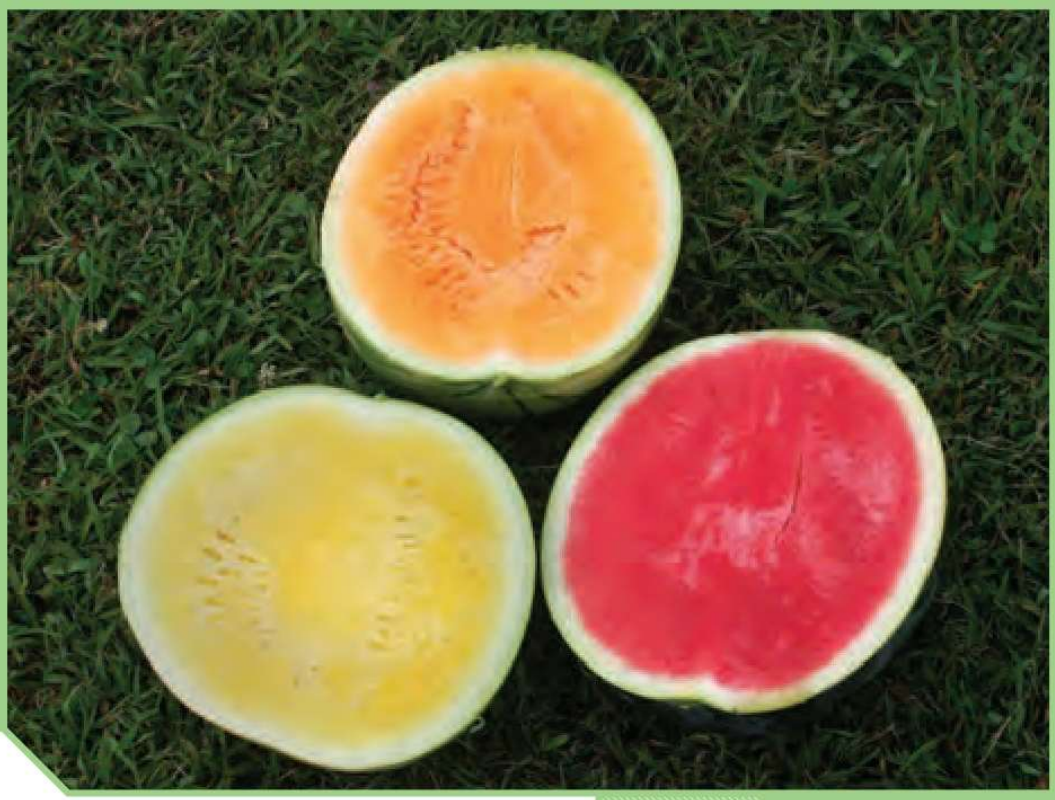


فصل ۴

تغییر در اطلاعات وراثتی

تهیه و تنظیم: دکتر سروش صفا

@Zistnovin

☜پایداری اطلاعات در سامانه‌های زنده، یکی از ویژگی‌های ماده وراثتی است اما در عین حال، مادهٔ وراثتی **به‌طور محدود** تغییرپذیر است.

☜**پیامدهای تغییر در مادهٔ ژنتیک:**

تغییر در مادهٔ ژنتیک ⇐ ایجاد گوناگونی ⇐ افزایش توان بقای جمعیت‌ها در شرایط متغیر محیطی ⇐ فراهم ساختن زمینهٔ تغییر گونه‌ها

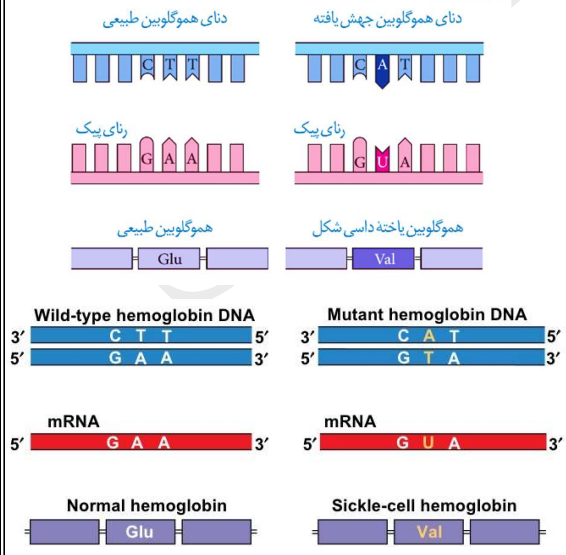
گفتار ۱ تغییر در مادهٔ وراثتی جانداران

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

نکات کم‌خونی داسی شکل:

- ❖ یک بیماری اتوزومی (غیروابسته به جنس) نهفته است. یعنی افراد بارز (CC) و ناخالص (Cc) سالم بوده و افراد نهفته (cc) بیمار هستند.
- ❖ الل سالم (C) ⇐ هموگلوبین سالم می‌سازد.
- ❖ الل نهفته (c)⇐ هموگلوبین تغییر شکل یافته (ناقص) می‌سازد.
- ❖ **علت بیماری:** تغییر شکل در مولکول‌های هموگلوبین. (هموگلوبین سالم و تغییر شکل یافته، فقط در **یک آمینواسید** با یکدیگر تفاوت دارند).
- ❖ **علت تغییر شکل گلبول قرمز:** وجود هموگلوبین ناقص در داخل گلبول قرمز.

* 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.



نکتهٔ شکل:

تغییر در دومین نوکلئوتید رمز مربوط به آمینواسید گلوتامین (CTT → CAT) موجب تغییر در رمزه شده (GAA → GUT) و رمزهٔ گلوتامین تبدیل به رمزهٔ والین می‌شود. در نتیجه بجای آمینواسید گلوتامین، آمینواسید والین در مولکول هموگلوبین قرار می‌گیرد. این تغییر آمینواسید منجر به تغییر شکل مولکول هموگلوبین و در نتیجه تغییر شکل گلبول قرمز می‌شود.

جهش

تعریف جهش: تغییر دائمی (پایدار) در نوکلئوتیدهای ماده وراثتی (DNA) را جهش می‌نامند.

انواع جهش:

الف- جهش‌های کوچک (ژنی): این جهش‌ها یک یا چند نوکلئوتید را در برمی‌گیرند.

انواع جهش‌های کوچک

۱- جهش جانشینی: در این نوع جهش، یک نوکلئوتید، جانشین نوکلئوتید دیگری می‌شود.

مثال: کم‌خونی داسی شکل.

نکتهٔ ۱: به علت وجود رابطه مکملی بین بازها، تغییر در یک نوکلئوتید از یک رشتهٔ دنا، نوکلئوتید مقابل آن را در رشته دیگر تغییر می‌دهد به همین علت، جانشینی در یک نوکلئوتید به جانشینی در یک جفت نوکلئوتید منجر می‌شود.

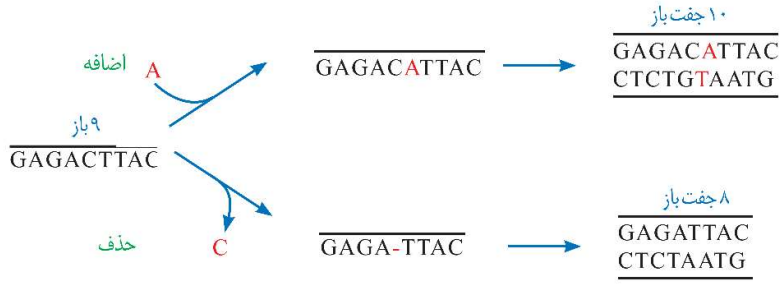
نکتهٔ ۲: جهش جانشینی همیشه باعث تغییر در توالی آمینواسیدها نمی‌شود ⇐ گاهی جهش، رمز یک آمینواسید را به رمز دیگری برای همان آمینواسید تبدیل می‌کند؛ و یا جهش در مناطقی خارج از ژن (توالی‌های تنظیمی مثل راه‌انداز و توالی‌های بین‌ژنی) رخ دهد، این نوع جهش تأثیری بر پروتئین نخواهد گذاشت. چنین جهشی را **جهش خاموش** می‌نامند.

مثال برای جهش خاموش: TTA رمز مربوط به آمینواسیدی به نام آسپاراژین است. اگر بجای نوکلئوتید A، نوکلئوتید G قرار گیرد، آن‌گاه رمز TTA تبدیل به رمز TTG می‌شود که اتفاقا این رمز هم مربوط به آسپاراژین می‌باشد. پس تغییری در پروتئین ساخته شده بوجود نخواهد آمد.

نکتهٔ ۳: جهش در توالی‌های تنظیمی (راه‌انداز و افزاینده) می‌تواند مقدار رونویسی و ترجمه را تحت تاثیر قرار دهد.

نکتهٔ ٤: این امکان وجود دارد که جهش جانشینی رمز یک آمینواسید را به رمز پایان ترجمه تبدیل کند که در این صورت پلی‌پپتید حاصل از آن، کوتاه خواهد شد و به این نوع جهش، جهش بی‌معنا گویند.

۲- جهش‌های اضافه و حذف: انواع دیگر جهش‌های کوچک‌اند. در این جهش‌ها به ترتیب یک یا چند نوکلئوتید اضافه یا حذف می‌شوند.



نکته: می‌دانیم که رمز دنا به‌صورت دسته‌های سه‌تایی از نوکلئوتیدها خوانده می‌شود. اگر نوکلئوتیدی اضافه یا حذف شود **ممکن است** پیامد وخیمی داشته باشد.

جمله «این سیب سرخ است» را که با کلمات سه حرفی نوشته شده است، به‌صورت زیر در نظر بگیرید:

ا ی 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 به‌صورت کلمات سه حرفی بخوانیم:

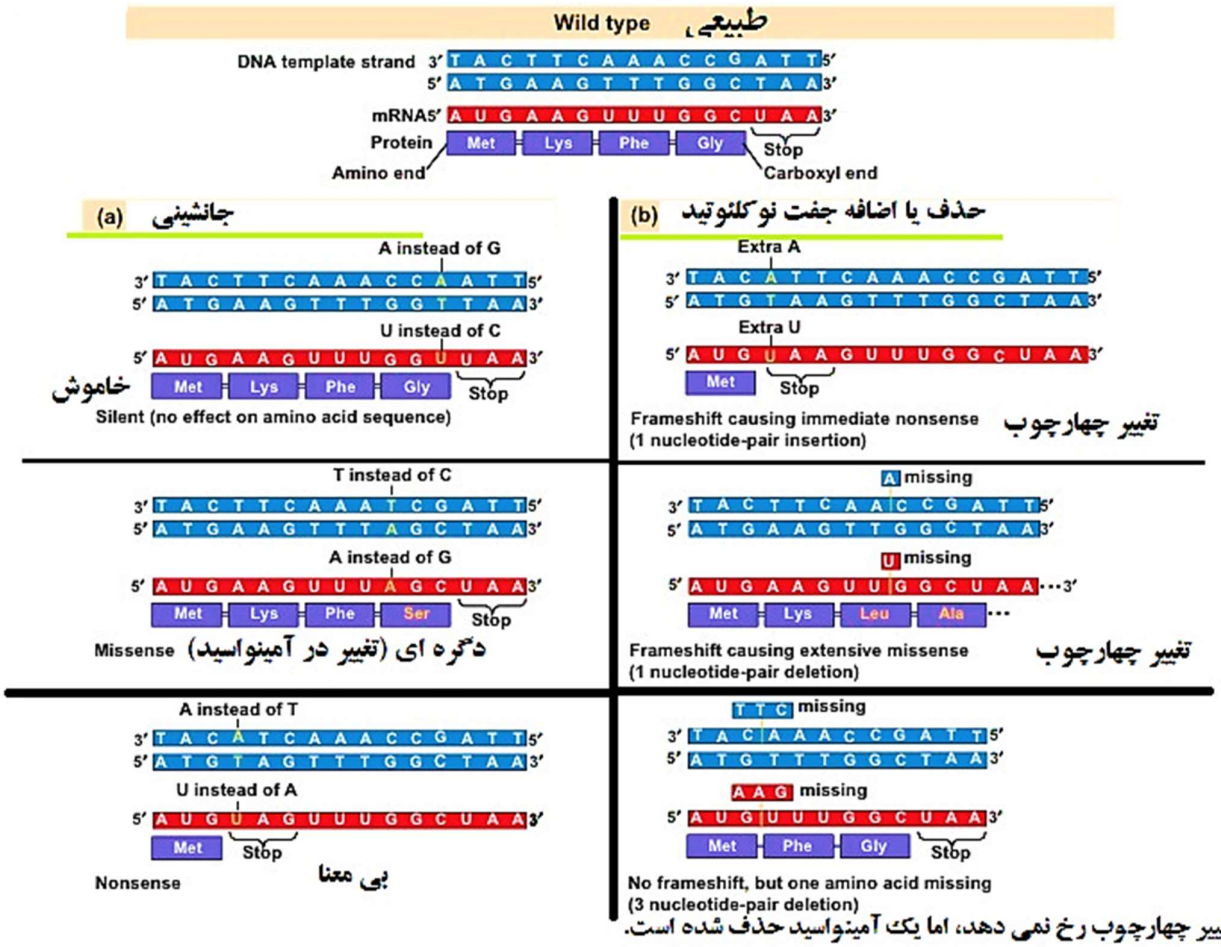
ا ی ن /ر س ی/ ب س ر/ خ ا س/ ت

می‌بینیم که جمله معنای خود را از دست می‌دهد.

جهش تغییر چهارچوب: نوعی جهش کوچک است که در آن به علت اضافه یا حذف شدن یک نوکلئوتید، چهارچوب خواندن رمزهای ۳ نوکلئوتیدی تغییر کند.

نکتهٔ مهم: در جهش‌های جانشینی، تعداد نوکلئوتیدهای DNA تغییری نمی‌کند، اما در جهش‌های حذف و اضافه به ترتیب تعداد نوکلئوتیدهای DNA کم و زیاد می‌شود.

«بررسی انواع جهش‌های کوچک»



جمع بندی جهش‌های کوچک (شکل صفحهٔ قبل)

انواع جهش‌های حذف و اضافه	**۱) تغییر چهارچوب:** بدلیل اضافه یا حذف شدن یک نوکلئوتید
	۲) اضافه یا حذف شدن یک رمز (۳ نوکلئوتید)
انواع جهش‌های جانشینی	**۱) خاموش:** تبدیل یک رمز به رمزی دیگر در حالی‌که هر دو رمز مربوط به یک آمینواسید می‌باشند.
	۲) دگره‌ای: رمز یک آمینواسید به رمز آمینواسید دیگری تبدیل می‌شود.
	۳) بی‌معنا: رمز آمینواسید تبدیل به رمز پایان می‌شود ⇐ پروتئین‌سازی متوقف می‌شود.

ب- جهش های بزرگ (ناهنجاری‌های کروموزومی یا فام‌تنی):

جهش ممکن است در مقیاس وسیعتری رخ دهد تا جایی‌که به **ناهنجاریهای فام‌تنی** منجر شود. زیست‌شناسان با مشاهده کاریوتیپ می‌توانند از وجود چنین ناهنجاریهایی آگاه شوند.

انواع ناهنجاری‌های کروموزومی:

۱- ناهنجاری‌های عددی در کروموزوم‌ها: این تغییر بدلیل با هم ماندن کروموزوم‌ها در تقسیم میوز بوجود می‌آید. مثال: مبتلایان به بیماری سندرم داون، یک کروموزوم ۲۱ اضافی دارند (۴۷ کروموزوم دارند).

۲- ناهنجاری‌های ساختاری در کروموزوم‌ها:

a) **حذف:** ممکن است قسمتی از کروموزوم از دست برود که به آن **حذف** می‌گویند .

نکتهٔ ۱: جهش‌های کروموزومی حذفی **غالبا** باعث مرگ می‌شوند (۱۰۰٪ نیست).

نکتهٔ ۲: جهش‌های حذف موجب کاهش طول کروموزوم می‌شوند.

b) **جابه‌جایی:** نوع دیگری از ناهنجاری کروموزومی است که در آن قسمتی از یک کروموزوم به کروموزوم غیرهمتا یا حتی بخش دیگری از همان کروموزومی منتقل می‌شود.

نکته: جهش جابجایی موجب کاهش طول کروموزوم مبداء و افزایش طول کروموزوم مقصد می‌شود.

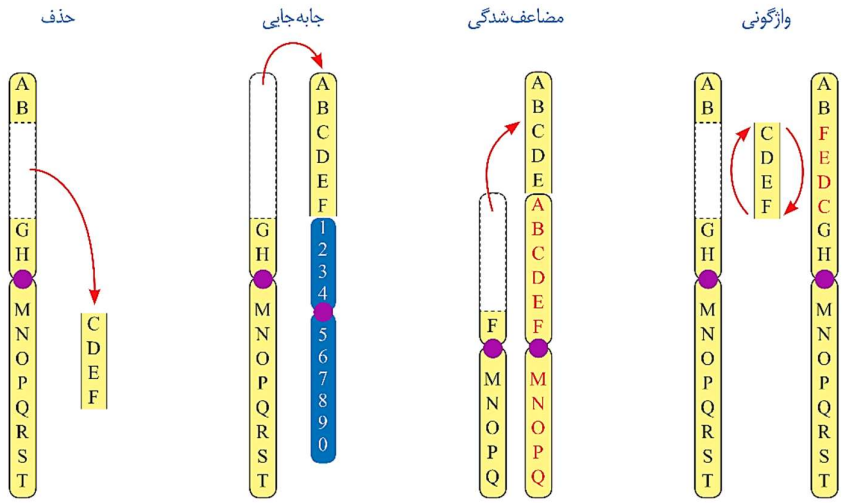
c) **مضاعف شدگی:** اگر قسمتی از یک کروموزوم به کروموزوم همتا جابه‌جا شود، آنگاه در کروموزوم همتا، از آن قسمت دو نسخه دیده می‌شود. به این جهش، **مضاعف‌شدگی** می‌گویند.

نکتهٔ ۱: جهش مضاعف شدگی نیز **همانند** جهش جابجایی موجب کاهش طول کروموزوم مبداء و افزایش طول کروموزوم مقصد می‌شود.

نکتهٔ ۲: بین کروموزوم‌های جنسی در مردان ، نمی‌تواند جهش مضاعف‌شدگی رخ دهد، زیرا کروموزوم‌های جنسی مردان (XY) همتای یکدیگر محسوب نمی‌شوند. اما در زنان بین کروموزوم‌های جنسی (XX) جهش مضاعف شدگی داریم، چون همتا هستند.

d) **واژگونی:** در این ناهنجاری، جهت قرارگیری قسمتی از یک کروموزوم در جای خود معکوس می‌شود.

نکته: درجهش واژگونی، طول کروموزوم تغییری نمی‌کند.



سوال: در کدام جهش‌ها، قطعهٔ جدا شده از کروموزوم می‌تواند بر روی همان کروموزوم متصل شود؟

سوال: قضاوت صحیح کدام است؟

الف) در جهش جابجایی، طول کروموزوم افزایش می‌یابد.

ب) هر نوع جهش بزرگی که درآن طول کروموزوم افزایش یابد، از نوع جابجایی است.

۱) هردو صحیح ۲) هر دو غلط ۳) الف درست، ب غلط ٤) الف غلط، ب درست

نکات مهم:

۱- کوچک و بزرگ بودن جهش ربطی به نوع اثر جهش ندارد و فقط از نظر تعداد نوکلئوتیدهای تغییر یافته نام‌گذاری شده اند. گاهی یک جهش کوچک اثر به مراتب خطرناکتری بر حیات فرد می‌تواند داشته باشد.

۲- جهش‌های بزرگ را می‌توان از روی کاریوتیپ افراد تشخیص داد، اما جهش‌های کوچک را نمی‌توان.

پیامدهای جهش بر عملکرد

اثر جهش بر عملکرد محصول ژن‌ها، به عوامل متعددی بستگی دارد که یکی از این عوامل، محل وقوع جهش در **ژنگان** (ژنوم) است .

ژنگان (ژنوم)

تعریف: به کل محتوای ماده وراثتی گفته می‌شود و برابر است با مجموع محتوای ماده وراثتی هسته‌ای و سیتوپلاسمی.

نکتهٔ ۱: 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.

نکتهٔ ۲: دنای راکیزه، ژنگان سیتوپلاسمی را در ژنگان انسان تشکیل می‌دهد.

انواع بخش‌های موجود در ژنگان:

۱- ژن‌ها (توالی‌های درون ژنی): بخش‌هایی از ژنگان هستند که از روی آن‌ها رونویسی انجام می‌گیرد و جهش در این بخش‌ها می‌تواند بر محصول ژن (پروتئین یا RNA) اثرگذار باشد.

۲- توالی‌های بین ژنی: نوکلئوتیدهایی هستند که بین ژن‌ها قرار دارند. این توالی‌ها رونویسی نمی‌شوند. **۳- توالی‌های تنظیمی:** توالی‌هایی نظیر راه‌انداز، افزاینده و اپراتور را توالی تنظیمی می‌گویند. این توالی‌ها رونویسی نمی‌شوند اما در آغاز و تنظیم رونویسی نقش دارند.

مثال: چند مورد صحیح است؟

الف) برای بررسی ژنوم یک زن، باید ۲۳ قطعه DNA را بررسی کرد.

ب) برای بررسی ژنوم یک مرد، باید ۲۳ قطعه DNA را بررسی کرد.

ج) برای بررسی ژنوم زنبور نر، باید تمام قطعات DNA موجود در هستهٔ یکی از یاخته‌هایش را بررسی کرد.

د) برای بررسی ژنوم درخت زیتون، باید ٤٨ قطعه DNA را بررسی کرد.

۱) یک مورد ۲) دو مورد ۳) سه مورد ٤) چهار مورد

بررسی اثر جهش بر روی توالی‌های مختلف:

۱- جهش در توالی‌های درون‌ژنی: اگر جهش درون ژن رخ دهد، آنگاه پیامدهای آن مختلف خواهد بود (ممکن است «مفید»، «مضر» یا «خنثی» باشد). مثلا اگر جهش جانشینی در رمز یک آمینواسید مربوط به یک آنزیم اتفاق بیافتد و موجب تغییر آمینواسید شود، بستگی دارد که این آمینواسید در کجای آنزیم قرار داشته باشد. 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.

☜ پس :

الف) اثر جهش در توالی‌های درون‌ژنی به محل وقوع جهش و نوع جهش دارد.

ب) اگر بر روی اگزون‌ها رخ دهد، بر روی پروتئین‌سازی (نوع پروتئین ساخته شده) تاثیرگذار خواهد بود، اما اگر بر روی اینترون‌ها رخ دهد، اثری بر پروتئین‌سازی ندارد.

۲- جهش در توالی‌های بین‌ژنی: اگر جهش در توالی‌های بین ژنی رخ دهد. در این صورت بر توالی محصول ژن، اثری نخواهد گذاشت (یعنی بر نوع و مقدار محصول تاثیر نمی‌گذارد).

۳- جهش در توالی‌های تنظیمی: گاهی جهش در یکی از توالیهای تنظیمی ژن رخ می‌دهد، مثلا در راه انداز یا افزاینده. 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 ژن آن راه‌انداز، محصول آن را نیز بیشتر یا کمتر کند.

☜ پس: جهش در توالی‌های تنظیمی بر نوع محصول (مثلا پروتئین) بی‌تاثیر است، اما بر میزان محصول می‌تواند تاثیرگذار باشد.

نکته: جهش در توالی‌های مختلف، از نوع جهش‌های کوچک می‌باشند.

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.**

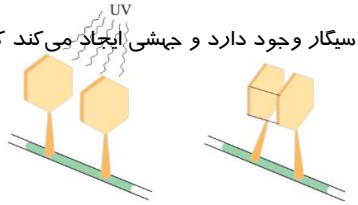
پس ☜ **علت جهش:** خطاهای رخ داده در هنگام همانند سازی می‌باشند.

نکته: عواملی که موجب خطای همانند سازی می‌شوند را **عوامل جهش‌زا** می‌گویند.

انواع عوامل جهش‌زا

فیزیکی: **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 (شکل زیر).

شیمیایی: از مواد شیمیایی جهش‌زا می‌توان به **بنزوپیرن** اشاره کرد که در دود سیگار وجود دارد و جهشی ایجاد می‌کند که به سرطان منجر می‌شود.



انواع جهش:

۱- ارثی: جهش ارثی از یک یا هر دو والد به فرزند می‌رسد. این جهش در کامه‌ها (گامت‌ها) وجود دارد که پس از لقاح، جهش را به تخم منتقل می‌کنند (پس در تخم هم وجود دارد). در این صورت همه یاخته‌های حاصل از آن تخم، دارای آن جهش‌اند.

پس ☜ جهشی که در گامت‌ها رخ دهد، می‌تواند به نسل بعد منتقل شود اما جهش در سلول‌های غیرجنسی مثل سلول پوست، به نسل بعد منتقل نمی‌شود.

۲- اکتسابی: جهش اکتسابی از محیط کسب می شود. مثلا سیگار کشیدن می‌تواند باعث ایجاد جهش در یاخته‌های دستگاه تنفس شود.

بررسی انتقال جهش به نسل بعد:

۱- اگر جهش در گامت‌ها رخ دهد، **می‌تواند** به نسل بعد منتقل شود. چرا می‌گوییم ممکن است؟ چون ممکن است جهشی در یک گامت رخ دهد، اما آن گامت در لقاح شرکت نکند.

۲- اگر جهشی در سلول‌های غیرجنسی (مثلا پوست دست) رخ دهد، در بدن همان فرد می‌ماند و به نسل بعد منتقل نمی‌شود.

Soroush Safa

۳- اگر جهشی در سلول تخم (زیگوت) رخ دهد و آن سلول زنده بماند، این جهش در تمام سلول‌های بدن فرد وجود خواهد داشت، چون تمام سلول‌ها، از تقسیم سلول تخم بوجود می‌آیند. در این حالت اگر این فرد به سن تولیدمثل برسد و بخواهد گامت‌زایی کند، در گامت‌هایش هم اثر آن جهش دیده می‌شود، چون سلول‌های زایندهٔ گامت‌ها که غیرجنسی می‌باشند نیز از سلول تخم جهش‌یافتهٔ اولیه حاصل می‌شوند. پس این نوع جهش نیز به نسل بعد منتقل می‌شود.

نکتهٔ مهم: جهش در ژن‌های یاخته‌های پیکری می‌تواند بر عملکرد آن یاخته‌ها بی‌اثر باشد. مثلا اگر جهش در ژن ساخت آنزیم پروتئاز در یاخته‌های اصلی غده‌های معده رخ دهد، ساخت این آنزیم دچار مشکل خواهد شد. اما اگر همین ژن در یاخته‌های مری جهش پیدا کند، اثری ندارد، چون در مری پروتئاز ساخته نمی‌شود.

نکات مهم در رابطه با سرطان:

۱- سبک زندگی و تغذیه سالم نقش مهمی در پیشگیری از سرطان دارند.

۲- ورزش و وزن مناسب، از عوامل مهم در حفظ سلامت‌اند⇐ نقش مهمی در پیشگیری از سرطان دارند.

۳- غذاهای گیاهی که پاد اکسنده یا آنتی اکسیدان و الیاف دارند در پیشگیری از سرطان مؤثرند.

* رنگدانه‌های گیاهی نظیر کاروتنوئیدها (در کروموپلاست) و آنتوسیانین (در کریچه) دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی هستند.

٤- شیوهٔ فراوری و پخت غذا بر سلامت آن اثر می‌گذارد:

- ❖ در مناطقی که مصرف غذاهای نمک‌سود یا دودی شده رایج است، سرطان شیوع بیشتری دارد.
- ❖ ارتباط بعضی از سرطانها با مصرف زیاد غذاهای کباب شده یا سرخ شده مشخص شده است
- ❖ ترکیبات نیتریت‌دار مانند سدیم نیتریت، 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.

گفتار ۲ تغییر در جمعیت‌ها

- بعد از کشف **پادزیست‌ها** (آنتی‌بیوتیک‌ها) 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.
- باکتری‌ها در گذر زمان نسبت به پادزیست‌ها مقاوم می‌شوند و این نشان می‌دهد که «موجودات زنده میتوانند در گذر زمان تغییر کنند».
- **تعریف جمعیت:** به مجموعهٔ افراد یک گونه که در یک مکان و یک زمان زندگی می‌کنند، جمعیت گویند.
- **تعریف گونه:** به افرادی که از نظر تعداد کروموزوم و نوع ژن‌ها شبیه هم هستند و می‌توانند با یکدیگر تولیدمثل کنند و زاده‌هایی زیستا (دارای توانایی زیستن) و زایا (دارای توانایی تولیدمثل) بوجود آورند، افراد هم‌گونه می‌گویند.

تغییر در گذر زمان

- شباهت‌های بین جانداران موجب می‌شود که آن‌ها را در یک گونه قرار دهیم، اما در بین افراد یک گونه، تفاوت‌های فردی نیز وجود دارد که باعث شناخت آن‌ها از یکدیگر می‌شود.
- تفاوت‌های فردی در اثر **عوامل ارثی** و **محیطی** بوجود می‌آیند.
- تفاوت‌های فردی موجب پایداری گونه و تغییر جمعیت می‌شود.
- هرچه تفاوت‌های فردی درجمعیتی بیشتر باشد، تنوع افراد نیز در آن جمعیت بیشتر است.

مثالی از تغییر جمعیت در اثر تفاوت‌های فردی:

افراد یک گونه از نظر تحمل سرما متفاوتند یعنی برخی بیشتر و برخی کمتر سرما را تحمل می‌کنند ⇐ در اثر سرد شدن شدید هوا، افرادی که تحمل بیشتری دارند شانس بیشتری برای زنده ماندن دارند ⇐ این افراد، بیشتر از دیگران تولیدمثل می‌کنند و در نتیجه ⇐ صفت تحمل سرما، بیش از گذشته، به نسل بعد منتقل می‌شود.

- اگر 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.

عوامل مورد نیاز برای تغییر جمعیت:

۱- تفاوت‌های فردی: تفاوت‌های فردی موجب باقی‌ماندن افراد سازگارتر با محیط می‌شود.

نکتهٔ مهم: بهتر بودن یک صفت، به شرایط محیطی وابسته است. یعنی محیط تعیین کنندهٔ صفت بهتر است. مثلا در مثال تغیر جمعیت، اگر هوا گرم می‌شد، افرادی که تحمل گرمای بیشتری داشتند باقی می‌ماندند. بنابراین، زیست‌شناسان از واژهٔ «صفت بهتر» استفاده نمی‌کنند بلکه به جای آن می‌گویند **صفت سازگارتر با محیط**.

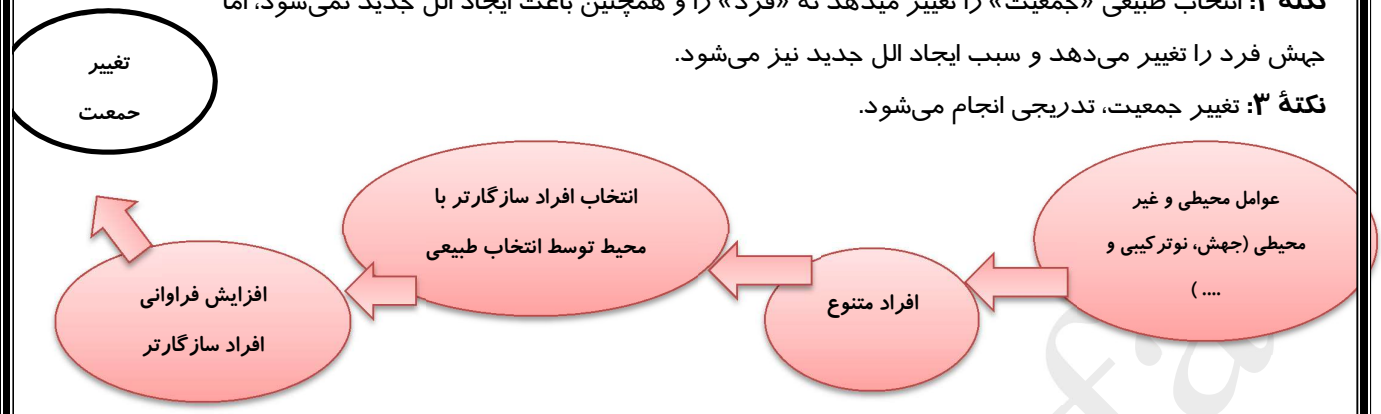
۲- محیط: این، «محیط» است که تعیین می‌کند کدام صفات با فراوانی بیشتری به نسل بعد منتقل شوند.

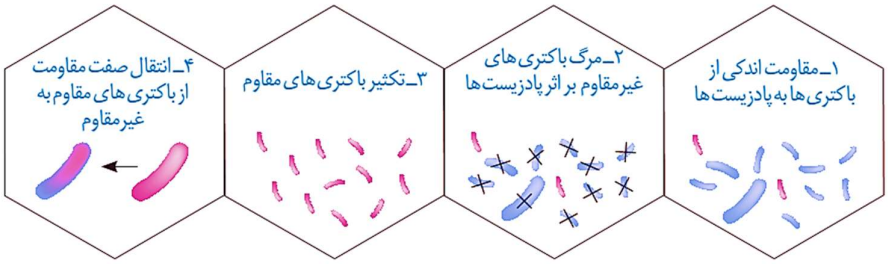
۳- انتخاب طبیعی: این فرایند را که در آن افراد سازگارتر با محیط انتخاب می‌شوند، یعنی آنهایی که شانس بیشتری برای زنده ماندن و تولیدمثل دارند، **انتخاب طبیعی** می‌نامند.

نکتهٔ ۱: وقتی از تفاوت‌های فردی سخن میگوییم در واقع در حال بررسی جمعیتی از افراد هستیم نه یک فرد.

نکتهٔ ۲: انتخاب طبیعی «جمعیت» را تغییر میدهد نه «فرد» را و همچنین باعث ایجاد الل جدید نمی‌شود، اما جهش فرد را تغییر می‌دهد و سبب ایجاد الل جدید نیز می‌شود.

نکتهٔ ۳: تغییر جمعیت، تدریجی انجام می‌شود.





نکات تغییر جمعیت در باکتری‌ها:

۱) صفت سازگار با محیط ⇐ مقاومت دربرابر آنتی‌بیوتیک‌ها

۲) عامل محیطی ⇐ آنتی‌بیوتیک

۳) ژن مقاومت به آنتی‌بیوتیک بر روی دیسک یا پلازمید باکتری‌های مقاوم وجود دارد ⇐ برای انتقال صفت مقاومت از باکتری مقاوم به غیرمقاوم، تنها کافیست تا دیسک باکتری مقاوم، وارد باکتری غیرمقاوم شود.

خزانه ژن

قبل از کشف مفاهیم پایهٔ 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.

تعریف خزانه ژن: مجموع همه دگره‌های (الل‌های) موجود در همه جایگاه‌های ژنی افراد یک جمعیت را **خزانهٔ ژن** آن جمعیت می‌نامند.

جمعیت در حال تعادل

تعریف: اگر در جمعیتی فراوانی نسبی دگره‌ها (الل‌ها) یا ژن‌نمودها (ژنوتیپ‌ها) از نسلی به نسل دیگر حفظ شود آنگاه می‌گویند جمعیت **در حال تعادل ژنی** است.

نکتهٔ ۱: تا وقتی جمعیت در حال تعادل است، تغییر در آن، مورد انتظار نیست.

نکتهٔ ۲: اگر جمعیت از تعادل خارج شود، روند تغییر را در پیش گرفته است.

نکتهٔ ۳: برای آنکه جمعیتی درحال تعادل باشد، باید:

الف) اندازهٔ بزرگی داشته باشد.

ب) آمیزش‌ها تصادفی باشند.

عوامل برهم‌زنندهٔ تعادل در جمعیت‌ها:

الف) جهش:

- جهش می‌تواند موجب بروز دگره (الل) جدید در جمعیت شود ⇐ فراوانی الل‌ها تغییر می‌کند
- جهش، با افزودن دگره‌های جدید، خزانهٔ ژن را غنی‌تر می‌کند و گوناگونی را افزایش می‌دهد.
- بسیاری از جهش‌ها تأثیری فوری بر فنوتیپ (رخ‌نمود) ندارند و بنابراین ممکن است تشخیص داده نشوند. اما با تغییر شرایط محیط ممکن است الل جدید، سازگارتر از الل یا الل‌های قبلی عمل کند.
- جهش مادهٔ خام انتخاب طبیعی می‌باشد. یعنی جهش ابتدا سبب تنوع افراد شده و سپس انتخاب طبیعی افراد سازگارتر را می‌گزیند.
- کاهش وقوع جهش = کاهش تنوع در جمعیت
- *مهمترین نقش جهش ⇦ ایجاد تنوع در افراد ⇐ ایجاد تنوع در جمعیت*

ب) رانش دگره ای:

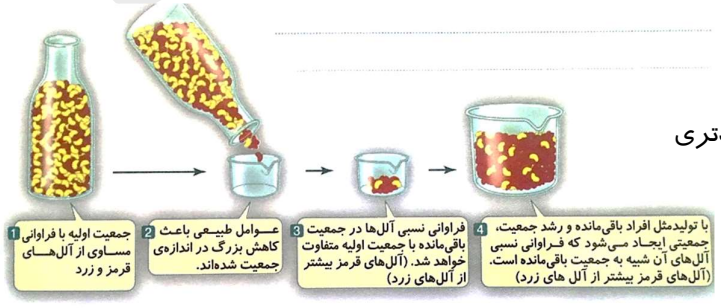
تعریف: به فرایندی که باعث تغییر فراوانی دگره ای بر اثر **رویدادهای تصادفی** می‌شود، رانش دگره ای می‌گویند.

در هر جمعیتی، بعضی از افراد ممکن است فرزندان بیشتری نسبت به بقیه داشته باشند یا اینکه اصلا فرزندی نداشته باشند. بنابراین ژن‌هایی که به نسل بعد می رسند لزوما ژن‌های سازگارتر نیستند بلکه ژنهای خوش شانس‌ترند!

مثال ۱: گله ای 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.

مثال ۲: 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 دگره‌های جمعیت بزرگ اولیه به جمعیت کوچک باقیمانده خواهد رسید و جمعیت آینده از همین دگره‌های برجای مانده تشکیل خواهند شد .

نکتهٔ مثال ۲: در این صورت نیز فراوانی دگره‌ها تغییر می‌کند اما این تغییر در فراوانی، ارتباطی با سازگاری آنها با محیط و انتخاب طبیعی ندارد.



نکتهٔ شکل: رانش ژن در اثر عوامل طبیعی (سیل و زلزله و ....) سبب ایجاد خزانهٔ ژنی کوچکتر و یکدست‌تری شده که افراد این خزانه، به هم شبیه‌تر هستند.

نکات مهم:

۱- 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 اندازه جمعیت، تعداد افراد آن است.

۲- رانش جمعیت در جمعیت‌های مختلف، نتایج یکسانی ندارد (نتایج متفاوتی دارد). مثلا رانش در جمعیت‌های کوچکتر، اثرات بیشتری دارد.

۳- رانش ژن برخلاف جهش، به **کاهش تنوع** می‌انجامد ⇐ دست انتخاب طبیعی برای انتخاب افراد سازگارتر، بسته می‌ماند.

٤- هرچه رانش شدیدتر باشد، خزانهٔ ژنی باقی‌مانده محدودتر شده و فراوانی الل‌ها سریع‌تر تغییر می‌کند.

پ) شارش ژن:

تعریف: 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.

نکتهٔ ۱: اگر بین دو جمعیت، شارش ژن به‌طور پیوسته و دوسویه ادامه یابد، سرانجام خزانهٔ ژن دو جمعیت به هم شبیه می‌شود.

نکتهٔ ۲: شارش یکطرفه می‌تواند فقط سبب افزایش تنوع درون جمعیت پذیرنده (مقصد) شود.

ت) آمیزش غیرتصادفی:

- برای آنکه جمعیتی در حال تعادل باشد، لازم است آمیزش‌ها در آن تصادفی باشند.

تعریف آمیزش تصادفی: آمیزشی است که در آن احتمال آمیزش هر فرد با افراد جنس دیگر در آن جمعیت یکسان باشد.

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

ث) 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، خزانه ژن نسل آینده دستخوش تغییر می‌شود.

حفظ گوناگونی در جمعیت‌ها

با انتخاب شدن افراد سازگارتر بوسیلهٔ انتخاب طبیعی، تفاوت‌های فردی و در نتیجه گوناگونی کاهش می‌یابد.

از سوی دیگر، گوناگونی در میان افراد یک جمعیت، توانایی بقای جمعیت را در شرایط محیطی جدید بالا می‌برد.

*** ساز و کارهایی که در عین وجود انتخاب طبیعی، گوناگونی را در جمعیت حفظ می‌کنند:**

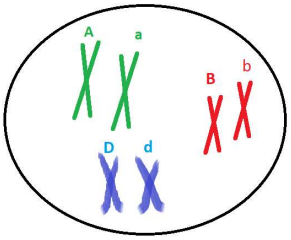
الف) گوناگونی اللی در گامت‌ها ب) نوترکیبی ج) اهمیت ناخالص‌ها

الف) گوناگونی دگره ای (اللی) در کامه‌ها (گامت‌ها):

Soroush Safa

در تولیدمثل جنسی، هر والد از طریق کامه‌هایی که می‌سازد، نیمی از فامتن‌های خود را به نسل بعد منتقل می‌کند.
اینکه هر کامه کدامیک از فامتن‌ها را منتقل می‌کند، به آرایش چهارتایه‌ها (تترادها) در کاستمان (میوز) ۱ بستگی دارد.
در متافاز کاستمان (میوز) ۱، فامتن-ها با آرایش‌های مختلفی ممکن است در سطح میانی یاخته قرار گیرند، که به ایجاد کامه‌های مختلف می‌انجامد.
☜ پس نتیجه می‌گیریم که آرایش تترادی در متافاز میوز ۱، یکی از عوامل ایجاد کنندهٔ تنوع در گونه‌هاست.
نکته: انواع آرایش تترادی در یک جاندار برابر است با $۲^{n-۱}$ که در این‌جا n برابر است با تعداد جفت کروموزوم‌های همتای ناخالص.

مثال: یک یاختهٔ زایندهٔ اسپرم به شکل زیر موجود می‌باشد، انواع آرایش‌های تترادی و گامت‌های حاصله از آن را تعیین نمایید.



ب) نوترکیبی:

- ✓ **یعنی**: ایجاد گامت‌هایی با کروموزوم‌های نوترکیب را نوترکیبی گویند.
- ✓ در نوترکیبی، ترکیبات جدید از الل‌های قدیمی بدست می‌آید.
- ✓ می‌تواند بدون نیاز به پیدایش الل‌های جدید، بر تنوع ژنتیکی بیفزاید.
- ✓ **گامت نوترکیب:** یعنی گامت‌هایی که نظیر آنها در والدین وجود نداشته است.
- ✓ علت ایجاد کروموزوم‌های نوترکیب ⇐ کراسینگ‌اور (چلیپایی شدن) بین دو کروماتید غیرخواهری از کروموزوم‌های همتا
- ✓ **تعریف کراسینگ‌اور:** در میوز ۱، هنگام جفت شدن فامتن‌های (کروموزوم‌های) همتا و ایجاد چهارتایه (تتراد)، ممکن است قطعه‌ای از فامتن بین کروماتیدهای (فامینک‌های) **غیرخواهری** مبادله شود. این پدیده را **چلیپایی شدن** (کراسینگ اور) می‌گویند.

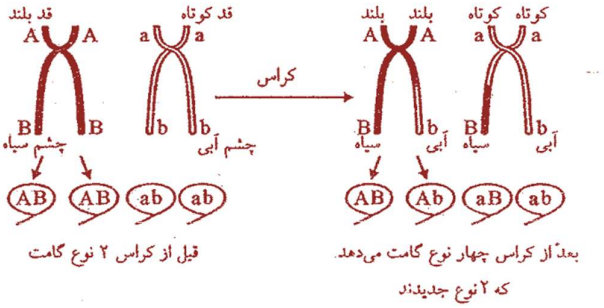
نکتهٔ ۱: کراسینگ‌اور تنها هنگامی موجب نوترکیبی می‌شود که قطعات مبادله شده دارای الل‌های متفاوتی باشند.
نکتهٔ ۲: اگر **کراسینگ اور ایجاد گامت‌های نوترکیب کند ⇐ ایجاد ژنوتیپ‌های نوترکیب نیز می‌کند**

Soroush Safa

نکته مهم: دو ژنی که بر روی یک کروموزوم قرار دارند (ژن‌های پیوسته)، مستقل از هم وارد گامت‌های مختلف نمی‌شوند (یعنی هر دو با هم وارد یک گامت می‌شوند). مگر اینکه کراسینگ‌اور رخ دهد و آنگاه این دو ژن می‌توانند وارد ۲ گامت مختلف شوند.

ژن‌های پیوسته: ژن‌هایی هستند که بر روی یک کروموزوم قرار دارند و هنگام میوز، با هم وارد یک گامت می‌شوند.

نکتهٔ شکل:



نکات کنکوری:

الف- هر سلول زاینده در مردان در اثر میوز ۲ نوع گامت و در زنان ۱ نوع گامت می‌دهد. اما در صورت رخ دادن کراسینگ‌اور ← هر سلول زایندهٔ مردان ۴ نوع و زنان ۲ نوع گامت می‌دهد.

ب- جانورانی که میوز انجام نمی‌دهند ⇐ تولید مثل جنسی ندارند ، توانایی تولید گامت و لقاح و نوترکیبی ندارند، کراسینگ اور هم ندارند. شامل: ۱-تمام باکتری‌ها، ۲- برفی از آغازیان ۳-برفی از قارچ‌ها ۴-گیاهان تریپلوئید، ۵-قاطر (حتما یاد گرفته شود).

*ج) بین کروموزوم‌های جنسی ملخ نر (**XO**)، مردها (**XY**)، پرندگان و پروانه‌های ماده (**ZW**)←کراسینگ‌اور رخ نمی‌دهد. چرا؟*

د) در سلول‌های اتوزومی (پیکری) کراسینگ اور رخ نمی‌دهد. چرا؟

مثال۱: فردی با ژنوتیپ مقابل (۲n = ٤) بعد از کراسینگ‌اور و تبادل قطعات B و b حداکثر چند نوع گامت جدید می‌تواند تولید کند؟ (سراسری - ۸٤)

$\frac{A}{B}\left|\right|\frac{a}{b}$ $\quad C\,||\,c$

۱) ۲ ۲) ٤ ۳) ۶ ٤) ۸

مثال ۲: در فردی ۲n = ٤ با ژنوتیپ $\frac{A}{B}\left|\right|\frac{a}{b}$ $\quad E\,||\,e$

الف) قبل و بعد از کراسینگ‌اور بین B و b چند نوع گامت تولید می‌کند؟

مثال ۳: هر یک از ژنوتیپ‌هایی که در موارد الف، ب و ج نوشته شده اند، به همراه میوز و کراسینگ آور توانایی تولید چند گامت را دارند؟ (از راست به چپ).

الف) $\frac{A}{B}\left|\right|\frac{A}{B}$ ب) $\frac{A}{B}\left|\right|\frac{a}{B}$ ج) $\frac{A}{B}\left|\right|\frac{a}{b}$

۱) ۱ – ۲ – ۴ ۲) ۱ – ۱ – ۲ ۳) ۱ -۲ – ۲ ۴) ۱ – ۴ – ۴

مثال ٤: گامت‌های حاصل از AaBb، چند نوع آن‌ها به ترتیب (از راست به چپ) گامت‌های نوترکیب و چند نوع گامت‌های والدی هستند؟ (آزاد- ۸۶)

۱) ۳ – ۱ ۲) ۱ – ۳ ۳) ۲ – ۳ ٤) ۲ – ۲

مثال ۵: در جانداری با ژنوتیپ $\frac{Ab}{aB}\frac{EF}{eF}$ در صورتی که احتمال اتفاق افتادن کراسینگ‌اور در هر جفت از کروموزوم‌ها برابر ۵۰ ٪ باشد، فراوانی گامتی که فاقد هر نوع آلل غالب است، چه می‌شود؟

مثال ۶: مثال: از آمیزش دو گیاه نخودفرنگی با ژنوتیپ AABB و aabb با یکدیگر، افراد نسل اول چه تعداد گامت نوترکیب تولید خواهند کرد؟

ج) اهمیت ناخالص‌ها:

* یعنی افراد ناخالص موجب حفظ تنوع می‌شوند و هیچ اللی از جمعیت حذف نمی‌شود.

شایستگی تکاملی: یعنی توانایی یا شانس زنده ماندن افراد که از صفر تا ۱ متغیر است.

مثالی از اهمیت ناخالص‌ها:

بیماری کم‌خونی داسی شکل

- ✓ یک بیماری اتوزومی مغلوب است:

$Hb^s\ Hb^s$ خالص نهفته (بیمار) – $Hb^A\ Hb^s$ ناخالص (سالم و ناقل ژن بیماری) – $Hb^A\ Hb^A$ خالص بارز (سالم)

- ✓ **علت بیماری:** نوعی هموگلوبین غیر طبیعی که در اثر کاهش اکسیژن درون گلبول قرمز رسوب کرده و گلبول قرمز داسی شکل می‌شود ⇐ مرگ گلبول قرمز.
- ✓ افراد نهفته ($Hb^s\ Hb^s$) مبتلا به **کم‌خونی شدید** بوده و معمولا در سنین پائین یعنی پیش از رسیدن به سن بلوغ می‌میرند ⇐ شایستگی تکاملی این افراد صفر است.
- ✓ افراد ناخالص ($Hb^A\ Hb^s$) برای زندگی روزمره مشکلی ندارند (**سالم هستند**)، و فقط در اثر کاهش فشار اکسیژن محیط، **بعضی** از گلبول‌های قرمزشان (نه همه) داسی شکل می‌شود← خطر انسداد مویرگ‌ها!! اما چون فشار اکسیژن در هوای محیط بی‌دلیل کاهش نمی‌یابد ⇐ شایستگی این افراد برابر ۱ است (همانند افراد خالص بارز).
- ✓ چون افراد مغلوب از بین می‌روند، فقط الل‌های Hb^s نهفته در افراد ناخالص (هتروزیگوت) می‌توانند به نسل بعد منتقل شوند.
- ✓ در اغلب جوامع فراوانی الل Hb^s از ۰/۰۰۰۱ (یک ده هزارم) تجاوز نمی‌کند. ⇐ یعنی از هر ده هزار نفر، یک نفر دارای این آلل می‌باشد.

ارتباط مالاریا با کم خونی داسی شکل:

- در نقاطی از آفریقا که شیوع مالاریا بالاست، فراوانی الل Hb^s نیز به طور غیر طبیعی بالاست (۰/۱۵ تا ۰/۱۴).
- **علت:** انگل تک سلولی مالاریا درون گلبول‌های قرمز افراد سالم ($Hb^A\ Hb^A$) زندگی می‌کند اما نمی‌تواند درون گلبول قرمز فرد ناخالص ($Hb^A\ Hb^s$) زنده بماند، زیرا در صورت ورود به گلبول‌های قرمز افراد ناخالص، گلبول‌ها داسی شکل می‌شوند و انگل می‌میرد.
- **در نتیجه:**

۱- افراد غالب ($Hb^A\ Hb^A$) به دلیل مالاریا می‌میرند ⇐ کاهش فراوانی آلل Hb^A

۲) افراد مغلوب ($Hb^s\ Hb^s$) در اثر کم‌خونی داسی شکل می‌میرند.

۳) افراد ناخالص ($Hb^A\ Hb^s$) ← در برابر مالاریا مقاومند و زنده می‌مانند ⇐ وجود الل Hb^s در مناطق مالاریاخیز موجب بقای جمعیت می‌شود.

نتیجه گیری مهم دربارهٔ شایستگی تکاملی ژنوتیپ‌های مختلف کم‌خونی داسی شکل :

- ✓ شایستگی تکاملی افراد نهفته در **همهٔ جوامع** صفر است.
- ✓ شایستگی تکاملی افراد ناخالص **در همهٔ جوامع برابر ۱ است.**
- ✓ شایستگی تکاملی افراد بارز (سالم) در **مناطق مالاریا خیز کمتر از سایر مناطق است.**

* این مثال، مثال خوبی است که نشان می‌دهد شرایط محیط، تعیین کنندهٔ صفتی است که حفظ می‌شود.

مثال: در مناطقی که عارضهٔ گلبول‌های قرمز داسی شکل شایع است، شایستگی تکاملی ..... در هنگام شیوع مالاریا نسبت به قبل از آن ..... .

(سراسری- ۸۷)

۱) افراد ناخالص – بیشتر می‌شود ۲) خالص‌های نهفته- کمتر می‌شود

۳) خالص‌های بارز و نهفته – کم‌تر می‌شود ٤) خالص‌های نهفته و ناخالص‌ها – تغییر نمی‌کند

گفتار ۳ تغییر در گونه‌ها

نکات پیش‌گفتار:

۱- برخی از گونه‌های امروزی، در گذشتهٔ دور وجود نداشته‌اند.

۲- برخی از گونه‌های قدیمی، امروز وجود ندارند.

۳- برخی از گونه‌های قدیمی امروزه وجود دارند اما به شکلی متفاوت.

نتیجه‌گیری ⇐ گونه‌ها در طول زمان تغییر کرده‌اند.

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

۱- سنگواره‌ها

تعریف سنگواره: سنگواره عبارتست از بقایای یک جاندار یا آثاری از جانداری که در گذشته دور زندگی می‌کرده است.

انواع سنگواره

۱- **معمولا** حاوی قسمتهای سخت بدن جانداران (مثل استخوانها یا اسکلت خارجی) است.

۲- گاهی ممکن است کل یک جاندار سنگواره شده باشد مثل ماموتهای منجمد شده‌ای که همه قسمتهای بدن آنها، حتی پوست و مو، حفظ شده‌اند.

دیرینه‌شناسی: شاخه‌ای از زیست‌شناسی است که به مطالعه سنگواره‌ها می‌پردازد.

نکته: دیرینه شناسان قادرند که عمر یک سنگواره را تعیین کنند.

*** اطلاعاتی که دیرینه‌شناسان با مطالعهٔ سنگواره‌ها بدست آورده‌اند:**

۱- در گذشته جاندارانی زندگی می‌کرده‌اند که اکنون دیگر وجود ندارند. مثل دایناسورها

۲- امروزه جاندارانی زندگی می‌کنند که در گذشته زندگی نمی‌کرده‌اند مثل گل لاله و گربه.

۳- گونه‌هایی هم هستند که از گذشته‌های دور تا زمان حال زندگی کرده اند مثل درخت گیسو. شواهد سنگواره ای نشان می‌دهند که این درخت در ۱۷۰ میلیون سال پیش هم وجود داشته است.

٤- سنگواره‌ها نشان می‌دهند که در هر زمان چه جانداراني وجود داشته‌اند.

☜در مجموع، سنگواره‌ها نشان می‌دهند که در زمانهای مختلف، زندگی به شکل‌های مختلفی جریان داشته است.

۲- تشریح مقایسه‌ای:

تعریف: در تشریح مقایسه‌ای اجزای پیکر جانداران گونه‌های مختلف با یکدیگر مقایسه می‌شود.

نتیجهٔ تشریح مقایسه‌ای⇐ این مقایسه نشان می‌دهد که ساختار بدنی **بعضی گونه‌ها** از طرح مشابهی برخوردار است.

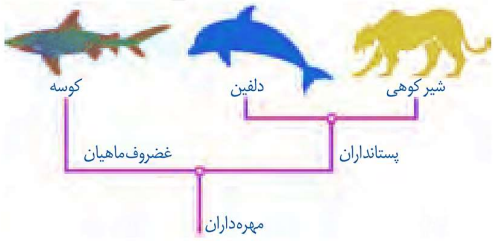
مثال: مقایسهٔ اندام حرکت جلویی در مهره‌داران مختلف، از طرح ساختاری یکسان حکایت دارد ⇐ اندام‌های جلویی مهره‌داران، اندام‌ها یا ساختار همتا محسوب می‌شوند.

◄ **اندام‌ها یا ساختارهای همتا:** اندام‌هایی را که طرح ساختاری آنها یکسان است، با اینکه کار متفاوتی دارند، «اندامها یا ساختارهای همتا» می‌نامند. دست انسان، بال پرنده، بالهٔ دلفین و دست گربه مثالهایی از اندامهای همتا هستند.

علت وجود ساختارهای همتا در گونه‌های متفاوت ⇐ وجود نیای مشترک برای این گونه‌ها ← یعنی این گونه‌ها در گذشته از گونهٔ مشترکی مشتق شده‌اند.

گونه‌های خویشاوند: گونه‌هایی هستند که نیای مشترک دارند و بنابراین شباهت‌هایی به یکدیگر دارند.

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



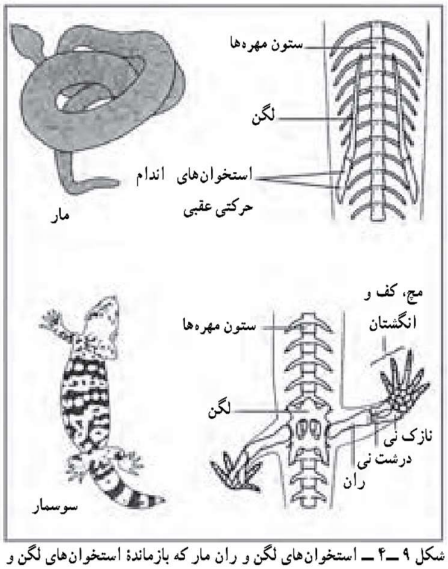
شکل ۱۱ــ نیای مشترک و گونه های خویشاوند. از خویشاوندی موجودات زنده در رده‌بندی هم استفاده می‌شود. دلفین با شیر کوهی خویشاوندی نزدیک‌تری دارد تا با کوسه. بنابراین دلفین و شیر کوهی در یک گروه قرار می‌گیرند.

◄**ساختارهای آنالوگ:** ساختارهایی را که کار یکسان اما طرح متفاوت

Soroush Safa

دارند، ساختارهای آنالوگ می‌نامند. بال کبوتر و بال پروانه آنالوگ‌اند چون هر دو برای پرواز کردن‌اند (کار یکسان) اما ساختارهای متفاوتی دارند.

نکته: ساختارهای آنالوگ نشان می‌دهند که برای پاسخ به یک نیاز، جانداران به روش‌های مختلفی سازش پیدا کرده‌اند. یعنی در پروانه و کبوتر، بال (ساختار آنالوگ) برای نیاز پرواز کردن بوجود آمده است، اما نحوهٔ ایجاد آن متفاوت است.



شکل ۹ــ۴ ــ استخوان‌های لگن و ران مار که بازماندهٔ استخوان‌های لگن و ران سایر خزندگان هستند، اندامی وستیجیال را به وجود می‌آورند.

◄ **ساختارهای وستیجال:** ساختارهایی هستند که در یک عده بسیار کارآمد بوده 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.

مثال برای ساختارهای وستیجال: 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.

نکتهٔ ۱: در واقع ساختارهای وستیجیال «ردپای تغییر گونه‌ها» هستند.

نکتهٔ ۲: شواهد متعددی در دست است که نشان می‌دهد مارها از تغییر یافتن سوسمارها پدید آمده اند.

جمع بندی ساختارهای مختلف در جانوران

	ساختارهای همتا	ساختارهای آنالوگ	ساختارهای وستیجال
ویژگی	طرح ساختاری یکسان ولی کار متفاوتی دارند	کار یکسان اما طرح متفاوت دارند	**کوچک**، **ساده** یا **ضعیف** شده‌اند
مثال	دست انسان، بال پرنده، بالهٔ دلفین و دست گربه	بال کبوتر و بال پروانه	لگن مار پیتون
کاربرد و اهمیت	رده‌بندی جانداران	نشان دهندهٔ سازش جانداران در پاسخ به یک نیاز هستند	یافتن تغییرات جانداران مختلف

Soroush Safa

۳- مطالعات مولکولی

ژنگان‌شناسی مقایسه‌ای

تعریف: در ژنگان‌شناسی گونه‌ای، ژنگان گونه‌های مختلف با هم مقایسه می‌شوند و اطلاعات ارزشمندی بدست می‌آید.

نتایج حاصل از [illegible]

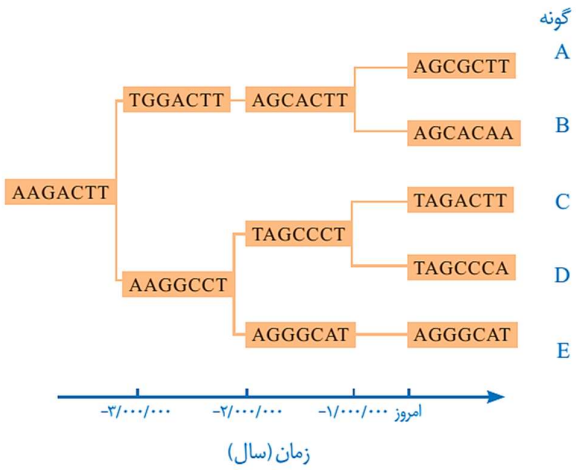
۱- یافتن ژن‌های مشترک بین گونه‌های مختلف

۲- یافتن ژن‌هایی که ویژگی‌های خاص یک گونه را باعث می‌شوند.

۳- تشخیص خویشاوندی از طریق مقایسهٔ دنای جانداران مختلف (*هرچه دنای دو جاندار شباهت بیشتری داشته باشد، خویشاوندی نزدیکتری دارند*).

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

نکتهٔ شکل:



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

٤- گونه‌زایی

تعریف گونه از دیدگاه ارنست مایر:

گونه در زیست‌شناسی به جاندارانی گفته می‌شود که می‌توانند در طبیعت با هم آمیزش کنند و زاده‌های ***زیستا*** و ***زایا*** به‌وجود آورند ولی نمی‌توانند با جانداران دیگر ***آمیزش موفقیت‌آمیز*** داشته باشند.

نکته: این تعریف برای جاندارانی کاربرد دارد که تولیدمثل جنسی دارند.

* **زیستا:** زیستا در تعریف بالا، به جانداری گفته می‌شود که زنده می‌ماند و زندگی طبیعی خود را ادامه می‌دهد.

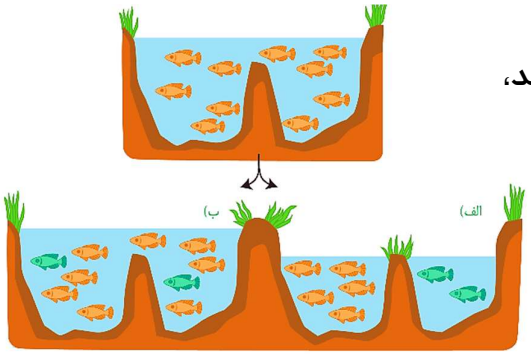
* **زایا:** یعنی جانداری که قابلیت تولیدمثل دارد.

***آمیزش موفقیت‌آمیز:** منظور از آمیزش موفقیت‌آمیز، آمیزشی است که به تولید زاده‌های زیستا و زایا منجر شود.

نحوهٔ گونه‌زایی: اگر میان افراد یک گونه جدایی تولیدمثلی رخ دهد، آنگاه خزانه ژنی آنها از یکدیگر جدا و **احتمال** تشکیل گونهٔ جدید فراهم می‌شود.

نکتهٔ ۱: جدایی خزانهٔ ژنی صد در صد به تشکیل گونهٔ جدید نمی‌انجامد.

نکتهٔ ۲ : 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:**

الف) گونه‌زایی **دگرمیهنی** که در آن جدایی جغرافیایی رخ می‌دهد

ب) گونه‌زایی **هم‌میهنی** که در آن جدایی جغرافیایی رخ نمی‌دهد.

الف) گونه‌زایی دگر میهنی

وقوع رویدادهای زمین‌شناختی (ایجاد کوه، دریاچه و دره) در یک منطقه ← ایجاد سد فیزیکی بین افراد یک جمعیت و قطع ارتباط آن‌ها با یکدیگر ← عدم وقوع شارش ← افزایش تفاوت بین دو جمعیت جداشده در اثر جهش، نوترکیبی و انتخاب طبیعی ← جداشدن خزانهٔ ژنی دو جمعیت از یکدیگر ⇐ ایجاد دو گونهٔ متفاوت

نکتهٔ ۱: اگر خزانهٔ ژنی دو جمعیت از یکدیگر جدا شود، حتی در اثر برداشتن سدهای فیزیکی و در کنار هم قرار گرفتن جمعیت‌ها، بازهم آمیزشی در بین آن‌ها رخ نخواهد داد و بنابراین، می‌توان آن‌ها را دو گونهٔ مجزا به شمار آورد.

نکتهٔ ۲: اگر جمعیتی که از جمعیت اصلی جدا شده است کوچک باشد، آنوقت اثر رانش ژن را نیز باید در نظر گرفت که خود بر میزان تفاوت بین دو جمعیت می‌افزاید.

نکتهٔ ۳: هرچه تحرک جانداران بیشتر باشد، سد جغرافیایی نیز باید بزرگتر باشد.

الف) گونه‌زایی دگرمیهنی

ب) گونه‌زایی هم‌میهنی

علت وقوع: در اثر جدایی تولیدمثلی بین اعضای یک گونه که در یک زیستگاه زندگی می‌کنند، بوجود می‌آید.

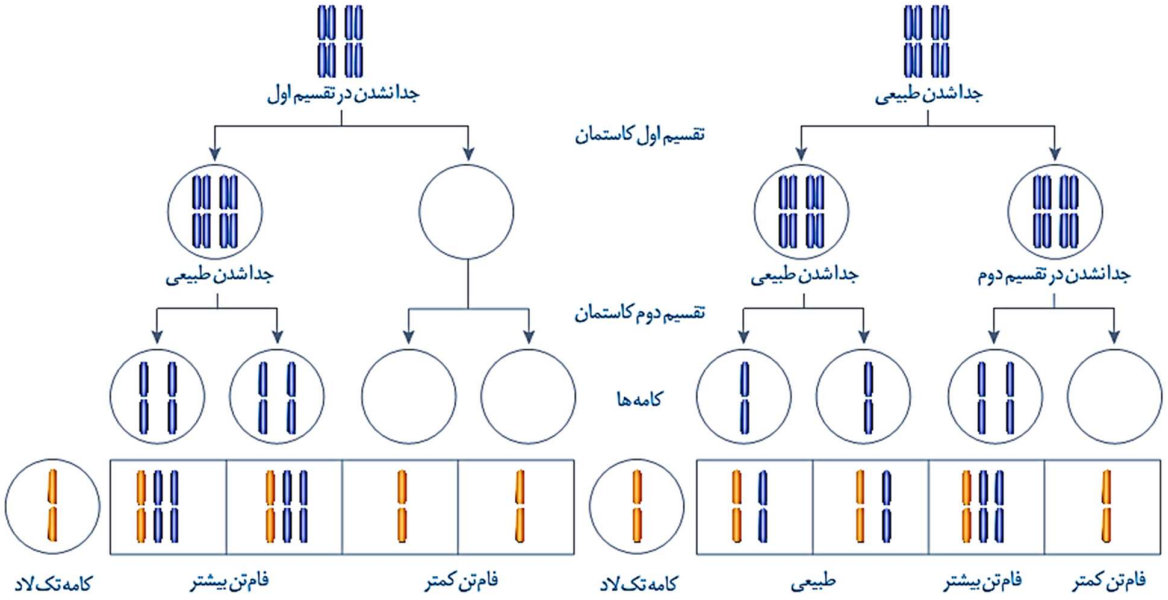
نکته: در گونه‌زایی هم‌میهنی، جدایی جغرافیایی نداریم.

مثال: پیدایش گیاهان چندلادی (پلی‌پلوئیدی)

گیاهان چندلادی (پلی‌پلوئیدی)

علت پیدایش: در اثر خطای میوزی (باهم ماندن کروموزوم‌ها) از گیاهان دولادی (دیپلوئیدی) بوجود آمده‌اند.

ویژگی‌ها: گیاهانی زیستا و زایا هستند، اما نمی‌توانند در نتیجه آمیزش با افراد گونهٔ نیایی خود (گیاهان دیپلوئیدی)، زاده‌های زیستا و زایا پدید آورند و بنابراین گونه ای جدید به شمار می‌روند.



نکتهٔ شکل: با هم ماندن و یا جدا نشدن کروموزوم‌ها می‌تواند در میوز ۱ یا ۲ اتفاق بیافتد:

الف) اگر در میوز ۱ اتفاق بیافتد ⇐ نیمی از گامت‌ها دارای کروموزوم کمتر و نیمی دیگر دارای کروموزوم بیشتر خواهند بود (تمام گامت‌ها مشکل دارند). (شکل سمت چپ)

ب) اگر در میوز ۲ اتفاق بیافتد ⇐ نیمی از گامت‌ها طبیعی خواهند بود و یک چهارم گامت‌ها دارای کروموزوم بیشتر و یک چهارم دیگر دارای کروموزوم کمتر می‌باشند (نیمی از گامت‌ها مشکل خواهند داشت). (شکل سمت راست)

مشاهدات هوگودوری:

این دانشمند در اوایل دههٔ ۱۹۰۰ با گیاهان گل‌مغربی (۲n = ۱٤) کار می‌کرد.

او گیاهی متفاوت از نظر ظاهری با بقیه مشاهده کرد که پس از بررسی کروموزوم‌هایش متوجه شد که تتراپلوئیدی (چارلاد) است و ۲۸ عدد کروموزوم دارد ⇐ ٤n = ۲۸

نکات مهم:

۱- گیاه گل مغربی دارای گل‌های دو جنسی بوده و خودلقاحی انجام می‌دهد.

۲- گیاه گل مغربی تتراپلوئیدی در اثر خطای میوزی بوجود آمده است و زیستا و زایا می‌باشد.

۳- گیاه گل مغربی تتراپلوئیدی از نظر ظاهر با گیاهان گل مغربی دیپلوئیدی متفاوت است.

٤- گامت‌های ایجاد شده توسط گل مغربی دیپلوئیدی n کروموزومی‌اند (هاپلوئید یا تک‌لاد) اما گامت‌های حاصل از گیاه گل-مغربی تتراپلوئیدی، 2n (دیپلوئید یا دولاد) می‌باشند.

۵- گیاه گل مغربی تتراپلوئیدی یک گونهٔ جدید محسوب می‌شود زیرا در اثر آمیزش با گونهٔ نیایی خود (گل مغربی دیپلوئیدی)، زاده‌هایی زیستا اما نازا (گیاهان تریپلوئیدی یا 3n) بوجود می‌آورد.

۲ نکتهٔ مهم از تولید مثل گیاه گل مغربی پلی‌پلوئیدی:

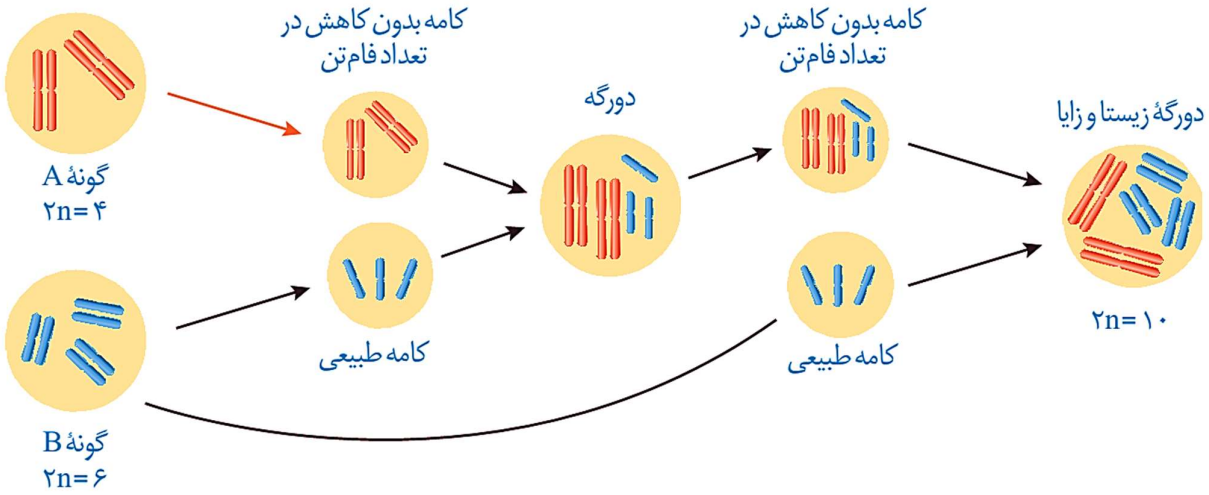
- ✓ زاده‌های حاصل از خودلقاحی گیاه گل مغربی تتراپلوئیدی ← **تتراپلوئیدی** بوده و **زایا** هستند.
- ✓ زاده های حاصل از دگر لقاحی گیاه تتراپلوئیدی با یک گیاه دیپلوئیدی← **تریپلوئید (۳n)** بوده و **نازا** می‌باشند.

بررسی لقاح گامت‌های گل مغربی تتراپلوئیدی:

الف) خودلقاحی تتراپلوئیدی	ب) آمیزش تتراپلوئیدی و دیپلوئیدی

* یکی دیگر از سازوکارهای گونه‌زایی هم‌میهنی، آمیزش بین افراد متعلق به دو گونه مختلف است. اگرچه زاده‌های حاصل از آمیزش بین گونه‌ای، زیستا و زایا نیستند اما گاهی به لطف خطای میوزی (کاستمانی)، امکان ایجاد گونه جدید، به‌خصوص در گیاهان، فراهم می‌شود.

Soroush Safa


کامه بدون کاهش در تعداد فام‌تن
کامه بدون کاهش در تعداد فام‌تن
دورگه
دورگهٔ زیستا و زایا
گونهٔ A
۲n=۴
کامه طبیعی
کامه طبیعی
گونهٔ B
۲n=۶
۲n=۱۰

Soroush