



کنکور آسان است  
**KONKURSara**



/konkursara



@konkursara\_official

021-55756500  
[www.konkursara.com](http://www.konkursara.com)



**تمرين ۱:** جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز پر کنید.

(الف) ماده وراثتی به طور (محدود- نامحدود) ..... تغییرپذیر است.

(ب) دانشمندان با مقایسه (زنی- آمینواسیدی) ..... افراد سالم و افراد مبتلا به کم خونی داسی شکل متوجه جهش از نوع جانشینی شده‌اند.

(پ) هر نوع تغییر در نوکلئوتیدهای ماده وراثتی جهش نامبرده (نمی‌شود- نمی‌شود) .....

(ت) در افراد مبتلا به کم خونی داسی شکل در (یک- دو) ..... زن رخ داده و اثر آن روی (یک- دو) ..... زنجیره پلی‌پپتیدی ظاهر شده است.

**پاسخ:**

### 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 جمیعت‌ها را در شرایط متغیر محیط افزایش می‌دهد و زمینه تغییر گونه‌ها را فراهم می‌کند. در این فصل با انواع تغییرات ماده وراثتی و اثرات آن بر فرد، جمعیت و گونه آشنا خواهیم شد.

### گفتار ۱: تغییر در ماده وراثتی جانداران

تغییرپذیری ماده وراثتی پیامدهای مختلفی دارد. تغییر، ممکن است «مفید»، «مضر» یا «حشری» باشد. تغییر در ماده وراثتی چگونه رخ می‌دهد و چه چیزی پیامد آن را تعیین می‌کند؟ در ادامه به این سؤالات پاسخ خواهیم داد.

### جهش

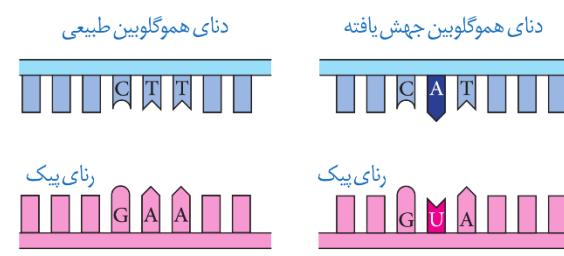
در فصل ۲ با کم خونی ناشی از گوییچه‌های قرمز داسی شکل آشنا شدیم و دیدیم که علت این بیماری، تغییر شکل در مولکول‌های هموگلوبین است. علت این تغییر شکل چیست؟ دانشمندان با مقایسه آمینواسیدهای هموگلوبین‌های سالم و تغییر شکل یافته، دریافتند که این دو پروتئین فقط در یک آمینو اسید با هم تفاوت دارند.

این که چرا چنین شده است، سوالی است که باید پاسخ آن را در زن‌ها بیابیم. مقایسه زن‌های هموگلوبین در بیماران و افراد سالم نشان می‌دهد که در رمز مربوط به این آمینواسید، نوکلئوتید **A** به جای **T** قرار گرفته است (شکل ۱). شگفتگی از تغییر در یک نوکلئوتید از میلیون‌ها نوکلئوتید انسان، می‌تواند پیامدی این چنین وحیم را به دنبال داشته باشد. تغییر دائمی در نوکلئوتیدهای ماده وراثتی را **جهش می‌نامند**.

Primary Structure	Secondary and Tertiary Structures	Quaternary Structure	Function	Red Blood Cell Shape
Normal hemoglobin 1 Val 2 His 3 Leu 4 Thr 5 Pro 6 Glu 7 Glu		Normal hemoglobin	Molecules do not associate with one another; each carries oxygen.	
Sickle-cell hemoglobin 1 Val 2 His 3 Leu 4 Thr 5 Pro 6 Val 7 Glu		Sickle-cell hemoglobin	Molecules crystallize into a fiber; capacity to carry oxygen is reduced.	

**QUEST ۱:** در ارتباط با کم خونی داسی شکل جهش از نوع ..... در حرف ..... یکی از رمزهای ژنتیکی رخ داده است.  
 ۱) جانشینی- دوم ۲) تغییر چارچوب- اول  
 ۳) تغییر چارچوب- دوم ۴) جانشینی- اول  
**پاسخ: گزینه «۱»**

با توجه به شکل ۱، صفحه ۴۸ کتاب زیست‌شناسی ۳، در دنای هموگلوبین جهش یافته در حرف دوم رمز ژنتیک، جهش جانشینی رخ داده است.



شکل ۱- مقایسه زن‌های هموگلوبین در افراد سالم و بیمار. در این شکل فقط بخشی از زن نشان داده شده است.



نکته:

(I) براساس ماده وراثتی	تقسیم‌بندی انواع جهش
(II) براساس نوع باخته	
(III) براساس وراثت یا اکتسابی	

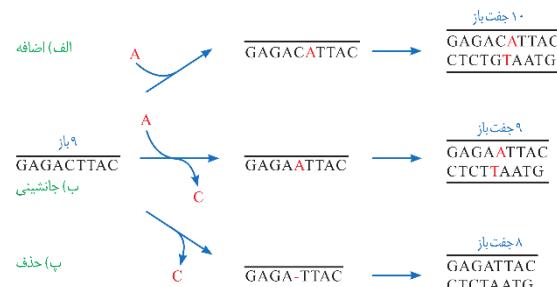
درون ژنی	کوچک ← تغییر نوکلئوتیدی	(I) جهش براساس ماده وراثتی
بین ژنی	(غيرقابل رویت با کاریوتیپ)	
تغییر فام‌تنی	بزرگ (قابل رویت با کاریوتیپ)	

جانشینی (نوعی نقطه‌ای)	بدون تغییر تعداد	انواع جهش کوچک
دایم‌تریمین	نوکلئوتید	
با تغییر چارچوب خواندن	با تغییر تعداد نوکلئوتید	

a.a <sub>1</sub> → a.a <sub>1</sub>	خاموش	mRNA	انواع جهش‌های درون ژنی مربوط به		
پایان → پایان					
a.a <sub>1</sub> → a.a <sub>2</sub>	دگر معنا				
پایان → a.a					
a.a <sub>1</sub> →	بی معنا				
پایان →					

در مثال بالا دیدیم که جهش در یک نوکلئوتید رخ داده است، 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. انواع جهش‌های کوچک در شکل ۲ نشان داده شده‌اند. مثال باخته‌های داسی شکل، نمونه‌ای از جهش کوچک است. در این جا یک نوکلئوتید، جانشین نوکلئوتید دیگری شده است. این نوع جهش را **جانشینی** می‌نامند. به علت وجود رابطه مکملی بین بازها، تغییر در یک نوکلئوتید از یک رشتۀ دنا، نوکلئوتید مقابل آن را در رشتۀ دیگر تغییر می‌دهد به همین علت، جانشینی در یک نوکلئوتید به جانشینی در یک جفت نوکلئوتید منجر می‌شود.



شکل ۲ - انواع جهش‌های کوچک

نباید تصور کرد که جهش جانشینی همیشه باعث تغییر در توالی آمینواسیدها می‌شود. می‌دانید چرا؟ پاسخ این است که گاهی جهش، رمز یک آمینواسید را به رمز دیگری برای همان آمینواسید تبدیل می‌کند. این نوع جهش تأثیری بر پروتئین نخواهد گذاشت. چنین جهشی را **جهش خاموش** می‌نامند. 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 (شکل ۳).

**تمرين ۲:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

(الف) هر جهشی که مانع از ادامه ترجمه بعد از رمزه آغاز شود از نوع جانشینی است.

(ب) در هر حذف یا اضافه شدن نوکلئوتید که منجر به تغییر رمزهای mRNA شود، جهش تغییر چارچوب خواندن رخ می‌دهد.

(پ) برای ایجاد تغییر در ساختار اول پروتئین جهش جانشینی الزامی است.

(ت) هر نوع جهش بدون تغییر در توالی آمینواسیدها از نوع خاموش و بی‌تأثیر است.

(ث) هر نوع جهش که منجر به پیدایش یک رمزه پایان قبل از رمز پایان اصلی شود از نوع جانشینی و بی‌معنا است.

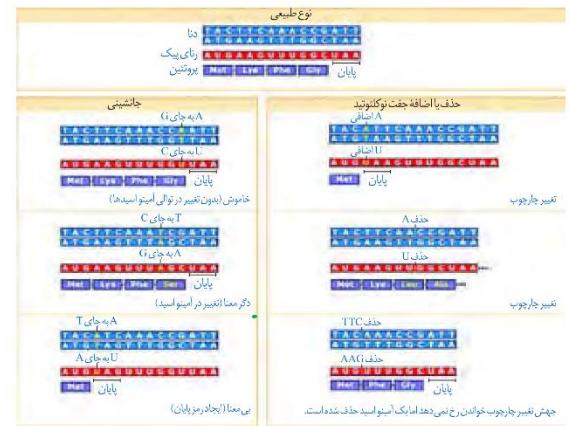
**پاسخ:**

**تمرين ۳:** به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

(الف) چه نوع حذف یا اضافه شدن نوکلئوتید در ساختار یک زن پروتئین‌ساز، جهش تغییر چارچوب خواندن رخ نمی‌دهد؟

(ب) تفاوت جهش بی‌معنا با جهش خاموش چیست؟

**پاسخ:**



شکل ۳- تأثیر جهش بر پروتئین

جهش‌های اضافه و حذف، انواع دیگر جهش‌های کوچک‌اند. در این جهش‌ها به ترتیب یک یا چند نوکلئوتید اضافه یا حذف می‌شود. نتیجه این جهش‌ها چیست؟ می‌دانیم که رمز دنا به صورت دسته‌های سه تایی از نوکلئوتیدها خوانده می‌شود. اگر نوکلئوتیدی اضافه یا حذف شود ممکن است پیامد و خیمی 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 می‌شود؟ قرار است این جمله را همچنان به صورت کلمات سه حرفی بخوانیم:

ای ن / ا ر س ی / ب س ر / خ ا س / ا ت

می‌بینیم که جمله معنای خود را از دست می‌دهد. جهش‌هایی را که باعث چنین تغییری در خواندن می‌شوند، جهش **تغییر چارچوب خواندن** می‌نامند. در شکل ۳، تأثیر این جهش بر توالی یک پروتئین فرضی نشان داده شده است.

**فعالیت ۱: (الف)** در چه صورت طول یک رشته پلی‌پپتیدی ممکن است طویل‌تر شود؟

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

**جهش‌های بزرگ (ناهنجری‌های فامتنی):** جهش ممکن است در مقیاس وسیع‌تری رخ دهد تا جایی که به ناهنجاری‌های فامتنی منجر شود. زیست شناسان با مشاهده کاریوتیپ می‌توانند از وجود چنین ناهنجاری‌هایی آگاه شوند.



نکته:

حذف	ساختراری	انواع جهش‌های فامتنی	
جابه‌جایی			
مضاعف‌شدن	تعداد		
وازگونی			
مثل تریزوومی $(2n + 1)$			
مثل پلی‌پلوئیدی $(2n \rightarrow 4n)$			

بخشی از یک کروموزومی از ساختار کروموزوم جدا می‌شود:

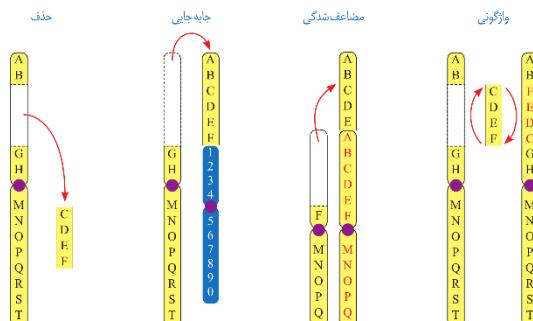
⇒ حذف	الف) به هیچ کروموزومی وصل نمی‌شود
در همان محل به صورت معکوس = وازگونی	ب) به همان کروموزوم متصل شود
در محل دیگر = جابه‌جایی	پ) به کروموزوم غیرهمتا متصل شود
= مضاعف شدن	ت) به کروموزوم همتا متصل شود

قابل انتقال به همه یاخته‌ها	پیکری	(II) جهش‌های یاخته‌ای
جهش در یاخته تخم		
قابل انتقال به یاخته‌های دختری		
غيرقابل انتقال به یاخته دیگر		
⇒ جهش نورونی		
⇒ قابل انتقال به نسل بعد		
کامه‌ای		

QUEST ۲: کدام جهش در فامتن‌های یاخته‌ای پیکری زنبور عسل غیرممکن است؟
۱) حذف
۳) جابه‌جایی
۴) وازگونی
پاسخ: گزینه ۲ «
زنبورهای عسل نر همگی هاپلولوئید هستند، پس امکان جهش مضاعف‌شدنی برای آن‌ها وجود ندارد.

در سال گذشته با نشانگان داون آشنا شدید. می‌دانید که مبتلایان به این بیماری یک فامتن ۲۱ اضافی دارند. تغییر در تعداد فامتن‌ها را ناهنجاری عددی در فامتن‌ها می‌نامند.

نوع دیگری از ناهنجاری فامتنی، ناهنجاری ساختاری است. انواع این جهش‌ها در شکل ۴ نشان داده شده‌اند.



شکل ۴- انواع ناهنجاری‌های ساختاری در فامتن‌ها

همان طور که در شکل می‌بینید، ممکن است قسمتی از فامتن از دست برود که به آن **حذف** می‌گویند.

جهش‌های فامتنی حذفی غالباً باعث مرگ می‌شوند. **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. اگر قسمتی از یک فامتن به فامتن همتا جابه‌جا شود، آن گاه در فامتن همتا، از آن قسمت دو نسخه دیده می‌شود. به این جهش، **مضاعف‌شدنی** می‌گویند. نوع دیگری از ناهنجاری‌های فامتنی، **وازگونی** است که در آن جهت قرارگیری قسمتی از یک فامتن در جای خود معکوس می‌شود.

#### پیامدهای جهش بر عملکرد

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 ماده وراثتی گفته می‌شود و برابر است با مجموع محتوای ماده 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. دنای راکیزه، ژنگان سیتوپلاسمی را در ژنگان انسان تشکیل می‌دهد. 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، آن گاه پیامدهای آن مختلف خواهد بود. آنزیمی را در نظر بگیرید که در ژن آن جهش جانشینی رخ داده و رمز یک آمینواسید را به آمینواسید دیگری تبدیل کرده

## نکته:

بی تأثیر روی ساختار پلی پیتید				
تأثیرگذاری روی عملکرد پروتئین	تغییر طول پلی پیتید		درون	
بی تأثیر روی عملکرد پروتئین	تغییر در یک یا چند آمینو اسید	تأثیر روی ساختار پلی پیتید	ژنی پروتئین ساز	پیامدهای جهش روی زنگان
تأثیرگذار روی عملکرد پروتئین				
مقدار رونویسی و مقدار پروتئین			توالی افزاینده اپراتور راهانداز	بیرون ژن
یک والد	ارثی	مستقل از عوامل محیطی		
دو والد				
خطا در همانندسازی و عدم پروتئین				
اثر پرتو فرابنفش بر ایجاد دوپار تیمین	عوامل فیزیکی	وابسته به محیط (اکتسابی)		
بنزوپیرن و نیتریت سدیم	عوامل شیمیایی			

QUEST ۳: جهش دوپار تیمین به علت پیوند بین دو باز تیمین ..... رخ می دهد که علت آن به طور معمول قرار گرفتن در معرض ..... است.

- ۱) روی یکی از رشته های الگو یا رمزگذار دنا- بنزوپیرن
- ۲) بین رشته های الگو و رمزگذار دنا- UV
- ۳) روی یکی از رشته های الگو یا رمزگذار دنا- UV
- ۴) بین رشته های الگو و رمزگذار دنا- بنزوپیرن

پاسخ: گزینه «۳»

پرتو فرابنفش باعث تشکیل پیوند بین دو تیمین مجاور (دو تیمین روی یکی از رشته های الگو یا رمزگذار دنا) رخ می دهد.

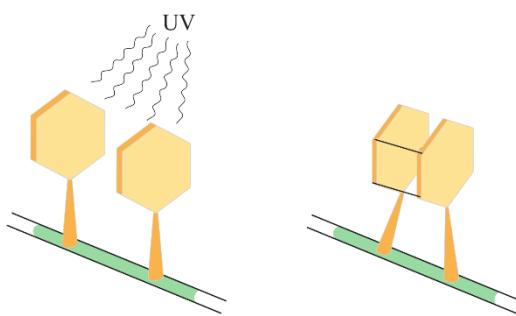
است. آیا این جهش باعث تغییر در عملکرد آنزیم خواهد شد؟ پاسخ این سؤال به محل وقوع تغییر در آنزیم بستگی دارد. اگر جهش باعث تغییر در جایگاه فعل آنزیم شود، آن گاه احتمال تغییر عملکرد آنزیم بسیار زیاد است. اما اگر جهش در جایی دور از جایگاه فعل رخ دهد، به طوری که بر آن اثری نگذارد، احتمال تغییر در عملکرد آنزیم کم یا حتی صفر است.

گاهی جهش در یکی از توالی های تنظیمی ژن رخ می دهد، مثلاً در راهانداز یا افزاینده. این جهش بر توالی پروتئین اثری نخواهد داشت بلکه بر «مقدار» آن تأثیر می گذارد. جهش در راهانداز یک ژن، ممکن است آن را به راهاندازی قوی تر یا ضعیفتر تبدیل کند و با اثر بر میزان رونویسی از آن، محصول آن را نیز بیش تر یا کم تر کند.

## علت جهش

گرچه سازوکارهای دقیقی برای اطمینان از صحت همانندسازی دنا وجود دارد اما با وجود این ها، گاهی در همانندسازی خطاهای رخ می دهد که باعث جهش می شوند. جهش، تحت اثر عوامل جهش زا هم رخ می دهد. عوامل جهش زا را می توان به دو دسته فیزیکی و شیمیایی تقسیم کرد. پرتوی فرابنفش یکی از عوامل جهش زای فیزیکی است. این پرتو، که در نور خورشید وجود دارد، باعث تشکیل پیوند بین دو تیمین مجاور هم می شود که به آن دوپار (دیمر) تیمین می گویند (شکل ۵). از مواد شیمیایی جهش زا می توان به بنزوپیرن اشاره کرد که در دود سیگار وجود دارد و جهشی ایجاد می کند که به سلطان منجر می شود.

جهش ممکن است ارثی یا اکتسابی باشد. جهش ارثی از یک یا هر دو والد به فرزند می رسد. این جهش در کامه ها وجود دارد که پس از لقاد، جهش را به تخم منتقل می کنند. در این صورت همه یاخته های حاصل از آن تخم، دارای آن جهش اند. جهش اکتسابی از محیط کسب می شود. مثلاً سیگار کشیدن می تواند باعث ایجاد جهش در یاخته های دستگاه تنفس شود.



شکل ۵- تشکیل دوپار تیمین



نکته:

مفید ← $Hb^A$ ← $Hb^S$ (افزایش مقاومت به مالاریا)	پیامد جهش
مضر ← سرطان	
خشنی	

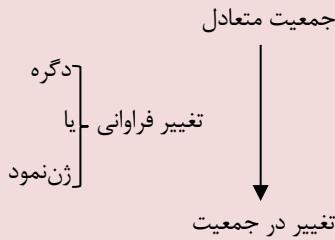
سبک زندگی		عوامل	سرطان
آنتوسیانین	پاد		
لیکوبن	پاد	تغذیه سالم	مهم
گرانتوفیل	اسنده	پیشگیری کننده	پیشگیری
کاروتون		سرطان	سرطان
برخی آلکالوئیدها			
فیبر	الیاف		
II اینترفرون پروفورین و آنزیم		یاخته‌های کشنده طبیعی لنفوسیت T	یاخته‌های مبارزه کننده

سبک زندگی و تغذیه سالم نقش مهمی در پیشگیری از سرطان دارند. وزش و وزن مناسب، از عوامل مهم در حفظ سلامت‌اند. در سال‌های قبل دیدید که غذاهای گیاهی که پاد اسنده و الیاف دارند در پیشگیری از سرطان مؤثرند. در عین حال، شیوه فراوری و پخت غذا بر سلامت آن اثر می‌گذارد.

تحقیقات نشان داده است در مناطقی که مصرف غذاهای نمک‌سود 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 نیتریت‌دار مانند سدیم نیتریت، که برای ماندگاری محصولات پرتوئینی مثل سویسیس و کالباس به آن‌ها اضافه می‌شود، در بدن به ترکیباتی تبدیل می‌شوند که تحت شرایطی قابلیت سرطان‌زای دارند. بنابراین مصرف زیاد چنین مواد غذایی از عوامل ایجاد سرطان است.



نکته:



جهش	۱- تغییر فراوانی رُزنمود به همراه تغییر در فراوانی دگره
انتخاب طبیعی	
رانش	
شارش	

۲- تغییر فراوانی رُزن بدون تغییر در فراوانی دگره ← آمیزش غیرتصادفی مثل خودلقاحی

ایجاد دگره جدید	۱- جهش	عامل
کم کردن از فراوانی یک دگره و افزایش فراوانی دگره دیگر		تفاوت‌دهنده
۲- انتخاب طبیعی: افزایش فراوانی دگرهای سازگارتر		فراوانی
۳- رانش: افزایش فراوانی دگرهای براساس شناس		دگرهای
۴- شارش: کاهش فراوانی دگره از جمعیت مبدأ و افزایش آن در جمعیت مقصد		



**تمرین ۴:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

- (الف) تفاوت‌های فردی می‌تواند در پایداری گونه مؤثر باشد.
- (ب) فقط انتخاب طبیعی است که تعیین می‌کند کدام صفات با فراوانی بیشتری به نسل بعد منتقل شود.
- (پ) مقاوم شدن باکتری‌ها نسبت به داروها مثالی از انتخاب طبیعی است.
- (ت) انتخاب طبیعی علاوه بر تغییر فرد موجب تغییر جمعیت نیز می‌شود.

پاسخ:

## گفتار ۲: تغییر در جمعیت‌ها

بعد از کشف پادزیست‌ها (آناتی‌بیوتیک‌ها) در نیمه قرن گذشته، آدمی به یکی از کارآمدترین ابزارهای دفاعی در برابر باکتری‌های بیماری‌زا مجده شد و توانست در نبرد با آن‌ها پیروز شود. با این وجود، مدتی است که از گوشه و کنار دنیا خبر می‌رسد باکتری‌ها نسبت به پادزیست‌ها مقاوم شده‌اند. گرچه دانشمندان با طراحی داروهای جدید، برتری انسان را در این نبرد همچنان حفظ کرده‌اند اما در عین حال، روند مقاوم شدن باکتری‌ها آدمی را سخت نگران کرده است. مقاوم شدن باکتری‌ها نسبت به داروهای، یکی از مثال‌هایی است که نشان می‌دهد «موجودات زنده می‌توانند در گذر زمان تغییر کنند»

این تغییر چگونه رخ می‌دهد؟

### 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 چگونه می‌تواند در پایداری گونه مؤثر باشد؟ این سؤال را با ذکر مثالی پاسخ می‌دهیم. 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 شناس بیشتری برای زنده ماندن دارند. بنابراین، این افراد، بیشتر از دیگران تولیدمی‌کنند 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، شناس بیشتری برای تولیدمی‌کنند و انتقال صفت به نسل‌های بعد را خواهند داشت. بنابراین، بعد از مدتی با جمعیتی روبرو 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 ماء، آن‌ها که سرما را تحمل می‌کرند، در مقایسه با بقیه، شناس بهتری برای زنده ماندن داشتند. با کمی دقت متوجه

### قست ۴: کدام معرف یک جمعیت است؟

- (۱) مجموعه درخت شهر شما در سال گذشته
- (۲) همه موجوداتی که در یک زیست بوم با هم در ارتباطند.
- (۳) همه گل‌مغربی‌ها مورد مطالعه هوگو دوری در اوایل دهه ۱۹۰۰
- (۴) همه درختان گیسو سال ۲۰۱۸ فرانسه

**پاسخ: گزینه «۴»**

در ارتباط با جمعیت باید اسم گونه، مکان و زمان مورد توجه قرار گیرد.



**تمرین ۵:** دو راه افزایش جمعیت باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک را بنویسید.

**پاسخ:**

- (۱) از طریق تقسیم شدن
- (۲) انتقال دیسک‌ها (پلازمیدها) از باکتری مقاوم به باکتری غیر مقاوم



**قست ۵:** کدام گزینه معرف خزانهٔ ژنی یک جمعیت است؟

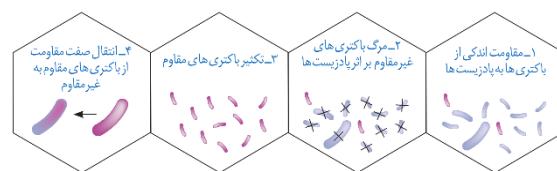
- (۱) کل محتوای ژنی و غیرژنی همه افراد یک جمعیت
- (۲) کل محتوای ژنی و غیرژنی همه افراد یک جمعیت در حال تعادل ژنی
- (۳) مجموع همه شکل‌های مختلف همه جایگاه‌های ژنی افراد یک جمعیت
- (۴) مجموع همه دگرهای همه جایگاه‌های ژنی جمعیت در حال تعادل ژنی

**پاسخ: گزینه «۳»**

مجموع همه دگرهای موجود در همه جایگاه‌های ژنی افراد یک جمعیت را خزانهٔ ژنی آن جمعیت می‌نامند.



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، زیست شناسان 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 تولید مثل دارند، **انتخاب طبیعی** می‌نامند.



شکل ۶- چگونگی مقاوم شدن باکتری‌ها به پادزیست

انتخاب طبیعی می‌تواند علت مقاوم شدن باکتری‌ها به پادزیست‌ها را نیز توضیح دهد (شکل ۶).

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.

### خزانهٔ ژن

قبل از کشف مفاهیم پایهٔ ژنتیک، زیست شناسان 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 زیست شناسان، جمعیت را بر اساس ژن‌های آن توصیف کنند. **مجموع همه دگرهای موجود در همه جایگاه‌های ژنی افراد یک جمعیت را خزانهٔ ژن آن جمعیت می‌نامند.**

### جمعیت در حال تعادل

اگر در جمعیتی فراوانی نسبی دگرهای یا ژن نمودها از نسلی به نسل دیگر حفظ شود آن گاه 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.

**QUEST ۶:** از عوامل مؤثر در برقرار ماندن تعادل زنی در یک جمعیت، این است که .....  
 ۱) انتخاب طبیعی رخ دهد.  
 ۲) آمیزش‌ها غیرتصادفی باشد.  
 ۳) فراوانی دگرهای نسبتاً ثابت بماند.  
 ۴) شارش زن به طور پیوسته و دوسویه ادامه یابد.

پاسخ: گزینه «۳»

اگر در جمعیتی فراوانی نسبی دگرهای یا زن نمودها از نسلی به نسل دیگر حفظ شود، آن گاه می‌گویند جمعیت در حال تعادل زنی است.

**QUEST ۷:** هر عاملی که بر ..... جمعیت مؤثر است، قطعاً .....  
 (سراسری خارج کشور ۸۸)  
 ۱) فراوانی الالهای ناسازگار - می‌تواند باعث پیدایش الالهای جدید شود.  
 ۲) تغییر ساختار زنی - در تعیین جهت تغییر گونه‌ها بی‌تأثیر می‌باشد.  
 ۳) تنوع افراد - در تغییر خزانه زنی جمعیت، نقش اساسی دارد.  
 ۴) تغییر چهره - باعث حذف کامل الالهای نامطلوب می‌شود.

پاسخ: گزینه «۳»

**QUEST ۸:** کدام عبارت، درباره جمعیت‌های کوچک طبیعی نادرست است؟  
 (سراسری خارج کشور ۹۵)  
 ۱) نیروهای تغییردهنده گونه‌ها فعل می‌باشند.  
 ۲) امکان آمیزش میان افرادی با فنوتیپ یکسان وجود دارد.  
 ۳) احتمال وقوع تغییرات شدید در فراوانی نسبی الالهای وجود دارد.  
 ۴) در پاسخ به هر تغییر محیطی، شناس بقا و زادآوری افراد افزایش می‌یابد.

پاسخ: گزینه «۴»

**الف) جهش:** یک باکتری را در نظر بگیرید که هر ۲۰ دقیقه تقسیم می‌شود. اگر جهش رخ دهد، آن گاه دگرهای جدیدی ایجاد می‌شوند که این یعنی تغییر در فراوانی دگرهای.

جهش، با افزودن دگرهای جدید، خزانه زن را غنی‌تر می‌کند و گوناگونی را افزایش می‌دهد. بسیاری از جهش‌ها تأثیری فوری بر خود ندارند و بنابراین ممکن است تشخیص داده نشوند. اما با تغییر شرایط محیط ممکن است دگرهای جدید، سازگارتر از دگرهای یا دگرهای

قبلی عمل کند.

**ب) راش دگرهای:** در هر جمعیتی، بعضی از افراد ممکن است فرزندان بیشتری نسبت به بقیه داشته باشند یا این‌که اصلاً فرزندی نداشته باشند. بنابراین زن‌هایی که به نسل بعد می‌رسند لزوماً زن‌های سازگارتر نیستند بلکه **زن‌های خوش‌شانس‌ترند!** به مثال دیگری توجه کنید. 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 زن‌های خود را به نسل بعد نداشته‌اند. به فرایندی که باعث تغییر فراوانی دگرهای بر اثر رویدادهای تصادفی می‌شود، راش دگرهای می‌گویند. راش دگرهای گرچه فراوانی دگرهای را تغییر می‌دهد اما برخلاف انتخاب طبیعی به سازش نمی‌انجامد.

به مثال دیگری توجه کنید. گاهی در حواله‌ی نظری سیل، زلزله، آتش سوزی و نظایر آن، تعداد آن‌هایی که می‌میرند ممکن است بیش از آن‌هایی باشند که زنده می‌مانند. بنابراین فقط بخشی از دگرهای جمعیت بزرگ اولیه به جمعیت کوچک باقی مانده خواهد رسید و جمعیت آینده از همین دگرهای بر جای مانده تشکیل خواهد شد (شکل ۷). در این صورت نیز فراوانی دگرهای تغییر می‌کند اما این تغییر در فراوانی، ارتباطی با سازگاری آن‌ها با محیط و انتخاب طبیعی ندارد.

هر چه اندازه یک جمعیت کوچک‌تر باشد، راش دگرهای اثر بیشتری دارد. به همین علت، برای آن که جمعیتی در تعادل باشد، باید اندازه بزرگی داشته باشد. منظور از اندازه جمعیت، تعداد افراد آن است.

<p><b> QUEST ۹:</b> کدام عبارت، درباره یک جمعیت طبیعی نادرست است؟ (سراسری ۹۶)</p> <p>۱) بیش از یک عامل می‌تواند سبب افزایش تنوع الالهای آن شود.      ۲) انتخاب طبیعی می‌تواند در جهت افزایش نوعی از الالهای آن نماید.      ۳) کاهش توان زیستی افراد می‌تواند ناشی از افزایش تنوع الالهای آن باشد.      ۴) هر عامل تغییردهندهٔ فراوانی الالهای، بر کاهش الالهای نامطلوب آن مؤثر است.</p> <p><b>پاسخ: گزینه «۴»</b></p>	 <p>جمعیت اولیه → کاهش شدید جمعیت → جمعیت بر جای مانده</p>
---	--

شکل ۷- کاهش شدید در اندازهٔ جمعیت باعث تغییر فراوانی‌های دگرگاهی می‌شود

**پ) شارش ژن:** وقتی افرادی از یک جمعیت به جمعیت دیگری مهاجرت می‌کنند، در واقع تعدادی از دگرگاهی‌های جمعیت مبدأ را به جمعیت مقصد وارد می‌کنند. به این پدیده، شارش ژن می‌گویند. اگر بین دو جمعیت، شارش ژن به طور پیوستهٔ و دوسری‌های ادامه‌یابد، سرانجام خزانهٔ ژن دو جمعیت به هم شبیه می‌شود.

**(ت) آمیزش غیرتصادفی:** برای آن که 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 براساس ویژگی‌های ظاهری و رفتاری «انتخاب» می‌کنند (فصل ۸).

**(ث) انتخاب طبیعی:** انتخاب طبیعی فراوانی دگرگاهها در خزانهٔ ژنی تغییر می‌دهد. انتخاب طبیعی افراد سازگارتر با محیط را برمی‌گیرند و از فراوانی دیگر افراد می‌کاهند. 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.

### حفظ گوناگونی در جمعیت‌ها

دانستیم که نتیجهٔ انتخاب طبیعی، سازگاری بیشتر جمعیت با محیط است. با انتخاب شدن افراد سازگارتر، تفاوت‌های فردی و در نتیجهٔ 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.

### نکته:

گوناگونی دگرگاهی در کامه‌ها	حفظ گوناگونی در جمعیت‌ها
نوترکیبی	
اهمیت ناخالص‌ها	

**QUEST ۱۱:** کدام مورد نمی‌تواند جزئی از مکانیسم‌هایی باشد

که منجر به حفظ گوناگونی در جمعیت‌ها می‌شود؟

(۱) آرایش چهار تایه‌ها در کاستمان ۱

(۲) جابه‌جایی قطعات بین فامینک‌های غیرخواهri در ساختار تترادی

(۳) پیدایش افرادی با دگرهای متفاوت در زن نمود خود

(۴) تغییر فراوانی دگرهای بر اثر رویدادهای تصادفی

**پاسخ: گزینه ۴**

تغییر فراوانی دگرهای بر اثر رویدادهای تصادفی، رانش دگرهای است که سبب کاهش گوناگونی در جمعیت‌ها می‌شود.

**QUEST ۱۲:** فردی با ژنتیک مقابله ( $2n = 4$  کروموزوم)، بعد

از کراسینگ‌اور و تبادل قطعات **B** و **b**، حداکثر چند نوع گامت

جدید می‌تواند تولید کند؟ (سراسری ۸۴)

A||a  
B||b  
C||c

۸ (۴) ۶ (۳) ۴ (۲) ۲ (۱)

**پاسخ: گزینه ۴**

**QUEST ۱۳:** چند مورد، عبارت زیر را به درستی تکمیل

می‌نماید؟ (سراسری ۹۴)

«در جانوران، هر نوع .....»

(الف) تبادل قطعه بین دو کروموزوم، جهش نام دارد.

(ب) لقاد تصادفی، به بروز فنوتیپ جدید زاده‌ها می‌انجامد.

(پ) تغییری در عدد کروموزومی سلول‌ها، جهش محسوب می‌شود.

(ت) تفکیک کروموزومی در والدین، باعث نوترکیبی گامتها می‌شود.

۱ (۱) ۴ (۴) ۲ (۲) ۳ (۳)

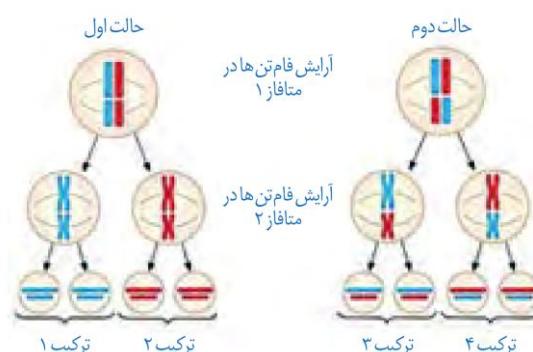
**پاسخ: گزینه ۴**

**الف) گوناگونی دگرهای در کامه‌ها:** در تولید مثل جنسی، هر والد

از طریق کامه‌ایی که می‌سازد، نیمی از فامتن‌های خود را به نسل بعد منتقل می‌کند. این که هر کامه کدامیک از فامتن‌ها را منتقل

می‌کند به آرایش چهار تایه‌ها (تراده‌ها) 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 مختلفی می‌انجامد. در شکل ۸ نحوه توزیع فامتن‌ها طی کاستمان نشان داده شده است.



شکل ۸ - نحوه توزیع فامتن‌ها طی کاستمان

**ب) نوترکیبی:** در کاستمان ۱، هنگام جفت شدن فامتن‌های همتا

و ایجاد چهارتایه، ممکن است قطعه‌ای از فامتن بین فامینک‌های غیرخواهri مبادله شود. این پدیده را چلیپایی شدن (کراسینگ اور)

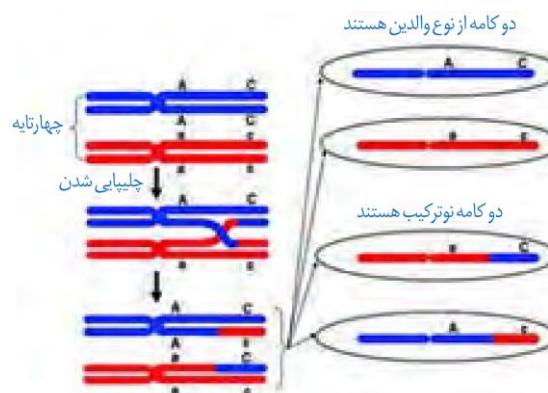
می‌گویند. اگر قطعات مبادله شده حاوی دگرهای متفاوتی باشند،

ترکیب جدیدی از دگرهای در این دو فامینک به وجود می‌آید و به

آن‌ها **فامینک‌های نوترکیب** می‌گویند. از میان کامه‌ها، آن‌هایی که

فامینک‌های نوترکیب را دریافت می‌کنند، **کامه نوترکیب** نامیده می‌

شوند (شکل ۹).



شکل ۹ - نوترکیبی بر اثر چلیپایی شدن

**پ) اهمیت ناخالص‌ها:** اهمیت ناخالص‌ها در حفظ گوناگونی را می

توان به وسیله بیماری کم خونی ناشی از گوییجه‌های قرمز داسی

**QUEST ۱۴:** کدام عبارت، درباره ملخ‌های بک جمعیت درست است؟  
(سراسری ۹۵)

- ۱) هر صفت جهش‌بافته‌ای، از والدین به همه زاده‌ها منتقل می‌شود.
- ۲) فرایند کراسینگ‌اور می‌تواند منجر به عدم تولید گامت نوترکیب شود.

۳) به دنبال هر جهش، تغییری در تعداد نوکلئوتیدهای یک ژن رخ می‌دهد.

۴) هر سلول با داشتن دو مجموعه کروموزوم، می‌تواند گامت نوترکیب ایجاد کند.

**پاسخ: گزینه «۴»**

**QUEST ۱۵:** کدام عبارت صحیح است؟  
(راش ژن برخلاف جهش فراوانی الها را در خزانه ژنی یک جمعیت تغییر می‌دهد.)

۲) آمیزش‌های غیرتصادفی برخلاف انتخاب طبیعی، منجر به افزایش فراوانی افراد می‌شود.

۳) جهش برخلاف شارش ژن، با تغییر در ماده ژنتیک جمعیت، خزانه ژنی را دستخوش تغییر می‌نماید.

۴) بعضی از افراد با رخنmod طبیعی به دنبال تغییر محیط می‌توانند رخنmod افراد مبتلا به بیماری ژنتیکی نهفته را نشان دهند.

**پاسخ: گزینه «۴»**

در افراد  $\text{Hb}^S\text{Hb}^A$  که رخنmod سالم دارند با کاهش اکسیژن محیط (تغییر محیطی) گوییچه‌های قرمز داسی شکل شده و رخنmod افراد مبتلا به بیماری ژنتیکی نهفته یا  $\text{Hb}^S\text{Hb}^S$  را نشان می‌دهند.

**QUEST ۱۶:** در مناطقی که عارضه گلبوول‌های قرمز داسی شکل شایع است، فراوانی فنوتیپ ..... در هنگام شیوع مalaria نسبت به قبل از آن .....

- ۱) مغلوب-بیشتر می‌شود.
- ۲) غالب-بیشتر می‌شود.
- ۳) غالب-تغییر نمی‌کند.
- ۴) مغلوب-تغییر نمی‌کند.

**پاسخ: گزینه «۴»**

در ارتباط با جمعیت باید اسم گونه، مکان و زمان مورد توجه قرار گیرد. زیست دوازدهم، فصل ۴، صفحه‌های ۵۴ تا ۵۶

**تمرين ۶:** با علامت + و - مشخص کنید که برای هر ژن نمود زیر کدام حالت امکان‌پذیر است؟

$\text{X}_B^A \text{X}_B^A$	$\text{X}_B^A \text{X}_B^a$	$\text{X}_B^A \text{X}_b^a$	ژن نمود
			کراسینگ‌اور
			نوترکیبی

**پاسخ:**

شكل نیز نشان داد. افراد مبتلا به بیماری گوییچه‌های قرمز داسی

شکل ژن نمود  $\text{Hb}^S\text{Hb}^S$  دارند و در سنین پایین معمولاً می‌میرند. ژن نمود ناخالص‌ها  $\text{Hb}^A\text{Hb}^S$  است و وضع بهتری دارند. گوییچه‌های قرمز آن‌ها فقط هنگامی داسی شکل می‌شوند که مقدار اکسیژن محیط کم باشد.

ژن شناسان با مطالعه توزیع این بیماری در جهان دریافت‌های

فراوانی دگر  $\text{Hb}^S$  در مناطقی که مalaria شایع است بسیار بیشتر از سایر مناطق است. بیماری مalaria به وسیله نواعی انگل تکیاخانه‌ای ایجاد می‌شود که بخشی از چرخه زندگی خود را در گوییچه‌های قرمز

می‌گذراند. افرادی که گوییچه سالم دارند، یعنی هستند، در معرض خطر ابتلا به مalaria قرار دارند. این انگل نمی‌تواند

در افراد  $\text{Hb}^A\text{Hb}^S$  سبب بیماری شود چون وقتی این گوییچه‌ها را آلوه می‌کند، شکل آن‌ها داسی شکل می‌شود و انگل می‌میرد.

پس افراد  $\text{Hb}^A\text{Hb}^S$  در برابر Malaria مقاوم‌اند. بنابراین، وجود دگر  $\text{Hb}^S$  در این منطقه باعث بقای جمعیت می‌شود. حال آن‌که در سایر مناطق دگر مطلوبی نیست. این مثال، مثال خوبی است که نشان می‌دهد شرایط محیط، تعیین کننده صفتی است که حفظ می‌شود.



نکته:

۱- سنگواره‌ها	Shawad تغییر گونه‌ها
۲- تشریح مقایسه‌ای	
۳- مطالعات مولکولی	

۱- انقراض گونه‌ها: دایناسورها	اطلاعات سنگواره‌ها
۲- پیدایش گونه‌های جدید: لاله یا گربه	
۳- ثبات گونه‌ها: درخت گیسو	



**تمرين ۷:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

(الف) بعضی از سنگواره‌ها در پاسخ گیاه به زخم ایجاد می‌شوند.

(ب) مقایسه برگ درخت گیسو با آثار سنگواره‌های آن نشان می‌دهد که این گیاه دچار تغییرات شدیدی شده است.

(پ) دیرینه‌شناسان می‌دانند که در هر زمان، چه جاندارانی وجود داشته‌اند.

(ت) سنگواره‌ها نشان می‌دهد که در زمان‌های مختلف با توجه به شرایط متفاوت محیطی، زندگی به شکل‌های مشابهی جریان داشته است.

پاسخ:



**قست ۱۷:** دو اندام ..... در دو گونه مختلف نمی‌توانند .....

۱) وستیجیال- با یکدیگر هم‌لوگ باشند.

۲) هم‌لوگ- اندام وستیجیال باشند.

۳) هم‌لوگ- دارای نقش‌های مهم و متفاوت باشند.

۴) وستیجیال- دارای نقش‌های مهم و مشابه باشند.

پاسخ:

## گفتار ۳: تغییر در گونه‌ها

گونه‌های بسیاری روی کره زمین زندگی می‌کنند. آیا این گونه‌ها در گذشته‌های دور هم وجود داشته‌اند؟ یا این که در طول زمان پدید آمده‌اند؟ در این گفتار، شواهدی را خواهیم دید که نشان می‌دهد گونه‌ها در طول زمان تغییر کرده‌اند.

### 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 جانداری که در گذشته دور زندگی می‌کرده است. سنگواره عموماً 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.

**فسلیل‌ها اطلاعات فراوانی** به ما می‌دهند. دیرینه‌شناسی، **شاخه‌ای از زیست‌شناسی** است که به مطالعه سنگواره‌ها می‌پردازد. دیرینه‌شناسان دریافت‌های 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 (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- برگ درخت گیسو و سنگواره آن

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.

### تشریح مقایسه‌ای

در تشریح مقایسه‌ای اجزای پیکر جانداران گونه‌های مختلف با یک دیگر مقایسه می‌شود. این مقایسه نشان می‌دهد که ساختار بدنی

نکته:

۱- شناخت گونه‌های خویشاوند علی‌رغم داشتن اندام‌های با ظاهر متفاوت ولی طرح ساختاری یکسان بر مبنای اندام‌های همتا	اطلاعات حاصل از تشریح مقایسه‌ای
۲- شناخت روش‌های مختلف سازش برای پاسخ به یک نیاز در گونه‌های مختلف بر مبنای اندام‌های آنالوگ	
۳- شناخت اندام‌های با کارایی بالا یا کم یا فاقد نقش بر مبنای اندام‌های وستیجیال	

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.

علت وجود ساختارهای همتا در گونه‌های متفاوت چیست؟ زیست‌شناسان بر این باورند که این گونه‌ها، **نیای مشترکی** دارند، یعنی این که در گذشته از گونه مشترکی مشتق شده‌اند (شکل ۱۱) به همین علت این شباهت‌ها میان آن‌ها دیده می‌شود. گونه‌هایی را که نیای مشترکی دارند **گونه‌های خویشاوند** می‌گویند.



شکل ۱۱- نیای مشترک و گونه‌های خویشاوند. از خویشاوندی موجودات زنده در رده‌بندی هم استفاده می‌شود. دلفین با شیرکوهی خویشاوندی نزدیک‌تری دارد تا با کوسه. بنابراین دلفین و شیرکوهی در یک گروه قرار می‌گیرند.

زیست‌شناسان از ساختارهای همتا برای رده‌بندی جانداران استفاده می‌کنند و جانداران خویشاوند را در یک گروه قرار می‌دهند. 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.

تشریح مقایسه‌ای علاوه بر آشکارکردن 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.

**تمرين ۸:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.  
 (الف) در دو گونه مختلف، اندام‌هایی که کار یکسانی انجام می‌دهند، قطعاً همتا اند.  
 (ب) در دو گونه مختلف، اندام‌ها یا ساختارهای همتا، قطعاً از لحاظ شکل و کار متفاوت اند.  
 (پ) نیای مشترک شیرکوهی و کوسه می‌تواند نیای مشترک شیرکوهی و دلفین باشد.  
 (ت) دلفین و کوسه نسبت به شیرکوهی و دلفین، نیاهای مشترک بیشتری دارند.

**پاسخ:**

**تمرين ۹:** جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید.  
 (الف) خویشاوندی کوسه و دلفین (بیشتر- کمتر) ..... از خویشاوندی شیرکوهی و دلفین است.  
 (ب) غضروف ماهیان و پستانداران (فاقد- دارای) ..... نیای مشترک‌اند.  
 (پ) دو جانوری که اندام (آنالوگ- همتا) ..... دارند خویشاوندی نزدیک‌تری به هم دارند.  
 (ت) بال خفاش و بال کبوتر (آنالوگ- همتا) ..... هم هستند.

**پاسخ:**

**تمرین ۱۰:** جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز پر کنید.

(الف) سوسمار (برخلاف - همانند) ..... مار پیتون لگن دارد.

(ب) سوسمارها نسبت به مارها از نظر زمانی - دایناسورها (نژدیکتراند - دورتراند)

**پاسخ:**

**قست ۱۸:** دلفین ..... کوسه دارای گردش خون ..... است.

(۱) همانند - ساده  
(۲) برخلاف - مضاعف  
(۳) همانند - مضاعف  
(۴) برخلاف - ساده

**پاسخ: گزینه «۲»**

دلفين پستاندار است؛ اما کوسه نوعی ماهی است. پستانداران برخلاف ماهی‌ها گردش خون مضاعف دارند.

**قست ۱۹:** کدام تعریف برای ژنگان درخت زیتون مناسب است؟

- (۱) شامل کل اسیدهای نوکلئیک درون هسته، سیتوپلاسم، راکیزه‌ها و سبزدیسه‌ها است.
- (۲) به کل محتوای ژنتیکی قابل انتقال از نسلی به نسل دیگر گفته می‌شود.
- (۳) شامل ۴۶ فامتن هسته و دناهای حلقوی راکیزه‌ها و سبزدیسه‌ها است.
- (۴) برابر با مجموع نوکلئیک اسیدهای هسته‌ای و سیتوپلاسمی است.

**پاسخ: گزینه «۲»**

ژنگان به کل محتوای ماده واثتی گفته می‌شود و برابر است با مجموع محتوای ماده وراثتی هسته‌ای از سیتوپلاسمی ژنگان هسته‌ای را معادل مجموعه‌ای شامل یک نسخه از هر یک از انواع فامتن‌ها در نظر می‌گیرند.

**قست ۲۰:** در ژنگان‌شناسی، اهمیت توالی‌های حفظ شده چیست؟

«قوانين بنیادی وراثت ..... از معلوم شدن ..... دنا کشف شد.»

(۱) مشخص می‌کند چرا یک اندام وستیجیال بسیار کارآمد شده است.

(۲) دلیل یکسان بودن کار اندام‌های آنالوگ را توضیح می‌دهد.

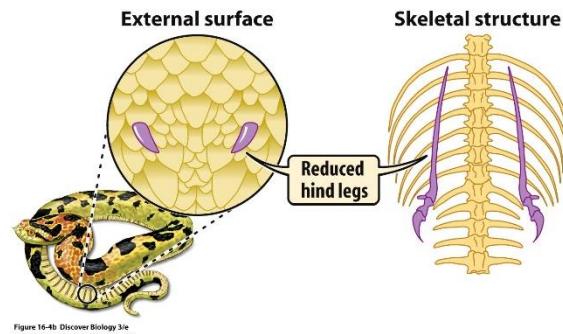
(۳) دلیلی بر وجود صفات مشترک بین گونه‌های اشتراق یافته از یک نیای مشترک است.

(۴) مشخص می‌کند به چه دلیل اندام‌های همتا، طرح ساختاری متفاوت دارند.

**پاسخ: گزینه «۳»**

توالی‌های حفظ شده توالی‌هایی از دنا هستند که در بین گونه‌های مختلف دیده می‌شوند و برای تشخیص خویشاوندی آن‌ها استفاده می‌شوند، پس دلیلی بر وجود صفات مشترک بین گونه‌های اشتراق یافته از یک نیای مشترک می‌باشد.

مار پیتون با اینکه پا ندارد اما بقایای پا در لگن آن بهصورت وستیجیال موجود است و این حاکی از وجود رابطه‌ای میان آن و دیگر مهره‌داران است (شکل ۱۲).

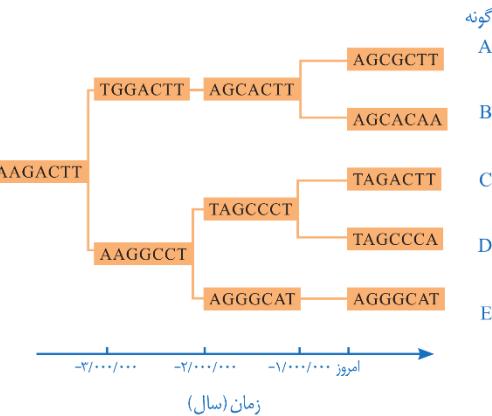


شکل ۱۲- بقایای پا در مار پیتون

در واقع ساختارهای وستیجیال ردپایی «تغییر گونه‌ها» هستند. شواهد متعددی در دست است که نشان می‌دهد مارها از تغییر یافتن سوسمارها پدید آمده‌اند.

### 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 دنای جانداران مختلف برای تشخیص خویشاوندی آن‌ها استفاده می‌کنند. هر چه دنای دو جاندار شباهت بیشتری داشته باشد، خویشاوندی نژدیکتری دارند. همچنین می‌توانند به تاریخچه تغییر آن‌ها پی‌برند (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- چگونگی مشتق شدن پنج گونه فرضی از یک نیای مشترک

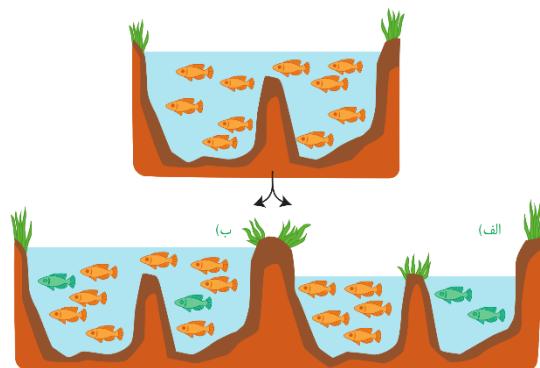
توالی‌هایی از دنا را که در بین گونه‌های مختلف دیده می‌شوند توالی‌هایی حفظ شده می‌نامند.

**گونه زایی**

**تعاریف مختلفی** برای گونه وجود دارد که هر کدام در محدوده مشخصی کارآمدند. بدین پیش از تعاریف رایج برای گونه، تعریفی است که ارنست مایر ارائه کرده است و برای جاندارانی کاربرد دارد که تولید مثل 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 موفقیت‌آمیز داشته باشند».

**زیستا** در تعریف بالا، به جانداری گفته می‌شود که زنده می‌ماند و زندگی طبیعی خود را ادامه می‌دهد. همچنین، **منظور از آمیزش موفقیت‌آمیز، آمیزشی** است که به تولید زاده‌های زیستا و زایا منجر شود.

اگر میان افراد یک گونه **جدایی تولید مثلی** رخ دهد، آن گاه خزانه ژنی آن‌ها از یکدیگر جدا و **احتمال تشکیل گونه جدید** فراهم می‌شود. منظور از جدایی تولید مثلی، عواملی است که مانع آمیزش بعضی از افراد یک گونه با بعضی دیگر از افراد همان گونه می‌شوند. به طور کلی ساز و کارهایی را که باعث ایجاد گونه‌ای جدید می‌شوند، به دو گروه تقسیم می‌کنند: **گونه‌زایی دگر میهنه** که در آن جدایی جغرافیایی رخ می‌دهد و **گونه‌زایی هم میهنه** که در آن جدایی جغرافیایی رخ نمی‌دهد. در شکل ۱۴ این دو نوع گونه‌زایی با هم مقایسه شده‌اند.



شکل ۱۴- (الف) گونه‌زایی دگر میهنه و (ب) هم میهنه

**گونه‌زایی دگر میهنه:** گاهی بر اثر وقوع رخدادهای زمین‌شناختی و قوع 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 قبلًاً به یک جمعیت تعلق داشتند - قطع می‌کنند و بین آن‌ها دیگر شارش زن صورت

**قست ۲۱:** جدا بودن خزانه‌زنی دو گونه مختلف همواره .....  
آن‌ها، تأیید می‌شود.  
(۱) با عدم آمیزش  
(۲) با عدم تقسیم زیگوت حاصل از  
(۳) با عدم توانایی تشکیل زیگوت از  
(۴) با عدم انتقال ژن به نسل‌های متعددی

پاسخ:

**قست ۲۲:** در گذشته به منظور اشتراق دو گونه ماهی، که در یک زیستگاه زندگی می‌کردند ولی بعد با احداث یک سد از هم جدا شدند، ابتدا ..... (سراسری ۹۳)  
(۱) تنها، عامل تغییر دهنده دگرهای فعال گردید.  
(۲) همه عوامل مؤثر بر تغییر فراوانی دگرهای دست به کار شدند.  
(۳) بعضی از اعضای جمعیت متحمل تغییرات ناگهانی و جدایی تولید مثلی شدند.  
(۴) یکی از نیروهای مؤثر بر تغییر ساختار ژنی جمعیت، متوقف گردید.

پاسخ:

دگر میهنه	گونه‌زایی	هم میهنه
	جهش	
	انتخاب طبیعی	
	رانش	
	شارش منفی	
	نوترکیبی	

پاسخ:

**قست ۲۳: هر جانور دو رگه ..... ، قطعاً ..... .**

(سراسری ۹۴)

- ۱) زیستا- روند تبادل ژن بین گونه‌های نزدیک را پایدار می‌کند.
- ۲) نازا- توانایی تکثیر اطلاعات ژنتیکی والدین خود را دارد.
- ۳) زیستا- زاده‌هایی ضعیف یا نازا تولید می‌کند.
- ۴) نازا- با فاصله کوتاهی پس از تولد می‌میرد.

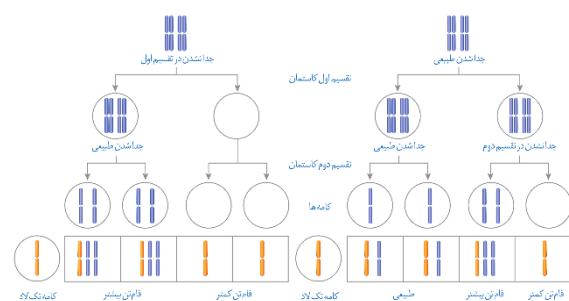
پاسخ:

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.

**گونه‌زایی هم‌میهنه:** گاهی بین جمعیت‌هایی که در یک زیستگاه زندگی می‌کنند، جدایی تولیدمثی اتفاق می‌افتد و در نتیجه، گونه جدیدی حاصل می‌شود. این نوع گونه‌زایی را گونه‌زایی هم‌میهنه می‌نامند. در گونه‌زایی هم‌میهنه، برخلاف گونه‌زایی دگرمهنه، جدایی جغرافیایی رخ نمی‌دهد.

پیدایش گیاهان چندلادی (پلی‌پلوییدی)، مثال خوبی از گونه‌زایی هم‌میهنه است. چندلادی به تولید گیاهانی منجر می‌شود که زیستا و زایا هستند اما نمی‌توانند در نتیجه آمیزش با فراد 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 فامتن‌ها در کاستمان به تشکیل کامه‌هایی با عدد فامتنی غیرطبیعی منجر می‌شود و اگر این کامه‌ها با کامه طبیعی لقادرنده تخم طبیعی تشکیل نخواهد شد (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- نتیجه آمیزش کامه‌های حاصل از خطای کاستمانی با کامه سالم

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 چارlad (تترالپلولئید) ( $4n=48$ ) است. گامتهایی که گیاه چارlad ایجاد می‌کند، دولاد ( $2n=24$ ) اند نه تکlad ( $n=12$ ).

### QUEST ۲۴: گل مغربی سه‌lad ..... گل مغربی تترالپوئید .....

- ۱) همانند- دارای فامتن‌های همتا است.
- ۲) همانند- زیستا و زایا است.
- ۳) برخلاف- فاقد توانایی تکثیر ژن‌های والدی خود است.
- ۴) برخلاف- نشان‌دهنده گونه‌زایی دگر میهنه است.

**پاسخ: گزینه «۱»**

در گل مغربی سه‌lad، از هر کروموزوم ۳ عدد و در گل مغربی تترالپوئید از هر کروموزوم ۴ عدد موجود است، پس در هر دو کروموزوم همتا یافت می‌شود.



### QUEST ۲۵: از آمیزش بین گیاهان گل مغربی تترالپوئید و

دیپلوئید، آلبومن از سلول تخمی با .....

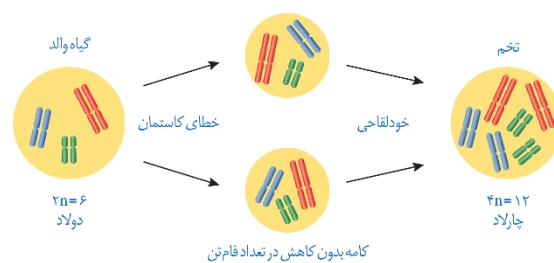
- ۱) ۲۱ یا ۳۵
- ۲) ۲۸ یا ۴۳
- ۳) ۳۵ یا ۴۲
- ۴) ۲۸ یا ۴۲

**پاسخ:**



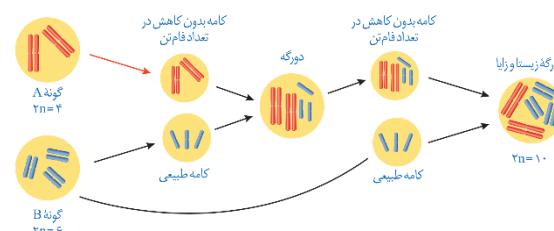
اگر کامه‌های این گیاه با کامه‌های گیاهان طبیعی، که تک لادند، آمیزش کنند تخم‌های حاصل سه لاد (تریپلولوئید) (۳n) خواهد شد. گیاه سه لاد حاصل از نمو این تخم، نازاست.

اما اگر گیاه چارlad بتواند خودلقارحی انجام دهد، یا در نزدیکی آن گیاه چارlad مشابه دیگری وجود داشته باشد، یاخته تخم ۴n خواهد بود و گیاهی که از آن ایجاد می‌شود، قادر به کاستمان بوده، بنابراین زیاست. این گیاه، با جمعیت نیازی خود (که ۲n بودند) نتواند آمیزش کند و بنابراین به گونه جدیدی تعلق دارد که افراد آن ۴n هستند. شکل ۱۶ این ساز و کار را برای گیاهی با ۶ فامتن نشان می‌دهد.



شکل ۱۶- چگونگی تشکیل گیاه چارlad از گیاه دولاد

یکی دیگر از ساز و کارهای گونه‌زایی هم‌میهنه، آمیزش بین افراد متعلق به دو گونه مختلف است. اگر چه زاده‌های حاصل از آمیزش بین گونه‌ای، زیستا و زایا نیستند اما گاهی به لطف خطای کاستمانی، امکان ایجاد گونه جدید، به خصوص در گیاهان، فراهم می‌شود. شکل ۱۷ ساز و کار این نوع گونه‌زایی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۷- ساز و کار ایجاد گونه جدید در نتیجه خطای میوزی و آمیزش بین گونه‌ای

### تمرين ۱۴: برای ایجاد دو رگه زیستا و زایا = ۱۰ از دو گونه (۴) A و گونه (۶) B نیاز است که:

- ۱- گونه (B-A) ..... با خطای کاستمانی، کامه ۲n تولید کند.
- ۲- از لقاح کامه چهش‌یافته با کامه طبیعی، دو رگه (۷) ..... فامتنی پدید آید.
- ۳- دورگه کامه‌ای (با - بدون) ..... کاهش تعداد فامتنی تولید کند.
- ۴- دو رگه با گونه نیایی (B-A) ... خود آمیزش کند.
- ۵- در دو رگه زیستا و زایا (همانند- برخلاف) ..... دو رگه اولیه فامتن‌های نیایی (B-A) ..... دو به دو همتا هستند.

**پاسخ:**