خ / ا س ت

اگر یک حرف به جایی درون این جمله اضافه شود چگونه خوانده می شود؟ قرار است این جمله را همچنان به صورت کلمات سه حرفی بخوانیم:

ای ن / ر س ی / ب س ر / خ ا س / ت

می بینیم که جمله معنای خود را از دست می دهد. جهش هایی را که باعث چنین تغییری در خواندن می شوند، جهش تغییر چارچوب خواندن می نامند. توجه کنید جهش های اضافه و حذف، الزاما به تغییر چارچوب نمی انجامند.

**نکته:** جهش تغییر چارچوب به علت جهش های کوچک حذف یا اضافه شدن پدید می آید اما هر حذف یا اضافه شدنی منجر به تغییر چارچوب نمی شود.

**نکته:** نوکلئوتیدهای حذف یا اضافه شده اگر فزایی از سه داشته باشد عوارض کمتری را بروز می دهند.

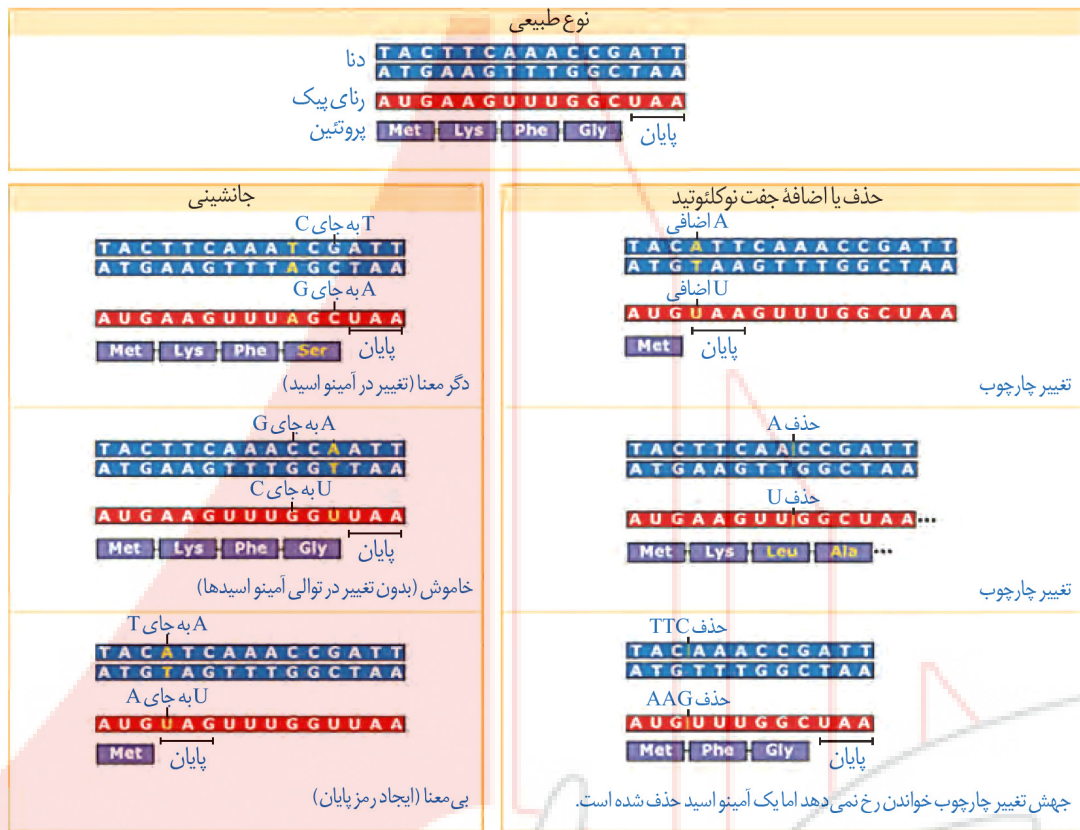
**نکته:** جهش هایی که موجب تبدیل هر رمزه ای به رمزه های uAA و uAG و uGA شود از نوع بی معنا می باشد زیرا رمزه های پایان می آید و فرآیند ترجمه فاتمه می یابد و پلی پپتید حاصل فاقد برخی آمینواسیدها می باشد.

**نکته:** به جهش بی معنا پایان زودرس نیز گفته می شود زیرا زودتر از موعد رمز پایان می آید و فرآیند ترجمه فاتمه می یابد در پایان زودرس طول پپتید کاهش می یابد.

**نکته:** نوعی جهش دگر معنا وجود دارد که رمزه ای پایان به رمزه ای یک آمینواسید تبدیل می شود و فرآیند ترجمه فاتمه نمی یابد به این جهش پایان دیررس می گویند که طول پلی پپتید زیاد می کند.

**نکته:** جهش و تغییر در رمزه ای آغاز موجب عدم سنتز پلی پپتید می شود.





## جهش‌های بزرگ (ناهنجاری‌های فام تنی): جهش ممکن است در مقیاس وسیع‌تری رخ دهد. تا جایی که

به ناهنجاری‌های فام تنی منجر شود. زیست‌شناسان با مشاهده کاربوتیپ می‌توانند از وجود چنین ناهنجاری‌هایی آگاه شوند. در سال گذشته با نشانگان داون آشنا شدید. می‌دانید که مبتلایان به این بیماری یک فام تن ۲۱ اضافی دارند. تغییر در تعداد فام تن‌ها را ناهنجاری عددی در فام تن‌ها می‌نامند. نوع دیگری از ناهنجاری فام‌تنی، ناهنجاری ساختاری است که شامل حذف، جابه‌جایی، مضاعف شدن و واژگونی می‌باشد.

**(۱) حذف:** ممکن است قسمتی از فام‌تن از دست برود که به آن حذف می‌گویند. جهش‌های فام‌تنی حذفی غالباً باعث مرگ می‌شوند. در اثر این جهش طول کروموزوم کاهش می‌یابد.

**(۲) جابه‌جایی:** نوع دیگری از ناهنجاری فام‌تنی است که در آن قسمتی از یک فام‌تن به فام‌تن غیرهمتا یا حتی بخش دیگری از همان فام‌تن منتقل می‌شود. در این جهش یک کروموزوم کوتاه و دیگری بلند می‌شود.

**(۳) مضاعف شدن:** اگر قسمتی از یک فام‌تن به فام‌تن همتا جابه‌جا شود، آن‌گاه در فام‌تن همتا، از آن قسمت دو نسخه دیده می‌شود. به این جهش، مضاعف شدگی می‌گویند. در این جهش یک کروموزوم کوتاه و دیگری بلند می‌شود.

**(۴) واژگونی:** جهت قرارگیری قسمتی از یک فام‌تن در جای خود معکوس می‌شود. در این جهش طول کروموزوم ثابت می‌ماند.



جهش



مثال ۱ - اثر جهش‌های زیر چگونه است؟



۱) AAA → AAG

۲) AAG → ATT

۳) ATT → AAG

۴) CAG → CCC

۵) ATG → AGT

۶) TAC → CTT



## ژنوم (ژنگان):

اینکه جهش چه تأثیری بر عملکرد محصول خود دارد به عوامل مختلفی بستگی دارد. یکی از این عوامل، محل وقوع جهش در ژنگان (ژنوم) است. ژنگان به کل محتوای مادهٔ وراثتی گفته می‌شود و برابر است با مجموع محتوای مادهٔ وراثتی هسته‌ای و سیتوپلاسمی. طبق قرارداد، ژنگان هسته‌ای را معادل مجموعه‌ای شامل یک نسخه از هر یک از انواع فام‌تن‌ها در نظر می‌گیرند. ژنگان هسته‌ای انسان شامل ۲۲ فام‌تن غیرجنسی و فام‌تن‌های جنسی X و Y است. دناى راکیزه، ژنگان سیتوپلاسمی را در ژنگان انسان تشکیل می‌دهد.



**نکته ترکیبی:** گلبول قرمز بالغ فاقد ژنوم است زیرا پس از بلوغ هسته و اندامک‌های خود را از دست می‌دهد. اما گلبول قرمز نابالغ ژنوم دارد اما پس از بلوغ و از دست دادن هسته از مغز استفوان خارج می‌شود.



**نکته ترکیبی:** منابع ژنوم در گیاهان از جانوران متنوع‌تر است زیرا در گیاهان علاوه بر دناى فطى هسته دناى ملقوى راکیزه و دناى ملقوى کلروپلاست نیز وجود دارد.



**نکته ترکیبی:** میزان ژنوم در عضلات مخطط از سایر سلول‌ها بیشتر است زیرا عضلات مخطط چند هسته‌ای می‌باشند.



**نکته ترکیبی:** برای استفراغ ژنوم کامل از اسپرم حداقل دو اسپرم مورد نیاز است زیرا اسپرم‌ها هر کدام فقط یک کروموزوم جنسی دارند و از یکی کروموزوم x و از دیگری کروموزوم y استفراغ می‌شود.



**نکته ترکیبی:** ژنوم سیتوپلاسمی انسان (دناى راکیزه) فقط از مادر به ارث می‌رسد زیرا هنگام لقاح فقط سر اسپرم شرکت می‌کند. سر اسپرم فقط ماوی هسته‌ای آن می‌باشد.

**عوارض جهش:** ژن‌ها فقط بخشی از ژنگان‌اند. ممکن است جهش در توالی‌های بین ژنی رخ دهد. در این صورت بر توالی محصول ژن، اثری نخواهد گذاشت. اگر جهش درون ژن رخ دهد، آن‌گاه پیامدهای آن مختلف خواهد بود. آنزیمی را در نظر بگیرید که در ژن آن جهش جاننشینی رخ داده و رمز یک آمینواسید را به آمینواسید دیگری تبدیل کرده است. آیا این جهش باعث تغییر در عملکرد آنزیم خواهد شد؟ پاسخ این سؤال به محل وقوع تغییر در آنزیم بستگی دارد. اگر جهش باعث تغییر در جایگاه فعال آنزیم شود، آن‌گاه احتمال تغییر عملکرد آنزیم بسیار زیاد است. اما اگر جهش در جایی دور از جایگاه فعال رخ دهد، به طوری که بر آن اثری نگذارد، احتمال تغییر در عملکرد آنزیم کم یا حتی صفر است.

گاهی جهش در یکی از توالی‌های تنظیمی ژن رخ می‌دهد، مثلاً در راه انداز یا افزایشده. این جهش بر توالی پروتئین اثری نخواهد داشت بلکه بر «مقدار» آن تأثیر می‌گذارد. جهش در راه‌انداز یک ژن، ممکن است آن را به راه‌اندازی قوی‌تر یا ضعیف‌تر تبدیل کند و با اثر بر میزان رونویسی از آن، محصول آن را نیز بیشتر یا کمتر کند.

**نکته:** جهش می‌تواند بدون عوارض باشد مانند رف دادن جهش در ژن‌های سازنده‌ی آنزیم در جایی دور از جایگاه فعال اما در صورت وقوع جهش در ژن جایگاه فعال عوارض جهش شدید است.



## علت جهش

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.

جهش، تحت اثر عوامل جهش‌زا هم رخ می‌دهد. عوامل جهش‌زا را می‌توان به دو دسته فیزیکی و شیمیایی تقسیم کرد. پرتوی فرابنفش یکی از عوامل جهش‌زای فیزیکی است. این پرتو، که در نور خورشید وجود دارد، باعث تشکیل پیوند بین دو تیمین مجاور هم می‌شود که به آن دوپار(دیمر) تیمین می‌گویند. از مواد شیمیایی جهش‌زا می‌توان به بنزوپیرن اشاره کرد که در دود سیگار وجود دارد و جهشی ایجاد می‌کند که به سرطان منجر می‌شود.

جهش ممکن است ارثی یا اکتسابی باشد. جهش ارثی از یک یا هر دو والد به فرزند می‌رسد. این جهش در کامه‌ها وجود دارد که پس از لقاح، جهش را به تخم منتقل می‌کنند. در این صورت همهٔ یاخته‌های حاصل از آن تخم، دارای آن جهش‌اند. جهش اکتسابی از محیط کسب می‌شود. مثلاً سیگار کشیدن می‌تواند باعث ایجاد جهش در یاخته‌های دستگاه تنفس شود. سبک زندگی و تغذیه سالم نقش مهمی در پیشگیری از سرطان دارند. ورزش و وزن مناسب، از عوامل مهم در حفظ سلامت‌اند. در سال‌های قبل دیدید که غذاهای گیاهی که پاد اکسنده و الیاف دارند در پیشگیری از سرطان مؤثرند. در عین حال، شیوهٔ فراوری و پخت غذا بر سلامت آن اثر می‌گذارد. تحقیقات نشان داده است در مناطقی که مصرف غذاهای نمک سود یا دودی شده رایج است، سرطان شیوع بیشتری دارد. همچنین، ارتباط بعضی از سرطان‌ها با مصرف زیاد غذاهای کباب شده یا سرخ شده مشخص شده است. گزارش‌های متعددی در دست است که نشان می‌دهد ترکیبات نیتريت‌دار مانند سدیم نیتريت، که برای ماندگاری محصولات پروتئینی مثل سوسیس و کالباس به آن‌ها اضافه می‌شود، در بدن به ترکیباتی تبدیل می‌شوند که تحت شرایطی قابلیت سرطان‌زایی دارند. بنابراین مصرف زیاد چنین موادغذایی از عوامل ایجاد سرطان است.

**نکته:** جهش‌های ارثی در همه‌ی یافته‌ها وجود دارند و از طریق گامت‌ها منتقل می‌شوند اما جهش‌های اکتسابی از محیط منتقل شده و در سلول‌های خاصی مشاهده می‌شوند.

**نکته ترکیبی:** سرطان‌ها به علت افتلال در نقاط واری و شد بی‌رویه‌ی سلول‌ها پدید می‌آید. تومورهای بدفیم مانند ملانوما از انواع سرطان‌ها ممسوب می‌شوند.

**مثال ۲ - هر جهش ..... است.**

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





**نکته:** مطابق نظریه انتخاب طبیعی استفاده‌ی بی‌رویه از آنتی‌بیوتیک باعث شده تا باکتری‌هایی که نسبت به آنتی‌بیوتیک مقاومت نداشته‌اند از بین بروند و باکتری‌هایی زنده بمانند که نسبت به آنتی‌بیوتیک مقاوم هستند و به مرور این باکتری‌ها تکثیر یافته‌اند.

**نکته ترکیبی:** ژن مقاومت به آنتی‌بیوتیک می‌تواند بر روی دناى ملقوی کمکی یا دیسک که درون بعضی باکتری‌ها وجود دارد قرار داشته باشد.

## تغییر در گذر زمان

به انسان‌های اطراف خود نگاه کنید. همه انسان‌ها ویژگی‌های مشترکی دارند که باعث می‌شود آنان را در گروهی به نام «انسان‌ها» قرار دهیم. در عین حال، در میان انسان‌ها «تفاوت‌های فردی» نیز وجود دارد که باعث شناخت آن‌ها از یکدیگر می‌شود. تفاوت‌های فردی منحصر به انسان نیست. در میان افراد گونه‌های دیگر هم تفاوت‌های فردی مشاهده می‌شود. تفاوت‌های فردی می‌تواند در پایداری گونه مؤثر باشد. فرض کنید در نوعی از جانوران، افراد تحمل متفاوتی نسبت به سرما دارند؛ یعنی بعضی‌ها می‌توانند سرما را تحمل کنند. اگر سرمای شدیدی رخ دهد، آنان که سرما را تحمل می‌کنند شانس بیشتری برای زنده ماندن دارند. بنابراین، این افراد، بیشتر از دیگران تولیدمثل می‌کنند و در نتیجه صفت تحمل سرما، بیش از گذشته، به نسل بعد منتقل می‌شود. اگر سرما همچنان ادامه یابد، باز هم آن‌ها که سرما را تحمل می‌کنند، شانس بیشتری برای تولیدمثل و انتقال صفت به نسل‌های بعد را خواهند داشت. بنابراین، بعد از مدتی با جمعیتی روبه‌رو خواهیم شد که در آن، تعداد افرادی که سرما را تحمل می‌کنند در مقایسه با جمعیت اول، بیشتر است و این یعنی تغییر در جمعیت. مثال ساده‌ای که در بالا عنوان شد، نشان می‌دهد که برای تغییر، شرایطی لازم است. یکی از این شرایط، وجود تفاوت‌های فردی است. وقتی تفاوت فردی هست، این سؤال پیش می‌آید که کدام تفاوت‌ها بهترند. در مثال ما، آن‌ها که سرما را تحمل می‌کردند، در مقایسه با بقیه، شانس بهتری برای زنده ماندن داشتند. با کمی دقت متوجه می‌شویم که این «بهتر» بودن یک صفت همیشگی نیست بلکه شرایط محیط تعیین‌کننده صفات بهتر است. اگر هوا به جای سرد شدن گرم می‌شد، آن گاه افراد دیگری شانس زنده ماندن داشتند. بنابراین، زیست‌شناسان از واژه «صفت بهتر» استفاده نمی‌کنند بلکه به جای آن می‌گویند «صفت سازگارتر با محیط» به روشنی دیده می‌شود این «محیط» است که تعیین می‌کند کدام صفات با فراوانی بیشتری به نسل بعد منتقل شوند. این فرایند را که در آن افراد سازگارتر با محیط انتخاب می‌شوند، یعنی آن‌هایی که شانس بیشتری برای زنده ماندن و تولیدمثل دارند، انتخاب طبیعی می‌نامند. انتخاب طبیعی می‌تواند علت مقاوم شدن باکتری‌ها به پادزیست‌ها را نیز توضیح دهد. در این مثال باکتری‌های غیرمقاوم از بین می‌روند و باکتری‌های مقاوم تکثیر می‌شوند و به تدریج همه جمعیت را به خود اختصاص می‌دهند؛ در نتیجه جمعیت از غیرمقاوم به مقاوم تغییر می‌یابد. 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. جمعیت، به افرادی گفته می‌شود که به یک گونه تعلق دارند و در یک زمان و مکان زندگی می‌کنند.

**نکته:** مطابق نظریه انتخاب طبیعی طبیعت افرادی را انتخاب می‌کند که با محیط سازگارتر باشند افراد سازگار به مرور افزایش می‌یابند شناس بقاء و زادآوری افراد سازگار با محیط زیاد است.







**نکته ترکیبی:** همهی گیرنده‌های بدن به جز گیرنده‌ی درد نیز با محیط سازش دارند و نسبت به محرک‌ها سازگاری پیدا می‌کنند.



**نکته ترکیبی:** رفتار فوگیری در میوه‌انات نوعی رفتار بر اساس سازش می‌باشد.

## خزانه ژن

قبل از کشف مفاهیم پایه ژنتیک، زیست‌شناسان جمعیت را بر اساس صفات ظاهری توصیف می‌کردند. مثل گوناگونی رنگ بدن در یک جمعیت جانوری یا گوناگونی رنگ گلبرگ در یک جمعیت گیاهی. با شناخت ژن‌ها، این امکان فراهم شد که زیست‌شناسان، جمعیت را بر اساس ژن‌های آن توصیف کنند. مجموع همه دگره‌های موجود در همه جایگاه‌های ژنی افراد یک جمعیت را خزانه ژن آن جمعیت می‌نامند. (به عنوان مثال همه‌ی الل‌های سازنده‌ی رنگ چشم در جمعیت کلاسی شما به عنوان خزانه‌ی ژنی رنگ چشم در کلاس محسوب می‌شود).

## تعادل در جمعیت

اگر در جمعیتی فراوانی نسبی دگره‌ها یا ژن نموده‌ها از نسلی به نسل دیگر حفظ شود آن‌گاه می‌گویند جمعیت در حال تعادل ژنی است. تا وقتی جمعیت در حال تعادل است، تغییر در آن، مورد انتظار نیست. اگر جمعیت از تعادل خارج شود، روند تغییر را در پیش گرفته است. عوامل زیر باعث می‌شوند جمعیت از حال تعادل خارج شود.

### (۱) جهش:

یک باکتری را در نظر بگیرید که هر ۲۰ دقیقه تقسیم می‌شود. اگر جهش رخ دهد، آن‌گاه دگره‌های جدیدی ایجاد می‌شوند که این یعنی تغییر در فراوانی دگره‌ها.

جهش، با افزودن دگره‌های جدید، خزانه ژن را غنی‌تر می‌کند و گوناگونی را افزایش می‌دهد. بسیاری از جهش‌ها تأثیری فوری بر رخ نمود ندارند و بنابراین ممکن است تشخیص داده نشوند. اما با تغییر شرایط محیط ممکن است دگره جدید، سازگارتر از دگره یا دگره‌های قبلی عمل کند.

### (۲) رانش دگره‌ای:

فرض کنید گل‌های شامل ۱۰۰ گوسفند در حال عبور از ارتفاعات‌اند. حین عبور، دو گوسفند به پایین سقوط می‌کنند. اگر این دو گوسفند پیش از رسیدن به سن تولیدمثل مرده باشند، شانس انتقال ژن‌های خود را به نسل بعد نداشته‌اند. در هر جمعیتی، بعضی از افراد ممکن است فرزندان بیشتری نسبت به بقیه داشته باشند یا اینکه اصلاً فرزندی نداشته باشند. بنابراین ژن‌هایی که به نسل بعد می‌رسند لزوماً ژن‌های سازگارتر نیستند بلکه ژن‌های خوش شانس‌ترند!

**نکته:** رانش ژن منجر به کاهش تنوع در جمعیت می‌شود زیرا برفی از افراد از جامعه حذف می‌شوند.



به فرایندی که باعث تغییر فراوانی دگره‌ای بر اثر رویدادهای تصادفی می‌شود، رانش دگره‌ای می‌گویند. رانش دگره‌ای گرچه فراوانی دگره‌ها را تغییر می‌دهد اما برخلاف انتخاب طبیعی به سازش نمی‌انجامد. به مثال دیگری توجه کنید. گاهی در حوادثی نظیر سیل، زلزله، آتش سوزی و نظایر آن، تعداد آنهایی که می‌میرند ممکن است بیش از آنهایی باشند که زنده می‌مانند. بنابراین فقط بخشی از دگره‌های جمعیت بزرگ اولیه به جمعیت کوچک باقی‌مانده خواهد رسید و جمعیت آینده از همین دگره‌های برجای مانده تشکیل خواهند شد. در این صورت نیز فراوانی دگره‌ها تغییر می‌کند اما این تغییر در فراوانی، ارتباطی با سازگاری آن‌ها با محیط و انتخاب طبیعی ندارد.

**نکته:** هرچه اندازهٔ یک جمعیت کوچکتر باشد، رانش دگره‌ای اثر بیشتری دارد. به همین علت، برای آنکه جمعیتی در تعادل باشد، باید اندازهٔ بزرگی داشته باشد. منظور از اندازهٔ جمعیت، تعداد افراد آن است.

**نکته ترکیبی:** افرادی که بیماری‌های ژنتیکی مانند کم‌فونی داسی‌شکل دارند معمولاً به سن تولیدمثل نمی‌رسند و شانس آن‌ها برای انتقال ژن‌ها به نسل بعد صفر است، ژن‌های این افراد مطابق رانش ژن حذف می‌شود.

### ۳) شارش ژن:

وقتی افرادی از یک جمعیت به جمعیت دیگری مهاجرت می‌کنند، در واقع تعدادی از دگره‌های جمعیت مبدأ را به جمعیت مقصد وارد می‌کنند. به این پدیده، شارش ژن می‌گویند. اگر بین دو جمعیت، شارش ژن به طور پیوسته و دوسویه ادامه یابد، سرانجام خزانهٔ ژن دو جمعیت به هم شبیه می‌شود اما اگر شارش ژن یک طرفه باشد موجب ایجاد تنوع در جمعیت پذیرنده می‌شود.

### ۴) آمیزش غیرتصادفی:

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. اگر آمیزش‌ها به رخ نمود یا ژن نمود بستگی داشته باشد دیگر تصادفی نیست. برای مثال، جانوران جفت خود را بر اساس ویژگی‌های ظاهری و رفتاری «انتخاب» می‌کنند.

**نکته تفهیمی:** اگر در جامعه آمیزش از نوع تصادفی باشد شانس ازدواج (رضا گلزار!! با اکبر عبدی!! با هم باید برابر باشه فدایی برابره!! نه چون کم برابره!!

**نکته:** در آمیزش غیرتصادفی شانس زوجه‌یابی افراد با هم برابر نیست و برفی از افراد به علت ژنوتیپ یا فنوتیپ خاصی شانس زوجه‌یابی بیشتری دارند و قطعاً در انتقال ژن‌ها به نسل بعد موفق‌ترند.

### ۵) انتخاب طبیعی:

انتخاب طبیعی فراوانی دگره‌ها را در خزانهٔ ژنی تغییر می‌دهد. انتخاب طبیعی افراد سازگارتر با محیط را برمی‌گزیند و از فراوانی دیگر افراد می‌کاهد. به این ترتیب، خزانهٔ ژن نسل آینده دستخوش تغییر می‌شود. در مثال ابتدای این گفتار، دیدیم که چگونه در نتیجهٔ انتخاب طبیعی، بعضی از باکتری‌ها نسبت به تغییر شرایط (حضور پادزیست‌ها) سازش پیدا کرده‌اند.



## تداوم گوناگونی در جمعیت‌ها

دانستیم که نتیجه انتخاب طبیعی، سازگاری بیشتر جمعیت با محیط است. با انتخاب شدن افراد سازگارتر، تفاوت‌های فردی و در نتیجه گوناگونی کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، دیدیم که گوناگونی در میان افراد یک جمعیت، توانایی بقای جمعیت را در شرایط محیطی جدید بالا می‌برد. از این رو به سازوکارهایی نیاز است که بتوانند در عین وجود انتخاب طبیعی، گوناگونی را حفظ کند. در ادامه، این سازوکارها را بررسی می‌کنیم.

## الف) گوناگونی دگرهای در گامت‌ها:

در تولیدمثل جنسی، هر والد از طریق کامه‌هایی که می‌سازد، نیمی از فام تن‌های خود را به نسل بعد منتقل می‌کند. اینکه هر کامه کدام یک از فام تن‌ها را منتقل می‌کند به آرایش چهار تاییه‌ها (تتراده‌ها) در کاستمان ۱ بستگی دارد. در متافاز کاستمان ۱، فام تن‌ها با آرایش‌های مختلفی ممکن است در سطح میانی یاخته قرار گیرند، که به ایجاد کامه‌های مختلف می‌انجامد.

**مروری بر میوز:** اگر از میوز به یاد داشته باشید در اثر تقسیم میوز ۴ سلول پدید می‌آید که حداکثر و به دو مشابه هم می‌باشد در تقسیم میوز وقایع زیر برای گامت‌زایی به ترتیب رخ می‌دهد.

۱- ابتدا در پروفاز I کروموزوم‌های هم‌تا کنار هم قرار گرفته و تتراد را تشکیل می‌دهند.

۲- در متافاز I تتراده‌ها زیر هم قرار می‌گیرند و آرایش تترادی را می‌سازند علت تنوع در گامت‌ها چیدمان تتراده‌ها در متافاز I زیر هم می‌باشد.

۳- با عبور از آنافاز I کروموزوم‌های هم‌تا از هم جدا می‌شوند و هر کدام به یک قطب منتقل می‌شوند و عدد دو کروموزومی سلول پس از عبور از این مرحله نصف می‌شود.

۴- در تلوفاز I پوشش هسته تشکیل و دوک ناپدید می‌شود و سپس سیتوکینز رخ می‌دهد.

۵- مراحل میوز II مشابه میتوز است و با عبور سلول از آنافاز II کروماتیدهای خواهری از هم جدا می‌شوند که محتوای ژنی یکسان دارند.

## ب) نو ترکیبی:

در میوز ۱، هنگام جفت شدن فام تن‌های هم‌تا و ایجاد چهارتاییه (یا همان تتراد خودمان)، ممکن است قطعه‌هایی از فام تن بین فامینک‌های غیرخواهری مبادله شود. این پدیده را چلیپایی شدن (کراسینگ اور) می‌گویند. اگر قطعات مبادله شده حاوی دگره‌های متفاوتی باشند، ترکیب جدیدی از دگره‌ها 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.

**نکته:** در میوز طبیعی چهار گامت تولید می‌شود که حداکثر دو نوع می‌باشند زیرا در میوز II کروماتیدهایی خواهری جدا می‌شوند که محتوای یکسانی دارند.

**نکته:** کراسینگ اور در پروفاز I و هم‌زمان با تشکیل تتراد رخ می‌دهد و ممکن است قطعاتی بین کروموزوم‌های هم‌تا جابه‌جا شود.

**نکته:** کروماتیدهای خواهری چون حاصل همانندسازی یک دنا هستند اغلب ژنوتیپ یکسان دارند اما در اثر کراسینگ اور ممکن است محتوای ژنی کروماتیدهای خواهری نسبت به هم متفاوت باشد.



**نکته:** در اثر کراسینگ اور طی یک میوز ممکن است ۴ نوع گامت مختلف پدید آید.

### پ) اهمیت ناخالص‌ها:

اهمیت ناخالص‌ها در حفظ گوناگونی را می‌توان به وسیله بیماری کم‌خونی ناشی از گویچه‌های قرمز داسی شکل نیز نشان داد. افراد مبتلا به بیماری گویچه‌های قرمز داسی شکل ژن نمود  $Hb^S Hb^S$  دارند و در سنین پایین معمولاً می‌میرند. ژن نمود ناخالص‌ها  $Hb^A Hb^S$  است و وضع بهتری دارند. گویچه‌های قرمز آن‌ها فقط هنگامی داسی شکل می‌شوند که مقدار اکسیژن محیط کم باشد. (مانند قرارگیری در ارتفاعات) افراد  $Hb^A Hb^A$  نیز کاملاً سالمند و مشکل ندارند. ژن‌شناسان با مطالعه توزیع این بیماری در جهان دریافته‌اند که فراوانی دگره  $Hb^S$  در مناطقی که مالاریا شایع است بسیار بیشتر از سایر مناطق است. بیماری مالاریا به وسیله نوعی انگل تک یاخته‌ای ایجاد می‌شود که بخشی از چرخه زندگی خود را در گویچه‌های قرمز می‌گذرانند. افرادی که گویچه سالم دارند، یعنی  $Hb^A Hb^A$  هستند، در معرض خطر ابتلا به مالاریا قرار دارند. این انگل نمی‌تواند در افراد  $Hb^A Hb^S$  سبب بیماری شود چون وقتی این گویچه‌ها را آلوده می‌کند، شکل آن‌ها داسی شکل می‌شود و انگل می‌میرد. پس افراد  $Hb^A Hb^S$  در برابر مالاریا مقاوم‌اند. بنابراین، وجود دگره  $Hb^S$  در این منطقه باعث بقای جمعیت می‌شود. حال آنکه در سایر مناطق دگره مطلوبی نیست. این مثال، مثال خوبی است که نشان می‌دهد شرایط محیط، تعیین‌کننده صفتی است که حفظ می‌شود.

**نکته ترکیبی:** بیماری مالاریا موجب افزایش ائوزینوفیل فون می‌شود زیرا بیماری انگلی است.

**نکته ترکیبی:** افراد ناقل کم‌فونی داسی شکل نسبت به مالاریا مقاوم می‌باشند و با ورود انگل به گلبول قرمز تخیر شکل در گلبول رخ داده و به همراه آن انگل از بین می‌رود.

**نکته ترکیبی:** بیماری کم‌فونی داسی شکل نوعی بیماری اتوزومی مغلوب است و در اثر نوعی جهش جاننشینی و جابه‌جایی آمینواسید گلوتامیک با آمینواسید والین می‌باشد.

**نکته ترکیبی:** شانس بقاء برای افراد ناقل کم‌فونی داسی  $Hb^A Hb^S$  در مناطق کوهستانی برفلافا مناطق مالاریا فیز اندک است زیرا در این مناطق فشار اکسیژن کم است و گلبول قرمز داسی شکل می‌شود.

(خارج-۹۲ با تغییر)

**مثال ۶ -** کدام عبارت، درباره جهش صحیح است؟

- ۱) همواره باعث می‌شود جمعیت از حال تعادل خارج شود.
- ۲) معمولاً تأثیر جهش در فنوتیپ (رخ نمود) مشاهده می‌شود.
- ۳) تأثیری بر تنوع ال‌های موجود در خزانه ژنی جمعیت ندارد.
- ۴) در شرایطی می‌تواند باعث افزایش سازگاری فرد با محیط شود.



(داخل-۹۸)

**مثال ۷ -** کدام گزینه، در مورد رانش دگرهای نادرست است؟

- ۱) در اثر حوادث طبیعی رخ می‌دهد.
- ۲) باعث خارج شدن جمعیت از حالت تعادل می‌شود.
- ۳) در جمعیت‌هایی با اندازه کوچک‌تر تأثیر بیشتری دارد.
- ۴) باعث سازگاری دگره (الل)‌های باقی‌مانده جمعیت با محیط می‌شود.

---



---



---

**مثال ۸ -** شارش ژن در جمعیت‌های جانوری، همواره می‌تواند .....

- ۱) منجر به افزایش جمعیت شباهت خزانه ژن جمعیت مبدأ و مقصد شود.
- ۲) تغییری در فراوانی نسبی الل‌های خزانه ژن جمعیت مبدأ ایجاد کند.
- ۳) گوناگونی الل‌های موجود در خزانه ژن جمعیت مقصد را افزایش دهد.
- ۴) یکی از شرایط لازم برای رخ دادن انتخاب طبیعی در جمعیت مقصد را فراهم کند.

---



---



---

**مثال ۹ -** به‌طور طبیعی، غیرممکن است که در فرایند .....

- ۱) کراسینگ‌اور، فقط دو نوع گامت مختلف از نظر ژنوتیپی تولید شود.
- ۲) جهش، پیدایش الل‌های جدید باعث افزایش دگرگونی جمعیت شود.
- ۳) رانش دگره‌ای (الل)، فراوانی الل بارز و نهفته به صورت غیرتصادفی کاهش یابد.
- ۴) شارش ژن، تبادل الل‌ها بین دو جمعیت، منجر به افزایش تفاوت دو جمعیت شود.

---



---



---

**مثال ۱۰ -** در مناطقی که مالاریا شایع است، افراد دارای ..... بیماری کم‌خونی ناشی از گویچه‌های قرمز

داسی‌شکل، .....

- ۱) دو الل نهفته - فراوانی بسیار بیشتری نسبت به سایر مناطق دارند.
- ۲) فقط یک الل نهفته - مانع انجام کل چرخه زندگی انگل مالاریا می‌شوند.
- ۳) دو الل بارز - نسبت به سایر افراد جمعیت، وضعیت بهتری از نظر احتمال بقا دارند.
- ۴) فقط یک الل بارز - نمی‌توانند انواعی از گویچه‌های قرمز را در خون خود داشته باشند.

---



---



---





**مثال ۱۱ - مشخصه مشترک همه عوامل حفظ کننده گوناگونی در جمعیت‌ها این است که .....**

- ۱) توانایی بقای جمعیت در صورت تغییر شرایط محیطی را زیاد می‌کنند.
- ۲) فراوانی الل‌های موجود در خزانه ژن جمعیت را تغییر می‌دهند.
- ۳) تنوع الل‌های موجود در خزانه ژن جمعیت را افزایش می‌دهند.
- ۴) باعث افزایش میزان سازگاری جمعیت با محیط می‌شوند.

.....

.....

.....



**مثال ۱۲ - هر عاملی که ..... جمعیت مؤثر است، قطعاً .....** (خارج ۹۴ با تغییر)

- ۱) بر فراوانی الل (دگره)‌های سازگاز - می‌تواند باعث پیدایش الل (دگره)‌های جدید شود.
- ۲) در ایجاد روند تغییر در یک - در تعیین صفت منتقل شده به نسل بعدی بی‌تأثیر است.
- ۳) در افزایش میزان سازگاری - باعث حذف کامل الل (دگره)‌های نامطلوب می‌شود.
- ۴) بر گوناگونی افراد یک - در تغییر خزانه ژن جمعیت، نقش اساسی برعهده دارد.

.....

.....

.....



**مثال ۱۳ - کدام عبارت نادرست است؟** (داخل ۹۷ با تغییر)

- ۱) رانش اللی (دگره‌ای) در جمعیت‌های مختلف، تأثیرات غیریکسانی دارد.
- ۲) در شرایطی، شارش ژن می‌تواند سبب افزایش ویژگی‌های مشترک دو جمعیت شود.
- ۳) شارش ژن همانند جهش، با تغییر در ماده ژنتیک افراد، گوناگونی جمعیت را افزایش می‌دهد.
- ۴) رانش اللی (دگره‌ای) برخلاف آمیزش تصادفی، فراوانی نسبی الل (دگره)‌ها را در خزانه ژن تغییر می‌دهد.

.....

.....

.....



**مثال ۱۴ - کدام عبارت نادرست است؟** (خارج-۹۸)

- ۱) اندکی از جهش‌ها، تأثیری فوری بر رخ نمود (فنوتیپ) دارند.
- ۲) انتخاب طبیعی، ضامن بقای همه زاده‌های فرد سازگار با محیط است.
- ۳) فراوانی دگره‌ای (اللی) یک جمعیت، می‌تواند بر اثر رویدادهای تصادفی تغییر نماید.
- ۴) نوعی عامل تغییردهنده فراوانی دگره (الل)‌ها، خزانه ژنی جمعیت را غنی‌تر می‌سازد.

.....

.....

.....



## تغییر در گونه‌ها شواهد تغییر گونه‌ها:

شواهدی وجود دارند که نشان می‌دهند گونه‌ها در طول زمان تغییر کرده‌اند. در ادامه به این شواهد می‌پردازیم.

### ۱- سنگواره‌ها

در سال‌های قبل، با انواع سنگواره‌ها و نحوه تشکیل آن‌ها آشنا شده‌اید. به یاد دارید که سنگواره عبارت بود از بقایای یک جاندار یا آثاری از جاندارانی که در گذشته دور زندگی می‌کرده است. سنگواره معمولاً حاوی قسمت‌های سخت بدن جانداران (مثل استخوان‌ها یا اسکلت خارجی) است. گاهی ممکن است کل یک جاندار سنگواره شده باشد مثل ماموت‌های منجمد شده‌ای که همه قسمت‌های بدن آن‌ها، حتی پوست و مو، حفظ شده‌اند یا حشراتی که در رزین‌های گیاهان به دام افتاده‌اند. فسیل‌ها اطلاعات فراوانی به ما می‌دهند. دیرینه‌شناسی، شاخه‌ای از زیست‌شناسی است که به مطالعه سنگواره‌ها می‌پردازد. دیرینه‌شناسان دریافته‌اند که در گذشته جاندارانی زندگی می‌کرده‌اند که امروز دیگر نیستند مثل دایناسورها. در مقابل، جاندارانی هم هستند که امروز زندگی می‌کنند، اما در گذشته زندگی نمی‌کرده‌اند مثل گل لاله یا گربه. در این میان، گونه‌هایی هم هستند که از گذشته‌های دور تا زمان حال زندگی کرده‌اند مثل درخت گیسو. شواهد سنگواره‌ای نشان می‌دهند که این درخت در ۱۷۰ میلیون سال پیش هم وجود داشته است.

دیرینه‌شناسان قادرند عمر یک سنگواره را تعیین کنند. آنان اکنون می‌دانند که در هر زمان، چه جاندارانی وجود داشته‌اند. در مجموع، سنگواره‌ها نشان می‌دهند که در زمان‌های مختلف، زندگی به شکل‌های مختلفی جریان داشته است.

### ۲- تشریح مقایسه‌ای الف) اندام‌های همتا (هومولوگ):

در تشریح مقایسه‌ای اجزای پیکر جانداران گونه‌های مختلف با یکدیگر مقایسه می‌شود. این مقایسه نشان می‌دهد که ساختار بدنی بعضی گونه‌ها از طرح مشابهی برخوردار است. مقایسه اندام حرکت جلویی در مهره‌داران مختلف، از طرح ساختاری یکسان حکایت دارد. اندام‌هایی را که طرح ساختاری آن‌ها یکسان است، با اینکه کار متفاوتی دارند، «اندام‌ها یا ساختارهای همتا» می‌نامند. دست انسان، بال پرنده، باله دلفین و دست گربه مثال‌هایی از اندام‌های همتا هستند.

زیست‌شناسان بر این باورند که این گونه‌ها، نیای مشترکی دارند یعنی اینکه در گذشته از گونه مشترکی مشتق شده‌اند، به همین علت این شباهت‌ها میان آن‌ها دیده می‌شود. گونه‌هایی را که نیای مشترکی دارند گونه‌های خویشاوند می‌گویند.

**نکته:** از فویشاوندی موجودات زنده در رده‌بندی هم استفاده می‌شود. دلفین با شیر کوهی فویشاوندی نزدیک‌تری دارد تا با کوسه. بنابراین دلفین و شیر کوهی در یک گروه قرار می‌گیرند زیرا دلفین و شیر کوهی هر دو پستاندار بوده در حالی که کوسه ماهی غضروفی محسوب می‌شود.



**نکته:** زیست‌شناسان از سافت‌های همتا برای رده‌بندی جانداران استفاده می‌کنند و جانداران فویشاوند را در یک گروه قرار می‌دهند.

### (ب) اندام‌های آنالوگ:

ساختارهایی را که کار یکسان اما طرح متفاوت دارند، ساختارهای آنالوگ می‌نامند. بال کبوتر و بال پروانه آنالوگ‌اند چون هر دو برای پرواز کردن‌اند (کار یکسان) اما ساختارهای متفاوتی دارند. این ساختارها نشان می‌دهند که برای پاسخ به یک نیاز، جانداران به روش‌های مختلفی سازش پیدا کرده‌اند.

### (ب) اندام‌های وستیجیال:

تشریح مقایسه‌ای علاوه بر آشکار کردن خویشاوندی گونه‌ها، اطلاعات دیگری را نیز فراهم می‌کند. وقتی گونه‌های مختلف را مقایسه می‌کنیم، گاهی به ساختارهایی برمی‌خوریم که در یک عده بسیار کارآمد هستند اما در عده دیگر، کوچک یا ساده شده و حتی ممکن است فاقد کار خاصی باشند. این ساختارهای کوچک، ساده یا ضعیف شده را ساختارهای وستیجیال (به معنی ردپا) می‌نامیم.

**نکته:** مار پیتون با اینکه پا ندارد اما بقایای پا در لگن آن به‌صورت وستیجیال موجود است و این ماکس از وجود رابط‌های میان آن و دیگر مهره‌داران است.

**نکته:** در واقع سافت‌های وستیجیال (ردپای «تغییر گونه‌ها» هستند. شواهد متعددی در دست است که نشان می‌دهد مارها از تغیر یافتن سوسمارها پدید آمده‌اند.

**نکته:** استخوان لگن و ران مار، آپاندیس و دنباله و دندان عقل انسان، بال مرغ همگی از اندام‌های وستیجیال محسوب می‌شوند.

**نکته:** هر اندام وستیجیالی نوعی اندام هومولوگ یا همتا محسوب می‌شود اما هر اندام همتایی وستیجیال محسوب نمی‌شود بلکه اندام هومولوگی وستیجیال محسوب می‌شوند که ضعیف یا کوچک شده‌اند و یا اینکه تملیل رفته باشند.

## ۳- مطالعات مولکولی

مقایسه گونه‌ها را می‌توان در تراز ژنگان هم انجام داد. در ژنگان شناسی مقایسه‌ای، ژنگان گونه‌های مختلف با یکدیگر مقایسه می‌شود. از این مقایسه، اطلاعات ارزشمندی به دست می‌آید. مثلاً اینکه کدام ژن‌ها در بین گونه‌ها مشترک‌اند و کدام ژن‌ها ویژگی‌های خاص یک گونه را باعث می‌شوند. همچنین، زیست‌شناسان از مقایسه بین دنا جانداران مختلف برای تشخیص خویشاوندی آن‌ها استفاده می‌کنند. هرچه دنا جاندار شباهت بیشتری داشته باشد، خویشاوندی نزدیک‌تری دارند. همچنین می‌توانند به تاریخچه تغییر آن‌ها پی ببرند.

**نکته:** توالی‌هایی از دنا را که در بین گونه‌های مختلف دیده می‌شوند توالی‌های مفظ شده می‌نامند.





## گونه‌زایی

تعاریف مختلفی برای گونه وجود دارد که هر کدام در محدوده مشخصی کارآمدند. 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 زیستا و زایا به وجود آورند ولی نمی‌توانند با جانداران دیگر آمیزش موفقیت آمیز داشته باشند».

زیستا در تعریف بالا، به جانداری گفته می‌شود که زنده می‌ماند و زندگی طبیعی خود را ادامه می‌دهد. همچنین، منظور از آمیزش موفقیت آمیز، آمیزشی است که به تولید زاده‌های زیستا و زایا منجر شود. اگر میان افراد یک گونه جدایی تولیدمثلی رخ دهد، آن گاه خزانه ژنی آن‌ها از یکدیگر جدا و احتمال تشکیل گونه جدید فراهم می‌شود. منظور از جدایی تولیدمثلی، عواملی است که مانع آمیزش بعضی از افراد یک گونه با بعضی دیگر از افراد همان گونه می‌شوند. به‌طور کلی سازوکارهایی را که باعث ایجاد گونه‌ای جدید می‌شوند، به دو گروه تقسیم می‌کنند: گونه‌زایی دگرمیهنی که در آن جدایی جغرافیایی رخ می‌دهد و گونه‌زایی هم‌میهنی که در آن جدایی جغرافیایی رخ نمی‌دهد.

**نکته:** افراد یک گونه به یک جمعیت تعلق دارند و می‌توانند با هم آمیزش کنند و فرزندان بارور با زندگی طبیعی پدید آورند اگر فرزندان حاصل از آمیزش دو جاندار نازا باشند آن جانداران به یک گونه تعلق ندارند مانند قاطر که حاصل آمیزش اسب و الاغ است.

**نکته:** جانداری با زندگی و عمر طبیعی را زیستا می‌گویند و زایا به جانداری گفته می‌شود که به صورت طبیعی توانایی انتقال صفت به نسل بعد را دارد.

## ۱- گونه‌زایی دگرمیهنی:

گاهی بر اثر وقوع رخداد‌های زمین‌شناختی و وقوع سدهای جغرافیایی، یک جمعیت، به دو قسمت جداگانه تقسیم می‌شود. مثلاً در نتیجه پدیده کوه‌زایی، ممکن است در یک منطقه مثلاً کوه، دره و یا دریاچه ایجاد شود و یک جمعیت را به دو قسمت تقسیم کند. این 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 یاد شده با یکدیگر متفاوت می‌شوند. از آنجا که شارش ژن میان آن‌ها وجود ندارد، این تفاوت بیشتر و بیشتر می‌شود تا جایی که حتی اگر این دو جمعیت کنار هم باشند، آمیزشی بین آن‌ها رخ نخواهد داد و بنابراین می‌توان آن‌ها را دو گونه مجزا به شمار آورد. اگر جمعیتی که از جمعیت اصلی جدا شده است کوچک باشد، آن وقت اثر رانش ژن را نیز باید در نظر گرفت که خود بر میزان تفاوت بین دو جمعیت می‌افزاید.

**نکته:** در گونه‌زایی دگرمیهنی شارش ژن (مهاجرت ژن) متوقف شده و عواملی مانند جهش، نوترکیبی و انتخاب طبیعی موجب واگرایی بیشتر افراد جمعیت می‌شود.

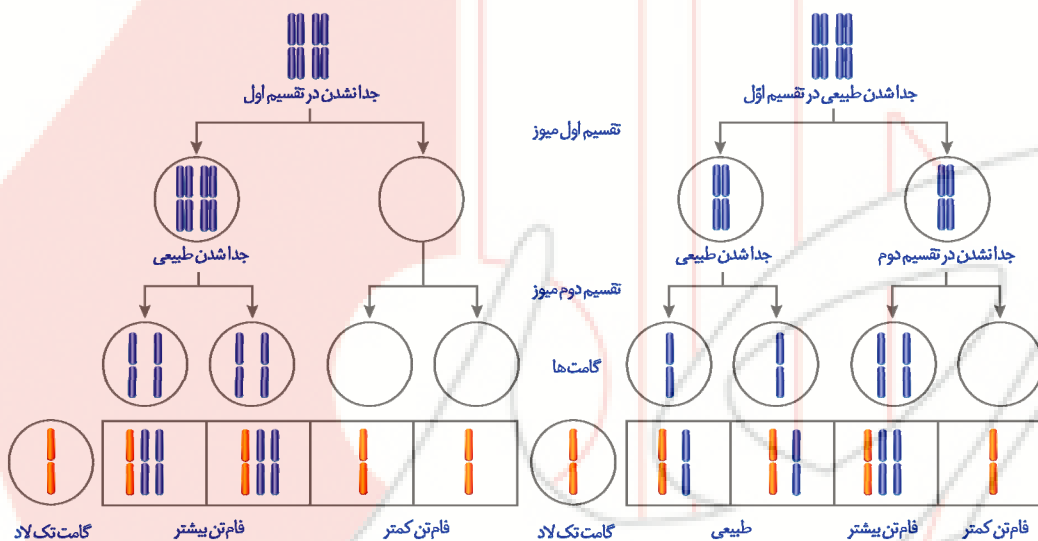


## ۲- گونه‌زایی هم‌میهنی:

گاهی بین جمعیت‌هایی که در یک زیستگاه زندگی می‌کنند، جدایی تولیدمثلی اتفاق می‌افتد و در نتیجه، گونه جدیدی حاصل می‌شود. این نوع گونه‌زایی را گونه‌زایی هم‌میهنی می‌نامند. در گونه‌زایی هم‌میهنی، برخلاف گونه‌زایی دگرمیهنی، جدایی جغرافیایی رخ نمی‌دهد.

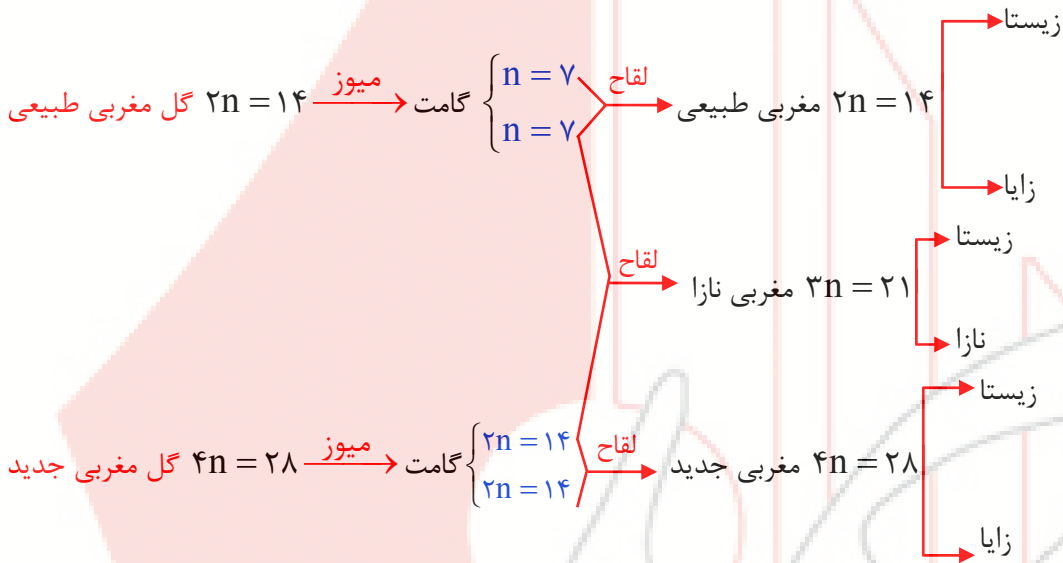
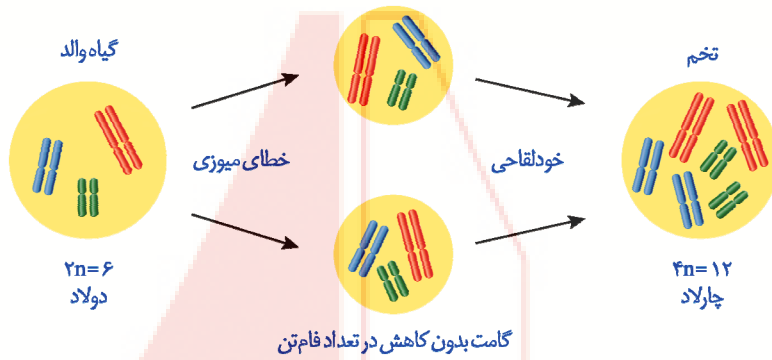
پیدایش گیاهان چندلادی (پلی‌پلویدی)، مثال خوبی از گونه‌زایی هم‌میهنی است. چندلادی به تولید گیاهانی منجر می‌شود که زیستا و زایا هستند اما نمی‌توانند در نتیجه آمیزش با افراد گونه نیایی خود، زاده‌های زیستا و زایا پدید آورند و بنابراین گونه‌ای جدید به شمار می‌روند.

گیاهان چندلادی بر اثر خطای کاستمانی ایجاد می‌شوند. می‌دانیم که جدانشدن فام تن‌ها در کاستمان به تشکیل کامه‌هایی با عدد فام‌تنی غیرطبیعی منجر می‌شود و اگر این کامه‌ها با کامه طبیعی لقاح کنند تخم طبیعی تشکیل نخواهد شد.



در اوایل دهه ۱۹۰۰ دانشمندی به نام هوگو دووری 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. گامت‌هایی که گیاه چارلاد ایجاد می‌کند، دولا ( $2n$ ) اند نه تک لاد ( $n$ ). اگر کامه‌های این گیاه با کامه‌های گیاهان طبیعی، که تک لادند، آمیزش کنند تخم‌های حاصل سه‌لاد (تریپلوئید) ( $3n$ ) خواهند شد. گیاه سه‌لاد حاصل از نمو این تخم، نازاست. زیرا ۳ لادها ( $3n$ ) توانایی تشکیل تتراد را ندارند. اما اگر گیاه چارلاد بتواند خودلقاحی انجام دهد، یا در نزدیکی آن گیاه چارلاد مشابه دیگری وجود داشته باشد، یاخته تخم  $4n$  خواهد بود و گیاهی که از آن ایجاد می‌شود، قادر به کاستمان بوده، بنابراین زایاست. این گیاه، با جمعیت نیایی خود (که  $2n$  بودند) نمی‌تواند آمیزش کند و بنابراین به گونه جدیدی تعلق دارد که افراد آن  $4n$  هستند. شکل این ساز و کار را برای گیاهی با ۶ فام‌تن نشان می‌دهد.





تست



مثال ۱۵ - کدام عبارت درست است؟

- (۱) دو جاندار با جنسیت مشابه که ژنوم کاملاً یکسان دارند، ویژگی‌های ظاهری مشابهی دارند.
- (۲) دو گونه که سنگواره گذشته آن‌ها مشابه است، می‌توانند دارای توالی‌های حفظ‌شده باشند.
- (۳) دو ساختار با طرح متفاوت که کار مشابهی دارند، برای رده‌بندی جانداران قابل استفاده می‌باشند.
- (۴) دو ساختار با اندازه‌های مشابه که کار متفاوتی دارند، نمی‌توانند نشان‌دهنده ردپای تغییر گونه‌ها باشند.

(خارج-۹۳ با تغییر)

.....

.....

.....



مثال ۱۶ - به منظور اشتقاق دو گونه ماهی ساکن دریا از جمعیت اولیه، ابتدا .....

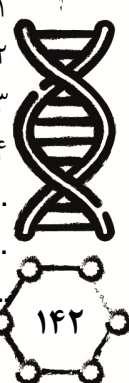
(خارج ۹۳ با تغییر)

- (۱) عوامل مؤثر بر تغییر فراوانی الل‌ها، دست به کار شدند.
- (۲) اعضای یک جمعیت متحمل جدایی تولید مثلی شدند.
- (۳) یکی از عوامل مؤثر بر تعادل جمعیت، متوقف گردید.
- (۴) تنها، عامل تغییردهنده الل‌ها فعال گردید.

.....

.....

.....





(خارج ۹۴ با تغییر)

مثال ۱۷ - هر جانور ..... که حاصل آمیزش دو گونهٔ مختلف است، قطعاً .....

۱) نازا- با فاصلهٔ کمی بعد از تولد می‌میرد.

۲) زیستا- زاده‌هایی ضعیف یا نازا تولید می‌کند.

۳) زیستا- توانایی تکثیر ژن‌های والدین خود را دارد.

۴) نازا- امکان اشتراک خزانهٔ ژن والدین را فراهم می‌سازد.

.....

.....

.....



(خارج ۹۷ با تغییر)

مثال ۱۸ - کدام عبارت صحیح است؟

۱) اگر جاندار حاصل از آمیزش دو گونه زیستا باشد، به‌طور حتم، زاده‌های حاصل از آن عادی هستند.

۲) اگر جاندار حاصل از آمیزش دو گونه زیستا باشد، به‌طور حتم، نمی‌تواند به زندگی طبیعی خود ادامه دهد.

۳) اگر جاندار حاصل از آمیزش دو گونه زایا باشد، به‌طور حتم، مادهٔ ژنتیکی خود را به زاده‌های نسل بعد منتقل می‌کند.

۴) اگر جاندار حاصل از آمیزش دو گونه نازا باشد، به‌طور حتم، والدین آن می‌توانند با یکدیگر آمیزش موفقیت‌آمیز داشته باشند.

.....

.....

.....



(خارج ۹۷ با تغییر)

مثال ۱۹ - کدام عبارت صحیح است؟

۱) رانش دگره‌ای (اللی) برخلاف جهش، فراوانی الل (دگره)ها را در خزانهٔ ژن یک جمعیت تغییر می‌دهد.

۲) جهش برخلاف شارش ژن، با تغییر در مادهٔ ژنتیک افراد، جمعیت را دستخوش تغییر می‌نماید.

۳) اهمیت داشتن ناخالص‌ها برخلاف نوترکیبی، باعث حفظ گوناگونی در افراد جمعیت می‌شود.

۴) انتخاب طبیعی برخلاف رانش دگره‌ای (اللی)، می‌تواند باعث کاهش تنوع در جمعیت شود.

.....

.....

.....



(داخل ۸۶ با تغییر)

مثال ۲۰ - ژنوم یک انسان سالم، فاقد ژن تولیدکنندهٔ کدام است؟

۱) آنزیمی که در نتیجهٔ فعالیت آن، انتهای چسبنده ایجاد می‌شود.

۲) آنزیمی که می‌تواند مولکول‌های جذب‌کنندهٔ نور را تولید کند.

۳) آنزیمی که تجمع رشته‌های فیبرینی را می‌تواند از بین ببرد.

۴) آنزیمی که تعداد الکترون‌های پیرووات را افزایش می‌دهد.

.....

.....

.....





**مثال ۲۱ - کدام دو جانور، اندام حرکتی جلویی همتا ندارند؟**

(خارج ۸۶ با تغییر)

- ۱) جانوری فاقد جفت و توانایی پرواز که جدایی کامل بین بطن‌های آن رخ داده است - جانوری که ذرات مغناطیسی شده در سر خود دارد.
- ۲) جانوری که کیسه‌های هوادار و شش در دستگاه تنفسی خود دارد - جانوری که از جنوب کانادا تا مکزیک و بالعکس را پرواز کند.
- ۳) جانوری که اسکلت درونی فاقد استخوان در بدن خود دارد - جانوری که با کمک گیرنده آنتی ژنی، میکروب‌ها را شناسایی می‌کند.
- ۴) جانوری که خون خورده‌شده را با دیگران به اشتراک می‌گذارد - جانوری که از فرمون‌ها برای ارتباط استفاده می‌کند.

.....

.....

.....



**مثال ۲۲ - انتخاب طبیعی، در جمعیت زنبورهای عسل، نمی‌تواند ..... .**

(داخل-۹۳)

- ۱) در بروز رفتار افراد، نقش داشته باشد.
- ۲) بر فنوتیپ افراد جمعیت مؤثر باشد.
- ۳) فراوانی ال‌های نامطلوب را کاهش دهد.
- ۴) سبب پیدایش ال‌های سازگار شود.

.....

.....

.....



**مثال ۲۰ - جای خالی را با قید های مناسب و درست پر کنید:**

- ارتباط ..... از سرطان‌ها با مصرف زیاد غذاهای کباب شده یا سرخ شده مشخص شده است.
- ..... انسان‌ها ویژگی‌های مشترکی دارند.
- مجموع ..... آل‌های موجود در ..... جایگاه‌های ژنی افراد یک جمعیت را خزانه ژنی می‌نامند.
- ..... از جهش‌ها تأثیر فوری بر فنوتیپ ندارند.
- در نتیجه انتخاب طبیعی ..... از باکتری‌ها نسبت به تغییر شرایط محیط سازش پیدا می‌کنند.
- گونه‌های ..... روی کره زمین زندگی می‌کنند.
- سنگواره ..... حاوی قسمت‌های سخت بدن جانداران است.
- ساختار بدنی ..... از گونه‌ها از طرح مشابهی برخوردار است.
- عواملی است که مانع آمیزش ..... از افراد گونه با ..... دیگر از افراد همان گونه می‌شود.



**مثال ۲۱ - عبارتهای مقایسه‌ای: (جای خالی با کلماتی مانند، همانند - برخلاف - دارای - فاقد، پر شود).**

- هموگلوبین در کم خونی داسی‌شکل ..... هموگلوبین طبیعی ..... تعداد زیادی آمینواسید طبیعی است.
- جهش حذف ..... جهش اضافه ..... توانایی ایجاد تغییر در اندازه ماده وراثتی است.
- جهش جانیشینی ..... جهش حذف و جهش اضافه ..... اثری به نام تغییر در چاقوب در خوانده شدن رمزهاست.
- جهش حذف ..... جهش واژگونی ..... اثر مخرب روی یک کروموزوم است.
- دود سیگار ..... نور خورشید ..... عوامل جهش‌زا می‌باشد.
- مصرف سوسیس و کالباس ..... غذاهای کباب شده ..... اثرات ایجاد سرطان در انسان است.
- لیاف ..... مواد پاداکسنده ..... خواصی در پیشگیری از سرطان هستند.



وقوع جهش ..... رانش ژن خزانه ژن جمعیت را تغییر می‌دهد.  
 رانش ژن ..... انتخاب طبیعی موجب تغییر فراوانی آلل‌ها و ..... توانایی ایجاد سازش در جمعیت است.  
 انتخاب طبیعی ..... جهش تنوع آلل‌ها را در جمعیت ..... می‌دهد.  
 هنگام وقوع کراسینگ‌اور ..... عدم وقوع کراسینگ‌اور، گامت‌های ایجاد شده در فرد ..... گامت‌های والدی می‌تواند باشد.  
 ماموت‌ها ..... برخی از حشرات ..... سنگواره‌هایی هستند که همه قسمت‌های بدن آن‌ها حفظ شده است.  
 دلفین ..... شیر کوهی پستاندار بوده و ..... خویشاوندی نزدیک‌تری به کوسه ماهی است.  
 ساختارهای آنالوگ ..... اندام‌های هم‌نا نشانه خویشاوندی گونه‌های مختلف است.  
 مار پیتون ..... انسان ..... پا بوده ولی ..... آن ..... لگن است.  
 در گونه‌زایی دگرمی‌هنی ..... هم‌می‌هنی به مانع جغرافیایی نیاز نیست.  
 گل مغربی دیپلوئید ..... گل مغربی تتراپلوئید ..... خزانه ژنی جدا هستند.



### مثال ۲۲ - درستی و نادرستی عبارات‌های زیر را مشخص کنید:

تغییر در ماده وراثتی همیشه مفید است زیرا تنوع را افزایش می‌دهد.  
 جهش می‌تواند تعداد کروموزوم‌ها را تغییر دهد.  
 جهش جانیشینی همیشه باعث تغییر در توالی آمینواسیدها می‌شود.  
 جهش وازگونی را نمی‌توان با مشاهده کاریوتیپ تشخیص داد.  
 برخی از جهش‌ها بر توالی آمینواسیدهای پروتئین بی‌تأثیر هستند.  
 UV باعث ایجاد پیوند بین دو تیمین روبه‌روی هم می‌شود.  
 سرطان دستگاه تنفس که حاصل کشیدن سیگار است به نسل بعد منتقل می‌شود.  
 موجودات زنده می‌توانند در گذر زمان تغییر کنند.  
 تفاوت‌های فردی می‌تواند در پایداری گونه مؤثر باشد.  
 ژن‌هایی که به نسل بعد می‌رسند ژن‌های خوش‌شانس‌ترینند.  
 با تغییر شرایط محیط سازگاری آلل‌ها تغییر می‌کند.  
 شارش ژن دوسویه باعث افزایش تفاوت‌ها در دو جمعیت می‌شود.  
 انتخاب طبیعی باعث ایجاد افراد سازگار نسبت به محیط می‌شود.  
 شرایط محیط تعیین‌کننده صفتی است که حفظ می‌شود.  
 افرادی که ناقل کم‌خونی داسی‌شکل هستند ممکن است تحت شرایطی گلبول قرمز داسی‌شکل داشته باشند.  
 هرچه تعداد کروموزوم‌های یک فرد بیشتر باشد تنوع گامت‌های حاصل از میوز آن فرد نیز بیشتر خواهد بود.  
 گونه‌ها در طول زمان تغییر کرده‌اند.  
 ممکن است کل یک جاندار سنگواره شده باشد.  
 همیشه بخش‌های سخت بدن جانداران به سنگواره تبدیل می‌شود.  
 باله دلفین و بال پرند ساختاری آنالوگ هستند.  
 دلفین با شیر کوهی خویشاوندی بیشتری دارد تا با کوسه ماهی.  
 مار پیتون پا ندارد ولی لگن دارد.  
 بعضی از ژن‌ها ویژه یک نوع گونه هستند.  
 شارش ژن می‌تواند باعث رانش ژن شود.  
 گیاه سه‌لاد نازاست.  
 اگر گیاه چهارلاد خودلقاحی انجام دهد، گیاه حاصل زیستا و زایاست.  
 زاده‌های حاصل از آمیزش بین گونه‌ای، زیستا و زایا نیستند.



## آزمون‌های ترکیبی فصل ۴ دوازدهم

۱- کدام دو مورد را می‌توان همزمان در یک سلول مشاهده کرد؟

- ① هیستون - گلبول قرمز بالغ      ② اپراتور\_هیستون  
③ غلاف میلین - شبکه آندوپلاسمی      ④ زنجیره انتقال الکترون - خط Z

۲- در نوعی بیماری ارثی، شکل گویچه‌های قرمز فرد از حالت گرد به داسی شکل تغییر می‌یابد. کدام عبارت در ارتباط با این بیماری صحیح است؟

- ① هر فرد دارای دگره (آلل)  $Hb^A$ ، در معرض ابتلا به بیماری مالاریا قرار دارد.  
② تعداد آمینواسیدهای پروتئین هموگلوبین در افراد مبتلا، دست‌خوش تغییر می‌شود.  
③ شکل گویچه‌های (گلبول‌های) قرمز هر فرد دارای ژنوتیپ خالص در ژن‌های هموگلوبین، در محیط‌های کم‌اکسیژن تغییر نمی‌کند.  
④ انگل ایجادکننده بیماری مالاریا، نمی‌تواند گویچه‌های (گلبول‌های) قرمز افراد دارای ژن نمود (ژنوتیپ) ناخالص را آلوده کند.

۳- کدام گزینه، عبارت زیر را به نادرستی تکمیل می‌کند؟

«در فرد مبتلا به بیماری گویچه‌های قرمز داسی شکل و دارای ژنوتیپ  $Hb^s Hb^s$ .....»

- ① قطعاً بیش از یک ساختار پروتئین هموگلوبین تغییر کرده است.  
② تنها یک جفت نوکلئوتید در دناي گویچه‌های قرمز نابالغ تغییر کرده است.  
③ در برخی یاخته‌ها بیش از دو دگره  $Hb^s$  یافت می‌شود.  
④ قطعاً دگره (های) مربوط به این بیماری توسط کامه‌ها به فرزندان منتقل می‌شود.

۴- در توالی  $\dots TAC AGC CTA ATT AC \dots$  الگو، اگر باز گوانین مورد نظر حذف شود.....

- ① پروتئین محصول کوتاه تر می‌شود      ② پروتئین محصول بلند تر می‌شود.  
③ جهش بی‌معنی رخ می‌دهد      ④ جهش خاموش رخ می‌دهد

۵- کدام یک صحیح است؟

- ① کراسینگ‌اور همواره به نوترکیبی منجر می‌شود.  
② در کراسینگ‌اور ۴ سانترومر شرکت می‌کنند.  
③ بین هر چهار رشته  $DNA$  ساختار تتراد می‌تواند کراسینگ‌اور رخ دهد.  
④ کراسینگ‌اور فقط می‌تواند بین کروموزوم‌های هم‌تا رخ دهد.

۶- ژنگان در  $E. coli$ ، آزولا و سیانوباکتر به ترتیب دارای کدام یک از موارد زیر می‌تواند باشد؟

- ① فام‌تن حلقوی - فام‌تن راکیزه - فام‌تن سبز دیسه  
② دیسک - فام‌تن سبز دیسه - فام‌تن حلقوی  
③ فام‌تن حلقوی - فام‌تن خطی - فام‌تن سبز دیسه  
④ فام‌تن حلقوی - دیسک - فام‌تن راکیزه

۷- در یک ژن مربوط به تولید نوعی پروتئین تک رشته‌ای در پروانه مونارک، در اثر وقوع هر نوع جهش ..... همواره.....

- ① تغییر چارچوب - با حذف یا اضافه شدن یک نوکلئوتید در دنا، جایگاه رمز پایان در رنای حاصل تغییر می‌کند.  
② دگر معنا - شکل سه بعدی پروتئین و عملکرد آن تغییر می‌کند.  
③ جان‌شینی، همانند جهش حذفی - تغییری در توالی رنای پیک به وجود می‌آید.  
④ بی‌معنا، همانند جهش تغییر چارچوب - طول رشته پلی‌پپتیدی تغییر می‌کند.

۸- چند مورد جمله زیر را به نادرستی کامل می‌کند؟

«هر جهشی که در بخش الگوی ژن مربوط به میوگلوبین ایجاد شود، قطعاً روی ..... اثر می‌گذارد.»

(الف) فعالیت ذخیره اکسیژن توسط پروتئین

(ب) ساختار رنای پیک وارد شده به سیتوپلاسم

(ج) توالی نوکلئوتیدی عامل تعیین کننده توالی رنای پیک

(د) توالی‌های پادرمزه وارد شده به ریپوزوم برای ترجمه

- ① ۲      ② ۴      ③ ۱      ④ ۳

۹- کدام گزینه نادرست است؟

«گونه زایی هم میهنی ..... گونه زایی دگر میهنی.....»

- ① همانند - تدریجی بوده و جمعیت جدید توانایی انجام آمیزش موفقیت آمیز با جمعیت اولیه را ندارد.  
② برخلاف - با امکان ایجاد جاندار زیستا در صورت آمیزش با جمعیت اولیه همراه است.  
③ برخلاف - بدون جدایی جغرافیایی است و می‌تواند بر اثر خطا در تقسیم کاستمان رخ دهد.  
④ همانند - با ایجاد جدایی تولید مثل بین افراد جمعیت همراه است.



۱۰ - کدام گزینه نادرست است؟

- ① امکان کراسینگ اور بین ۲ الل گروه خونی ABO و Rh وجود ندارد.  
 ② در اثر کراسینگ اور بین دو کروموزوم همتا، ممکن است دو کامه نوترکیب ایجاد نشود.  
 ③ در بدن هر انسان سالم با کروموزوم Y، ممکن است در اسپرماتوسیت اولیه، فرایند چلیپایی شدن انجام شود.  
 ④ در زمان تشکیل چهارتایه ها در یاخته های اووسیت اولیه، ممکن است کراسینگ اور رخ دهد.

۱۱ - انتخاب طبیعی ..... نمی تواند .....

- ① همانند شارش - بر تنوع افراد یک جمعیت بیفزاید.  
 ② برخلاف جهش - سازش فرد را با محیط افزایش دهد.  
 ③ برخلاف رانش - گوناگونی دگره ها را در جمعیت کاهش دهد.  
 ④ همانند رانش - در کاهش گوناگونی افراد جمعیت، مؤثر باشد.

۱۲ - در یک ژن پروتئین ساز باکتری مولد بیماری سینه پهلو، جهش جانشینی رخ داده است. در این باکتری ممکن است تغییری در کدام مورد ایجاد شود؟ (با تغییر)

- ① چارچوب خواندن رمزها ② اندازه توالی افزایشده ③ اندازه عامل تغییر شکل باکتری ها ④ اندازه رونوشت ژن

۱۳ - با مشاهده کاریو تیپ به کدام مورد نمی توان پی برد؟

- ① جنسیت نوزاد ② ناهنجاری عددی ③ سندرم داون ④ کم خونی داسی شکل

۱۴ - با ..... شدن جمعیت، به تعادل نزدیکتر می شود و با ..... شدن جمعیت، اثر ..... می شود.

- ① بزرگتر - کوچکتر - شارش ژن - کمتر ② بزرگتر - کوچکتر - رانش ژن - بیشتر  
 ③ کوچکتر - بزرگتر - شارش ژن - بیشتر ④ کوچکتر - بزرگتر - رانش ژن - کمتر

۱۵ - کدام یک از گزینه های زیر صحیح است؟

- ① هر یاخته پیکری زنده بدن انسان، برای تعیین ژنوم سیتوپلاسمی می تواند مورد استفاده قرار گیرد.  
 ② انتخاب طبیعی بر خلاف آمیزش های تصادفی می تواند سبب تغییر فراوانی الل ها در جمعیت شود.  
 ③ هر جهش ژنتیکی در یاخته های جنسی یک مرد بالغ، طی تولید مثل جنسی به نسل بعد منتقل می شود.  
 ④ جانداران دو رگه نازا توانایی تکثیر اطلاعات ژنتیکی موجود بر روی کروموزوم (های) والدین خود را ندارد.

۱۶ - کدام گزینه درباره دیرینه شناسان صحیح نمی باشد؟

- ① در تشریح مقایسه ای به کمک بررسی ساختارهای همتا در مهره داران، گونه های خویشاوند با یکدیگر را در یک گروه قرار می دهند.  
 ② به مطالعه بقایای یک جاندار یا آثار پیکر جاندار که در گذشته دور زندگی می کرده است، می پردازند.  
 ③ معتقدند که در طول زمان های مختلف، زندگی به شکل های مختلف جریان داشته و تغییر گونه ها در طول زمان انجام شده است.  
 ④ آن ها می دانند که جاندارانی مانند دایناسورها و درخت گیسو در چه زمانی زندگی کرده اند.

۱۷ - کدام گزینه نادرست می باشد؟

- ① در پی ابتلای فرد به کم خونی ناشی از گویچه های قرمز داسی شکل، میزان ترشح هورمون اریتروپوئین از کلیه ها افزایش می یابد.  
 ② افراد دارای ژنوتیپ خالص از نظر کم خونی داسی شکل، در سنین بزرگسالی قطعاً نسبت به بیماری مالاریا مقاوم می باشند.  
 ③ در افراد مبتلا به کم خونی داسی شکل همانند افراد مبتلا به نشانگان داون، نوعی تغییر دائمی در ماده وراثتی ایجاد شده است.  
 ④ در طی آلودگی گویچه های قرمز خون فرد سالم به عامل مالاریا، تعداد نوعی گویچه سفید با هسته دو قسمتی افزایش می یابد.

۱۸ - فقط در ناهنجاری فام تنی ساختاری که تنها از نوع ..... باشد، .....  
 ① واژگونی - مقدار کل ژن های موجود در هسته یاخته تغییر نمی کند. ② جابه جایی - قسمتی از یک فام تن به فام تن دیگر منتقل می شود.  
 ③ حذفی - مقدار دنا ی یاخته کاهش پیدا می کند. ④ غیرحذفی - یاخته می تواند به رشد و نمو خود ادامه دهد.

۱۹ - چند مورد از موارد موجود برای تکمیل جمله زیر مناسب نیست؟

«در یک یاخته لنفوسیت، هر نوع جهش کوچک با تغییر در همراه است.»

- الف) توالی نوکلئوتیدی رنای پیک  
 ب) چارچوب خواندن نوکلئوتیدها  
 ج) ساختار یا عملکرد یک پروتئین  
 د) مقدار ماده وراثتی داخل یاخته

④ ۴

③ ۳

② ۲

① ۱





۲۰- رانش دگره ای برخلاف انتخاب طبیعی .....

- ① سبب تغییر فراوانی دگره ای در خزانه ژنی می شود.  
 ② منجر به سازش جمعیت نسبت به محیط می شود.  
 ③ فقط افرادی را که شانس بقای کمی دارند، حذف می کند.  
 ④ لزوماً باعث کاهش فراوانی افراد ناسازگار با محیط نمی شود.

۲۱- در مورد زاده های حاصل از خودلقاحی گیاه تتراپلوئید در پژوهش های هوگو دووری نمی توان گفت .....

- ① در همان نسل تفاوت آن ها با گیاهان جمعیت نیایی خود در اثر تغییرات تدریجی افزایش می یابد.  
 ② در صورت آمیزش با جمعیت گیاهان دیپلوئید، زاده های حاصل، در صورت بقا از طریق تکثیر رویشی، بتوانند منجر به گونه زایی هم میهنی شوند.  
 ③ زاده هایی زیستا و زایا بوده، ولی نمی توانند در حالت طبیعی با گونه نیایی آمیزش موفقیت آمیز داشته باشند.  
 ④ در صورت لقاح با گامت های گیاهان جمعیت نیایی خود، یاخته تخم حاصل نمو طبیعی خواهد داشت.

۲۲- کدام گزینه عبارت زیر را به طور صحیح کامل می کند؟

«هر جهش کوچکی که سبب کاهش طول رشته پلی پپتید حاصل از یک ژن شود؛ به طور قطع .....»

- ① با تغییر طول ماده وراثتی همراه نیست.  
 ② با ایجاد کدون پایان زودرس در توالی ژن همراه است.  
 ③ یک جهش بی معنا حساب می شود.  
 ④ با کاهش تولید آب هنگام فعالیت رناتن (ریبوزوم) همراه است.

۲۳- رشته ی زیرالگوی برای ساخت یک mRNA است، اگر در اثر جهش، نوکلئوتید آدنین دار مورد نظر حذف شود، پس از رونویسی و ترجمه

TAC · ACG · AAT · TAA · ACA · ACT · GCT

↑  
حذف

- ① در پپتید ساخته شده، دو آمینو اسید حذف می شوند.  
 ② سه tRNA به جایگاه P وارد می شوند.  
 ③ پپتید ساخته شده بلندتر می شود.  
 ④ یک دی پپتید تشکیل می شود.

۲۴- در مولکول دنا، افراد دارای ال  $Hb^S$  نسبت به دنا ی افراد عادی .....

- ① یک باز آدنین بیشتر دارد.  
 ② یک باز تیمین بیشتر دارد.  
 ③ یک باز سیتوزین بیشتر دارد.  
 ④ تعداد نوکلئوتید تفاوتی ندارد.

۲۵- در مورد افراد دارای ال  $Hb^S$  چند مورد صحیح است؟

- الف) به مالاریا مبتلا نمی شوند.  
 ب) افراد هتروزیگوت در مناطق مالاریا خیز شانس بقای بیشتری دارند.  
 ج) شانس ظاهر شدن فنوتیپ بیمار در پسران بیشتر از دختران است.  
 د) ال بیماری در همه سلول های بدن بیان می شود.

- ① یک مورد  
 ② دو مورد  
 ③ سه مورد  
 ④ چهار مورد

۲۶- پرتوی X در کدام یک نقشی ندارد؟

- ① پی بردن به ساختار سه بعدی پروتئین  
 ② عکسبرداری از DNA  
 ③ ایجاد دایمر تیمین  
 ④ رادیوگرافی

۲۷- در کدام یک کراسینگ اور رخ می دهد؟

- ① اووگونی  
 ② اووسیت اولیه  
 ③ اووسیت ثانویه  
 ④ اووم

۲۸- در سلولی که در حال کراسینگ اور است، حتماً ..... وجود دارد.

- ① سانتیریول  
 ② سانترومر  
 ③ واکونل  
 ④ غشاء هسته

۲۹- گزینه صحیح را انتخاب کنید.

- ① صفات برتر صفاتی هستند که احتمال بقای فرد را افزایش می دهند.  
 ② در جیرجیرک ماده تعادل بین وزن اسکلت خارجی و اندازه بدن موفقیت تولید مثلی را تعیین می کند.  
 ③ انتخاب طبیعی همواره فردی را که موفقیت تولید مثلی بیشتر داشته باشد برمیگزیند.  
 ④ رانش ژن همواره به کوچک شدن خزانه ژنی منجر می شود.

۳۰- کدام دو مورد را نمی توان همزمان در یک سلول مشاهده کرد؟

- ① حباب همانند سازی - لیزوزیم  
 ② کلروپلاست - دوک تقسیم  
 ③ دندریت - میتوکندری  
 ④ پروتئین هیستون - سلول آوند چوبی لیگنینی شده



## فصل ۴ (تغییر در اطلاعات وراثت)

۳۱- در توالی DNA الگو، اگر  $TAC ACC GTG ACT GG \dots$  باز مورد نظر با یک باز  $T$  عوض شود، .....

- ۱) پروتئین کوتاهتر می شود. ۲) پروتئین بلندتر می شود. ۳) توالی پروتئین عوض می شود. ۴) توالی پروتئین عوض نمی شود.

۳۲- کدام دو مورد هم زمان در یک جاندار وجود ندارد؟

- ۱) روییسکو - هیستون ۲) حباب همانند سازی - مضاعف شدگی ۳) پلازمید - کراسینگ اور ۴) سلولاز - هلیکاز

۳۳- ساختارهای همتا، ساختارهایی هستند که ..... یکسان و ..... متفاوت دارند و ساختارهای آنالوگ، ..... یکسان و ..... متفاوت دارند.

- ۱) کار - طرح ساختاری - طرح ساختاری - کار ۲) کار - طرح ساختاری - کار - طرح ساختاری  
۳) طرح ساختاری - کار - کار - طرح ساختاری ۴) طرح ساختاری - کار - طرح ساختاری - کار

۳۴- چند مورد صحیح است؟

- الف) در گونه‌زایی هم میهنی، رانش ژن تأثیر بسزایی بر نتیجه‌گونه‌زایی دارد.  
ب) جانداران تتراپلوئید، قادر به آمیزش با گونه نیایی خود نیستند.  
ج) با مقایسه ژنگان گونه‌های مختلف، می توان به ویژگی‌های خاص یک گونه پی برد.  
د) ساختارهای وستیجیال، رد پای تغییر گونه‌ها هستند.

- ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۵- کدام گزینه در رابطه به گروهی از جانوران که دارای گیرنده‌ پرتو فرابنفش در چشم مرکب خود هستند، صحیح نمی باشد؟

- ۱) تعریف ارنست مایر درباره‌ گونه‌ها، می تواند در مورد آن‌ها صادق باشد.  
۲) دارای بال با ساختارهایی با طرح متفاوت نسبت به بال کبوتر می باشند.  
۳) ممکن است تحت تأثیر انتخاب طبیعی، خزانه ژنی نسل بعد آن‌ها دستخوش تغییر شود.  
۴) بعد از بلوغ، همه افراد زیستا و زایا در این گروه، با تولید گامت نوترکیب در تولید مثل جنسی شرکت می کنند.

۳۶- کدام گزینه درباره‌ هر جهشی درست است که با مشاهده‌ کاریوتیپ از وجود آن می توان آگاه شد؟

- ۱) احتمال دارد توان بقای جمعیت را در شرایط محیطی جدید تغییر دهد. ۲) سبب تغییر در جایگاه ال‌های ژن‌ها می گردد.  
۳) با تغییر در تعداد نوکلئیدهای کروموزوم همراه است. ۴) سبب افزایش تعداد جایگاه‌های ژنی مربوط به برخی صفات می شود.

۳۷- در یاخته‌های بنیادی مغز استخوان یک دختر ۱۰ ساله، جهش ..... بر خلاف جهش ..... می تواند باعث شود که .....

- ۱) واژگونی - مضاعف شدگی - هیچ ژنی از ژنگان یاخته قبل از تقسیم حذف نشود. ۲) حذف - واژگونی - برخی از ژن‌ها بر روی کروموزوم‌ها تنها یک نسخه باقی بماند.  
۳) جابه‌جایی - حذف - از برخی ژن‌ها روی کروموزوم هیچ نسخه‌ای باقی نماند. ۴) مضاعف شدگی - جابه‌جایی - برخی از ژن‌ها از روی یک کروموزوم حذف شوند.  
۳۸- در پی بروز انواعی از جهش در بدن انسان، که در طی آن، تعداد و مکان جایگاه‌های ژنی مربوط به گروهی از صفات در یاخته‌های هسته دار بدن تغییر می کند، می توان گفت .....

- ۱) همگی باعث حذف قسمتی از یک فام تن و غالباً باعث مرگ یاخته می شوند. ۲) این جهش‌ها همواره از طریق تولید مثل جنسی به زاده‌ها منتقل می شوند.  
۳) سبب تغییر در فعالیت پروتئین‌های یاخته می شوند. ۴) همواره در پی وجود برخی عوامل جهش‌زا مانند نوشیدنی‌های الکلی بروز می کند.

۳۹- ساختارهایی که نشان می دهند گربه و سفره‌ماهی دارای نیای مشترکی هستند، .....

- ۱) می توانند نشان دهنده‌ آن باشند که ساختار بدنی بعضی گونه‌ها از طرح مشابهی برخوردار است.  
۲) نشان می دهد که در همه‌ مهره‌داران اندام جلویی دارای ساختار و کار یکسانی هستند.  
۳) همواره دارای اندازه‌ای بزرگ هستند و بسیار کارآمد می باشند.  
۴) ممکن است در برخی مهره‌داران کار و طرح ساختاری متفاوتی داشته باشد.

۴۰- شارش ژنی ..... رانش اللی می تواند .....

- ۱) برخلاف - منجر به افزایش شباهت‌های اللی میان جمعیت‌های مختلف شود.  
۲) همانند - در جهت حذف برخی ال‌های نامطلوب در جمعیت‌ها به صورت انتخابی عمل می کنند.  
۳) برخلاف - در جهت کاستن تعداد افرادی که سهم در خزانه ژنی نسل بعد دارد، عمل کند.  
۴) همانند - با تغییر فراوانی ژن‌های خزانه ژنی جمعیت‌ها، منجر به سازش پذیری آن‌ها با محیط شود.



۴۱- چند مورد، عبارت مقابل را نادرست تکمیل می‌نمایید؟ «در جانوران، هر نوع .....

- تبادل قطعه بین دو کروموزوم، جهش محسوب می‌گردد.
- تغییر فراوانی دگرها در جهت ناسازگاری با محیط رخ می‌دهد.
- به هم خوردن تعادل ژنی جمعیت به غنی تر شدن خزانه ژنی کمک می‌کند.
- آرایش فام‌تن‌ها در متافاز دو به تنوع کامه‌های ایجاد شده کمک می‌نماید.

۴ (۴)

۳ (۳)

۱ (۱)

۲ (۱)

۴۲- در یاخته‌های پیکری فردی بالغ، .....

- ۱) بنزوپیرین می‌تواند سبب اختلال در چرخه یاخته‌ای گردد.
- ۲) تغییر ساختار دنا همواره تحت تأثیر عوامل جهش‌زا رخ می‌دهد.
- ۳) سدیم‌نیتريت مستقیماً تحت تأثیر شرایطی قابلیت سرطان‌زایی دارد.
- ۴) پر تو فرابنفش سبب تشکیل دیم‌های نوکلئوتیدی در طول یک رشته رنا می‌گردد.

۴۳- کدام مورد برای تکمیل عبارت مقابل مناسب است؟

«علت ..... است.»

- ۱) هم‌تا بودن بال کبوتر و پروانه، یکسان بودن کار این دو بخش
- ۲) قرارگیری دلفین و شیرکوهی در یک گروه، داشتن نیای مشترک
- ۳) اثبات زندگی ۱۷۰ میلیون ساله گل لاله، بررسی سنگواره‌ها
- ۴) وستیجیال بودن استخوان پا در پیتون، نبود بقایای آن در لگن

۴۴- ..... برخلاف ..... می‌تواند باعث ..... گردد.

- ۱) جهش - نوترکیبی - حفظ گوناگونی در جمعیت‌ها
- ۲) انتخاب طبیعی - ایجاد و حفظ ناخالص‌ها - کاهش گوناگونی در جمعیت‌ها
- ۳) شارش ژنی - جهش حفظ گوناگونی در جمعیت‌ها
- ۴) گوناگونی دگره‌ای - آمیزش غیر تصادفی - کاهش گوناگونی در جمعیت‌ها

۴۵- نمی‌توان گفت ..... ، در هر گونه‌زایی دگر میهنی مؤثر است.

- ۱) سدهای جغرافیایی که یک جمعیت را به دو قسمت جداگانه تقسیم می‌کنند.
- ۲) رخدادهایی ناگهانی و زمین‌شناختی که بر اثر آن تعداد زیادی از دگرها از بین می‌روند.
- ۳) عامل افزایش فراوانی دگره‌هایی که رخ‌نمودهایی ایجاد می‌کنند تا با محیط سازگارتر شوند.
- ۴) عواملی که سبب ایجاد دگره‌های جدید در جمعیت می‌شوند.

۴۶- در گونه‌زایی ..... برخلاف گونه‌زایی .....

- ۱) هم‌میهنی - دگر میهنی، جدایی جغرافیایی رخ می‌دهد.
- ۲) دگر میهنی - هم‌میهنی، شارش ژن بین دو جمعیت صورت نمی‌گیرد.
- ۳) هم‌میهنی - دگر میهنی، خزانه ژنی افراد یک گونه از هم جدا می‌شود.
- ۴) دگر میهنی - هم‌میهنی، بین جمعیت‌هایی که در یک زیستگاه زندگی می‌کنند، جدایی تولیدمثلی اتفاق می‌افتد.

۴۷- در جمعیت‌های طبیعی، در صورت ..... قطعاً .....

- ۱) ایجاد مانع جغرافیایی در یک جمعیت - جهش برای ایجاد گونه جدید لازم است.
- ۲) وقوع گونه‌زایی - تبادل ماده ژنتیک بین دو گونه روی نمی‌دهد.
- ۳) مهاجرت به سایر جمعیت‌ها - فراوانی دگره‌ای (اللی) جمعیت مبدأ تغییر می‌کند.
- ۴) وقوع جهش در افراد - گونه‌زایی رخ می‌دهد.

۴۸- یاخته‌های خونی که از یاخته‌های بنیادی ..... مغز قرمز استخوان انسان منشأ می‌گیرند، ممکن نیست .....

- ۱) میلوئیدی - گازهای تنفسی در نوعی اندامک آن، یافت شود.
- ۲) لنفوئیدی - در دفاع غیر اختصاصی بدن انسان فعالیت کنند.
- ۳) میلوئیدی - ژنوم هسته‌ای آن کاملاً مشابه یاخته‌های لنفوئیدی باشد.
- ۴) لنفوئیدی - دانه‌های ریز یا درشتی در سیتوپلاسم آن‌ها مشاهده شود.

۴۹- کدام گزینه در ارتباط با کم‌خونی داسی شکل صحیح است؟

- ۱) وجود ال<sup>s</sup> Hb باعث حفظ گوناگونی در جمعیت می‌شود.
- ۲) افراد بیمار در هر کروموزوم حاوی ژن هموگلوبین، تنها در یک نوکلئوتید این ژن، با افراد سالم تفاوت دارند.
- ۳) در برابر نوعی بیماری مقاوم می‌شوند که جاندار عامل آن توانایی تولید عوامل رونویسی را در یاخته‌های خود ندارند.
- ۴) نوعی نقص اکسایشی است که در محیط‌های کم‌اکسیژن اثر خود را می‌تواند نشان دهد.



۵ - یکی از عوامل برهم زنده تعادل که فراوانی افراد ناسازگار با محیط را کاهش می دهد، .....

- ۱) برخلاف عامل ایجاد کننده ال جدید، همواره تفاوت های فردی را در جمعیت کاهش می دهد.
- ۲) همواره با حذف کامل ال ناسازگار از جمعیت همراه است.
- ۳) می تواند فراوانی ال  $Hb^S$  در مناطقی که مالاریا شایع تر است، را افزایش دهد.
- ۴) همانند رانش می تواند به صورت هدف دار تنوع را کاهش می دهد.

### باسخنامه تشریحی

- ۱ - گزینه ۴ سلول های ماهیچه ای دارای میتوکندری و زنجیره انتقال الکترون و همچنین خط  $Z$  هستند. سایر گزینه ها:  
گزینه ۱) گلبول قرمز بالغ فاقد هسته و هیستون می باشد.  
گزینه ۲) هیستون و اپراتور با هم مشاهده نمی شوند اپراتور در پروکاریوت ها است ولی هیستون در یوکاریوت ها می باشد.  
گزینه ۳) سلول های عصبی در اطراف خود، نه داخل خود دارای غلاف میلین هستند، شبکه آندوپلاسمی داخل سلول می شود.
- ۲ - گزینه ۳ در بیماری کم خونی داسی شکل، شکل گویچه های (گلبول های) قرمز فرد از حالت گرد به داسی شکل تغییر می یابند. در این بیماری افراد دارای ژن نمود (ژنوتیپ) خالص، همواره یا گویچه های قرمز طبیعی و یا داسی شکل دارند و در شرایط محیطی مختلف شکل گویچه های آن ها تغییر نمی کند. بررسی سایر گزینه ها:  
گزینه ۱) افراد  $Hb^A Hb^S$  که دارای دگره  $Hb^A$  هستند، در برابر مالاریا مقاوم اند.  
گزینه ۲) کم خونی داسی شکل در اثر نوعی جهش دگر معنا ایجاد می شود که در آن تنها نوع یک آمینواسید عوض می شود و تعداد آمینواسیدها تغییری نمی کند.  
گزینه ۴) دقت داشته باشید که انگل ایجاد کننده بیماری مالاریا، می تواند گویچه های قرمز افراد دارای ژن نمود  $Hb^A Hb^S$  را آلوده کند، اما پس از آلوده شدن، شکل آن ها تغییر کرده و انگل می مرد. بنابراین، می تواند گویچه های قرمز فرد را آلوده کند ولی نمی تواند در فرد سبب ایجاد بیماری شود.
- ۳ - گزینه ۴ دقت کنید افراد مبتلا به کم خونی داسی شکل معمولاً در سنین پایین می میرند؛ در نتیجه نمی توان گفت که به طور قطع ژن های مربوط به این صفت را از طریق گامت به فرزندان منتقل می کنند. بررسی گزینه ها:  
گزینه ۱) دقت شود ساختار پروتئین ها در چهار سطح بررسی می شود که هر ساختار مبنای تشکیل ساختار بالاتر است.  
گزینه ۲) در صورت جهش بزرگ و یا نوترکیبی می توان دگره های جدید و بیشتری ایجاد گردد.  
گزینه ۳) در آن تنها یک جفت از صدها جفت نوکلئوتید دنا در افراد بیمار تغییر یافته است دقت کنید گویچه های قرمز بالغ هسته ندارند.  
گزینه ۴) از آنجایی که افراد مبتلا در سنین پایین می میرند پس به سن بلوغ نمی رسند که ژن های مربوط به این صفت را از طریق گامت به فرزندان منتقل کنند.
- ۴ - گزینه ۲ اگر باز گوانین حذف شود، توالی مورد نظر که کدون پایان  $ATT$  در آن دیده می شود بر اثر تغییر در چارچوب به  $TAC ACC TATTAC$  کدون آغاز روی  $DNA$  الگو تبدیل می شود که کدون پایانی در آن دیده نمی شود، پس پروتئین حاصل بلندتر از پروتئین اولیه است.
- ۵ - گزینه ۴ در کراسینگ اور کروماتیدهای غیر خواهری از کروموزوم های همتا شرکت دارند. سایر گزینه ها:  
گزینه ۱) اگر کروماتیدهای شرکت کرده در کراسینگ اور دارای ال های ژنی یکسانی باشند، نوترکیبی رخ نمی دهد.  
گزینه ۲) کراسینگ اور فقط بین کروماتیدهای غیر خواهری رخ می دهد.  
گزینه ۳) در کراسینگ اور تنها دو کروموزوم مضاعف شده و دو سانترومر حضور دارند.
- ۶ - گزینه ۳ ژنگان در  $\left\{ \begin{array}{l} E. coli \text{ شامل: فامتن حلقوی / فامتن دیسک} \\ \text{ازولا شامل: فامتن خطی / فامتن راکیزه / فامتن سبز دیسه} \end{array} \right\}$  می باشد.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{سیانوباکتر شامل: فامتن حلقوی / فامتن دیسک} \end{array} \right\}$
- ۷ - گزینه ۳ بررسی سایر گزینه ها:  
گزینه ۱) جهش تغییر در چارچوب الزاماً حذف یا اضافه شدن یک نوکلئوتید نیست می تواند تعدادی باشد ولی حتماً باید مضربی از عدد ۳ نباشد.  
گزینه ۲) جهش از نوع دگر معنا باعث تغییر آمینواسید می شود و باعث تغییر ساختار اول رشته می شود و الزاما شکل و عملکرد  $Pr$  را تغییر نمی دهد.  
گزینه ۳) پاسخ سؤال می باشد هر گونه تغییر پایداری بر روی ماده وراثتی اثر خود را بر روی رنا اعمال می کند.  
گزینه ۴) می تواند یک کدون پایان به یک کدون پایان دیگر تبدیل شود در این صورت طول رشته تغییر نمی کند.
- ۸ - گزینه ۴ فقط مورد (ج) صحیح است.  
الف) جهش های خاموش تأثیری در فعالیت پروتئین ندارند.  
ب و د) ممکن است جهش سبب تغییر اینترون ها شود و تأثیری بر رنای بالغ نداشته باشد.  
ج) عامل تعیین کننده توالی رنای پیک، توالی نوکلئوتیدی دنا می باشد که در پی هر نوع جهش، توالی دنا قطعاً تغییر می کند.
- ۹ - گزینه ۱ گونه زایی دگر میهنی:  
۱) زمان طولانی (تدریجی)  
۲) همراه با سد جغرافیایی  
۳) آمیزش بین افراد رخ نمی دهد حتی با کنار هم بودن (در دو گونه)  
۴) وجود جدایی تولید مثل  
۵) عدم شارش ژن



گونه زایی هم میهنی:

۱) زمان کم (خطا میوز) ناگهانی

۲) بدون سد جغرافیایی

۳) آمیزش بین افراد می تواند رخ دهد (در دو گونه)

۴) وجود جدایی تولید مثل

۱۰ - گزینۀ ۳ بررسی گزینۀها:

گزینۀ ۱: کراسینگ اور بین دو آلل که روی یک جفت کروموزوم همتا قرار دارند، رخ می دهد، درحالی که آلل های گروه های خونی *ABO* و *Rh* روی یک کروموزوم قرار ندارند.

گزینۀ ۲: اگر قطعات میدله شده در پلیپای شدن حاوی دگره های متفاوتی باشند (نه به طور قطع) کامه های نوترکیب ایجاد می شود.

گزینۀ ۳: دقت کنید در بدن پسر که هنوز بالغ نشده است، تقسیم میوز مشاهده نمی شود.

گزینۀ ۴: در زمان تشکیل چهارتایه ها ممکن است کراسینگ اور صورت بگیرد.

۱۱ - گزینۀ ۳ انتخاب طبیعی در «فرد» تغییر ایجاد نمی کند؛ اما جهش اثرات متفاوتی را بر فرد می گذارد.

بررسی سایر گزینۀها:

گزینۀ ۱: شارش می تواند سبب افزایش تنوع در جمعیت پذیرنده شود.

گزینۀهای ۲ و ۴: انتخاب طبیعی همانند رانش، می تواند سبب کاهش گوناگونی دگره ای و کاهش گوناگونی افراد شود.

۱۲ - گزینۀ ۳ بررسی گزینۀها:

گزینۀ ۱: جهش های تغییر در چارچوب این ویژگی را دارند.

گزینۀ ۲: باکتری توالی افزایش نداد.

گزینۀ ۳: در این نوع جهش، اندازه *DNA* ثابت می ماند.

گزینۀ ۴: جهش در جایگاه آغاز یا پایان رونویسی ممکن است در اندازه رونوشت ژن تغییر ایجاد کند.

۱۳ - گزینۀ ۴ کاربوتیپ ناهنجاری های کروموزومی را تشخیص می دهد، کم خونی داسی شکل بر اثر جهش جانیشینی به وجود می آید که جزء ناهنجاری های کروموزومی نیست.

۱۴ - گزینۀ ۲ با بزرگتر شدن جمعیت، جمعیت به تعادل نزدیکتر می شود و با کوچکتر شدن جمعیت اثر رانش ژن بیشتر می شود.

۱۵ - گزینۀ ۲ انتخاب طبیعی باعث به هم خوردن تعادل می شود همانند آمیزش غیر تصادفی و برخلاف آمیزش تصادفی.

بررسی سایر گزینۀها:

گزینۀ ۱) در خصوص گلبول قرمز درست نیست.

گزینۀ ۳) جهش روی ژنوم میتوکندری یاخته های اسپرم به نسل بعد منتقل نمی شود.

گزینۀ ۴) جانداران دو رگه با تقسیم میتوز توانایی تکثیر اطلاعات ژنتیکی والدین خود را دارند.

۱۶ - گزینۀ ۱ همه گزینۀها به جز گزینۀ شماره ۱ صحیح است. به این موضوع توجه داشته باشید که دیرینه شناسی شاخه ای از زیست شناسی است که به مطالعه سنگواره ها می پردازد و این متفاوت از این جمله است که بگوییم دیرینه شناسان از ساختارهای همتا برای رده بندی جانداران استفاده می کنند این وظیفه به عهده زیست شناسان می باشد که دیرینه شناسی شاخه ای از زیست شناسی می باشد.

۱۷ - گزینۀ ۲

$Hb^S Hb^S \Rightarrow$  این افراد قبل از رسیدن به سن تولید مثل می میرند  $\Rightarrow$  خالص

$Hb^A Hb^S \Rightarrow$  این افراد در مناطق مالاریا خیز مقاوم ترند  $\Rightarrow$  ناخالص

$Hb^A Hb^A \Rightarrow$  این افراد در مناطق مالاریا خیز مقاوم نیستند ولی سالم اند  $\Rightarrow$  خالص

۱۸ - گزینۀ ۳ در جهش فام تنی از نوع حذف قسمتی از فام تن از دست می رود؛ بنابراین مقدار دنا یاخته کاهش می یابد.

بررسی سایر گزینۀها:

گزینۀ ۱: در جهش های جابه جایی و مضاعف شدن نیز مقدار ژن های موجود در هسته می تواند دچار تغییر نشود.

گزینۀ ۲: در جهش مضاعف شدن قسمتی از یک فام تن به فام تن همتا منتقل می شود.

گزینۀ ۴: جهش های فام تنی حذفی غالباً باعث مرگ یاخته می شوند، بنابراین، به ندرت ممکن است در این نوع جهش نیز یاخته به رشد و نمو خود ادامه دهد.

۱۹ - گزینۀ ۴ همه موارد نادرست است.

بررسی موارد:

الف) جهش هایی که در بخش بین ژنی رخ می دهند بر توالی محصول ژن و بر ساختار رنای پیک تأثیر نمی گذارند.

ب) این مورد تنها در مورد جهش تغییر چارچوب صحیح است.

ج) جهش خاموش روی ساختار یا عملکرد پروتئین ها اثر نمی گذارد.

د) در جهش جانیشینی مقدار ماده وراثتی کم یا زیاد نمی شود.

۲۰ - گزینۀ ۴ رانش دگره ای و انتخاب طبیعی هر دو منجر به تغییر فراوانی دگره ای می شوند. اما رانش دگره ای برخلاف انتخاب طبیعی، بدون توجه به سازگاری دگره ها با محیط، باعث تغییر فراوانی آن ها می شود.

۲۱ - گزینۀ ۱ بررسی گزینۀها:

گزینۀهای ۱ و ۲: تغییرات تدریجی در هنگام گونه زایی دگر میهنی مشاهده می شود. یکی از سازوکارهای گونه زایی هم میهنی، آمیزش بین افراد متعلق به دو گونه مختلف است. اگرچه زاده های حاصل از آمیزش بین گونه ای، زیستا و زایا نیستند، اما در صورت امکان بقا از طریق تکثیر رویشی، گاهی به لطف خطای کاستمانی، امکان ایجاد گونه جدید، به خصوص در گیاهان فراهم می شود.

گزینۀ ۳: مطابق تعریف گونه از نظر ارنست مایر می باشد.



## فصل ۴ (تغییر در اطلاعات وراثت)

گزینه ۴: گیاه سه لاد حاصل از نمو این تخم، نازاست. اما، این تخم نمو می‌یابد و به گیاه تبدیل می‌شود.  
۲۲ - گزینه ۴

کاهش طولی پلی‌پپتید به معنی ایجاد پیوند پپتیدی کمتر برای ساخت پلی‌پپتید است. در نتیجه به دلیل پیوند پپتیدی کمتر، آب کمتری هم بر اثر سنتز آبدهی تولید می‌شود. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱) جهش حذف و اضافه هم می‌تواند با ایجاد کدون پایان زودرس همراه باشد.

گزینه ۲) براساس شکل جهش بی‌معنا صرفاً برای جهش جانشینی در نظر گرفته شده است. اما جهش تغییر چهارچوب هم می‌تواند سبب کاهش طول پلی‌پپتید شود.

گزینه ۳) کدون در *mRNA* قرار دارد نه در ژن.

۲۳ - گزینه ۴ *mRNA* ی رونویسی شده قبل از جهش:

کدون پایان

AUG UGC UUA AUU UGU UGA CGA

۵ آمینو اسید در رشته‌ی پلی‌پپتید پس از ترجمه وجود خواهد داشت.

*mRNA* ی رونویسی شده بعد از جهش:

کدون پایان

AUG GCU UAA UUU GU UGA CGA

۲ آمینو اسید در رشته‌ی پلی‌پپتید پس از ترجمه وجود خواهد داشت.

۲۴ - گزینه ۴ چون در بیماری کم خونی داسی شکل یک باز *T* با یک *A* عوض شده است که مکمل یکدیگرند، پس در دو رشته *DNA* یا کروموزوم تعداد بازها تغییری نمی‌کند.

۲۵ - گزینه ۲ (الف و ب صحیح است).

الف) افراد دارای ال *Hb<sup>S</sup>* به مالاریا مبتلا نمی‌شوند، زیرا انگل مالاریا نمی‌تواند در گلبول‌های قرمز این افراد زنده بماند، چرا که با ورود انگل گلبول داسی شکل شده و از بین می‌رود.

ب) چون افراد هتروزیگوت به مالاریا مقاوم هستند، تعدادشان نسبت به افراد سالم بیشتر می‌شود.

ج) این بیماری اتوزوم مغلوب است و ربطی به جنسیت ندارد. پس این گزینه اشتباه است.

د) ال بیماری فقط در گلبول‌های قرمز بیان می‌شود.

۲۶ - گزینه ۳ ۱۳ عامل ایجاد دیمر تیمین اشعه *UV* است نه اشعه *X*. پرتوی *X* در سایر گزینه‌ها کاربرد دارد.

۲۷ - گزینه ۲ ساختار تتراد در اووسیت اولیه تشکیل می‌شود.

۲۸ - گزینه ۲ سانترومر

سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱) در باخته‌های گیاهی سانتیریول وجود ندارد (فقط خزّه و سرخس سانتیریول دارد).

گزینه ۲) واکوئل می‌تواند در سلول حضور نداشته باشد.

گزینه ۳) غشاء هسته در زمان تشکیل تترادها از بین رفته است.

۲۹ - گزینه ۲ در جبرجیرک ماده، سنگین تر و بزرگ تر بودن موفقیت تولید مثلی را افزایش می‌دهد و وزن اسکلت خارجی اندازه جاندار را محدود می‌کند.

سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱) صفات برتر صفاتی هستند که احتمال بقای گونه را افزایش می‌دهند نه فرد را.

گزینه ۳) انتخاب طبیعی گونه‌ای را که موفق تر باشد برمی‌گزیند. برای مثال مورچه‌های کارگر عقیم هستند اما توسط انتخاب طبیعی گسترش پیدا کرده‌اند.

گزینه ۴) اگر افرادی که از جمعیت در اثر رانش ژنی حذف می‌شوند، همه ال‌هایشان در سایر افراد جمعیت حضور داشته باشد، خزانه ژنی کوچک نمی‌شود.

۳۰ - گزینه ۴ سلول‌های آوندی چوبی لیگنینی شده مرده هستند و فاقد پروتئین هیستون می‌باشند.

سایر گزینه‌ها:

۱) در هوهسته‌ای‌ها حباب همانندسازی تشکیل می‌شود. بین سلول‌ها می‌توانند دارای لیزوزیم باشند.

۲) سلول‌های عصبی دارای دندریت و میتوکندری هستند.

۳) سلول‌های گیاهی کلروپلاست دارند، اگرچه سلول‌های گیاهی سانتیریول ندارند اما دوک تقسیم را تشکیل می‌دهند. (گیاهان ابتدایی پست (خزه‌ها و سرخس‌ها) و جانداران سانتیریول دارند اما گیاهان عالی (بازدندگان و نهانانگان) سانتیریول ندارند.

۳۱ - گزینه ۴ با عوض شدن باز سیتوزین مورد نظر، توالی  $\dots TAC ACC GTG \underline{ACT} GG \dots$  به توالی  $\dots TAC \dots \underline{ATT} \dots$  تبدیل می‌شود، که *ACT* مکمل *UGA* و *ATT* مکمل *UAA*

روی *mRNA* هستند، بنابراین یک کدون پایان به یک کدون پایان دیگر تبدیل شده است و توالی پروتئین عوض نمی‌شود.

۳۲ - گزینه ۳ پلازمید توسط باکتری‌ها تولید می‌شود که پروکاریوت و فاقد ساختار تتراد هستند.

۳۳ - گزینه ۳ ساختارهای همتا، ساختار یکسان و کار متفاوت دارند و ساختارهای آنالوگ کار یکسان و طرح ساختاری متفاوت دارند.

۳۴ - گزینه ۳ بررسی موارد:

الف) نادرست است، در گونه‌زایی هم میهنی رانش ژن مطرح نیست.

ب) درست است، گیاهان تتراپلوئید به گونه‌ جدیدی تعلق دارند و در شرایط طبیعی قادر به آمیزش با گونه‌ نیایی خود نمی‌باشند.

ج) درست است.

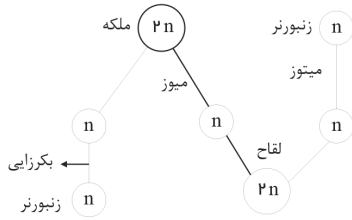
د) درست است.

۳۵ - گزینه ۴ گونه در زیست‌شناسی به جاندارانی گفته می‌شود که می‌توانند در طبیعت با هم آمیزش کنند و زاده‌هایی زیستا و زایا را به وجود آورند. در این سؤال هدف زنبور بوده هر ۳ گزینه

شماره یک تا سه با توجه به تعریف گونه و در نظر گرفتن ویژگی‌های زنبور عسل صادق است بجز گزینه شماره ۴ می‌دانیم چشم مرکب ویژگی حشرات می‌باشد و زنبور عسل نیز در این گروه قرار



می گیرد زنبور عسل برای تولید گامت تقسیم میتوز انجام می دهد و طی تقسیم میتوز گامت نو ترکیب به وجود نمی آید.



۳۶ - گزینه ۱ جهش ها اگر در مقیاس وسیع رخ دهند ( حذف، جابه جایی، مضاعف شدگی و واژگونی) یا عددی با مشاهده کاربوتیپ می توان از وجود چنین ناهنجاری هایی آگاه شد. در کل جهش ها می توانند سبب بروز تفاوت در جمعیت شوند و روی بقا جمعیت در محیط تأثیر مثبت، منفی یا خنثی بگذرانند.

۳۷ - گزینه ۲ در حذف نسخه ای از ژن حذف می شود ولی در واژگونی هیچ ژنی حذف نمی شود.

گزینه ۱) در جهش ها از نوع واژگونی، مضاعف شدگی، جابه جایی هیچ ژنی از ژنگان قبل از تقسیم حذف نمی شود.

گزینه ۳) در هر ۲ (حذف و جابه جایی) برخی از ژن ها حذف و هیچ نسخه ای از آن روی کروموزوم باقی نمی ماند.

گزینه ۴) در هر ۲ برخی ژن ها روی یک کروموزوم حذف می شود.

۳۸ - گزینه ۳ در صورت سوال اشاره به تعداد کرده است یعنی ناهنجاری های عددی و تغییر در مکان جایگاهی ژنی مربوط به گروهی از صفات یعنی ناهنجاری های ساختاری و چون کلمه تغییر در جایگاه را آورده است در نتیجه مضاعف شدن را شامل نمی شود و همه این جهش ها می توانند در نهایت در فعالیت پروتئین های یاخته تغییر ایجاد کنند.

۳۹ - گزینه ۱ از ساختارهای همتا برای تعیین گونه های خویشاوندی استفاده می شود این ساختارها به ساختارهایی گفته می شود که طرح ساختاری آن ها یکسان است با این که کار متفاوتی انجام می دهند و می توانند نشان دهنده آن باشد که ساختار بدنی برخی از گونه ها از طرح مشابه ای برخوردار است.

۴۰ - گزینه ۱ پاسخ سؤال گزینه شماره ۱، شارش به صورت پیوسته و دو طرفه باعث می شود خزانه ژن ۲ جمعیت به هم شباهت پیدا کند که این عمل کاملاً عکس رانش است. چون رانش در یک جمعیت بررسی می شود.

بررسی سایر گزینه ها:

گزینه ۲) اشاره به انتخابی بودن رانش دارد که کاملاً غلط بوده زیرا رانش و همچنین شارش پدیده ای کاملاً تصادفی هستند.

گزینه ۳) رانش با حذف افراد یک جمعیت می تواند در جهت کاهش تعداد افرادی که سهم در خزانه ژنی نسل بعد دارند نقش داشته باشد.

گزینه ۴) رانش منجر به سازش پذیری جمعیت نمی شود.

۴۱ - گزینه ۴ در این سؤال هر ۴ گزینه غلط است و پاسخ گزینه شماره ۴ می باشد.

زیرا در مورد آخر اشاره به متافاز ۲ شده که درست آن متافاز ۱ است.

در مورد سوم رانش تعادل ژنی را از بین می برد ولی جمعیت را غنی نمی کند.

در مورد دوم تغییر در فراوانی دگرها همیشه در جهت سازش یا محیط نیست مثل رانش و هر تبادل قطعه بین ۲ کروموزوم جهش نیست مثل کراسینگ اور

۴۲ - گزینه ۱ از مواد شیمیایی جهش زا می توان به بنزوپیرن اشاره کرد که در دود سیگار وجود دارد و جهشی ایجاد می کند که به سرطان منجر می شود.

بررسی سایر گزینه ها:

گزینه ۲): جهش می تواند به خاطر خطا در همانندسازی نیز رخ دهد.

گزینه ۳): سدیم نیتريت در بدن به ترکیباتی تبدیل می شود که تحت شرایطی قابلیت سرطان زایی دارند.

گزینه ۴): پرتو فرابنفش سبب ایجاد دیمر تیمین می شود. تیمین در ساختار رنا شرکت نمی کند.

۴۳ - گزینه ۲ دلفین و شیرکوهی هر دو به علت داشتن نیای مشترک در یک گروه قرار می گیرند.

بررسی سایر گزینه ها:

گزینه ۱): بال کبوتر و بال پروانه آنالوگ اند، نه همتا.

گزینه ۳): گل لاله جزء جانداران جدید است. درخت گیسو ۱۷۰ میلیون سال زندگی کرده است.

گزینه ۴): بقایای پا در لگ مار پیتون به صورت وستیجیال موجود است.

۴۴ - گزینه ۲ در بررسی گزینه ها:

گزینه ۱): نادرست - نوترکیبی می تواند باعث حفظ گوناگونی گردد.

گزینه ۲): درست - انتخاب طبیعی می تواند گوناگونی جمعیت ها را کاهش دهد.

گزینه ۳): نادرست - جهش باعث ایجاد حفظ گوناگونی در جمعیت ها می گردد.

گزینه ۴): نادرست - گوناگونی دگره ای باعث حفظ گوناگونی در جمعیت ها می گردد.

۴۵ - گزینه ۲ منظور از گزینه ۲: رانش دگره ای است که بر اثر عواملی مانند سیل، زلزله و ... تعداد زیادی از افراد از بین می روند، ولی این ویژگی فقط در جمعیت کوچک مؤثر است و اگر هیچ کدام از دو جمعیت جدا شده، کوچک نباشند تأثیر گذار نیست.

بررسی سایر گزینه ها:

گزینه ۱): هر نوع گونه زایی دگر میهنی با ایجاد سد جغرافیایی آغاز می شود.

گزینه ۳): منظور رخ دادن انتخاب طبیعی است.

گزینه ۴): منظور رخ دادن جهش است.



۴۶ - گزینه ۲ بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: در گونه‌زایی هم میهنی برخلاف گونه‌زایی دگرمیهنی، جدایی جغرافیایی رخ نمی‌دهد.

گزینه ۳: در گونه‌زایی هم میهنی همانند گونه‌زایی دگرمیهنی، خزانه ژنی افراد یک گونه از هم جدا می‌شود.

گزینه ۴: در گونه‌زایی هم میهنی برخلاف گونه‌زایی دگرمیهنی، بین جمعیت‌هایی که در یک زیستگاه زندگی می‌کنند، جدایی تولیدمثلی اتفاق می‌افتد.

۴۷ - گزینه ۱ جهش پیش‌زمینه‌ای برای گونه‌زایی است. یعنی اگر جهش نباشد گونه جدیدی ایجاد نمی‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۲: در گونه‌زایی هم میهنی تبادل ماده ژنتیک بین دو گونه ممکن است روی دهد، اما گیاه حاصل زایا نیست.

گزینه ۳: ممکن است در جمعیت‌های بزرگ مهاجرت به گونه‌ای صورت گیرد که فراوانی دگره‌ها (الل‌ها) در جمعیت تغییر نکند و ثابت بماند.

گزینه ۴: الزاماً در پی هر نوع جهش گونه‌زایی رخ نمی‌دهد.

۴۸ - گزینه ۴ لنفوسیت‌ها که از یاخته‌های بنیادی لنفوئیدی مغز قرمز استخوان تولید می‌شوند، دانه‌دار نیستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: در گویچه‌های سفید ممکن است گاز اکسیژن و دی‌اکسید کربن در میتوکندری یافت شود.

گزینه ۲: لنفوسیت‌های کشنده طبیعی در خط دوم دفاع غیراختصاصی شرکت دارند.

گزینه ۳: ژنوم همه یاخته‌های هسته‌دار بدن یک جاندار از یک تخم اولیه منشأ می‌گیرد. در نتیجه همه یاخته‌های هسته‌دار بدن، ژنوم مشابهی دارند.

۴۹ - گزینه ۱ بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۲: 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 جانمایی در یک نوکلئوتید به جانمایی

در یک جفت نوکلئوتید منجر می‌شود.

گزینه ۳: یوکاریوت‌ها توانایی تولید عوامل رونویسی را دارند، عامل بیماری مالاریا نوعی جاندار یوکاریوتی است.

گزینه ۴: کم خونی داسی شکل یک نقص ارثی است.

۵۰ - گزینه ۳ در مناطق مالاریا خیز افراد دارای ژنوتیپ  $Hb^A Hb^S$  نسبت به افراد سالم مقاوم تر و برتر هستند.

### پاسخنامه کلیدی

|       |        |        |        |        |        |        |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ۱ - ۴ | ۹ - ۱  | ۱۷ - ۲ | ۲۵ - ۲ | ۳۳ - ۳ | ۴۱ - ۴ | ۴۹ - ۱ |
| ۲ - ۳ | ۱۰ - ۳ | ۱۸ - ۳ | ۲۶ - ۳ | ۳۴ - ۳ | ۴۲ - ۱ | ۵۰ - ۳ |
| ۳ - ۴ | ۱۱ - ۳ | ۱۹ - ۴ | ۲۷ - ۲ | ۳۵ - ۴ | ۴۳ - ۲ |        |
| ۴ - ۲ | ۱۲ - ۳ | ۲۰ - ۴ | ۲۸ - ۲ | ۳۶ - ۱ | ۴۴ - ۲ |        |
| ۵ - ۴ | ۱۳ - ۴ | ۲۱ - ۱ | ۲۹ - ۲ | ۳۷ - ۲ | ۴۵ - ۲ |        |
| ۶ - ۳ | ۱۴ - ۲ | ۲۲ - ۴ | ۳۰ - ۴ | ۳۸ - ۳ | ۴۶ - ۲ |        |
| ۷ - ۳ | ۱۵ - ۲ | ۲۳ - ۴ | ۳۱ - ۴ | ۳۹ - ۱ | ۴۷ - ۱ |        |
| ۸ - ۴ | ۱۶ - ۱ | ۲۴ - ۴ | ۳۲ - ۳ | ۴۰ - ۱ | ۴۸ - ۴ |        |

آدم خسته هیچ نمی‌خواهد

فقط دلش می‌خواهد

دست خودش را بگیرد

فقط برود

جایی که قرار نیست

هیچ وقت، هیچ کس، هیچ کجا

پیدایش کند

