



فصل ۲

تغییر در اطلاعات وراثتی

جزوه تکمیلی فصل ۴ زیست شناسی ۳ دوازدهم

نظریه ی دووریس

در اوایل قرن بیستم یک دانشمند هلندی به نام دووریس نظریه ی جهش را ارائه داد. دووریس معتقد بود، صفاتی بطور ناگهانی در یک فرد ظاهر می شوند و این صفات قابل انتقال به نسل های بعدی نیز هستند. جاندارانی را که در آن ها صفات جدید بوجود می آید در اصطلاح جهش یافته می نامند. صفات جدیدی که در یک جهش بوجود می آیند اغلب مضر هستند و سبب نابودی جاندار می شوند، گاهی به ندرت در یک جهش صفات مفیدی هم ظاهر می شدند. جاندارانی که در آن ها یک یا چند صفت مفید ظاهر می شود. نسبت به هموعان خود سازگاری بیشتری با محیط پیدا می کنند و رفته رفته تعداد آن ها در محیط افزایش پیدا می کند.

مفاهیم

جهش (موتاسیون): تغییر پایدار در ماده ژنتیک. یعنی تغییری که در نسل های بعدی سلول یا جاندار محفوظ می ماند.

جهش یافته: ژن، سلول یا جاندار که جهش در آن انجام گرفته باشد.

جهش زایی هدف دار: انواع روش های آزمایشگاهی که بر اثر آنها تغییر دلخواه در مولکول DNA حاصل می شود.

جهش های القایی: جهش هایی که بر اثر بکار گیری مواد جهش زا بوجود می آیند.

جهش های خود به خودی: جهش هایی که بر اثر عوامل و شرایط روزمره زندگی جاندار رخ می دهد. مانند اشتباهات همانند سازی یا تابش

فرابنفش خورشید. روزانه حدود ۱۰۰ گروه آمین از **سیتوزین** در هر سلول انسان حذف می شود و تبدیل به **یوراسیل** می شود. و نرخ روزانه

حذف گروه پورین که نوع دیگر جهش خود بخودی است حدود ۵۰۰۰ در هر سلول است. اغلب این جهش ها پایدار نیستند و ترمیم می

شوند. نرخ جهش در پروکاریوت ها و یوکاریوت ها یک نوکلئوتید در هر 10^9 تا 10^{10} نوکلئوتید در هر چرخه سلولی پس از ترمیم است.

جهش های بزرگ یا ناهنجاری کروموزومی: جهش هایی که تاثیرشان با میکروسکوپ نوری قابل تشخیص است. (ناهنجاری عددی و یا

ساختاری کروموزوم)

جهش های افزایشی یا اضافه: جهش هایی که باعث اضافه شدن یک یا بیش از یک جفت نوکلئوتید می شود.

جهش های کوچک: جهش هایی که تاثیرشان با میکروسکوپ نوری قابل تشخیص نیست.

جهش های نقطه ای: جهش هایی که باعث حذف، اضافه شدن یا تغییر یک جفت نوکلئوتید می شوند.

جهش های حذفی: جهش هایی که باعث حذف یک یا بیش از یک جفت نوکلئوتید می شوند.

جهش های ساختاری: جهش هایی که در بخش رمز گردان ژن رخ می دهند. زیرا باعث تغییر در توالی آمینو اسید های مولکول پروتئین

می شوند. تغییر در توالی **t RNA** و **r RNA** هم جهش ساختاری محسوب می شود.

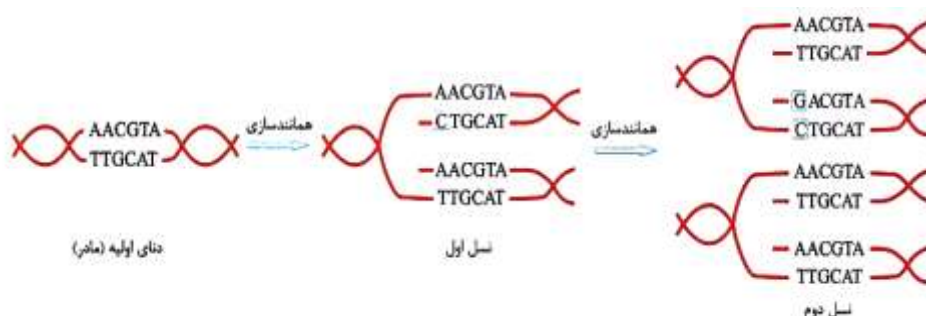
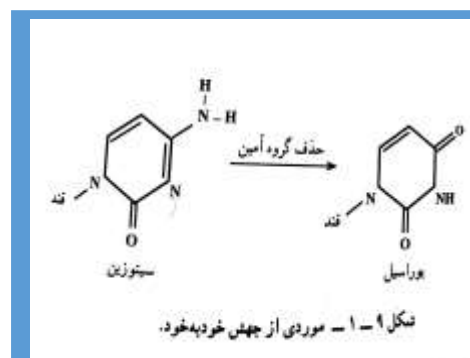
جهش های تغییر چارچوب: جهش هایی که بر اثر حذف یا اضافه شدن نوکلئوتید ها ممکن است رخ دهد و باعث تغییر در ماهیت رمز ها از جایگاه جهش تا انتهای بخش رمز گردان ژن می شوند.

جهش از طریق کدام سلول ها به نسل بعد منتقل می شود؟ بستگی به نوع تولید مثل جاندار دارد. (جنسی یا غیر جنسی)

در موجوداتی که از راه **جنسی** تولید مثل می کنند، جهش های سلول های جنسی به نسل بعد می روند. و جهش سلول های پیکری آنها در دودمان همان سلول در خود فرد جهش یافته تاثیر می گذارند.

در موجوداتی که از راه **غیر جنسی** تولید مثل می کنند، جهش سلول پیکری به نسل بعد منتقل میشود. مانند تولید مثل رویش گیاهان. آیا جهش سلول پیکری می تواند از طریق سلول جنسی به نسل بعد منتقل گردد؟ جواب مثبت است. در مواردی امکان دارد.

جهش پایدار و ناپایدار را با رسم طرحی نشان دهید؟ آیا جهش حتما به سلول دختر منتقل می شود؟ خیر



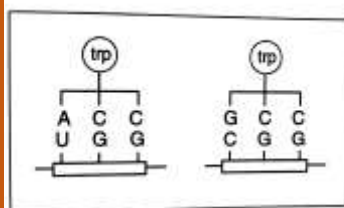
بر اثر ماده جهش زای **اسید نیتر (HNO₂)** جفت نوکلئوتید **A/T** جایگزین **G/C** می شود. **اثر مستقیم اسید نیتر حذف گروه آمین از C**

است که آن را به U تبدیل می کند. جفت نوکلئوتید **G/U** پایدار نیست. پس از یک دور همانند سازی جفت نوکلئوتید **A/U** در جایگاه جهش یافته در یکی از سلول های دختر حاصل می شود. این جفت نوکلئوتید نیز پایدار نخواهد بود زیرا **U** نوکلئوتید مرسوم نیست. پس از یک

دور دیگر همانند سازی، جفت نوکلئوتید **A/T** در یکی از سلول های دختر ظاهر می شود. رابطه بین **A** و **T** صحیح است و اینها جفت نوکلئوتید پایدار را تشکیل می دهد. بنابراین پس از دو دور همانند سازی بعد از اثر اولیه اسید نیتر **A/T**، جایگزین **G/C** شده است.

آیا همواره پروتئین جهش یافته محصول رنای پیک جهش یافته است؟

جواب منفی است



شکل ۱۳-۶ اشتباه در ترجمه بر اثر وقوع جهش در آنتی کدون یک tRNA. آنتی کدون tRNA مربوط به تریپتوفان، ACC است که کدون UGG را شناسایی می‌کند. اگر A به G تبدیل شود، آنگاه کدون CCG که مربوط به آرژینین است شناسایی می‌شود و تریپتوفان به جای آرژینین وارد پروتئین می‌شود.

توجه داشته باشیم که محصول نهایی همه ژنها، پروتئین نیست. ژنهایی که tRNA یا rRNA را کد می‌کنند، از جمله ژنهایی هستند که محصولشان غیر از mRNA است. در چنین مواردی نیز جایگاه نوکلئوتید جهش یافته مهم است. با این حال خاطر نشان می‌سازد که در مورد نوکلئیک اسیدها آنچه که از اهمیت زیادی برخوردار است، خود توالی است. اگر در ناحیه آنتی کدون یک tRNA مثلاً A به G تبدیل می‌شود کدون دیگری در mRNA شناسایی خواهد شد و ترجمه به اشتباه صورت می‌گیرد. هر چند که هر دوی این بازها پورین هستند.

آیا ساختن پروتئین بدون mRNA امکان دارد؟ بلی

بعضی ترکیبات پلی پپتیدی کوچک نظیر گرامیسیدین و تیروسیدین بدون نیاز به mRNA ساخته می‌شوند. البته مکانیسم آن بطور کلی متفاوت از پروتئین سازی است. برای مثال گرامیسیدین یک آنتی بیوتیک پلی پپتیدی به طول ۱۰ آمینواسید می‌باشد، از دو قسمت تشکیل شده است که هر کدام ۵ آمینواسید دارند. برای سنتز این پلی پپتیدها، ابتدا اسیدهای آمینه به یک آنزیم خاصی و سپس به یک AMP متصل و فعال می‌شوند. در مرحله بعد این آمینواسیدهای فعال به یک آمینواسید دیگر متصل می‌شوند و به همین ترتیب سنتز ادامه می‌یابد تا مولکول گرامیسیدین بدست آید.

نکته جالب توجه این است که اگر DNA تک رشته ای در معرض آنتی بیوتیک‌هایی مانند نئومایسین قرار گیرد، می‌تواند نقش mRNA را بازی کند و پروتئین بسازد. حتی DNA تک رشته ای حلقوی نوعی فاژ نیز می‌تواند در حضور آنتی بیوتیک‌ها به عنوان mRNA عمل کند و بنابر این قادر است زنجیره های طولانی پلی پپتید بسازد.

تعمیر یا ترمیم جهش

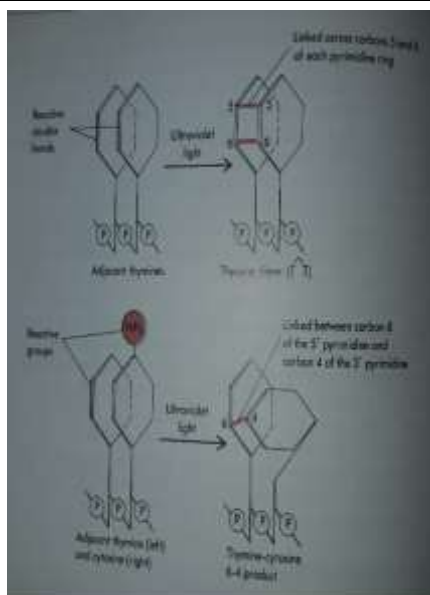
برخی آنزیم‌های ترمیمی اثر جهش زای فرابنفش را خنثی می‌کنند. (یعنی آنزیم‌های تعمیر کننده **دیمر تیمین**).

فعالیت این آنزیم‌ها در افراد با بیماری ژنتیک **اکزودرما پیگمنتوسام** دچار اختلال است. و این بیماران همواره با خطر ابتلا به سرطان پوست مواجه هستند.

با توجه به عوامل جهش زای محیطی مختلف پیرامون ما، تعمیر مولکول دنا یک فرایند فعال می‌باشد.



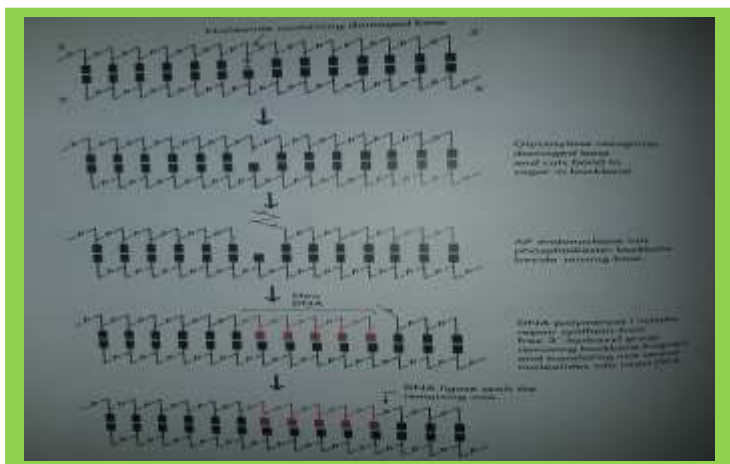
سه مکانیسم مختلف تعمیر (ترمیم) مورد بررسی قرار می‌گیرد.



۱- **فعال سازی نوری:** دایمر تیمین که مانع همانند سازی و رونویسی است باید تعمیر شود. آنزیم خاصی دایمر را شناسایی می کند و به آن متصل می شود. **کمپلکس DNA و آنزیم خاصیت جذب نور دارد.** و در اثر جذب نور واکنش دایمر تیمین در جهت معکوس انجام می شود. و دو باز تیمین که با فرابنفش بهم متصل شده بودند از هم جدا می شوند. اگر به سلول ها فرابنفش تابانده شود و در محل تاریک قرار گیرند، دایمر های تیمین تعمیر نخواهند شد و سلول ها خواهند مرد.

۲- **تعمیر استخراجی:** اگر برای هر تغییر DNA یک آنزیم لازم باشد، آن وقت آنزیم های موثر در تعمیر DNA زیاد می شد. برای حل این مشکل یک سیستم تعمیر غیر اختصاصی شناسایی شده است. نظر به این که این روش با خارج کردن یک قطعه از دنا همراه است به آن **تعمیر استخراجی** می گویند.

۳- **تعمیر دامیناسیون باز های الی:** مثلاً اگر C دامینه شود به U تبدیل می شود و باید تعمیر شود. آنزیم های مختلفی دخیلند. آنزیم **گلیکوزیلاز** باز تغییر یافته را شناسایی و برش می دهد. آنزیم **اندونوکئاز** پیوند فسفودی استر را قطع می کند. آنزیم **DNA پلیمراز** یک قطعه ای را در آنجا تعمیر می کند. آنزیم **لیگاز** محل بریدگی را به هم می چسباند.



رنگ هندوانه (گونه خوراکی آن که *citrullus lanatus* نام دارد) توسط سه ژن مختلف کنترل میشود که هر کدام دو یا سه آللی هستند. یعنی هر سه رنگ زرد و نارنجی و قرمز در این گونه میتواند ایجاد شود.

ژن اول با آلل های C و C ژن دوم با آلل های Y و Y و Y ژن سوم با آلل های I و I

که هر آلل رنگ خاصی را ایجاد میکند و با توجه به رابطه غالب و مغلوبی آنها و اثرات اپیستازی ژنها بر هم، رنگ نهایی هندوانه ایجاد میشود.

هندوانه های زرد به هندوانه های آناناسی معروفند و حاصل جهش در ژن ایجادکننده ی رنگدانه ی لیکوپن هست که در عوض کاروتن ایجاد میشود. و از اول به جای قرمز زرد رنگ هستند و خواص خورشون رو دارند

این هندوانه ها با هندوانه های دستکاری شده ی ژنتیک یا اونهایی که با مواد رنگی آبیاری میشوند متفاوتند.

اختلالات تولید هموگلوبین: دو نوع عمده اختلالات ارثی هموگلوبین در انسان وجود دارد. که عبارتند از هموگلوبینوپاتیها که در آن

زنجیره های پلی پپتیدی غیر طبیعی تولید می شود. و تالاسمی ها که در آنها زنجیره های پلی پپتیدی طبیعی هستند اما به مقدار کاهش یافته ای تولید می شوند که علت آن وجود نقایصی در ناحیه تنظیم کننده ژنهای گلوبین است. تالاسمی آلفا و بتا به ترتیب بوسیله کاهش پلی پپتیدهای آلفا و بتا مشخص می شوند.

بسیاری از هموگلوبین های غیر طبیعی بی خطر هستند. اما برخی دارای تعادل اکسیژن غیر طبیعی هستند و آنمی ایجاد می کنند. مثل هموگلوبین S که باعث داسی شکل شدن گویچه های قرمز می شوند. زیرا در فشار های اکسیژن پایین پلیمریزه می شود. در شخصی

هتروزیگوت نسبی از هموگلوبین های موجود در گردش خون غیر طبیعی و نیم دیگر طبیعی است و به همین دلیل

در فشار اکسیژن پایین و با آلوده شدن به انگل مالاریا داسی شکل می گردند.

شکل مقابل قسمتی از ترکیب آمینواسیدی زنجیر بتای طبیعی انسان و برخی

هموگلوبین های با زنجیر بتای غیر طبیعی را نشان می دهد. هموگلوبین های

مختلف با حروف خاصی مطابق شکل نشان داده می شوند.

Hemoglobin	Positions on β Polypeptide Chain of Hemoglobin									
	1	2	3	6	7	26	63	67	121	146
A (normal)	Val	His	Leu	Glu	Glu	Glu	His	Val	Glu	His
S (sickle cell)				Val						
C				Lys						
G _{San Jose}					Gly					
E						Lys				
M _{Saskatoon}							Tyr			
M _{Minwaukee}								Glu		
O _{Arahe}									Lys	

¹ Other hemoglobins have abnormal α chains. Abnormal hemoglobins that are very similar electrophoretically but differ slightly in composition are indicated by the same letter and a subscript indicating the geographic location where they were first discovered; hence, M_{Saskatoon} and M_{Minwaukee}.

۱- علت بروز (معروف ترین حالت) کم خونی داسی شکل و پیامدهای آن چیست؟

مبتلایان به کم خونی داسی شکل، یک جهش ژنی دارند که طی آن یک جفت از نوکلئوتیدهای ژن مربوط به هموگلوبین دچار تغییر می شود (تغییر در رشته غیرالگو می باشد) که پیامد آن تغییر کدون GAG به GUG می باشد و به این ترتیب به جای آمینواسید گلوتامیک اسید، آمینواسید والین در پروتئین بتاگلوبین هموگلوبین قرار می گیرد.

DNA : G **A** G

C T C $\xrightarrow{\text{رونویسی}}$ mRNA: G **A** G $\xrightarrow{\text{ترجمه}}$ Aminoasid: **Glu** $\longrightarrow$ Normal Hemoglobin

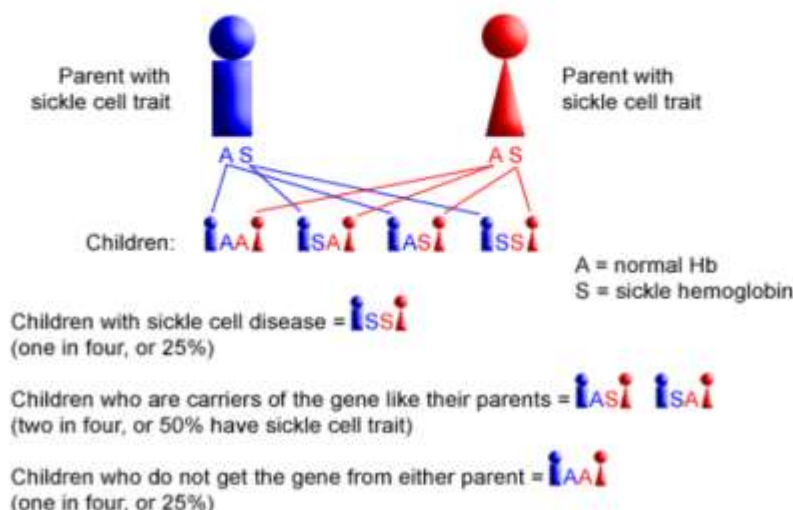
DNA : G **T** G

C A C $\xrightarrow{\text{رونویسی}}$ mRNA: G **U** G $\xrightarrow{\text{ترجمه}}$ Aminoasid: **Val** $\longrightarrow$ Mutant Hemoglobin

تغییر ایجاد شده منجر به پیچ خوردن ساختار هموگلوبین می شود. بتا گلوبین چسبنده تر شده و این حالت موجب می شود تا مولکول های هموگلوبین به یکدیگر چسبیده و فیبرهای سفتی بسازند. این فیبرها به طور پیوسته و طبیعی گلبول های قرمز دیسک مانند را به شکل هلال یا شکل های غیر طبیعی دیگر تغییر می دهند. از پیامدهای این بیماری می توان به درد، خستگی، تخریب اندام ها، تورم در دست ها و پاها، تاخیر در بلوغ، اشکال در تنفس، زود رنجی، سرگیجه و ... اشاره نمود.

در حالت Hbss دو ژن مربوط به بیماری کم خونی داسی شکل از والدین دریافت می شود. حالات دیگری از این بیماری هم وجود دارد.

الگوی وراثتی بیماری کم خونی داسی شکل، اتوزومی مغلوب می باشد.



ایا در باکتری ها هم کراسینگ اوور وجود دارد؟ بلی

باکتریها به ۳ طریق DNA را انتقال می دهند:

۱- ترانسفورماسیون: جذب و برداشت DNA از محیط سیال توسط باکتری

۲- ترانسداکسیون: انتقال ژنهای باکتری توسط یک فاژ (ویروس)

۳- هم یوگی یا کونژوگاسیون: انتقال DNA از یک باکتری به باکتری دیگر از طریق

پیلوس جنسی.

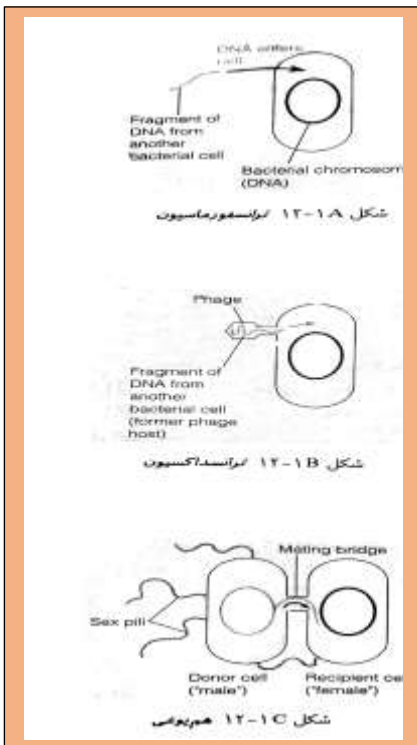
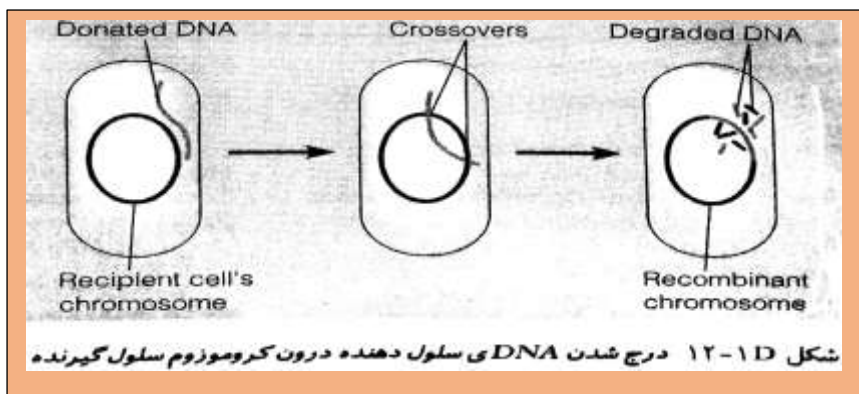
آمیزش باکتری نوعی تولید مثل نیست زیرا به تعداد باکتری افزوده نمی شود.

زمانی که DNA جدید وارد سلول باکتری شد ممکن است بخشی از آن در کروموزوم

سلول گیرنده درج شود. عمل درج با واسطه کراسینگ اور اتفاق می افتد. پس از

کراسینگ اور قطعات اضافی DNA شکسته شده و باکتری گیرنده با کروموزوم

نو ترکیب باقی مانده است.



عوامل تغییر دهنده تعادل جمعیت: جهش - رانش ژنی - شارش ژنی - آمیزش غیر تصادفی (آمیزش انتخابی) - انتخاب طبیعی

همه اینها باعث تغییر فراوانی الل ها در خزانه ژنی یک جمعیت می شوند که اصطلاحا آن را **ریز تکامل (microevolution)**

می گویند. یعنی **تغییر خزانه ژنی یک جمعیت در طول زمان**. به بیان دیگر زمانی که فراوانی نسبی الل ها در یک جمعیت در طول چند

سال تغییر می کند، تکامل در **کوچکترین مقیاس خود روی داده است**.

تعاریف خزانه ژنی:

مجموعه ژنهای یک جمعیت در هر زمان.

مخزنی است که اعضای نسل بعدی جمعیت، ژنهای خود را از آن می گیرند.

مجموع همه الل های همه لوکوس های همه افراد یک جمعیت .

رانش ژنتیکی چیست؟

تغییر تصادفی خزانه ژنی یک جمعیت کوچک. رانش ژنتیکی بیشتر بر جمعیت هایی موثر است که تعداد افراد آن ۱۰۰ یا کمتر باشد.

دو نوع رانش عبارتند از:

۱- **tceffe kcenelttob** اثر گردن بطری یا اثر گذرگاه باریک: در نتیجه وقوع رویدادی است که سبب کاهش شدید اندازه جمعیت می

شود. مانند سیل و زلزله و آتش سوزی و



۲- **tceffe rednuof** یا اثر بنیان گذار: تغییر تصادفی که در خزانه ژنی یک

جمعیت مهاجر کوچک روی می دهد. در حالت شدیدتر تنها یک جانور باردار یا

یک دانه گیاهی ممکن است بنیان گذار جمعیت جدید شوند.

با توجه به شکل رانش فراوانی ال ها را تغییر داده و حتی ممکن است باعث

حذف ال هم شود.

شارش ژنی چیست؟

یعنی کسب یا از دست دادن ال های یک جمعیت به علت جابجایی افراد یا گامت ها.

شارش ژنی زمانی روی می دهد که افراد زایا وارد یک جمعیت شده یا از آن خارج شوند. و یا هنگامی که گامت ها (مثلا دانه گرده که

حاوی گامت نر هستند) از یک جمعیت به جمعیت دیگر انتقال می یابند.

شارش ژنی باعث کاهش اختلاف ژنی بین جمعیت ها می شود. در مورد گونه خودمان (انسان) گاهی اوقات گروه های محلی مختلف از لحاظ تولید مثلی از سایرین جدا شده اند. این جدایی باعث کاهش شارش ژنی گردید و در نتیجه تفاوت های ژنتیکی مشخصی بین مردم نواحی مختلف دنیا بوجود آمد. بازتاب این تفاوت های ژنتیکی ایجاد اختلافات فنوتیپی مثل رنگ پوست و تفاوت های قومی و نژادی می باشد.

سکونت گروه کوچکی از مردم در جزیره ای دور افتاده (نبود شارش) فراوانی ال ناشنوایی وراثتی را بطور غیر طبیعی در آنها بالا برده است. از طرفی مهاجرت و جنگ ها باعث افزایش آمیزش بین گروه های مختلف مردم می شوند (افزایش شارش). امروزه مسافرت های هوایی میزان شارش ژنی را بین جمعیت هایی که از لحاظ جغرافیایی از هم جدا هستند، بیشتر از گذشته کرده است.

تغییر در تعداد کروموزوم ها

مونوپلوئید: جاندار دارای یک سری کروموزوم یا n

هاپلوئید: گامت دارای یک سری کروموزوم یا n

اوپلوئید: جاندار با چند سری کروموزوم مانند $2n$ و $3n$ و.....

آنپلوئیدی: اگر یک یا چند کروموزوم از عدد کروموزومی کم شود یا به آن افزوده گردد..

تریزومی: فرد دیپلوئیدی که یک عدد کروموزوم اضافه دارد.

مونوزومی: فرد دیپلوئیدی که یک عدد کروموزوم کمتری دارد.

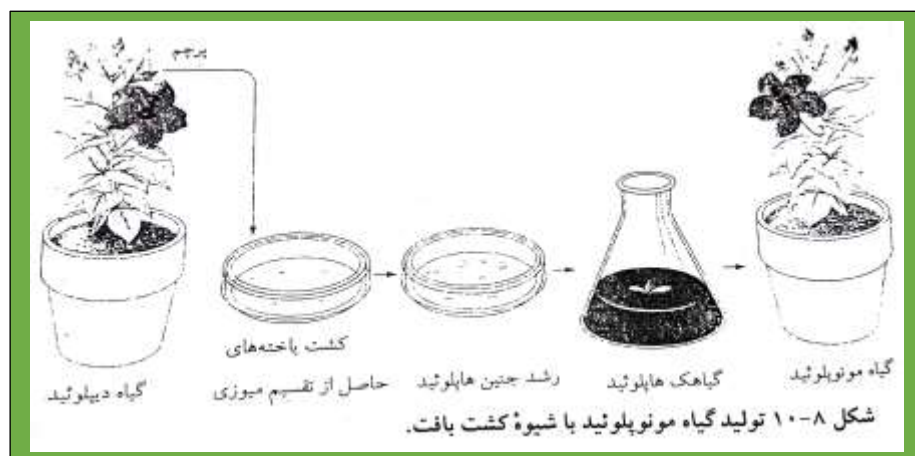
نولیزومی: فرد دیپلوئیدی که یک جفت کروموزوم همولوگ کمتری دارد.

اتوپلی پلوئیدی: چند سری کروموزوم آن متعلق به یک گونه باشد.

الوپلی پلوئیدی: چند سری کروموزوم آن متعلق به گونه های مختلف باشد. نخستین بار توسط **کارپه چنکو** برای دستیابی به گیاه هیبرید

کلم و تربچه انجام گرفت.

دورگه گندم و چاودار بنام تریتیکال محصول فراوان و مرغوب گندم و مقاومت به عوامل محیطی چاودار را دارد.



چگونگی تولید گیاه مونوپلوئید
از گیاه دیپلوئید با شیوه کشت بافت:



تبدیل گیاه مونوپلوئید به گیاه دیپلوئید
هوموزیگوت با استفاده از کلشی سین برای
خالص کردن صفات مطلوب

تغییر در ساختار کروموزوم:

انواع مختلفی دارد که عبارتند از: **کروموزوم حلقوی** - **ایزو کروموزوم ها** - **حذفی** - **جابجایی** - **مضاعف شدگی** - **واژگونی**

۱- **کروموزوم حلقوی**: ممکن است بدون سانترومر باشد و از بین می رود، یا دارای سانترومر در حالت اخیر تلومر ها از بین می روند و تغییر فنوتیپی ایجاد می شود. در انسان کروموزوم حلقوی ۱۸ و X ممکن است.

۲- **ایزو کروموزوم ها**: در یک کروموزوم دو کروماتیدی ممکن است تقسیم بصورت عرضی باشد و دو کروموزوم ایجاد شود که بازوهایشان شبیه هم است و اطلاعات ژنی یکسانی دارند. وجود چنین کروموزوم ها آسیب ژنی را باعث می شود. و اطلاعات بازوی کوتاه و بلند دستخوش تغییر می شوند.

۳- **حذف شدگی** ۲ نوع است. **حذف انتهایی** که در آن با ایجاد یک شکستگی فقط انتهایی از یک کروموزوم جدا می شود. و **حذف میانی** که نیاز به دو شکستگی در طول کروموزوم دارد و طی آن قطعه ای از وسط کروموزوم حذف می شود.

۴- **مضاعف شدگی**: در این حالت قطعه اضافی که به کروموزوم متصل می شود می تواند بصورت **منظم و پیاپی** و یا بصورت **وارونه** قرار گیرد.

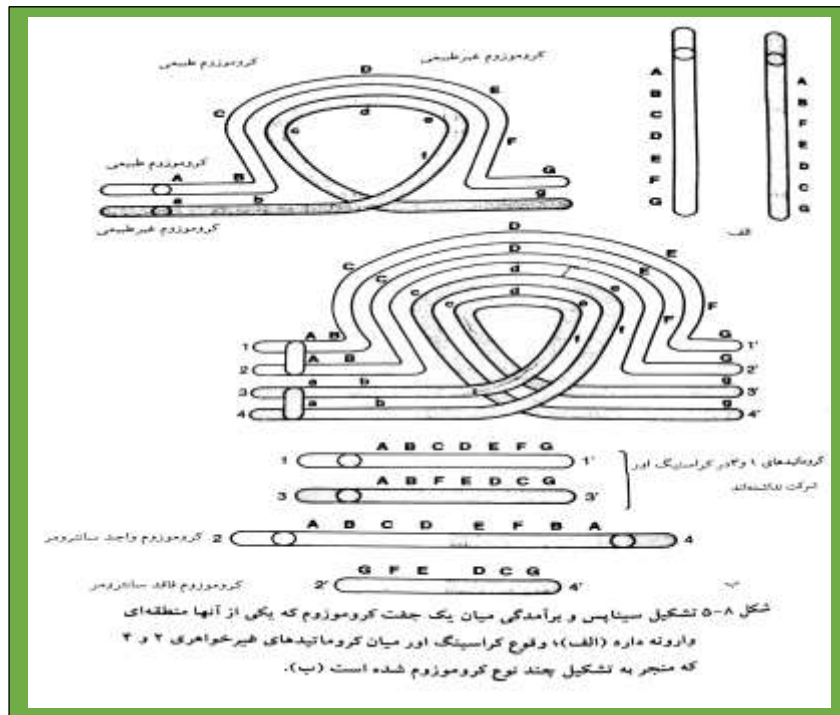
مکانیسم دیگر مضاعف شدن: همانند سازی منطقه ای از DNA و قرار گیری آن در کروموزوم. گفته می شود که در بیماری تالاسمی مضاعف شدگی در ناحیه تنظیمی ژن رخ داده است. یعنی جهش در ناحیه تنظیمی.

۵- **جابجایی**: ممکن است **دو طرفه** باشد و باعث تغییر در پیوستگی، تغییر در موقعیت سانترومر و طول کروموزوم شود. جابجایی دو طرفه **رابرتسونین** وجود دارد که بازوهای کروموزوم های غیر همولوگ از محل سانترومر با هم مبادله می شوند. در انسان این جابجایی بین کروموزوم ۲۱ و کروموزوم های ۱۴، ۱۵ و بندرت ۱۳ رخ می دهد. و **سندرم داون ۴۶ کروموزومی** ایجاد می شود.

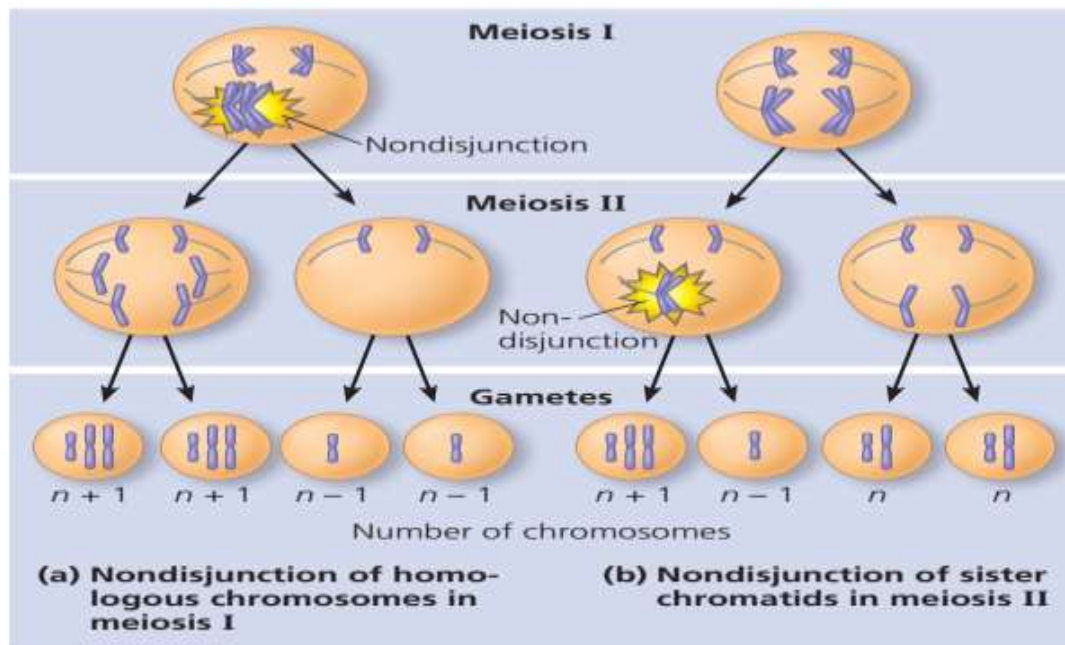
و ممکن است جابجایی **یک طرفه** باشد. در این حالت یک کروموزوم دارای کمبود و دیگری واجد اطلاعات ژنتیکی اضافه شود. برای مثال در انسان بازوی بلند کروموزوم ۲۲ به بازوی بلند کروموزوم ۹ منتقل می شود (**کروموزوم فیلادلفیا**) و **کم خونی میلوئید لوسمی** ایجاد می کند.

۶- **واژگونی**: دو نوع است. یکی **پاراسانتریک** که موقعیت سانترومر عوض نمی شود. و **پری سانتریک** که موقعیت سانترومر عوض می شود. یعنی دو شکستگی در دو طرف سانترومر ایجاد می شود و سپس قطعه شکسته شده ۱۸۰ درجه می چرخد و به کروموزوم متصل می شود.

برای نمونه تغییر کروموزومی از نوع **واژگونی** دشواری هایی را در مراحل میوز و جفت شدن کروموزوم های همتا بوجود می آورد.

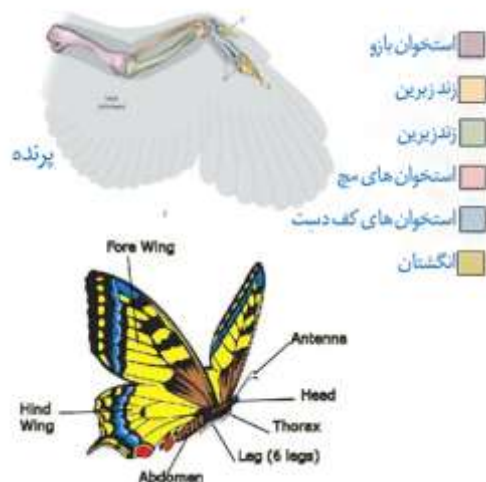


جدا نشدن یا با هم ماندن کروموزوم ها



▲ Figure 15.13 Meiotic nondisjunction. Gametes with an abnormal chromosome number can arise by nondisjunction in either meiosis I or meiosis II. For simplicity, the figure does not show the spores formed by meiosis in plants. Ultimately, spores form gametes that have the defects shown. (See Figure 13.6.)

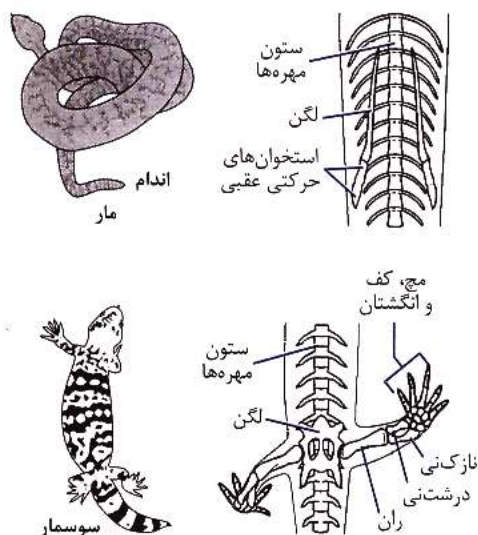
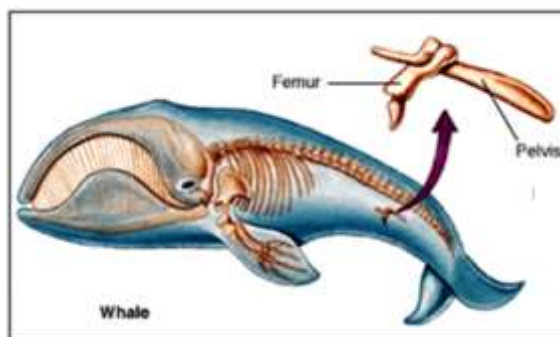
ساختارهای آنالوگ



ساختارهایی را که کار یکسان اما طرح متفاوت دارند، ساختارهای آنالوگ می نامند. بال کبوتر و بال پروانه، آنالوگ اند چون هر دو برای پرواز کردن اند (کار یکسان) اما ساختارهای متفاوتی دارند. بال ماهی و باله والاناتومی متفاوتی دارند ولی هر دو برای شنا کردن مورد استفاده قرار می گیرد. این ساختارها نشان می دهند که برای پاسخ به یک نیاز، جانداران به روش های مختلفی سازش پیدا کرده اند.

ساختارهای وستیجیال

تشریح مقایسه ای علاوه بر آشکار کردن خویشاوندی گونه ها، اطلاعات دیگری را نیز فراهم می کند. وقتی گونه های مختلف را مقایسه می کنیم، گاهی به ساختارهایی برمی 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 (به معنی ردپا) می نامیم.



مار پیتون با اینکه پا ندارد اما بقایای پا در لگن آن به صورت وستیجیال موجود است و این حاکی از وجود رابط های میان آن و دیگر مهره داران است. استخوان های لگن و ران مار هومولوگ و باز مانده ی استخوان های لگن و ران سایر خزندگان هستند که نقش خاصی ندارند.



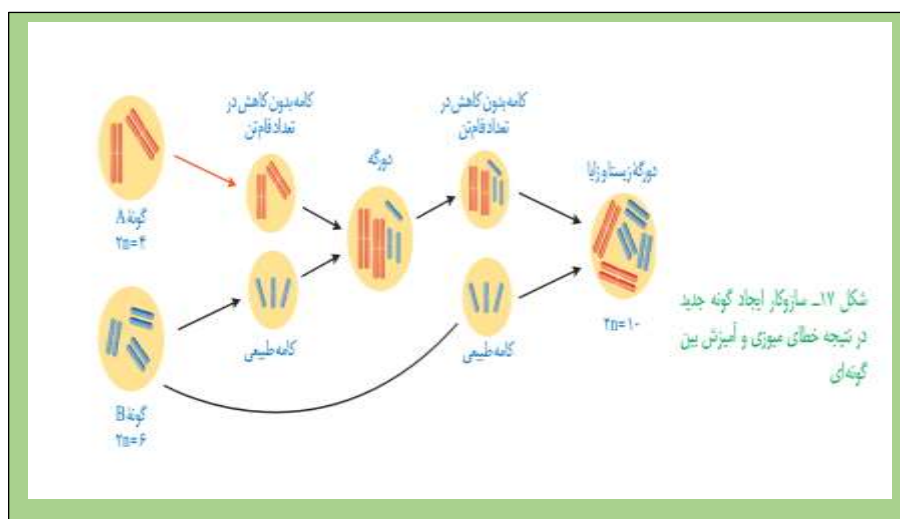
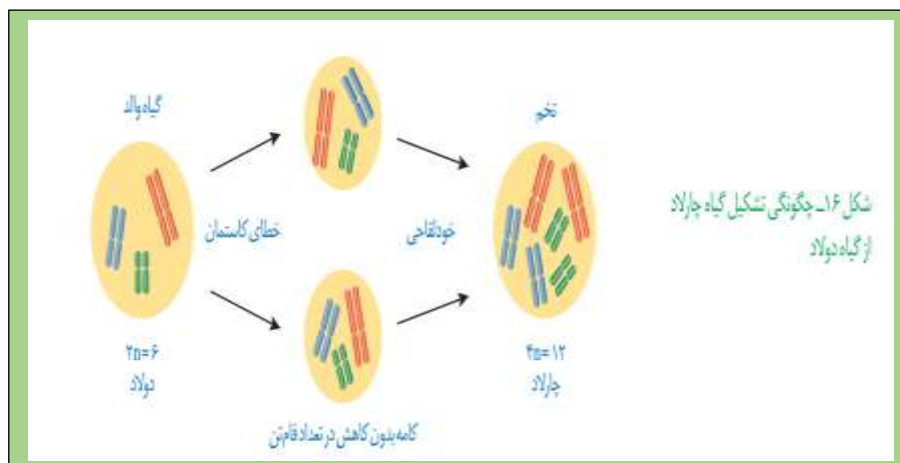
شکل ۱۲- بقایای پادرماریتون

- ✓ غده هیپوفیز میانی در انسان اندام وستیجیال غده هیپوفیز میانی در سایر مهره داران است
- ✓ ماهیچه ای گوش ما هومولوگ و وستیجیال ماهیچه های لاله گوش بسیاری از جانوران است که لاله گوش خود را حرکت می دهند
- ✓ در وال گوش پشت اندام های حرکتی جلویی و عقبی معادل دست و پا ی سایر پستانداران است که بنظر می رسد اندام های حرکتی عقبی وال تحلیل رفته و به اندامی وستیجیال تبدیل شده اند

- ✓ زائده آپاندیس در انسان فاقد وظیفه خاصی است که به نوعی یک اندام وستیجیال است.
- ✓ در بال پرنده استخوان بالک یک استخوان وستیجیال است و باقی مانده انگشت شست می باشد
- ✓ و

گونه زایی هم میهنی

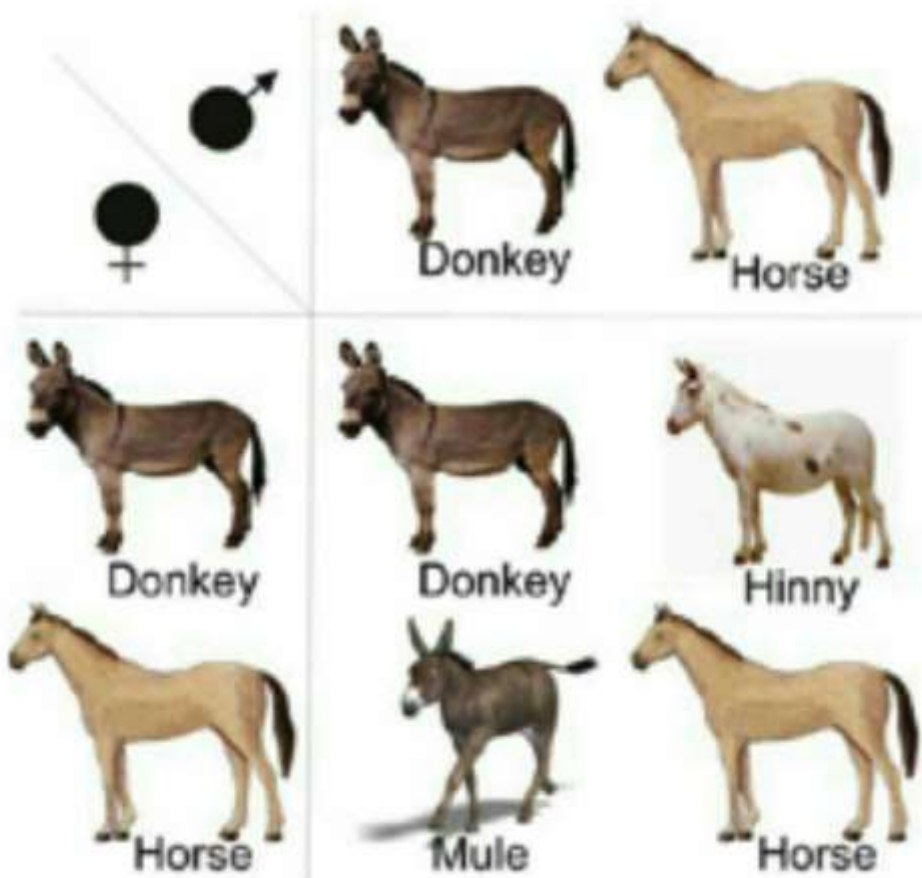
تکامل گندم نان: هیبریداسیون گندم زراعی دیپلوئید AA با گندم وحشی BB
 احتمالا علف هرز در حاشیه زمین زراعی انجام گرفته است و دورگه نازای AB
 ساخته شده است. خطای میوزی گونه جدید گندم AABB را ایجاد نموده است.
 این گندم امروزه بطور عمده برای ساختن ماکارونی و محصولات رشته ای دیگر
 استفاده می شود. زیرا پروتئین آن بهتر می تواند شکل خود را نسبت به پروتئین
 گندم نان حفظ کند. آخرین مرحله تکامل گندم نان در زمین های کشاورزی
 سواحل اروپا بیش از ۸۰۰۰ سال پیش رخ داده است. در آن زمان گندم AABB
 با ۲۸ کروموزوم بطور خودبخودی با گونه وحشی DD دارای ۱۴ کروموزوم هیبرید
 شده است. دورگه ABD با ۲۱ کروموزوم نازا بود. اما خطای میوزی، عدد
 کروموزومی را به ۴۲ رساند. نتیجه آن گندم نان بود که از هر سه دسته کروموزوم
 اجدادی خود، دو عدد دارد. (AABBDD = ۴۲)



گونه زایی

تعریف گونه:

تعاریف مختلفی برای گونه وجود دارد که هر کدام در محدوده مشخصی کارآمدند. یکی از تعاریف رایج برای گونه، تعریفی است که ارنست مایر ارائه کرده است و برای جاندارانی کاربرد دارد که تولیدمثل جنسی دارند گونه در زیست شناسی به جاندارانی گفته می شود که می توانند در طبیعت با هم آمیزش کنند و زاده های زیستا و زایا به وجود آورند ولی نمی توانند با جانداران دیگر آمیزش موفقیت آمیز داشته باشند. زیستا در تعریف، به جاندارگی گفته می شود که زنده می ماند و زندگی طبیعی خود را ادامه می دهد. همچنین، منظور از آمیزش موفقیت آمیز، آمیزشی است که به تولید زاده های زیستا و زایا منجر شود.



اسب ۶۴، الاغ (خر) ۶۲ و قاطر و هنی ۶۳ کروموزوم دارند. یکی از کروموزومهای قاطر و هنی تک و بقیه نیز همتا نیستند. پس این دو معمولاً نمیتوانند تتراد، تقسیم میوزوسلول جنسی داشته باشند و نازا هستند

۱- لایگر: حاصل آمیزش شیر نر و ببر ماده

موجود دورگه حاصل این آمیزش، بسیار سریع رشد می‌کند. لایگر بزرگ‌ترین گربه‌سان روی زمین است. در اینجا عکس یکی از این لایگرها به نام «هرکول» را می‌بینید که ۴۱۰ کیلوگرم وزن دارد!



۲- تیگون: حاصل آمیزش ببر نر و شیر ماده

خب! جالب است بدانید که خود این لایگرها و تیگون‌ها هم عقیم نیستند و می‌توانند با هم آمیزش کنند. حالا تصور کنید که چه موجوداتی از آمیزش آنها می‌تواند تولید شود!



۴- جگلیون: حاصل آمیزش جگوار نر (پلنگ خالدار) با شیر ماده

این موجود با ظاهر خوفناک‌تری که دارد، بسیار نادر است. در اینجا عکسی از یکی از جگلیون‌ها را می‌بینید که در یک پارک حیات وحش در اونتاریو، کانادا نگهداری می‌شود.



۳- زانکی: حاصل آمیزش گورخر و الاغ



۶- خرس گrolar: حاصل آمیزش خرس قطبی و خرس قهوه‌ای

بیشتر این نوع خرس در باغ‌وحش‌ها هستند، اما موارد نادری از آنها در طبیعت هم مشاهده شده‌اند.



۵- گپ: حاصل آمیزش بز و گوسفند

معمولا جنین ایجاد شده در اثر این آمیزش، در دوران حاملگی می‌میرد و سقط می‌شود، اما به صورت نادر ممکن است زنده بماند.



۸- زبروید: حاصل آمیزش گورخر و اسب‌ها

داروین یکی از نخستین کسانی بود که به زبرویدها اشاره کرده است، موجوداتی که به سختی رام می‌شوند و رفتار خشن‌تری نسبت به اسب‌ها دارند.



۷- کای‌ولف: حاصل آمیزش کایوت و گرگ



**۱۰- ولفین: حاصل آمیزش نهنگ‌های
قاتل کاذب نر و دلفین‌های
«بینی‌بطری‌ای» ماده**

فقط یک ولفین در باغ وحش‌های آبی دنیا وجود دارد.



**۱۲- هینی: حاصل آمیزش الاغ نر و
اسب ماده**

اینها از قاطرها کوچک‌تر هستند.



**۹- گربه ساوانا: حاصل آمیزش گربه
خانگی و گربه وحشی**

گربه ساوانا بسیار گران است. از بازی لذت می‌برد و هراسی از آب ندارد.



۱۱- بیفالو: حاصل آمیزش بوفالو گاو

به آنها کتالو هم می‌گویند.



**۱۳- نارلوگا: حاصل آمیزش نهنگ
قطبی و ماهی خاویاری**



۱۵- دزو: حاصل آمیزش گاو و گاومیش وحشی

این جاندار هم از گاوها و هم از گاومیش‌های بزرگ‌تر است. در تبت و مغولستان از آنها به خاطر گوشت و نیز شیر فراوانی که تولید می‌کنند، استفاده می‌شود.



۱۷- مولارد: حاصل آمیزش مرغابی وحشی و اردک



۱۴- کاما: حاصل آمیزش شتر و لاما

نخستین بار این موجود در سال ۱۹۹۸، در دوبی با لقاح مصنوعی، ایجاد شد. تنها ۵ عدد از این موجودات وجود دارد.



۱۶- لئوپون: حاصل آمیزش لئوپارد نر و شیر ماده

