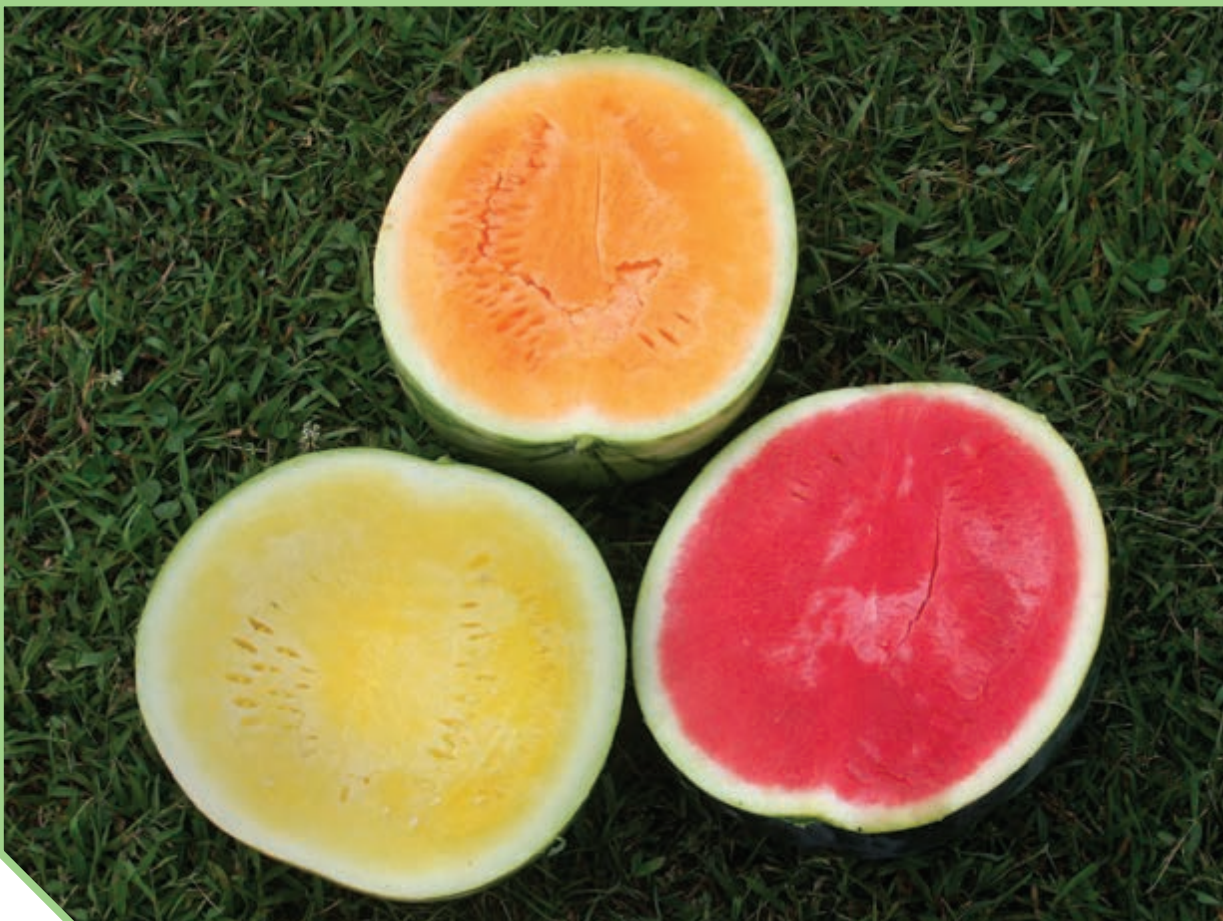




فصل ۴

تغییر در اطلاعات وراثتی



جاخالی تألیفی

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. در این فصل با انواع تغییرات ماده وراثتی و اثرات آن بر فرد، جمعیت و گونه آشنا خواهیم شد.



طرح سؤال‌های محاسباتی و طرح سؤال از توالی‌های رمز، رمز و آمینواسیدهای مربوط به آنها در همه آزمون‌ها از جمله کنکور سراسری ممنوع است.

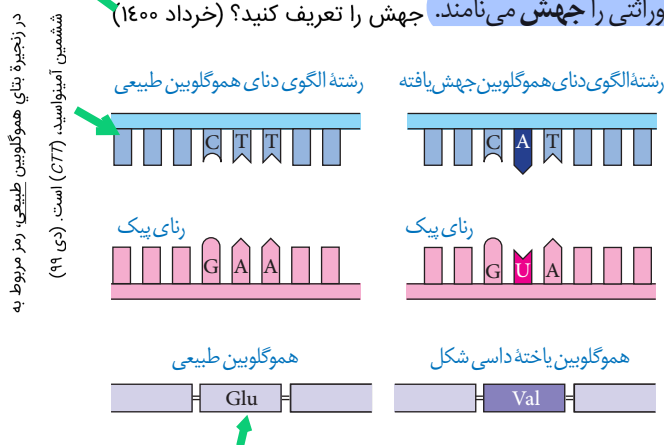
به منظور آمادگی کامل برای امتحان نهایی زیست شناسی دوازدهم و تکمیل این جزوه، کلاس آمادگی امتحان نهایی دکتر خیراندیش و دکتر فرهنگدیا در گروه آموزشی ماز را مورخ شنبه و یکشنبه ۱۳ و ۱۴ خردادماه از ساعت ۱۲:۰۰ لغایت ۱۵:۰۰ مشاهده نمایید.

تغییرپذیری ماده وراثتی پیامدهای مختلفی دارد. تغییر، ممکن است «مفید»، «مضر» یا «خنثی» 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 کم‌خونی ناشی از گویچه‌های 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 هموگلوبین فقط در ششمین آمینواسید از زنجیره بتا متفاوت اند.

مقایسه ژن‌های زنجیره بتای هموگلوبین در بیماران و افراد سالم نشان می‌دهد که در رمز مربوط به ششمین آمینواسید، نوکلئوتید A به جای T قرار گرفته است (شکل ۱). شگفتا که تغییر در یک نوکلئوتید از میلیون‌ها نوکلئوتید انسان، می‌تواند پیامدی این چنین وخیم را به دنبال داشته باشد. **تغییر ماندگار در نوکلئوتیدهای ماده وراثتی را جهش می‌نامند.** جهش را تعریف کنید؟ (خرداد ۱۴۰۰)



در مقایسه با ژن‌های زنجیره بتای هموگلوبین در ارتباط با کم‌خونی ناشی از گویچه‌های قرمز داسی، رمز ششمین آمینواسید چه تغییری پیدا کرده است؟ (دی ۱۴۰۰)

شکل ۱- مقایسه ژن‌های هموگلوبین در افراد سالم و بیمار. در این شکل فقط بخشی از ژن نشان داده شده است. Glu: گلوتامیک اسید و Val: والین

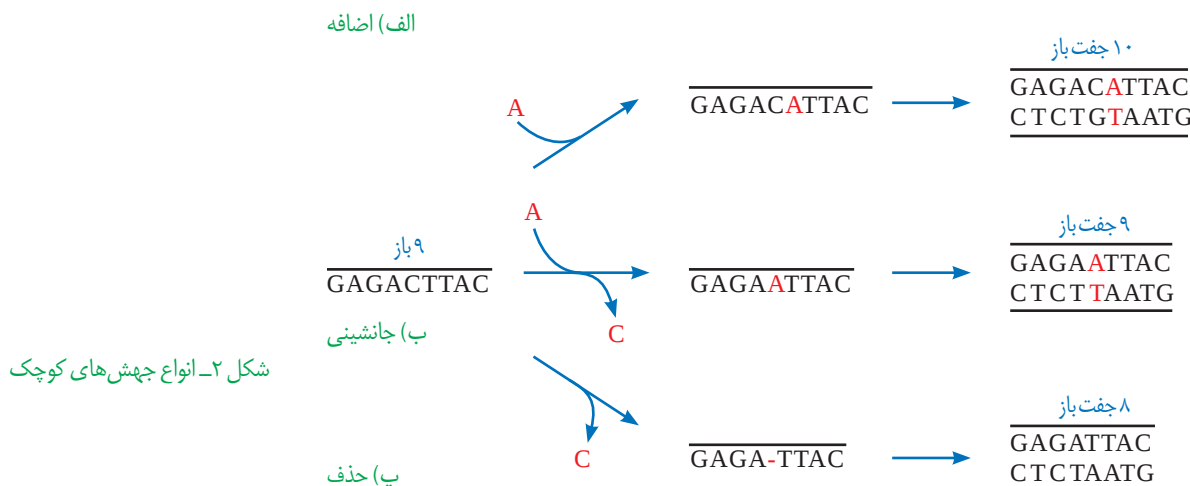
انواع جهش ششمین آمینواسید زنجیره بتای هموگلوبین در افراد مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل چه نام دارد؟ (دی ۱۴۰۱)

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 **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** می‌نامند. به علت وجود رابطه مکملی بین بازها، تغییر در یک نوکلئوتید از یک رشته دنا،

چه نوع جهش جانشینی باعث ایجاد کم‌خونی داسی‌شکل می‌شود؟ (دی ۱۴۰۱)

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.



نبايد تصور کرد که جهش جانشینی همیشه باعث تغيير در توالی آمینواسیدها می شود. می دانید چرا؟ پاسخ این است که گاهی جهش، رمز یک آمینواسید را به رمز دیگری برای همان آمینواسید تبدیل می کند. این نوع جهش تأثیری بر توالی آمینواسیدها 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 (شکل ۳).

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. نتیجه این جهش ها چیست؟ 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 / اس 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:

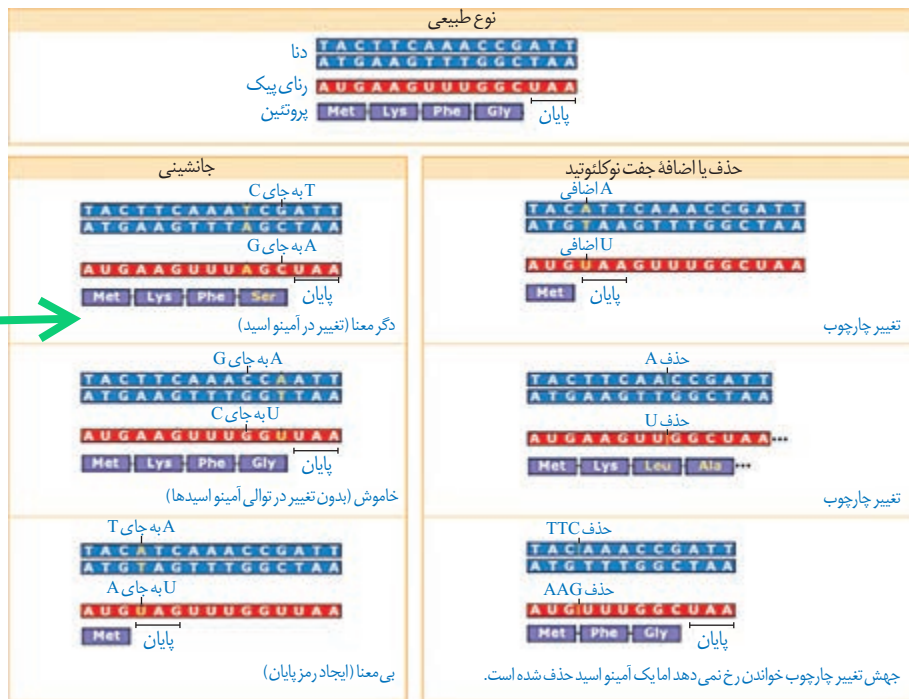
ای ن / ر س ی / ب س ر / خ اس ت

می بینیم که جمله معنای خود را از دست می دهد. جهش های از نوع اضافه و حذف را که باعث چنین تغییری در خواندن می شوند، جهش **تغییر چارچوب خواندن** می نامند. در شکل ۳، تأثیر این جهش بر توالی یک پروتئین فرضی نشان داده شده است. همان طور که در شکل ۳ می بینید، جهش های اضافه و حذف،

الزاماً به تغییر چارچوب خواندن نمی انجامند. جهش های اضافه و حذف، الزاماً به تغییر چارچوب

خواندن می انجامند (ص/غ). (شهریور ۹۹)

اگر جهش، سبب تغییر در نوع آمینواسید در زنجیره پلی‌پپتیدی شود، این نوع جهش جانشینی را جهش می‌نامند. (شهریور ۹۹)



شکل ۳- تأثیر جهش بر پروتئین

فعالیت ۱

الف) در چه صورت طول یک رشته پلی‌پپتیدی ممکن است افزایش یابد؟

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

در چه صورت طول یک رشته پلی‌پپتیدی ممکن است افزایش یابد؟ (خرداد ۱۴۰۱) در صورتی که جهش جانشینی، رمز پایان

را به رمز یک آمینواسید تبدیل کند که در این صورت پلی‌پپتید حاصل از آن بلندتر خواهد شد.

جهش‌های بزرگ (ناهنجاری‌های فام‌تنی): جهش ممکن است در مقیاس وسیع‌تری رخ دهد

تا جایی که به ناهنجاری‌های فام‌تنی منجر شود. زیست‌شناسان با مشاهده کاربوتیپ می‌توانند از وجود

چنین ناهنجاری‌هایی آگاه شوند.

وجود یک فام‌تن (کروموزوم) ۲۱ اضافی در مبتلایان به نشانگان داون،

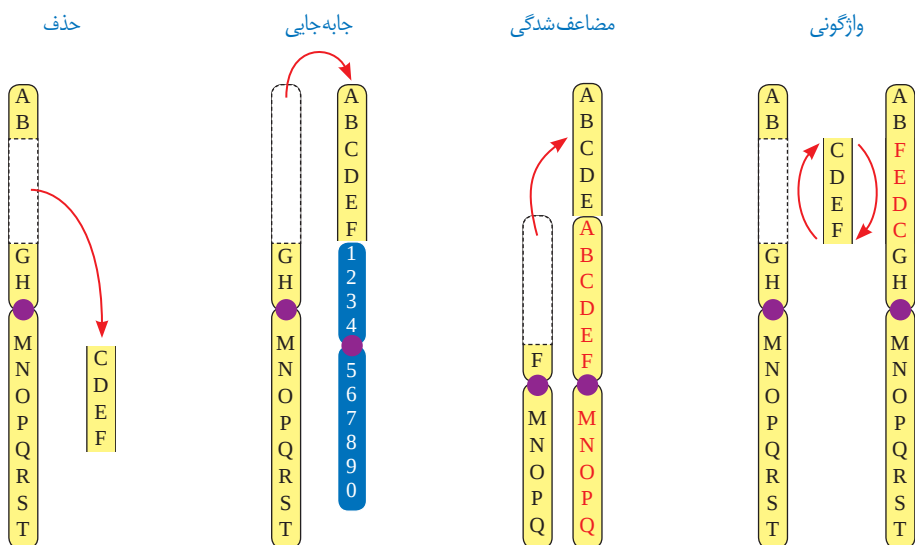
مثالی از ناهنجاری در فام‌تن‌ها است. (شهریور ۹۹)

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

«A»	«B»
۱- کم‌خونی ناشی از گویچه‌های قرمز داسی‌شکل	جهش جانشینی
۲- نشانگان داون	ناهنجاری عددی در فام‌تن (کروموزوم)
۳- جهش در گامت‌ها (کامه‌ها)	جهش اثری
۴- واژگونی	ناهنجاری ساختاری در فام‌تن (کروموزوم)

(خرداد ۹۸)

«الف»	«ب»
الف) در این نوع جهش رمز یک آمینواسید به رمز دیگر همان آمینواسید تبدیل می‌شود.	۱- خاموش
ب) در این نوع جهش قسمتی از یک فام‌تن به فام‌تن غیرهمتا منتقل می‌شود.	۲- جابه‌جایی

همان‌طور 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، آن‌گاه در فام‌تن همتا، از آن قسمت دو نسخه دیده می‌شود. به این جهش، **مضاعف‌شدگی** می‌گویند. نوع دیگری از ناهنجاری‌های فام‌تنی، **واژگونی** است که در آن جهت قرارگیری قسمتی از یک فام‌تن در جای خود معکوس می‌شود.

پیامدهای جهش

تأثیر جهش به عوامل مختلفی بستگی دارد. یکی از این عوامل، محل وقوع جهش در **ژنگان (ژنوم)** است. ژنگان به کل محتوای ماده‌وراثتی گفته می‌شود و برابر است با مجموع محتوای ماده‌وراثتی هسته‌ای و سیتوپلاسمی. طبق قرارداد، ژنگان هسته‌ای را معادل مجموعه‌ای شامل یک نسخه از هریک از انواع فام‌تن‌ها در نظر می‌گیرند. **ژنگان هسته‌ای انسان شامل ۲۲ فام‌تن غیرجنسی و فام‌تن‌های جنسی X و Y است.** دنا را کیزه، ژنگان سیتوپلاسمی را در ژنگان انسان تشکیل می‌دهد.

ژن‌ها فقط بخشی از ژنگان اند. 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 جانشینی 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، به‌طوری‌که بر آن اثری نگذارد، احتمال تغییر در عملکرد آنزیم کم یا حتی صفر است.

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

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. پرتو فرابنفش یکی از عوامل جهش‌زای فیزیکی است. این پرتو، که در نور خورشید وجود دارد، باعث تشکیل پیوند بین دو تیمین مجاور هم در دنا می‌شود که به آن **دوپار (دیمِر) تیمین** می‌گویند (شکل ۵). دوپار تیمین با ایجاد اختلال در عملکرد آنزیم دنا بسیاراز، همانندسازی دنا را با مشکل مواجه می‌کند. از مواد شیمیایی جهش‌زا می‌توان به **بنزوپیرن** اشاره کرد که در دود سیگار وجود

یک عامل جهش‌زای شیمیایی نام ببرید که در

دکتر پوریا خیراندیش . دود سیگار وجود دارد؟ (خرداد ۹۹)

ر شایان تاکی - دکتر ایمان روستا

به مجموع محتوای ماده وراثتی هسته‌ای و سیتوپلاسمی،
..... گفته می‌شود. (دی ۹۹)

ژنگان هسته‌ای انسان شامل چند فام‌تن غیرجنسی است؟ (شهریور ۹۹)

اگر جهش در توالی‌های افزایشده رخ دهد، چه پیامدی دارد؟ (شهریور ۱۴۰۰)

گاهی جهش در یکی از توالی‌های تنظیمی رخ می‌دهد،

این جهش بر (توالی) پروتئین اثری نخواهد داشت. (شهریور ۹۹)

جهش در چه توالی‌هایی از ژن می‌تواند بر مقدار ساخت پروتئین مؤثر باشد؟ (شهریور ۹۸)

(شهریور ۹۸)

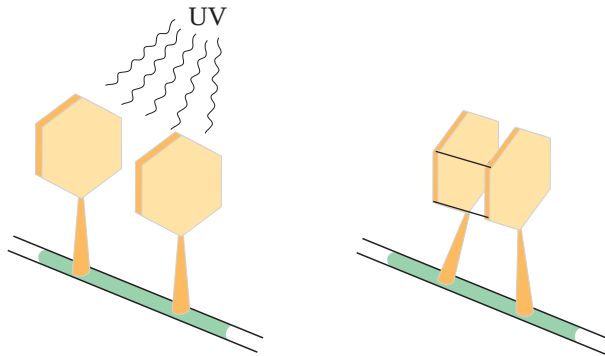
دوپار (دیمِر) تیمین چگونه همانندسازی دنا

را با مشکل مواجه می‌کند؟ (دی ۱۴۰۱)

دارد و جهشی ایجاد می کند که به سرطان منجر می شود.

جهش ارثی یا اکتسابی است. جهش ارثی از یک یا هر دو والد به فرزند می رسد. این جهش در گامت ها وجود دارد که پس از لقاح، 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.

جاخالی تألیفی



شکل ۵- تشکیل دوپار تیمین

سبک زندگی و تغذیه سالم نقش مهمی در پیشگیری از سرطان دارند. ورزش و وزن مناسب، از عوامل مهم در حفظ سلامت اند. در سال های قبل دیدید که غذاهای گیاهی که پاد اکسنده و الیاف دارند در پیشگیری از سرطان مؤثرند. در عین حال، شیوه فرآوری و پخت غذا بر سلامت آن اثر می گذارد. تحقیقات نشان داده است در مناطقی که مصرف غذاهای نمک سود یا دودی شده رایج است، سرطان شیوع بیشتری دارد. همچنین، ارتباط بعضی از سرطان ها با مصرف زیاد غذاهای کباب شده یا سرخ شده مشخص شده است. گزارش های متعددی در دست است که نشان می دهد ترکیبات نیتريت دار مانند سدیم نیتريت، که برای ماندگاری محصولات پروتئینی مثل سوسیس و کالباس به آنها اضافه می شود، در بدن به ترکیباتی تبدیل می شوند که تحت شرایطی قابلیت سرطان زایی دارند. بنابراین مصرف زیاد چنین مواد غذایی از عوامل ایجاد سرطان است.

جاخالی تألیفی

بعد از کشف پادزیست (آنتی‌بیوتیک)‌ها در نیمه قرن گذشته، آدمی به یکی از کارآمدترین ابزارهای دفاعی در برابر باکتری‌های بیماری‌زا مجهز 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 داروها، یکی از مثال‌هایی است که نشان می‌دهد «موجودات زنده می‌توانند در گذر زمان تغییر کنند».** این تغییر چگونه رخ می‌دهد؟

تغییر در گذر زمان

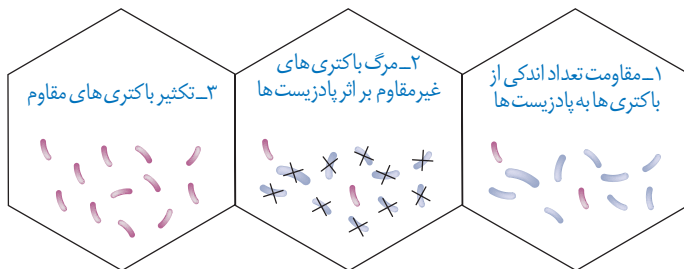
به انسان‌های اطراف خود نگاه کنید. همه انسان‌ها ویژگی‌های مشترکی دارند که باعث می‌شود آنها را در گروهی به نام «انسان‌ها» قرار دهیم. در عین حال، در میان انسان‌ها «تفاوت‌های فردی» نیز وجود دارد که باعث شناخت آنها از یکدیگر می‌شود. تفاوت‌های فردی منحصر به انسان نیست. در میان افراد گونه‌های دیگر هم تفاوت‌های 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 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 بیشتری 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 را تعریف کنید؟ (دی ۱۴۰۰)

دکتر پوریا خیراندیش - دکتر فرزام فرهنگ‌دینیا - دکتر شایان تاکی - دکتر ایمان روستا



شکل ۶- چگونگی مقاوم شدن باکتری‌ها به پادزیست

علت مقاوم شدن باکتری‌ها به پادزیست‌ها در نتیجه انتخاب طبیعی را بنویسید. (دی ۹۹)

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

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.

علت مقاوم شدن باکتری‌ها به پادزیست‌ها (آنتی‌بیوتیک‌ها)،
انتخاب طبیعی است (ص/غ). (خرداد ۹۸)

بیشتر بدانید

ابوریحان بیرونی، در کتاب تحقیق ماللهند، نخستین دانشمندی است که تغییر گونه‌ها را توصیف می‌کند. چارلز داروین (Charles Robert Darwin) و آلفردوالاس (Alfred Russel Wallace) مستقل از یکدیگر سازوکار انتخاب طبیعی را برای تغییرگونه‌ها ارائه کردند.

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.

مجموع همه دگره‌های موجود در همه جایگاه‌های ژنی افراد
یک جمعیت را آن جمعیت می‌نامند. (شهریور ۹۸)

خزانه ژنی جمعیت را تعریف کنید؟ (خرداد ۱۴۰۱)

تعادل در جمعیت

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

اگر در جمعیتی فراوانی نسبی دگره‌ها یا از نسلی به نسل دیگر
ثابت باشد، جمعیت در حال تعادل ژنی است. (دی ۱۴۰۱)

از عواملی که باعث می‌شوند جمعیت از حال
تعادل خارج شود، دو مورد نام ببرید. (شهریور ۹۹)

الف) 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 نسبی 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 کنند.

جهش، با افزودن دگره‌های جدید، خزانه ژن را غنی‌تر می‌کند
و گوناگونی را افزایش می‌دهد (ص/غ). (شهریور ۹۸)

ب) رانش دگره‌ای: فرض کنید گله‌ای شامل ۱۰۰ گوسفند در حال عبور از ارتفاعات است. حین عبور، تعدادی گوسفند به پایین سقوط می‌کنند و می‌میرند. اگر این گوسفندان زاده‌ای نداشته باشند، شانس انتقال ژن‌های خود به نسل بعد را از دست داده‌اند. به فرایندی که باعث تغییر فراوانی دگره‌ای بر

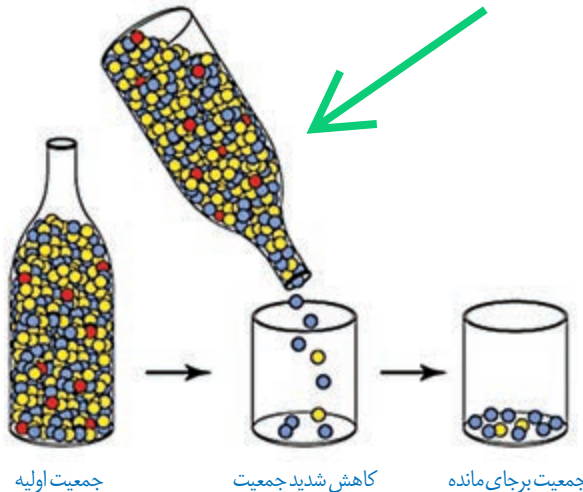
در کدام عامل برهم‌زننده تعادل جمعیت‌ها،

فرایندی که باعث تغییر فراوانی دگرهای بر اثر رویدادهای تصادفی می‌شود، چه نام دارد؟ (دی ۱۴۰۰)
رویدادهای تصادفی نقش دارند؟ (خرداد ۹۹)

اثر رویدادهای تصادفی می‌شود، **رائش دگرهای می‌گویند**. رائش دگرهای گرچه فراوانی دگرها را تغییر می‌دهد اما برخلاف انتخاب طبیعی به سازش نمی‌انجامد.

به مثال دیگری توجه کنید. گاهی در حوادثی نظیر سیل، زلزله، آتش‌سوزی 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 باقی‌مانده خواهد رسید و جمعیت آینده از همین دگرهای برجای مانده تشکیل خواهند شد (شکل ۷). در این صورت نیز فراوانی دگرها تغییر می‌کند اما این تغییر در فراوانی، ارتباطی با سازگاری آنها با محیط و انتخاب طبیعی ندارد.

شکل زیر کدام عامل برهم‌زننده تعادل در جمعیت را نشان می‌دهد؟ (شهریور ۱۴۰۰)



هرچه اندازه یک جمعیت کوچک‌تر باشد، رائش دگرهای اثر بیشتری دارد. به همین علت، برای آنکه جمعیتی در تعادل باشد، باید اندازه بزرگی داشته باشد. منظور از اندازه جمعیت، تعداد افراد آن است. **پ) شارش ژن:** وقتی افرادی از یک جمعیت به جمعیت دیگری مهاجرت می‌کنند، در واقع تعدادی از دگرهای جمعیت

شکل ۷- کاهش شدید در اندازه جمعیت باعث تغییر فراوانی‌های دگرهای می‌شود.

مبدأ را به جمعیت مقصد وارد می‌کنند و سبب تغییر در فراوانی نسبی دگرهای هر دو جمعیت می‌شود. به این پدیده، **شارش ژن** می‌گویند. اگر بین دو جمعیت، شارش ژن به‌طور پیوسته و دوسویه ادامه یابد، سرانجام خزانه ژن دو جمعیت به هم شبیه می‌شود. در چه صورت با شارش ژن، خزانه ژن دو جمعیت به هم شبیه می‌شود؟ (خرداد ۹۹)

ت) آمیزش غیرتصادفی: برای آنکه جمعیتی در حال تعادل باشد، لازم است آمیزش‌ها در آن برای آن‌که جمعیتی در حال تعادل باشد، لازم است آمیزش‌ها تصادفی باشند. آمیزش تصادفی آمیزشی است که در آن احتمال آمیزش هر فرد با افراد جنس دیگر در آن جمعیت یکسان باشد. اگر آمیزش‌ها به‌رخ نمود یا ژن نمود بستگی داشته باشد دیگر تصادفی نیست و فراوانی نسبی ژن‌نمودها را تغییر می‌دهد. برای مثال، جانوران جفت خود را بر اساس ویژگی‌های ظاهری و رفتاری «انتخاب» می‌کنند (فصل ۸).

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

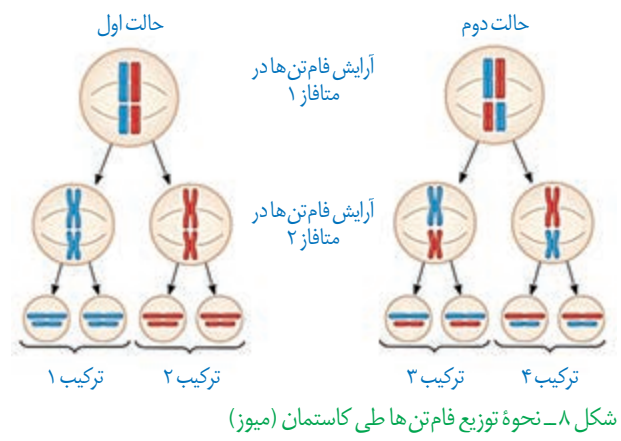
انتخاب می‌شوند را چه می‌نامند؟ (شهریور ۱۴۰۰)

کدام یک از عوامل برهم‌زننده تعادل جمعیت افراد سازگارتر با محیط را برمی‌گزیند و از فراوانی دگرهای می‌کاهد؟ (دی ۱۴۰۰)

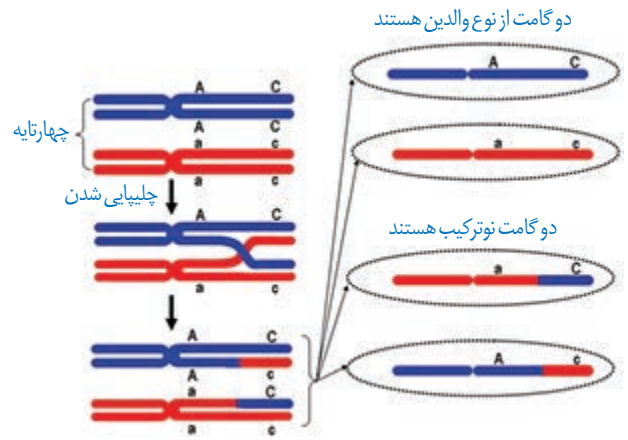
تداوم گوناگونی در جمعیت‌ها

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 با وجود انتخاب طبیعی، گوناگونی تداوم داشته باشد. در ادامه، این سازوکارها را بررسی می‌کنیم.

الف) گوناگونی دگرهای در گامت‌ها: در تولیدمثل جنسی، هر والد از طریق گامت‌هایی که می‌سازد، نیمی از فام‌تن‌های خود را به نسل بعد منتقل می‌کند. اینکه هر گامت کدام یک از فام‌تن‌ها را منتقل می‌کند به آرایش



شکل ۸- نحوه توزیع فام تن‌ها طی کاستمان (میوز)



شکل ۹- نو ترکیبی بر اثر چلیپایی شدن

با مطالعه توزیع بیماری کم‌خونی داسی شکل در جهان، فراوانی دگره Hb^S در چه مناطقی بسیار بیشتر از سایر مناطق است؟ (شهریور ۹۹)

کدام ژن نمود بیماری کم‌خونی داسی شکل، به بیماری مالاریا مقاوم است؟ (خرداد ۹۹)

چهارتایه‌ها (تترادها) 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 گامت‌های مختلف می‌انجامد. در شکل ۸ نحوه توزیع فام تن‌ها طی کاستمان نشان داده شده است.

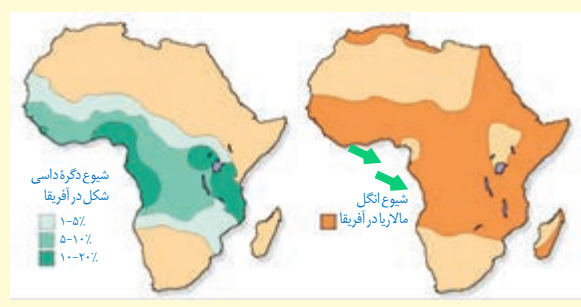
(ب) نو ترکیبی: در کاستمان ۱، هنگام جفت شدن فام تن‌های همتا و ایجاد چهارتایه، ممکن است قطعه‌ای از فام تن بین فامینک‌های غیرخواهری مبادله شود. این پدیده را **چلیپایی شدن (کراسینگ اور)** می‌گویند. اگر قطعات مبادله شده حاوی دگره‌های متفاوتی باشند، ترکیب جدیدی از دگره‌ها در این دو فامینک به وجود می‌آید و به آنها فامینک‌های **نو ترکیب** می‌گویند. از میان گامت‌ها، آنهایی که فامینک‌های نو ترکیب را دریافت می‌کنند، **گامت نو ترکیب** نامیده می‌شوند (شکل ۹).

(پ) اهمیت ناخالص‌ها: اهمیت ناخالص‌ها در تداوم 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.

ژن شناسان 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 می‌گذراند. 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، پس افراد $Hb^A Hb^S$ در برابر مالاریا مقاوم‌اند. بنابراین، وجود دگره Hb^S در این منطقه باعث بقای جمعیت می‌شود؛ حال آنکه این دگره در سایر مناطق، دگره مناسبی نیست. این مثال، مثال خوبی است که نشان می‌دهد شرایط محیط، تعیین کننده صفتی است که حفظ می‌شود.

بیشتر بدانید

نقشه پراکنش جغرافیایی انگل مالاریا و بیماری کم‌خونی ناشی از گویچه‌های قرمز داسی در آفریقا.



گونه‌های بسیاری روی کره زمین زندگی می‌کنند. آیا این گونه‌ها در گذشته‌های دور هم وجود داشته‌اند؟ یا اینکه در طول زمان پدید آمده‌اند؟

شواهد تغییر گونه‌ها

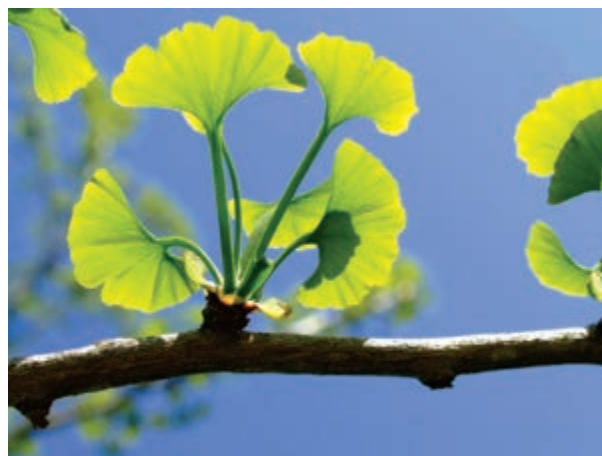
شواهدی وجود دارند که نشان می‌دهند گونه‌ها در طول زمان تغییر کرده‌اند. در ادامه به این شواهد می‌پردازیم.

(الف) 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.

جاخالی تألیفی

سنگواره‌ها اطلاعات فراوانی به ما می‌دهند. **دیرینه‌شناسان** که به مطالعه سنگواره‌ها می‌پردازند، 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 (شکل ۱۰).

جاخالی تألیفی

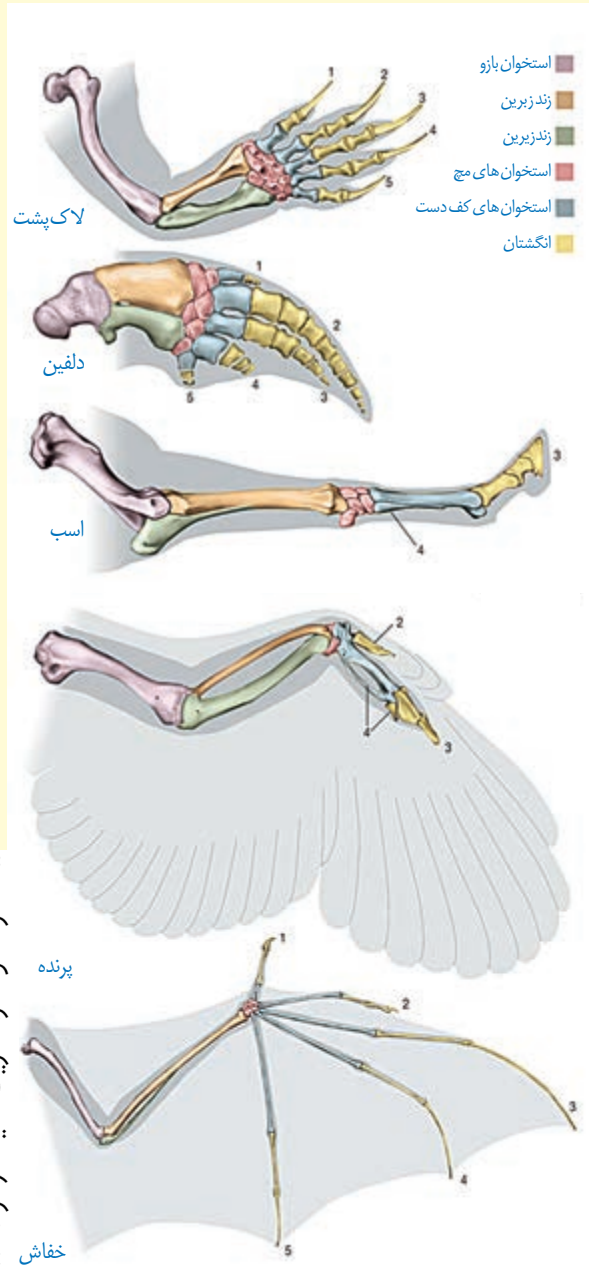


شکل ۱۰- برگ درخت گیسو و سنگواره آن

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.

ساختارهای همتا

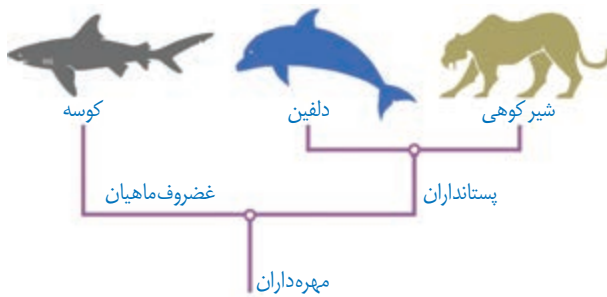
طرح ساختاری یکسان در اندام حرکتی جلویی بعضی از مهره‌داران



ساختار آنالوگ را تعریف کنید؟ (خرداد ۹۸)

ب) تشریح مقایسه‌ای: 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 حرکتی جلویی در مهره‌داران مختلف، از طرح ساختاری یکسان حکایت دارد. اندام‌هایی را که طرح ساختاری آنها یکسان است، حتی اگر کار متفاوتی انجام دهند، «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 اینکه 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 شیر کوهی خویشاوندی نزدیک‌تری دارد تا با کوسه. بنابراین دلفین و شیر کوهی 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 ساختاری متفاوت دارند، ساختارهای آنالوگ می‌نامند.** بال کبوتر و بال پروانه آنالوگ‌اند چون هر دو برای پرواز کردن‌اند (کار یکسان) گرچه ساختارهای متفاوتی دارند. این ساختارها نشان می‌دهند که برای پاسخ به یک نیاز، جانداران به روش‌های مختلفی سازش پیدا کرده‌اند.

تشریح مقایسه‌ای علاوه بر آشکار کردن خویشاوندی گونه‌ها، اطلاعات دیگری را نیز فراهم می‌کند. وقتی گونه‌های مختلف را

اندام یا ساختارهای همتا را تعریف کنید؟ (شهریور ۹۸)

به ساختارهایی که نشان می‌دهند، برای پاسخ به یک نیاز جانداران به روش‌های مختلفی سازش پیدا کرده‌اند. چه می‌گویند؟ (شهریور ۹۹)



شکل ۱۲- بقایای پا در مار پیتون

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

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

الف) ردپای تغییر گونه‌ها	ب) کار یکسان و طرح ساختاری متفاوت	ج) طرح ساختاری یکسان و کار متفاوت
	درب	ساختارهای وستیجیال
۱- ساختارهای متفاوت	۲- ساختارهای آتالوگ	۳- ساختارهای همتا

(دی ۹۹)

پ) مطالعات مولکولی: مقایسه گونه‌ها را می‌توان در تراز ژنگان هم انجام داد. 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. **هرچه بین دنا‌ی دو جاندار شباهت بیشتری وجود داشته باشد، خویشاوندی نزدیک‌تری دارند.** همچنین می‌توان به تاربخچه تغییر آنها پی برد. **توالی‌هایی از دنا را که در بین گونه‌های مختلف دیده می‌شوند توالی‌های حفظ شده می‌نامند.**

تألیفی: هرچه بین دنا‌ی دو جاندار شباهت بیشتری وجود داشته باشد، خویشاوندی نزدیک‌تری دارند (ص/غ).

بیشتر بدانید

توالی‌های حفظ شده در ژن یکی از پروتئین‌های باکتریایی. در بخش‌های قرمز، توالی‌ها کاملاً حفظ شده‌اند اما در بخش‌های زرد، کمتر حفظ شده‌اند. زیست‌شناسان در برخورد با ساختار یا توالی‌های حفظ شده از خود می‌پرسند این ساختار یا توالی چه اهمیت ویژه‌ای داشته است که همچنان حفظ شده و تغییر نکرده است؟ مثلاً چرا همه غشاهای یاخته‌ای از دو لایه فسفولیپید تشکیل شده‌اند؟ به این ترتیب، زیست‌شناسان امروزی فقط به توصیف دنیای زنده بسنده نمی‌کنند بلکه با نگرشی چراجویانه به تجزیه و تحلیل آن نیز می‌پردازند.

<i>M. smegmatis</i> MC155	GGCCGCCGCA	CGGT	AAAGAAAC	AT	CAAGGCC	BCGTT	GGCGG
<i>M. goodii</i> strain X78	CGACGCGGCA	CGGT	AAAGAAAC	GT	CAGTGCC	CGTT	CACGG
<i>M. vanbaalenii</i>	GTGGCGGGA	CGGT	CAAGAAAC	GT	CACGCC	CAGGT	CACGC
<i>M. sp. JLS</i>	CGCCACCGCC	CGGT	CAAGAAAC	GT	CAGACCT	CGGCAACG	
<i>M. sp. KMS</i>	CGCCACCGCC	CGGT	CAAGAAAC	GT	CAGACCT	CGGCAACG	
<i>M. marinum</i>	GCGGCGGT	GGCC	GT	AAAGAAAC	GT	CAACAT	GTCTCGTCAGG
<i>M. avium</i> 104	GCCGCAAGGG	GGCC	GT	AAAGAAAC	GT	AAGGT	GCCTACTACGGCC
<i>M. fortuitum</i>	CGCCCGCGCG	CGGT	AAAGAAAC	GT	AAGAT	CGGCGT	CGGCC
<i>M. chubuense</i>	GCGCCGGT	AGCC	GT	CAAGGAGA	GT	AAGGCT	CTAGCTCAG
<i>M. intracellulare</i> ATCC 13950	CACGGTAGCC	CGGT	AGGAAAC	GT	CAACCA	GCACCC	CAC
<i>M. sp. MOTT36Y</i>	CACGGTAGCC	CGGT	AGGAAAC	GT	CAACCA	CACCC	CAC
<i>M. kansasii</i> 824	GCGGATGAC	CGGT	AAAGAAAC	GT	AAGGCC	GCCTCCG	CGGCC
<i>M. neoaurum</i>	CCGCTCGCA	CGGT	AAAGAAAC	GT	CAATGCC	CAGCT	CAGCG
<i>M. yongonense</i>	CACGGTAGCC	CGGT	AGGAAAC	GT	CAACCA	GCACCC	CGCAC
<i>M. sp. EPa45</i>	CGGCGCGGCA	CGGT	AAAGAAAC	GT	CAACCA	GCCTT	GCTG
<i>M. sp. J5823</i>	CAACCGAT	GGCC	GT	AAAGAAAC	GT	CAACGA	CAGTCCGCGG
<i>M. haemophilum</i>	ACGGT	CAGT	CGGT	AAAAATAC	GT	CAAT	GGCGGTACGTT
<i>M. vaccae</i>	CGCCGCGAGG	GGT	GT	AAAGAAAC	GT	CAAGAA	CGCCGTAGCC
<i>M. rhodesiae</i>	GACCA	CGCG	CGGT	CAAGAAAC	GT	AAGGCC	GGCAGTGTG
<i>M. sp. VKM Ac-1817D</i>	CGCCCGCGCG	CGGT	AAAGAAAC	GT	AAAGAT	CGGCGT	CGGCC

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 زیست‌زا و زایا به وجود آورند ولی نمی‌توانند با جانداران دیگر آمیزش موفقیت‌آمیز داشته باشند».

آمیزش موفقیت‌آمیز، آمیزشی است که به تولید

زاده‌هایی و زایا منجر می‌شود. (خرداد ۱۴۰۱)

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

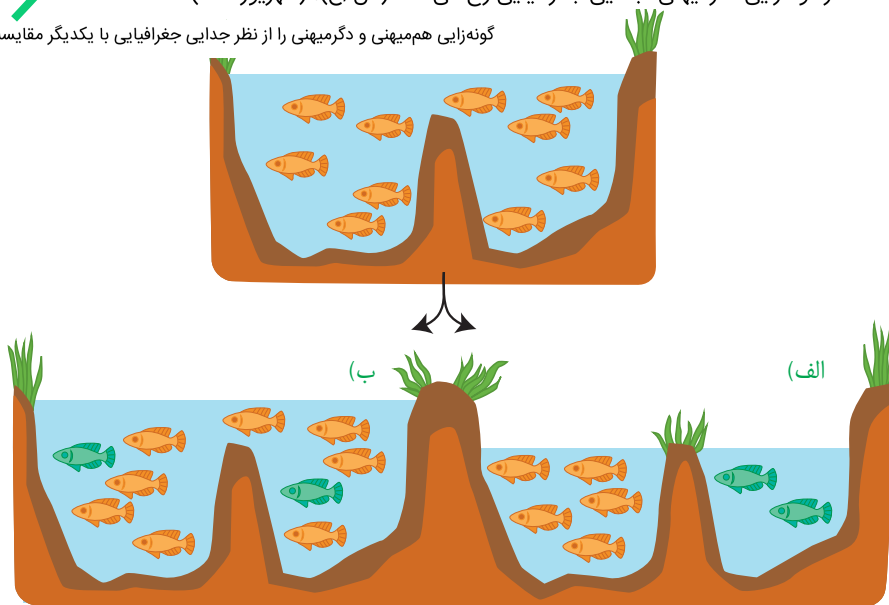
اگر میان افراد یک گونه جدایی تولیدمثلی رخ دهد، آن‌گاه خزانه ژنی آنها از یکدیگر جدا و احتمال تشکیل گونه جدید فراهم می‌شود. منظور از جدایی تولیدمثلی، عواملی است که مانع آمیزش بعضی از افراد یک گونه با بعضی دیگر از افراد همان گونه می‌شوند.

انواع گونه‌زایی را نام ببرید. (شهریور ۹۹) → به‌طور کلی سازوکارهایی را که باعث ایجاد گونه‌ای جدید می‌شوند، به دو گروه تقسیم می‌کنند:

گونه‌زایی دگرمیپنی که در آن جدایی جغرافیایی رخ می‌دهد و گونه‌زایی هم‌میپنی که در آن جدایی

جغرافیایی رخ نمی‌دهد. در شکل ۱۲ این دو نوع گونه‌زایی با هم مقایسه شده‌اند. در گونه‌زایی دگرمیپنی، جدایی جغرافیایی رخ می‌دهد (ص/ع). (شهریور ۱۴۰۰)

گونه‌زایی هم‌میپنی و دگرمیپنی را از نظر جدایی جغرافیایی با یکدیگر مقایسه کنید. (خرداد ۱۴۰۰)



شکل ۱۳- الف) گونه‌زایی دگرمیپنی و ب) هم‌میپنی

گونه‌زایی دگرمیپنی: گاهی بر اثر وقوع رخدادهای زمین‌شناختی و 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 (مثلاً زمان تولیدمثل آنها فرق کند)؛ بنابراین می‌توان آنها را دو گونه مجزا به‌شمار آورد.

در گونه‌زایی دگرمیپنی، وقوع چه پدیده‌هایی باعث ایجاد و افزایش تفاوت بین دو جمعیت می‌شوند؟ (دی ۱۴۰۱)

دکتر پوریا خیراندیش - دکتر فرزام فرهنگ‌دینا - دکتر شایان تاکی - دکتر ایمان روستا

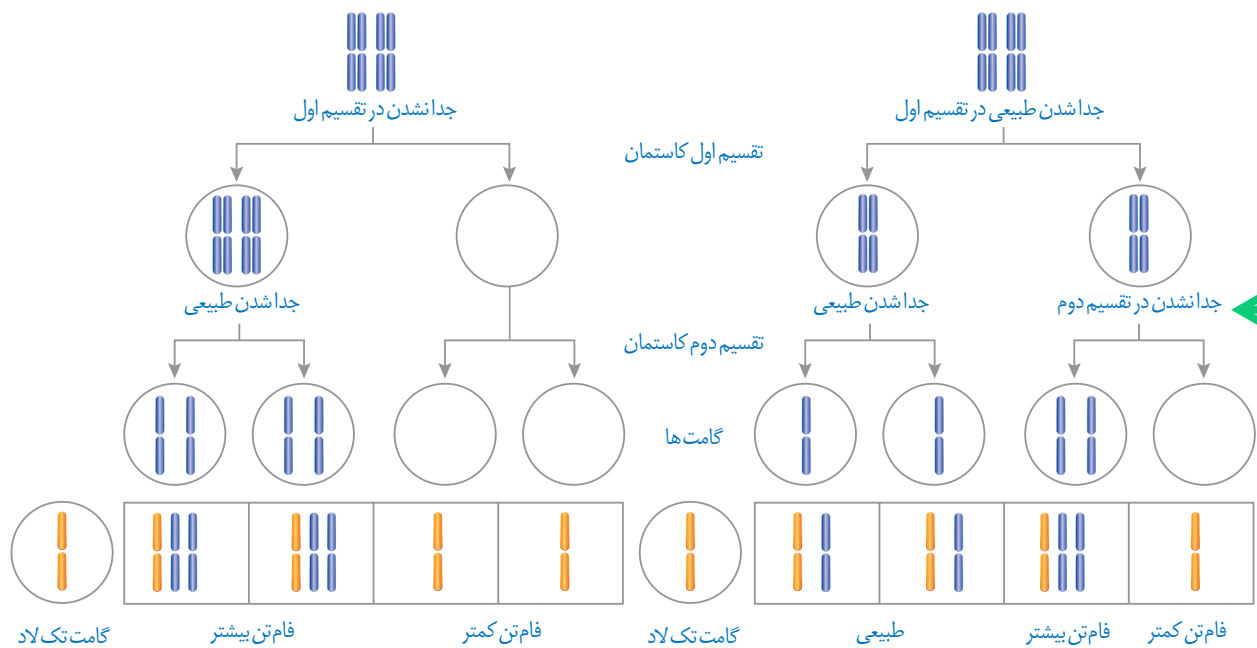
در گونه‌زایی دگرمیخی، وقوع چه پدیده‌هایی باعث ایجاد و افزایش تفاوت بین دو جمعیت می‌شوند؟ (دی ۱۴۰۱)

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 هم‌میخی: 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 هم‌میخی** می‌نامند. در گونه‌زایی هم‌میخی، برخلاف گونه‌زایی دگرمیخی، جدایی جغرافیایی رخ نمی‌دهد.

پیدایش گیاهان چندلادی (پلی‌پلویدی)، مثال خوبی از گونه‌زایی هم‌میخی است. **چندلادی** به تولید گیاهانی منجر می‌شود که زیستگاه و زایا هستند اما نمی‌توانند در نتیجه آمیزش با افراد گونه نیایی خود، زاده‌های زیستگاه و زایا پدید آورند و بنابراین گونه‌ای جدید به شمار می‌روند. گیاهان چندلادی بر اثر خطای ایجاد می‌شوند. (شهریور ۱۴۰۰)

گیاهان چندلادی بر اثر خطای کاستمانی ایجاد می‌شوند. می‌دانیم که جدانشدن فام‌تن‌ها در کاستمان به تشکیل گامت‌هایی با عدد فام‌تنی غیرطبیعی منجر می‌شود و اگر این گامت‌ها با گامت طبیعی لقاح کنند تخم طبیعی تشکیل نخواهد شد (شکل ۱۴).



جدانشدن فام‌تن‌ها در تقسیم کاستمان دوم، می‌تواند به تشکیل گامت‌هایی با عدد فام‌تنی طبیعی منجر شود. (دی ۱۴۰۱)

شکل ۱۴- نتیجه آمیزش گامت‌های حاصل از خطای کاستمانی با گامت سالم

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

گیاه گل مغربی سه‌لاد (تریپلوئید) ($3n$) یک گیاه زیستگاه و زایا است. (خرداد ۹۹)

اگر گامت‌های این گیاه با گامت‌های گیاهان طبیعی، که تک‌لادند، آمیزش کنند تخم‌هایی حاصل سه‌لاد (تریپلوئید) ($3n$) خواهند شد. گیاه سه‌لاد حاصل از نمو این تخم، نازاست.

چرا از خودلقاحی گل مغربی چارلاد (تتراپلوئید) ($4n$)،

گیاهی زایا ایجاد می‌شود؟ (شهریور ۹۹)

اما اگر گیاه چارلاد بتواند خودلقاحی انجام دهد، یا در نزدیکی آن گیاه چارلاد مشابه دیگری وجود

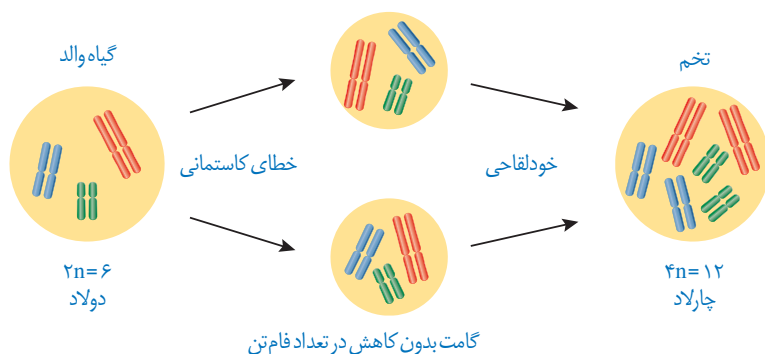
داشته باشد، یاخته تخم $4n$ خواهد بود و گیاهی که از آن ایجاد می‌شود، قادر به کاستمان بوده، بنابراین

زایاست. این گیاه، با جمعیت نیایی خود (که $2n$ بودند) نمی‌تواند آمیزش کند و بنابراین به گونه جدیدی

چرا گیاه گل مغربی $4n$ ، یک گونه جدید

محسوب می‌شود؟ (شهریور ۱۴۰۰)

تعلق دارد که افراد آن $4n$ هستند. شکل ۱۵ این سازوکار را برای گیاهی با ۶ فام تن نشان می دهد.



شکل ۱۵- چگونگی تشکیل گیاه چارلاد از گیاه دولا

بیشتر بدانید

مالاریا و گویچه های داسی شکل

با اینکه مقاومت افراد ناخالص ($Hb^A Hb^S$) نسبت به مالاریا در دهه ۱۹۵۰ مشخص شد، اما چگونگی آن همچنان در حال بررسی است. دانشمندان در دهه ۱۹۷۰ دریافته اند که سرعت داسی شکل شدن گویچه های قرمز، پس از ورود انگل مالاریا به آنها بین ۲ تا ۸ برابر افزایش می یابد. بر این اساس با مرتبط دانستن مقاومت افراد ناخالص با شکل داسی گویچه های قرمز، این فرضیه مطرح شد که «داسی شدن» به افزایش بیگانه خواری و در نتیجه از بین رفتن انگل می انجامد.

در سال های بعد نیز فرضیه های دیگری با تأکید بر شکل «داسی» این یاخته ها ارائه شد. مانند این فرضیه که می گوید با داسی شدن گویچه ها، منافذی در غشا ایجاد می شود که نتیجه آن خروج مواد مغذی از یاخته و روبه رو شدن انگل با کمبود غذا است. بدین ترتیب رشد انگل کند یا متوقف می شود.

در شرایطی که تصور می شد توضیحات قابل قبولی برای علت مقاومت به مالاریا وجود دارد، بررسی های بیشتر نشان داد که کندی رشد انگل مالاریا، در همه گویچه های قرمز در افراد ناخالص رخ می دهد و منحصر به گویچه های داسی شکل نیست.

در دهه ۲۰۱۰، فرضیه ای مبنی بر رناهای کوچک مکمل (فصل ۲) ارائه شد که بر مبنای آن، گویچه قرمز در افراد ناخالص رناهای کوچکی می سازد که به رنای انگل متصل و مانع از ترجمه آن می شوند و در نتیجه در فرایند رشد انگل اختلال به وجود می آید.

در همین دهه با نگاهی متفاوت، فرضیه ای بر اساس سازوکار بیماری زایی مالاریا در افراد $Hb^A Hb^A$ ارائه شد. در این افراد، که گویچه های قرمز طبیعی دارند، مالاریا باعث چسبیدن گویچه ها به همدیگر و یا به دیواره رگ ها می شود که از نتایج آن آسیب بافتی و التهاب گسترده در رگ ها است. اما علت چسبندگی آنها چیست؟ انگل مالاریا در گویچه قرمز، پروتئینی می سازد که در غشای گویچه قرار می گیرد و باعث چسبندگی آنها می شود. در افراد ناخالص از واکنش اکسیژن با هموگلوبین جهش یافته، ماده ای تولید می شود که تلاش انگل را در فرستادن این پروتئین به سطح یاخته، بی ثمر می سازد. در نتیجه گویچه های قرمز، چسبندگی نمی شوند و بیمار جان سالم به در می برد.

ارائه فرضیه های جدید همچنان ادامه دارد. شواهد جدید ممکن است فرضیه های قبل را تضعیف یا تقویت کند. باید منتظر بود تا قطعات بیشتری از این جورچین کشف شود. این ماهیت علم و نشانی از پویا بودن آن است. با بیشتر شدن دانش، پرسش های مانیز بیشتر می شوند. پرسش های بیشتر، زمینه های اکتشاف بیشتری فراهم می کند. شاید کشف بعدی را «شما» انجام دهید.