

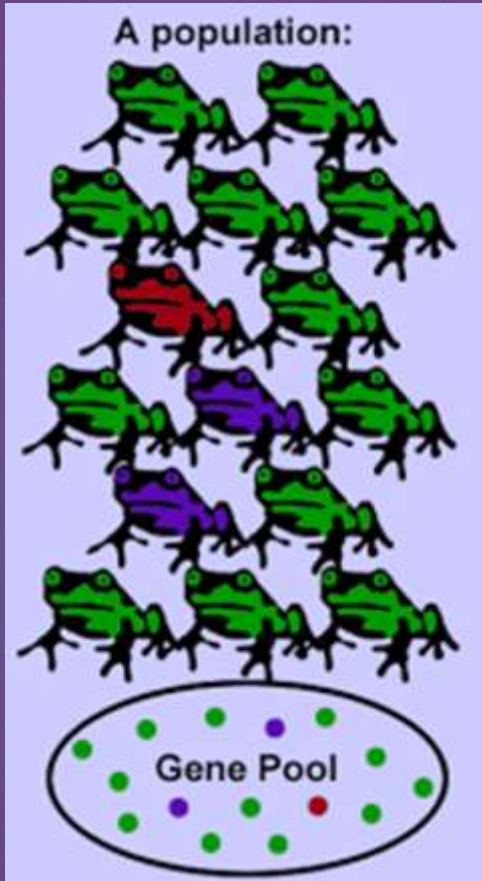
مفهوم جمعیت، تکامل جمعیت، عوامل تکامل خرد

استاد بارانی

بین فرد و گونه سطحی وجود دارد که در نظر متخصصین علم تکامل و تنوع دارای اهمیت است و با واژه **جمعیت** مشخص می شود. گاهی تکامل را به صورت تغییر در تشکیلات ژنتیکی جمعیت ها تعریف می کنند. این تحولات ژنتیکی به صور مختلف ظاهر می شوند و مطالعه همین تحولات فنوتیپی است که نیاز اکثر نظریه های تکاملی است

**جمعیت عبارت است از افراد یک گونه موجود زنده که دارای خزانه ژنتیکی مشترک باشند و در یک منطقه زندگی کنند. عوامل تغییر دهند ژنتیک جمعیت ها عبارتند از مهاجرت طبیعی، رانش ژنی، موتاسیون و انتخاب طبیعی.**

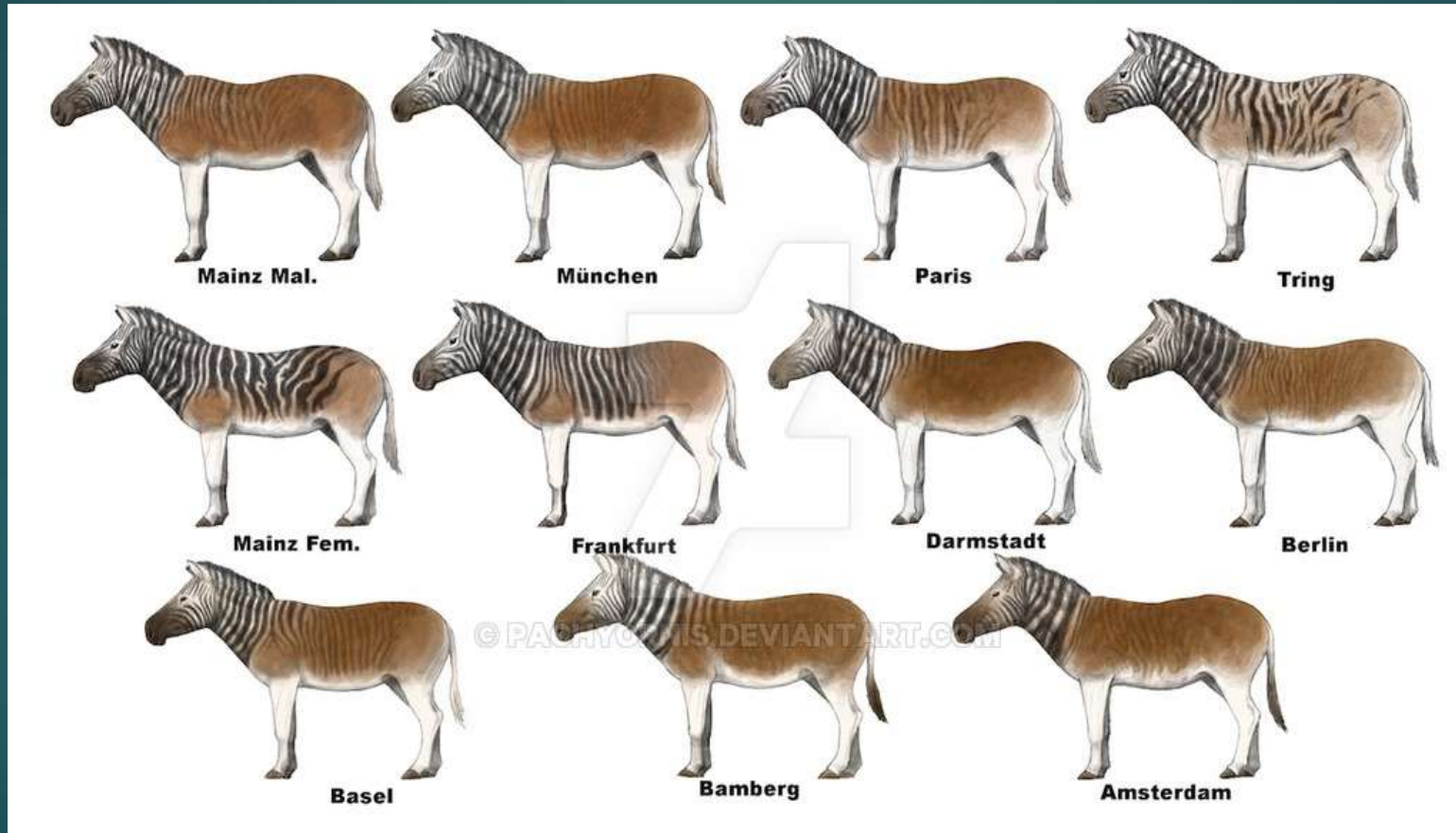
# Evolution of populations



The gene pool is the set of all genes, or genetic information, in any population, usually of a particular species.

- ▶ افراد یک جمعیت معمولا اختلافاتی با یکدیگر دارند، برخی از این تفاوت ها در مشخصات بیرونی مانند رنگ مو یا چشم، گروهی به خواص فیزیولوژیکی محدود می شوند مانند گروههای خونی. در هر حال منشا این تفاوت ها اختلاف در ساختار ژنتیکی افراد است. از همه این تفاوت ها با عبارت چندریختی یا پلی مورفیسم یاد می کنند. تعداد آلل های یک ژن ممکن است از چند عدد تا چند صد عدد نیز برسد و علت پیدایش پلی مورفیسم ژنی نیز ظهور آلل های مختلف برای ژن ها است. جهت محاسبه و برآورد چند ریختی ژنتیکی در هر جمعیت هم می توان اشکال مختلف پروتئین ویژه مانند آنزیم ها که هریک از آن اشکال شامل توالی های اسید آمینه ای اندکی متفاوت هستند و توسط آلل های متفاوت رمز دار می افراد یک جمعیت برآورد مستقیمی از DNA شوند و یا با تعیین تناوب نوکلئوتید ها در چند ریختی ژنتیکی داشت.

# Genetic variation in population



# تکامل خرد Microevolution

► به وقوع تغییرات در فراوانی آلل ها یا ژنوتیپ ها از نسلی به نسل دیگر درون یک جمعیت تکامل خرد می گویند.

زیرا این تکامل منجر به تغییرات کم یا کوچکی می شود که معمولاً طی نسل های اندکی رخ می دهد.  
۵ عامل باعث تکامل خرد می شود که به آنها می پردازیم.

## Microevolution

- Evolution within a population
  - Small changes over a few generations
- Result from 5 microevolutionary processes:
  1. nonrandom mating
  2. mutation
  3. genetic drift
  4. gene flow
  5. natural selection

## موتاسیون (جهش)

- ▶ وقوع جهش گوناگونی ژنتیکی در جمعیت را افزایش می دهد.
- ▶ جهش جدیدی که به سلول های جنسی (گامت ها) رخ می دهد، به دلیل جانشین شدن آللی با آلل دیگر بلافاصله باعث بروز تغییراتی در خزانه ژنی یک جمعیت می شود. مثلا جهشی که باعث می شود تا یک گیاه گل سفیدی گامت هایی با الل غالب گل قرمز ایجاد کند، بسامد آلل  $a$  را درون یک جمعیت کاهش می دهد و در عوض بر بسامد آللی  $A$  می افزاید. با این حال جهش به تنهایی تغییرات کمی فراوانی بر یک جمعیت بزرگ در یک نسل واحد ندارد. زیرا جهش در هر جایگاه ژنی مشخص پدیده ای نادر است.
- ▶ جهش منبع اصلی تفاوت های ژنتیکی است که به عنوان ماده خام برای گزینش طبیعی عمل می کند.

# Mutation

## Mutations Alter Allele Frequencies

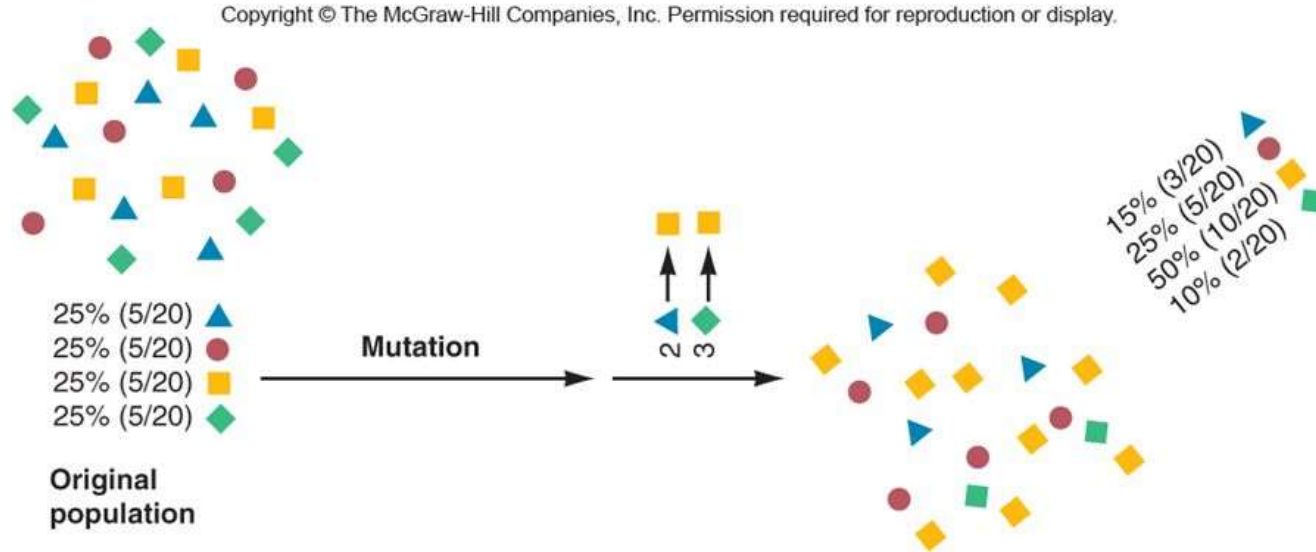


Figure 15.9



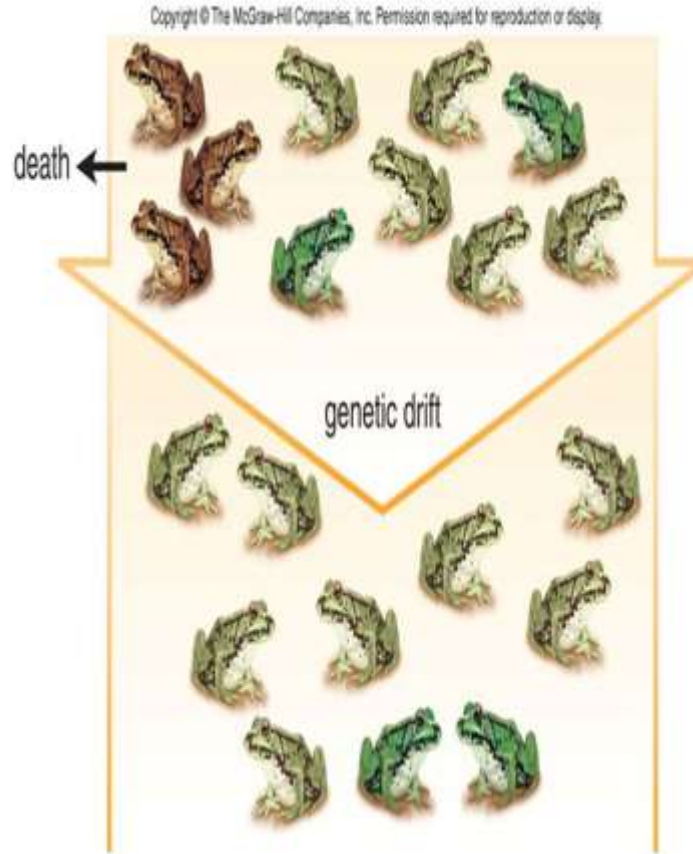
## رانس ژنتیکی

یکی از مهم ترین عوامل موثر بر ترکیب و تنوع ژنتیکی است و اساس آن مربوط به کم بودن تعداد افراد جمعیت است. اگر یک جمعیت فقط شامل افراد اندکی باشد، درصدی از آلل ها که دارای فرکانس کمی هستند، ممکن است کاملاً به دلیل پیامدهای اتفاقی حذف شوند که چنین حادثه ای اغلب برای یک جمعیت بزرگ رخ نمی دهد. به **تغییرات تکاملی تصادفی در جمعیت های کوچک رانس ژنتیکی** می گویند. رانس ژنتیکی فرکانس های آلی یک جمعیت را از نسلی به نسل دیگر تغییر می دهد. یک آلل چه سودمند و چه مضر و چه بی فایده باشد می تواند بطور اتفاقی حذف شود. از همین طریق رانس ژنتیکی می تواند تفاوت های ژنتیکی بین جمعیت های مختلف را افزایش دهد.

# Genetic drift

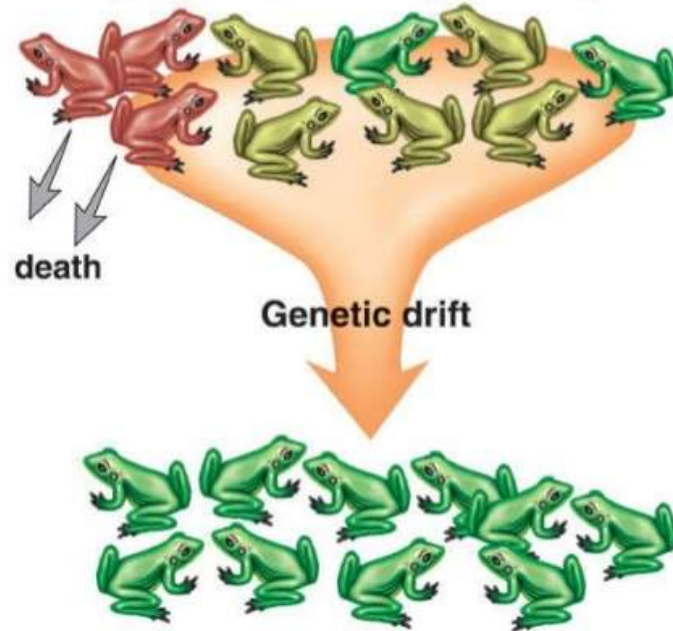
## Genetic Drift

- By random chance, the brown frogs die
- Their genes are thus unable to be passed to the next generation
- Thus the gray and greens are the only ones able to mate and pass on genes.
- Variation is thereby decreased



# Genetic drift

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



▶ اصولاً دو عامل اساسی باعث ایجاد رانش ژنتیکی می شود:

▶ الف - اثر تنگنا

▶ به دلیل نوسانات محیطی مانند کاهش ناگهانی مواد غذایی یا بروز نوعی بیماری یک جمعیت ممکن است به صورت دوره ای کاهش سریع و قابل توجهی در شمار افراد خود حاصل کند و در واقع از تنگنای ژنتیکی عبور کند و طی آن رانش ژنتیکی بر جمعیت کوچک اثر می گذارد.

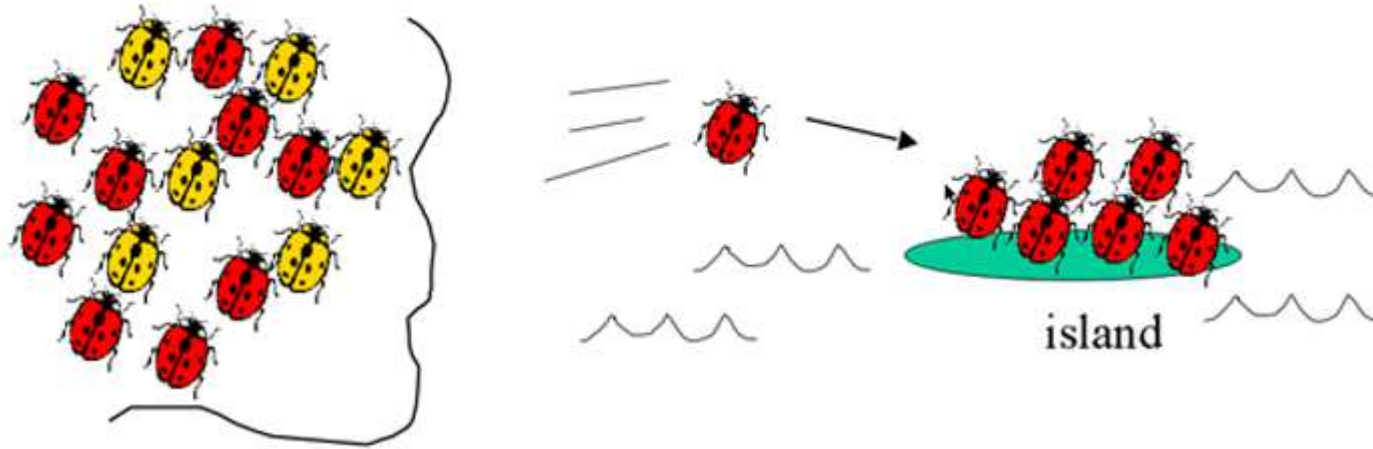
▶ تصور می شود تنگنای ژنتیکی که در پایان دوره یخچالی یعنی ۱۰۰۰ سال پیش رخ داده است گوناگونی ژنتیکی در یوزپلنگ ها (چیتاها) را کم کرده است. شاید در آن زمان یوزپلنگ ها به علت شکار انسان ها در معرض انقراض قرار گرفته اند و در نتیجه امروزه جمعیت های آن ها از نظر ژنتیکی تقریباً همگون هستند.

## ▶ اثر بنیانگذار

▶ وقتی تنها یک فرد یا شمار اندکی از افراد یک جمعیت بزرگ یک کلنی را تشکیل می دهد یا بنیانگذاری کنند با خود تنها مقدار کمی از گوناگونی ژنتیکی موجود در جمعیت اولیه را حمل می کنند.

▶ مردم فنلاند نمایانگر اثر بنیانگذار هستند. بررسی DNA جمعیت فنلاندی ها و دیگر جمعیت های اروپایی نشان داد فنلاندی ها گوناگونی ژنتیکی بسیار کمتری را نسبت به سایر اروپاییان نشان می دهند. این فرضیه جدا ماندن جمعیت فنلادی ها را حدود ۴۰۰۰ سال پیش به دلیل وضعیت جغرافیایی و آب و هوایی تایید می کند به طوری که آنها از نسل های گروه کوچکی از مردم اروپا هستند که جدا مانده اند.

- **founder effect:** a few individuals from a population start a new population with a different allele frequency than the original population



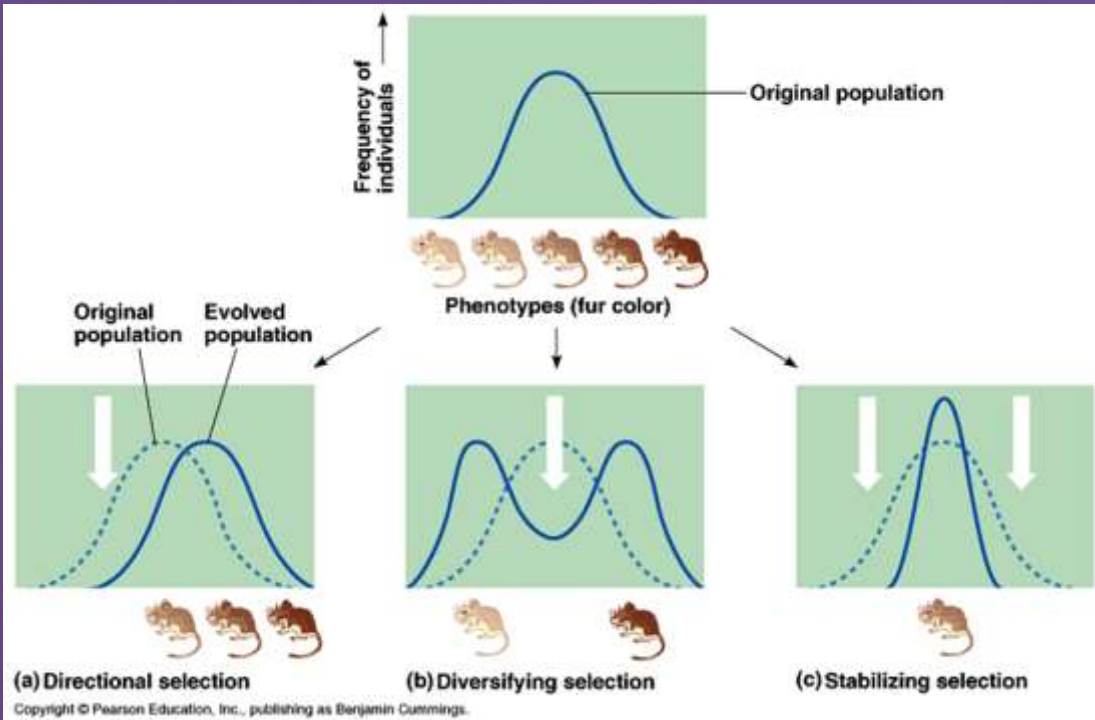
# گزینش طبیعی

▶ گزینش طبیعی Natural selection یک مکانیسم تکاملی است که برای نخستین بار به وسیله داروین کشف شد و توسط آن گروهی از افراد یک جمعیت از طریق سازش های برتر با محیط توان ماندگاری و زادآوری بیشتری را دارا می شوند.

▶ گزینش طبیعی بر فنوتیپ موجودات تاثیر می گذارد.

▶ گزینش طبیعی بر فنوتیپ اثر می گذارد و ازین طریق بر ژنوتیپ که بیانگر برهم کنش تمامی آلل های موجود است اثر می گذارد.

▶ معمولا صفات از توزیع نرمال پیروی کرده و با منحنی زنگوله ای نشان داده می شوند. محدوده فنوتیپ ها با بیشترین تمرکز افراد جمعیت در مرکز و فنوتیپ های کمتر در دو انتها قرار دارند.



۳ نوع مختلف از گزینش طبیعی که موجب بروز تغییراتی در توزیع نرمال فنوتیپ ها می شود عبارتند از: ▶

Stabilizing natural selection

▶ گزینش طبیعی استوار کننده

directional natural selection

▶ گزینش طبیعی جهت دار

disruptive natural selection

▶ گزینش طبیعی متلاشی کننده



## گزینش طبیعی استوار کننده

▶ هرگاه جمعیتی به مدتی طولانی در محیطی استقرار یابد، نوعی تعادل بین ساختار ژنتیکی جمعیت و شرایط محیطی برقرار می شود. اگر شرایط زیست محیطی در این ناحیه ثبات و یکنواختی خود را حفظ کند، جمعیت در معرض گزینش طبیعی استوار کننده قرار خواهد گرفت. چنین جمعیتی در طول نسل ها دایما در معرض جهش ها، مهاجرت و نوترکیبی های جدید قرار می گیرد که برخی از این تغییرات ویژگی ها و صفات افراد را در فاصله بیشتری از فنوتیپ حد میانگین واقع می سازد. در واقع گزینش استوار کننده بر ضد فنوتیپ های افراطی عمل می کند و سبب گزینش فنوتیپ حد واسط خواهد شد.

▶ بعنوان مثال وزن نوزادان انسانی تحت تاثیر گزینش طبیعی استوار کننده است به طوری که نوزادان با وزن متوسط احتمال ماندگاری بیشتری نسبت به نوزادانی که فاصله آنها از حد میانگین بیشتر است دارند ( یعنی نوزادان خیلی کوچک یا خیلی بزرگ درصد بالایی از مرگ و میر را نشان میدهند).

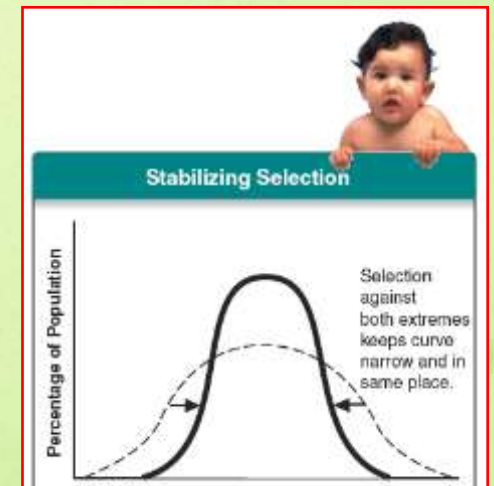
# EXAMPLE OF STABILIZING SELECTION



**Human babies born with low birth weight are less likely to survive.**

**Babies born too large have difficulty being born.**

**Average size babies are selected for.**

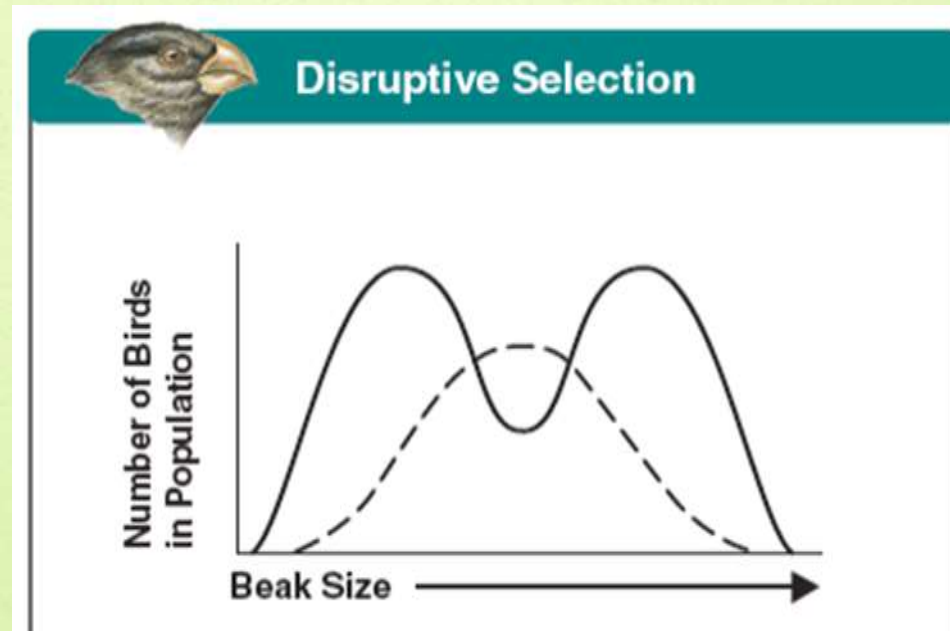


## گزینش طبیعی متلاشی کننده

- گاهی شرایط زیست محیطی متغیر ممکن است ۲ یا چند فنوتیپ گوناگون را به بهای حذف حد واسط قدیمی برگزیند. ممکن است بیش از یک فنوتیپ در محیط جدید برگزیده شود. گزینش طبیعی متلاشی کننده شکل ویژه ای از گزینش پیشبرنده است که در آن گرایش به جهات متعدد بیش از فقط یک جهت است.
- این گزینش باعث واگرایی یا جدا افتادگی گروههای مجزایی از افراد در درون یک جمعیت می شود.
- در جزیره ای از جزایر گالاپاگوس خشکسالی و شرایط جدید تغذیه ای منجر شد تنها منابع غذایی در دسترس سهره هایی که از نظر اندازه و شکل متنوع بودند موریانه ها و دانه های میوه کاکتوس باشد در نتیجه گزینش طبیعی سهره هایی با منقار بلند را برگزید چون امکان استفاده از دانه های میوه کاکتوس را داشتند و سهره هایی با منقار پهن تر نیز ماندگار شدند زیرا می توانستند از حشرات را از پوسته درختان خارج کنند و نتیجتاً سهره هایی با منقار نوک متوسط نرخ ماندگاری کمتر داشتند.

# Disruptive Selection

- Occurs when individuals at the upper and lower ends of the curve have higher fitness than the individuals near the middle. (Figure 11-6, page 333)



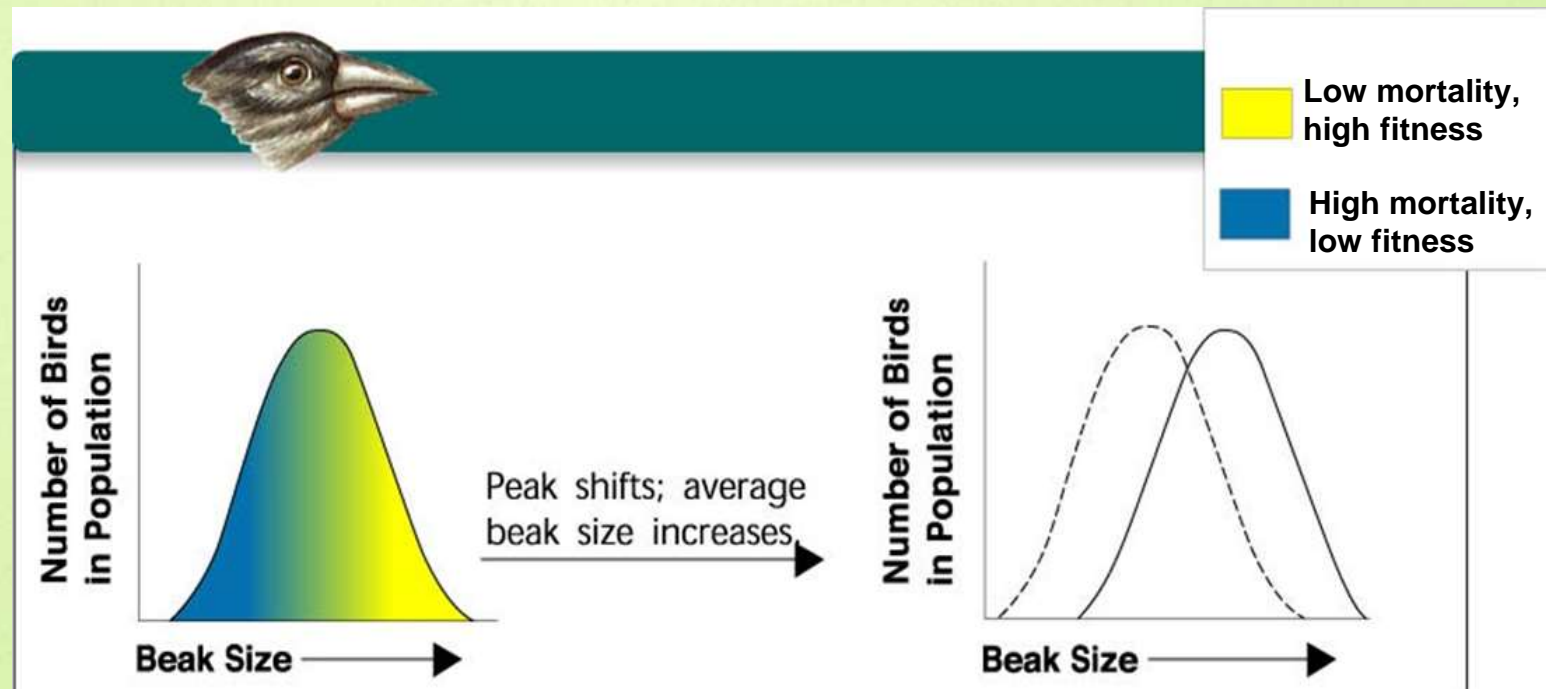
## گزینش طبیعی جهت دار

● گاهی تغییرات زیست محیطی به طور منظم و مستمر در راستای ویژه ای رخ می دهد. در این شرایط گزینش مسیر منظم و جهت داری را به جمعیت تحمیل می کند که چون تغییرات در راستای ویژه ای است آن را جهت دار نیز می نامند. این روند تکاملی فنوتیپ های واقع در یکی از دو مرز تجمع را بر می گزیند. پس از نسل های متوالی یک فنوتیپ به تدریج جایگزین می شود. سهره های جزایر گالاپاگوس نیز مثالی از گزینش طبیعی جهت دار هستند. براساس بررسی که بر روی این پرندگان در دهه ۱۹۷۰ پس از دوره خشکسالی صورت گرفت مشاهده بیشتر پرندگان پس از خشکسالی پرندگان بزرگ با منقار های بزرگتر و عمیق تر بودند زیرا در اثر شرایط آب و هوایی شمار حشرات و دانه های کوچک موجود کم شده بود و فقط دانه های بزرگ و قطور به عنوان منبع غذایی باقیمانده بودند. پس از نسل های اندکی این پرندگان بزرگتر در جمعیت دارای زادگان بیشتر می شوند. پس از برطرف شدن خشکسالی گزینش طبیعی با فشار بر جمعیت متناسب با شرایط تغذیه ای جدید و وجود دانه های کوچک فنوتیپ سهره های کوچکتر با منقار های کوچکتر را برگزید.

# Directional Selection

- Occurs when individuals at one end of the curve have a higher fitness than the individuals in the middle or at the other end. It causes the entire curve to move.

(Figure 11-3, page 331)

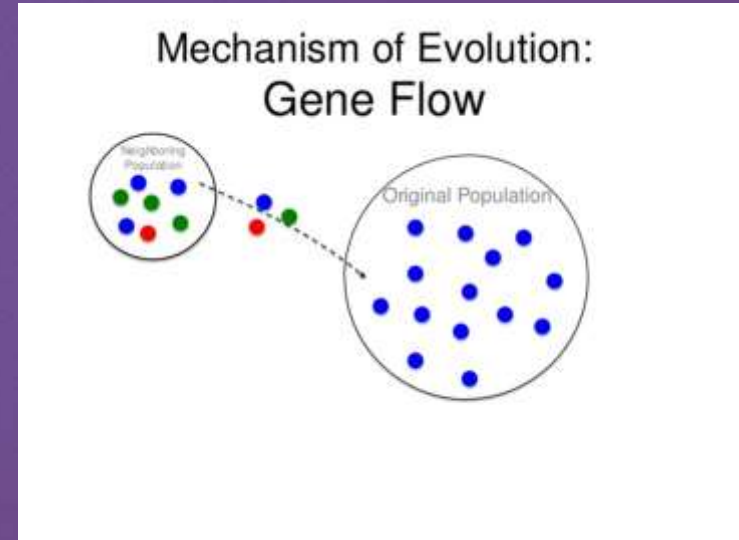
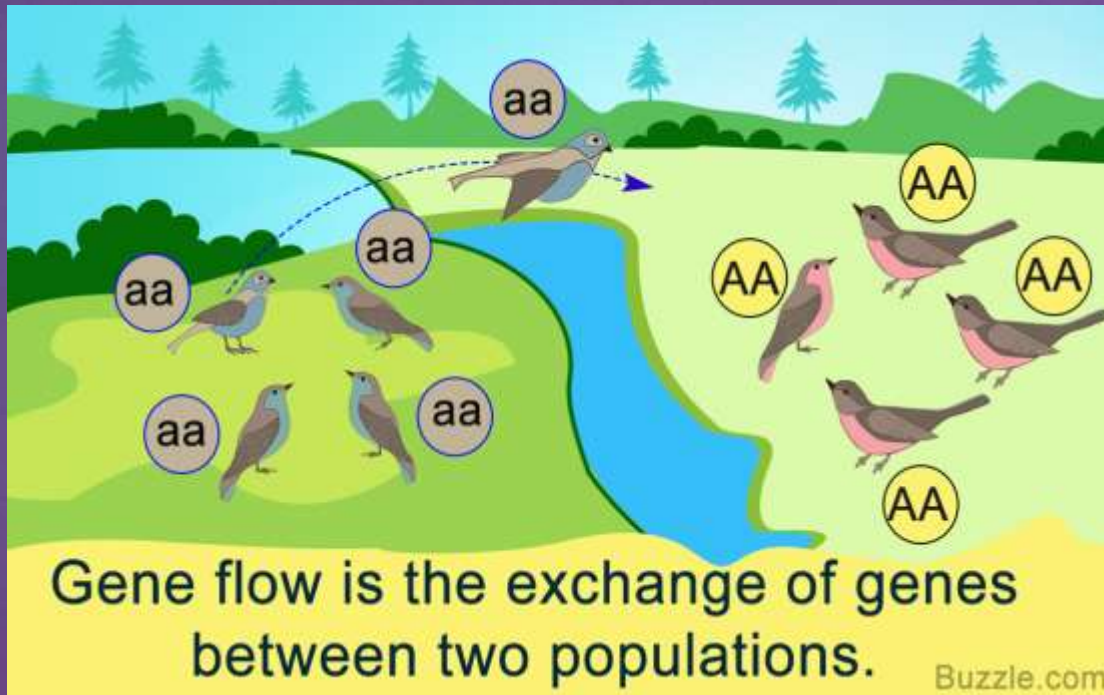


# شارش ژنی

شارش ژنی معمولاً گوناگونی ژنتیکی درون یک جمعیت را افزایش می دهد.

▶ افراد یک جمعیت با مهاجرت به خارج **emigration** آن جمعیت را ترک می کنند و با مهاجرت به داخل **immigration** افراد جدید به درون آن راه می یابند. از هر دو طریق بسامد آلی می تواند تغییر کند این شارش فیزیکی آلی ها یا شارش ژنی معمولاً میزان گوناگونی ژنتیکی را در داخل جمعیت افزایش می دهد.

▶ هرگاه شارش ژنی دایمی بین دو جمعیت باشد به مرور تفاوت های ژنتیکی آن دو باهم مبادله شده و در نهایت دو جمعیت از نظر ژنتیکی بیشتر به هم شباهت می یابند.



# جفت گیری غیر تصادفی

▶ وقتی افراد جفت خود را بر پایه فنوتیپ و بنابراین ژنوتیپ های مناسب بر می گزینند موجبات بروز تغییرات تکاملی در جمعیت را فراهم می سازند. دو مورد جفت گیری از نوع غیر تصادفی وجود دارد: ۱

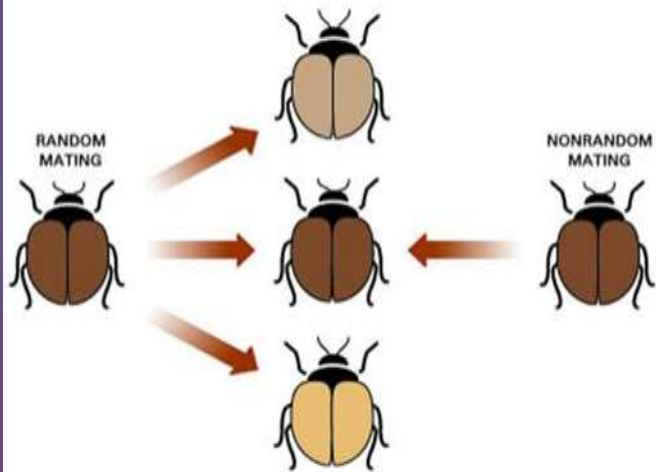
▶ - جفت گیری بین خودی، ۲- جفت گیری جور

▶ الف- **جفت گیری بین خودی**: جفت گیری افرادی از جمعیت که دارای شباهت های ژنتیکی هستند و خویشاوندی نزدیکی باهم دارند (همسایگان نزدیک خود) و جفت خود را کمتر بطور تصادفی بر میگزینند (کمتر با اعضای دور جمعیت آمیزش می کنند) جفت گیری بین خودی گویند. در این نوع جفت گیری شمار **هموزیگوت** ها در هر نسل متوالی افزایش می یابد.



► **ب-جفت گیری جور.** در این نوع جفت گیری افراد جفت های خود را به دلیل فنوتیپ های ویژه بر می گزینند. این جفت گیری نیز مانند نوع بین خودی شمار **هموزیگوت** ها را افزایش می دهد اما در مجموع بسامد های آللی (فراوانی آللی) را در جمعیت تغییر نمی دهد. به دلیل ایجاد تغییر در بسامد های ژنوتیپ ها از طریق جفت گیری تصادفی جمعیت ها تکامل می یابند. مثال این نوع جفت گیری در انسان ها است که مرد ها و زن ها تمایل به ازدواج با افرادی را نشان می دهند که از نظر ویژگی های ژنوتیپی مانند بلندی قد، نژاد یا هوش شبیه به خودشان باشند. نمونه دیگر در مگس سرکه است که در آزمایشی ۲ فنوتیپ دارای موهای زبر کم و پشت و پرپشت را برگزیدند و مشاهده کردند مگس ها ترجیحا با فنوتیپ های مشابه خود جفت گیری می کنند.

## Non-Random Mating



- In nature, no species truly mates randomly.
- There is always a preference-usually with a mate that has similar genes.
- **Selfish gene** - a concept that individuals care more for others with similar genes.