

فصل ۴: تغییر در اطلاعات وراثتی

یکی از ویژگی های ماده وراثتی پایداری اطلاعات در سامانه های زنده است .
اما در عین حال ، ماده وراثتی به طور محدود تغییر پذیر است .

تغییر در ماده وراثتی (جهش) باعث ایجاد گوناگونی می شود .

تغییر در ماده وراثتی ، توان بقای جمعیت ها را در شرایط متغیر محیط افزایش می دهد و زمینه تغییر گونه ها را فراهم می کند .

گفتار ۱: تغییر در ماده وراثتی جانداران

تغییر پذیری در ماده وراثتی پیامدهای مختلفی دارد: تغییر ممکن است مفید ، مضر یا خنثی باشد .

جهش

تعریف جهش : تغییر ماندگار در نوکلئوتید های ماده وراثتی را جهش می نامند .

مثال : در کم خونی داسی شکل (توضیح شکل)

علت بیماری ، تغییر شکل در مولکولهای هموگلوبین در نتیجه گلبولهای قرمز از شکل گرد به داسی شکل تغییر کردند

مقایسه آمینواسیدهای هموگلوبین سالم (دناى هموگلوبین طبیعی) و تغییر شکل یافته نشان داد که این دو هموگلوبین فقط در ششمین آمینواسید از زنجیره بتا متفاوتند

مقایسه ژن زنجیره بتای هموگلوبین در بیماران و افراد سالم نشان می دهد که در رمز مربوط به ششمین آمینواسید ، نوکلئوتید A به جای T قرار گرفته است

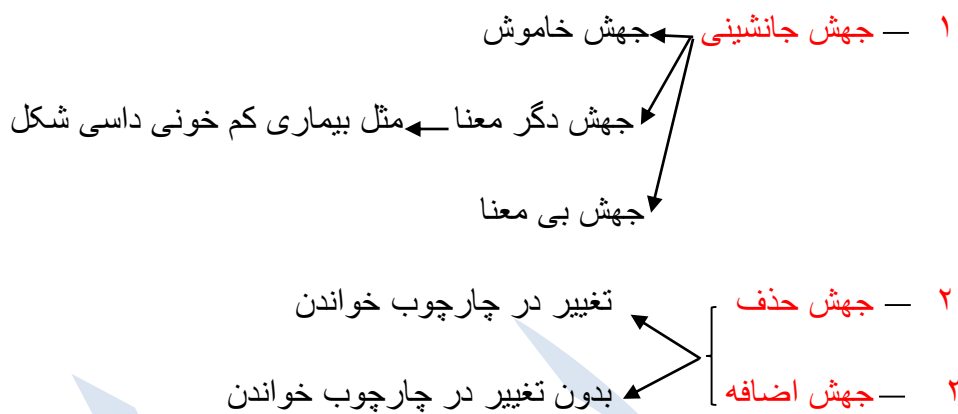
مطابق شکل ۱: در رشته ی الگوی DNA ← کد یا رمز CTT تغییر یافته ← به CAT یعنی نوکلئوتید A (یا جفت نوکلئوتید AT) به جای نوکلئوتید T (یا جفت نوکلئوتید TA) قرار گرفته است .

در mRNA فرد سالم GAA ← در mRNA بیمار (جهش یافته) GUA قرار دارد .

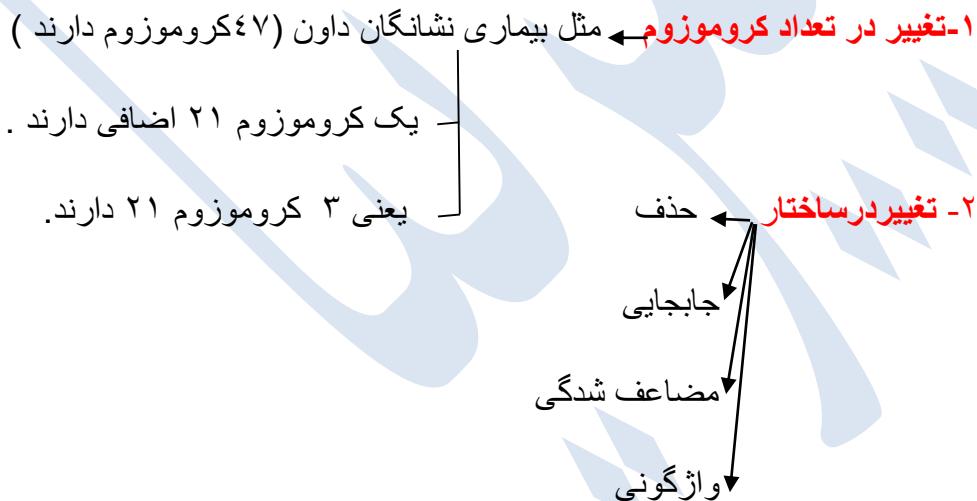
بنابراین در هموگلوبین جهش یافته آمینو اسید والین به جای گلوتامیک قرار گرفته است .

انواع جهش

الف: جهش های کوچک که یک یا چند نوکلئوتید را در بر می گیرند



ب: جهش های بزرگ (ناهنجاریهای کروموزومی)



جهش جانشینی:

- در این نوع جهش کوچک ، یک (یا چند) نوکلئوتید جانشین یک (یا چند) نوکلئوتید دیگر می شود .
- مثلا در کم خونی داسی شکل نوکلئوتید A جایگزین نوکلئوتید T شده است .

- از آنجایی که این جهش سبب تغییر در نوع آمینواسید در زنجیره پلی پپتیدی شده است این نوع جهش جانشینی را

جهش دگر معنا می نامند

- به علت وجود رابطه مکملی بین بازها، تغییر در یک نوکلئوتید از یک رشته DNA ، (هنگام همانند سازی که رشته جدید از روی رشته قدیمی ساخته می شود) نوکلئوتید مقابل آن را در رشته دیگر تغییر می دهد .

- با توجه به مطالب بالا ، جانشینی در یک نوکلئوتید به جانشینی در یک جفت نوکلئوتید منجر می شود .

توضیح شکل ۲ — **۹ باز در یک رشته از DNA** نشان داده شده است . با توجه به اینکه تفاوت نوکلئوتید DNA به

خاطر تفاوت بازهای آنهاست فقط بازها نشان داده شده اند

— **در جهش اضافه** ، A اضافه می شود و تعداد بازها ۱۰ می شود پس از همانند سازی از روی این رشته

جهش یافته ← تعداد بازها ۱۰ جفت می شود . در واقع جفت AT اضافه شده است .

— **در جهش جانشینی** ، A به جای C قرار گرفته است و تعداد بازها تغییر نکرده است و ۹ باز وجود دارد

پس از همانند سازی از روی رشته جهش یافته ، تعداد بازها ۹ جفت می شود و در واقع به جای CG جفت نوکلئوتید AT قرار گرفته است .

— **در جهش حذف** ، C حذف می شود ← بنابراین تعداد بازها ۸ می شود که پس از همانند سازی از روی

این رشته جهش یافته ← تعداد بازها ۸ جفت باز می شود و در واقع جفت CG حذف شده است .

انواع جهش جانشینی : ۱- جهش خاموش ۲- دگر معنا ۳- بی معنا

۱- جهش جانشینی خاموش ← **سبب تغییر در DNA** ← **تغییر در mRNA** ← **اما پروتئین تغییر نمی کند .**

سبب تبدیل رمز یک آمینو اسید به رمز دیگری از همان آمینو اسید می شود .

بنابراین تاثیری بر توالی آمینواسیدها نخواهد داشت .

در مثال کتاب در اثر جهش جانشینی A به جای G CCG → CCA رشته الگو DNA

GGC و GGU هر دو کدون آمینو اسید گلیسین هستند mRNA GGC → GGU

* باید توجه داشته باشیم جهش جانشینی خاموش در مورد رمز آمینواسیدهایی می تواند اتفاق بیفتد که دارای چندین رمزه یا کدون هستند . در مورد آمینو اسید متیونین و تریپتوفان که فقط یک کدون یا رمزه دارند نمی تواند جهش جانشینی خاموش اتفاق بیفتد .

* در ضمن اگر جهش جانشینی سبب تبدیل رمز پایان ترجمه به رمز پایان دیگری شود باز هم تاثیری بر پروتئین نخواهد داشت البته در کتاب ذکر نشده است .

در مثال مقابل ، ATT → ATC رشته DNA الگو

mRNA UAA → UAG

اگر در اثر جهش C به جای T قرار بگیرد در نتیجه در mRNA رمز UAA به UAG تبدیل می شود. اما تاثیری بر پروتئین ندارد.

* دقت کنید که **حتی در جهش خاموش DNA و در نتیجه mRNA تغییر کرده اند** اما محصول که پروتئین است تغییر نکرده است.

۲- جهش جانشینی دیگر معنا ← رمز یک آمینو اسید به رمز آمینو اسید دیگری تبدیل شود.

تغییر در DNA سبب تغییر در mRNA ← تغییر در یک آمینو اسید ← تغییر در توالی

آمینو اسید پروتئین ← تغییر در پروتئین مثل بیماری کم خونی داسی شکل

در مثال کتاب T به جای C در رشته DNA قرار می گیرد

بنابراین در پروتئین به جای آمینو اسید گلیسین، آمینو اسید سرین قرار می گیرد و توالی آمینو

CCG → TCG رشته الگو

اسیدهای پروتئین تغییر می کند

mRNA GGC → AGC

رمزه گلیسین

رمزه سرین

نکته: نوع دیگر جهش که در کتاب ذکر نشده است که به نام **Read through** است.

ممکن است در اثر جهش جانشینی **رمز پایان ترجمه به رمز آمینو اسید تبدیل شود** در نتیجه طول رشته پلی پپتیدی

طویل ترمی شود و توالی آمینو اسید پروتئین تغییر می کند. رشته الگو ATT → TTT

mRNA UAA → AAA

در مثال مقابل اگر T به جای A قرار بگیرد.

سبب تبدیل رمز پایان به رمز آمینو اسید می شود. (پاسخ فعالیت ۱-الف)

۳- جهش جانشینی بی معنا: **اگر رمز یک آمینو اسید در اثر جهش به رمز پایان ترجمه تبدیل شود جهش جانشینی را**

جهش بی معنا می گویند.

اگر رمز آمینو اسید دوم (رمز بعد از آغاز) به رمز پایان تبدیل شود پروتئین ساخته نمی شود

اما اگر رمزهای بعدی (از رمز سوم به بعد) به رمز پایان تبدیل شدند رشته پلی پپتیدی ساخته

شده کوتاهتر از حد طبیعی خواهد بود ← توالی آمینو اسید تغییر می کند.

جهش های اضافه و حذف

- انواع دیگری از جهش های کوچک اند .
- در این جهش ها به ترتیب یک یا چند نوکلئوتید اضافه یا حذف می شود.
- با توجه به اینکه رمز DNA به صورت دسته های سه تایی از نوکلئوتیدها خوانده می شود اگر نوکلئوتیدی اضافه یا حذف شود **ممکن است** پیامدهای وخیمی داشته باشد .
- در جهش های اضافه و حذف **اگر** تعداد نوکلئوتیدهای اضافه یا حذف شده ، یک یا ۲ و..... باشند و مضریتی از ۳ **نیاشند** ، سبب تغییر در چارچوب خواندن از محل جهش به بعد می شوند .
- جهش تغییر چارچوب** : جهش هایی از نوع حذف و اضافه که باعث ایجاد **تغییر در خواندن رمزهای سه نوکلئوتیدی** می شوند و چارچوب خواندن به هم می ریزد .

همان طور که در شکل ۳ می بینید جهش های حذف و اضافه الزاما به تغییر در چارچوب نمی انجامد

- اما اگر تعداد نوکلئوتیدهای اضافه یا حذف شده **مضریتی از ۳ باشد** ، چارچوب خواندن تغییر نمی کند فقط یک یا چند رمز اضافه یا کم می شوند . (پاسخ فعالیت ۱-ب)
- یا جهش حذف و اضافه در توالی بین ژنی اتفاق بیفتد تغییر چارچوب اتفاق نمی افتد
- دقت شود که **جهش حذف و اضافه مانند جهش جانشینی** می توانند سبب تبدیل رمز آمینواسید به رمز پایان (کوتاه شدن رشته پلی پپتید) یا تبدیل رمز پایان به رمز آمینواسید (طویل شدن رشته پلی پپتید) شدند .

جهش های بزرگ (ناهنجاری های فام تنی یا کروموزومی)

- جهش ممکن است در **مقیاس وسیع تری رخ دهد** تا جایی که به ناهنجاری کروموزومی (فام تنی) منجر شود .
- زیست شناسان با مشاهده **کاریوتیپ می توانند از وجود ناهنجاریهای کروموزومی آگاه شوند** .
- **کاریوتیپ** تصویری از کروموزوم های با حداکثر فشردگی است که براساس شکل، اندازه و محتوای ژنی ردیف شده اند
- ناهنجاریهای کروموزومی دو نوع هستند ۱- **تغییر در تعداد کروموزوم یا ناهنجاری عددی** ۲- **تغییر در ساختار کروموزوم**
- تغییر در ساختار کروموزوم یا ناهنجاری ساختاری** : ۱- حذف ۲- جابجایی ۳- مضاعف شدگی ۴- واژگونی

* باید توجه داشته باشیم که **در ناهنجاریهای ساختاری کروموزوم ابتدای شکست در کروموزوم اتفاق می افتد**

با توجه به شکل ۴

ممکن است قسمتی از کروموزوم (فام تن) از دست برود.

جهش کروموزومی حذف: جهش های فام تنی حذف غالباً باعث مرگ می شوند .

جهش جابجایی قسمتی از کروموزوم (فام تن) جدا می شود

۱- به کروموزوم (فام تن) غیر همتا منتقل می شود ← در کروموزومی که قطعه جدا شده

جهش حذف صورت گرفته است

۲- یا به بخش دیگری از همان کروموزوم (فام تن) منتقل می شود .

توجه داشته باشیم برای نشان دادن کروموزوم های غیر همتا اندازه و شکل آنها را متفاوت می کشیم .

جهش مضاعف شدگی قسمتی از یک کروموزوم به کروموزوم (فام تن) همتا جابجا می شود .

آن گاه ← در کروموزوم همتا، از آن قسمت دو نسخه دیده می شود .

و در کروموزومی که قطعه جدا شده ، آن بخش وجود ندارد یعنی حذف صورت گرفته است

جهش واژگونی ← یک قطعه از کروموزوم جدا می شود (بعد از ۱۸۰ درجه چرخش) وبه صورت معکوس در جای خود قرار می گیرد

در این نوع جهش ساختاری، قطعا طول کروموزوم تغییر نمی کند .

* در جهش **حذف** قسمتی از ماده وراثتی از بین می رود ولی در جهش های ساختاری دیگر، قطعه جدا شده به جای

دیگری متصل می شود و ماده وراثتی از بین نمی رود .

پیامدهای جهش :- تاثیر جهش به عوامل مختلفی بستگی دارد.

- یکی از عوامل ، محل وقوع جهش در ژنوم (ژنگان) است .

- ژنوم (ژنگان) به کل محتوای ماده وراثتی گفته می شود و برابر با مجموع محتوای ماده وراثتی هسته ای و سیتوپلاسمی

ژنوم (ژنگان) هسته ای : معادل مجموعه ای شامل یک نسخه از هر یک از انواع کروموزوم ها (فام تن ها) است .

ژنوم هسته ای ← انسان ۲۲ کروموزوم غیر جنسی و کروموزوم های جنسی $X=۷$ و $Y=۲۴$

مرد ۲۲ کروموزوم غیر جنسی و کروموزوم های جنسی $X=۷$ و $Y=۲۴$

زن ۲۲ کروموزوم غیر جنسی و کروموزوم $X=۲۳$

آیا ژنوم برای $2n$ و $4n$ متفاوت است؟

ژنوم سیتوپلاسمی انسان ، DNA میتوکندری (راکیزه) را تشکیل می دهد که DNA حلقوی است .

باید توجه داشته باشیم که **ژنوم (ژنگان) انسان دارای DNA خطی و DNA حلقوی است .**



محل وقوع جهش هایی که بر توالی محصول ژن اثری ندارند

1- جهش در بخشهایی از توالیهای بین ژنی که نقش تنظیمی ندارند

2- جهش در بخشهایی از توالی های بین ژنی که توالی تنظیمی هستند مثل راه انداز و افزایشده بر توالی پروتئین اثری نخواهد داشت .

3- جهش در ژن ← 1- جهش در اینترون ← چون رونوشت اینترون ها در mRNA بالغ حذف می شود .

2- جهش در آگزون ← الف - در صورتیکه از نوع جهش خاموش باشد

دقت داشته باشید : اینترون و آگزون در پروکاریوت ها وجود ندارند

جهش ممکن است بر توالی محصول اثر داشته باشد مثلا توالی آمینواسید یک آنزیم را تغییر دهد اما بر عملکرد آن

بی تاثیر باشد یا تاثیر کمی داشته باشد .

مثال : اگر جهش **جانشینی دگر معنا** در درون ژن یک آنزیم رخ دهد و رمز یک آمینواسید را به رمز آمینواسید دیگری تبدیل کند ← تاثیر این جهش **بر عملکرد آنزیم** به محل وقوع جهش بستگی دارد یعنی :

اگر جهش ← باعث تغییر در جایگاه فعال آنزیم شود ← آن گاه احتمال تغییر عملکرد آنزیم بسیار زیاد است.
اما اگر جهش در جایی دور از جایگاه فعال آنزیم رخ دهد ، به طوری که بر جایگاه فعال اثری نگذارد ،
احتمال تغییر عملکرد آنزیم کم یا حتی صفر است . (بنابراین همراه تغییر توالی پروتئین سبب تغییر عملکرد نمیشود
* گاهی جهش در یکی از توالی های تنظیمی رخ می دهد ، مثلا در راه انداز یا افزایشده ، این جهش بر توالی پروتئین
اثری نخواهد داشت بلکه بر مقدار پروتئین تاثیر می گذارد .

- جهش در راه انداز ، ممکن است آن را به راه انداز قوی تر یا ضعیف تر تبدیل کند و با اثر بر میزان رونویسی از
ژن ، محصول ژن را نیز بیشتر یا کمتر کند . (یعنی بر عملکرد آنزیم های رنابسپاراز درون هسته یوکاریوتها یا رنا
بسیاراز سلول پروکاریوتی تاثیر بگذارد)

علت جهش :

جهش ارثی یا اکتسابی است .

جهش ارثی ← از یک یا هر دو والد به فرزند می رسد .

مثلا در پسران هموفیل ، کروموزوم X حاوی ژن جهش یافته را از مادر به ارث می برند (یک والد)

در دختران هموفیل یا بیماران فنیل کتونوری ژن بیماری را از هر دو والد به ارث می برند .

جهش ارثی ، در گامت ها (کامه 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 . مثلا سیگار کشیدن می تواند باعث ایجاد جهشی در یاخته های دستگاه تنفس شود.

جهش ها چه ارثی باشند و چه اکتسابی از چند راه ایجاد می شوند.

علت های ایجاد جهش :

۱- گاهی در همانند سازی خطاهایی رخ می دهد . اگر چه DNA پلیمراز با فعالیت نوکلئازی خود می تواند نوکلئوتید
اشتباه را جدا کند و نوکلئوتید صحیح را جایگزین کند (ویرایش) در واقع مانع از جهش شود اما گاهی به علت خطاهایی
، ویرایش انجام نمی شود و جهش رخ می دهد .

۲- جهش تحت تاثیر عوامل جهش زا هم رخ می دهد : عوامل جهش زا به دودسته فیزیکی و شیمیایی تقسیم می شوند

عوامل جهش زای فیزیکی

پرتو فرابنفش یکی از عوامل جهش زای فیزیکی است .

پرتو فرابنفش در نور خورشید وجود دارد و باعث تشکیل پیوند بین دو تیمین مجاور هم می شود که به آن دیمر تیمین یا دویار تیمین می گویند .

بین دو تیمین دو پیوند کووالانسی (دوگانه) ایجاد می شود (شکل ۵)

تشکیل دیمر تیمین با ایجاد اختلال در عملکرد آنزیم دنا بسپاراز، همانند سازی DNA را دچار مشکل می کند

یاد آوری : در سال قبل خواندیم آفتاب سوختگی در اثر پرتو فرابنفش خورشید می تواند سبب آسیب به DNA شود و این آسیب می تواند سبب سرطان شود و بدن عمدنا با مرگ برنامه ریزی شده ، سلولهای آسیب دیده را حذف می کند تا مانع از بروز سرطان شود .

عوامل جهش زای شیمیایی :

الف: بنزوپیرن : در دود سیگار وجود دارد و جهشی ایجاد می کند که به سرطان منجر می شود .

ب: ترکیبات نیتريت دار مثل سدیم نیتريت

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

ورزش و وزن مناسب از عوامل مهم در حفظ سلامت اند

غذاهای گیاهی که آنتی اکسیدان (پاداکسنده) و الیاف دارند در پیشگیری از سرطان موثرند

شیوه فرآوری و پخت غذا در سلامت غذا اثر می گذارد

تحقیقات نشان داده است در مناطقی که مصرف غذاهای نمک سود یا دودی شده رایج است ، سرطان شیوع دارد .

ترکیبات نیتريت دار مثل سدیم نیتريت که برای ماندگاری محصولات پروتئین 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 .

ارتباط بین سرطان ها با مصرف زیاد غذاهای کباب شده یا سرخ شده مشخص شده است.

گفتار ۲: تغییر در جمعیت ها

- یکی از کارآمدترین ابزار های دفاعی آدمی در برابر باکتری های بیماریزا آنتی بیوتیک ها یا پادزیست ها هستند.
- پادزیست ها در نیمه قرن گذشته کشف شدند.
- مدتی است که از گوشه و کنار دنیا خبر می رسد باکتری ها نسبت به آنتی بیوتیک ها (پادزیست ها) مقاوم شده اند.
- دانشمندان باطراحی داروهای جدید، برتری انسان را در این نبرد همچنان حفظ کرده اند، اما روند مقاوم شدن باکتریها به داروها آدمی را سخت نگران کرده است .
- مقاوم شدن باکتری ها نسبت به داروها ، یکی از مثال هایی است که نشان می دهد ، موجودات زنده می توانند در گذر زمان تغییر کنند .

تغییر در گذر زمان

- همه انسان ها ویژگی های مشترکی دارند که باعث می شود آنان را در گروهی به نام انسان ها قرار دهیم .
- در عین حال میان انسان ها ، تفاوت های فردی نیز وجود دارد که باعث شناخت آنها از هم می شود .
- تفاوت های فردی در میان افراد گونه های دیگر هم دیده می شود .
- تفاوت ژن های افراد یک گونه سبب تفاوت های پروتئین ها تفاوت های فنوتیپی تفاوت های فردی می شود .
- تفاوت های فردی چگونه می تواند در پایداری گونه موثر باشد ؟

- ۱- برای تغییر ، شرایطی لازم است یکی از این شرایط ، وجود تفاوت های فردی است .
- ۲- وقتی تفاوت فردی وجود دارد ، صفات سازگارتر با محیط یا فراوانی بیشتری به نسل بعد منتقل می شوند ، چون افراد دارای این صفات شانس بیشتری برای بقا و تولید مثل و انتقال صفت به نسل بعد را خواهند داشت .
- ۳- افزایش فراوانی افراد سازگارتر با محیط یعنی تغییر جمعیت در گذر زمان که این سبب پایداری جمعیت می شود اگر تفاوت های فردی وجود نداشته باشد و افراد صفات یکسانی داشته باشند با تغییر شرایط محیط ، در صورت ناسازگار بودن صفات با شرایط محیط ، همه از بین می روند .

انتخاب طبیعی ← فرایندی که در آن افراد سازگارتر با محیط انتخاب می شوند

یعنی آنهايي که شانس بیشتری برای زنده ماندن و تولید مثل دارند ، انتخاب طبیعی می نامند

مثلا در نوعی از جانوران ، افراد تحمل متفاوتی به سرما دارند . یعنی بعضی می توانند سرما را تحمل کنند و بعضی نمی توانند و اگر سرمای شدیدی رخ دهد آن ها سرما را تحمل می کنند و شانس بیشتری برای زنده ماندن دارند و این افراد بیشتر از دیگران تولید مثل می کنند و صفت تحمل سرما بیش از گذشته به نسل بعد منتقل می شود .

بعد از مدتی با جمعیتی روبرو می شویم که در آن تعداد افرادی که سرما را تحمل می کنند در مقایسه با جمعیت اول بیشتر است و این یعنی تغییر در جمعیت .

انتخاب طبیعی میتواند علت مقاوم شدن باکتری ها را به آنتی بیوتیک ها (پادزیست ها) را توضیح دهد (**شکل ۶**)

در این مثال باکتری های غیرمقاوم از بین می روند و باکتری های مقاوم تکثیر می شوند وبه تدریج همه جمعیت را به خوداختصاص می دهند و در نتیجه جمعیت از غیر مقاوم به مقاوم تغییر می یابد

با توجه به شکل ۶

۱- در جمعیت اولیه باکتریهای غیر مقاوم به آنتی بیوتیک ،بیشتر از باکتریهای مقاوم هستند(باکتریهای مقاوم کمتر)

۲- مرگ باکتریهای غیر مقاوم در اثر آنتی بیوتیک

۳- به علت زنده ماندن باکتریهای مقاوم و تولید مثل آنها ، تعداد باکتریهای مقاوم به آنتی بیوتیک افزایش می یابد .

از قبل می دانیم که ژن مقاومت به آنتی بیوتیک در پلازمید یا دیسک وجود دارد .

* وقتی از تفاوت های فردی سخن می گوئیم در حال بررسی جمعیتی از افراد هستیم نه یک فرد .

* انتخاب طبیعی جمعیت را تغییر می دهد نه فرد را .

جمعیت: به افرادی گفته می شود که به یک گونه تعلق دارند و در یک زمان و مکان زندگی می کنند .

مثلا : انسان هایی که در سال ۱۳۹۶ در ایران زندگی می کردند ، یک جمعیت را نشان می دهد.

خزانه ژن :

- قبل از کشف مفاهیم پایه ژنتیک ، زیست شناسان جمعیت را براساس صفات ظاهری توصیف می کردند .

مثل گوناگونی رنگ بدن در جمعیت جانوری یا گوناگونی رنگ گلبرگ در یک جمعیت گیاهی .با شناخت ژن ها ،این امکان فراهم شد که زیست شناسان ، جمعیت را براساس ژن ها توصیف کنند .

خزانه ژن : مجموعه همه دگره های (آل های) موجود در همه جایگاه های ژنی افراد یک جمعیت را خزانه ژن آن

جمعیت می نامند .

تعادل در جمعیت :

- جمعیت در حال تعادل : اگر در جمعیتی فراوانی نسبی دگره ها (آلل ها) یا ژنوتیپ ها (ژن نمودهها) از نسلی به نسل دیگر ثابت باشد ، آن گاه می گویند جمعیت در حال تعادل ژنی است .
- تا وقتی که 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 برهم زننده ی تعادل جمعیت : الف) جهش ب) رانش دگره ای (آلی) پ) شارش ژن

ت) آمیزش غیر تصادفی ث) انتخاب طبیعی

نکته : چگونه فراوانی نسبی آلل ها (دگره ها) یا ژنوتیپ ها (ژن نمودهها) را بدست آوریم .

مثلا در جمعیت مقابل $200aa$ و $300Aa$ و $500AA$ می خواهیم فراوانی ژنوتیپی و فراوانی آللها را محاسبه کنیم .
تعداد افراد این جمعیت $200+300+500=1000$ نفر است .

برای محاسبه فراوانی ژنوتیپ ها ، تعداد هر یک از ژنوتیپ ها را بر تعداد جمعیت تقسیم می کنیم

$$aa = \frac{200}{1000} = 0/2 \quad Aa = \frac{300}{1000} = 0/3 \quad AA = \frac{500}{1000} = 0/5$$

فراوانی ژنوتیپ = $\frac{\text{تعداد ژنوتیپ}}{\text{تعداد جمعیت}}$ مثلا فراوانی $AA = \frac{500}{1000} = 0/5$

برای محاسبه فراوانی آللها ← چون هر فرد دارای دو آلل است ، تعداد کل آللهای جمعیت برابر است با تعداد جمعیت $\times 2$

$$\text{فراوانی آللها} = \frac{\text{تعداد آلل مورد نظر}}{\text{تعداد کل آلل های جمعیت}}$$

مثلا در جمعیتی با فرمول $200aa$ و $300Aa$ و $500AA$

ابتدا تعداد آللهای A را محاسبه می کنیم ← $500 \times 2 = 1000$ → $500AA$

$$300Aa \rightarrow 300A \rightarrow A \text{ تعداد} = 1000 + 300 = 1300$$

$$200aa \rightarrow 200a \rightarrow a \text{ تعداد} = 300 + 400 = 700$$

$$\text{فراوانی آلل A} = \frac{\text{تعداد آلل A}}{\text{تعداد کل آللها}} = \frac{1300}{2000} = 0/65 \quad \text{فراوانی آلل a} = \frac{700}{2000} = 0/35$$

همیشه جمع فراوانی آللهای جمعیت برابر ۱ است در این مثل جمع فراوانی آلل A و a $0/65 + 0/35 = 1$

اگر در سوال بخواهیم بررسی کنیم جمعیت پس از تغییر شرایط ایجاد شده در حال تعادل باقی مانده است یا دچار تغییر شده و از تعادل خارج شده است ، فراوانی ژنوتیپ ها و فراوانی آللهای جمعیت را قبل و بعد از تغییر شرایط محاسبه و مقایسه می کنیم اگر فراوانی ها تغییر نکند یعنی جمعیت در حال تعادل باقی مانده و اگر فراوانی ها تغییر کند ، جمعیت از حال تعادل خارج شده است .

الف (جهش) ← اگر جهش رخ دهد ، آن گاه دگره های جدیدی ایجاد می شوند ← این یعنی تغییر در فراوانی آللهای (دگره ها) جهش با افزودن دگره های جدید ، خزانه ژن را غنی تر می کند و گوناگونی را افزایش می دهد .

← بسیاری از جهش ها تاثیر فوری بر فنوتیپ (رخ نمود) ندارند بنابراین ممکن است تشخیص داده نشوند اما با تغییر شرایط محیط ممکن است دگره جدید ، سازگارتر از آلل یا آلل های قبلی عمل کند (شاید هم ناسازگار تر باشد)

ب) رانش آلی یا رانش دگره ای

- در هر جمعیتی بعضی از افراد ممکن است فرزندان بیشتری نسبت به بقیه داشته باشند یا اینکه اصلا فرزندی نداشته باشند .
- ژن هایی که به نسل بعد می رسند ، لزوما ژن های سازگارتر نیستند بلکه ژن های خوش شانس ترند .
- فرض کنید گله ای شامل ۱۰۰ گوسفند در حال عبور از ارتفاعات اند . حین عبور ، دو گوسفند به پایین سقوط می کنند ، اگر این دو گوسفند زاده ای نداشته باشند ، شانس انتقال ژن های خود را به نسل بعد از دست داده اند .

تعریف رانش آلی (دگره ای) ← فرایندی است که باعث تغییر فراوانی آلل ها (دگره ها)

بر اثر رویدادهای تصادفی می شود . (رویدادهای تصادفی مثل سیل، زلزله، آتش سوزی و...)

رانش آلی (دگره ای) ← همانند انتخاب طبیعی فراوانی آللهای (دگره ها) را تغییر می دهد و تنوع را کاهش می دهد

اما برخلاف انتخاب طبیعی به سازش نمی انجامد .

رانش برخلاف انتخاب طبیعی ربطی به فنوتیپ افراد جمعیت و سازگاریشان با محیط ندارد .

مثال : گاهی در حوادثی نظیر سیل ، زلزله ، آتش سوزی و نظایر آن ، تعداد آنهایی که می میرند ممکن است بیش

از آنهایی باشد که زنده می مانند . (کاهش شدید جمعیت)

بنابراین فقط بخشی از آلهای (دگره های) جمعیت بزرگ اولیه به جمعیت کوچک باقی مانده خواهد رسید و

جمعیت آینده از همین آلهای(دگره های) برجای مانده تشکیل خواهند شد.

در این صورت فراوانی دگره ها تغییر می کند اما این تغییر فراوانی ، ارتباطی با سازگاری آنها با محیط و انتخاب طبیعی ندارد.

هر چه اندازه یک جمعیت کوچکتر باشد ، رانش آلی(دگره ای) اثر بیشتری دارد .

بنابراین ممکن است رانش آلی (دگره ای) فراوانی نسبی آنها را خیلی کم یا خیلی زیاد تغییر دهد که میزان این تغییر

به دو عامل بستگی دارد . ۱- اندازه جمعیت: هرچه کوچکتر باشد تغییر بیشتر است ۲- شدت رانش یا پدیده تصادفی

برای آنکه جمعیتی در تعادل باشد ، باید اندازه بزرگی داشته باشد .

اندازه جمعیت : تعداد افراد جمعیت را اندازه جمعیت گویند .

با توجه به شکل ۷: کاهش شدید جمعیت در اثر پدیده های تصادفی ← سبب تغییر فراوانی آلی

و کاهش تنوع می شود

به طوریکه مشاهده می شود در جمعیت باقی مانده ، مهره های قرمز وجود ندارد

پ : شارش ژن

تعریف شارش ژن ← وقتی افرادی از یک جمعیت به جمعیت دیگر مهاجرت می کنند ؛

در واقع تعدادی از آلهای (دگره های) جمعیت مبدا را به مقصد وارد می کنند .

و سبب تغییر فراوانی نسبی آلهای هر دو جمعیت می شود .

تاثیر شارش ژن بر فراوانی آلهای جمعیت مبدا و مقصد بستگی به نوع آلهایی دارد که در اثر شارش ژن به جمعیت

مقصد وارد می شوند ممکن است تنوع ژن ها ← در جمعیت مقصد افزایش

در جمعیت مبدا کاهش یابد .

در چه صورت شارش ژن سرانجام خزانه ژن **دو جمعیت را شبیه** به هم می کند ؟ در صورتیکه شارش ژن به طور **بیوسسته** و دو طرفه (دوسویه) ادامه یابد .

ت: آمیزش غیر تصادفی

- برای آنکه جمعیتی در حال تعادل باشد ، لازم است آمیزش ها 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 و آمیزشی است که به فنوتیپ یا ژنوتیپ بستگی ندارد .

تعریف آمیزش غیر تصادفی : آمیزشی که به فنوتیپ (رخ نمود) یا ژنوتیپ (ژن نمود) بستگی داشته باشد ، این آمیزش

فراوانی ژن نمود هارا تغییر می دهد

مثلا جانوران جفت خود را براساس ویژگی های ظاهری و رفتاری (فنوتیپ) انتخاب

می کنند . یعنی آمیزش جانوران غیر تصادفی است . (فصل ۸)

بنابراین در طبیعت گونه های جانوری ، جمعیت غیر تعادلی دارند .

ث (انتخاب طبیعی

- فراوانی آللها (دگره ها) را در خزانه ژنی تغییر می دهد .

- انتخاب طبیعی ← افراد سازگارتر با محیط را بر می گزیند .

و از فراوانی افراد دیگر (ناسازگار) می کاهد .

به این ترتیب ، خزانه ژن نسل آینده دستخوش تغییر می شود .

در مثال مقاوم شدن باکتریها به آنتی بیوتیک ← دیدیم که چگونه در نتیجه انتخاب طبیعی ، بعضی از باکتری ها نسبت به تغییر شرایط (حضور آنتی بیوتیک ها یا پادزیست ها) سازش پیدا کرده اند .

در واقع انتخاب طبیعی

در ابتدا سبب تغییر فراوانی نسبی فنوتیپ ها می شود ← افراد سازگار تر فراوانی نسبی شان بیشتر می شود .

سپس بر روی فراوانی نسبی ژنوتیپ ها و آلل ها تاثیر می گذارد .

در انتخاب طبیعی با انتخاب شدن افراد سازگار ← **تفاوتهای فردی و در نتیجه گوناگونی (تنوع) کاهش می یابد.**

عوامل تغییر دهنده فراوانی آلل ها در خزانه ژنی ۱- جهش ۲- شارش ژن ۳- رانش آلی (دگره ای) ۴- انتخاب طبیعی

فرایندهای افزایش دهنده تنوع: ۱- جهش ۲- شارش (یکطرفه-در جمعیت مقصد)

فرایندهای کاهش دهنده گوناگونی ← انتخاب طبیعی

رانش آلی و شارش در جمعیت مبدا

تداوم گوناگونی در جمعیت ها:

- نتیجه انتخاب طبیعی ، سازگاری بیشتر جمعیت با محیط است .

- با انتخاب افراد سازگار تر ، تفاوتهای فردی و در نتیجه گوناگونی (تنوع) کاهش می یابد .

- گوناگونی در میان افراد یک جمعیت ، توان بقای جمعیت را در شرایط محیطی جدید بالا می برد.

- بنابراین ساز و کارهایی نیاز است که بتواند با وجود انتخاب طبیعی ، گوناگونی تداوم داشته باشد .

ساز و کارهایی که در جهت تداوم گوناگونی (تنوع) در جمعیت عمل می کنند:

۱) گوناگونی آلی در گامت ها (یا گوناگونی دگره ای در کامه ها) ۲- نوترکیبی ۳- اهمیت ناخالص ها

گوناگونی آلی در گامت ها (گوناگونی دگره ای در کامه ها)

- در تولید مثل جنسی، هر والد از طریق گامت هایی که می سازد، نیمی از کروموزوم های خود را به نسل بعد منتقل می کند

- اینکه هر گامت، کدام یک از کروموزوم ها (فام تن ها) را منتقل می کند به آرایش چهارتاییه ها (تتراده)

در میوز ۱ (کاستمان ۱) بستگی دارد .

- در متافاز میوز ۱ ، کروموزوم ها با آرایش های مختلفی ممکن است در سطح میانی سلول قرار گیرند که به ایجاد گامت

های مختلف می انجامد .

- البته توجه داشته باشید **با یک بار میوز** ، یک **ارایش متافازی می تواند وجود داشته باشد** بنابراین با هر بار میوز

می تواند ۲ نوع گامت ایجاد شود نه بیشتر. (در فرد ماده با یکبار میوز یک تخمک و یک نوع)

نکته :انواع گامتهایی که یک سلول **می تواند** تولید کند (در **میوزهای مختلف** مورد نظر است نه یک بار میوز)

برای هر صفت جداگانه محاسبه میکنیم و سپس آنها را در هم ضرب می کنیم تا انواع گامتها بدست آید .

مثلا در فردی با ژنوتیپ AaBb برای صفت اول Aa → و نوع گامت A و a تولید می کند .

و برای Bb → دو نوع گامت B و b → انواع گامت ها برابر است = 2×2 → یعنی ۴ نوع گامت

در فردی با ژنوتیپ AABbCc → برای AA → یک نوع گامت A و برای Bb → دو نوع گامت

و برای Cc دو نوع گامت بنابراین انواع گامت برابر با $1 \times 2 \times 2$ → یعنی چهار نوع گامت می تواند ایجاد می شود

روش محاسبه انواع آرایش های متافازی: تعداد انواع گامتها را بدست آورده و بر ۲ تقسیم می کنیم .

در مثالهای قبل ۴ نوع گامت ایجاد می شد ← ← $\frac{4}{2}$ → یعنی ۲ نوع آرایش متافازی ایجاد می شود .

* **اگر ژن های چند صفت مختلف** ، روی یک کروموزوم قرار بگیرند مثلا ژن های دو صفت A و B روی یک کروموزوم

قرار بگیرند در این صورت ژنوتیپ را به صورت $\frac{AB}{ab}$ می نویسند یعنی آللهای A و B روی یک کروموزوم a و b روی

کروموزوم همتا قرار دارد . چون آللهای روی یک کروموزوم قرار دارند هنگام تشکیل گامت با هم وارد یک گامت می

شوند یعنی در فرد $\frac{AB}{ab}$ → ۲ نوع گامت AB و ab می تواند ایجاد شود **نه چهار نوع گامت** .

قبلا دیدیم که ژن های صفتهای مختلف روی کروموزوم های متفاوت قرار داشتند مثلا در مورد دو صفت مختلف A و

B ژنوتیپ را به صورت AaBb می نوشتیم که توانایی تولید چهار نوع گامت داشت .

تعریف چلیپایی شدن (کراسینگ اور): در کاستمان ۱ (میوز ۱)

هنگام جفت شدن کروموزوم های همتا و ایجاد چهار تایه (تتراد) (پروفاز ۱)

ممکن است قطعه ای از کروموزوم بین کروماتیدهای (فامینگ های) غیرخواهری

مبادله شود . این پدیده را کراسینگ اور یا چلیپایی شدن گویند .

در کراسینگ اور (چلیپایی شدن) ← اگر قطعات مبادله شده، دارای آللهای (دگره های) متفاوتی باشند .

ترکیبهای جدیدی از آلهای در این دو کروماتید به وجود می آید و به آنها کروماتیدهای

(فامینک های) نو ترکیب می گویند .

* اگر قطعات مبادله شده هنگام کراسینگ اور، آللهای متفاوتی نداشته باشند ، کروماتیدهای نو ترکیب ایجاد نمی شود .

گامت نو ترکیب (کامه نو ترکیب) ← از میان گامت ها ، آن هایی که کروماتیدها (فامینک های) نو ترکیب را دریافت

می کنند ، گامت (کامه) نو ترکیب نامیده می شود .

در صورت ایجاد کروماتیدهای نو ترکیب ، در پایان تقسیم میوز به جای ۲ نوع گامت ، ۴ نوع گامت ایجاد می شود که ۲ نوع گامت نو ترکیب خواهند بود و ۲ نوع دیگر از نوع والدین هستند .

نکته بسیار مهم : اگر کراسینگ اور در جنس ماده اتفاق بیفتد ← تنها یک نوع گامت ایجاد می شود چون حاصل میوز در ماده فقط یک سلول قابل لقاح است و ۳ تای دیگر گویچه قطبی هستند که کوچکند و گامت نیستند .

اهمیت ناخالص ها

- اهمیت ناخالص ها در تداوم گوناگونی را می توان بوسیله بیماری کم خونی ناشی از گویچه های قرمز داسی شکل نیز نشان داد .

- افراد مبتلا به بیماری گویچه های قرمز داسی شکل دارای ژنوتیپ (ژن نمود) $Hb^S Hb^S$ هستند و در سنین پائین معمولاً می میرند .

- افراد ناخالص از نظر بیماری کم خونی داسی شکل ژنوتیپ $Hb^A Hb^S$ را دارند و وضع بهتری دارند

در این افراد ناخالص گویچه های قرمز فقط وقتی داسی شکل می شوند که مقدار اکسیژن محیط کم باشد (مثل ارتفاعات) در شرایط عادی ، مشکلی ندارند .

- ژن شناسان با مطالعه توزیع (انتشار) این بیماری در جهان دریافتند که فراوانی آلل Hb^S در مناطقی که مالاریا شایع است بسیار بیشتر از سایر مناطق است .

- بیماری مالاریا بوسیله نوعی انگل تک سلولی (به نام پلاسمودیوم) ایجاد می شود .

- این انگل بخشی از چرخه زندگی خود را در گویچه های قرمز می گذرانند .

- در افراد سالم یعنی $Hb^A Hb^A$ که گویچه های قرمز سالم دارند ، در معرض ابتلا به بیماری مالاریا قرار دارند چون انگل مالاریا می تواند در گویچه قرمز آنها ، بخشی از زندگی خود را بگذراند و سبب بیماری مالاریا در این افراد شود و تعدادی از این افراد در اثر مالاریا می میرند .

چرا فراوانی آلل Hb^S در مناطق مالاریا خیز بسیار بیشتر از سایر مناطق است ؟

- افراد ناخالص از نظر کم خونی داسی شکل یعنی $Hb^A Hb^S$ ، نسبت به مالاریا مقاوم هستند .

یعنی این انگل نمی تواند در آنها سبب بیماری مالاریا شود چون وقتی انگل وارد گویچه های قرمز فرد $Hb^A Hb^S$ می شود ، **گویچه داسی شکل اند و انگل می میرد** بنابراین فرد به مالاریا مبتلا نمی شود .

- بنابراین وجود آلل Hb^S در مناطقی که مالاریا شایع است باعث **بقای جمعیت می شود** . یعنی در این مناطق Hb^S آلل مناسبی است چون مانع از ابتلا به مالاریا می شود .

- در صورتیکه در سایر مناطق آلل Hb^S ، آلل مناسبی نیست .

- این مثال ، مناسب بودن Hb^S در مناطق مالاریا خیز که سبب بقای جمعیت انسان می شود ، **نا مناسب بودن** آن در سایر مناطق ، مثال خوبی است که نشان می دهد شرایط محیط ، تعیین کننده صفتی است که حفظ می شود .

گفتار ۳ : تغییر در گونه ها

- گونه های بسیاری روی کره زمین زندگی می کنند .

- شواهد تغییر گونه ها : شواهدی وجود دارد که نشان می دهد ، گونه ها در طول زمان تغییر کرده اند .

شواهد تغییر گونه ها ۱ - سنگواره ها ۲ - تشریح مقایسه ای

۳ - مطالعات مولکولی ۱ - سنگواره ها (فسیل ها)

تعریف سنگواره : بقایای یک جاندار یا آثاری از جاندارانی که در گذشته دور زندگی می کرده است .

- سنگواره معمولاً حاوی قسمت های سخت بدن جانداران مثل استخوان یا اسکلت خارجی است .

- گاهی ممکن است کل یک جاندار سنگواره شده باشد مثل **ماموت های منجمد** شده ای که همه قسمت های بدن آنها ، حتی پوست و مو ، حفظ شده اند .

- یا حشراتی که در رزین های گیاهان به دام افتاده اند .

- در زیست یازدهم بیان شد که بعضی از گیاهان در پاسخ به زخم ها ، ترکیباتی ترشح می کنند که **گاهی** حجم این ترکیبات **آن قدر زیاد** است که حشره ممکن است در آن به دام افتد و با گذشت زمان و سخت شدن این ترکیبات ، سنگواره ای ایجاد شود که حشره در آن حفظ شده است .

- **فسیل ها** اطلاعات فراوانی به ما می دهند.

- **دیرینه شناسان** : به مطالعه سنگواره ها می پردازد .

دیرینه شناسان دریافته اند -۱- در گذشته جاندارانی زندگی می کرده اند که **امروز نیستند** مثل دایناسورها

۱- در مقابل جاندارانی هم هستند که امروز زندگی می کنند **اما گذشته نبوده اند** مثل گل لاله یا گربه

۳- در این میان، گونه هایی هم هستند که **از گذشته های دور تا زمان حال زندگی کرده اند**

مثل درخت گیسو ، شواهد سنگواره ای نشان می دهد که درخت گیسو در **۱۷۰ میلیون سال پیش** هم وجود داشته است .
شکل ۱۰ برگ درخت گیسو و سنگواره آن را نشان می دهد .

دیرینه شناسان قادرند عمر یک سنگواره را تعیین کنند .

آنان اکنون می دانند که در هر زمان چه جاندارانی وجود داشته اند .

می دانند **برخی گونه ها در گذر زمان تغییر کرده اند و برخی بدون تغییر باقی مانده اند** .

در مجموع **سنگواره ها به دیرینه شناسان نشان می دهند** که در زمان های مختلف، **زندگی** به

شکل های مختلفی جریان داشته است .

۲- تشریح مقایسه ای

- در تشریح مقایسه ای ، **اجزای پیکر جانداران** مختلف با یکدیگر مقایسه می شود .

- این مقایسه نشان می دهد که ساختار بدنی **بعضی** گونه ها از **طرح مشابهی** برخوردار است .

- مقایسه اندام حرکتی **جلویی** در مهره داران مختلف ، از طرح ساختاری یکسان حکایت دارد .

اندام ها یا ساختارهای همتا

تعریف: اندام هایی را که طرح ساختاری آن ها یکسان است **حتی اگر** کار متفاوتی انجام دهند. اندام ها یا ساختارهای همتا می نامند. (ممکن است کار دو اندام همتا یکسان باشد مثل بال پرنده و بال خفاش یا متفاوت باشد)

مثال: دست انسان، بال پرنده، باله دلفین و دست گربه مثالهایی از اندام های همتا هستند.

علت وجود ساختارهای همتا در گونه های متفاوت چیست؟ زیست شناسان بر این باورند که این گونه ها نیای مشترکی دارند یعنی اینکه در گذشته دور از گونه مشترکی مشتق شده اند. به همین علت این شباهت میان آنها دیده می شود.

- **گونه های خویشاوند:** گونه هایی را که نیای مشترکی دارند، گونه های خویشاوند می گویند.

شکل ۱۱: در رده بندی از خویشاوندی موجودات زنده استفاده می شود.

دلفین با شیر کوهی **خویشاوندی نزدیکتری** دارد تا با کوسه

دلفین و شیر کوهی از پستانداران هستند و در **گذشته نزدیک تری** از نیای مشترکشان مشتق شده اند

کوسه ماهی متعلق به غضروف ماهیان است. در **گذشته دورتری** از نیای خود مشتق شده است

پستانداران و غضروف ماهیان از مهره داران هستند

- زیست شناسان از ساختارهای همتا برای رده بندی جانداران استفاده می کنند و جانوران خویشاوند را در یک گروه قرار می دهند.

ساختارهای آنالوگ

ساختارهایی را که **کار یکسان اما طرح ساختاری متفاوت** دارند، ساختارهای آنالوگ می نامند.

مثال: **بال کبوتر و بال پروانه** ← هر دو برای پرواز کردن هستند یعنی کار یکسان دارند گرچه ساختارهای متفاوتی دارند.

این ساختارها نشان می دهند که برای پاسخ به یک نیاز، جانوران با روش های مختلف سازش پیدا کرده اند.

توجه داشته باشید ساختارهای آنالوگ به وجود نیای مشترک و **خویشاوندی اشاره ندارد** بلکه نشان دهنده روش های مختلف سازش در پاسخ به نیاز مشترک است.

تشریح مقایسه ای نشان دهنده

اندام های همتا

ساختارهای وستیجیال است.

ساختارهای وستیجیال (به معنی ردپا)

تعریف: با تشریح مقایسه ای گونه های مختلف گاهی به ساختارهایی بر می خوریم 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 می نامند.

مثال: **بقایای پا در لگن مار پیتون** مثالی از ساختار وستیجیال است. این حکایت از رابطه میان مار پیتون و دیگر مهره داران است.

- ساختارهای وستیجیال ردپای تغییر گونه ها هستند.

- شواهد متعددی در دست است که نشان می دهد مارها از تغییر یافتن سوسمارها پدید آمده اند.

دقت کنید هر اندام وستیجیالی، **همتا هم هست** اما هر اندام همتا وستیجیال نیست.

مثلا **بال مرغ** یک اندام وستیجیال است و نیز همتای بال کبوتر است اما بال کبوتر همتا است.

مطالعات مولکولی

- سومین شاهد تغییر گونه ها، مطالعات مولکولی است.

- مقایسه گونه ها را در تراز ژنگان هم انجام داد

- از این مقایسه اطلاعات ارزشمندی به دست می آید.

۱- مثلا اینکه کدام ژن ها در بین گونه ها مشترک اند.

۲- کدام ژن ها خاص یک گونه اند و در گونه های دیگر دیده نمی شوند و ویژگی های خاص یک گونه را باعث می شوند.

۳- برای تشخیص خویشاوندی جانداران استفاده می شود ← **هرچه بین DNA دو جاندار شباهت بیشتری وجود داشته** باشد خویشاوندی نزدیکتری دارند.

۴- می توان به تاریخچه تغییر گونه ها پی برد.

توالی های حفظ شده ← توالی هایی از DNA را که در بین گونه های مختلف دیده می شوند.

گونه زایی

تعاریف مختلفی برای گونه وجود دارد که هرکدام در محدوده مشخصی کار آمدند .

- یکی از تعاریف رایج برای گونه ، تعریفی است که ارنست مایر ارائه کرده است و برای جاندارانی کاربرد دارد که تولید مثل جنسی دارند .

- تعریف ارنست مایر از گونه : گونه در زیست شناسی به جاندارانی گفته می شود که می توانند در طبیعت با هم آمیزش کنند

و زاده های زیستا وزایا به وجود آورند

ولی نمی توانند با جانداران دیگر آمیزش موفقیت آمیز داشته باشند .

زیستا : به جاندارانی گفته می شود که زنده می ماند و زندگی طبیعی خود را ادامه می دهد .

منظور از آمیزش موفقیت آمیز : آمیزشی است که به تولید زاده های زیستا و زایا منجر شود .

شرط ایجاد گونه جدید : باید جدایی تولید مثلی میان افراد یک گونه رخ دهد .

- اگر میان افراد یک گونه جدایی تولید مثلی رخ دهد ، آن گاه خزانه ژنی ، آنها از هم جدا و احتمال تشکیل گونه جدید فراهم می شود .

منظور از جدایی تولید مثلی : عواملی مانع از آمیزش بعضی از افرادی که گونه با بعضی دیگر از افراد همان گونه شوند

ساز و کارهایی را که باعث ایجاد گونه ای جدید می شوند به دو گروه تقسیم می کنند

۱- گونه زایی دگر میهنی

۲- گونه زایی هم میهنی

در شکل ۱۳ این دو نوع گونه زایی با هم مقایسه شده اند

گونه زایی دگر میهنی

۱- جدایی جغرافیایی رخ می دهد ← گاهی بر اثر وقوع رخدادهای زمین شناختی و وقوع سدهای جغرافیایی ، یک جمعیت به دو قسمت جداگانه تقسیم می شود . مثلاً کوه ، دره و یا دریاچه ایجاد می شود و یک جمعیت را به دو قسمت تقسیم می کند .

۲- این سدهای جغرافیایی ، ارتباط دو قسمت را که قبلاً به یک جمعیت تعلق داشتند ، قطع می کنند و بین آنها شارش ژن

صورت نمی گیرد .

۳- بر اثر وقوع پدیده هایی همچون جهش ، نو ترکیبی و انتخاب طبیعی به تدریج دو جمعیت یاد شده با یکدیگر متفاوت می شوند .

۴- چون شارش ژن میان آنها وجود ندارد، این تفاوت بیشتر و بیشتر می شود تا جایی که حتی اگر این دو جمعیت کنار هم باشند (یعنی سد جغرافیایی از بین برود) آمیزشی بین آنها رخ نخواهد داد. مثلاً زمان تولید مثل آنها فرق کند (جدایی تولید مثلی) و بنابراین می توان آنها را دو گونه مجزا به شمار آورد .

۵- اگر جمعیتی که از جمعیت اصلی جدا شده است کوچک باشد ، آن وقت رانش ژن را نیز باید در نظر گرفت که خود بر میزان تفاوت دو جمعیت می افزاید .

اولین اتفاق در گونه زایی دگر میهنی ← ایجاد سد جغرافیایی و قطع شارش ژن است .

و آخرین اتفاق ← جدایی تولید مثلی رخ می دهد .

شکل ۱۳ ← الف - گونه زایی دگر میهنی با ایجاد سد جغرافیایی

ب- گونه زایی هم میهنی بدون ایجاد سد جغرافیایی و در بین افراد یک گونه که در یک زیستگاه زندگی می کنند اتفاق می افتد.

گونه زایی هم میهنی

- گاهی بین جمعیتی هایی که در یک زیستگاه زندگی می کنند ، جدایی تولید مثلی اتفاق می افتد و در نتیجه گونه جدیدی حاصل می شود این نوع گونه زایی را گونه زایی هم میهنی می نامند .

- در گونه زایی هم میهنی ← برخلاف گونه زایی دگر میهنی ، جدایی جغرافیایی رخ نمی دهد .

از ابتدا جدایی تولید مثلی اتفاق می افتد ولی در گونه زایی دگر میهنی در آخر جدایی

تولید مثلی اتفاق می افتد .

پیدایش گیاهان چند لادی (پلی پلوپیدی)

- پیدایش گیاهان چندلادی (پلی پلوپیدی) مثال خوبی از گونه زایی هم میهنی است .

- چند لادی (پلی پلوپیدی) به تولید گیاهانی منجر می شود ← که زیستگاه و زیاده هستند

اما نمی توانند در نتیجه آمیزش با گونه نیایی خود، زاده های زیستگاه را پدید آورند و بنابراین گونه ای جدید به شمار می روند

- گیاهان چند لادی (پلی پلوپیدی) بر اثر خطای میوزی (کاستمانی) ایجاد می شوند .

- جدا نشدن کروموزوم ها در میوز به تشکیل گامت هایی با عدد کروموزومی غیر طبیعی منجر می شود .

اگر این گامت‌های غیر طبیعی با گامت‌های طبیعی لقاح کنند ، تخم طبیعی تشکیل نخواهد شد و گیاه چند لادی یا پلی پلویدی ایجاد می شود. (سلول تخم تشکیل میشود اما طبیعی نیست)

جدا نشدن کروموزوم ها می تواند در میوز ۱ یا میوز ۲ اتفاق بیفتد.

در شکل ۱۴ یک سلول با یک جفت کروموزوم همتا نشان داده شده است ..

توضیح شکل سمت راست : (جدا نشدن کروموزومها در میوز ۲)

۱- اگر در تقسیم اول میوز جدا شدن کروموزوم ها به طور طبیعی انجام شود ، دو سلول حاصل از میوز ۱ هر کدام یک کروموزوم دو کروماتیدی خواهد داشت .

۲- اگر در یکی از سلولهای حاصل، جدا شدن طبیعی کروماتیدها و در سلول دیگر جدا نشدن اتفاق بیفتد

۳- در نتیجه چهار گامت ایجاد می شود که دو تا از گامت‌ها طبیعی و دارای یک کروموزوم هستند و دو گامت غیر طبیعی ایجاد می شود که یکی دو کروموزوم دارد و دیگری کروموزوم ندارد. (سه نوع گامت)

۴- از آمیزش این گامت‌ها با گامت طبیعی

الف- دو سلول تخم طبیعی ایجاد می شود که هر کدام دو کروموزوم همتا دارند یعنی دیپلوئید هستند .

ب- یک سلول تخم بوجود می آید که سه کروموزوم همتا دارد یعنی سه لادی یا $3n$ است .

ج- و یک سلول تخم با یک کروموزوم یعنی تک لادی یا n تولید می شود .

توضیح شکل چپ : ۱- جدانشدن کروموزوم ها در تقسیم اول میوز،

دو سلول ایجاد می کند یکی فاقد کروموزوم و دیگری دارای دو کروموزوم همتا

۲- این دو سلول هر کدام میوز ۲ را انجام می دهند و چهار گامت ایجاد می شود. (دو نوع گامت)

۳- دو گامت فاقد کروموزوم و دو گامت هر کدام دو کروموزوم همتا دارند یعنی $2n$ هستند .

۴- از آمیزش این گامت‌ها با گامت طبیعی دو سلول تخم ایجاد می شود که هر کدام یک کروموزوم دارند و n هستند

دو سلول تخم ایجاد می شود که هر کدام سه کروموزوم همتا دارند یعنی $3n$ هستند

- در اوایل دهه ۱۹۰۰ دانشمندی به نام هوگودوری که با گیاهان گل مغربی ($2n=14$) کار می کرد متوجه شد که یکی

از گل های مغربی ظاهری متفاوت با بقیه دارد .

- وی در بررسی کروموزوم های این گل مغربی ، دریافت که **به جای ۱۴ کروموزوم ، ۲۸ کروموزوم** دارد و بنابراین تتراپلوئید (چارلاد) ($4n$) است .

- **گیاه گل مغربی $4n=28$** گامتهای $2n=14$ تولید می کند . نه گامتهای تک لاد (n)

۱- اگر گامتهای $2n$ با گامتهای طبیعی که n هستند ، آمیزش کنند تخم های حاصل $3n$ (سه لاد- تریپلوئید) خواهند شد ، گیاه $3n$ (تریپلوئید) **حاصل از نمو این تخم نازاست** . چون نمی تواند میوز انجام دهد .

۲- اگر گیاه $4n$ (تتراپلوئید یا چارلاد) **خود لقاحی انجام دهد** (یعنی گامتهای خودش با هم لقاح کنند) یا در نزدیکی آن گیاه چارلاد مشابه دیگری وجود داشته ، یاخته **تخم $4n$** خواهد بود و گیاهی که از آن ایجاد می شود ، قادر به انجام میوز بوده و بنابراین زیاست .

این گیاه با جمعیت نیایی خود (یعنی گل مغربی $2n$) نمی تواند آمیزش کند (آمیزش موفقیت آمیز نیست چون زاده نازا هستند) و **بنابراین به گونه جدیدی تعلق دارد** که افراد آن $4n$ هستند .

شکل ۱۵: گیاه $2n=6$ در اثر خطای میوزی، گامت بدون کاهش کروموزوم ایجاد میکند یعنی گامت $2n=6$

سپس با خود لقاحی دو گامت $2n$ سلول تخم $4n=12$ ایجاد می شود.

چند نکته: ۱- اگر جهش بر کدون آغاز یعنی AUG آغاز تاثیر بگذارد ، میتواند مانع از آغاز ترجمه شود .

۲- در جهش جابجایی حداقل یک کروموزوم جهش یافته (در صورت اتصال قطعه به همان کروموزوم) و حداکثر دو کروموزوم جهش یافته داریم . (در صورتیکه قطعه کروموزومی به کروموزوم غیر همتا متصل شود)

۳- در بین جهش های کروموزومی فقط در جهش حذفی قسمتی از ماده وراثتی از بین می رود ولی در بقیه آنها ماده وراثتی از بین نمی رود .

۴- در جهش کروموزومی حذف قطعا طول کروموزوم کوتاه می شود و در جهش واژگونی قطعا طول کروموزوم تغییر نمی کند . تغییر در طول کروموزوم، مدت زمان همانند سازی آن را تغییر می دهد .

۵- جهش مضاعف شدگی در سلولهای هاپلوئید نمی تواند اتفاق بیفتد چون کروموزوم همتا ندارد.

۶- بین کروموزوم X و Y نمی تواند جهش مضاعف شدگی اتفاق بیفتد چون همتا نیستند .

۷- **ژنوم سیتوپلاسمی فقط از والد ماده به نسل بعد می رسد** . چون فقط میتوکندری های تخمک هستند که به سلول تخم می رسند .

۸- در هر دو گونه زایی دگر میهنی و هم میهنی جدایی تولید مثلی اتفاق می افتد .