فصل ۴ گفتار ۲
تغییر در جمعیتها

حاجی ولیئی – همدان

۱– بعد از کشف پادزیست (آنتی بیوتیک)ها آدمی به یکی از **کارآمدترین ابزارهای دفاعی** در برابر باکتری های بیمار یزا مجهز شد و توانست در نبرد با آنها پیروز شود.

۲ –اما امروزه باکتری ها نسبت به پادزیست ها مقاوم شده اند

۳ – گرچه دانشمندان با طراحی داروهای جدید، برتری انسان را در این نبرد همچنان حفظ کرده اند اما در عین حال، روند مقاوم شدن باکتری ها آدمی را سخت نگران کرده است.

«موجودات زنده می توانند در گذر زمان تغییر کنند ».

«موجودات زنده می توانند در گذر زمان تغییر کنند ».

زمینه ساز تغییر در گذر زمان چه عاملی است ؟

در بین موجودات یک گونه تفاوت های فردی وجود دارد و این تفاوت ها سبب :

۱– تمیز افراد از یکدیگر

۲ – ایجاد تنوع در جمعیت ⟸ توان بقای جمعیت با تغییر شرایط محیطی افزایش می یابد

۳– انتخاب طبیعی بتواند چهرهٔ جمعیت را تغییر دهد.

جمعیت

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

تغییر جمعیت در گذر زمان

افراد جمعیت یک نوع جاندار تحمل سرمایی متفاوتی دارند

وجود تفاوت های فردی (سبب ایجاد تنوع)

رخ دادن سرمای شدید

تغییر شرایط محیط

آنان که سرما را تحمل می کنند (سازگارتر) شانس بیشتری برای زنده ماندن دارند

انتخاب طبیعی

آنها که سرما را تحمل می کنند، شانس بیشتری برای تولیدمثل و انتقال صفت به نسل های بعد را دارند.

گسترش صفت تحمل سرما، در نسل های بعد

اگر سرما همچنان ادامه پیدا کند

تغییر در جمعیت

افزایش تعداد افراد مقاوم به سرما در مقایسه با جمعیت اول

حاجی ولیئی – همدان

نقش انتخاب طبیعی در مقاوم شدن باکتری ها به آنتی بیوتیک ها

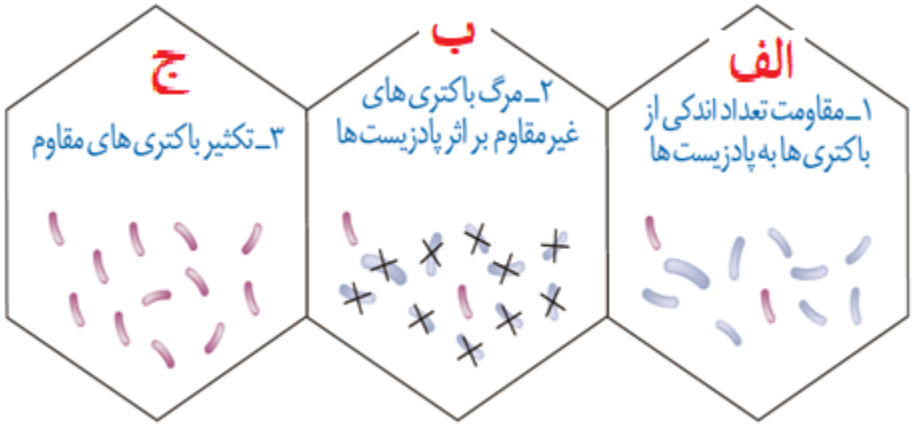
۱- در محیط(الف) تفاوتهای فردی وجود دارد یعنی باکتریهای دارای ژن مقاومت به آنتی بیوتیک و باکتریهایی بدون ژن مقاومت به آنتی بیوتیک وجود دارند .

۲ – تغییر شرایط محیطی(ب) صورت گرفته یعنی پادزیست ها به محیط اضافه شده اند و باکتریهایی که فاقد ژن مقاومت به آنتی بیوتیک هستند از بین رفته اند و باکتریهای حاوی ژن مقاومت به آنتی بیوتیک باقی مانده اند (انتخاب طبیعی).

۳ – رشدو تکثیر باکتریهای دارای ژن مقاومت به آنتی بیوتیک صورت گرفته است (ج) و جمعیت باکتریها به جمعیت مقاوم در برابر آنتی بیوتیکها تغییر کرده است..

باکتری ها به روش غیر جنسی و با ساده ترین نوع تولیدمثل، یعنی تقسیم دوتایی تولید مثل می کنند.

تنوع ژنی در باکتری ها از راه جهش صورت می گیرد زیرا میوز و کراسینگ اور ندارند.



- **انتخاب طبیعی فرایندی است که در آن افراد سازگارتر با محیط انتخاب می شوند، یعنی افراد سازگارتر با محیط شانس بیشتری برای زنده ماندن و تولیدمثل دارند و در نتیجه نسل آنها گسترش می یابد.**

نکات تکمیلی

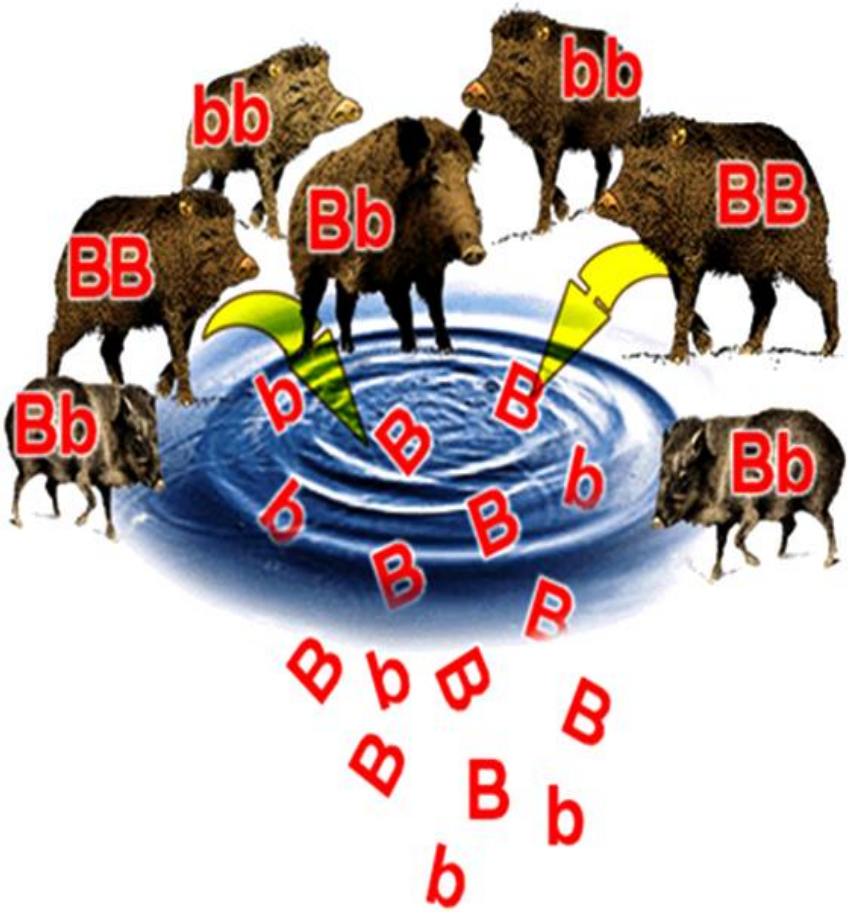
- تنوع ژنتیکی در جمعیت منجر به تفاوت در فنوتیپ ها (تفاوتهای فردی افراد)می شود.
- تفاوت های فردی بیشتر ، شانس زنده ماندن بیشتر

انتخاب طبیعی:

- ❑جمعیت را تغییر می دهد نه فرد را
- ❑الل جدیدی ایجاد نمی کند بلکه فراوانی آللها را در خزانهٔ ژن تغییر می دهد پس خزانهٔ ژن در نسل آینده تغییر می کند.
- ❑ ویژگی جدیدی(فنوتیپ) در افراد ایجاد نمی کند.
- ❑افراد سازگارتر با شرایط محیطی را انتخاب می کند پس تفاوتهای فردی و گوناگونی کاهش می یابد(چهرهٔ کلی جمعیت تغییر می کند و فراوانی افراد ناسازگار با محیط کاهش می یابد).

- قبل از کشف مفاهیم پایهٔ ژنتیک، زیست شناسان جمعیت را بر اساس **صفات ظاهری یا فنوتیپ** توصیف می کردند.
- با **شناخت ژن ها**، **این امکان فراهم شد که زیست شناسان، جمعیت را بر اساس ژن های آن توصیف کنند(ژنتیک جمعیت).**

خزانهٔ ژن Gene Pool



- مجموع همهٔ الل های موجود در همهٔ جایگاه های ژنی افراد یک جمعیت را **خزانهٔ ژن** آن جمعیت می نامند.

❑هر آلل دارای فراوانی مشخصی در خزانه ژنی است.

مقایسه ژنوم و خزانهٔ ژن

- **ژنوم انسان به کل محتوای مادهٔ وراثتی گفته می شود که شامل محتوای مادهٔ وراثتی در هسته سلولهای جنسی (یک نسخه از هریک از کروموزوم ها) و دنای میتوکندری است.**
- اما خزانه ژنی ،مجموع **همهٔ الل های** موجود در **همهٔ جایگاه های ژنی** افراد یک جمعیت را گویند.
- **به عبارتی در ژنوم کروموزوم، همتای خود را ندارد اما در خزانهٔ ژنی کروموزوم همتا وجود دارد.**

جمعیت در حال تعادل

- **اگر در جمعیتی فراوانی نسبی دگره ها(آلل ها) یا ژن نمود ها از نسلی به نسل دیگر ثابت باشد، آن گاه گویند جمعیت در حال تعادل ژنی است.**
- تا وقتی جمعیت در حال تعادل است، تغییر در آن، مورد انتظار نیست. (اصل هاردی واینبرگ)
  - شرایطی که برای تعادل در جمعیت ها لازم است :

۱- جمعیت بزرگ باشد .

۲ – انتخاب طبیعی عمل نکند و احتمال بقا برای همه یکسان باشد .

۳ – آمیزشها تصادفی باشد واحتمال تولید مثل برای همه یکسان باشد.

۴ – شارش ژن نباشد .

۵ – رانش ژن نباشد .

۶ – جهش صورت نگیرد .

- **اگر جمعیت از تعادل خارج شود، روند تغییر را در پیش گرفته است.**

عوامل بر هم زنندهٔ تعادل در جمعیت

- عواملی که باعث به هم خوردن تعادل جمعیت می شوند یعنی سبب **تغییر در فراوانی نسبی آلل ها یا فراوانی نسبی ژنوتیپ** ها در یک نسل نسبت به نسل قبلی می گردند :

الف) جهش(Mutation):

ب) رانش الل(Genetic Drift):

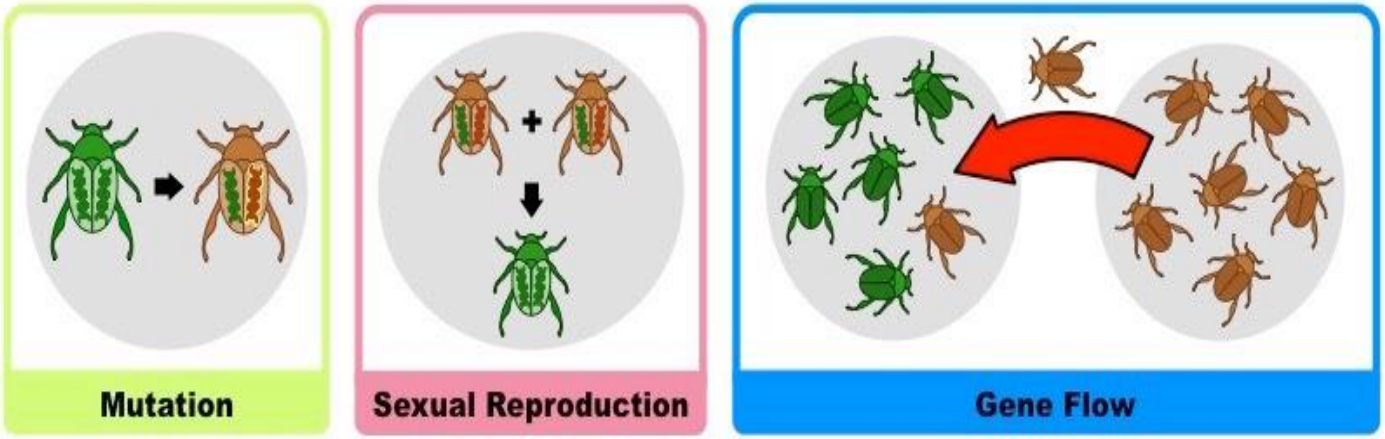
پ) شارش ژن(Gene flow) :

ت) آمیزش غیرتصادفی (Non random mating):

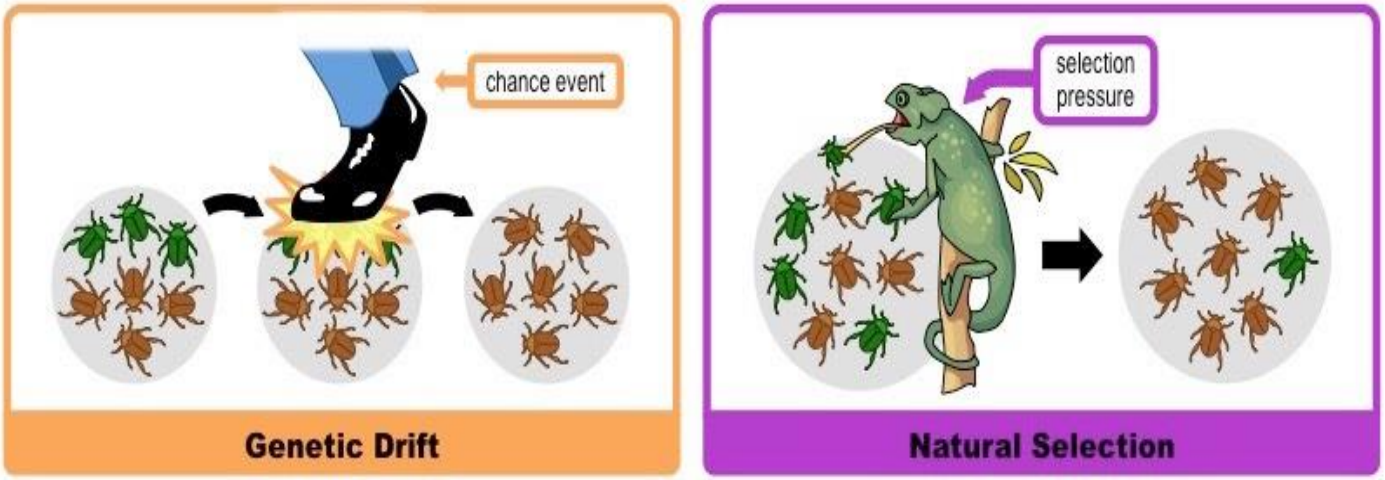
ث) انتخاب طبیعی(Natural selection)

عوامل بر هم زنندهٔ تعادل در جمعیت

Mechanisms of Variation:



Mechanisms of Change:



جهش(Mutation).

- جهش، با افزودن الل های جدید(تغییر در فراوانی ژن)، خزانهٔ ژن را غنی تر میکند و گوناگونی را افزایش می دهد.
- بسیاری از جهش ها تأثیری فوری بر فنوتیپ ندارند و بنابراین ممکن است تشخیص داده نشوند. اما با تغییر شرایط محیط ممکن است الل جدید، سازگارتر از الل یا الل های قبلی عمل کند.
- **جهش ها :**

الف – **تصادفی، دائمی و غیر هدفمند هستند .**

ب – سبب ایجاد آلل جدید می شوند در نتیجه خزانهٔ ژنی غنی تر می شود.

ج – ربطی به فنوتیپ افراد ندارد.

د– تنوع ژنوتیپی را افزایش می دهد(مهم ترین نقش است اما به تنهایی نمی تواند سبب تغییر جمعیت و گونه شود)

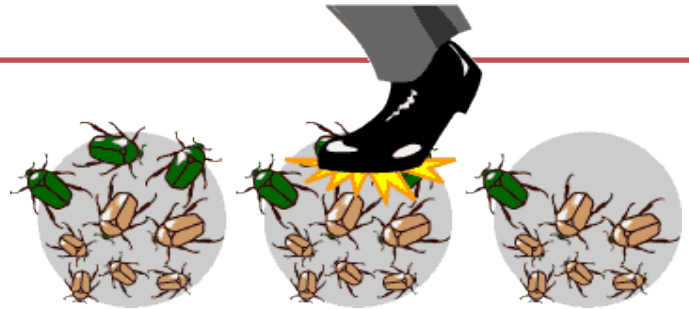
ه –جهش در فرد تاثیر دارد نه در جمعیت در نتیجه سبب ایجاد تفاوتهای فردی می شود.

و- جهش در هر گونه ای منشا ایجاد تنوع می باشد و زمینه ساز عمل انتخاب طبیعی است یعنی انتخاب طبیعی بر اساس محیط و شرایط آن تعیین می کند که آلل تغییر یافته مطلوب است یا خیر ، در جمعیت باقی بماند یا حذف شود.

- **اگر فقط جهش وجود داشته باشد و سایر عوامل تغییر دهندهٔ جمعیت وجود نداشته باشد به زمان بسیارطولانی نیاز می باشد تا جهش بتواند فراوانی آلل ها را تغییر دهد.**

رانش اللی یا دگره ای(Genetic Drift):

- **به فرایندی که باعث تغییر فراوانی اللی بر اثر رویدادهای تصادفی می شود، رانش اللی می گویند.**
- مثال :فرض کنید گله ای شامل ۱۰۰ گوسفند در حال عبور از ارتفاعات است. حین عبور، تعدادی گوسفند به پایین سقوط می کنند و می میرند. اگر این گوسفندان زاده ای نداشته باشند، شانس انتقال ژن های خود به نسل بعد را از دست داده اند به این ترتیب فراوانی اللی کاهش می یابد.
- در رانش دگره ای میزان تغییر در جمعیت بستگی به اندازهٔ جمعیت دارد یعنی هرچه اندازهٔ جمعیتی کوچکتر باشد رانش ، اثر بیشتری دارد.

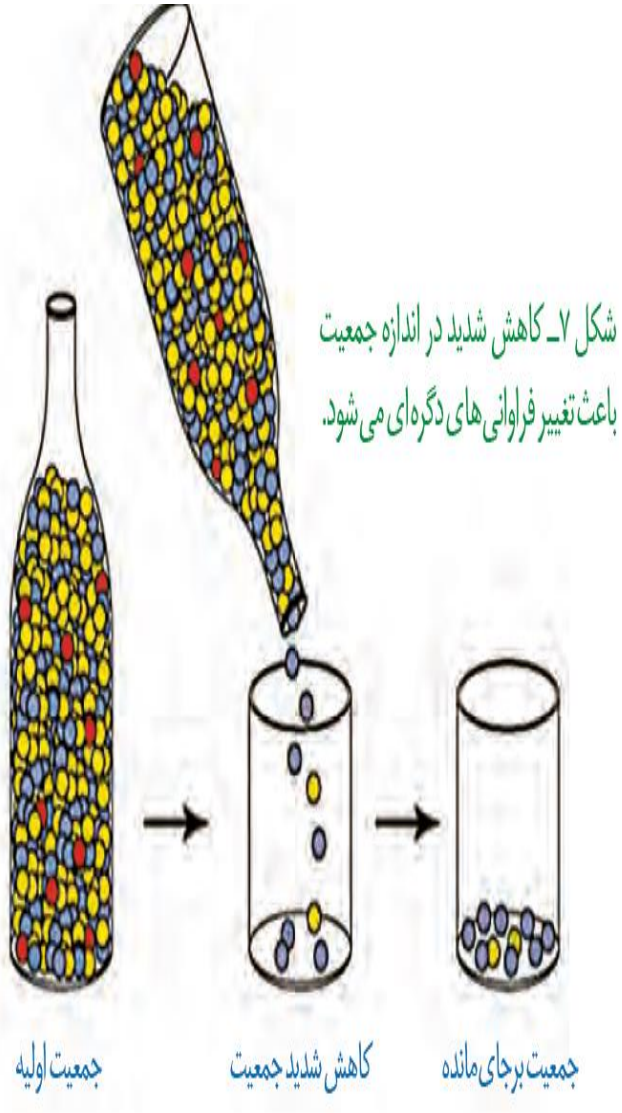


نکات تکمیلی

رانش دگره ای :

- ربطی به **فنوتیپ** افراد ندارد و در هر جمعیتی روی می دهد(در هنگام رانش ،ژن های خوش شانس باقی می مانند).
- رانش اللی منجر به **کاهش تنوع ژنتیکی** از طریق از **بین رفتن آلل** می شود(معمولا به کاهش تنوع در درون جمعیت می انجامد).
- مانند جهش ، تصادفی و غیر هدفمند است.
- همانند انتخاب طبیعی **فراوانی دگره ها** را تغییر می دهد اما بر خلاف انتخاب طبیعی به سازش نمی انجامد به عبارتی تغییر درَ فراوانیِ آلل ها ارتباطی با سازگاریِ آنَها با محیط و انتخاب طبیعی ندارد.
- در جمعیت های مختلف نتایج یکسانی ندارد و هرچه اندازۀ یک جمعیت کوچکتر باشد، رانش اللی اثر بیشتری دارد .(جمعیت بزرگتر اثر رانش کمتر و برعکس)
- می توان گفت میزان تغییر در اثر رانش به : **اندازۀ جمعیت و شدت رانش** دارد.
- رانش آللی بر خلاف جهش درموقع وقوع قابل تشخیص است .
- رانش دگره ای ربطی با سازگاری و ناسازگاری با محیط و دگره های باقیمانده یا حذف شده جمعیت ندارد یعنی میتواند منجر به حذف آللهای سا زگار یا ناسازگار شود .

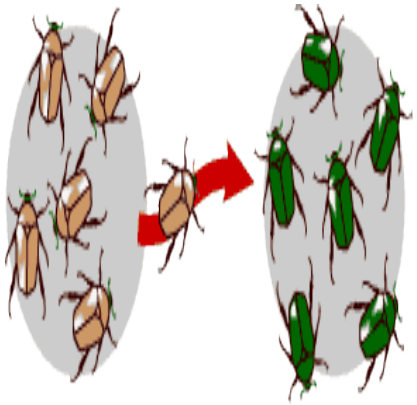
مثالی دیگر برای رانش آللی



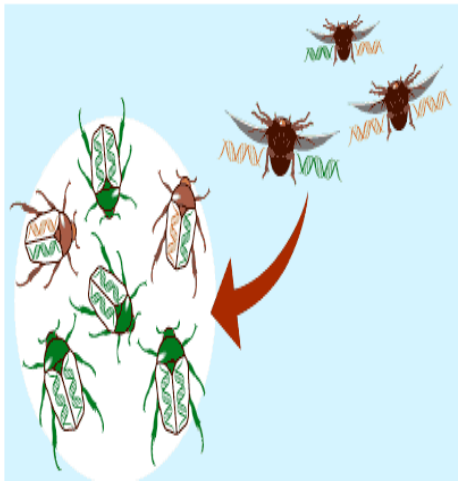
شکل ۷ـ کاهش شدید در اندازه جمعیت باعث تغییر فراوانی های دگره‌ای می شود.

- گاهی در حوادثی نظیر سیل، زلزله، آتش سوزی و نظایر آن، تعداد آنهایی که می میرند ممکن است **بیش** از آنهایی باشند که زنده می مانند. بنابراین فقط بخشی از دگره های جمعیت بزرگ اولیه به جمعیت کوچک باقی مانده خواهد رسید و جمعیت آینده از همین دگره های برجای مانده تشکیل خواهند شد.
- در این صورت **نیزفراوانی دگره ها تغییر می کند** اما این تغییر در فراوانی، ارتباطی با سازگاری آنها با محیط و انتخاب طبیعی ندارد.
- هرچه اندازهٔ یک جمعیت **کوچکتر** باشد، رانش دگره ای **اثربیشتری** دارد. به همین علت، برای آنکه جمعیتی در تعادل باشد، باید **اندازهٔ بزرگی** داشته باشد. منظور از اندازهٔ جمعیت، تعداد افراد آن است.

شارش ژن (Gene flow):



- وقتی افرادی از یک جمعیت به جمعیت دیگری **مهاجرت** می کنند، در واقع تعدادی از آلل های جمعیت مبدأ را به جمعیت مقصد وارد می کنند و **سبب تغییر در فراوانی نسبی آلل های هر دو جمعیت می شود** به این پدیده، **شارش ژن می گویند.**
- اگر بین دو جمعیت، شارش ژن به طور پیوسته و دوسویه ادامه یابد،سرانجام **خزانهٔ ژن دو جمعیت به هم شبیه** می شود.
- **نکته : شارش ژن سبب افزایش الل های جمعیت مقصد می شود(انتقال آلل ها) اما آلل جدید تولید نمی کند .**
- نکته :*شارش در مبداء و رانش در جمعیت با حذف گروهی از آلل ها به صورت تصادفی همانند انتخاب طبیعی می توانند فنوتیپ جمعیت را تغییر دهند.*
- نکته : شارش در جمعیت مقصد **سبب انتقال (ورود) آلل های جدید** در جمعیت می گردد اما جهش آلل جدید ایجاد می کند.
- شارش در بین دو جمعیت با خزانه ژنی مشابه سبب افزایش گوناگونی نمی شود .



شارش همانند رانش، در جمعیتهای مختلف نتایج یکسانی به دنبال ندارد.

حاجی ولیئی – همدان

آمیزش غیر تصادفی

- برای آنکه جمعیتی در حال تعادل باشد، لازم است آمیزش ها در آن تصادفی باشند.
- آمیزش تصادفی آمیزشی است که **در آن احتمال آمیزش هر فرد با افراد جنس دیگر در آن جمعیت یکسان باشد.**
- اگر آمیزش ها **به رخ نمود یا ژن نمود** بستگی داشته باشد دیگر تصادفی نیست و فراوانی نسبی دگره ها را تغییر می دهد.
- برای مثال، جانوران جفت خود را بر اساس ویژگی های ظاهری و رفتاری «انتخاب » میکنند.

انتخاب طبیعی

- **انتخاب طبیعی:**

- افراد **سازگارتر** با محیط را برمی گزیند(نتیجهٔ آن سازگاری بیشتر جمعیت با محیط است اما چهرهٔ جمعیت را تغییر می دهد.) و از فراوانی دیگر افراد(ناسازگار با محیط) می کاهد.
- آلل **جدیدی** ایجاد نمی کند (برخلاف جهش) بلکه **فراوانی** آلل ها را در خزانهٔ ژنی تغییر می دهد به این ترتیب، خزانه ژن نسل آینده دستخوش تغییر می شود.
- چون افراد انتخاب می شوند تفاوت های فردی و گوناگونی در جمعیت ، **کاهش** می یابد در نتیجه در میان افراد جمعیت جدید ،توانایی بقا درصورت تغییر شرایط محیطی در مَحیط جدیدممکن است کاهش می یابد.
- با انتخاب طبیعی آللهای نامطلوب بارز سریعتر و آللهای نامطلوب مغلوب به آهستگی حذف می شوند .

تداوم گوناگونی در جمعیت ها

تغییر در شرایط محیط ← انتخاب طبیعی ← انتخاب افراد سازگارتر با شرایط محیطی جدید ↓

کاهش گوناگونی ← کاهش تفاوت های فردی ← سازگاری بیشتر جمعیت با محیط

↓

کاهش توان بقای جمعیت در صورت ایجاد شرایط محیطی جدید

↓

پس بودن سازوکارهایی که باوجود انتخاب طبیعی،سبب تداوم گوناگونی در جمعیت می گردند ضرورت دارد:

↓

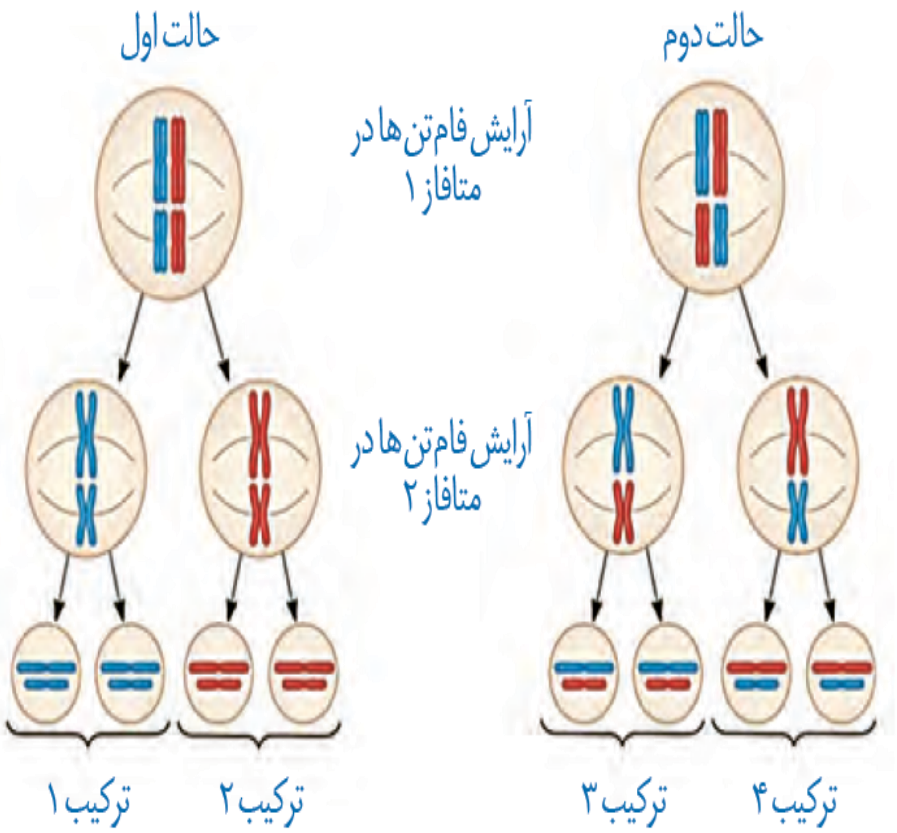
- ❑ گوناگونی اللی در سلول های جنسی
- ❑ نوترکیبی
- ❑ اهمیت ناخالص ها

گوناگونی اللی در سلول های جنسی : انجام میوز (متافاز یک)

در تولیدمثل **جنسی**، هر والد از طریق گامت هایی که می سازد، نیمی از کروموزوم های خود را به نسل بعد منتقل می کند(**به شرط آنکه آن گامت در لقاح شرکت کند**).

اینکه هر گامت کدام یک از کروموزوم ها را منتقل کند، به آرایش (تترادها) در میوز بستگی دارد.

در متافاز میوز ۱، کروموزوم ها با آرایش های مختلفی ممکن است در **سطح میانی** یاخته قرار گیرند، که به ایجاد **گامت های مختلف** می انجامد.



شکل ۸ـ نحوهٔ توزیع فام‌تن‌ها طی میوز

هر آرایش متافازی می تواند دونوع گامت به وجود آورد(به شرط آنکه ژنوتیپ خالص نباشد).

انواع نحوه استقرار کروموزوم ها در میوز۱:

- **انواع آرایش کروموزومی در میوز ۱ یا آرایش دوک متافازی:**

❑ به **نحوه استقرار تتراد‌ها در متافاز یک** که رشته های دوک از هر طرف به آن متصل می شود آرایش دوک متافازی (نحوه استقرار کروموزومها در متافاز 1) گویند. هر آرایش متافازی دونوع گامت می تواند تولید نماید (به شرط آنکه ژنوتیپ خالص نباشد). به دلیل آن که انواع آرایش های کروموزومی می تواند وجود داشته باشد پس انواع گامتها نیز می تواند به وجود آید که در هر بار میوزحداکثر دو نوع آن به وجود می آید (علت گوناگونی گامتها)

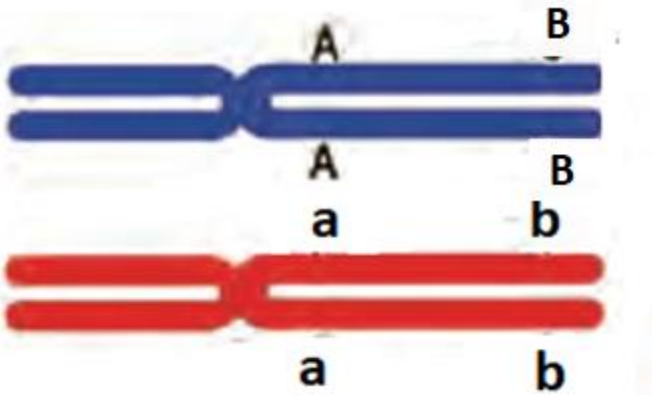
❑ برای به دست آوردن انواع آرایش دوک متافازی ابتدا **تعداد انواع گامت** را به دست آورده وسپس آن را نصف می کنیم (چون هر آرایش دونوع گامت را می تواند به وجود آورد) یعنی: $2^n/2$ یا 2^{n-1}

نوترکیبی (علت ایجاد نوترکیبی: کراسینگ اور)

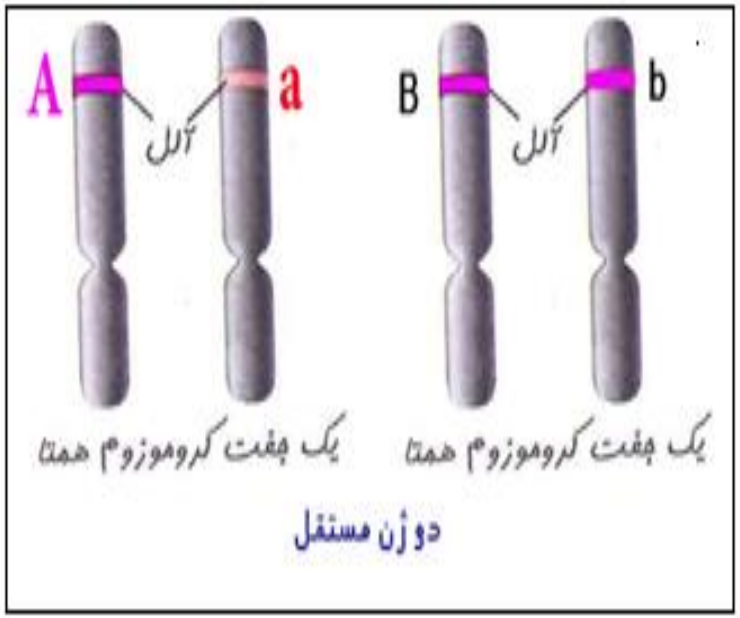
- در میوز ۱، هنگام جفت شدن کروموزوم های(فام تن های) همتا(پروفاز ۱) و ایجاد تترادها(چهارتایه ها)، ممکن است قطعه ای از کروموزوم (فام تن)بین **کروماتیدهای**(فامینک های) **غیرخواهری** مبادله شود. این پدیده را کراسینگ اوریا چلیپایی شدن می گویند.

نوترکیبی (علت ایجاد نوترکیبی: کراسینگ اور)

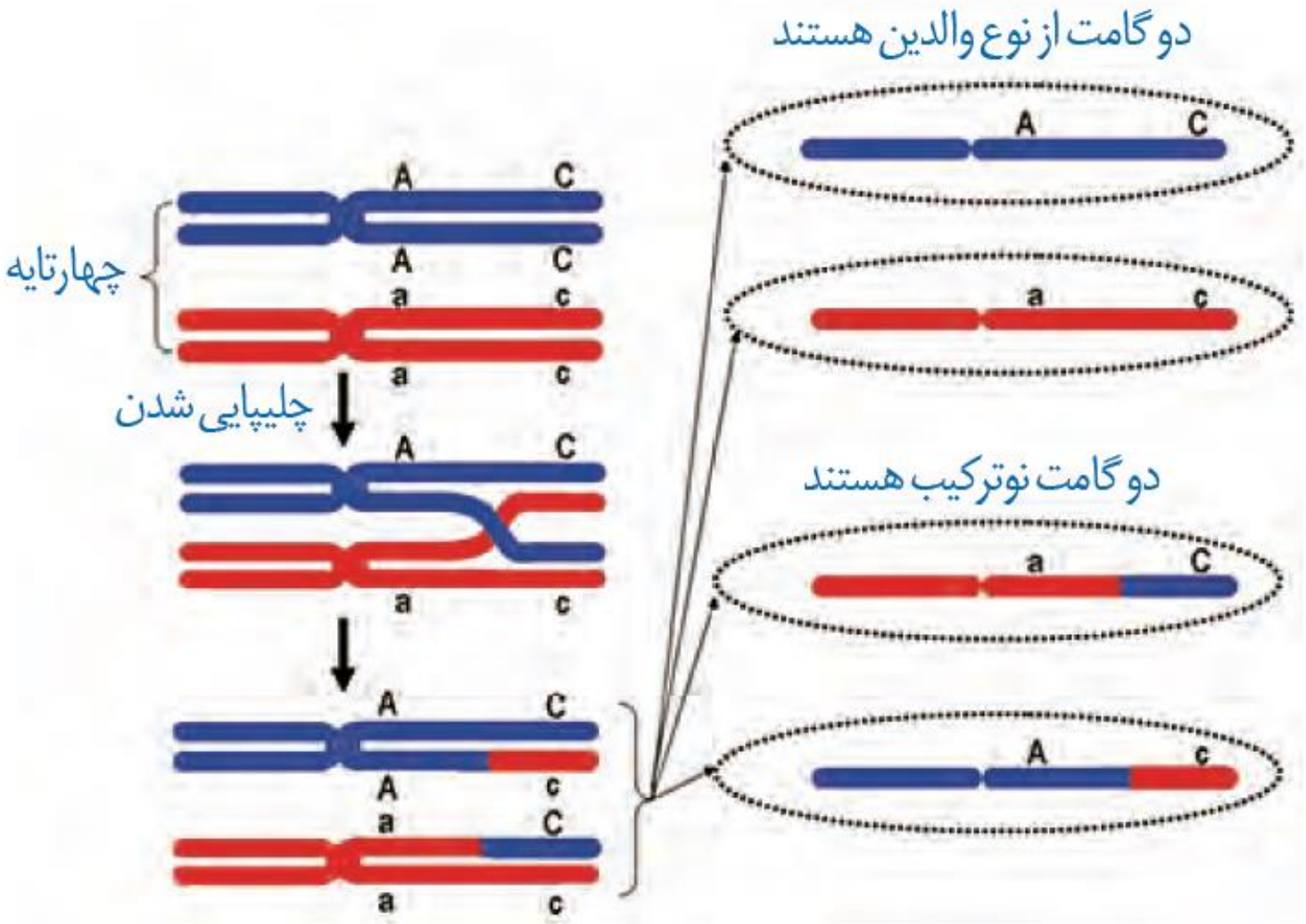
- اگر قطعات مبادله شده حاوی **الل های(دگره های) متفاوتی** باشند، **ترکیب جدیدی** از الل ها(دگره ها) در این دو کروماتید(فامینک) به وجود می آید و به آنها **کروماتید های(فامینک های) نوترکیب** می گویند.
- از **میان گامت ها**، آنهایی که کروماتید های (فامینک های) نوترکیب را دریافت می کنند، **گامت نوترکیب** نامیده می شوند.


A
B
A
B
a
b
a
b

دو ژن پیوسته


A
a
آلل
B
b
آلل
یک جفت کروموزوم همتا
یک جفت کروموزوم همتا
دو ژن مستقل

کراسینگ اور


دو گامت از نوع والدین هستند
چهارتایه
چلیپایی شدن
دو گامت نوترکیب هستند
A
C
a
c

نکات کراسینگ اور

- این پدیده می تواند **ترکیب جدیدی از آلل ها** (نوترکیبی) را به وجود آورد به شرط آن که :
  - **ژن های به وجود آورندهٔ صفات به یکدیگر پیوسته باشند نه مستقل**
  - **حداقل دو صفت مورد بررسی آلل های ناخالص داشته باشند.**
- کراسینگ اور جهش محسوب نمی شود.
- در حین کراسینگ اور پیوندهای فسفودی استر شکسته و تشکیل میشوند.

- در جهش جابه جایی تبادل قطعه می تواند بین کروماتیدهای غیر خواهری در کروموزوم های غیر همتا رخ دهد.
- چون تبادل قطعه دو طرفه است، میزان نوکلئوتیدهای یک کروموزوم افزایش پیدا نمی کند.

مثال :در فردی ژنوتیپ AC/ac مشاهده می شود انواع گامتها را بدون انجام کراسینگ اور و با انجام کراسینگ اور نشان دهید .

- بدون انجام کراسینگ اور گامتها شامل : ac و AC می باشد
- در صورت انجام کراسینگ اور گامتها شامل: ac و AC وAc و Ac می باشد یعنی ژنهای پیوسته با کراسینگ اور، **رفتاری مانند وقتی که مستقل هستند** از خود نشان می دهند.
- جاندارانی که میوز انجام نمی دهند و با میتوز افزایش می یابند :تولید مثل جنسی ندارند، توانایی تولید گامت و لقاح و نوترکیبی ندارند، کراسینگ اور هم ندارند
  - دقت کنید : زنبور عسل نر، میوز ندارد اما تولید مثل جنسی دارد.
  - دقت کنید : گیاهان گلدار با میوز خود سلول هایی (هاگ نر و ماده)را به وجود می آورند که در ایجاد گامت ها با میتوز دخالت دارند.

اهمیت ناخالص ها

مفهوم : افراد ناخالص موجب حفظ تنوع میشوند و هیچ آللی از جمعیت حذف نمی گردد.

اهمیت ناخالص ها در حفظ گوناگونی را می توان به وسیلهٔ بیماری کم خونی (آنمی)ناشی از گویچه های قرمز داسی شکل نیز نشان داد.

افراد مبتلا به بیماری گویچه های قرمز داسی شکل ژنوتیپ $Hb^S Hb^S$ دارند و در سنین پایین معمولاً می میرند

ژنوتیپ ناخالص ها $Hb^A Hb^S$ وضع بهتری دارند. گویچه های قرمز آنها فقط هنگامی داسی شکل می شوند که مقدار اکسیژن محیط کم باشد.

اهمیت ناخالص ها (Aa)

- فراوانی اللی Hb^S در مناطقی که مالاریا شایع است بسیار بیشتر از سایر مناطق است.
- افرادی که گویچه سالم یعنی Hb^AHb^Aهستند، در معرض خطر ابتلا به مالاریا قرار دارند.
- این انگل(نوعی تک یاخته) نمی تواند در افراد(ناخالص) Hb^AHb^S سبب بیماری شود چون وقتی این گویچه ها را آلوده می کند، شکل آنها داسی شکل می شود و انگل می میرد. پس افراد در برابر مالاریا مقاوم اند.
- بنابراین، وجود الل Hb^S در این منطقه باعث بقای جمعیت می شود. حال آنکه در سایر مناطق الل مطلوبی نیست. این مثال، مثال خوبی است که نشان می دهد شرایط محیط، تعیین کنندهٔ صفتی است که حفظ می شود.

نکات تکمیلی

- افراد با فنوتیپ سالم و ژنوتیپ خالص غالب به دلیل مالاریا می میرند و فراوانی آلل« Hb^A »کاهش مییابد.
- افراد با فنوتیپ بیمار (ژنوتیپ خالص و حاوی هر دو آللِ مغلوب) بر اثر بیماریِ کم خونیِ داسی شکل در سنین پایین می میرند.
- افراد ناخالص و به عبارتی ناقل بیماری، در برابر مالاریا مقاومند و زنده می مانند، وجود آلل Hb^S در مناطق مالاریاخیز موجب بقای جمعیت می شود .
- عامل مالاریا افراد با هر سه نوع ژنوتیپ را آلوده می کند، اما فقط افراد با ژنوتیپ خالصِ غالب در اثر این بیماری می میرند.

نکات تکمیلی

عوامل افزایندهٔ تنوع در جمعیت ها	جهش و شارش در جمعیتِ مقصد
عوامل کاهندهٔ تنوع در جمعیت ها	انتخاب طبیعی ،رانش، شارش در جمعیت مبدا و آمیزش غیر تصادفی
عوامل حفظ کنندهٔ تنوع در جمعیت ها	گوناگونی آللی در گامتها، نوترکیبی و اهمیت ناخالص ها

در پناه خداوند متعال سلامت ، موفق و عاقبت بخیر باشید.

حاجی ولیئی – همدان