* مندل مشاهده کرد که صفات به نسبت هاییی که قابل پیش بینی هستند به ارث می­رسند.
* آمیزش منوهیبریدی: طی آن فقط یه صفت بررسی می شود:

AA × AA Aa × AA Aa × Aa

**فرضیه های مندل :**

1. هر جاندار برای هر صفت خود ، دو عامل دارد که یکی از آنها را از پدر و دیگری را از مادر دریافت کرده است.
2. عامل های مربوط به هر صفت ممکن است مشابه یا متفاوت باشند یعنی ممکن است هر صفت به حالت های مختلف ظاهر شود. این عامل ها هنگام تولیدمثل جنسی جدا و توسط گامت به نسل بعد منتقل می شود.
3. هنگامی که دو عامل پس از لقاح به هم می رسند، عاملی که در نسل اول خود را به طور کامل نسان می دهد غالب و با حرف بزرگ لاتین مشخص می شود. عاملی که نتواند خود را در نسل اول نشان دهد مغلوب بوده و با حرف کوچک لاتین نشان می دهیم.

**قوانین ژنتیک :**

* هر صفت را با دو حرف انگلیسی نمایش می دهیم که به هر کدام از انها آلل می گوییم مانندLL ,Ll
* صفت خالص : هرگاه 2 آلل مثل هم باشند به آنها خالص یا هموزیگوزس گفته می شود. مثل

AA aa BB bb

* صفت ناخالص : هرگاه دو آلل مثل هم نباشند، صفت را ناخالص یا هتروزیگوس می گویند. مثل

Aa Ba Cc Dd

* ژنوتیپ : فرمول هر صفت را گویند مثل : AA و Aa و BB و KK و...
* فنوتیپ : شکل ظاهری هر صفت را می گویند مثل : قد بلند (A) ، موی مشکی (B) و ...
* افراد ناخالص فقط صفت غالب را نشان می دهند، این افراد اگرچه زن مغلوب را دارند اما در ظاهر اثر این ژن ظاهر نمی شود.
* سه نو ژنوتیپ ما در صفاتی که رابطه غالب و مغلوبی دارند به صورت زیر خواهد بود :

مغلوب خالص (aa) غالب ناخالص (Aa) غالب خالص (AA)

|  |  |
| --- | --- |
| صفت غالب | صفت مغلوب |
| وجود گودی رو چانه | نبود گودی رو چانه |
| وجود مو رو انگشتان | نبود مو رو انگشتان |
| لاله گوش آزاد | لاله گوش چسبیده |
| توانایی لوله کردن زبان | عدم توانایی لوله کردن زبان |

**قوانین مندل :**

1. قانون تفکیک ژن ها : رفتار کوروموزوم ها را طی میوز بررسی می کند، 2 آلل مربوط به هر صفت هنگام تشکیل گامت ازهم جدا می شوند.
2. قانون جور شدن مستقل ژن ها : مندل برای بررسی این موضوع از آمیزش دی هیبریدی استفاده کرد، و به این نتیجه رسید که هنگام تشکیل گامت، آلل های مربوط به هرصفت، بدون تاثیر بر صفات دیگر از هم تفکیک می شوند.
* امروزه میدانیم که اصل تفکیک ژن های مندل ، فقط در مورد ژن هایی درست است که روی کوروموزوم های مختلف قرار داشته باشند.
* آمیزش دی هیبریدی : نوعی آمیزش است که در آن چگونگی وراثت دو جفت صفت که حالت متقابل را نشان می دهند، بررسی می شود.
* همیشه رابطه به الل ها بصورت غال و مغلوب نیست! 1) غالب ناقص 2) هم توانی
1. غالب ناقص : بعضی صفات مانند رنگ گل گیاه میمونی رابطه غالب و مغلوبی ندارد و در افراد ناخالص بصورت حدواسط، یعنی ترکیبی از هر دو صفت ظاهر می شود.
* وراثت موی انسان نیز غالب ناقص است. از آمیزش موی صاف و فرفری، فرزندی با موی موج­دار به­وجود می­آید که این فرزند از نظر آن صفت ناخالص (ناقل) است.
1. هم توانی : آلل هایی که هم زمان باهم اثر خود را نشان می دهند. مثل آمیزش موی اسب سفید و قرمز
* در هم توانی هر دو فنوتیپ باهم ظاهر می شوند اما در غالب ناقص فنوتیپ حدواسط دو حالت خالص ، بصورت ناخالص ظاهر می شود.
* آلل های چند گانه : بعضی ژن ها مثل ژن های مربوط به گروه های خونی ABO انسان را بیش از دو آلل کنترل می کنند، که به آنها چند آللی می گویند.
* چند ژنی : صفاتی که تحت تاثیر چند ژن قرار دارند. مثل : قد، وزن، رنگ مو، رنگ پوست و ...
* برخی صفات تحت اثر محیط قرار دارند یعنی فنوتیپ آنها در شرایط محیطی مختلف، متفاوت است. برای مثال رنگ گل گیاهان ادریسی در خاک اسیدی آبی و در خاک خنثی و قلیایی صورتی است. و یا رنگ موهای روباه قطبی در تابستان قهوه ای و در زمستان سفید است ( خاموش شدن ژن­های سازنده آنزیم ملانین).
* در انسان صفاتی مثل قد و رنگ پوست و هوش تحت تاثیر محیط است.

بیماری های ژنتیکی : 1) اتوزومی 2) وابسته به جنس

1. بیماری های اتوزومی : ژن های آنها روی کوروموزوم اتوزوم (غیرجنسی) قرار دارد.

کوروموزوم اوتوزوم 22 جفت = 44 عدد

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| بیمار | بیمار | سالم |  |  |
| HH | Hh | hh | هانتینگتون | اتوزوم غالب |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| سالم | سالم (ناقل) | بیمار |  |  |
|  |  |  |  | اتوزوم مغلوب |
| AA | Aa | aa | آلکاپتونوریا |  |
| FF | Ff | ff | فنیل کتونوریا |  |
| TT | Tt | tt | تالاسمی |  |
| AA | Aa | aa | زالی |  |
| SS | Ss | ss | سیستیک فیبروزیس |  |
| KK | Kk | kk | کم خونی داسی شکل |  |

1. وابسته به جنس (x) : ژن های آنها روی کوروموزوم جنسی قرار دارد.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| زن بیمار | زن ناقل | زن سالم | مرد سالم | مرد بیمار |  |  |
|  |  |  |  |  |  | وابسته به جنس غالب |
| xKxK | xKxk | xkxk | xy | xKy | کچلی- راشیتیسم |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | مرد بیمار | مرد سالم | زن سالم | زن ناقل | زن بیمار |
| وابسته به جنس مغلوب |  |
|  | کوررنگی | xcy | xy | xCxC | xCxc | xcxc |
|  | هموفیلی | xhy | xy | xHxH | xHxh | xhxh |
|  | تحلیل دوشن | xdy | xy | xDxD | xDxd | xdxd |
|  | فاویسم | xpy | xy | xPxP | xPxp | xpxp |



علاوه بر این بیماری­ها دو بیماری هموفیلی و کوررنگی نیز روی کوروموزوم x قرار دارند.

انواع ژنوتیپ در صفات اتوزومی

1- در یک فرد n، ژنوتیپ جاندار برای یک صفت تک ژنی دو آللی یا چند آللی، یک آلل دارد.

2- در یک فرد n2، ژنوتیپ جاندار برای یک صفت تک ژنی دو آللی یا چند آللی، دو آلل دارد.

3- در یک فرد n3، ژنوتیپ جاندار برای یک صفت تک ژنی دو آللی یا چند آللی، سه آلل دارد.

4- برای یک صفت اتوزومی تک ژنی n آللی، n+ (n-1) + (n-2) + … نوع ژنوتیپ 2 اللی در جمعیت وجود دارد. برای آسانی محاسبات می توان از روابط زیر استفاده کرد

انواع آمیزش­ها

در صفات وابسته به جنس، انواع آمیزش­ها می­شود انواع xxها × انواع xyها. اما در صفات اتوزومی اگرx، انواع ژنوتیپ­های جمعیت می­باشد، بخاطر حذف آمیزش­های تکراری، انواع آمیزش­ها از رابطه زیر بدست می­آید

انواع فنوتیپ­ها

تعداد خط­ها – تعداد زنوتیپ­ها = تعداد فنوتیپ­ها

حداقل و حداکثر نوع فنوتیپ

(حداکثر) = انواع ژنوتیپ­ها ≥ انواع فنوتیپ­ها ≥ n = انواع آلل­ها (حداقل)

\* برای فرد xy، تعداد ژنوتیپ با تعداد الل­ها برابر است ولی برای فرد xx تعداد ژنوتیپ محاسبه میشود.

\* در صفات وابسته به x، جنسیت در ژنوتیپ محاسبه می­شود و لی در فنوتیپ نه.

\* همواره تعداد انواع آلل­ها و تعداد انواع ژنوتیپ­های هموزیگوس باهم برابر است.

مثال. برای یک صفت تک ژنی و اتوزومی 10 آللی در انسان چند نوع ژنوتیپ در جمعیت وجود دارد؟

مثال. اگر برای یک صفت تک ژنی 6 آللی در جمعیت انسان دیده شود، چند نوع ژنوتیپ هتروزیگوس برای این صفت در جمعیت دیده می­شود؟

مثال. برای یک صفت اتوزومی، تک ژنی و 2 آللی چند نوع آمیزش ژنوتیپی در جمعیت انسان دیده می­شود؟

مثال. برای یک صفت اتوزومی تک ژنی و 5 اللی چند نوع آمیزش از نظر انواع زنوتیپ در جمعیت انسان دیده می­شود؟

مثال. در یک صفت تک ژنی اتوزومی 4 آللی که یکی بر 3 تای دیگر غالب است، چند نوع فنوتیپ در جمعیت دیده می­شود؟

مثال. در یک صفت تک ژنی اتوزومی 5 آللی، آلل اول بر سایر الل­ها غالب است و رابطه بین بقیه آلل­ها غالب ناقص است. چند نوع فنوتیپ برای این صفت در جمعیت دیده می­شود؟

مثال. با توجه به سوال قبل، چند نوع فنوتیپ حدواسط در این جمعیت دیده می­شود؟

مثال. برای یک صفت تک ژنی 7 آللی رابطه بین آلل­ها را نمی­دانیم. حداکثر انواع فنوتیپ­ها با حداقل آن چقدر اختلاف دارد؟

مثال. کدامیک نمی­تواند انواع فنوتیپ­های یک صفت تک ژنی 4 اللی در انسان باشد؟

مثال. یک صفت تک ژنی اتوزومی اندازه یک گیاه را کنترل می­کند. اگر گیاهانی با اندازه 10،12،18،20 سانتی­متری دیده شود، این صفت چگونه کنترل می­شود؟

1- بوسیله 2 آلل که رابطه غالبو مغلوبی ندارند 2- بوسیله 3 آلل که رابطه غالب و مغلوبی ندارند

3- بوسیله 3 الل که یکی بر دوتای دیگر غالب است 4- بوسیله 4 الل که یکی بر3 تای دیگر و دومی بر 2تای دیگر غالب است

مثال. در یک صفت 2 ژنی در انسان، برای ژن اول 3 آلل وجود دارد که اولی بر 2 آلل دیگر غالب است و برای ژن دوم 5 آلل وجود دارد که اولی بر 4 آلل دیگر و دومی بر 3 آلل باقیمانده غالب است. برای این صفت چند نوع فنوتیپ در جمعیت وجود دارد؟

مثال. صفتی تک ژنی به 30 شکل مختلف در جمعیت دیده می­شود، این صفت حداقل چند آللی است؟

مثال. اگر صفتی 36 نوع فنوتیپ داشته باشد، این صفت می­تواند تحت کنترل ------- ژن دو آللی باشد.

مثال. برای ک صفت وابسته به جنس تک ژنی و 4 آللی، چند نوع آمیزش بین ژنوتیپ­های مختلف انسان امکان­پذیر است؟

مثال. در بیستون بتولاریا برای یک صفت وابسته به جنس تک ژنی 5 آللی که اولی بر بقیه و دومی بر 3 آلل دیگر غالب است، به ترتیب فنوتیپ در پروانه­های نر و ماده چند نوع است؟

مثال. برای یک صفت وابسته به جنس، 4 آللی که اولی بر بقیه و دومی بر سومی و چهارمی غالب است. چند نوع ژنوتیپ و چند نوع فنوتیپ در جمعیت انسان دیده می­شود؟

مثال. در یک صفت وابسته به جنس 4 اللی که رابطه غالب و مغلوبی ندارند. چند نوع فنوتیپ در زن­ها دیده می­شود که در مرد­ها نیست؟

مثال. اگر طول منقار صفتی وابسته به جنس و تک ژنی باشد. در سهره نر 10 نوع زنوتیپ دیده می­شود، در سهره ماده چند نوع زنوتیپ خواهیم داشت؟

محاسبه انواع گامت­ها:

مثال. سلولی با فرمول ژنتیکی AaBbRW و عدد کروموزومی 2n=8 به دنبال میزو چند نوع گامت تولید می­کند؟

مثال. سلولی با فرمول ژنتیکی AaBBRWMN توانایی تولید چند نوع گامت را دارد؟

مثال.سلولی با فرمول ژنتیکی توانایی تولید چند نوع گامت را دارد؟

مثال. مردی کوررنگ، هموفیلی با گروه خونی AB- حداکثر چند نوع گامت می­تواند تولید کند؟

مثال. فرد سالمی با گروه خونی AB- که ناقل ژن هموفیلی است، چند نوع گامت تولید می­کند؟

مثال. در صورتی که ژن­های A,B پیوسته باشند و ژن C روی کوروموزوم دیگری قرار داشته باشد، زنوتیپ AaBbCc حداکثر چند نوع گامت تولید می­کند؟

مثال. سلولی با عدد کوروموزمی 2n=8 توانایی تولید چند نوع گامت را دارد؟

مثال. سلولی با عدد کرورموزومی 2n=14 که دارای 3 جفت کوروموزوم هموزیگوس است، توانایی تولید چند نوع گامت را دارد؟

مثال. بر روی هر جفت از اوتوزوم­های مگس سرکه یک جفت ژن هتروزیگوس مفروض است، مگس سرکه نر و ماده چند نوع گامت می­توانند تولید کنند؟

مثال. موجود زنده­ای با عدد کرورموزومی 2n=6 و فرمول ژنتیکی AaBb چند نوع گامت تولید می­کند؟

محاسبه تعداد گامت:

\* در محاسبه تعداد گامت­ها فرمول زنتیکی و عدد کرورموزومی را در نظر نمی­گیریم و فقط جنسیت مد نظر است. یعنی اگر فرد نر باشد، تعداد گامت را 4 و اگر فرد ماده باشد تعداد گامت را 1 در نظر خواهیم گرفت.

\* اگر در سوالی جنسیت مطرح نشده بود، تعداد گامت را 4 در نظر می­گیریم.

مثال. دو سلولی با فرمول زنتیکی AaBbDd , AaBb رو هم توانایی تولید حداقل و حداکثر چند گامت را دارند؟

مثال. دو سلول با فرمول زنتیکی زیر، روی هم توانایی تولید چند گامت را دارد؟

AaBbDd × AaBBDd

گامت نویسی:

مثال. گامت­های موجود با فرمول AaBbDd را بنویسید.

مثال. گامت­های سلولی با فرمول زیر را بنویسید.

 Aa

مثال. گدامیک از گامت­های زیر گامت فردی با فرمول ژنتیکی زیر نیست؟

Aa

الف) Abdes ب) AbdeS ج) AbdEs د) abDES

مثال. فردی با ژنوتیپ AaBb گامتی که تولید می­کند، کذام است؟

الف) AA ب) Aa ج) ab د) Bb

باید بدانیم :



آمیزش­ها:

آمیزش مونو هیبریدی :

مثال. پدر و مادری چشم قهواه­ای دختری چشم آبی دارند، چقدر احتمال دارد فرزند پنجم انها پسری با چشمان قهواه­ای باشد؟

مثال. پسری بدون گودی چانه، پدری با گودی روی چانه و مادری بدون گودی روی چانه دارد. این پسر صفت گودی چانه را از ------ دریافت کرده است.

مثال. اگر در خانواده­ای احتمال تولد پسری با موهای صاف باشد، احتما تولد دحتری با موهای موج­دار کدام است؟

مثال. از ازدواج موشی سیاه با قهواه­ای، فرزند اول قهوه­ای شده است. چقدر احتمال دارد فرزند دوم و سوم، یکی قهوه­ای و دیگری سیاه باشد؟

مثال. مردی با نرمه گوش پیوسته با زنی هنروزیگوس در رابطه با این صفت، ازدواج می­کند. چقدر احتمال دارد فرزند اول و دوم این خانواده از نظر جنسیت و ژنوتیپ دقیقا مشابه پدر و مادرسان باشند؟

مثال. از خودلقاحی Aa نسبت فنوتیپی و ژنوتیپی کدام است؟

آمیزش مولتی هیبریدی

مثال. از آمیزیش زیر چند فنوتیپ و چند ژنوتیپ تولید می­شود؟

AaBbRW × AabbRW

مثال. تنوع فنوتیپی از خودلقاحی افراد با زنتویپ AaBb کدام است؟

مثال. در آمیزی زیر رابطه بین آلل­ها را نمی­دانیم. در زاده­ها حداقل و حداکثر چند نوع فنوتیپ و ژنوتیپ وجود خواهد داشت؟

مثال. تنوع ژنتیکی در کدام بیشتر است؟

1) AaBB × AABb 2)AaBb × aaBb 3) AaBB × aaBb 4) AaBb × aabb

مثال. از آمیزش AaBb × AaBa ، چه نسبتی از زاده­ها A دارند؟

مثال. در آمیزش AabbDD × AaBbDd، فراوانی فراوان­ترین ژنوتیپ کدام است؟

مثال. در آمیزش AaRW × AaRW فراوانی فراوان­ترین فنوتیپ کدام است؟

مثال. از خودلقاحی AaRW، نسبت­های فنوتیپی نسل بعد کدام­اند؟

مثال. در آمیزش AaBb × aaBb، بزرگ­ترین نسبت فنوتیپی نسل بعد کدام است؟

مثال. از آمیزش AaBbDd × AaBbDd، چه نسبتی از زداه­ها حداقل در یک صفت غالب­اند؟

مثال. در آمیزش AaBbDD × AaBbDd، چه نسبتی از زاده­ها حداکثر در دو صفت غالب­اند؟

مثال. در آمیزش AaBbDd × AaBbDd، چه نسبتی از زاده­ها حداکثر در یک صفت غالب­اند؟

مثال. از آمیزش AaBbDd × AaBbDd، چه نسبتی از زاده­هایی که در هر سه صفت غالب­اند، در هر سه صفت هموزیگوس هستند؟

مثال. در آمیزش AaBbDd × AaBbDd، چه نسبتی از زاده­هایی که در هر 3 صفت هموزیگوس هستند، حداقل در یک صفت غالب­اند؟

مثال. در آمیزش AaBbDd × AaBbDd، چه نسبتی از افرادی که فنوتیپ AbD دارند، آلل a دارند؟

مثال. از خودلقاحی جانداری که ---- صفت تک ژنی هتروزیگوس دارد و در ---- تای آنها رابطه غالب و مغلوبی بین آلل­ها هست، انواع فنوتیپ­های بیشتری به­وجود می­آید.

الف) 3-2 ب) 4-1 ج) 5-4 د) 5-5

فنوتیپ و ژنوتیپ نوترکیب :

مثال. از آمیزش AABbRW × AaBbRW چند فنوتیپ نوترکیب و چند ژنوتیپ نوترکیب بوجود می­آید؟

مثال. از آمیزش AaBbRW × AaBBRW چند فنوتیپ نوترکیب و چند ژنوتیپ نوترکیب بوجود می­آید؟

مثال. از آمیزش AaBbDd × AaBbDdچند فنوتیپ نوترکیب و چند ژنوتیپ نوترکیب بوجود می­آید؟

مثال. از آمیزش AabbDd × AaBBDd چند فنوتیپ نوترکیب و چند ژنوتیپ نوترکیب بوجود می­آید؟

مثال. از آمیزش AaBbRR × AabbWW چند فنوتیپ نوترکیب و چند ژنوتیپ نوترکیب بوجود می­آید؟

مثال. از آمیزش AaBbDD × AabbDd چه نسبتی از افراد ژنوتیپ نوترکیب و چه نسبتی فنوتیپ نوترکیب دارد؟

مثال. از آمیزش AaBbDD × AaBBDd چه نسبتی از افراد ژنوتیپ نوترکیب و چه نسبتی فنوتیپ نوترکیب دارد؟

مثال. از آمیزش AabbWW × AaBbRR چه نسبتی از افراد ژنوتیپ نوترکیب و چه نسبتی فنوتیپ نوترکیب دارد؟

مثال. در آمیزش AaBbDd × AaBbDD چه نسبتی از زداه­هایی که در هر 3 صفت غالب هستند، ژنوتیپ نوترکیب دارند؟

مثال. وراثت کدام صفت شبیه نظریه منسوخ آمیختگی صفات است؟

الف) حالت مو در انسان ب) رنگ گل نخودفرنگی ج) گودی روی چانه د) رنگ گل ادریسی

مثال. در آزمایش نایت چه نسبتی از افراد F2 نسبت به F1 فنوتیپ و ژنوتیپ نوترکیب داشتند؟

مثال. چرا نخود فرنگی بطور طبیعی توانایی دگرلقاحی ندارد؟

**خلاصه آزمایش مندل:**



مثال. در آزمایش مندل، F1 و F2 به ترتیب محصول ------ و ------ هستند.

مثال. در آزمایش مندل نسبت­های ژنوتیپی F2 کدام­اند؟

مثال. هدف از آمیزش آزمون چیست؟

مثال. در نخود فرنگی تعیین ژنوتیپ کدام فنوتیپ نیاز به آمیزش آزمون دارد؟

مثال. در آمیزش آزمون فردی با فنوتیپ A، کدام یک از دو جمله زیر درست است؟

1. اگر همه زاده­ها فنوتیپ A داشتند، فرد فوق حتما هموزیگوس است.
2. اگر فقط یه زاده مغلوب داشته باشیم، فرد فوق حتما هتروزیگوس است.

مثال. فردی با ژنوتیپ ، 2n=x است. X چه­قدر است؟

مثال. از خودلقاحی گیاهی که دارای دو جفت آلل هتروزیگوس ایت که رابطه غالب و مغلوبی ندارند و از قانون جور شدن مستقل ژن­ها پیروی نمی­کنند، احتمالا چه نسبتی از فنوتیپ­های نسل اول شبیه والدین خواهد بود؟

مثال. در آمیزش aaBbDdEeHh × AaBbDdEeHh اگر A با B روی یک کورموزوم و D با e روی یک کوروموزوم دیگر باشند، در زاد­ها چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ دیده می­شود؟