

به نام آنکه جان را فکرت آموخت

«ماثر یا رقصی را این»

کارگاه ژنتیک

زیست‌شناسی

کنکور ۹۲

دکتر عمار لو

برای دانلود بقیه جزوات به سایت یا کانال ما مراجعه کنید

www.idnovin.com

@irandaneshnovin1



ژنتیک و خاستگاه آن

اثر: به حائث های مربوط به یک صفت اثر می گویند. اثر های هر ژن بر روی مکان های مشابه در کروموزوم های همتا (هموژگ) قرار دارند. مثلاً ژن کنترل کننده ی صفت Rh در انسان یک صفت اتوزومی است که توسط دو آلل R (الل مثبت غالب است) و الل r (الل منفی مغلوب است) کنترل می شود. می دانیم که هر فرد برای این صفت دو آلل دارد که یکی از پدر و دیگری از مادر می گیرد. اگر فردی هر دو اللی که از والدین گرفته است، RR باشد، گروه خونی Rh⁺ خالص دارد، اگر Rr باشد فرد گروه خونی Rh⁺ ناخالص است، اگر rr باشد فرد Rh⁻ است پس افراد یک جمعیت برای صفت Rh دو نوع فنوتیپ و سه نوع ژنوتیپ دارند.

هموزیگوس (خالص):

اگر دو الل مربوط به یک صفت در یک جاندار شبیه هم باشند مثل BB (همو غالب) و bb (همو مغلوب) است.
هتروزیگوس (ناخالص):

اگر دو الل یک صفت شبیه هم نباشند مثل Bb هتروزیگوس است.

فنوتیپ:

شکل ظاهری یک صفت را فنوتیپ گویند که توسط پروتئین ها تعیین می شود.

ژنوتیپ:

فرمول ژنتیکی یک صفت است که توسط ژن (DNA) تعیین می شود. ژنوتیپ هر فرد نوع الل ها را مشخص می کند.

رابطه ی غالب و مغلوبی صفات:

هنگامی که دو الل، پس از لقاح به یکدیگر می رسند یکی از آنها ممکن است به طور کامل خود را ظاهر کند که این الل غالب است و دیگری هیچ اثر قابل مشاهده از خود نشان ندهد. که این الل مغلوب است. در صفات اتوزومی که رابطه ی غالب و مغلوبی دارند تعداد انواع ژنوتیپ از انواع فنوتیپ بیشتر است. به طور مثال در نخود فرنگی:

شکل دانه	رنگ دانه	رنگ غلاف	رنگ گل	شکل غلاف	وضعیت گل	بلندی گیاه
صاف (Aa و AA)	زرد	سبز	ارغوانی	صاف	جانبی	پایه بلند
چروکیده (aa)	سبز	زرد	سفید	چروکیده	انتهایی	پایه کوتاه

رابطه ی غالب ناقص:

رنگ گل میمونی	حالت موی انسان	رنگ موی گاو
RR قرمز	FF موی فروری (لوله دار)	RR قرمز تیره
WW سفید	SS موی صاف	WW سفید
RW صورتی	FS موی موج دار (لوله دار)	RW قرمز روشن

بعضی صفات مانند رنگ گل گیاه میمونی، وراثت موی انسان و رنگ موی گاو رابطه ی غالب مغلوبی ندارند و در افراد ناخالص به صورت حدواسط، یعنی ترکیبی از هر دو صفت ظاهر می شود. در این حالت تعداد انواع فنوتیپ با تعداد انواع ژنوتیپ برابر است.

رابطه ی هم توانی:

نوعی رابطه میان دو الل است که طی آن اثر هر دو الل همراه با هم ظاهر می شود. مثلاً اسبی که موی قرمز دارد با سفید آمیزش دهیم زاده های آنها هم موهای قرمز و هم موهای سفید را دارد. در این حالت هم تعداد انواع فنوتیپ با تعداد انواع ژنوتیپ با هم برابر است.

صفاتی که تحت تاثیر چند ژن قرار دارند:

صفاتی که تحت تاثیر چند ژن قرار دارند، صفات چند ژنی نام دارند. طول قد، وزن، رنگ مو و رنگ پوست انسان از جمله صفات چند ژنی هستند افراد مختلف درجات متفاوتی از هر کدام از این صفات را نشان می دهند. این چند ژن ممکن است همگی در یک کروموزوم قرار داشته باشند، یا در کروموزوم های مختلف پراکنده باشند. تعیین اثر و سهم هر یک از این ژن ها در فنوتیپی که فرد نشان می دهد بسیار دشوار است.

بعضی صفات تحت اثر محیط قرار می گیرند:

فنوتیپ افراد در مورد بعضی صفات، در شرایط مختلف محیطی متفاوت است. مثلاً رنگ گل های ادریسی، در خاک های مختلف از نظر اسیدی، از آبی تا صورتی متفاوت است در صورتی که این گیاهان از نظر ژنی یکسان هستند. گیاه ادریسی در خاک های اسیدی، گل های آبی دارد. در حالی که در خاک های خنثی رنگ صورتی تولید می کند.

رنگ موهای روباه قطبی نیز تحت تاثیر دمای محیط است. گرمای تابستان سبب ساخته شدن آنزیم های تولید کننده ی رنگیزه ملانین در بدن این جاندار می شود. این رنگیزه ها، رنگ مو را از سفید (رنگ زمستانی) به قرمز مایل به قهوه ای (رنگ تابستانی) تغییر می دهد. در انسان نیز صفاتی مانند قد و رنگ پوست تحت اثر محیط نیز قرار می گیرد. تغذیه و ورزش بر طول قد انسان موثر است. و تابش آفتاب به طور مداوم بر سطح پوست، آن را تیره می کند.

نکته: در صفاتی که تحت تاثیر محیط قرار می گیرند انواع فنوتیپ بیشتر از انواع ژنوتیپ است. چون یک ژنوتیپ می تواند چند نوع فنوتیپ را داشته باشد.

تست ۱: در هنگام مطالعه ی صفات مختلف، ممکن نیست که تعداد انواع ژنوتیپ.....

- (۱) از تعداد انواع فنوتیپ بیشتر باشد (مثلاً رنگ خونی) ← از تعداد انواع فنوتیپ کمتر باشد (مثلاً گروه خونی)
- (۲) با تعداد انواع فنوتیپ برابر باشد (مثلاً رنگ خونی)
- (۳) کمتر از تعداد الل ها باشد (مثلاً رنگ خونی)

صفات اتوزومی: هم توانی و غالب

اگر الل های یک ژن روی کروموزوم های غیر جنسی (اتوزوم) قرار داشته باشند. می گویند صفت اتوزوم است. در صفات اتوزومی تعداد انواع فنوتیپ و ژنوتیپ در جنس نر و ماده با هم یکسان است. (البته به جز زنبور که بعداً در باره ی آن صحبت می کنیم). مثلاً گروه خونی یک صفت اتوزومی است که تحت کنترل یک ژن سه اللی (A و B و O) است. که الل A و B بر O غالب اند و الل A و B نسبت به هم رابطه ی هم توانی دارند. هم مردان و هم زنان برای گروه خونی چهار نوع فنوتیپ و شش نوع ژنوتیپ دارند.

$$(A + O + B) = \frac{AA + AO}{A} + \frac{AB}{AB} + \frac{OO}{O} + \frac{BO + BB}{B}$$

۶ نوع ژنوتیپ
۴ نوع فنوتیپ

نکته ۱: در انسان صفات زیر اتوزومی هستند که در مردان و زنان دو نوع فنوتیپ و سه نوع ژنوتیپ دارند.

عامل Rh	نرمه گوش	گودی چانه	توانایی لوله کردن زبان	وجود مو روی انگشتان
RR مثبت	EE آزاد	BB دارند	AA دارند	MM دارند
Rr مثبت	Ee آزاد	Bb دارند	Aa دارند	Mm دارند
rr منفی	ee چسبیده	bb ندارند	aa ندارند	mm ندارند

مثال ۱: در مطالعه ی همزمان گروه خونی (ABO) و عامل RH به ترتیب چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ در جامعه وجود دارد؟ (براساسی ۸۴)

گروه خونی Rh
 ژنوتیپ = A فنوتیپ = ۳
 ژنوتیپ = ۱ فنوتیپ = ۱

بیماری های اتوزومی در انسان: در مردان و زنان دو نوع فنوتیپ و سه نوع ژنوتیپ وجود دارد.

تالاسمی	کم خونی داسی شکل	فنیل کتونوری	زالی	هانتینگتون
CC سالم	SS سالم خالص	PP سالم	AA سالم	HH بیمار
Cc مینور	Ss سالم ناقل	Pp سالم ناقل	Aa سالم ناقل	Hh بیمار
cc مازور	ss کم خون	pp بیمار	aa بیمار	hh سالم

مثال ۲: در مطالعه ی همزمان گروه خونی و زالی و عامل Rh در جمعیت چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ در جمعیت وجود دارد؟

۱- تالاسمی: تالاسمی نوعی کم خونی ارثی است که ژن هموگلوبولین جهش یافته است این ژن روی کروموزوم غیر جنسی (اتوزوم) قرار دارد. در تالاسمی در تولید هموگلوبین (پروتئین درون گلبول های قرمز که برای انتقال اکسیژن است) اختلال ایجاد می شود. افرادی که تالاسمی مینور (یا ژنوتیپ CC) دارند، معمولاً سالم هستند. اگر چه برخی از آن ها ممکن است کم خونی خفیف داشته باشند. بیشتر مبتلایان به تالاسمی مینور از بیماری های خود اطلاع ندارند و وقتی از وضع خود آگاه می شوند که خون آنها مورد آزمایش قرار گیرند یا صاحب فرزندان مبتلا به تالاسمی ماژور شوند. گلبول های قرمز افرادی که به تالاسمی مینور مبتلا هستند، کوچکتر از گلبول های قرمز افراد طبیعی است.

در مفر قرمز استخوان افراد مبتلا به تالاسمی ماژور، هموگلوبین به مقدار کافی ساخته نمی شوند، پس در گلبول های قرمز این افراد هموگلوبین کافی وجود ندارند. مبتلایان تالاسمی ماژور هنگام تولد عادی هستند، اما در سه تا هجده ماهگی دچار کم خونی می شوند و به این خاطر رنگ پریده اند، خوب نمی خوابند و خوب غذا نمی خورند و اگر درمان نشوند یا تحت مراقبت قرار نگیرند، در خطرند. فرزندان مبتلا به تالاسمی ماژور (با ژنوتیپ CC) از پدر و مادری متولد می شوند که هر دو مبتلا به تالاسمی مینور هستند، به این منظور برای جلوگیری از تولد چنین نوزادانی، ضروری است در هنگام ازدواج مشاوره ژنتیک و آزمایش خون زن و مرد از جهت ابتلا به بیماری تالاسمی مینور انجام گیرد. به افرادی که تالاسمی مینور دارند، توصیه می شود از ازدواج با افراد مبتلا به این بیماری پرهیز کنند.

مثال ۱) از پدر و مادری مبتلا به تالاسمی مینور احتمال.....

۱) دختر مبتلا به تالاسمی ماژور متولد شود چقدر است؟

۲) پسر مبتلا به تالاسمی مینور متولد شود چقدر است؟

۳) تولد فرزندی که دارای حداقل یک ژن بیماری باشد چقدر است؟

۳- فنیل کتونوریا (PKU): یک بیماری اتوزوم مغلوب است. در این بیماری، در ژن آنزیم تبدیل کننده ی فنیل آلانین به تیروزین جهش ایجاد شده است، در نتیجه آمینو اسید فنیل آلانین به آمینو اسید تیروزین تبدیل نمی شود و در خون این افراد مقدار فنیل آلانین زیاد می شود و در عوض تیروزین کم می شود و در اثر رسوب ماده ی شیمیایی حاصل از فنیل آلانین در مغز کودک، عقب ماندگی ذهنی ایجاد می شود. ژن این بیماری روی کروموزوم اتوزوم (غیر جنسی) است.

هرگاه از پدر و مادری سالم فرزندان بیمار متولد شد، والدین هر دو ناقل هستند (در بیماری اتوزومی).

AA سالم	Aa سالم
Aa سالم	aa بیمار

مثال ۲) از پدر و مادری سالم فرزند اول مبتلا به فنیل کتونوریا است؟

۱) احتمال اینکه فرزند پنجم آنها پسر سالم شود چقدر است؟

۲) احتمال اینکه فرزند دوم و سوم آنها مبتلا به بیماری شود چقدر است؟

۳) چه نسبتی از فرزندان سالم آنها ناقل (حامل) بیماری هستند؟

۴) احتمال اینکه فرزند دوم و سوم یکی بیمار و دیگری سالم شود چقدر است؟

۲- کم خونی وابسته به گلبول های قرمز داسی شکل: عامل این بیماری وراثتی، الی مغلوب است که ژن هموگلوبین جهش پیدا کرده است و موجب کمبود هموگلوبین طبیعی می شود. بعضی از گلبول های قرمز افرادی که به این بیماری مبتلا هستند، به علت دارا بودن نوع ناقصی از هموگلوبین، داسی شکل می شوند. این گلبول های قرمز داسی شکل نمی توانند به خوبی اکسیژن را منتقل کنند، به علاوه به علت چسبیدن این گلبول ها به دیواره های رگ ها، جریان خون در آنها دشوار می شود. افراد بیمار معمولاً پیش از رسیدن به سن تولید مثل می میرند بنابراین شایستگی آنها صفر است. چون ژن های خود را به نسل بعد منتقل نمی کنند. افراد سالم ناقل معمولاً بیماری را بروز نمی دهند ولی اگر به ارتفاعات بروند گلبول های آنها هم داسی شکل می شود.

دو نوع فنوتیپ و سه نوع ژنوتیپ دارد
 بیمار - SS سالم ناقل - SS سالم

مثال ۳) از پدر و مادری سالم فرزند اول مبتلا به کم خونی داسی شکل و زال است.....

مادر SsAa x پدر SsAa

SS سالم	Ss سالم
Ss سالم	ss کم

AA سالم	Aa سالم
Aa سالم	aa زال

$$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

۱) احتمال اینکه فرزند بعدی مبتلا به هر دو بیماری باشد چقدر است؟

جواب: هر بیماری را جدا حساب کنید در هم ضرب کنید

۲) احتمال اینکه فرزند بعدی فقط مبتلا به یک بیماری باشد چقدر است؟

جواب: دو حالت دارد (زال باشد، کم خون نباشد + زال نباشد، کم خون باشد)

$$\left(\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}\right) + \left(\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}\right) = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$$

۳) احتمال اینکه فرزند بعدی حداقل یکا بیماری را داشته باشد چقدر است؟

جواب: سه حالت دارد (زال باشد کم خون باشد + زال نباشد کم خون باشد + زال باشد کم خون نباشد)

$$\left(\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}\right) + \left(\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}\right) + \left(\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}\right) = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$$

۴- بیماری هانتینگتون: عامل بیماری هانتینگتون الی غالب و اتوزومی است. نخستین نشانه های این بیماری در سنین سی تا پنجاه سالگی بروز می کند. علائم آن عبارتند از: کاهش توان کنترل ماهیچه ها، گرفتگی ماهیچه ای، فراموشی و سرانجام مرگ در اثر این بیماری. بسیاری از افراد تا قبل از فرزند دار شدن از وجود عامل این بیماری در سلول های خود بی خبرند، بنابراین احتمال انتقال آن به فرزندان زیاد است. شایستگی افراد هانتینگتون صفر نیست چون ژن های خود را به نسل بعد منتقل می کنند. افراد بیمار دو نوع ژنوتیپ دارند. اگر اردو فرد هانتینگتون فرزند سالم متولد شد و والدین

دو نوع فنوتیپ و سه نوع ژنوتیپ دارد
 بیمار - Hh سالم - hh بیمار - HH بیمار

مثال ۴) از پدر و مادری مبتلا به هانتینگتون فرزند اول فاقد ژن بیماری است احتمال اینکه فرزند بعدی آنها:

Hh بیمار	Hh بیمار
Hh بیمار	hh سالم

$$Hh \times Hh$$

۱) پسری با فنوتیپ شبیه والدین شود؟

۲) دختری با ژنوتیپ شبیه والدین شود؟

مثال ۵) از پدر و مادری مبتلا به هانتینگتون و تالاسمی میثور فرزند اول زال شده است احتمال فرزند بعدی:

پدر Hh Cc Aa مادر Hh Cc Aa

Hh بیمار	Hh بیمار
Hh بیمار	hh سالم

AA سالم	Aa سالم
Aa سالم	aa بیمار

CC میثور	Cc میثور
Cc میثور	cc میثور

$$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$$

۱) مبتلا به هانتینگتون و تالاسمی مازور و زالی باشد؟

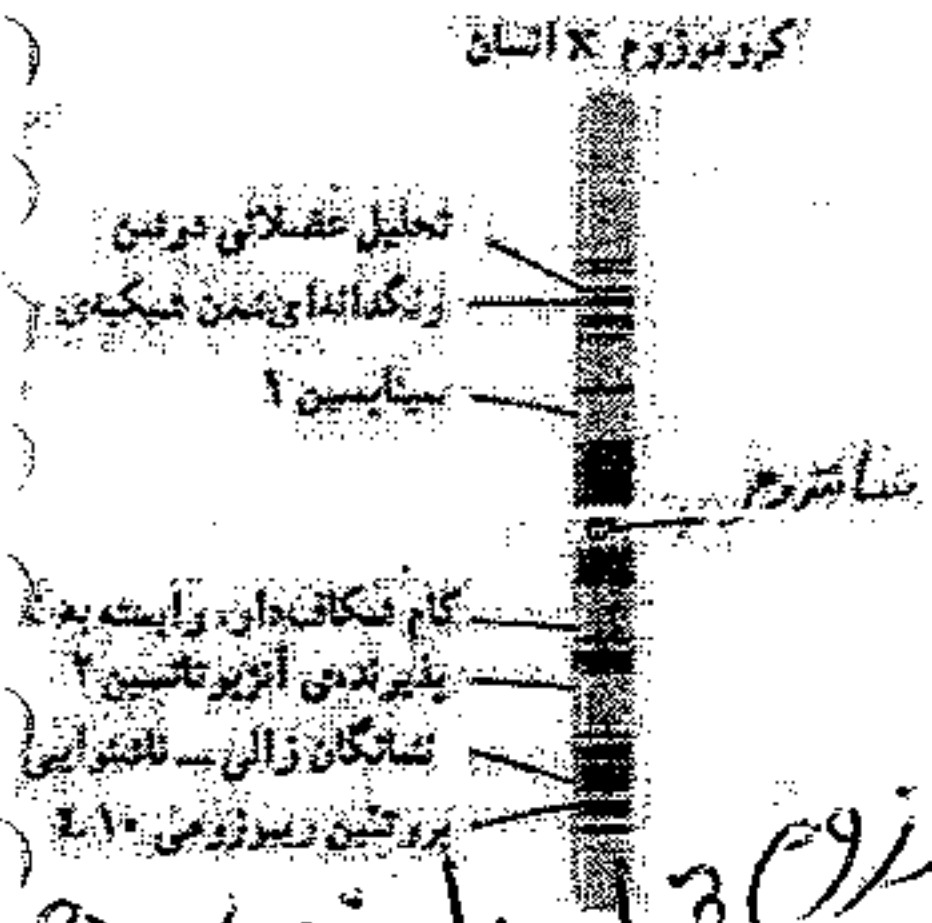
۲) پسر مبتلا به هانتینگتون و تالاسمی میثور باشد؟

۳) فقط مبتلا به تالاسمی مازور باشد؟

$$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$$

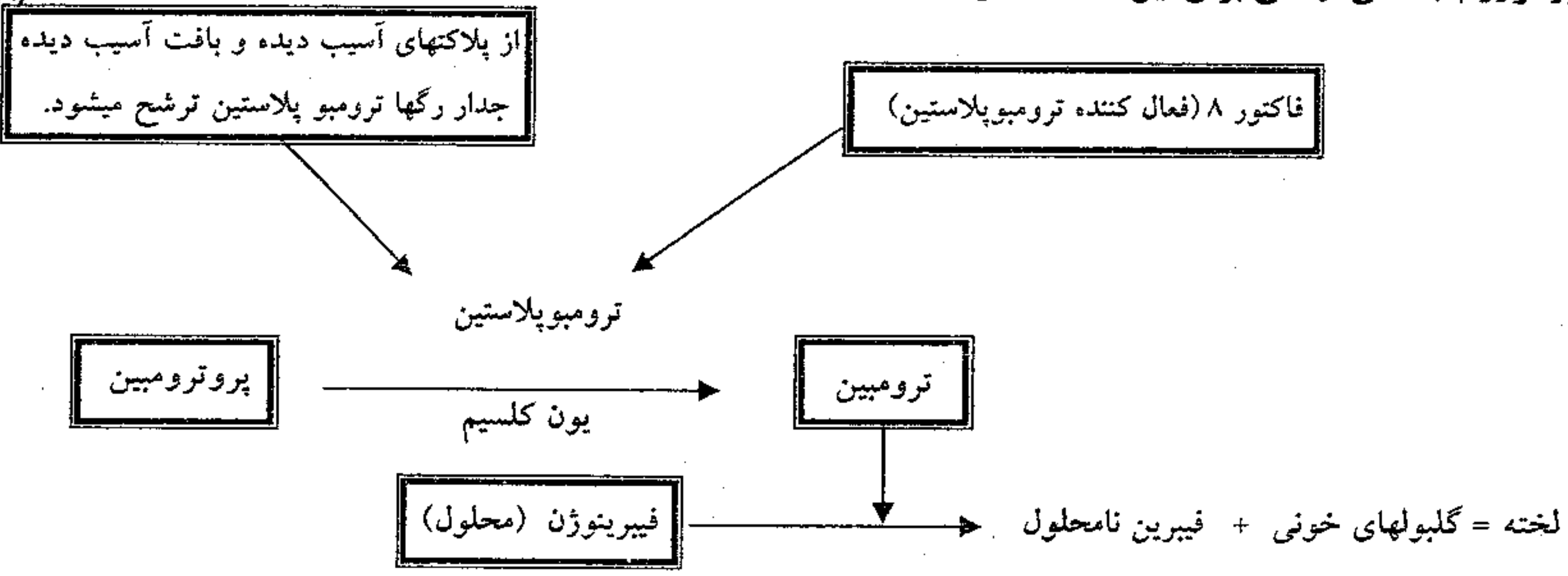
صفات وابسته به X :

اگر آل های یک ژن روی کروموزوم جنسی X قرار داشته باشد. آن صفت را وابسته به X می گویند. مثلاً در انسان بیش از ۴۵۰ ژن و ۲۰۰ ناهنجاری ژنتیکی روی کروموزوم X وجود دارند مانند ژن کم رنگی، هموفیلی، تحلیل عضلانی دوشین، نگدانه ای شدن شبکیه چشم، پروتئین سیناپسین I، کام شکاف دار وابسته به X، پذیرندهی آنزیم آنزیم آنزیم II، نشانگان زالی - ناشنوایی، پروتئین ریوزوزومی I، که روی کروموزوم X قرار دارند.



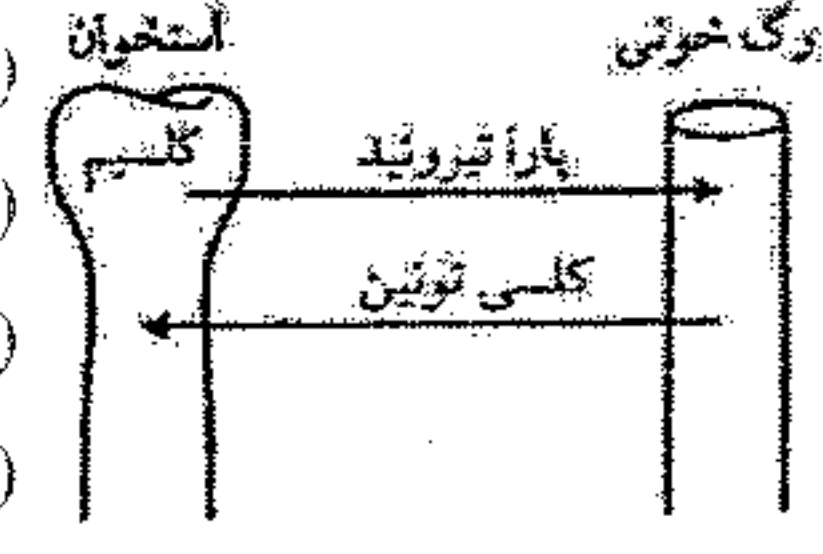
ژن های که روی یک کروموزوم قرار دارند

۱- هموفیلی : خون افراد مبتلا به هموفیلی، در موقع لزوم منعقد نمی شود. بنابراین چنین افرادی در خطر خونریزی بیش از حد قرار دارند. آل مغلوب هموفیلی روی کروموزوم جنسی X قرار دارد؛ بنابراین هموفیلی نوعی بیماری وابسته به جنس است. کروموزوم جنسی Y آلی برای این صفت ندارد.



نکته ۱ : اگر یک رگ پاره شود تغییراتی در محل زخم ایجاد می شود به ترتیب : ۱- انقباض عضلات صاف دیواره رگ ۲- آماس و به هم چسبیدن پلاکتها ۳- تشکیل لخته
 نکته ۲ : هنگام آسیب دیواره رگها از بافتهای آسیب دیده جدار رگها واز پلاکتهایی که به بافت پیوندی بر خورد کرده اند ترومبوپلاستین ترشح می شود و روند انعقاد آغاز می شود. ترومبوپلاستین توسط فاکتور ۸ فعال میشود. و ترومبوپلاستین فعال همراهم با یون کلسیم باعث تبدیل پروترومبین به ترومبین می شود. و ترومبین با عمل آنزیمی خود باعث تبدیل فیبرینوژن محلول در پلاسما به فیبرین نامحلول می شود. و فیبرین با گلبولهای خونی (قرمز + سفید و پلاکت) جمع میشود و تشکیل لخته میدهد.
 نکته ۳ : برای تولید پروترومبین ویتامین K لازم داریم. و برای تبدیل پروترومبین به ترومبین یون کلسیم لازم داریم.

نکته ۴ : علل اختلال انعقادی



۱- کاهش کلسیم پلاسما به علت: الف) کم کاری غده پاراتیروئید ب) پرکاری تیروئید و افزایش کلسی تونین ج- کاهش ویتامین D که باعث کاهش جذب کلسیم از روده میشود.
 ۲- کاهش ویتامین K به علت: الف) کاهش ترشح صفرا ب) مسدود شدن رگ لنفی که باعث کاهش جذب ویتامین K از روده میشود. ج) خوردن آنتی بیوتیک زیاد چون باعث از بین بردن باکتری های اشریشیا کلای روده می شود.
 ۳- اختلال ژنتیکی مثل بیماری هموفیلی که در ژن فاکتور ۸ جهش ایجاد شده است.

Handwritten notes and diagrams at the bottom of the page, including a Punnett square for X-linked inheritance:

XX	سالم
Xx	سالم ناقل
Xy	سالم
xy	بیمار

Other handwritten notes include: "سالم", "سالم ناقل", "بیمار", "ژن", "کلسیم", "ترومبین", "فیبرین", "لخته", "گلبولهای خونی", "فاکتور ۸", "پروترومبین", "ترومبوپلاستین", "یون کلسیم", "ترومبین", "فیبرینوژن (محلول)", "لخته = گلبولهای خونی + فیبرین نامحلول".

نکته ۱: ژنهایی که روی کروموزوم X قرار دارند در مردان توسط یک آلل ولی در زن ها توسط دو آلل کنترل می شوند. یعنی مردان برای این ژن ها آلل پوشاننده ندارند. برای همین فراوانی بیماری این ژن ها در مردان و زنان یکسان نیست.

نکته ۲: در صفات وابسته به X تعداد انواع ژنوتیپ در مردان و زنان با هم برابر نیست. مثلاً در بیماری هموفیلی مردان دو نوع فنوتیپ و دو نوع ژنوتیپ دارند. ($X_H Y$ مرد سالم و $X_h Y$ مرد هموفیل) ولی زنان دو نوع فنوتیپ و سه نوع ژنوتیپ دارند. ($X_H X_H$ زن سالم خالص و $X_H X_h$ زن سالم ناقل و $X_h X_h$ زن هموفیل) یعنی در جامعه برای هموفیلی دو نوع فنوتیپ و ۵ نوع ژنوتیپ وجود دارد.

کام شکاف دار وابسته به X		دیستروفی عضلانی دوشن		کورنگی	
XX سالم	مرد سالم XY	XX سالم	مرد سالم XY	XX سالم	مرد سالم XY
$X_k X$ ناقل	مرد بیمار $X_k Y$	$X_d X$ ناقل	مرد بیمار $X_d Y$	$X_c X$ ناقل	مرد بیمار $X_c Y$
$X_k X_k$ بیمار		$X_d X_d$ بیمار		$X_c X_c$ بیمار	

مثال ۱: در مطالعه همزمان گروه خونی و هموفیلی: جواب: انواع فنوتیپ و ژنوتیپ هر صفت را در هم ضرب کنید.

۱) در مردان چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ وجود دارد؟ فنوتیپ $4 \times 2 = 8$ و ژنوتیپ $6 \times 2 = 12$

۲) در زنان چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ وجود دارد؟ فنوتیپ $4 \times 2 = 8$ و ژنوتیپ $6 \times 3 = 18$

۳) در جمعیت چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ وجود دارد؟ فنوتیپ $4 \times 2 = 8$ و ژنوتیپ $6 \times 5 = 30$

نکته ۳: مردان دو نوع اسپرم $22+Y$ و $22+X$ دارند. یعنی ۵۰ درصد اسپرم ها فاقد کروموزوم X هستند. پس ۵۰ درصد اسپرم ها فاقد ژن های وابسته به X اند.

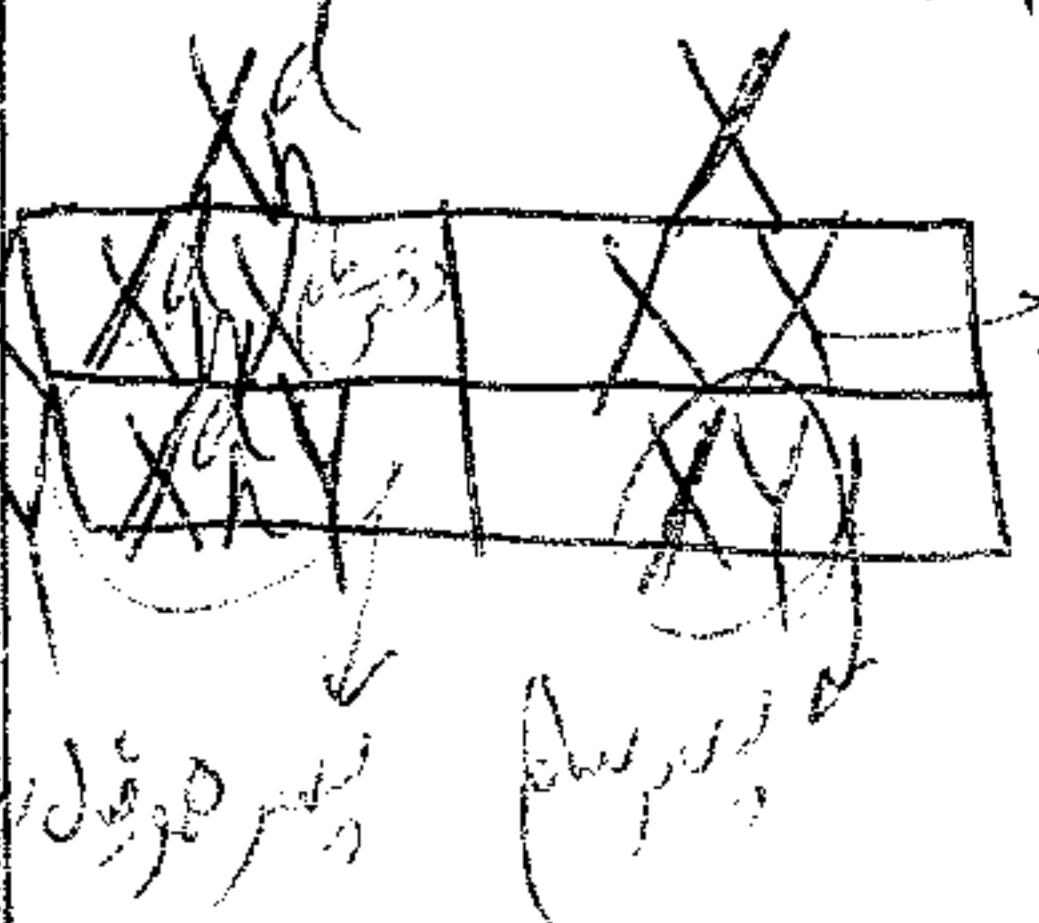
نکته ۴: ژنهایی که روی کروموزوم X قرار دارند از پدر به پسر منتقل نمی شوند. یعنی مردان تمام این ژن ها را از مادر خود به ارث برده اند. ولی دخترها این ژن ها را هم از پدر و هم از مادر به ارث برده اند.

نکته ۵: توجه در صفات وابسته X مغلوب مثل هموفیلی و کورنگی و دیستروفی عضلانی دوشن مرد سالم ناقل ندارند اگر پدر سالم باشد قطعاً تمام دختران آنها سالم خواهند شد و اگر مادر بیمار باشد قطعاً تمام پسران آنها بیمار خواهند شد یعنی در وابسته به X مغلوب هیچ وقت پدر سالم دختر بیمار نمیدهد ولی مادر سالم می تواند پسر بیمار بدهد و هیچ وقت مادر بیمار پسر سالم نمیدهد. ولی پدر بیمار می تواند دختر سالم بدهد.

نکته ۶: هرگاه از پدری سالم فرزندی از مادر سالم فرزندی متولد شود قطعاً مادر ناقل بوده و از پدر ناقل فرزندی متولد می شود.

نکته ۶: ژن هایی که روی کروموزوم X قرار دارند می گویند با هم پیوسته اند. ژن هایی که روی یک کروموزوم قرار دارند مستقل از هم وارد گامت های مختلف نمی شوند یعنی با هم وارد یک گامت می شوند پس ژن هایی که روی کروموزوم قرار دارند مستقل از هم عمل نمی کنند و از قانون دوم مندل (اصل استقلال ژن ها) پیروی نمی کنند.

مثال ۲) از پدر و مادری سالم فرزند اول مبتلا به هموفیلی و دیستروفی عضلانی دو شن است:

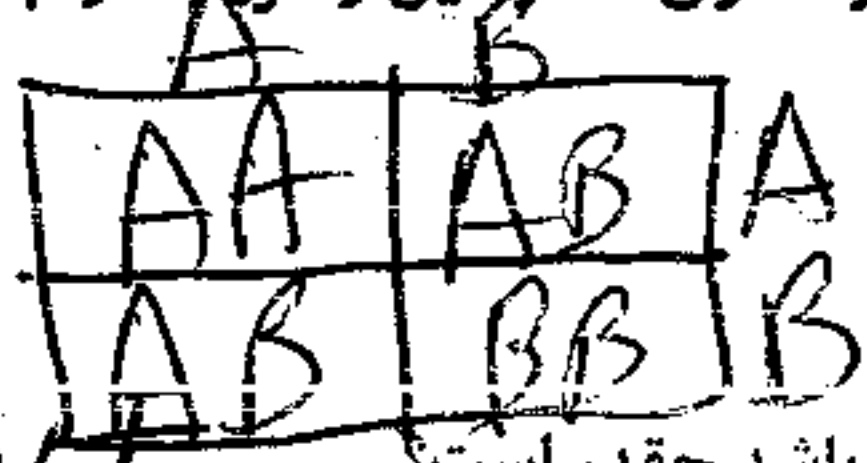
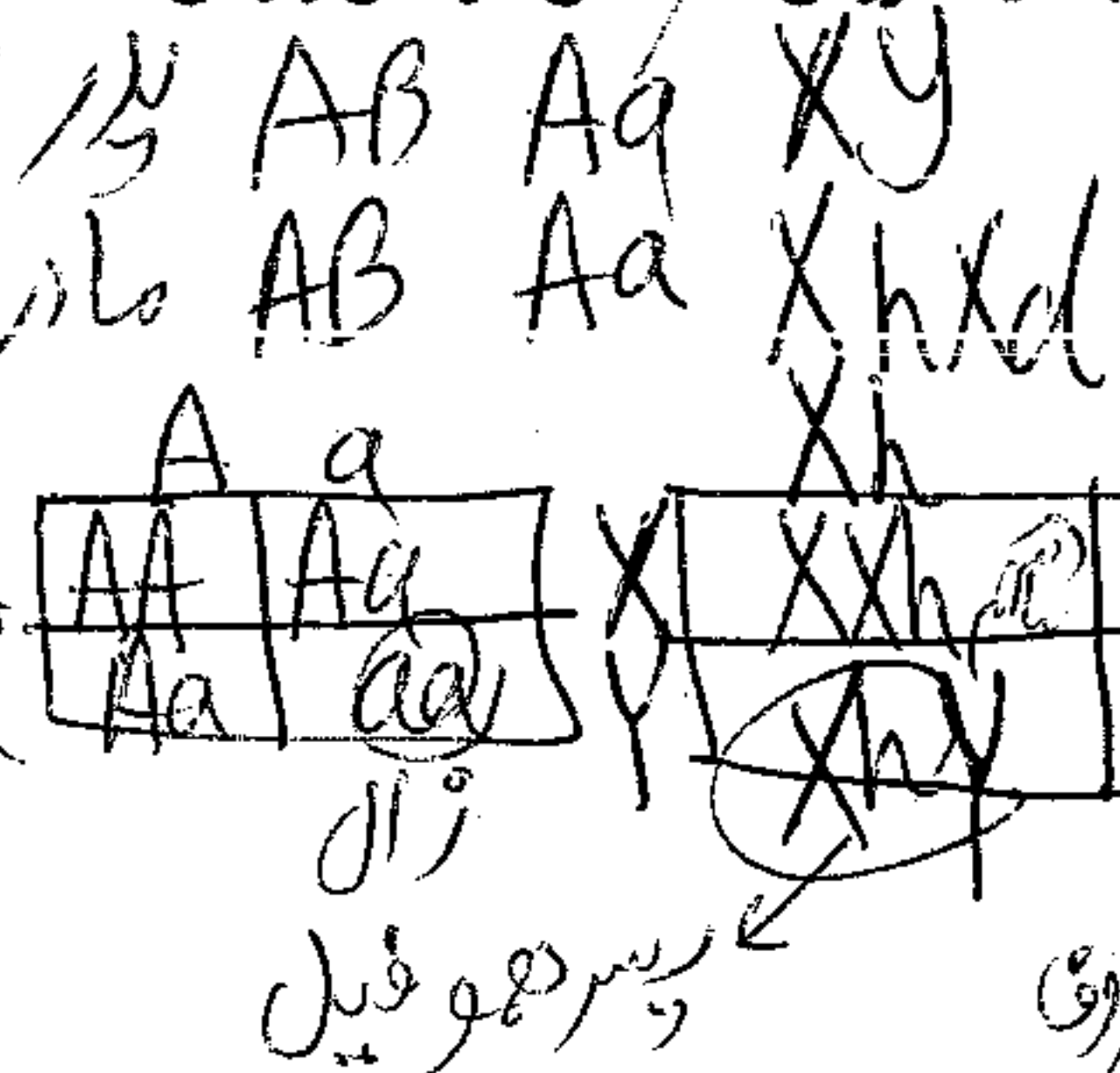


۱) احتمال فرزند بعدی آنها پسر مبتلا به هر دو بیماری باشد چقدر است؟

۲) چه نسبتی از پسران بعدی آنها مبتلا به هر دو نوع بیماری خواهند شد؟

۳) چه نسبتی از فرزندان آنها الل بیماری را دارند؟

مثال ۳) از پدر و مادری سالم با گروه خونی AB فرزند اول هموفیل و فرزند دوم مبتلا به دیستروفی عضلانی دوشن و زالی است طبق قوانین احتمالات :



۱) والدین روی هم چند نوع گامت می دهند؟

۲) احتمال فرزند بعدی پسر هموفیل زال با گروه خونی B باشد چقدر است؟

۳) چه نسبتی از پسران مبتلا به دیستروفی زال با گروه خونی AB هستند؟

۴) چه نسبتی از پسران آنها سالم خواهند شد؟

۵) چه نسبتی از دختران فنوتیپ شبیه مادر را دارند؟

مثال ۴) در انسان در بیماری وابسته به X مغلوب اگر باشد قطعاً همه ی خواهند شد.

- ۱) پدر و مادر سالم - فرزندان سالم
- ۲) مادر سالم - پسران سالم
- ۳) پدر سالم - پسران سالم
- ۴) پدر سالم - دختران - سالم

مثال ۵) در انسان صفتی دو الی وابسته به جنس با رابطه غالب و مغلوبی داریم. هنگامی پسران فنوتیپ مغلوب را نشان می دهند که والد قطعاً باشد.

- ۱) ماده - دارای الل مغلوب
- ۲) ماده - هموزیگوس مغلوب
- ۳) نر - دارای الل مغلوب
- ۴) نر و ماده - دارای الل مغلوب

مثال ۶) در بیماری هموفیلی کدام نادرست است؟

- ۱) از مادر سالم می تواند پسر بیمار متولد شود.
- ۲) از مادر هموفیل می تواند دختر سالم متولد شود.
- ۳) از پدر سالم می تواند دختر بیمار متولد شود.
- ۴) از پدر هموفیل می تواند دختر سالم متولد شود.

۷- در خانواده ای احتمال تولد بیماری وابسته به X مغلوب در پسران و دختران یکسان است، در اینصورت پدر و مادر است؟

- ۱) بیمار - هموزیگوس غالب
- ۲) سالم - هموزیگوس مغلوب
- ۳) سالم - هتروزیگوس
- ۴) بیمار - هتروزیگوس

۸- چگونگی وراثت ژنهای می تواند تاییدی بر قانون جور شدن مستقل ژنها باشد؟

- ۱) دیستروفی عضلانی دوشن و سیناپسین ۱
- ۲) رنگدانه ای شدن شبکیه چشم و نشانگان زالی - ناشنوایی
- ۳) پذیرنده آنزیم تانسین ۲ و هانتینگتون
- ۴) کام شکاف دار وابسته به جنس و پروتئین ریوزومی ۱

۹- در دختری سه ساله سلولی ژن سیناپسین یافت نمی شود؟

- ۱) بدون
- ۲) با دو
- ۳) با یک
- ۴) با چند

۱۰- در هر شرایطی، علائم و نشانه های در افراد هتروزیگوس ظاهر نمی شود؟

- ۱) هموفیلی
- ۲) هانتینگتون
- ۳) تالاسمی
- ۴) کم خونی داسی شکل

۱۱- در حالت طبیعی کدام عبارت در مورد انسان نادرست است؟

- ۱) برخی گامت های طبیعی فاقد ژن سیناپسین هستند.
- ۲) ژن سیناپسین پدر هیچگاه به فرزندان پسر منتقل نمی شود.
- ۳) از پدر سالم هیچگاه دختر هموفیل متولد نمی شود.
- ۴) از مادر سالم هیچگاه پسر هموفیل متولد نمی شود.

مثال ۱۲) اگر مردی ناقل زالی و مبتلا به بیماری هموفیلی و تالاسمی مینور، با زنی ظاهراً سالم که ناقل هر سه بیماری است ازدواج کند. (طبق قوانین احتمالات)

- ۱. چه نسبتی از فرزندانشان دختران هموفیل و زال خواهند شد؟
- ۲. چه نسبتی از فرزندانشان پسرانی زال و مبتلا به تالاسمی ماژور خواهند شد؟
- ۳. چه نسبتی از فرزندانشان دختران مبتلا به هر سه بیماری شدید هستند؟
- ۴. چه نسبتی از پسران این زوج مبتلا به هموفیلی و زالی دارند؟

مثال ۱۳: پدری مبتلا به هموفیل و مادری سالم، پسری مبتلا به بیماری هموفیلی و کم خونی داسی شکل دارند چه نسبتی از دختران این خانواده سالم خواهند بود؟ (سراسری ۸۹)

- (۱) $\frac{3}{16}$
 (۲) $\frac{2}{8}$
 (۳) $\frac{6}{16}$
 (۴) $\frac{3}{4}$

مثال ۱۴: پدر و مادری سالم پسری زال و هموفیل دارند احتمال دختر سالم میان فرزندان این خانواده است؟ (سراسری ۸۸)

- (۱) $\frac{1}{8}$
 (۲) $\frac{3}{4}$
 (۳) $\frac{3}{8}$
 (۴) $\frac{3}{16}$

مثال ۱۵: اگر فردی مبتلا به هانتینگتون که مادرش سالم بوده است با زنی که مادرش کور رنگ و هموفیل بوده است ازدواج کند چه نسبتی از پسران آنها هر سه بیماری را خواهند داشت؟ (سراسری ۸۸)

- (۱) $\frac{1}{2}$
 (۲) $\frac{1}{4}$
 (۳) $\frac{1}{8}$
 (۴) $\frac{1}{16}$

جواب سوال ۱۲ -

پدر: $Aa X_h Y Cc$
 مادر: $Aa X_h X Cc$

جواب ۱: $\frac{1}{4} \times \frac{1}{16} = \frac{1}{64}$ زال دختر هموفیل
 جواب ۲: $\frac{1}{4} = \frac{1}{32}$ ماژور زال $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$ پسر
 جواب ۳: $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$ زال دختر هموفیل $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$ ماژور
 جواب ۴: $\frac{1}{4} = \frac{1}{8}$ پسران هموفیل هستند $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$ زال هستند

جواب سوال ۱۳ - نسبتی از دختران آنها بیماری وابسته به X ندارند کم خونی هم ندارند

پدر: $Ss X_h Y$
 مادر: $Ss X_h X$

$\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$

جواب سوال ۱۴ - دختر سالم از نظر هموفیلی $\frac{3}{4} \times \frac{2}{4}$ سالم از نظر هموفیلی

پدر $XY Aa$ × مادر $X_h X Aa$

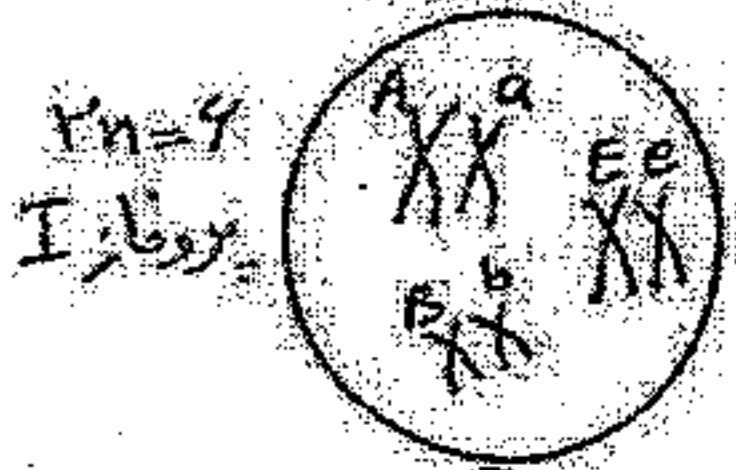
جواب سوال ۱۵ -

پدر $Hh XY$ × مادر $hh X_h^k X$

$\frac{1}{4}$ هموفیل و کورنگ هستند $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2}$ هانتینگتون هستند $= \frac{1}{8}$

قوانین مندلی یا قوانین وراثت :

۱- قانون تفکیک ژن ها : ژن ها (دو ال) مربوط به هر صفت هنگام تشکیل گامت از یکدیگر جدا می شوند . می دانیم که ال های مربوط به یک ژن بر روی کروموزوم های همتا قرار دارند که در مرحله ی آنافاز ۱ از هم جدا می شوند . مثلاً فردی با لاله گوش آزاد ناخالص (Bb) دو نوع گامت (B) و (b) ایجاد می کند.



مثال ۱ : جانوری $2n = 6$ با ژنوتیپ $AaBbEe$ وجود دارد

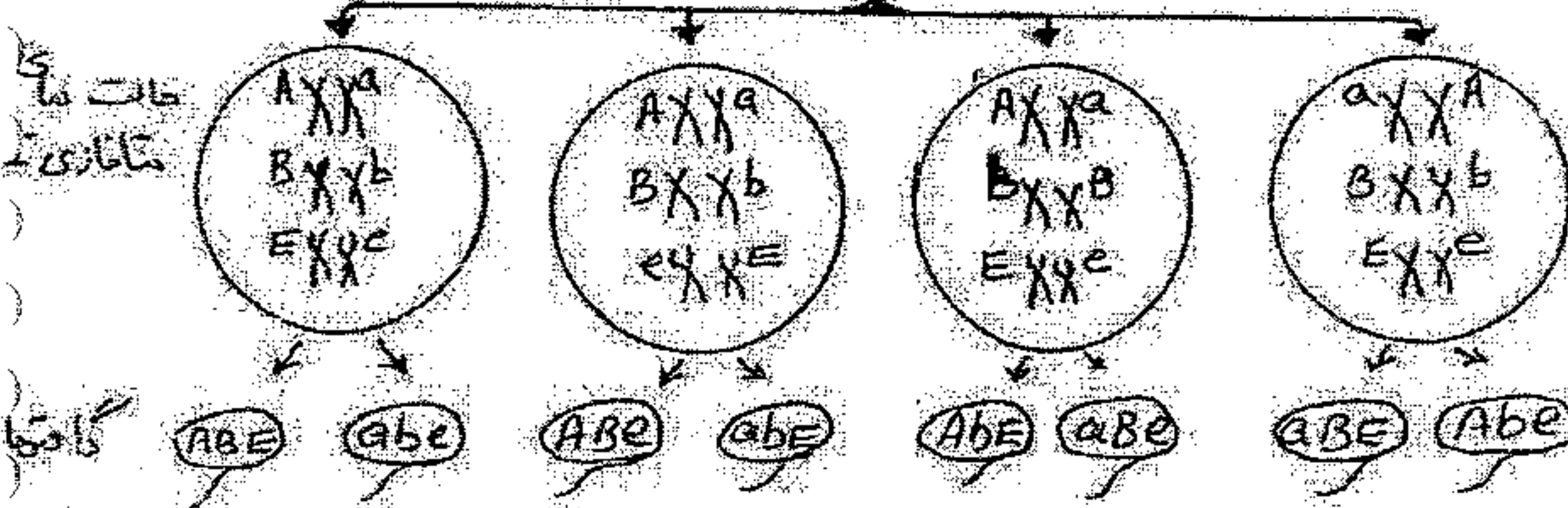
(۱) توانایی تولید چند نوع گامت را دارد.
 $2 \times 2 \times 2 = 8$ نوع

(۲) کروموزوم های آن به چند حالت می توانند وارد متافاز I شوند.

$\frac{2 \times 2}{2} = 2$ حالت

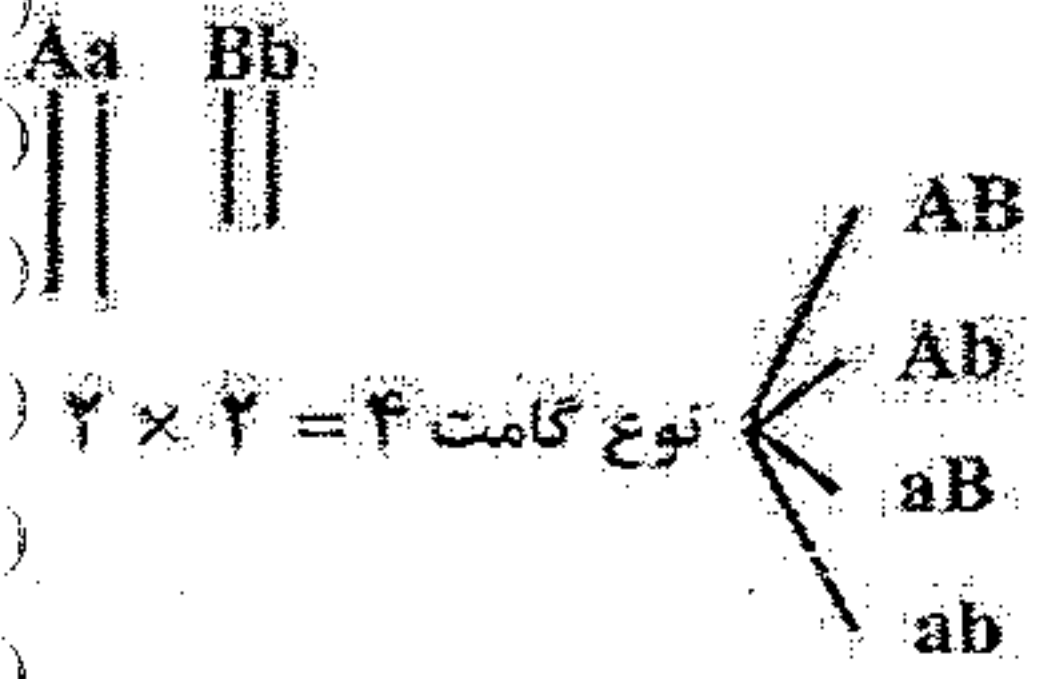
(۳) هر سلول زاینده ی آن توانایی تولید چند نوع گامت را دارد.

هر سلول زاینده به دنبال هر بار میوز در مردان دو نوع گامت و در زنان یک نوع گامت می دهد.



۲- قانون جور شدن مستقل ژن ها : هنگام تشکیل گامت ها ، ال های مربوط به هر صفت ، بدون

تأثیر بر صفات دیگر از هم تفکیک می شوند . یعنی اگر دو صفت را جداگانه بررسی کنیم مستقل از وارد گامت ها می شود . مثلاً هنگام مطالعه ی نخود فرنگی صاف زرد ناخالص ($AaBb$) چهار نوع گامت تولید می کند . که ال هر صفت مستقل از ال صفت دیگر وارد گامت ها می شود .



تست ۲ : در چکاوک ماده با عدد کروموزومی $2n = 14$ ، چهار جفت از کروموزوم های اتوزومی هموزیگوس می باشند ، این پرنده حداکثر توانایی تولید نوع گامت را دارد . (سراسری ۹۱)



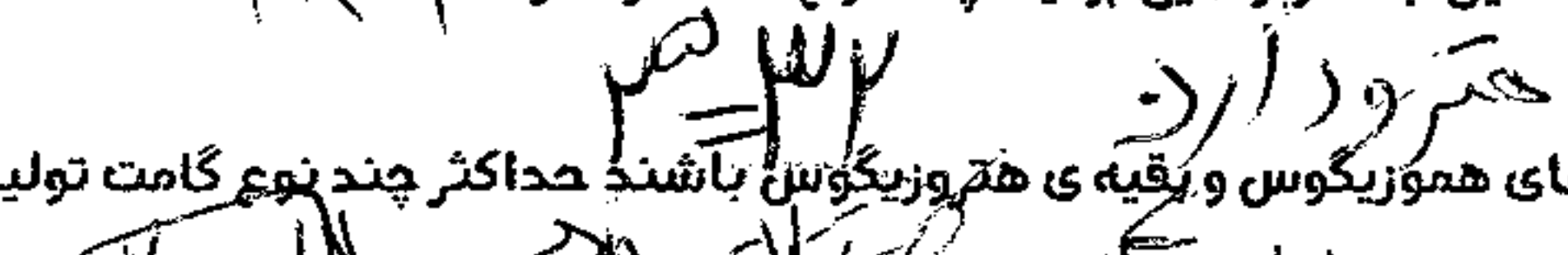
- ۱ (۴)
- ۸ (۳) ✓
- ۱۲ (۲)
- ۴ (۱)

تست ۳ : در بیستون بتولاریا ماده $2n = 12$ اگر سه جفت از کروموزوم های اتوزومی هتروزیگوس باشند این پروانه حداکثر توانایی تولید چند نوع گامت را دارد.

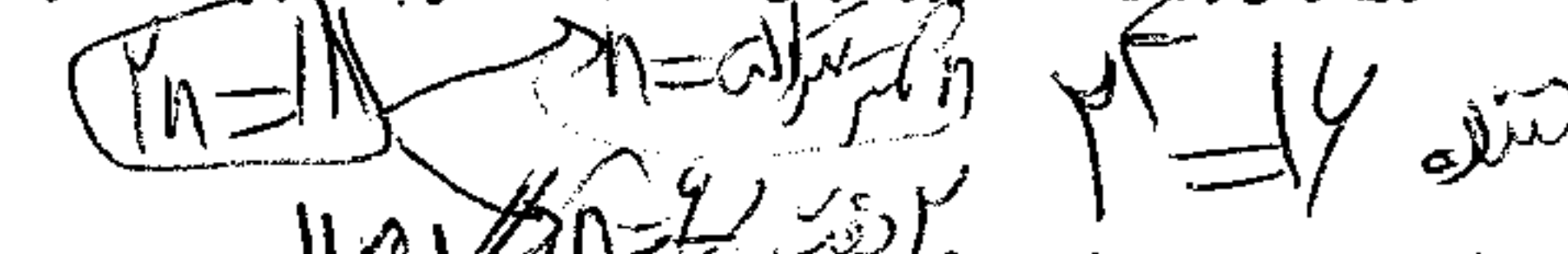


- ۸ (۲)
- ۴ (۱)
- ۳۲ (۴)
- ۱۶ (۳) ✓

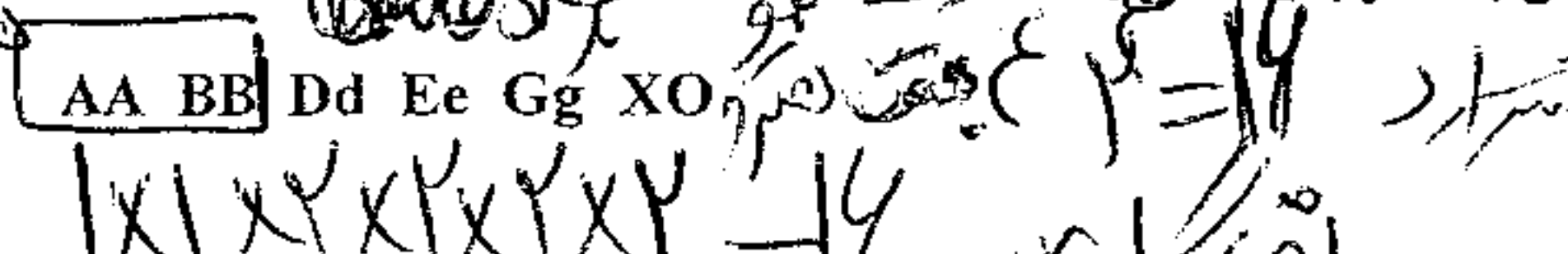
تست ۴ : در سیب زمینی اگر ۱۹ جفت کروموزوم هموزیگوس باشند ، این جاندار توانایی تولید چند نوع گامت را دارد.



تست ۵ : یک مرد سالم ، حاوی ژن های هموزیگوس و بقیه ی هتروزیگوس باشند حداکثر چند نوع گامت تولید می کند ؟ (خارج از کشور ۸۵)



تست ۶ : جانداری $2n = 11$ اگر دارای دو جفت کروموزوم هموزیگوس باشد و بقیه هتروزیگوس باشند



الف- این جاندار در پروفاز ۱ چند تتراد ایجاد میکند .
 ب- این جاندار چند نوع گامت ایجاد میکند .

توجه : در موارد زیر تعداد کروموزوم ها را یاد بگیرید :

انسان $2n = 46$	مرغ و خروس و سگ $2n = 78$	گل مغربی $2n = 14$
ملخ تر $2n = 23$	سیب زمینی - آلو - شامپانزه $2n = 48$	گل مغربی $4n = 28$
ملخ ماده $2n = 24$	مگس سرکه $2n = 8$	گل مغربی $2n = 21$

تست ۷: بر روی ۷ جفت از کروموزومهای اتوزوم ملخ نر تمام ژنها هموزیگوس هستند: الف- این جاندار در پروفاز ۱ چند تتراد ایجاد میکند.

ب- این جاندار چند نوع گامت ایجاد میکند.

تست ۸: ناقص قانون دوم مندل: امروزه می دانیم که قانون دوم مندل فقط درباره ژن هایی درست است که روی کروموزوم های مختلف قرار داشته باشند. ژن هایی که روی یک کروموزوم قرار دارند (ژن های پیوسته) با هم وارد یک گامت می شوند و مستقل از هم عمل نمی کنند یعنی مستقل از هم نمی توانند وارد گامت های مختلف شوند. مثلاً ژن فاکتور ۸ (هموفیلی) و کور رنگی و دیستروفی عضلانی دوشن و سیناپسین و پذیرنده ی آنژیوتانسین II و ... که روی یک کروموزوم قرار دارند. از این قانون پیروی نمی کنند. ولی مندل که روی هفت جفت از صفات نخود فرنگی بررسی می کرد. تمام صفات روی کروموزوم های مختلف وجود داشت. برای همین از این قانون پیروی می کردند.

تست ۱ - ناقص اصل جور شدن مستقل ژنها کدام است؟
 (۱) گروه خونی ABO و Rh (۲) تحلیل عضلانی دوشن و هموفیلی (۳) تحلیل عضلانی دوشن و Rh (۴) هموفیلی و گروه خونی ABO

تست ۲- چگونگی وراثت ژنهای می تواند تاییدی بر قانون جور شدن مستقل ژنها باشد؟ (سراسری ۸۸)
 (۱) دیستروفی عضلانی دوشن و سیناپسین ۱ (۲) رنگدانه ای شدن شبکیه چشم و نشانگان زانی - ناشنوایی
 (۳) پذیرنده آنژیوتانسین ۲ و هانتینگتون (۴) کام شکاف دار وابسته به جنس و پروتئین ریبوزومی L۱
 تست ۳- فردی با ژنوتیپ AaBbCc در صورتی که ژن های A و B پیوسته باشند چند نوع گامت تولید می کند.

تست ۴- فردی دارای ۹ جفت صفت هتروزیگوس است اگر ۳ جفت صفت آن از قانون دوم مندل پیروی نکند این فرد چند نوع گامت ایجاد می کند؟ (۱) ۶۴ (۲) ۳۲ (۳) ۱۶ (۴) ۸

تست ۵- فردی با گروه خونی AB که ناقل هموفیلی و دیستروفی عضلانی دوشن و مبتلا به تالاسمی میوزوزالی است.
 (۱) هر سلول زاینده ی آن در هر بار میوز چند نوع گامت می دهد.
 (۲) در رابطه با این صفات چند نوع گامت می تواند تولید کند.

(۳) با کراسینگ اور چند نوع گامت تولید می کند.
 (۴) هر سلول زاینده ی آن در هر بار میوز چند نوع گامت می دهد.

کراسینگ اور: در هنگام جفت شدن کروموزوم ها (تشکیل تتراد) در پروفاز میوز I، گاه قطعاتی از دو کروماتید غیر خواهری بین کروموزوم های همتا مبادله می شود. اگر این قطعات حامل الل های متفاوتی باشند، ترکیب جدیدی از الل ها به وجود می آید. این پدیده را کراسینگ اور می نامند. کراسینگ اور الل جدید ایجاد نمی کند. و جهش محسوب نمی شود. کراسینگ اور می تواند پیوستگی ژن ها را از بین ببرد. و باعث افزایش تنوع در گامت ها می شود.

مثال: فردی با ژنوتیپ AaBbCc در صورتی که ژن های A و B پیوسته باشند چند نوع گامت تولید می کند؟
 قبل از کراس ۲ نوع گامت
 بعد از کراس چهار نوع گامت می دهد که ۲ نوع جدیدند.

توجه ۱: هر سلول زاینده به دنبال میوز در مردان ۲ نوع گامت می دهد و بعد از کراسینگ اور ۴ نوع گامت می دهد. ولی در زنان هر سلول زاینده به دنبال هر بار میوز چه کراس بکند چه نکند فقط یک نوع گامت می دهد. چون سه تایی آن گویچه ی قطبی هستند و از بین می روند.

تست ۱: به طور معمول فردی که ناقل هموفیلی است و گروه خونی A⁺ دارد، در هر بار میوز می نتازد. (نفراستری ۹۱)

(۱) یک نوع گامت (۲) حداکثر چهار گامت (۳) هشت نوع گامت (۴) حداقل دو نوع گامت

توجه ۲: در سلول های سوماتیک (پیکری) کراسینگ اور رخ نمی دهد. چون میوز ندارند.

توجه ۳: در ملخ نر (XO) - مردها (XY) و پرندگان و پروانه های ماده (ZW) کروموزوم های جنسی همتا ندارند پس در کروموزوم جنسی آنها کراسینگ اور و جهش مضاعف شدن رخ نمی دهد. ولی بین کروموزوم های اتوزوم آنها که همتا دارند کراس و جهش مضاعف شدن رخ می دهد.

توجه ۴: زنبور نر ها پلوئید است چون کروموزوم همتا ندارد. بنابراین زنبور نر میوز و تتراد و کراس و جهش مضاعف شدن هم ندارد. در زنبور نر، اسپرم ها حاصل تقسیم میتوز هستند.

تست ۲: هنگام تولید گامت در کدام جاندار بین کروموزوم های جنسی می تواند کراسینگ اور رخ بدهد.

(۱) ملخ نر (۲) زنبور نر (۳) بیستون بتولاریای نر (۴) مرغ

توجه ۵: برخی جانداران فقط تولید مثل غیر جنسی دارند این جانداران چون تقسیم میوز ندارند، بنابراین در چرخه ی زندگی خود تتراد تشکیل نمی دهد، کراسینگ اور هم ندارد. توانایی تولید گامت و زیگوت توانایی لقاح و نوترکیبی حاصل از آنها را هم ندارد. این جاندارانی که میوز ندارند را خواهشاً یاد بگیر:

۱- تمام باکتری ها (اشریشیا کلائی - ریزوبیوم - عامل سل، کزاز، ذات الریه، دیفتری، جوش صورت)

۲- برخی از آغازیان (اوگلنا - تاژکداران چرخان - آمیب)

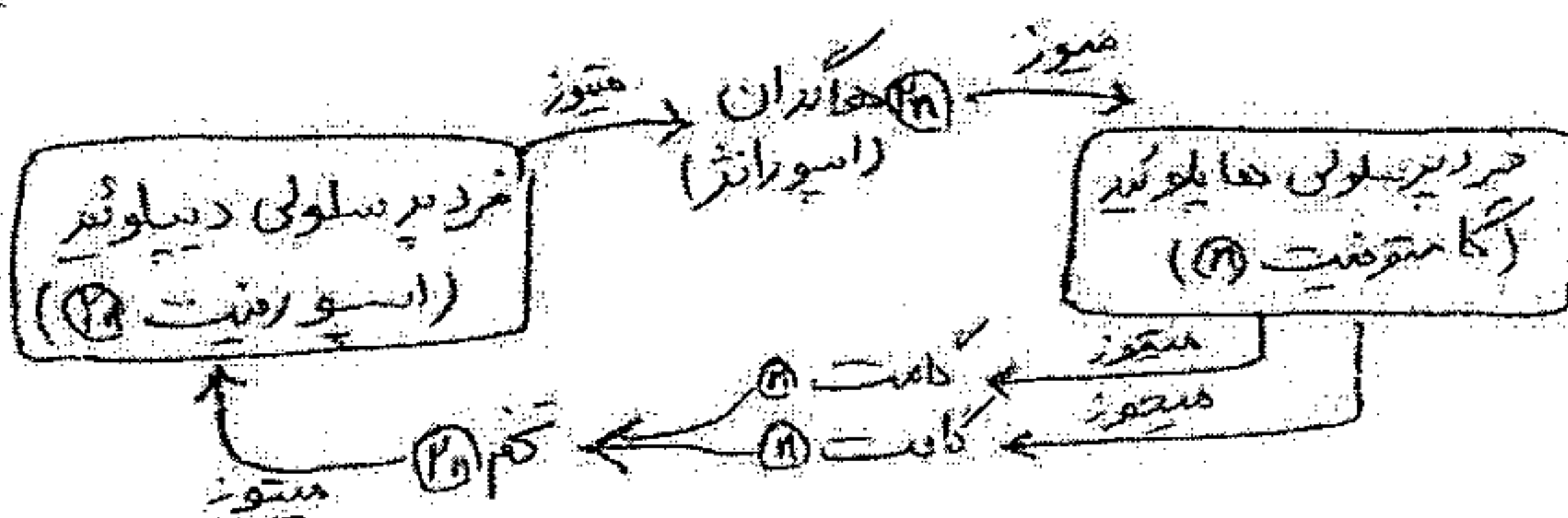
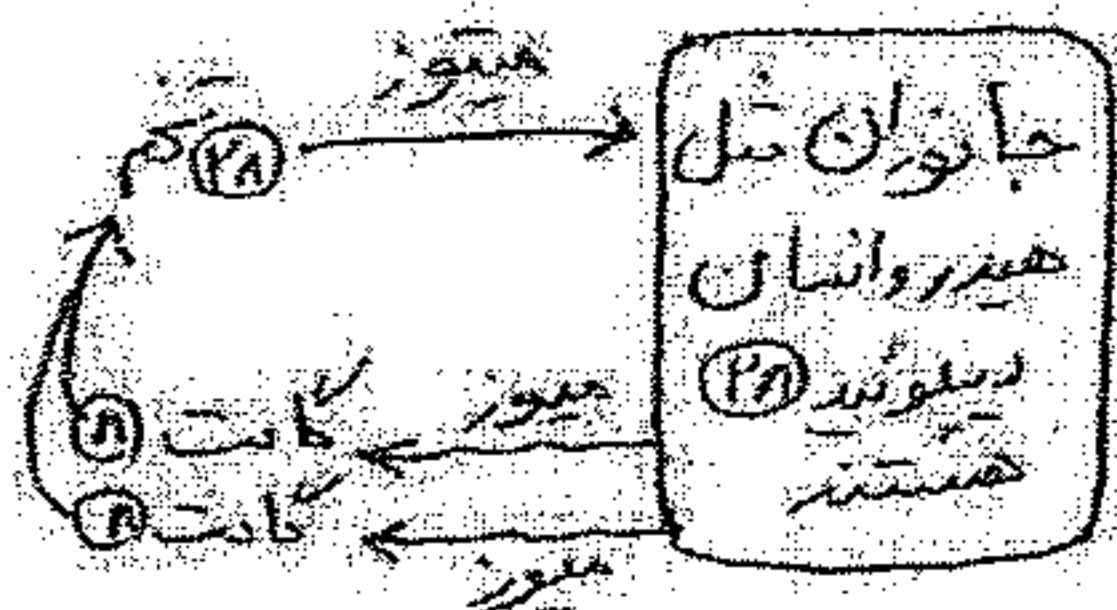
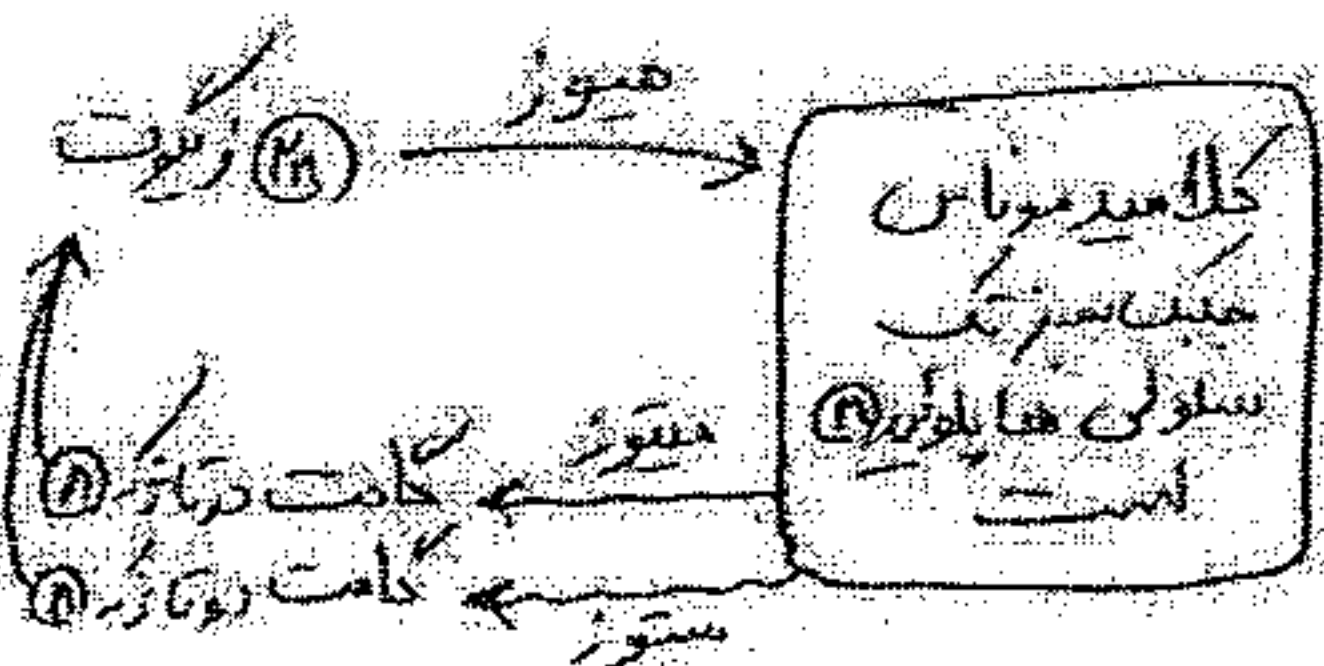
۳- برخی از قارچ ها مثل دئوترومیست ها (پنی سیلیوم - اسپریژیلوس - قارچ های لای انگشتان پا - قارچ طعم دهنده به پنیر)

۴- گیاهان تریپلوئید

تست ۳ - در چرخه ی زندگی کدام کراسینگ اور منجر به تنوع می شود؟

(۱) عامل اسهال خونی (۲) قارچی که در تهیه سس سویا استفاده می شود
(۳) آغازی که لکه چشمی دارد (۴) عامل برفک دهان
(۵) زنبور نر (۶) عامل جوش صورت

توجه ۶: در چرخه ی زندگی جاندارانی که چرخه ها پلوئید دارند (کلامیدوموناس - اسپیروژیر - قارچ ها البته به جزء دئوترومیست ها) زیگوت، تقسیم میوز انجام می دهد برای همین زیگوت این ها می تواند تشکیل تتراد بدهد و در زیگوت آنها می تواند کراسینگ اور رخ بدهد. ولی در چرخه ی زندگی تناوب نسل (گیاهان و کاهوی دریایی و کلپ) و چرخه زندگی جانوران زیگوت تقسیم میتوز انجام می دهد. بنابراین زیگوت آنها تتراد و کراس ندارد.



تست ۴ - در چرخه ی زندگی کدام زیگوت می تواند کراسینگ اور انجام بدهد؟

- (۱) اسپریتوس (۲) رزوس (۳) براسیکا اولراسه (۴) کلامیدوموناس (۵) کلپ

تست ۵ - در چرخه ی زندگی کدام عدد کروموزومی زیگوت ، با سلول های حاصل از آن متفاوت است؟

- (۱) اوگلنا (۲) آگاو (۳) مخمر نان (۴) ملخ (۵) کاهوی دریایی

توجه ۷: در چرخه ی زندگی جانوران (به جز زنبور نر گامت حاصل تقسیم میوز است. یعنی سلول های زاینده (۲n) با تقسیم میوز تولید گامت میکنند. ولی در چرخه ی هاپلوئیدی (کلامیدوموناس و قارچ ها) و در چرخه تناوب نسل (گیاهان و برخی جلبک های سبز مانند کاهوی دریایی و جلبک های قهوه ای مانند کلپ و جلبک های قرمز) گامت حاصل تقسیم میوز است. یعنی سلول زایشی آنها هاپلوئید و با میتوز گامت تولید می کند.

تست ۶ - در چرخه ی زندگی کدام جاندار در تقسیمی که منجر به تولید گامت می شود می تواند کراسینگ اور رخ بدهد.

- (۱) آماتینا موسکاریا (۲) کلپ (۳) یولاف (۴) اکونوس (۵) کاهوی دریایی (۶) کلامیدوموناس

تست ۷ - شکل فرضی مقابل ، بخشی از مراحل تشکیل را نشان می دهد. (سراسری ۹۰)

- (۱) هاگ از اسپوروفیت کاج (۲) گامت نر در آنتریدی خزه (۳) گامت در پلاتی پوس (۴) گامت در زنبور نر



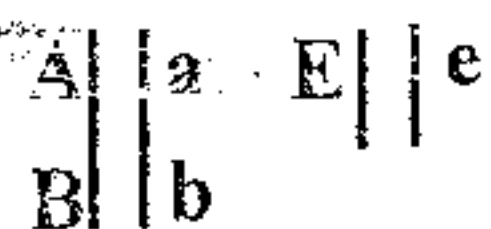
تست ۸ - شکل فرضی مقابل ، بخشی از مراحل تشکیل را نشان می دهد.

- (۱) هاگ از اسپوروفیت سرخس (۲) گامت در کلامیدوموناس (۳) گامت در بیستون بتولاریا (۴) هاگ از اسپوروفیت یولاف

تست ۹ - فردی $2n = 4$ با ژنوتیپ $AaBbEe$ که بین ژن های A و B پیوستگی وجود دارد

(۱) توانایی تولید چند نوع گامت را دارد.

جواب: چون ژن A و B روی یک کروموزوم قرار دارند مستقل از هم عمل نمی کنند و با هم وارد یک گامت می شود.



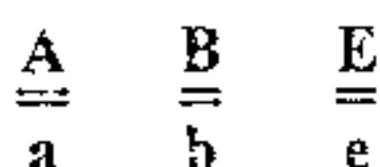
نوع (ABE, ABe, abE, abe) $2 \times 2 = 4$

۲. هر سلول زاینده در هر بار با میوز چند نوع گامت می دهد؟

جواب: نر باشد دو نوع ماده باشد یک نوع.

۳) بعد از کراسینگ اور و تبادل قطعات B و b حداکثر چند نوع گامت می تواند تولید کند.

جواب: کراسینگ اور پیوستگی ژن ها را از بین می برد.



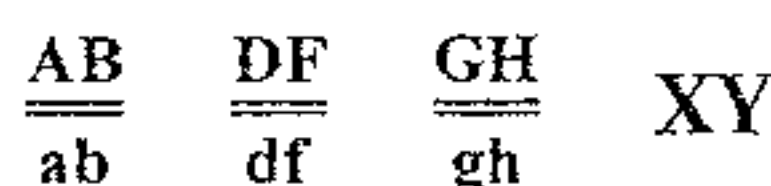
نوع $2 \times 2 \times 2 = 8$

$ABE-ABe-AbE-Abe-aBE-aBe-abE-abe$

۴. هر سلول زاینده آن در صورتی که کراس رخ داده باشد چند نوع گامت می دهد؟

جواب: نر باشد ۴ نوع ، ماده باشد یک نوع

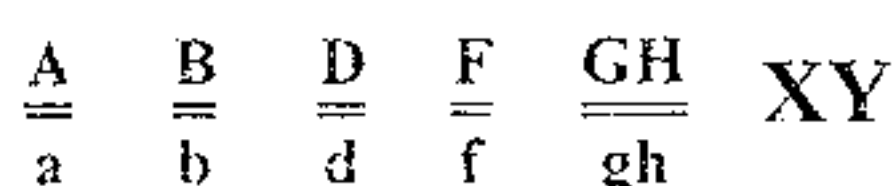
تست ۱۰ - بر روی هر جفت از اتوزوم های مگس سرکه نر ، دو ژن هتروزیگوس وجود دارد:



۱- توانایی تولید چند نوع گامت را دارد؟

$2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$

۲ - هر سلول زاینده آن در هر بار میوز چند نوع گامت میدهد. جواب: دو نوع



۳- اگر در دو جفت کروموزوم آن کراس رخ بدهد چند نوع گامت جدید می دهد.

$2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 64 - 16 = 48$

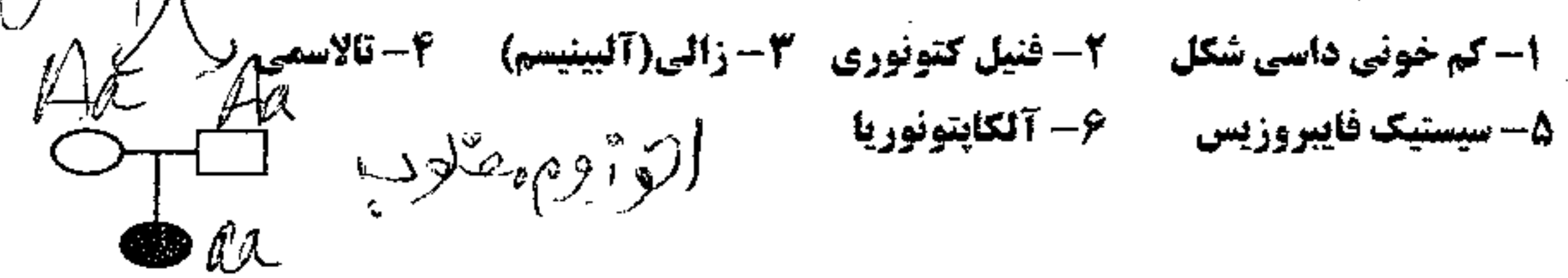
۴- هر سلول زاینده آن بعد از کراسینگ اور چند نوع گامت می دهد. جواب: ۴ نوع

Handwritten notes at the bottom of the page: ۴۸ ۳۱۷ ۱۲ ۴۱۶ ۳۱۵ ۳۱۴

بیماری های وراثتی در انسان و شجره نامه

سالم A	سالم A	→	سالم
سالم A	بیمار a	→	سالم
بیمار a	بیمار a	→	بیمار

۱- اتوزومی مغلوب (نهفته): ژن این بیماری ها روی کروموزوم های اتوزوم (غیر جنسی) است و به صورت مغلوب است. افراد سالم دو نوع ژنوتیپ دارند، بیماران یک نوع ژنوتیپ دارند از دو فرد سالم میتواند فرزند بیمار متولد شود.



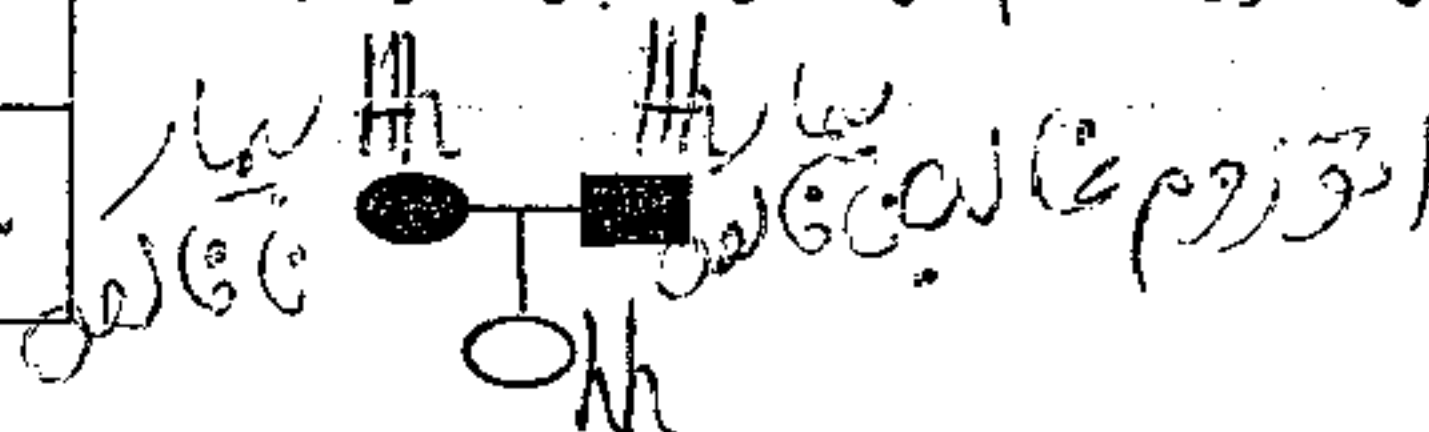
نکته: در بیماری اتوزومی مغلوب افراد هتروزیگوت سالم هستند ولی در کم خونی داسی شکل و تالاسمی افراد هتروزیگوت اگر به ارتفاعات بروند بیماری را بروز می دهند.

۲- وابسته به X مغلوب: ژن این بیماری ها روی کروموزوم X قرار دارد برای همین به آنها وابسته به جنس می گویند

- ۱- هموفیلی
- ۲- دیستروفی عضلانی دوشن
- ۳- کام شکاف دار
- ۴- کوررنگی
- ۵- نشانگان زالی - ناشنوایی

بیمار H	بیمار H	→	بیمار
بیمار H	سالم h	→	بیمار
سالم h	سالم h	→	سالم

۳- اتوزومی غالب (بارز): در هانتینگتون ژن بیماری غالب است افراد هتروزیگوت بیمارند. بنابراین بیمارها ۲ نوع ژنوتیپ دارند برای همین بیماران نیاز به آموزش آزمون دارند. در هانتینگتون از دو فرد بیمار می تواند فرزند سالم متولد شود. چون افراد بیمار می توانند دارای الل سالم باشند.



۴- وابسته به X غالب:

هم اتوزوم غالب
هم اتوزوم مغلوب
با یک تستر تست

مثال ۱: تعیین کنید که هر کدام از دودمانه های زیر مربوط به کدام بیماری زیر است؟

- (۱) اتوزومی مغلوب
- (۲) اتوزومی غالب
- (۳) وابسته به X غالب
- (۴) وابسته به X مغلوب

شماره ۱) اتوزوم غالب

شماره ۲) اتوزوم مغلوب شماره ۳) اتوزوم غالب

شماره ۴) اتوزوم غالب

شماره ۵) اتوزوم غالب شماره ۶) اتوزوم مغلوب

شماره ۷) اتوزوم مغلوب

شماره ۸) اتوزوم مغلوب شماره ۹) اتوزوم مغلوب

مثال ۲: شجره نامه زیر کدام بیماری را نشان می دهد؟

(۲) هانتینگتون

(۱) زالی ✓

(۴) دیستروفی عضلانی دوشن

(۳) هموفیلی

مثال ۳: دودمانه زیر مربوط به کدام بیماری زیر است؟

(۲) زالی

(۱) هموفیلی

(۴) هانتینگتون

(۳) کام شکاف دار

مثال ۴: دودمانه در مورد کدام بیماری صدق نمی کند؟

(۲) کم خونی داسی شکل

(۱) تالاسمی

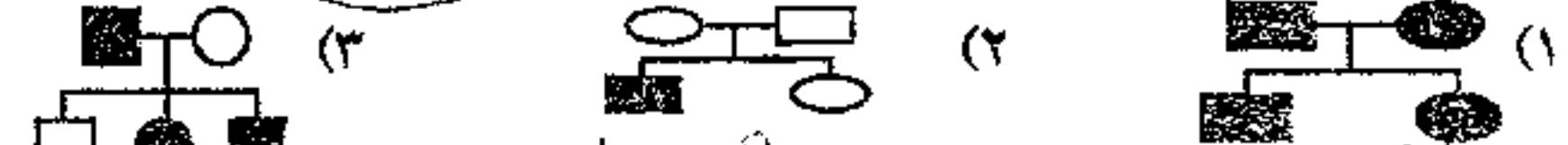
(۴) هانتینگتون

(۳) فنیل کتونوریا

مثال ۵: کدام شجره نامه نمی تواند مربوط به هانتینگتون باشد؟



مثال ۶: الگوی شجره نامه زیر کدامیک مربوط به کم خونی داسی شکل نیست؟



مثال ۷: با توجه به دودمانه مقابل به سوالات زیر پاسخ دهید.

۱- شجره نامه مربوط به چگونه صفتی است؟ (لترزوم مقلوب)

۲- احتمال اینکه فرزند مورد سوال پسر بیمار شود چقدر است؟

۳- احتمال اینکه فرزند مورد سوال فنوتیپ شبیه والدین را داشته باشد چقدر است؟

۴- احتمال اینکه فرزند مورد سوال پسری با ژنوتیپ شبیه والدین باشد چقدر است؟

۵- احتمال بوجود آمدن فرزند شماره ۹ چقدر است؟

۶- احتمال اینکه فرزند مورد سوال پسری با فنوتیپ شبیه شماره ۴ شود چقدر است؟

۷- کدامیک از افراد آمیزش آزمون دارند؟

۸- احتمال اینکه فرزند مورد سوال دارای الل بیماری باشد چقدر است؟

۹- احتمال اینکه فرزند مورد سوال سالم ناقل بیماری شود چقدر است؟

۱۰- اگر فرد شماره ۸ با فردی سالم حامل بیماری ازدواج کنند چه نسبتی از پسران آنها بیمار خواهند شد.

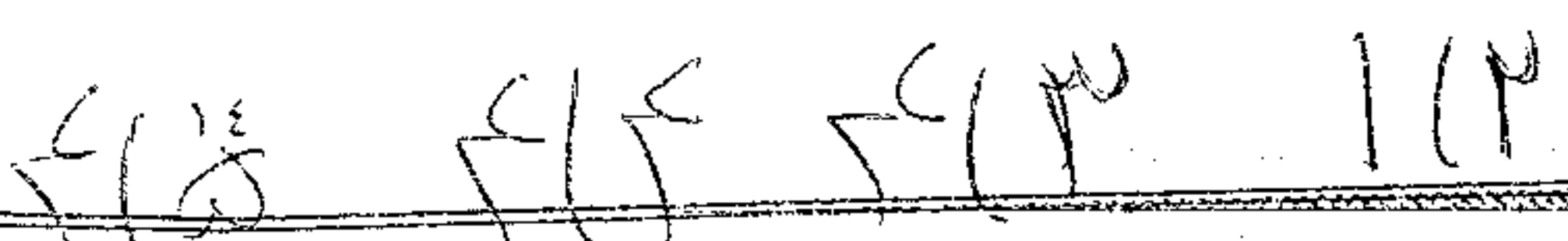
۱۱- احتمال اینکه شماره ۱۰ حامل بیماری باشد چقدر است؟

جواب: فرزند شماره ۱۰ سالم است در جدول ۳ تا سالم داریم که از بین سالم ها ۲ تا ناقل هستند.

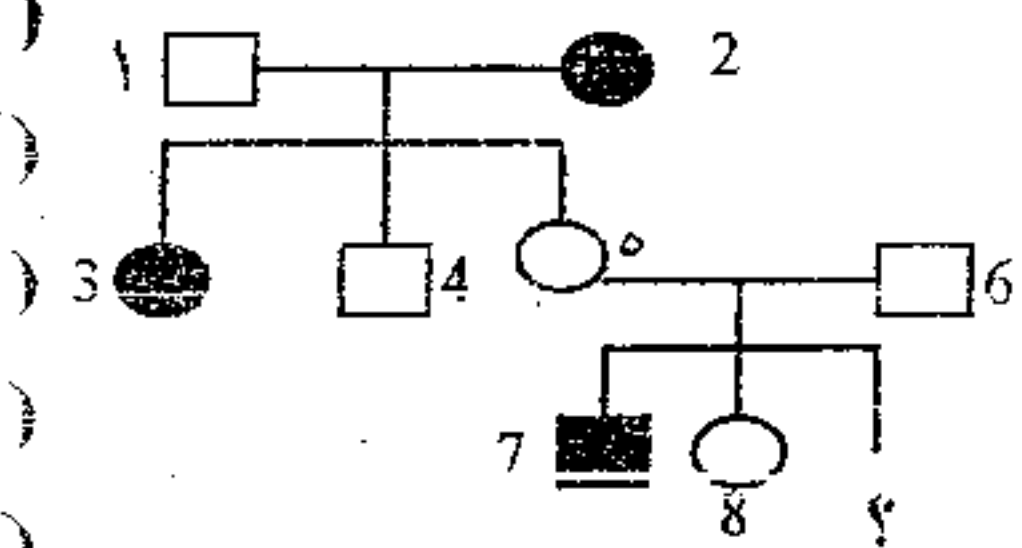
۱۲- اگر فرد شماره ۱۰ با فردی سالم ناقل ازدواج کند احتمال اینکه فرزند آنها بیمار شود چقدر است؟

جواب: اگر فرد شماره ۱۰ ناقل باشد و با فرد ناقل ازدواج کند به احتمال $\frac{1}{4}$ فرزند آنها بیمار خواهد شد. می دانیم احتمال ناقل بودن شماره ۱۰ برابر $\frac{2}{3}$ است. پس: $\frac{2}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{6}$

نکته ۱: هرگاه از پدر و مادری سالم ناقل فرزند سالم متولد شود آن فرزند به احتمال $\frac{1}{3}$ هموزیگوس (AA) و به احتمال $\frac{2}{3}$ هتروزیگوس (Aa) است.

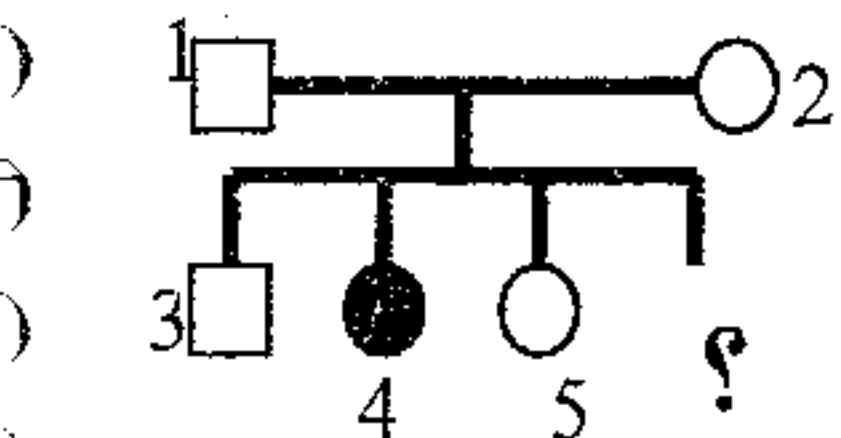


مثال ۸ : با توجه به دودمانه مقابل کدام عبارت نادرست است؟



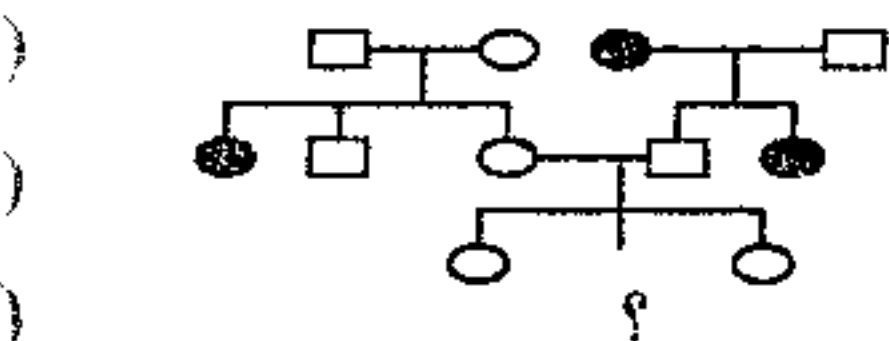
- (۱) بیماری یک صفت اتوزومی مغلوب است.
- (۲) فرد شماره ۱ و ۶ الزاماً ناقل بیماری اند.
- (۳) فرد مورد سوال به احتمال ۵۰ درصد فنوتیپ شبیه والدین را دارد.
- (۴) اگر فرد شماره ۴ با فردی سالم حامل ازدواج کند فرزندان آنها به احتمال ۷۵ درصد سالم خواهند شد.

مثال ۹ : کدام عبارت در مورد دودمانه ی مقابل نادرست است؟



- (۱) فرد شماره یک الزاماً ناقل بیماری است.
- (۲) احتمال به وجود آمدن فرد شماره ۴ مشخص $\frac{1}{8}$ شده است.
- (۳) اگر فرد شماره ۱ با فرد بیمار ازدواج کند نیمی از فرزندان او سالم خواهند شد.
- (۴) اگر فرد شماره ۳ با فرد بیمار ازدواج کند قطعاً نیمی از فرزندان او بیمار خواهند شد.

مثال ۱۰ : در شجره نامه مقابل احتمال اینکه فرزند مورد سوال دختری بیمار شود چقدر است؟

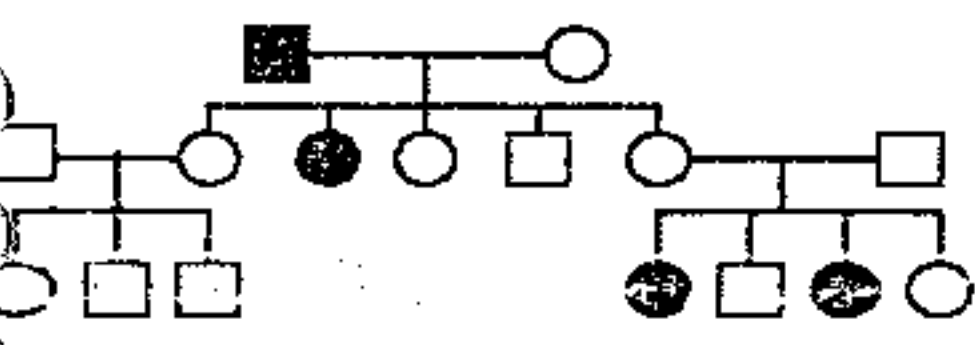


- $\frac{1}{16}$ (۴) $\frac{1}{12}$ (۳) ✓ $\frac{1}{8}$ (۲) $\frac{1}{4}$ (۱)

جواب : اگر والدین فرزند مورد سوال ناقل باشند به احتمال $\frac{1}{4}$ علامت سوال بیمار خواهد شد. میدانیم که پدر فرد مورد سوال در صد در صد ناقل بیماری است

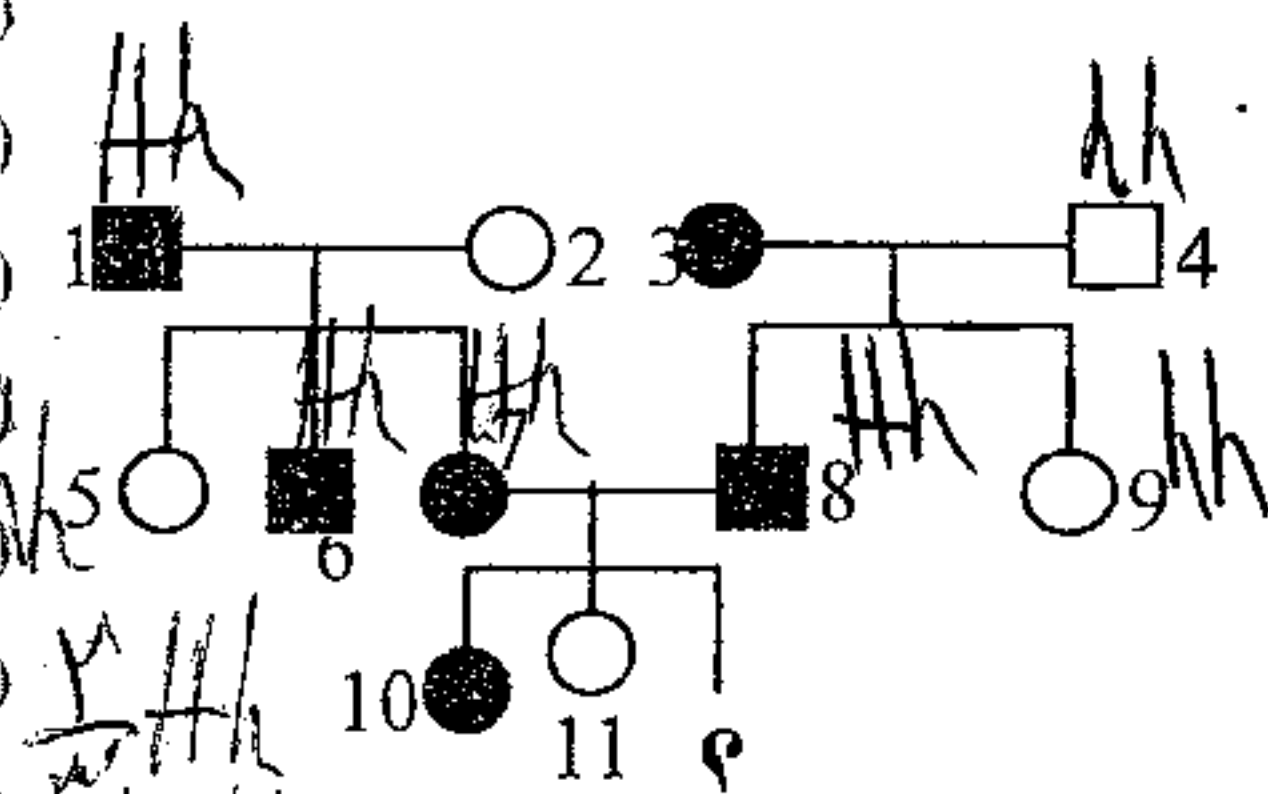
ولی مادر آن به احتمال $\frac{2}{3}$ ناقل بیماری است پس : $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \times \frac{2}{3} = \frac{1}{12}$ احتمال بیمار شدن \times احتمال ناقل بودن مادر

مثال ۱۱ : دودمانه زیر مربوط به کدام بیماری های زیر می تواند باشد؟



- (۱) تالاسمی و هموفیلی و زالی
- (۲) زالی - ناشنایی و هانتینگتون و کوررنگی
- (۳) دیستروفی عضلانی دوشن و کم خونی داسی شکل
- (۴) فتیل کتونوریا و کم خونی داسی شکل و زالی

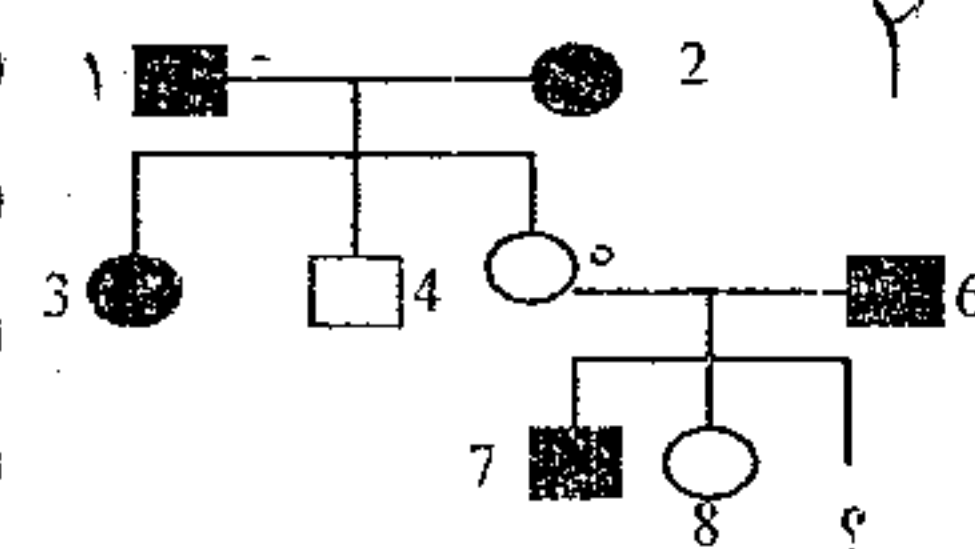
مثال ۱۲ : با توجه به دودمانه ی مقابل به سوالات زیر پاسخ دهید.



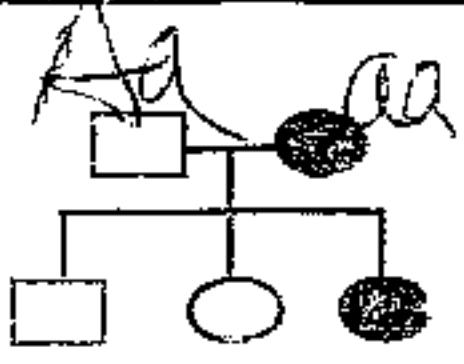
- ۱- شجره نامه مربوط به چه نوع بیماری است؟ اتوزوم غالب هانتینگتون
- ۲- احتمال اینکه فرزند مورد سوال دختر بیمار چقدر است؟ $\frac{1}{2}$
- ۳- احتمال اینکه فرزند مورد سوال سالم شود چقدر است؟ $\frac{1}{2}$
- ۴- احتمال تولد فرزند شماره ۱۱ خانواده مورد سوال چقدر بوده است؟ $\frac{1}{2}$
- ۵- احتمال اینکه فرزند مورد سوال فنوتیپ شبیه والدین را داشته باشد چقدر است؟ $\frac{1}{2}$
- ۶- احتمال اینکه فرزند مورد سوال دختری با ژنوتیپ شبیه مادر باشد چقدر است؟ $\frac{1}{2}$
- ۷- احتمال اینکه فرزند شماره ۱۰ هموزیگوت باشد چقدر است؟ $\frac{1}{2}$
- ۸- اگر فرد شماره ۹ و ۶ با هم ازدواج کنند احتمال اینکه فرزند آنها پسر بیمار شود چقدر است؟ $\frac{1}{2}$

بیمار HH	بیمار Hh
بیمار Hh	سالم hh

مثال ۱۳ : با توجه به دودمانه مقابل کدام عبارت نادرست است؟



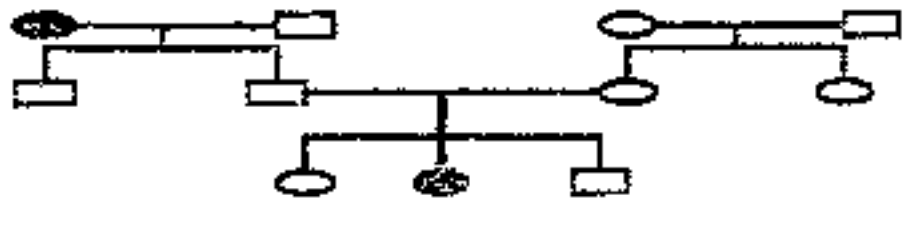
- (۱) بیماری قطعاً یک صفت اتوزومی غالب است.
- (۲) فرد شماره ۱ و ۶ الزاماً هتروزیگوس هستند.
- (۳) فرد مورد سوال به احتمال ۵۰ درصد بیمار خواهد شد.
- (۴) اگر فرد شماره ۷ با فردی سالم ازدواج کند تمام فرزندان آنها هتروزیگوس خواهند شد.



مثال ۱۴ : در شجره نامه مقابل احتمال بوجود آمدن فردی که با علامت سوال مشخص شده است چقدر است ؟

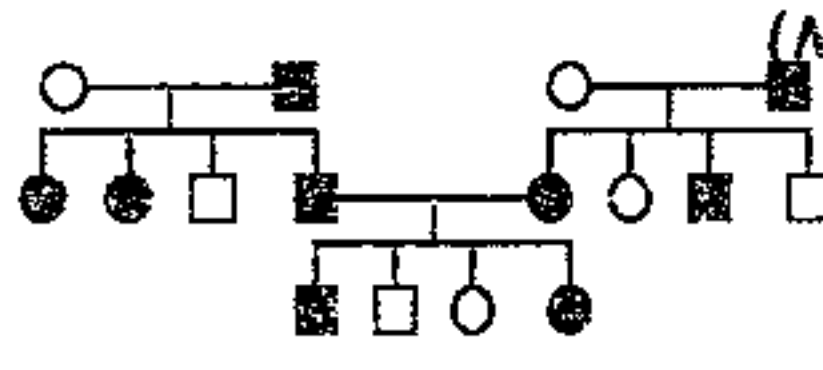
۱. ۵۰٪
 ۲. ۲۵-۲٪
 ۳. ۱۲/۵٪
 ۴. ۷۵-۴٪

این دودمان هم می تواند اتوزوم غالب یا اتوزوم مغلوب هم می تواند اتوزوم مغلوب یا سید یا هر دالتی (دوست داری دل کن به یک فرزند دارد)



مثال ۱۵ : شجره نامه مقابل ، چه نوع بیماری را نشان می دهد ؟ (سراسری-۷۹)

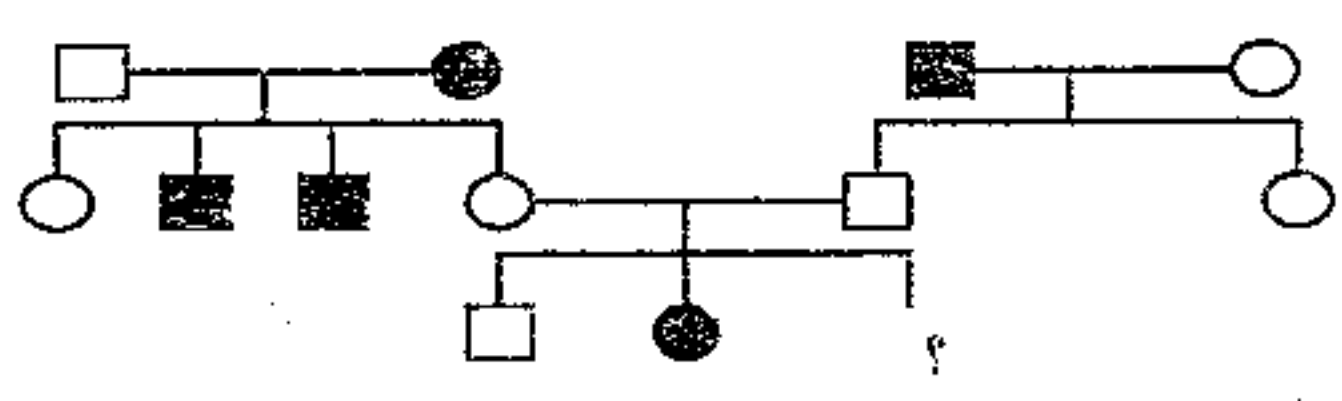
- ۱) اتوزومی مغلوب
- ۲) اتوزومی غالب
- ۳) بارز وابسته به X
- ۴) نهفته وابسته به X



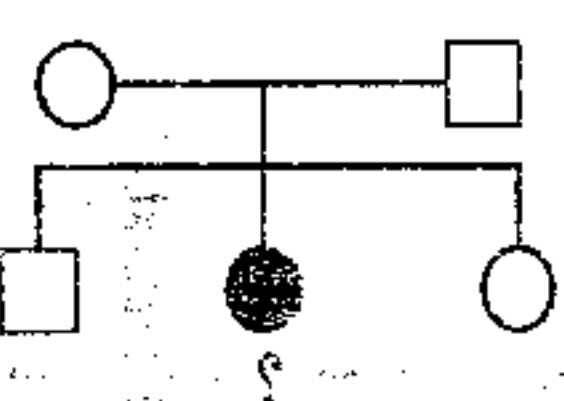
مثال ۱۶ : با توجه به شجره نامه زیر ، کدام می تواند در بیماری نقش داشته باشد ؟ (سراسری-۸۰)

- ۱) غالب اتوزومی
- ۲) غالب وابسته به جنس
- ۳) مغلوب اتوزومی
- ۴) مغلوب وابسته به جنس

مثال ۱۷ : با توجه به شجره نامه زیر احتمال اینکه فرزند سوم این خانواده ، که با علامت سوال مشخص شده است ، پسری بیمار شود چقدر است ؟ (سراسری-۸۱)

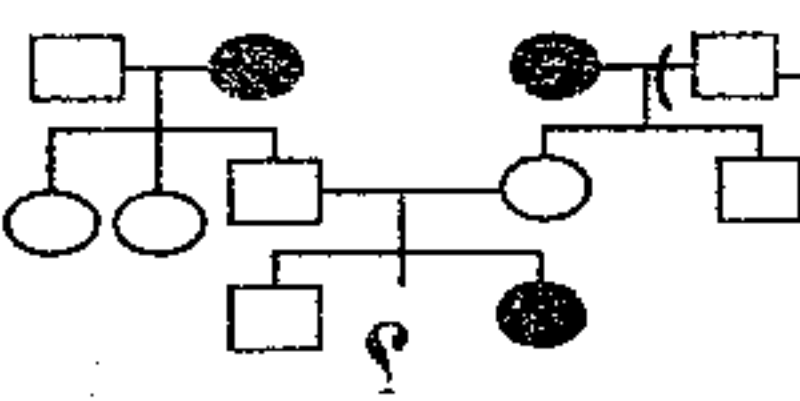


- ۱) ۱/۲
- ۲) ۱/۴
- ۳) ۱/۸
- ۴) ۱/۱۶



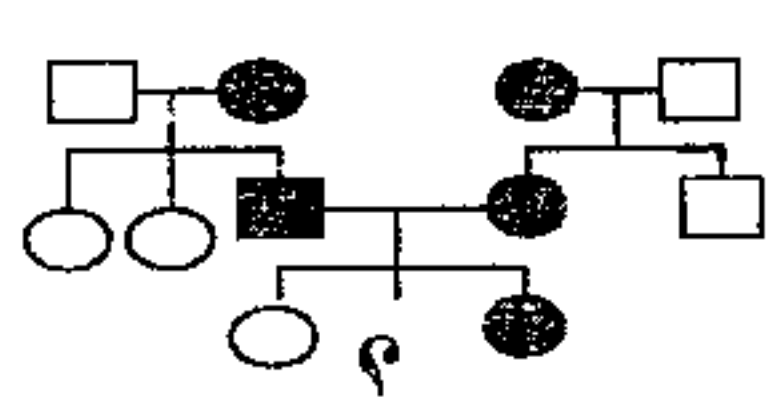
مثال ۱۸ : در شجره نامه مقابل ، احتمال به وجود آمدن فردی که با علامت سوال مشخص شده است ، چقدر است ؟ (طبق قوانین احتمالات) (سراسری-۸۲)

- ۱) ۱/۲
- ۲) ۱/۴
- ۳) ۱/۸
- ۴) ۳/۸



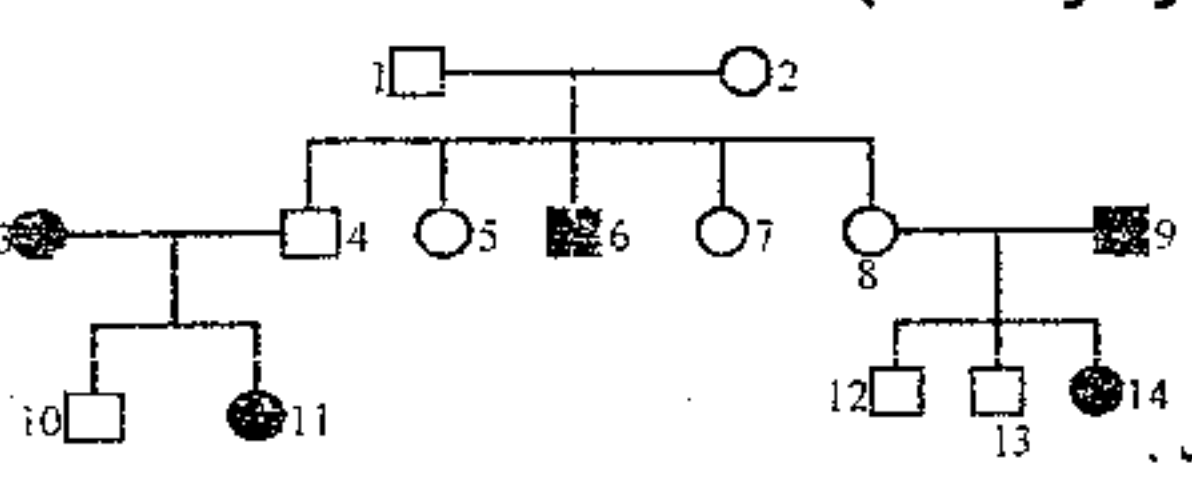
مثال ۱۹ : در شجره نامه مقابل احتمال این که علامت سوال دختر سالم باشد ، چقدر است ؟ (آزمایشی سنجش)

- ۱) ۱/۸
- ۲) ۳/۸
- ۳) ۱/۴
- ۴) ۳/۴



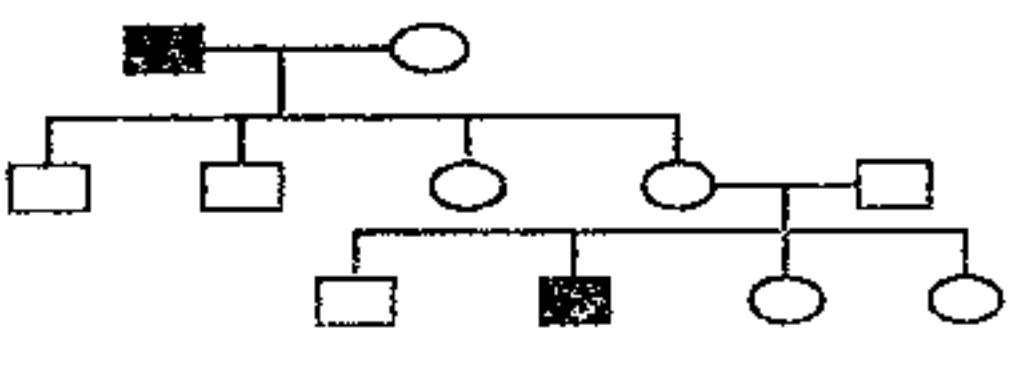
مثال ۲۰ : در دودمانه زیر احتمال اینکه فرد مورد سوال دختر سالم شود چقدر است ؟ (سراسری-۸۳)

- ۱) ۱/۸
- ۲) ۳/۸
- ۳) ۱/۴
- ۴) ۳/۴



مثال ۲۱ : با توجه به شجره نامه ی مقابل ، کدام ، طبق قوانین احتمالات نادرست است ؟ (سراسری-۸۴)

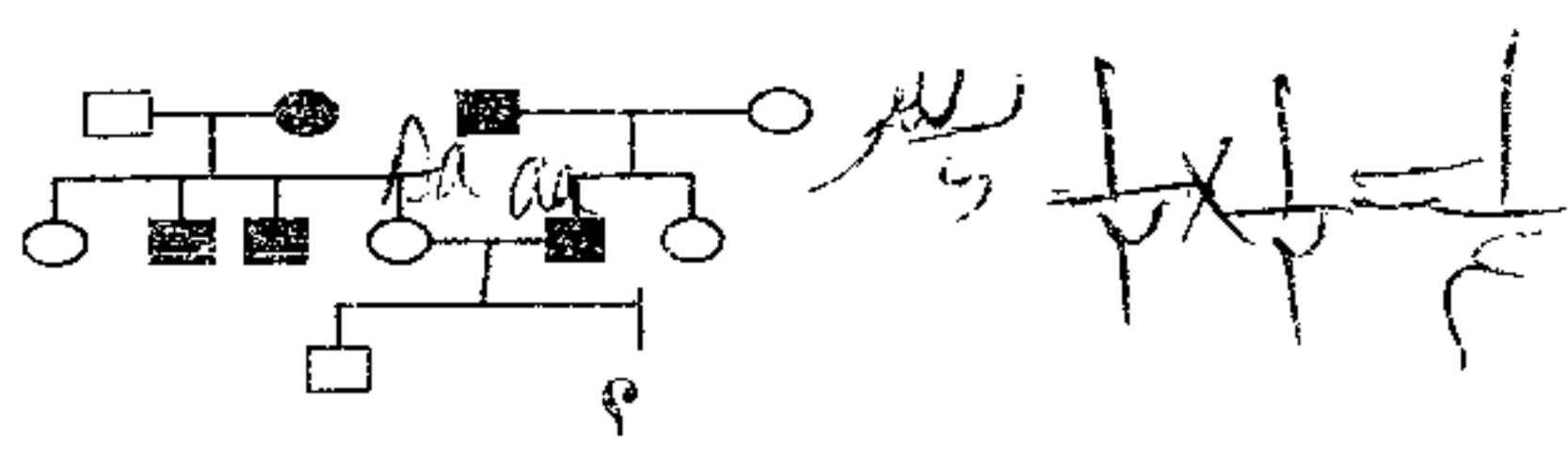
- ۱) الگوی بیماری ، مغلوب اتوزومی است.
- ۲) بیماری ، صفتی وابسته به جنس و مغلوب است.
- ۳) فرد شماره ی ۲ ، الزاما باید ناقل بیماری باشد.
- ۴) اگر فرد شماره ر ۱۱ با فردی سالم و حامل ازدواج کند ، نیمی از فرزندان او سالم خواهند شد.



مثال ۲۲ : نحوه ی وراثت کدام بیماری با دودمانه ی مقابل مطابقت ندارد ؟ (سراسری-۸۵)

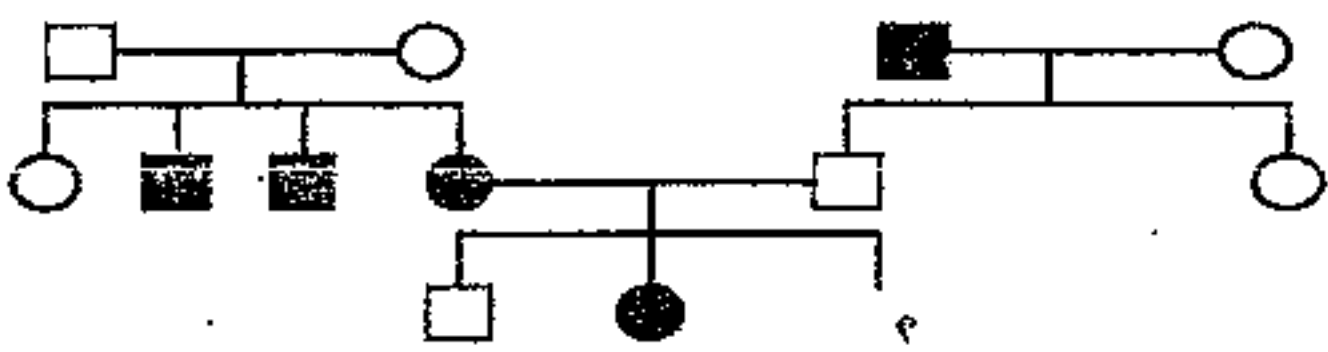
- ۱) هانتینگتون
- ۲) هموفیلی
- ۳) تالاسمی ماژور
- ۴) زالی

مثال ۲۳ : در شجره نامه زیر احتمال اینکه فرزند سوم این خانواده که با علامت سوال مشخص شده است پسری بیمار شود چقدر است ؟ (سراسری-۸۶)



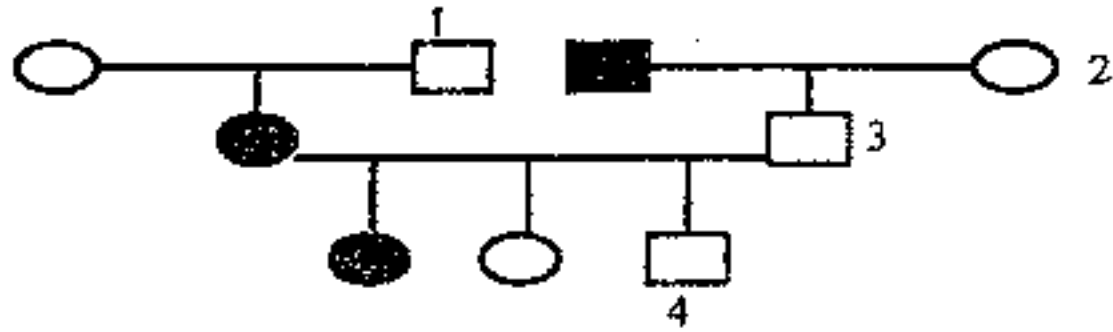
- ۱) ۱/۲
- ۲) ۱/۴
- ۳) ۱/۸
- ۴) ۳/۴

مثال ۲۴: با توجه به شجره نامه زیر احتمال اینکه فرزند سوم این خانواده، که با علامت شوال مشخص شده است، پسری بیمار شود چقدر است؟



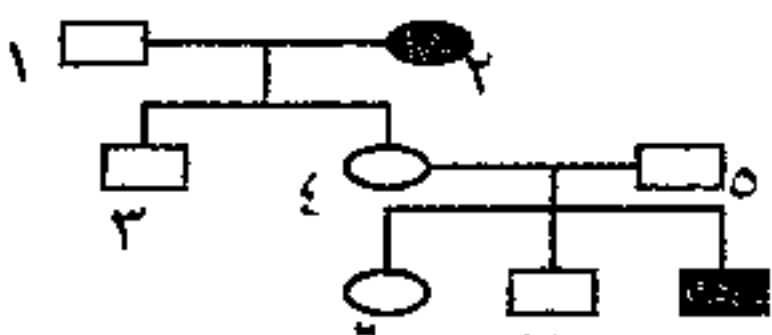
- (۱) $\frac{1}{2}$
- (۲) $\frac{1}{4}$
- (۳) $\frac{1}{8}$
- (۴) $\frac{1}{16}$

مثال ۲۵: در شجره نامه مقابل کدام فرد نیاز به آمیزش آزمون دارد؟



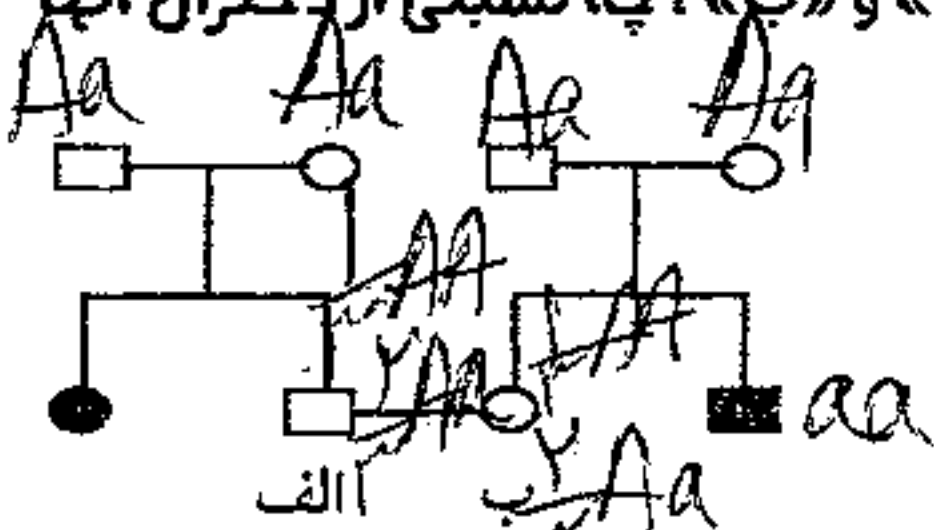
- (۱) ۱
- (۲) ۲
- (۳) ۳
- (۴) ۴

مثال ۲۶: در شجره نامه زیر احتمال ناقل بودن کدامیک قطعا $\frac{2}{3}$ است؟



- (۱) ۲
- (۲) ۴
- (۳) ۶
- (۴) ۳

مثال ۲۷: دودمانه ی مقابل انتقال نوعی بیماری را در خانواده ای نشان می دهد از ازدواج دو فرد «الف» و «ب»، چه نسبتی از دختران آنها بیمار خواهند شد؟



- (۱) $\frac{1}{8}$
- (۲) $\frac{1}{4}$
- (۳) $\frac{1}{18}$
- (۴) $\frac{1}{9}$

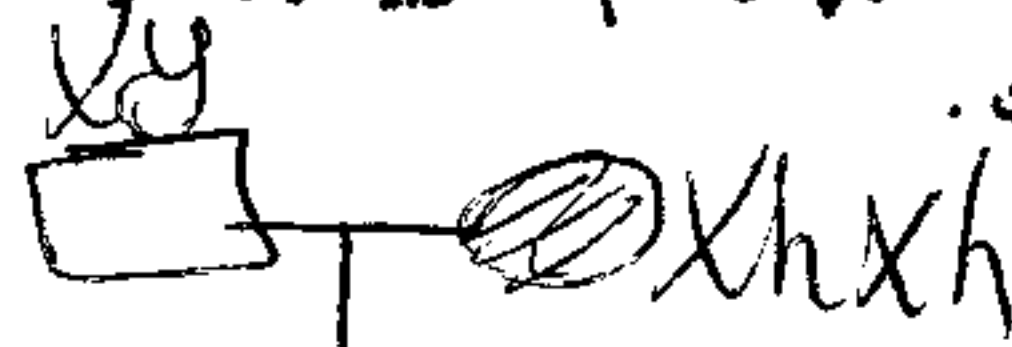
جواب: این دودمانه اتوزومی مغلوب است اگر فرد الف و ب ناقل باشند احتمال اینکه فرزند آنها بیمار شود

$\frac{1}{4}$ است می دانیم طبق نکته ۱ احتمال ناقل بودن فرد الف و ب هر کدام $\frac{2}{3}$ است پس $\frac{1}{4} = \frac{1}{4} \times \frac{2}{3} \times \frac{2}{3}$

$\frac{1}{4} \times \frac{2}{3} \times \frac{2}{3} = \frac{4}{9} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{9}$

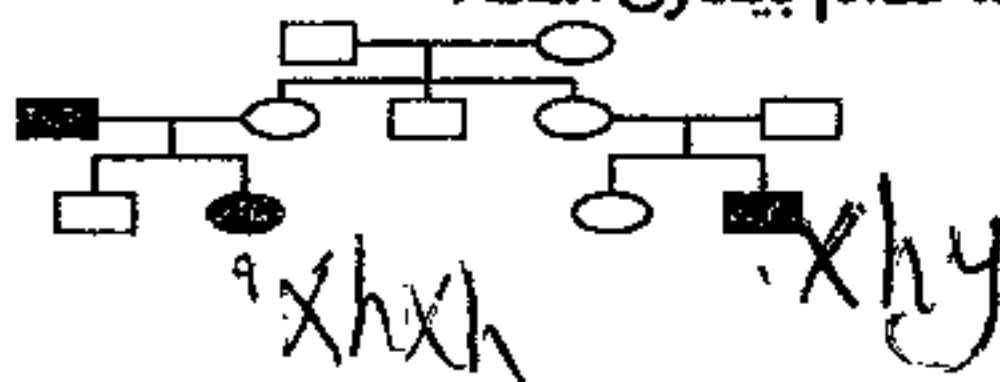
نکته ۲: توجه در صفات وابسته X مغلوب مثل هموفیلی و کورنگی و دیستروفی عضلانی دوشن مرد سالم ناقل نداریم اگر پدر سالم باشد قطعا تمام دختران آنها سالم خواهند شد و اگر مادر بیمار باشد قطعا تمام پسران آنها بیمار خواهند شد یعنی در وابسته به X مغلوب هیچ وقت پدر سالم دختر بیمار نمیدهد و هیچ وقت مادر بیمار پسر سالم نمیدهد پس هر گاه در يك شجره نامه دیدید که از پدر سالم دختری بیماری متولد شده و از مادری بیمار، پسر سالم متولد شده بدانید که صفت وابسته به X مغلوب نیست.

- XX زن سالم خالص
- XY مرد سالم
- XhX زن سالم ناقل
- XhY مرد بیمار
- XhXh زن هموفیل



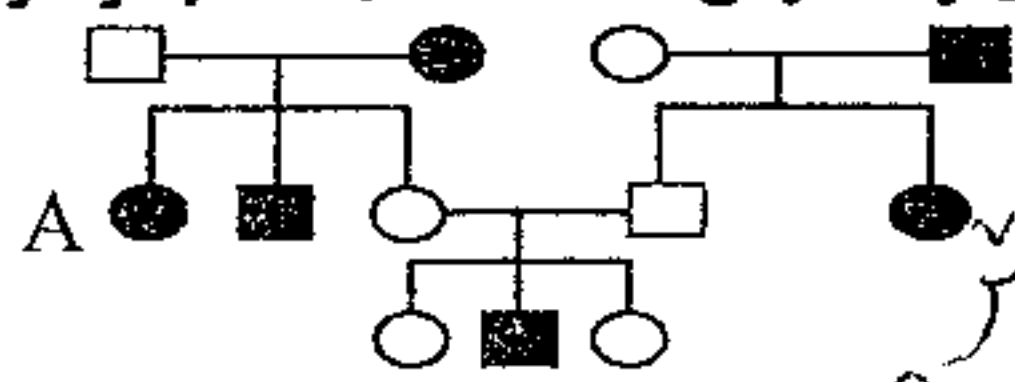
نداریم

مثال ۲۸: در دودمانه زیر اگر فرد شماره ۹ نتواند صاحب پسر سالم شود، الگوی توارمی مربوط به کدام بیماری است.



- ۱. هانتینگتون
- ۲. زالی
- ۳. کم خونی داسی شکل
- ۴. هموفیلی

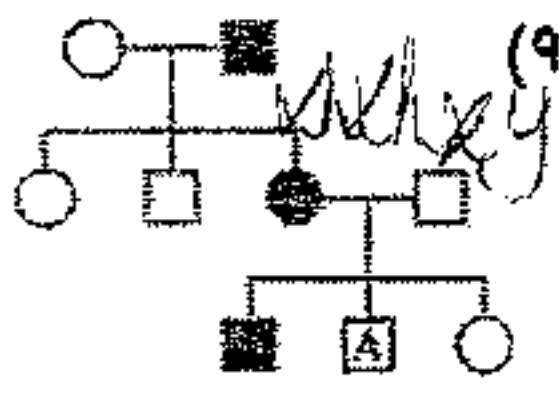
مثال ۲۹: با توجه به دودمانه زیر اگر فقط تولد فرد A غیر ممکن باشد بیماری مورد مطالعه میتواند نوعی صفت باشد؟ (سراسری ۹۰)



- (۲) غالب اتوزومی
- (۳) مغلوب اتوزومی
- (۲) غالب وابسته به جنس
- (۴) مغلوب وابسته به جنس

دودمانه مغلوب است.

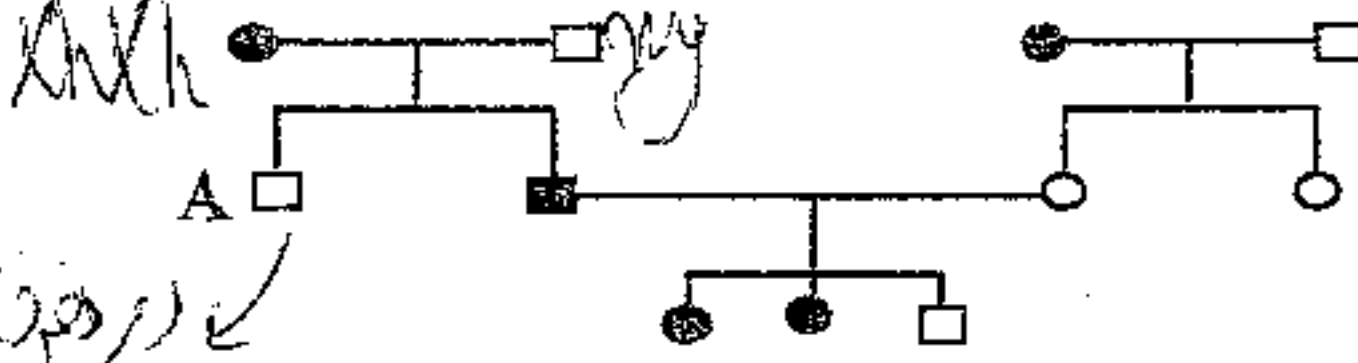
همیشه اول تصمیم گیری است یا مغلوب اگر صورت سوال سراسری



مثال ۳۰ - در دودمانه ی مقابل بیماری چگونه صفتی است؟ در شرایطی که فرد A ناقل نباشد. (آزاد ۹۱)

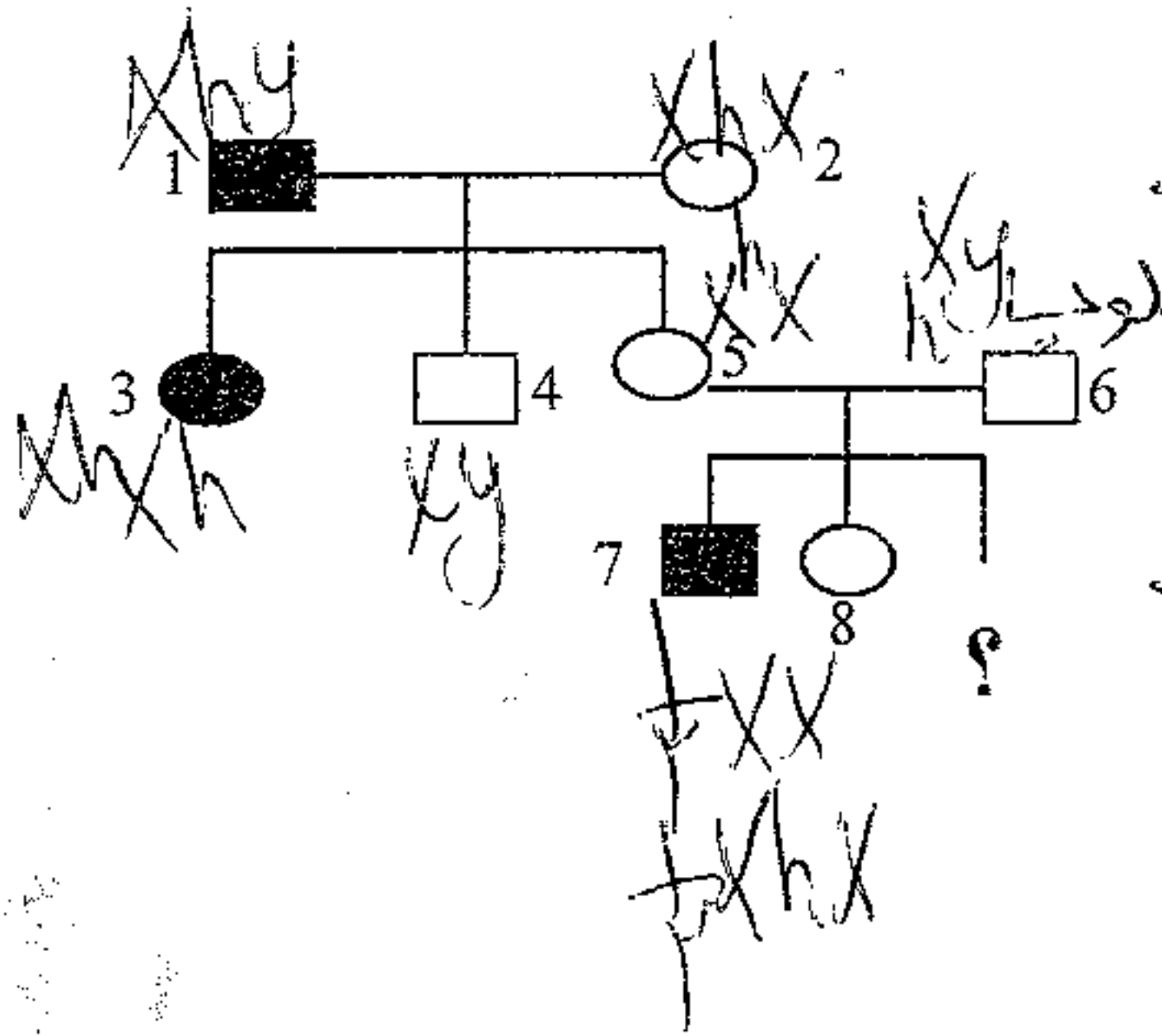
- (۱) وابسته به X غالب
- (۲) وابسته به X مغلوب
- (۳) اتوزوم غالب
- (۴) اتوزوم مغلوب

مثال ۳۱ : با توجه به دودمانه زیر اگر فقط تولد فرد A غیر ممکن باشد بیماری مورد مطالعه میتواند نوعی صفت باشد؟



- (۱) غالب اتوزومی
- (۲) غالب وابسته به جنس
- (۳) مغلوب اتوزومی
- (۴) مغلوب وابسته به جنس

مثال ۳۲ : در دودمانه مقابل اگر فرد شماره ۴ نتواند حامل بیماری باشد و یا فرد شماره ۱۴ نتواند صاحب دختر بیمار شود و یا شماره ۳ نتواند صاحب پسر سالم شود به سوالات پاسخ دهید.



۱- این دودمانه مربوط به چه صفتی است؟

۲- احتمال اینکه علامت سوال پسر بیمار شود چقدر است؟

۳- احتمال اینکه فرد مورد سوال دختری با فنوتیپ شبیه مادر شود چقدر است؟

۴- احتمال اینکه فرد مورد سوال دختری با فنوتیپ شبیه مادر شود چقدر است؟

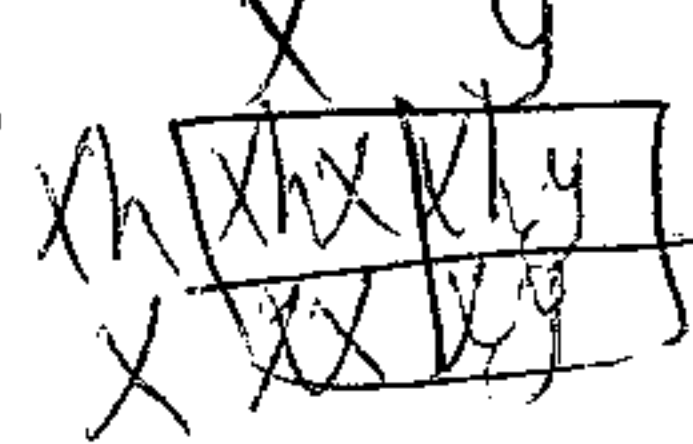
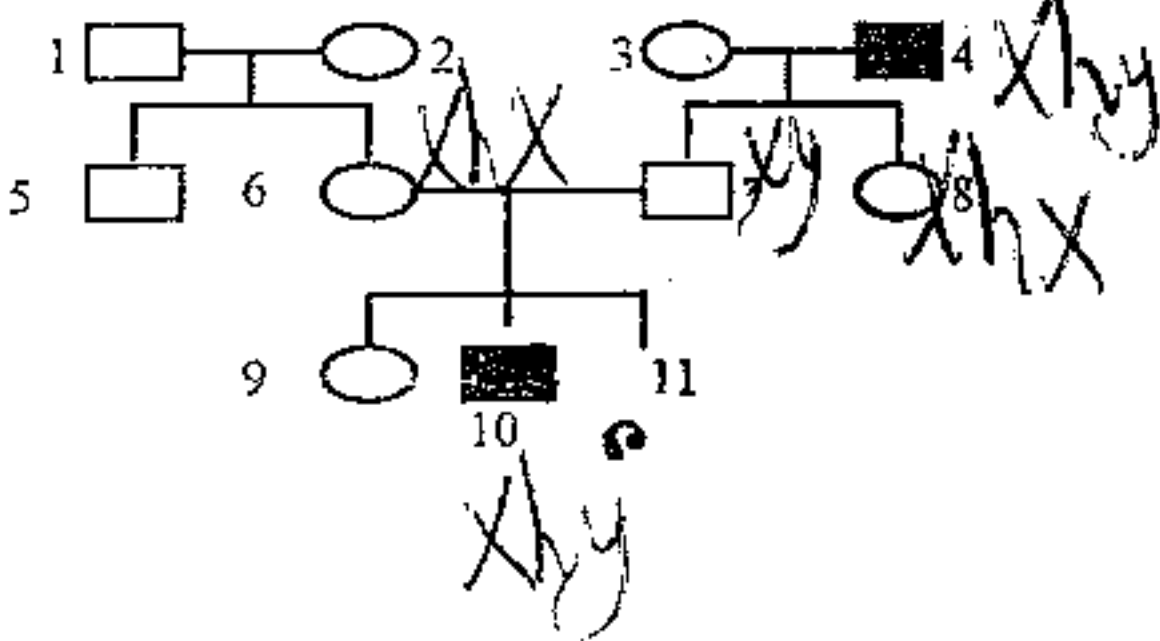
۵- احتمال اینکه فرد شماره ۲ ناقل باشد چقدر است؟

۶- احتمال اینکه فرد شماره ۶ ناقل باشد چقدر است؟

۷- احتمال ناقل بودن فرد شماره ۸ چقدر است؟

۸- اگر شماره ۴ با فرد سالمی ازدواج کند چه نسبتی از پسران آنها بیمارند؟

مثال ۳۳ : در شجره نامه مقابل اگر فرد شماره ۷ نتواند صاحب دختر بیمار شود احتمال اینکه فرزند مورد سوال پسری بیمار شود چقدر است



- (۱) 1/8
- (۲) 1/4
- (۳) 1/16
- (۴) 1/2

مثال ۳۴ : در مثال فوق کدامیک از افراد قطعاً سالم و دارای الل هموفیلی است؟

- (۱) ۳
- (۲) ۹
- (۳) ۲
- (۴) ۱۴

مثال ۳۵ : در دودمانه فوق اگر فرد شماره ۸ با یک فرد سالم ازدواج کند چه نسبتی از پسران آنها هموفیل خواهند شد؟

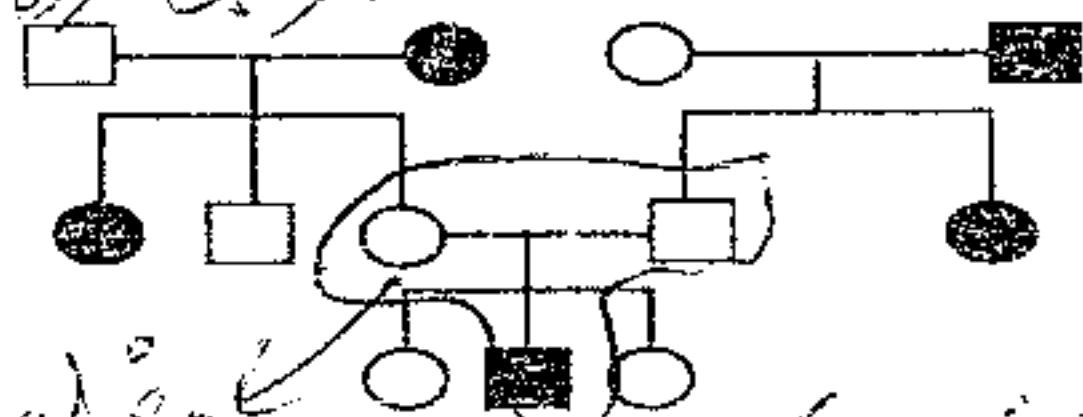
- (۱) 1/2
- (۲) 1/4
- (۳) 1/8
- (۴) صفر

مثال ۳۶ : کدام شجره نامه مربوط به هموفیلی باشد؟



مثال ۳۷ : شجره نامه زیر مربوط به کدام بیماری زیر است؟

- ۱. فقط اتوزومی غالب
- ۲. اتوزومی غالب یا وابسته به X غالب
- ۳. فقط اتوزومی مغلوب
- ۴. اتوزومی مغلوب یا وابسته به X مغلوب



مادر بیمار پسر سالم نمی شود

با هموفیل را امتحان کنید اگر یک پسر سالم باشد

۱ (۱۳) ۲ (۱۳) ۳ (۱۳) ۴ (۱۳)

مثال ۳۸ : شجره نامه زیر مربوط به کدام بیماری زیر است ؟

۱. فقط اتوزومی غالب
۲. اتوزومی غالب یا وابسته به X غالب *مغلوب*
۳. فقط اتوزومی مغلوب
۴. اتوزومی مغلوب یا وابسته به X مغلوب

مثال ۳۹ : شجره نامه زیر مربوط به کدام بیماری زیر نیست ؟

۱. اتوزومی غالب
۲. اتوزومی مغلوب
۳. وابسته به X مغلوب
۴. وابسته به X غالب

این مورد است

مثال ۴۰ : شجره نامه زیر مربوط به کدام بیماری زیر نیست ؟

۱. هانتینگتون
۲. هموفیلی
۳. تالاسمی
۴. کم خونی داسی شکل

۲

۳

مثال ۴۱ : اگر دودمانه زیر بیماری ، صفت فرض شود احتمال به وجود آمدن شماره ی در این خانواده وجود ندارد

- ۱) اتوزومی غالب - ۸
- ۲) اتوزومی مغلوب - ۶
- ۳) وابسته به X غالب - ۷
- ۴) وابسته به X مغلوب - ۵

مثال ۴۲ : در مورد دودمانه زیر کدام عبارت نادرست است .

- ۱) دودمانه وابسته به X مغلوب باشد فرد شماره ۲ قطعاً ناقل بیماری است .
- ۲) اگر دودمانه وابسته به X مغلوب باشد فرد شماره ۸ ناقل بیماری نیست .
- ۳) اگر دودمانه اتوزومی باشد شماره ۱۰ قطعاً هتروزیگوس است .
- ۴) اگر بیماری وابسته به X باشد شماره ۸ الل بیماری را ندارد .

مثال ۴۳ : در دودمانه مقابل احتمال اینکه فرزند مورد سوال پسر بیمار شود $\frac{1}{4}$ است . این دودمانه مربوط است و فرد شماره قطعاً حامل بیماری است .

- ۱) اتوزومی مغلوب - شماره ۲
- ۲) اتوزوم مغلوب - شماره ۱
- ۳) وابسته به X مغلوب - شماره ۲
- ۴) وابسته به X مغلوب - شماره ۱

جواب : گزینه ۳ - بیماری وابسته به X مغلوب است چون اگر اتوزومی مغلوب باشد احتمال پسر بیمار $\frac{1}{8}$ است

مثال ۴۴ : در دودمانه زیر اگر فرد شماره ۱۰ نتواند صاحب پسر سالم شوند احتمال اینکه فرد مورد سوال پسر بیمار شود چقدر است ؟

$\frac{1}{2}$ (۱)

$\frac{1}{4}$ (۳)

جواب گزینه ۳ - بیماری وابسته به X مغلوب است پدر XY و مادر XhX است .

پسر اسری (بیمار مهم)

نکته ۳: در بیماریهای وابسته به X غالب اگر پدر بیمار باشد قطعاً تمام دختران آنها بیمار خواهند شد و اگر مادر سالم باشد تمام پسران آنها سالم خواهند شد یعنی در بیماری وابسته به X غالب از پدر بیمار دختر سالم متولد نمی شود و از مادر سالم پسر بیمار متولد نمیشود پس هر وقت در یک دودمانه از پدر بیمار، دختر سالم متولد شد و یا از مادری سالم، پسر بیمار متولد شد ۱۰۰٪ بیماری وابسته به X غالب نیست..

XAXA زن بیمار

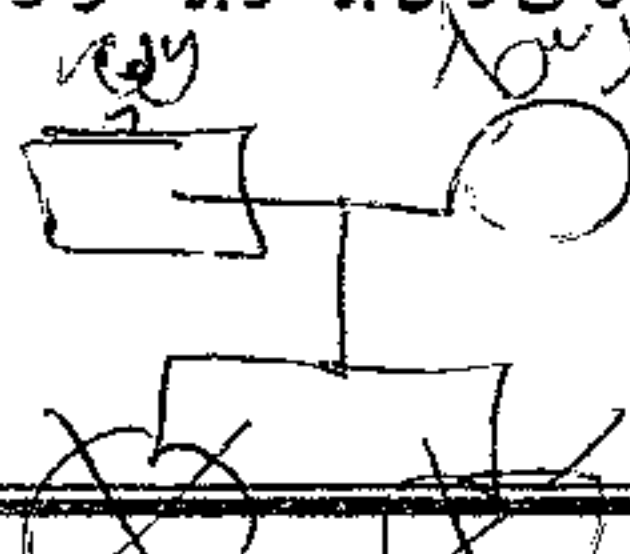
XAXa زن بیمار

XaXa زن سالم

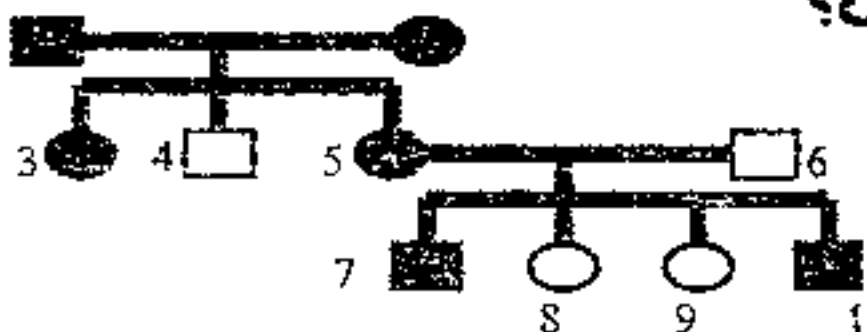
XAY مرد بیمار

XaY مرد سالم

نکته ۴: در وابسته به X غالب فراوانی زنان بیمار بیشتر از مردان بیمار است.



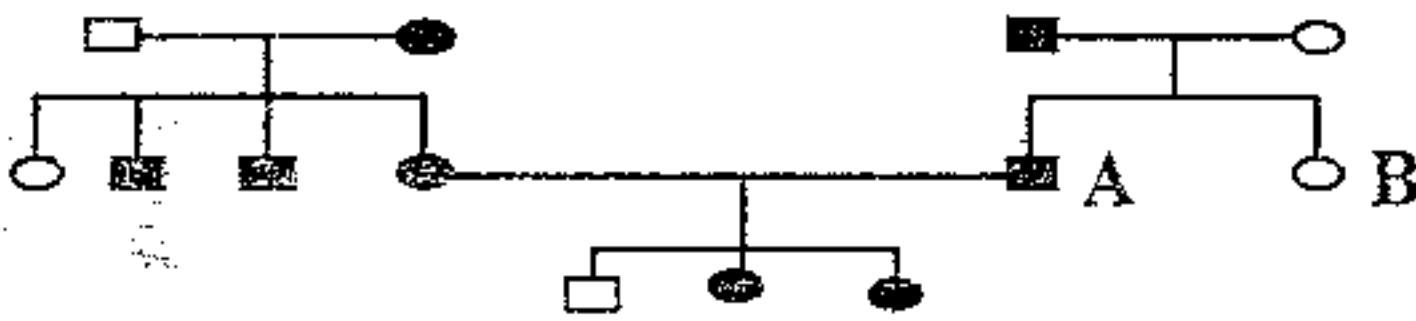
مثال ۴۵: در دودمانه مقابل اگر فرد شماره ۸ نتواند صاحب پسر بیمار شود دودمانه مربوط به است؟



«دودمانه (ب) است»
سرها و اینها بیمار دارند
پس چه ادعا می شود؟

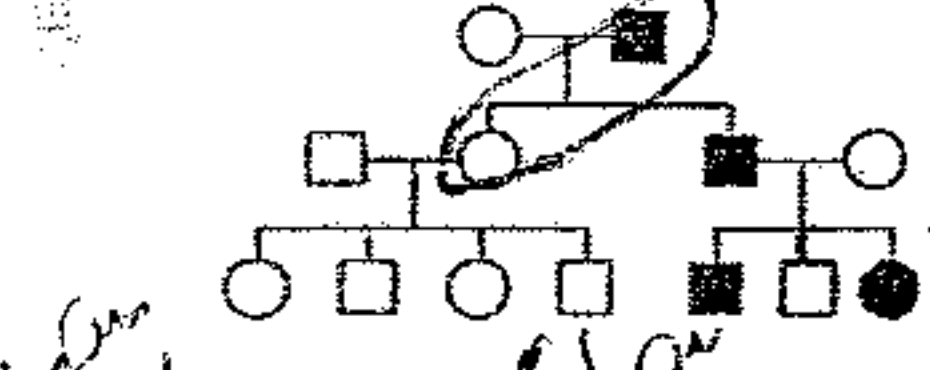
- ۱. اتوزومی غالب
- ۲. اتوزومی مغلوب
- ۳. وابسته به X غالب
- ۴. وابسته به X مغلوب

مثال ۴۶: با توجه به دودمانه زیر اگر تولد فرد B غیر ممکن باشد بیماری مورد مطالعه میتواند نوعی صفت باشد؟



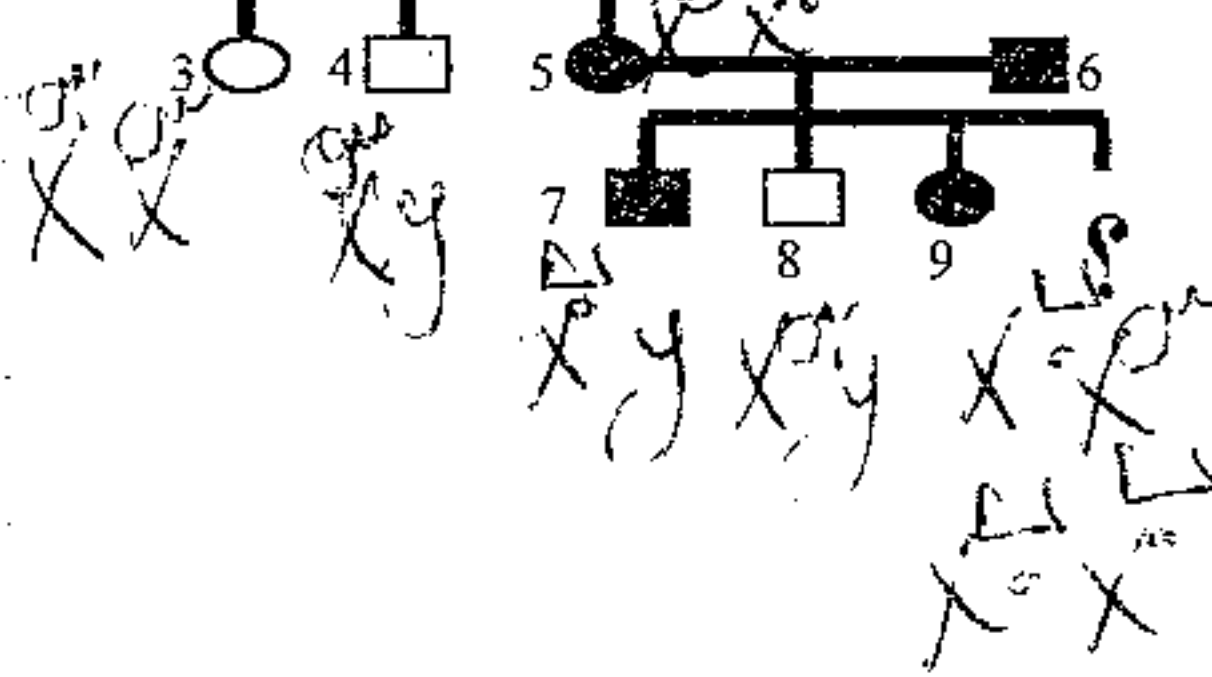
- ۱) فقط وابسته به X غالب
- ۲) اتوزومی غالب یا وابسته به X غالب
- ۳) فقط وابسته به X مغلوب
- ۴) اتوزومی مغلوب یا وابسته به X مغلوب

مثال ۴۷: در دودمانه ی زیر، اگر تعیین زنتیپ همه ی افراد به طور قطع ممکن باشد، بیماری مورد نظر مربوط به کدام نوع صفت است؟



- ۱) وابسته به جنس مغلوب (۲) اتوزومی مغلوب
- ۲) وابسته به جنس غالب (۴) اتوزومی غالب

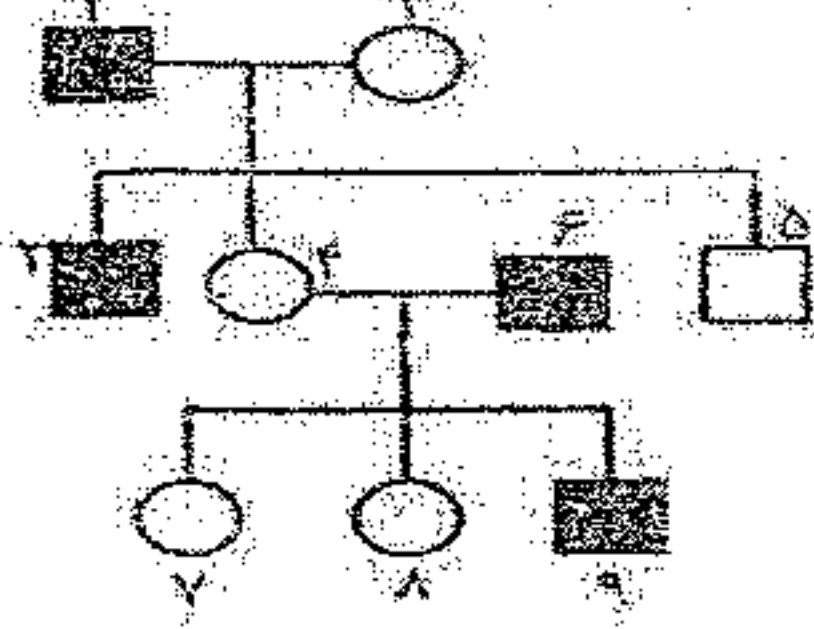
مثال ۴۸: در شجره نامه مقابل اگر فرد شماره ۷ نتواند صاحب دختری سالم شود



- ۱- الگوی بیماری چه نوع صفتی است؟
- ۲- احتمال اینکه فرد مورد سوال پسر سالم شود چقدر است؟
- ۳- احتمال اینکه فرد مورد سوال دختر بیمار شود چقدر است؟
- ۴- احتمال دختر خانواده مورد سوال بیمار شود چقدر است؟
- ۵- احتمال اینکه فرد مورد سوال پسری با فنوتیپ شبیه پدر شود چقدر است؟
- ۶- احتمال اینکه فرد مورد سوال دختری با ژنوتیپ شبیه مادر شود چقدر است؟
- ۷- اگر فرد شماره ۳ با فرد بیمار ازدواج کند چه نسبتی از دختران آنها بیمار می شوند؟

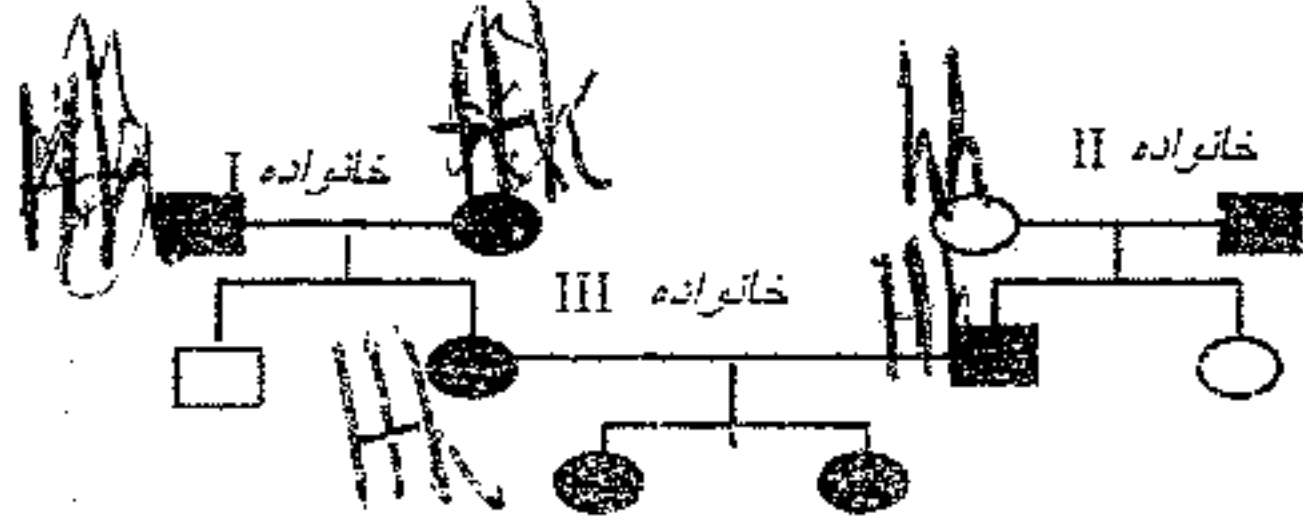
۲ (۴۷) ۱ (۴۸)

مثال ۵۷: دودمانه زیر نشانه دهنده ی نوعی صفت است و فرد شماره از نظر این صفت هموزیگوس می باشد؟



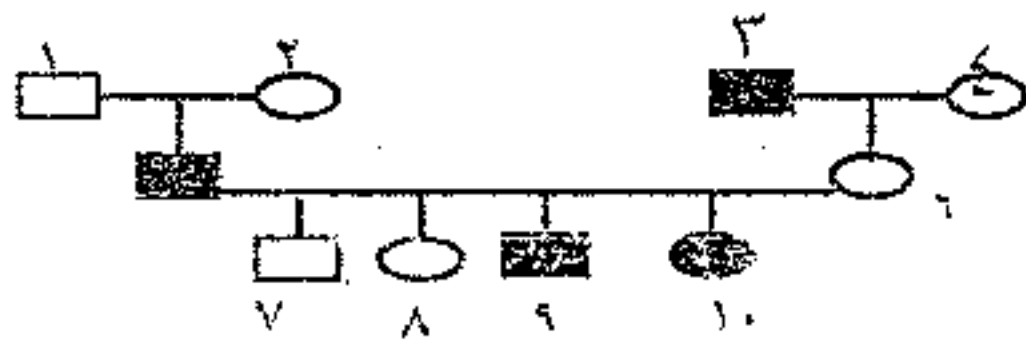
- (۱) وابسته به جنس غالب - ۹
- (۲) اتوزوم مغلوب - ۷
- (۳) وابسته به جنس مغلوب - ۸
- (۴) اتوزوم غالب - ۴

مثال ۵۸: در شجره نامه کدام عبارت صحیح است؟



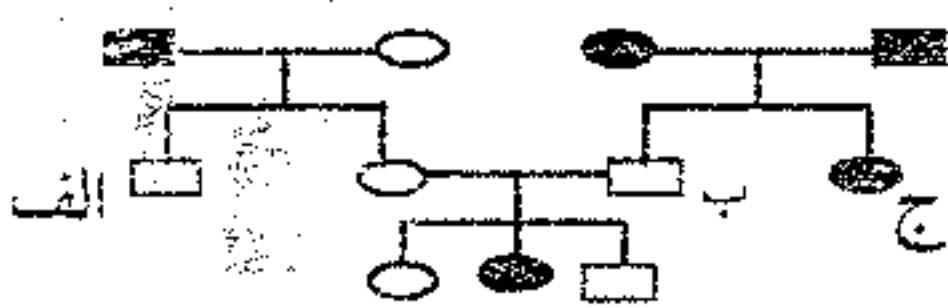
- ۱. بیماری می تواند وابسته به X غالب باشد.
- ۲. والدین خانواده I هموزیگوت هستند.
- ۳. والدین خانواده II قطعاً هتروزیگوت هستند.
- ۴. خانواده III می تواند صاحب دختر سالم شود.

مثال ۵۹: در شجره نامه مقابل اگر فرد شماره ۱۰ نتواند صاحب پسر سالم شود. کدام فرد قطعاً سالم و دارای ژن بیماری است؟



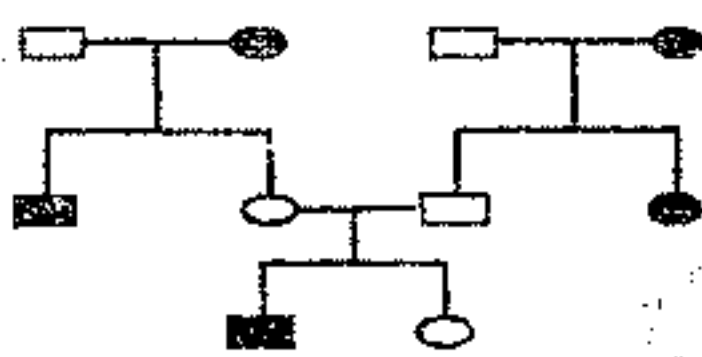
- ۱(۱)
- ۲(۲)
- ۳(۳)
- ۴(۴)

مثال ۶۰: در دودمانه مقابل عامل بیماری وراثتی، اللی ... نیست اگر عامل بیماری، اللی فرض شود احتمال بوجود آمدن فرزند ممکن است.



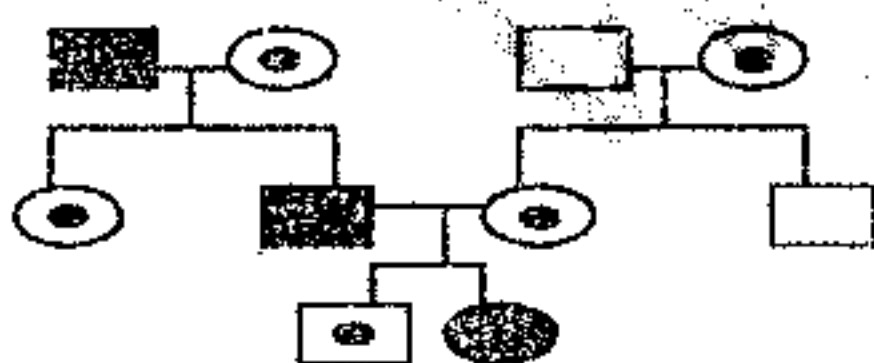
- (۱) اتوزومی غالب - اتوزومی مغلوب - ب
- (۲) وابسته به جنس غالب - وابسته به جنس مغلوب - ب یا د
- (۳) وابسته به جنس مغلوب - اتوزومی غالب - ب
- (۴) اتوزومی مغلوب - اتوزومی غالب - د

مثال ۶۱: کدام الگوی یا انگوهای وارثی در شجره نامه مقابل صدق می کند؟



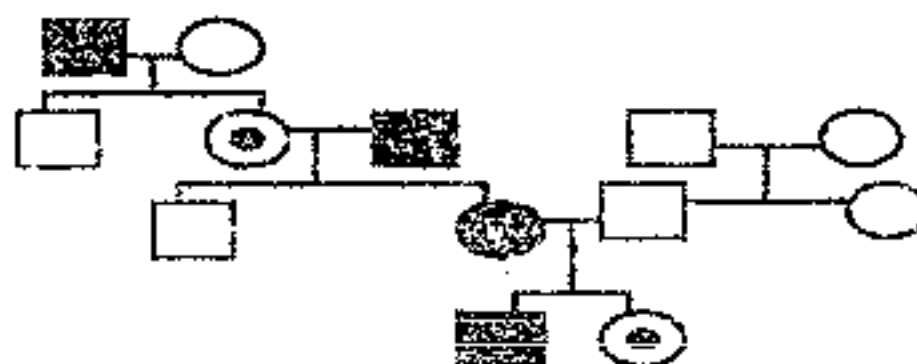
- (۱) فقط اتوزوم مغلوب
- (۲) فقط وابسته به X مغلوب
- (۳) اتوزوم و وابسته به X غالب
- (۴) اتوزوم و وابسته به X مغلوب

مثال ۶۲: الگوی شجره نامه زیر کدام است؟



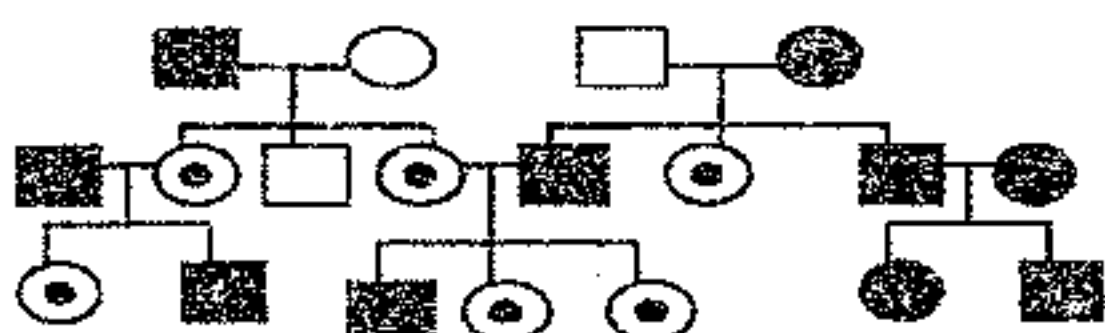
- (۱) اتوزوم مغلوب
- (۲) اتوزوم غالب
- (۳) وابسته به X غالب
- (۴) وابسته به X مغلوب

مثال ۶۳: الگوی شجره نامه زیر کدام است؟



- (۱) اتوزوم مغلوب
- (۲) وابسته به X مغلوب
- (۳) اتوزوم غالب
- (۴) وابسته به X غالب

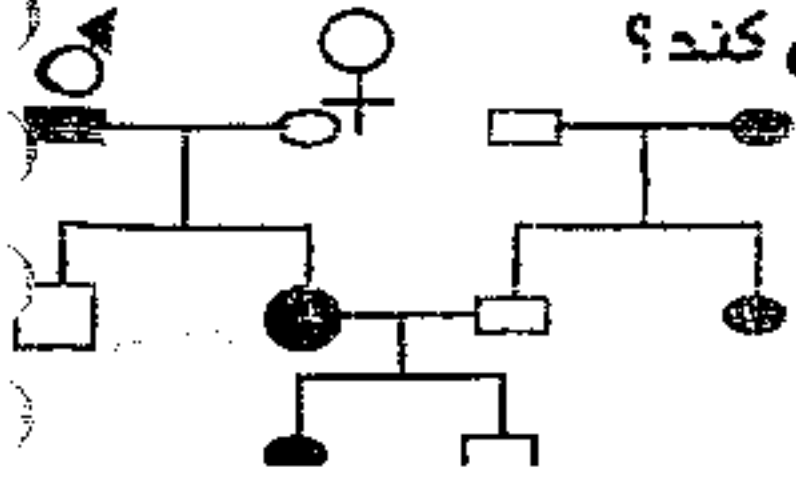
مثال ۶۴: شجره نامه زیر کدام بیماری را نشان می دهد؟



- (۱) فنیل کتو نوریا
- (۲) گلبول قرمز داسی شکل
- (۳) دیستروفی عضلانی دوشن
- (۴) هانتینگتون

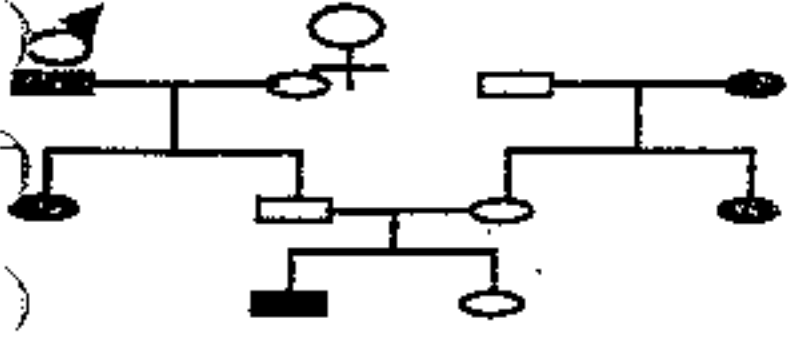
Handwritten notes at the bottom of the page, including the number 22 and some illegible text.

مثال ۶۵: شجره نامه مقابل انتقال صفتی را در کبوترها نشان می دهد. توارث این صفت از کدام الگو پیروی نمی کند؟



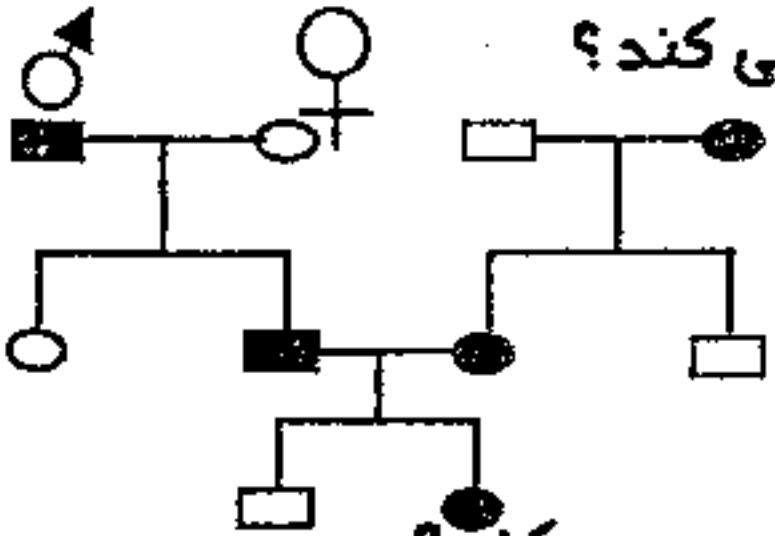
- (۱) اتوزومی غالب
- (۲) اتوزومی مغلوب
- (۳) وابسته به X غالب
- (۴) وابسته به X مغلوب

مثال ۶۶: شجره نامه مقابل انتقال صفتی را در ملخ نشان می دهد. توارث این صفت از کدام الگو یا الگوها پیروی می کند؟



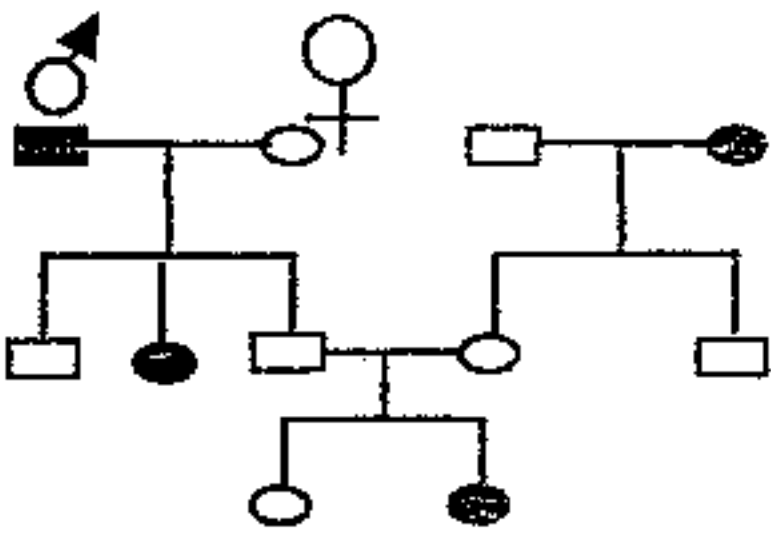
- (۱) فقط اتوزوم مغلوب
- (۲) اتوزوم غالب و مغلوب
- (۳) فقط وابسته به X مغلوب
- (۴) اتوزوم و وابسته به X مغلوب

مثال ۶۷: شجره نامه مقابل انتقال صفتی را در سبزه ها نشان می دهد. توارث این صفت از کدام الگو پیروی می کند؟



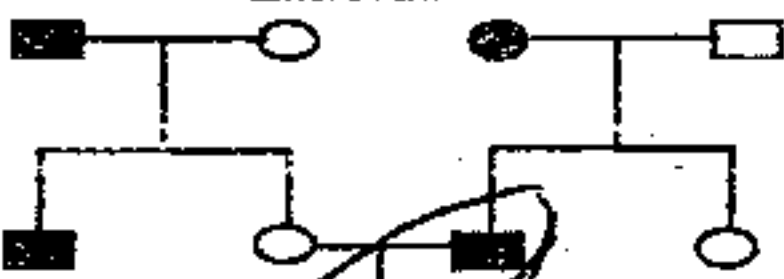
- (۱) اتوزوم غالب
- (۲) اتوزوم مغلوب
- (۳) وابسته به Z غالب
- (۴) وابسته به Z مغلوب

مثال ۶۸: دودمانه ی مقابل، انتقال صفتی را در نوعی پروانه نشان می دهد. توارث این صفت از کدام الگو پیروی می کند؟



- (۱) فقط اتوزوم غالب
- (۲) فقط اتوزوم مغلوب
- (۳) وابسته به Z غالب و اتوزوم غالب
- (۴) وابسته به Z مغلوب و اتوزوم مغلوب

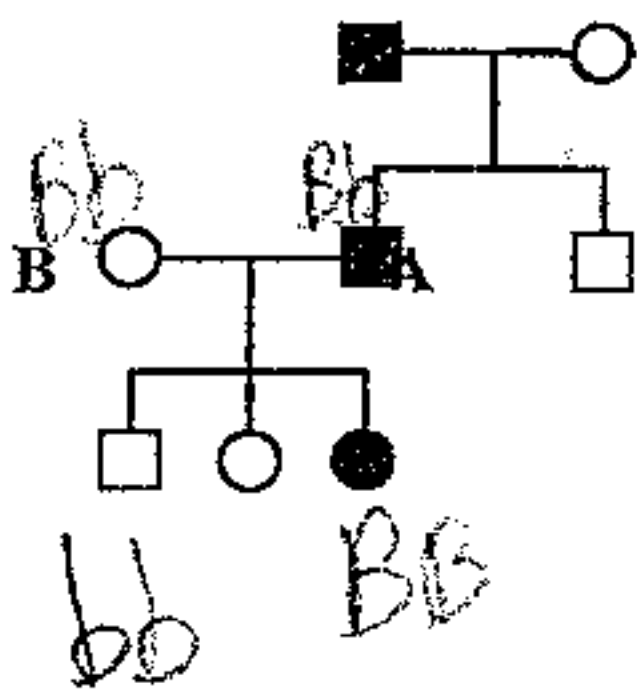
مثال ۶۹: دودمانه ی مقابل انتقال صفتی را در بیستون بتولاریا نشان می دهد. توارث این صفت با کدام الگو مطابقت ندارد؟



- (۱) اتوزوم غالب
- (۲) اتوزوم مغلوب
- (۳) وابسته به Z غالب
- (۴) وابسته به Z مغلوب

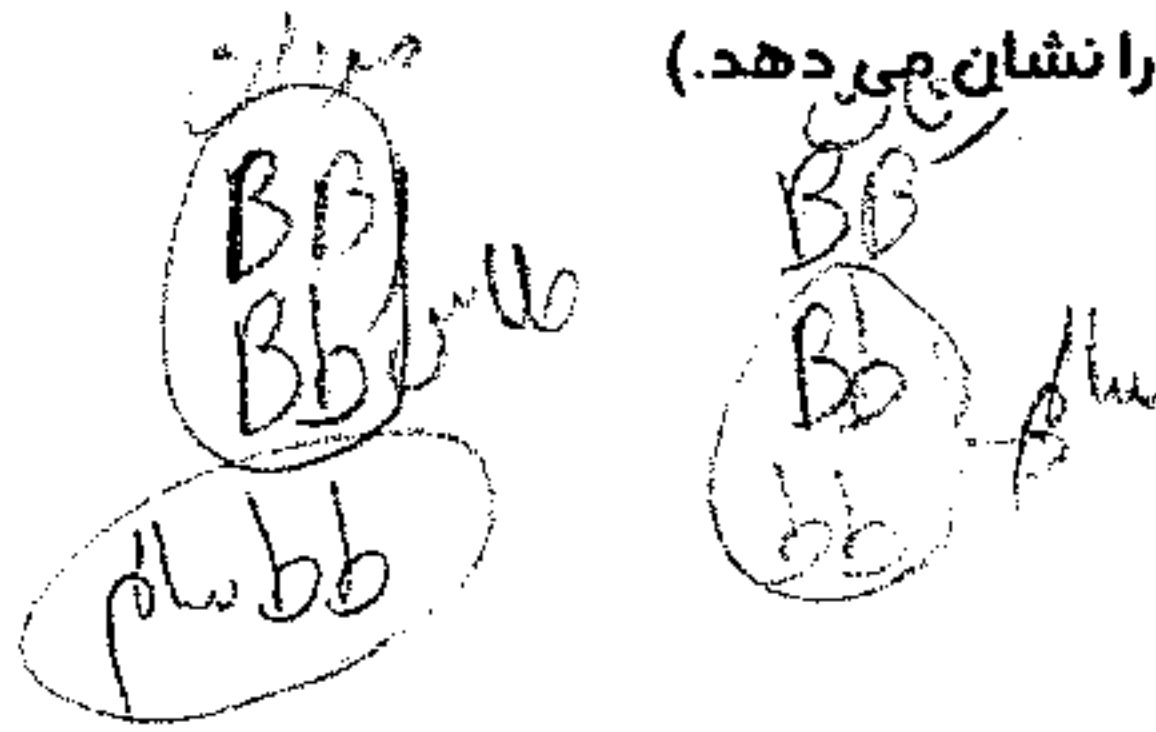
اگر در انسان پاشنه و ایسته به غالب زیست اگر زنده را پرواز باشد وابسته به مغلوب

مثال ۷۰- صفت طاسی نوعی صفت دو الی و اتوزومی است که در مردانی با ژنوتیپ BB و Bb و در زنانی با ژنوتیپ BB ظاهر می شود. با توجه به این اطلاعات، ژنوتیپ افراد A و B به ترتیب از راست به چپ در دودمانه زیر کدام می تواند باشد؟



(□ و ○ به ترتیب مرد و زن پر مو و و مرد و زن طاس را نشان می دهد.)

- (۱) Bb - BB
- (۲) bb - Bb
- (۳) bb - BB
- (۴) Bb - Bb



۴-۷۰/۳-۶۹/۳-۶۸/۱-۶۷/۱-۶۶/۳-۶۵

گروه خونی و عامل RH

رئوس ژنوتیپ میوم است

گروه خونی و عامل RH دو صفت مستقل از هم هستند که گروه خونی توسط سه آلل A و O و B کنترل میشود و عامل RH توسط دو آلل R و r کنترل میشود.

* نکته ۱: گروه خونی، توسط یک ژن ۳ اللی A و B و O کنترل می شود که هر فرد دارای حداقل و حداکثر ۲ آلل می باشد. گروه خونی بدون در نظر گرفتن Rh دارای ۴ فنوتیپ و ۶ نوع ژنوتیپ است و عامل Rh دارای ۲ نوع فنوتیپ و ۳ نوع ژنوتیپ است. هنگام بررسی همزمان گروه خونی و عامل RH $4 \times 2 = 8$ نوع فنوتیپ و $6 \times 3 = 18$ نوع ژنوتیپ دارد.

* نکته ۲: نوع گروه خونی هر فرد بستگی به آنتی ژنی دارد که در سطح غشاء گلبول قرمز (اریتروسیت) آن قرار دارد.

* نکته ۳: جنس (اغلب) آنتی ژن ها پروتئین یا پلی ساکراید است آنتی ژن های گروه خونی و عامل Rh در غشاء اریتروسیت ها (گلبول قرمز) قرار دارد. در صورتی که جنس آنتی کور A و B و ضد Rh پروتئین است و توسط پلاسماوسیت ها ساخته میشوند و در پلاسما خون قرار دارند توجه کنید که آنتی کور ها در غشاء اریتروسیت ها وجود ندارند.

نکته ۴: نوع گروه خونی هر فرد بستگی به آنتی ژنهایی دارد که در غشاء گلبول قرمز قرار دارد. اکثر افراد در غشاء اریتروسیت خود آنتی ژن رزوس را دارند که با آنها افراد RH^+ گویند این افراد در پلاسما خود پادتن ضد RH را ندارند و برخی افراد این آنتی ژن را ندارند و به آنها RH^- می گویند

نوع آنتی کور

نوع آنتی ژن	ژنوتیپ	فنوتیپ
آنتی ژن رزوس دارد	RR Rr	Rh^+
ندارد	rr	Rh^-

نکته ۵ *

نوع آنتی کور

نوع آنتی ژن	ژنوتیپ	فنوتیپ	نوع آنتی کور
A	AA, AO	A	B
B	BB, BO	B	A
AB	AB	A, B	ندارد
O	OO	ندارد	A, B

نکته ۵: افراد Rh^- در حالت عادی پادتن ضد Rh ندارند ولی اگر گروه خونی مثبت را به افراد Rh^- تزریق کنیم در بدن افراد Rh^- توسط پلاسماوسیت ها آنتی کور ضد Rh ساخته می شود. اگر چنین تزریقی تکرار شود، واکنش شدیدی در بدن میزبان پدید می آید.

نکته ۶: اگر مادر گروه خونی منفی داشته باشد و Rh جنین مثبت باشد، چون در حالت عادی افراد Rh^- پادتن ضد Rh ندارند خون جنین اول آگلوتینه نمی شود. ولی پس از زایمان اول به علت ورود مقداری آنتی ژن های Rh از خون جنین به مادر، پلاسماوسیت های مادر پادتن ضد Rh می سازند برای همین اگر Rh جنین دوم مثبت باشد، پادتن های ضد Rh از جفت (کوریون) عبور می کنند و موجب آگلوتینه شدن خون جنین می شوند.

مثال ۱: مادری Rh^- و پدر Rh^+ هتروزیگوس است، چقدر احتمال دارد خون جنین دوم آگلوتینه شود؟

داند بلایا است

۲: در غشای اریتروسیت فردی با گروه خونی A^+ کدامیک وجود ندارد؟

- (۱) آنتی ژن رزوس (۲) آنتی کور B (۳) آنتی ژن A (۴) انیدراز کربنیک (دره دارند)
- ۲: به ترتیب از راست به چپ در غشای اریتروسیت کدامیک آنتی ژن بیشتری و کدام آنتی ژن کمتری وجود دارد؟
- (۱) O^+ و A^+ (۲) O^+ و AB^+ (۳) O^- و AB^+ (۴) B^- و AB^-

۳: هسته هر لنفوسیت انسان برای گروه خونی حداقل و حداکثر دارای چند آلل است؟

- (۱) ۲ و ۱ (۲) ۲ و ۲ (۳) صفر و ۲ (۴) ۲ و ۲

۴: تزریق گروه خونی ... به ... سبب تولید آنتی کور ضد Rh می شود؟

- (۱) A^+ به A^+ (۲) O^- به AB^+ (۳) A^+ به AB^+ (۴) B^+ به B^+

۲۴ ۱۴ ۴ (۳) ۲۰ ۲۰۱

۵- فردی با گروه خونی AB^+ چند نوع ژنوتیپ می تواند داشته باشد و این فرد در رابطه به این صفت حداکثر چند نوع گامت ایجاد می کند؟

$AB Rr$ RR $ABRr$
 در اکثر $1 \times 2 = 2$

نکته ۷: هر وقت در بین فرزندان یک خانواده هر چهار نوع گروه خونی یافت شود. والدین حتما ژنوتیپ $AO \times BO$ را دارند. یعنی فنوتیپ آنها A و B است.

مثال ۶: در بین فرزندان یک خانواده هر چهار نوع فنوتیپ گروه خونی یافت می شود احتمال اینکه فرزند بعدی:

	A	O
B	AB	BO
O	AO	OO

۱. پسری با گروه خونی AB باشد؟ $\frac{1}{4}$
۲. دختری با گروه خونی هتروزیگوس باشد؟ $\frac{1}{2}$
۳. پسری با گروه خونی شبیه والدین باشد؟ $\frac{1}{2}$
۴. دارای ایل O باشد؟ $\frac{1}{4}$
۵. چه نسبتی از پسران آنها گروه خونی هموزیگوس دارند؟ $\frac{1}{4}$

۶. احتمال اینکه از دو فرزند اولی هموزیگوس و دومی هتروزیگوس باشد؟ $\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{16}$

۷. احتمال اینکه از دو فرزند یکی هموزیگوس و دیگری هتروزیگوس باشد؟ $\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{16}$

۸. احتمال اینکه از سه فرزند آنها هر سه گروه خونی یکسان باشند چقدر است؟ $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{64}$

نکته ۸: اگر فرزند اول خانواده ای گروه خونی AB و فرزند بعدی گروه خونی O داشته باشد. صد در صد والدین گروه خونی ژنوتیپ $BO \times AO$ دارند.

مثال ۷: فرزند اول خانواده ای در غشاء اریتروسیت خود آنتی ژن A و B دارد. و فرزند دوم در پلاسما خود آنتی کر A و B دارد؟

$AO \times BO$

	A	O
B	AB	BO
O	AO	OO

۱. احتمال آنکه فرزند پنجم آنها پسری با گروه خونی B بشود چقدر است. $\frac{1}{4}$
۲. چه نسبتی از دختران آنها گروه خونی هتروزیگوس دارند. $\frac{1}{2}$
۳. چه نسبتی از فرزندان هتروزیگوت در غشاء اریتروسیت خود فقط یک نوع آنتی ژن برای گروه خونی دارند. $\frac{1}{2}$
۴. احتمال اینکه ۴ فرزند آنها گروه خونی یکسان داشته باشند چقدر است. $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{256}$

مثال ۸: از پدر و مادر A^+ هتروزیگوس (سراسری ۸۵)

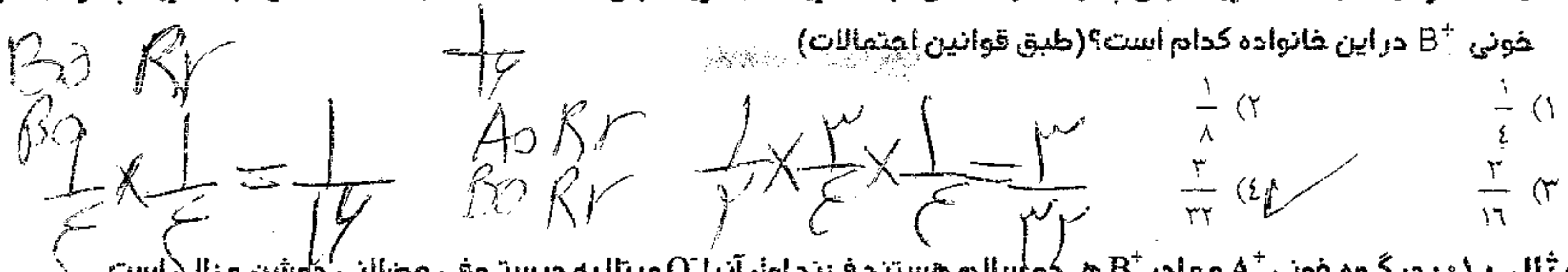
$AORr \times AORr$

	A	O
A	AA	Ao
O	Ao	oo

	R	r
R	RR	Rr
r	Rr	rr

- ۱- در بین فرزندان چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ وجود دارد. $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$
- ۲- چه نسبتی از فرزندان آنها در غشاء اریتروسیت خود فقط آنتی ژن A دارند. $\frac{1}{4}$
- ۳- چه نسبتی از فرزندان آنها پسرانی با فنوتیپ والدین خواهد شد. $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$
- ۴- چه نسبتی از فرزندان آنها پسرانی با ژنوتیپ والدین خواهند شد. $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$

مثال ۹: اگر در خانواده ای گروه خونی پدر A^+ و شانس تولید فرزند با گروه خونی AB^- $\frac{9}{125}$ باشد، احتمال تولد فرزند پسری با گروه خونی B^+ در این خانواده کدام است؟ (طبق قوانین احتمالات)



مثال ۱۰: پدر گروه خونی A^+ و مادر B^+ هر دو سالم هستند فرزند اول آنها O^- مبتلا به دیستروفی عضلانی دوشین و زالی است.

پدر: $AoRrAaXy$

۱. احتمال فرزند آنها پسری دیستروف و زالی با گروه خونی AB مثبت باشد چقدر است.

مادر: $BoRrAaXdX$

$$\frac{3}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{256}$$

۲. چه نسبتی از پسران آنها دیستروف و زالی با گروه خونی AB هستند.

$$\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{32}$$

۳. چه نسبتی از فرزندان آنها پسرای با ژنوتیپ شبیه پدر خواهند شد. یعنی $AoRrAaXy$

$$\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{64}$$

۴. چه نسبتی از پسران آنها فنوتیپ شبیه پدر دارند. یعنی چه نسبتی از پسران بیماری وابسته به X ندارند زالی نیستند A مثبت هستند.

$$\frac{3}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{9}{128}$$

حرفه ژنتیک و بیماری در طول

مثال ۱۱: مردی مبتلا به هانتینگتون با زنی سالم که پدرش مبتلا به دو بیماری هموفیلی و کوررنگی و مادری مبتلا به کام شکاف دار داشته ازدواج می کند. فرزند اول آنها زالی است. احتمال اینکه فرزند بعدی آنها دختری با فنوتیپ شبیه مادرشود چقدر است؟

پدر: $HhAaXy$

$$\frac{3}{8} (4) \quad \frac{1}{16} (3) \quad \frac{1}{8} (2) \quad \frac{3}{16} (1)$$

مادر: $hhAaXdXk$

$$\frac{1}{2} \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{16}$$

جواب احتمال دختری که بیماری وابسته به X ندارد - زالی ندارد - هانتینگتون ندارد. هنگام مطالعه هرمان صفات مستقل گروه خونی و عامل Rh و زالی و هانتینگتون و هموفیلی:

(۱) در مردان چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ وجود دارد؟ هر کدام را جدا حساب کنید در هم ضرب کنید.

در کل	هموفیلی	هانتینگتون	زالی	عامل Rh	گروه خونی
نوع = ۶۴	۲ف	۲ف	۲ف	۲ف	۴ف
نوع = ۳۲۴	۲ز	۳ز	۳ز	۳ز	۶ز

(۲) در زنان چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ وجود دارد؟

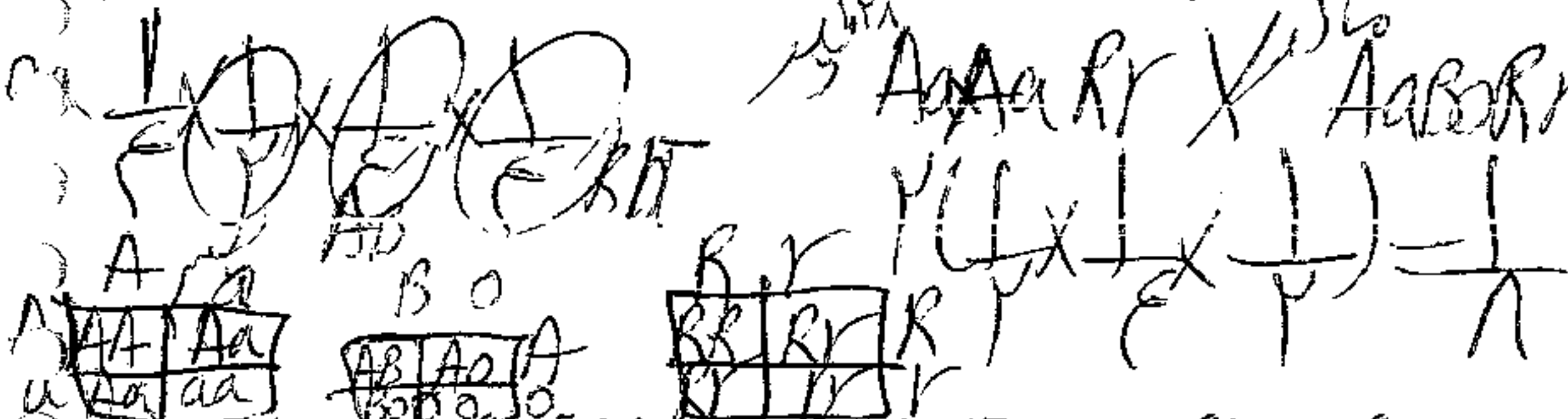
در کل	هموفیلی	هانتینگتون	زالی	عامل Rh	گروه خونی
۶۴ =	۲ف	۲ف	۲ف	۲ف	۴ف
۴۸۶ =	۳ز	۳ز	۳ز	۳ز	۶ز

(۳) در جامعه چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ وجود دارد؟

در کل	هموفیلی	هانتینگتون	زالی	عامل Rh	گروه خونی
۶۴ =	۲ف	۲ف	۲ف	۲ف	۴ف
۸۱۰ =	۵ز	۳ز	۳ز	۳ز	۶ز

کدام ژنوتیپ بیماری در (۱) A^+ (۲) A^- (۳) AB^- (۴) O^-

مثال ۱۳: در خانواده ای پدر سالم با گروه خونی A^+ است. شانس تولد پسر AB منفی زال $\frac{1}{8}$ است. احتمال اینکه فرزند بعدی آنها ژنوتیپ



- شبهه والدین را داشته باشند چقدر است؟
- (۱) $\frac{1}{16}$
 - (۲) $\frac{1}{8}$
 - (۳) $\frac{9}{32}$
 - (۴) $\frac{9}{64}$

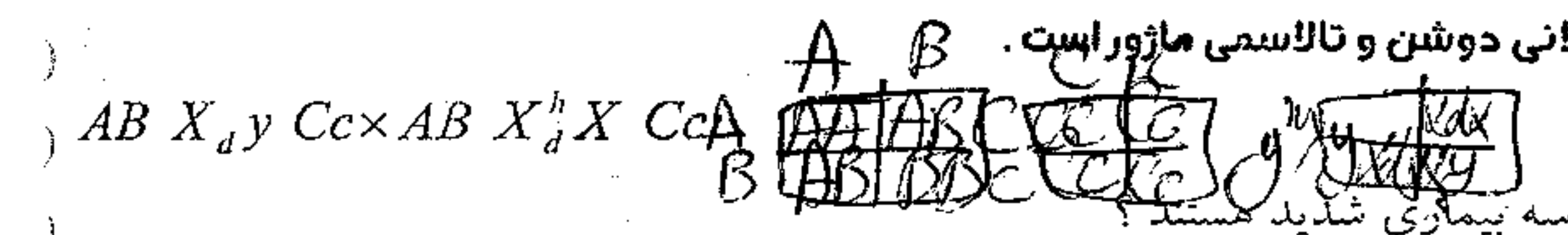
مثال ۱۴: مردی هموفیل با گروه خونی AB با زنی هتروزیگوس و با گروه خونی B ازدواج میکند فرزند اول آنها گروه خونی A- و مبتلا به کم خونی داسی شکل و هموفیلی است:

$AB rr Ss X_{hY} \times BO Rr Ss X_{hX}$

۱. چه نسبتی از فرزندان این زوج مبتلا به هر دو بیماری و با گروه خونی B+ خواهند شد؟
 $\frac{1}{2} RH \times \frac{1}{2} B \times \frac{1}{4} \text{ کم خونی} \times \frac{1}{2} \text{ هموفیل} = \frac{1}{32}$
۲. چه نسبتی از فرزندان این زوج پسر مبتلا به هموفیلی و کم خونی و با گروه خونی A+ خواهند شد؟
 $\frac{1}{2} RH \times \frac{1}{4} A \times \frac{1}{4} \text{ کم خونی} \times \frac{1}{2} \text{ پسر هموفیل} = \frac{1}{128}$
۲. نسبتی از پسران این زوج مبتلا به هموفیلی و کم خونی و با گروه خونی AB+ خواهند شد؟
 $\frac{1}{2} RH \times \frac{1}{4} AB \times \frac{1}{4} \text{ کم خونی} \times \frac{1}{2} \text{ پسران هموفیل} = \frac{1}{64}$
۳. چه نسبتی از دختران این زوج ژنوتیپی شبهه مادر خود را خواهند داشت؟
 $\frac{1}{2} Ss \times \frac{1}{2} X_H X_h \times \frac{1}{2} Ss \times \frac{1}{4} BO = \frac{1}{32}$

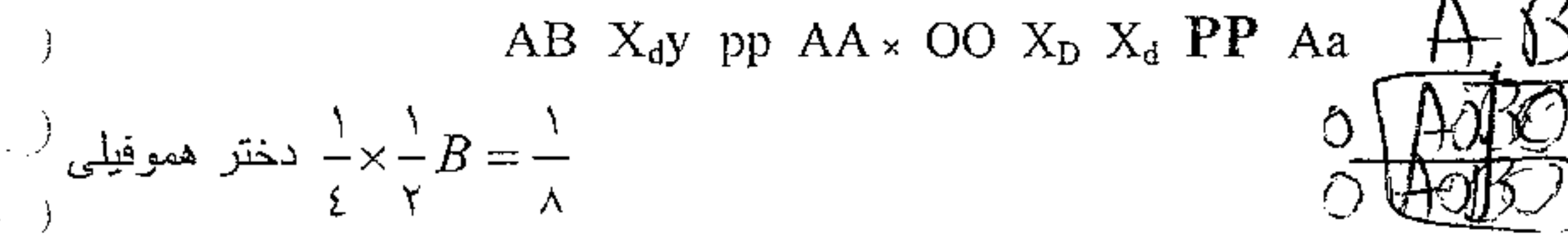
۵. روی هم چند نوع گامت می دهند؟ هر کدام را جداگانه حساب کنید پس با هم جمع کنید. و مشترک ها را کم کنید. پدر ۸ نوع گامت و مادر ۱۶ نوع گامت می دهند
 $8 + 16 = 24 - (1 \times 1 \times 2 \times 1 \text{ مشترک}) = 22$

مثال ۱۵: مردی مبتلا به دیسترونی عضلانی دوشن (صفت مغلوب) با گروه خونی AB با زنی با گروه خونی AB سالم ازدواج می کند. فرزند اول آنها مبتلا به هموفیلی و دیسترونی عضلانی دوشن و تالاسمی ماژور است.



۱. چه نسبتی از فرزندان این زوج پسر مبتلا به هر سه بیماری شدید هستند؟
 $\frac{1}{4} \text{ پسر هموفیل} \times \frac{1}{4} \text{ دیستروف} \times \frac{1}{16} \text{ ماژور} = \frac{1}{64}$
۲. چه نسبتی از فرزندان این زوج دختر مبتلا به دو بیماری و دارای گروه خونی A خواهند شد؟
 $\frac{1}{4} \text{ دختر} \times \frac{1}{4} \text{ دیستروف} \times \frac{1}{4} \text{ ماژور} \times \frac{1}{4} A = \frac{1}{64}$

مثال ۱۶: مردی با گروه خونی AB که به هموفیلی و فنیل کتونوری مبتلا است. با خانمی با گروه خونی O که برای دو صفت هموفیلی و زالی هتروزیگوس است ازدواج می کند. چه نسبتی از فرزندان آنها دخترانی با گروه خونی B و مبتلا به یک بیماری خواهند بود.



مثال ۱۷: در خانواده ای احتمال تولد دختری با گروه خونی A+ برابر با $\frac{1}{8}$ است. ژنوتیپ والدین کدام است؟

۱. $AORr \times BORr$
 ۲. $AoRR \times OORr$
 ۳. $AoRr \times OORr$
 ۴. $AoRr \times BORr$
- Handwritten diagrams for Example 17 showing crosses like $AoRr \times BORr$ and $AoRr \times OORr$ with Punnett squares.

مثال ۱۸ : مردی هموفیل و مبتلا به تحلیل عضلانی دوشن با گروه خونی AB با زنی هتروزایگوس برای هر دو صفت که پدری مبتلا به دو بیماری و مادری سالم و هموزایگوس داشته است و گروه خونی BO دارد ازدواج می کند با توجه به قوانین احتمالات

۱. چه نسبتی از فرزندان این زوج مبتلا به هر دو بیماری و دارای گروه خونی B هستند ؟

پدر : $X_n^d AB$

مادر : $X_n^d XBo$ $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

۲. چه نسبتی از فرزندان این زوج پسر مبتلا به دو بیماری و دارای گروه خونی A هستند ؟

$\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$

۳. چه نسبتی از دختران ژنوتیپ شبیه مادر را دارند ؟

$\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$

۴. چه نسبتی از فرزندان آنها دختر با فنوتیپ شبه مادر خواهند بود ؟

یعنی چه نسبتی از فرزندان دختر سالم و B هستند ؟

$\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$

مثال ۱۹ : پدر و مادر فرزند اول آنها مبتلا به هموفیلی و کام شکاف دار و کم خونی داسی شکل است . چه نسبتی از فرزندان آنها پسران به هر سه بیماری خواهند شد.

جواب : $\frac{1}{8}$ پسر هموفیل و کام شکاف دار $\times \frac{1}{4}$ کم خونی داسی شکل $= \frac{1}{32}$

پدر : $XY S_s$
مادر : $X_k^h X S_s$

مثال ۲۰ : پدر A^+ و مادر B^+ است در بین فرزندان این خانواده حداکثر چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ خواهیم داشت ؟

	A	O	R	r
والدین AORr	B	AB	BO	R
	O	AO	OO	r
BORr	O	AO	OO	r

ژنوتیپ $2 \times 4 = 8$

ژنوتیپ $4 \times 3 = 12$

نکته : هر وقت گفتند حداکثر چند نوع فنوتیپ می دهد . والدین را ناخالص در نظر بگیرید

مثال ۲۱ : اگر مردی Rh^+ و مبتلا به بیماری های هموفیلی و هانتینگتون ، زنی سالم Rh^+ ازدواج کنند و دارای دختر Rh^- و هموفیل شود چه نسبتی از پسران آنها ، ژنوتیپی مانند پدر خواهند داشت ؟ (سراسری ۸۷)

مادر : $RrhhX_hX$ $\frac{1}{16}$ (۲) $\frac{1}{8}$ (۱)

پدر : $RrHhX_hY$ $\frac{3}{16}$ (۴) $\frac{2}{8}$ (۳)

$\frac{3}{16} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{32}$

مثال ۲۲ : پدر و مادری سالم پسری زال و هموفیل دارند احتمال دختر سالم میان فرزندان این خانواده است ؟ (سراسری ۸۸)

$\frac{3}{4}$ (۲) $\frac{1}{8}$ (۱)

$\frac{3}{16}$ (۴) $\frac{2}{8}$ (۳)

$\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$

مثال ۲۳ : اگر فردی مبتلا به هانتینگتون که مادرش سالم بوده است با زنی که مادرش کور رنگ و هموفیل بوده است ازدواج کند چه نسبتی از پسران آنها هر سه بیماری را خواهند داشت ؟ (سراسری ۸۸)

$\frac{1}{4}$ (۲) $\frac{1}{2}$ (۱)

$\frac{1}{16}$ (۴) $\frac{1}{8}$ (۳)

$\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$

مثال ۲۴: از پدر و مادری مبتلا به هانتینگتون فرزند اول آنها مبتلا به هموفیلی و دیستروفی عضلانی دوشن و زال متولد شده و فرزند دوم مبتلا به کام شکاف دار است؟

Handwritten: $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$

Handwritten: $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$

Handwritten: $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$

۱. روی هم چند نوع گامت می دهند

HH	Hh
Hh	hh

AA	Aa
Aa	aa

X ^H X ^h	X ^H X ^h
X ^h X ^h	X ^h X ^h

Handwritten: $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$

Handwritten: $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$

Handwritten: $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$

Handwritten: $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$

۲. چه نسبتی از فرزندان آنها پسر هانتینگتون و هموفیل هستند.

۳. چه نسبتی از پسران آنها زال و هموفیل و دیستروف هستند.

۴. احتمال تولد دختر سالم در بین فرزندان آنها چقدر است.

۵. چه نسبتی از دختران آنها سالم هستند.

مثال ۲۵- از ازدواج مردی هموفیل با گروه خونی B⁺ (گروه خونی B و Rh مثبت) و زنی سالم با گروه خونی A⁻، در میان فرزندان، پسر کوررنگ (صفت وابسته به جنس مغلوب) با گروه خونی O⁻، و پسر هموفیل با گروه خونی A⁻ مشاهده شده است احتمال تولد دختری سالم با گروه خونی B⁺ در این خانواده، طبق قوانین احتمالات..... است.

Handwritten: $\frac{1}{8}$

Handwritten: $\frac{1}{8}$

Handwritten: $\frac{1}{8}$

Handwritten: $\frac{1}{16}$

مثال ۲۶: احتمال داشتن پسر با گروه خونی A، برای مادری با گروه خونی A، است، برای پدر چند نوع ژنوتیپ گروه خونی میتوان انتظار داشت؟

Handwritten: $\frac{1}{4}$



انتظار داشت؟

Handwritten: $\frac{1}{4}$

Handwritten: $\frac{3}{4}$

مثال ۲۷: با توجه به مسئله زیر به دو سوال الف و ب پاسخ دهید:

مردی مبتلا به کوررنگی (صفت وابسته به جنس مغلوب) و شکاف کام (صفت وابسته به جنس مغلوب) با گروه خونی A⁻ با زنی سالم با گروه خونی B⁺، که از نظر هموفیلی و شکاف کام، هتروزیگوس است ازدواج کرده و صاحب پسر هموفیل با شکاف کام و گروه خونی O⁻ شده است؛ (صفاتی که در افراد قید نشده است فقط ژن های سلامتی را دارند)

الف- چه نسبتی از فرزندان آنها دارای شکاف کام و گروه خونی B⁺ خواهند بود؟ (طبق قوانین احتمالات)

Handwritten: $\frac{1}{16}$

Handwritten: $\frac{1}{16}$

Handwritten: $\frac{1}{16}$

Handwritten: $\frac{1}{8}$

Handwritten: $\frac{1}{4}$

ب- چه نسبتی از فرزندان، دارای دو بیماری و گروه خونی A⁻ خواهند شد؟

Handwritten: $\frac{1}{16}$

Handwritten: $\frac{3}{16}$

Handwritten: $\frac{1}{16}$

مثال ۲۸: در خانواده ای احتمال تولد دختر هموفیل و دیستروف $\frac{1}{4}$ است و در همین خانواده احتمال تولد پسر هانتینگتون $\frac{1}{4}$ است. چه نسبتی از فرزندان این خانواده پسر سالم هستند؟

مثال ۲۹: زنی مبتلا به بیماری هانتینگتون و یک بیماری وابسته به X غالب با مردی سالم ازدواج می کند فرزند اول آنها هموفیل و دیستروف و زال است.

۱- والدین روی هم چند نوع گامت می دهند؟

۲- چه نسبتی از فرزندان آنها سالم هستند؟

۳- چه نسبتی از پسران آنها ژنوتیپ شبیه پدر را دارند؟

۴- چه نسبتی از دختران آنها فنوتیپی شبیه مادر دارند؟

۵- چه نسبتی از فرزندان آنها، مبتلا به چهار بیماری هستند؟

مثال ۳۰: زنی مبتلا به هانتینگتون و یک بیماری وابسته به X غالب با مرد هانتینگتون ازدواج می کند فرزند اول مبتلا به هموفیل و دیستروفی است کدام عبارت نادرست است؟

(۱) $\frac{3}{8}$ دختران آنها فنوتیپ شبیه مادر را دارند

(۲) همه پسران آنها بیماری وابسته به X را دارند

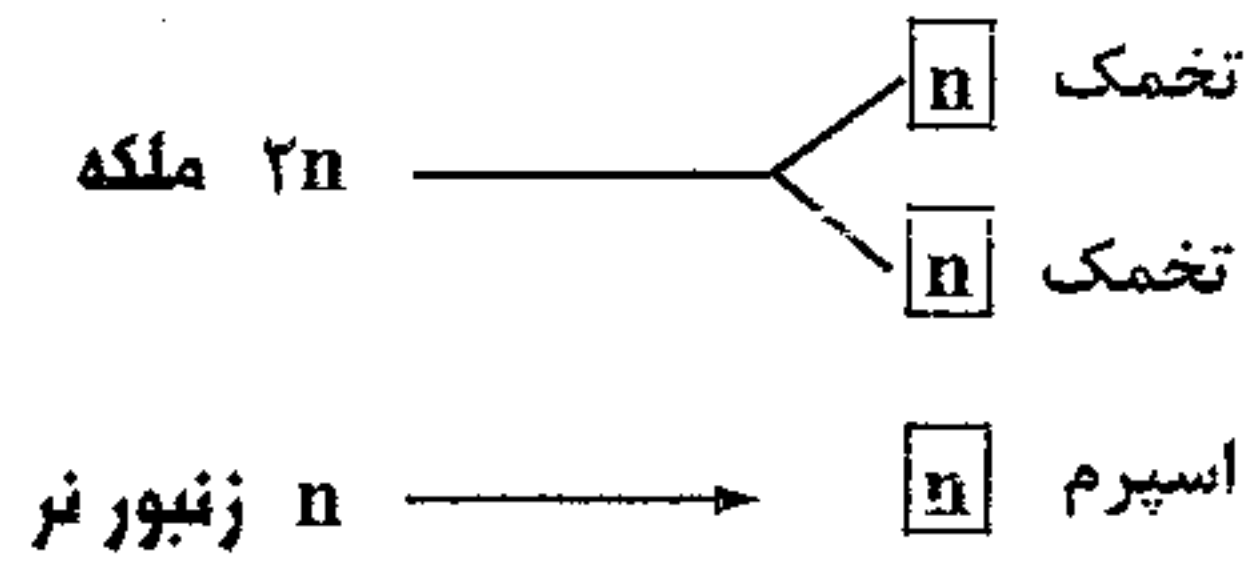
(۳) $\frac{3}{8}$ پسران آنها هموفیل و دیستروف و مبتلا به هانتینگتون هستند

(۴) $\frac{1}{16}$ دختران آنها سالم هستند.

مثال ۳۱: مردی هموفیل و مبتلا به یک بیماری وابسته به X غالب است با زنی سالم ازدواج می کند و فرزند اول آنها مبتلا به دیستروفی عضلانی دوشن و زال است. احتمال اینکه فرزند بعدی آنها سالم شود چقدر است؟

- (۱) $\frac{1}{8}$
- (۲) $\frac{3}{16}$
- (۳) $\frac{3}{8}$
- (۴) $\frac{1}{16}$

زنبور عسل: ماده ها (ملکه و کارگرها) دیپلوئید هستند و از لقاح تخمک ملکه با اسپرم به وجود می آیند و زنبورهای نر هاپلوئید هستند که از طریق بکر زایی تولید می شوند.



نکته ۱: زنبور نر هاپلوئید است، کروموزوم همتا ندارد، میوز، تتراد، کراسینگ اور، جهش مضاعف شدن، ندارد. یعنی ضمن تقسیم کروموزوم همتا از هم جدا نمی شوند یعنی قانون اول مندل در آن رخ نمی دهد. اسپرم های آن حاصل تقسیم میتوز هستند. زنبور نر کلون است که حاصل بکر زایی (تولید مثل جنسی) است. زنبور نر تمام زن های خود را فقط از مادر دریافت می کند. پس می بینیم که در برخی از کلون ها تعداد کروموزوم ها با تعداد کروموزوم های والد خود تفاوت دارد.

نکته ۲: تمام پروکاریوت ها (باکتری ها) فقط تولید مثل غیر جنسی (تقسیم دوتایی) دارند. ولی بیشتر یوکاریوت ها هم تولید مثل جنسی و هم تولید مثل غیر جنسی دارند. مانند هیدر - اسپیروژیر - خزه ها - چمن ها و ولی برخی یوکاریوت ها فقط تولید مثل جنسی دارند. مثل انسان، اکوئوس ... ولی برخی یوکاریوت ها فقط تولید مثل غیر جنسی دارند مانند اوگلنا، آمیب، تاژکداران چرخان، دوترومیست ها (پنی سیلیوم، اسپیرژیلاس)

نکته ۳: بیشتر کلون ها حاصل تولید مثل غیر جنسی اند. ولی برخی حاصل تولید مثل جنسی (بکر زایی) هستند.

نکته ۴: در همه ی تولید مثل های غیر جنسی فقط یک والد نقش دارد یعنی همه ی زاده های حاصل از تولید مثل غیر جنسی کلون هستند و زاده ها از نظر ژنتیکی درست مانند والد خود هستند برای همین اگر جهشی در سلول های سوماتیک آنها رخ بدهد می تواند به نسل بعد منتقل شود.

نکته ۵: در بیشتر تولید مثل های جنسی دو والد نقش دارد. توجه کنید که در برخی از تولید مثل های جنسی (بکرزایی) هم فقط یک والد نقش دارد.

نکته ۶: برخی از زاده های تولید مثل جنسی توانایی میوز را ندارند. مانند قاطر که از آمیزش اسب و الاغ بوجود می آید، نازاست و توانایی میوز ندارد.

نکته ۷: برخی از زاده های حاصل از تولید مثل غیر جنسی (کلون ها) توانایی تولید مثل جنسی را دارند. مثلاً در هیدر زاده های حاصل از تولید مثل جوانه زدن می توانند تقسیم میوز را انجام دهند.

۱- تمام کلون ها موجود در طبیعت ،

- (۱) حاصل نوعی تولید مثل جنسی می باشند.
- (۲) در نتیجه ی تولید مثل غیر جنسی پدید می آیند.
- (۳) از نظر کروموزومی با والد خود یکسان می باشند.
- (۴) از میتوز سلول یا از سلول های والد حاصل می شوند.

۲- کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) همه جانداران حاصل از تولید مثل جنسی، قطعاً یوکاریوت می باشند.
- (۲) تمام تولید مثل هایی که در آنها تنها یک فرد دخالت دارد غیر جنسی نامیده می شوند.
- (۳) موجودات حاصل از بکرزایی می توانند تنها یک دست کروموزوم داشته باشند.
- (۴) در بکر زایی میتواند جاندار نر تولید شود.

۳- در فرایند تولید مثل جانداران ، همواره

- (۱) جنسی - فرزندان از دو والد ماده ی ژنتیکی دریافت می کنند.
- (۲) غیر جنسی - کلون ها یی ایجاد می کنند که می توانند میوز انجام دهند.
- (۳) جنسی - زاده هایی حاصل می شود که می توانند با تقسیم میوز گامت بسازند.
- (۴) غیر جنسی - زاده ها از تکثیر یک سلول یا بخشی از پیکریک والد حاصل می شوند.

مثال ۴: در زنبور صفت رنگ چشم وابسته به X و قرمز و سفید رابطه ی غالب ناقص دارند. زنبور نر چشم سفید با ماده ی چشم قرمز هتروزیگوس آمیزش دادیم

- (۱) زنبور های حاصل از بکرزایی چگونه اند.
- (۲) زنبور های حاصل از لقاح چگونه اند.
- (۳) در F_1 همه ی نرها بلند و همه ی ماده ها بال متوسط هستند.
- (۴) در F_2 همه ی نرها بلند و همه ی ماده ها بال متوسط هستند.
- (۵) کدام عبارت نادرست است؟ در زنبور طول بال اتوزوم و ژن بلندی و کوتاهی رابطه ی غالب و مغلوبی ندارد از آمیزش نر کوتاه و ماده بلند:
 - (۱) در F_1 همه ی نرها بلند و همه ی ماده ها بال متوسط هستند.
 - (۲) در F_2 ۵۰٪ زاده های حاصل از لقاح بال متوسط اند.
 - (۳) در F_2 همه ی بال کوتاه ها حاصل بکر زایی اند.
 - (۴) در F_2 همه ی زاده هایی که الل کوتاهی دارند، نر هستند.

۶- در زنبور صفت رنگ چشم وابسته به X و قهوه ای بر سفید غالب است از آمیزش نر قهوه ای و ماده ی قهوه ای ناخالص زنبور های حاصل از لقاح چشم قهوه ای هستند و زنبور های حاصل از بکرزایی فنوتیپ شبیه مادر را دارند.

(۱) همه - ۵۰ درصد (۲) ۵۰ درصد - همه

(۳) همه - همه (۴) ۵۰ درصد - ۵۰ درصد

۷- در زنبور صفتی دو اللی وابسته به جنس با رابطه غالب و مغلوب داریم. هنگامی زنبور های نر فنوتیپ مغلوب را نشان می دهند که والد قطعاً باشد.

(۱) ماده - دارای ال مغلوب (۲) ماده - هموزیگوس مغلوب

(۳) نر - دارای ال مغلوب (۴) نر - فاقد ال مغلوب

۸- در زنبور صفتی تحت کنترل ۳ ال هم توان است به سوالات پاسخ دهید (در زنبور فرق نمی کند که صفت اتوزوم باشد یا وابسته به X):

(۱) در زنبور نر چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ وجود دارد.

(۲) در زنبور ماده چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ وجود دارد.

(۳) در جمعیت زنبور ها چند نوع فنوتیپ وجود دارد.

(۴) در جمعیت زنبور ها چند نوع ژنوتیپ وجود دارد. *ژنوتیپ های نر*

(۵) چند نوع آمیزش از نظر ژنوتیپی می توان بین زنبور های نر و ماده برقرار کرد.

۹: صفت دو اللی و وابسته به X با غالبیت ناقص برای زنبور مفروض است، فردی با کدام فنوتیپ برای این صفت مورد انتظار نیست؟

(۱) ماده با فنوتیپ غالب (۲) نر با فنوتیپ غالب

(۳) نر با فنوتیپ حد واسط (۴) ماده با فنوتیپ حد واسط

۱۰- جمعیتی برای زنبور های نر سه نوع فنوتیپ یافت می شود برای زنبور های ماده حداقل و حداکثر چند نوع فنوتیپ یافت می شود؟

جواب: چون هر زنبور نر فقط یک ال دارد پس این صفت توسط سه ال کنترل می شود. برای زنبور های ماده حداقل $N = 3$ نوع فنوتیپ

داریم (زمانی که ال ها رابطه سی غالب و مغلوب دارند) و حداکثر $\frac{(n+1)n}{2} = 6$ نوع فنوتیپ وجود دارد. (زمانی که ال ها رابطه هم توان دارند)

سوالهای زنبور ۴ ← ۳ ← ۲ ← ۱

۴) $P: XW \times XR$ (ماده نر روشن) \times ماده نر تیره XW

	XR	XW
XW	ماده نر روشن $XRXW$	ماده نر تیره $XWXW$
	نر تیره XR	نر سفید XW

۱) زنبورها حاصل از یکبارگی نر هستند که ۵۰٪ قرمز و ۵۰٪ سفید هستند.

۲) زنبورها حاصل از لقاح ماده هستند که ۵۰٪ سفید و ۵۰٪ قرمز روشن هستند.

سوال ۵ جواب ۴

۳) $P: BB \times K$ (ماده بلند) \times نر کوتاه K
 ۴) $BK \times B$ (ماده متوسط) \times نر کوتاه B

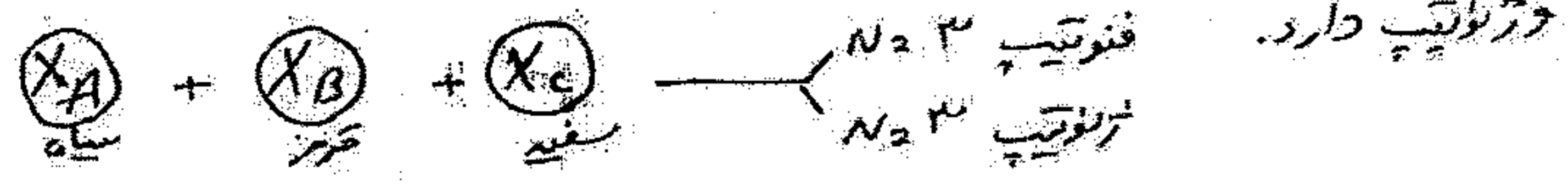
	B	K
B	ماده بلند BB	ماده متوسط BK
	نر بلند B	نر کوتاه K

۵) $Bb \times B$ (ماده متوسط) \times نر متوسط B
 همه ماده ها که حاصل از لقاح هستند متوسط و نرها که حاصل از یکبارگی هستند ۵۰٪ متوسط و ۵۰٪ سفید هستند.

	B	b
B	ماده متوسط BB	ماده متوسط Bb
	نر متوسط B	نر سفید b

سوال ۶ جواب ۳

سوال ۷ گزینه ۱ سوال ۸ زنبور نر حاصل از لقاح فقط یک ال دارد پس به تعداد این ها فنوتیپ



- ۱) $XAXA$ (سیاه)
- ۲) $XAXB$ (سیاه متوسط)
- ۳) $XAXC$ (سیاه سفید)
- ۴) $XBXB$ (قرمز)
- ۵) $XCXC$ (سفید)

$\frac{(N+1)N}{2} = 9$ فنوتیپ
 9 فنوتیپ

چون الله هم توان هستند به نکره از انواع فنوتیپ فنوتیپ هم داریم

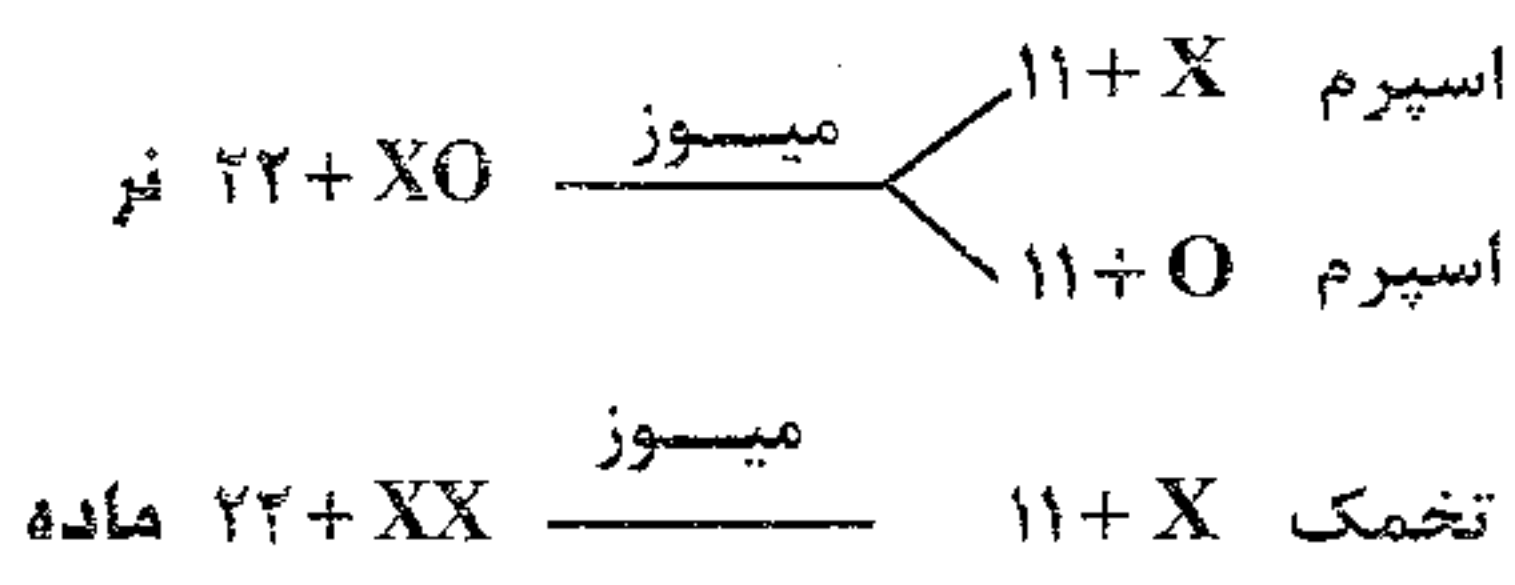
- ۳) ۹ نوع (فنوتیپ ماده ها به نکره است بنویسید)
- ۴) $3 + 9 = 12$ (انواع فنوتیپ ها نر را با انواع فنوتیپ های ماده جمع کنید)
- ۵) $3 \times 9 = 27$ (انواع فنوتیپ ها نر را با انواع فنوتیپ های ماده ضرب کنید)

سوال ۹ گزینه ۳: چون نرها حاصل از یکبارگی هستند نمی توانند صفت حد واسط را داشته باشند

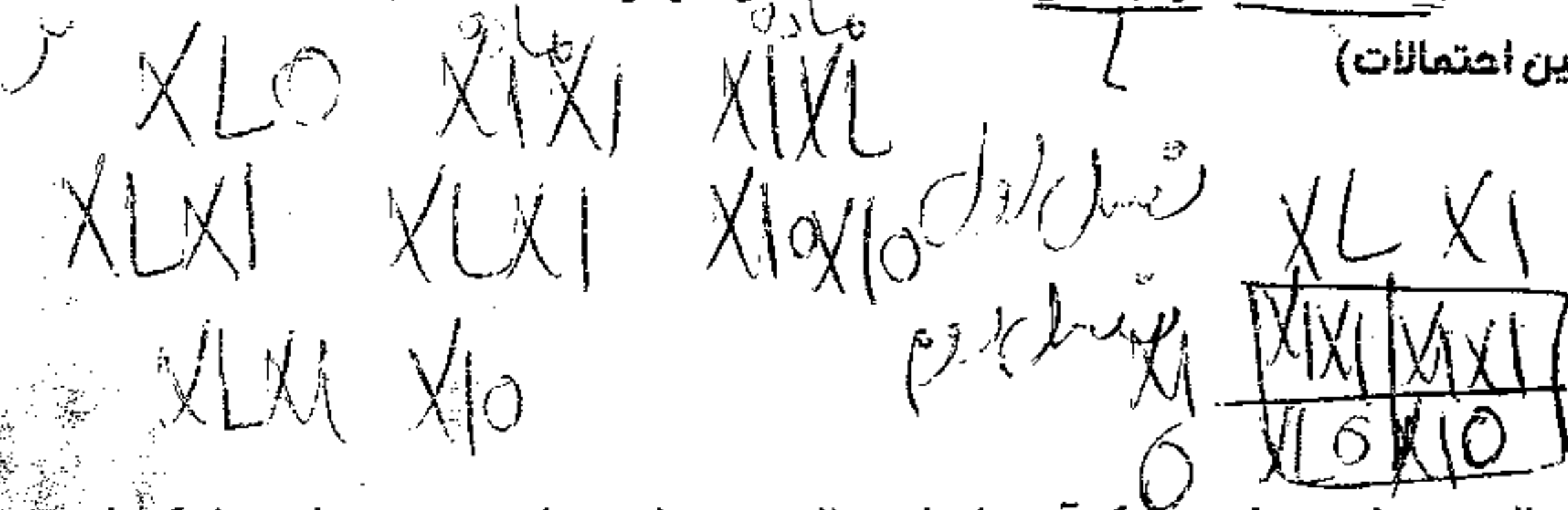
XA نر بلند
 XB نر کوتاه
 $XAXA$ ماده بلند
 $XAXB$ ماده متوسط
 $XBXB$ ماده کوتاه

ملخ ها: ملخ نر ۲۳ کروموزوم دارد $2n = 23$ است. ملخ نر $XO + 22$ است یعنی کروموزوم Y ندارد. دارای ۲۲ عدد کروموزوم غیر جنسی و یک عدد کروموزوم جنسی است. ملخ نر $(22 + XO)$ با تقسیم میوز دو نوع اسپرم می دهد $11 + X$ و $11 + O$ که همه ی اسپرم های ملخ دارای ۱۱ عدد کروموزوم اتوزوم هستند ولی ۵۰ درصد اسپرم ها فاقد کروموزوم جنسی هستند و فقط کروموزوم اتوزوم دارند و ۵۰ درصد دیگر اسپرم ها دارای ۱۲ عدد کروموزوم $(11 + XO)$ و یک عدد جنسی هستند.

ملخ ماده: دارای ۲۴ عدد کروموزوم $(2n = 24 + XX)$ است. دارای ۲۲ عدد کروموزوم اتوزوم (غیر جنسی) و دو عدد کروموزوم جنسی است. همه ی تخمک ها ۱۱ عدد اتوزوم و یک عدد جنسی هستند.



مثال ۱: در ملخ اندازه شاخک صفت وابسته به جنس است و شاخک بلند بر کوتاهی غالب است. اگر ملخ نر شاخک بلند را با ماده شاخک کوتاه آمیزش دهیم در نمی شوند. (طبق قوانین احتمالات)



- (۱) در F_1 همه ی نرها شاخک کوتاه
- (۲) در F_2 همه ی ماده ها شاخک بلند
- (۳) در F_2 ۵۰ درصد نرها شاخک بلند
- (۴) در F_1 همه ی ماده ها شاخک بلند

مثال ۲: در ملخ، صفتی وابسته به جنس که رابطه ی غالب و مغلوبی دارد در یک آمیزش احتمال بروز صفت مغلوب در نر و ماده ها یکسان است در این صورت ژنوتیپ نرها و ماده ها به ترتیب چگونه است؟

- (۱) غالب - هتروزیگوس
- (۲) مغلوب - هتروزیگوس
- (۳) غالب - هموزیگوس مغلوب
- (۴) مغلوب - هموزیگوس غالب

مثال ۳: در ملخ صفتی دو الی وابسته به جنس با رابطه غالب و مغلوبی مفروض است. هنگامی ملخ های نر فنوتیپ مغلوب را نشان می دهند که والد قطعاً باشد. (سراسری ۹۱)

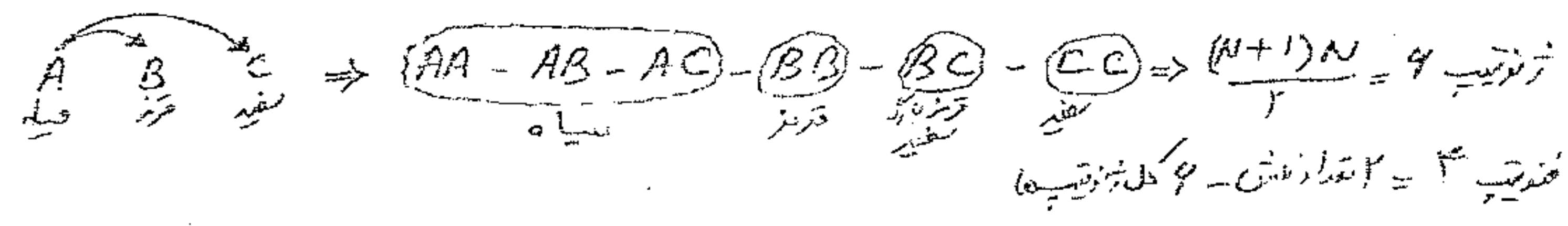
- (۱) ماده - دارای ال مغلوب
- (۲) ماده - هموزیگوس مغلوب
- (۳) نر - داوای ال مغلوب
- (۴) نر - فاقد ال مغلوب

مثال ۴: در طول بال ملخ، یک صفت وابسته به جنس است. اگر زن بلندی بال نسبت به کوتاهی بال رابطه غالب و مغلوبی نداشته باشد، از آمیزش ملخ ماده بال کوتاه با ملخ نر بال بلند، افراد F_2 چگونه خواهند بود؟

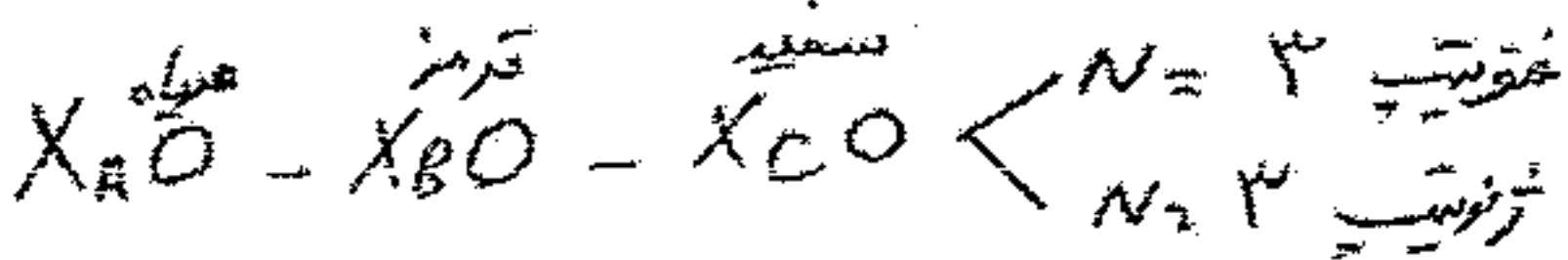
- (۱) $\frac{1}{4}$ نرها بال متوسط
 - (۲) $\frac{1}{4}$ بال بلند + $\frac{2}{4}$ بال متوسط + $\frac{1}{4}$ بال کوتاه
 - (۳) $\frac{1}{2}$ ماده ها بال بلند
 - (۴) $\frac{1}{4}$ بال بلند + $\frac{2}{4}$ بال کوتاه + $\frac{1}{4}$ بال متوسط
- $P: X_B X_k \times X_B O$ نر بلند \times ماده کوتاه
- $F_1: X_B X_k \times X_k O$ نر کوتاه \times ماده متوسط

	X_B	X_k
X_k	$X_B X_k$ ماده متوسط	$X_k X_k$ ماده کوتاه
O	$X_B O$ نر بلند	$X_k O$ نر کوتاه

مثال ۵: در ملخ صفتی اتوزومی تحت کنترل ۳ ال است اگر A بر B و C غالب باشد و بین B و C هم توانی باشد، چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ در این جمعیت وجود دارد.

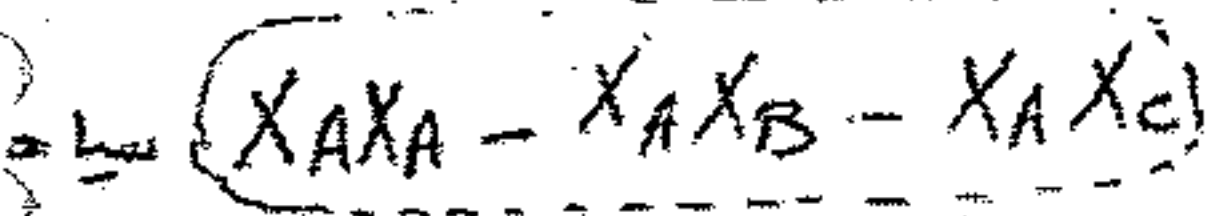


مثال ۶: در ملخ صفتی وابسته به X تحت کنترل ۳ آلل است که A بر B و C غالب است و بین B و C هم توانی وجود دارد:



(۱) در ملخ نر چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ وجود دارد.

(۲) در ملخ ماده چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ وجود دارد.



ترتیب ۹ $\frac{(N+1)N}{2}$

۴ نوع فنوتیپ

(۳) در جمعیت ملخ ها چند نوع فنوتیپ وجود دارد.

جواب: ۴ نوع، فنوتیپ بیشتر را بنویسید.

(۴) در جمعیت ملخ ها چند نوع ژنوتیپ وجود دارد.

جواب: ۹ نوع، ژنوتیپ های نر را با ماده جمع کنید.

(۵) چند نوع آمیزش از نظر ژنوتیپی می توان بین ملخ های نر و ماده برقرار کرد.

جواب: ۱۸ نوع، ژنوتیپ های نر و ماده را با هم ضرب کنید.

مثال ۷: صفت دوالی و وابسته به X با غالبیت ناقص برای ملخ مفروض است، فردی با کدام فنوتیپ برای این صفت مورد انتظار نیست؟

(۱) ماده با فنوتیپ غالب

(۲) نر با فنوتیپ غالب

(۳) نر با فنوتیپ حد واسط

(۴) ماده با فنوتیپ حد واسط

مثال ۸: در شرایط طبیعی در مورد صفت وابسته به X و سه الی، هر سلول سوماتیک (پیکری) ملخ نر به ترتیب از راست به چپ حداقل و حداکثر چند ال می تواند داشته باشد؟

۱. ۳ و ۲ ۲. ۲ و ۱ ۳. ۲ و ۲ ۴. ۱ و ۱

جواب: ملخ نر چون XO است، حداقل و حداکثر یک ال دارد (حداقل از یک نوع و حداکثر ۱ نوع) ولی اگر ماده باشد حداقل و حداکثر دو ال می شود چون ماده ها XX هستند. توجه کنید اگر صفت اتوزوم باشد در ملخ نر و ماده فرقی ندارد. حداقل و حداکثر دو ال داریم (حداقل یک نوع و حداکثر ۲ نوع)

پرندگان و پروانه ها:

در پرندگان مثل (مرغ و خروس، کبوتر، سسک، سهره، چکاوک، چرخ ریسک و چلچله...) و پروانه ها (Biston betulara) پروانه شب پرواز فلغلی (بید) نرها (XX) یا (ZZ) هستند و یک نوع گامت می دهند. و ماده ها (XY) یا (ZW) هستند دو نوع تخمک می دهند. برای همین در پرندگان و پروانه ها تعیین جنسیت با ماده هاست. ولی در انسان و ملخ، نرها دو نوع گامت میدهند و تعیین جنسیت با نر است.

نکته ۱: در مرغ و خروس $2n=78$ است دارای ۷۶ عدد کروموزوم اتوزوم و دو عدد کروموزوم جنسی است. ۳۹ تتراد تشکیل میدهند و هر گامت آن ۳۹ کروموزوم دارد. (۳۸ عدد اتوزوم و ۱ عدد جنسی) مرغ $76+ZW$ است و دو نوع تخمک ایجاد میکند و خروس $76+ZZ$ است. و یک نوع گامت ایجاد میکند.

نکته ۲: در انسان هر فردی که کروموزوم Y داشته باشد مرد است و هر فردی که Y نداشته باشد، زن (نامرد) است. یعنی به تعداد X بستگی ندارد. مثلاً در انسان XXY مرد است و XO زن است.

مثال ۱: کدام عبارت نادرست است؟ «اگر کروموزوم های جنسی باشد، جنسیت آن است»

(۱) زنبور و ملخ، XX - ماده (۲) انسان، XXY - نر (۳) انسان و ملخ، XO - نر (۴) چکاوک و بیستون بتولاریا، XX - نر

مثال ۲: در شرایط طبیعی در مورد صفت وابسته به X و سه الی، هر سلول سوماتیک (پیکری) خروس به ترتیب از راست به چپ حداقل و حداکثر چند ال می تواند داشته باشد؟

۱. ۳ و ۲ ۲. ۲ و ۱ ۳. ۲ و ۲ ۴. ۱ و ۱

جواب: خروس چون XX است، حداقل و حداکثر ۲ ال دارد (حداقل از یک نوع و حداکثر ۲ نوع) ولی اگر مرغ باشد حداقل و حداکثر یک ال می شود چون مرغ XY است. و Y ال پوشنده برای X ندارد. توجه کنید اگر صفت اتوزوم باشد در مرغ و خروس فرقی ندارد. حداقل و حداکثر دو ال داریم (حداقل یک نوع و حداکثر ۲ نوع)

مثال ۳: در ماکیان یک صفت وابسته به X اگر الل A بر بقیه غالب باشد. و الل B بر C و D غالب باشد، بین بقیه هم توانی باشد:

۱. در مرغ چند نوع ژنوتیپ و چند نوع فنوتیپ داریم؟ چون مرغ XY است. در افراد XY به تعداد الل فنوتیپ و ژنوتیپ داریم. دقت کنید که صفت حد واسط وابسته به X در افراد C که یک X دارند بروز نمی کند.

ژنوتیپ $N=4$
 فنوتیپ $N=4$
 $XAY - XBY - XcY - XdY$

۲. در خروس چند نوع ژنوتیپ و چند نوع فنوتیپ داریم؟

سیاه $(XAXA - XAXB - XAXc - XAXd)$

قرمز $(XBXB - XBXc - XBXd)$ $\frac{(N+1)N}{2} = 10$ ژنوتیپ

فنوتیپ $\delta = 5$ - δ قش - ۱۰ کل ژنوتیپ
 قهوه ای $(XcXc)$ - $(XcXd)$ قهوه ای با رنگ سفید
 سفید $(XdXd)$

۳. حداکثر چند نوع آمیزش در مرغ و خروس با توجه به ژنوتیپ آنها می توان انتظار داشت؟ $4 \times 10 = 40$

۴. چند نوع ژنوتیپ در جمعیت آنها وجود دارد؟ $4 + 10 = 14$

۵. چند فنوتیپ در این جمعیت وجود دارد؟ ۵ نوع

مثال ۴: صفت دوالی و وابسته به X با غالبیت ناقص برای بیستون بتولاریا مفروض است، فردی با کدام فنوتیپ برای این صفت مورد انتظار نیست؟

- (۱) ماده با فنوتیپ غالب
- (۲) نر با فنوتیپ غالب
- (۳) نر با فنوتیپ حد واسط
- (۴) ماده با فنوتیپ حد واسط

مثال ۵: در کبوتران، رنگ بال صفت وابسته به جنس و رنگ خاکستری نسبت به سفید غالب است. با در نظر گرفتن این الل ها، از آمیزش ماده بال خاکستری با نر بال سفید، افراد F_1 چگونه خواهد شد؟ (طبق قوانین احتمالات)

- (۱) نیمی از ماده ها سفید
- (۲) نیمی از نرها سفید
- (۳) تمام ماده ها خاکستری
- (۴) تمام نرها خاکستری

مثال ۶: در بیستون بتولاریا صفتی دو اللی و وابسته به جنس با رابطه غالب و مغلوبی مفروض است. هنگامی ماده ها فنوتیپ مغلوب را نشان می دهند که والد قطعاً باشد.

- (۱) ماده - دارای الل مغلوب
- (۲) ماده - هموزیگوس مغلوب
- (۳) نر - دارای الل مغلوب
- (۴) نر - فاقد الل مغلوب

مثال ۷: اگر در سسک ها صفت سیاهی بر نسبت به سفیدی بر غالب، کوچکی منقار با بزرگی منقار رابطه ی غالبیت ناقص و بلندی بال نسبت به کوتاهی بال، صفتی مغلوب باشد، با فرض اتوزومی بودن همه ی صفات، بیشترین تنوع گامت را می توان در دید. (سراسری ۹۰)

- (۱) ماده ی پر سیاه، منقار متوسط و بال کوتاه
- (۲) نر پر سفید، منقار بزرگ و بال بلند
- (۳) نر پر سیاه، منقار متوسط و بال کوتاه
- (۴) ماده ی پر سفید، منقار بزرگ و بال بلند

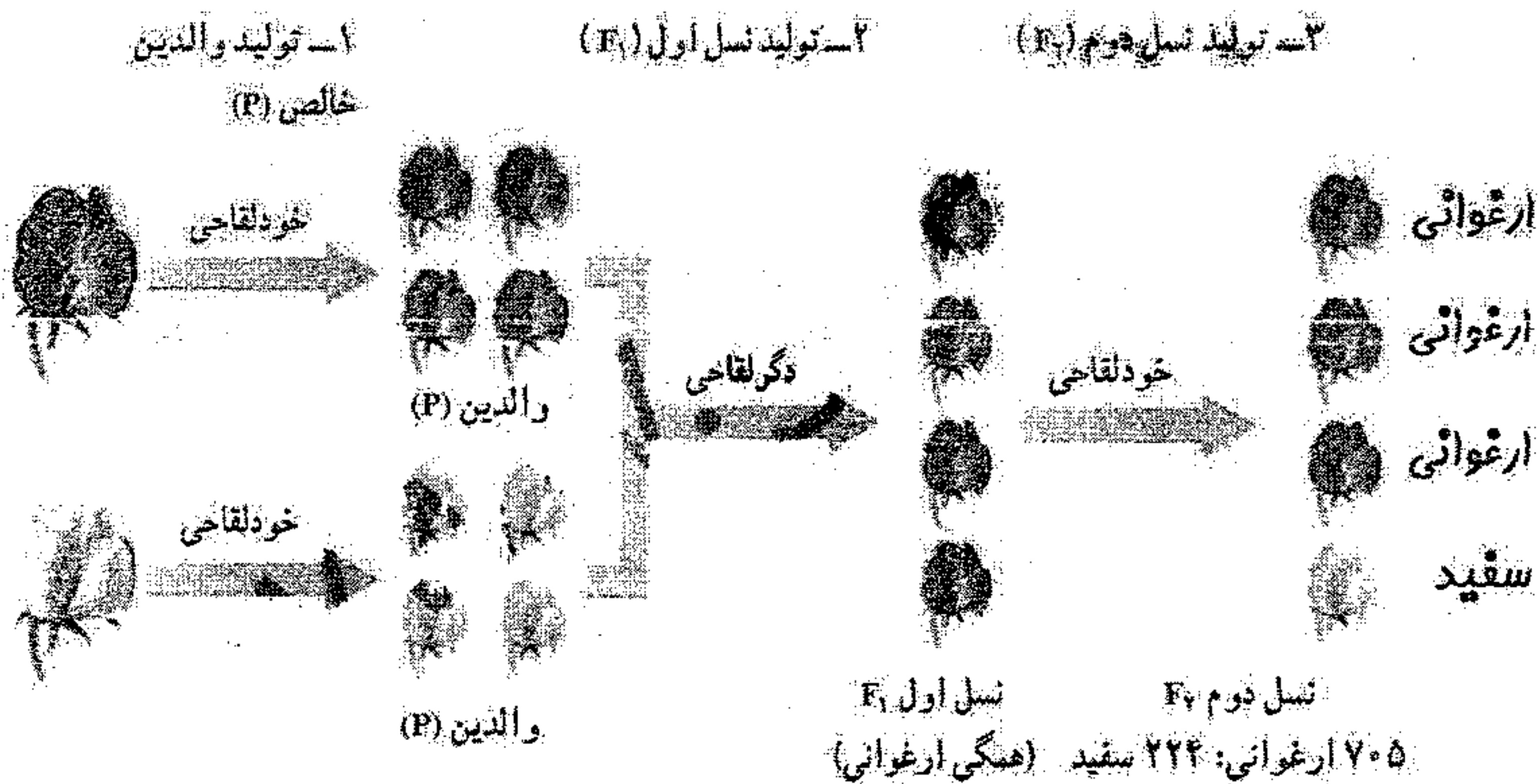
نظریه ی آمیختگی صفات :

صفات هر فرد برآیند و یا میانگینی از صفات والدین است. که توسط مندل این نظریه رد شد.

آزمایش نایت : گیاه نخود فرنگی با گلبرگ ارغوانی و سفید را با هم آمیزش داد در نسل اول همه ی گیاهان گلبرگ های ارغوانی داشتند. سپس دو تا از گیاهان گل ارغوانی حاصل از این آمیزش را با هم آمیزش داد. دید که در نسل دوم زاده ها تعدادی ارغوانی و تعدادی سفید هستند. مندل همین آزمایش را تکرار کرد و تفاوت آن با کارهای نایت این بود که تعداد گیاهان ارغوانی و سفید را در هر نسل می شمرد. و از نظر آماری تجزیه و تحلیل می کرد.

فرضیه های مندل :

- ۱- هر جاندار برای هر صفت خود دو الل دارد که یکی از آن را از پدر و دیگری را از مادر دریافت کرده است.
- ۲- ژن های مربوط به هر صفت ممکن است مشابه یا متفاوت با یکدیگر باشند. (BB ارغوانی - Bb ارغوانی - bb سفید)
- ۳- هنگامی که دو الل، پس از لقاح به یکدیگر می رسند، یکی از آنها، ممکن است به طور کامل ظاهر کند. و دیگری اثر قابل مشاهده ای از خود نشان ندهد. مثلاً اگر نخود فرنگی صاف خالص AA با چروکیده aa آمیزش کنند همه ی افراد F₁ صاف خواهند شد. بنابراین الل صاف بر چروکیده غالب است.
- ۴- دو اللی که مربوط به یک صفت هستند، هنگام تشکیل گامت از یکدیگر جدا می شوند و هر گامت فقط یکی از آنها را دریافت می کند.



شکل ۴-۱ سه مرحله ی آزمایش مندل

مرحله ی ۱: مندل تعدادی گیاه نخود فرنگی گلبرگ ارغوانی و گلبرگ سفید را به حال خود می گذاشت تا چند نسل به طور طبیعی، به روش خودلقاحی دانه تولید کنند و به این طریق تعدادی گیاه که مطمئن بود در صورت اذامدی خودلقاحی، فقط گیاهانی با گل های هم رنگ با والدین، تولید می کنند. به دست می آورد. او چنین گیاهانی را والدین (P) می نامید. بنابراین، مندل دو نوع گیاه، از نظر رنگ گلبرگ به دست می آورد: نوع گلبرگ ارغوانی و نوع گلبرگ سفید. او اکنون مطمئن بود که زاده های این گیاهان گلبرگ هایی هم رنگ با گلبرگ های والدین خود تولید می کنند.

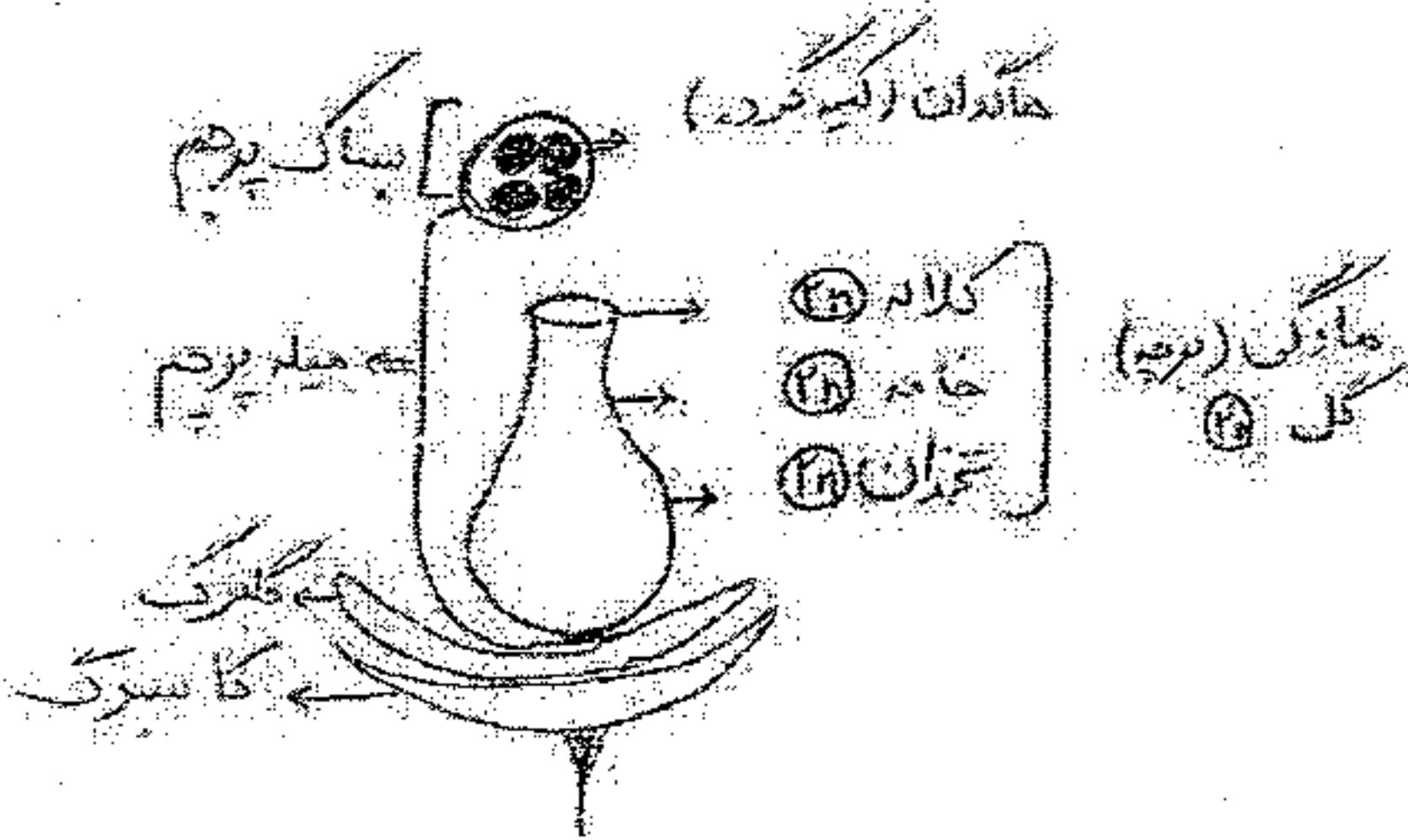
مرحله ی ۲: مندل دو گیاه والد را که از نظر رنگ گلبرگ متفاوت بودند، و ادار می کرد با یکدیگر، دگرلقاحی انجام دهند. او زاده های والدین را نسل اول (F₁) می نامید و به مشاهده ی دقیق صفات آن ها می پرداخت.

مرحله ی ۳: مندل سرانجام گیاهان (F₁) را به حال خود می گذاشت تا خودلقاحی انجام دهند و گیاهان حاصل از این خودلقاحی طبیعی را نسل دوم (F₂) می نامید و صفات آن ها را با دقت مورد بررسی قرار می داد.

بلندی گیاه	وضعیت گل	شکل غلاف	رنگ گل	رنگ غلاف	رنگ دانه	شکل دانه	
پایه بلند	جانبی	صاف	ارغوانی	سبز	زرد	صاف (Aa و AA)	غالب
پایه کوتاه	انتهایی	چروکیده	سفید	زرد	سبز	چروکیده (aa)	مغلوب

نکته ۱: پرچم و مادگی گل نخود فرنگی را دو گلبرگ می پوشانند بنابراین اگر گل ها را به حال خود رها کنیم خود لقاحی انجام می دهند. مندل به طور مصنوعی می توانست آنها را دگر لقاحی بدهد. ولی کدو معمولاً دگر لقاحی دارد.

نکته ۲: اجزای یک دانه در نهاندانه گان:



- ۱- پوسته ی دانه: دیپلوئید است که ژنوتیپ آن شبیه گل ماده است. چون پوسته ی دانه از پوسته ی تخمک بوجود می آید.
- ۲- رویان و لپه ی دانه: دیپلوئید است که از آمیزش گل نر و ماده بوجود می آید.
- ۳- آلبومن دانه: تریپلوئید است که در تک لپه ها به عنوان اندوخته دانه است و از آمیزش سلول دو هسته ای و گامت نر بوجود می آید.

مثال: نخود فرنگی صاف هتروزیگوت با ژنوتیپ Aa را خود لقاحی داده ایم:

۱- پوسته دانه چند نوع ژنوتیپ دارد؟ فقط یک نوع که شبیه گل ماده است یعنی Aa

۲- رویان دانه چند نوع ژنوتیپ دارد؟

گل نر را با ماده آمیزش دهید می بینید که دو نوع فنوتیپ و سه نوع ژنوتیپ ایجاد می شود.

۳- آلبومن دانه چند نوع ژنوتیپ دارد

گامت های ماده را بنویسید سپس آن ها را تکرار کنید تا سلول دو هسته ای بدست آید سپس با گامت نر آمیزش دهید

صاف AA	صاف Aa
صاف Aa	چروکیده aa

	AA	aa
A	AAA	Aaa
a	AAa	aaa

۴- بعضی صفات تحت اثر محیط قرار دارند؛ فنوتیپ افراد در مورد بعضی صفات، در شرایط مختلف محیطی متفاوت است. مثلاً رنگ گل های گیاهان ادریسی، در خاک های مختلف از نظر اسیدی، از آبی تا صورتی متفاوت است، در صورتی که این گیاهان از نظر ژنی یکسان هستند (شکل ۱۴-۸). این گیاه در خاک های اسیدی گل های آبی دارد؛ در حالی که در خاک های خنثی گل های صورتی رنگ تولید می کند.

۴) رنگ موهای روباه قطبی نیز تحت تأثیر دمای محیط قرار دارد. گرمای تابستان سبب ساخته شدن آنزیم های تولید کننده ی رنگیزه در بدن این جاندار می شود. این رنگیزه ها، رنگ موها را از سفید (رنگ زمستانی) به قرمز مایل به قهوه ای (رنگ تابستانی) تغییر می دهند (شکل ۱۵-۸).

۴) در انسان نیز صفاتی، مانند قد و رنگ پوست تحت اثر محیط نیز قرار دارند. تغذیه و ورزش بر طول قد انسان مؤثر است و تابش آفتاب به طور مداوم بر سطح پوست آن را تیره تر می کند.

نکته ۱: صفاتی که تحت تاثیر محیط قرار می گیرند یک ژنوتیپ می تواند به صورت چند نوع فنوتیپ ظاهر شود یعنی می تواند تعداد فنوتیپ ها بیشتر از ژنوتیپ باشد

تست ۱: در هنگام مطالعه ی صفات مختلف، ممکن نیست که تعداد انواع ژنوتیپ

(۱) از تعداد انواع فنوتیپ بیشتر باشد

(۲) از تعداد انواع فنوتیپ کمتر باشد

(۳) با تعداد انواع فنوتیپ برابر باشد

(۴) کمتر از تعداد ال ها باشد

تست ۲: در بروز فنوتیپ موثر است.

(۱) سرما - رنگ قهوه ای موی روباه قطبی

(۲) $PH=5$ - گل ارغوانی نخود فرنگی

(۳) $PH=7$ - گل صورتی گیاه ادریسی

(۴) تابش آفتاب - و مهار آنزیم های تولید کننده ملانین در روباه قطبی

۵- **الل های چندگانه** بعضی ژن ها را، مانند ژن های مربوط به گروه های خونی ABO انسان، پیش

از دو الل کنترل می کنند. در مورد گروه های خونی انسان، این الل ها عبارت اند از I^A ، I^B و i .

حروف A و B نشان دهنده ی وجود آنتی ژن های A و B در سطح گلبول های قرمز خون انسان است و

I^A و I^B الل هایی هستند که سبب تولید این آنتی ژن ها می شوند. حرف i نشان دهنده ی عدم حضور

این آنتی ژن هاست. صفتی مانند گروه های خونی انسان چند اللی است.

I^A و I^B هر دو نسبت به i غالب هستند، اما نسبت به یکدیگر رابطه ی هم توانی نشان می دهند.

در هر فرد دو الل از چند الل مربوط به صفات چند اللی وجود دارد. بنابراین فنوتیپ و ژنوتیپ افراد

مختلف، از نظر گروه های خونی چگونه خواهد بود؟

نکته: توجه کنید که در انسان صفاتی اتوزوم که توسط چند الل کنترل می شوند، هر فرد چه مرد و چه زن فقط دو الل وجود دارد. ولی

اگر صفت وابسته به X باشد، مرد ها یک الل و زن ها دو الل دارند.

تست ۳: کدام عبارت درست است؟

(۱) هر فرد برای صفت گروه خونی حداقل و حداکثر دو الل دارد

(۲) رنگ پوست انسان تحت کنترل یک ژن چند اللی می باشد

(۳) همه ی صفاتی که تحت کنترل چند ژن هستند همگی ژن ها روی یک کروموزوم قرار دارند

(۴) در صفاتی که الل ها غالب ناقص هستند هر دو فنوتیپ با هم ظاهر می شوند

آزمایشهای دی هیبریدی مندل

مثال ۱: نفوذ فرنگی صاف زرد هتروزیگوس را خود لقا حی داده ایم به سوالات زیر پاسخ دهید.

زرد صاف زرد صاف
aBb x AaBb

۱. چند نوع فنوتیپ می دهد؟ و نسبت آنها چگونه است؟

$4 = 2 \times 2$ (صاف زرد - صاف سبز - چروکید زرد - چروکید سبز)

۲. چند نوع فنوتیپ جدید می دهد؟

$3 - 1 = 2$

۳. چند نوع ژنوتیپ می دهد؟ نوع

	A	a	
A	صاف AA	صاف Aa	۲ ف
a	صاف Aa	چروکیده aa	۳ ز

۴. چند نوع ژنوتیپ جدید می دهد؟ نوع

$9 - 1 = 8$

۵. احتمال فنوتیپ صاف سبز چقدر است؟

$\frac{3}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{16}$

۶. احتمال فنوتیپ غالب در دو صفت چقدر است؟

$\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{9}{16}$

۷. احتمال ژنوتیپ AaBb باشد چقدر است؟

$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

۸. احتمال فنوتیپ Ab چقدر است؟ یعنی صاف سبز باشند.

۹. احتمال فنوتیپی که فقط در یک صفت مغلوب باشد؟ یعنی صاف سبز + چروکیده زرد باشد

AABB-AABb-AAbb

۱۰. احتمال فنوتیپی که حداقل در یک صفت مغلوب باشد چقدر است؟

AaBB-AaBb-Aabb

یعنی صاف سبز + چروکیده زرد + چروکیده سبز باشد.

aaBB-aaBb-aabb

۱۱. احتمال فنوتیپی که شبیه والدین باشد چقدر است؟ یعنی صاف زرد باشد.

$\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{9}{16}$

۱۲. احتمال فنوتیپی که شبیه والدین نباشد چقدر است؟ یعنی AaBb باشد.

$1 - \frac{9}{16} = \frac{7}{16}$

۱۳. احتمال ژنوتیپ هموزیگوس غالب در دو صفت چقدر است؟ یعنی AABB باشد.

$\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$

۱۴. احتمال ژنوتیپ هموزیگوس در دو صفت چقدر است؟ یعنی

$\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$

۱۵. احتمال ژنوتیپ شبیه والدین باشد چقدر است؟

$\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$

۱۶. احتمال ژنوتیپ شبیه والدین نباشد چقدر است؟

$1 - \frac{1}{16} = \frac{15}{16}$

۱۷. چه نسبتی از دانه های صاف زرد در دو صفت هتروزیگوس هستند؟

$\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{16}$

مثال ۲: در آمیزش نخود فرنگی صاف زرد پایه بلند هتروزیگوس با نخود فرنگی صاف زرد پایه کوتاه (AaBBee):

بلند زرد صاف	کوتاه زرد صاف							
AaBbEe	×	AaBBee	A	a	B	b	E	e
			AA	Aa	BB	Bb	Ee	ee
			Aa	aa	BB	Bb	Ee	ee

۱. روی هم چند نوع گامت می دهند؟ $(2 \times 2 \times 2) + (2 \times 1 \times 1) = 10 - (2 \times 1 \times 1) = 8$ نوع

۲. چند نوع فنوتیپ می دهد؟ $2 \times 1 \times 2 = 4$ (صاف زرد بلند + صاف زرد کوتاه + چروکیده زرد بلند + چروکیده زرد کوتاه)

۳. چند نوع فنوتیپ جدید می دهد؟ جدید $2 = 2$ قدیمی $2 = 4$ کل

۴. چند نوع ژنوتیپ می دهد؟ $3 \times 2 \times 2 = 12$

۵. چند نوع ژنوتیپ جدید می دهد؟ جدید $10 = 2$ قدیمی $12 = 12$ کل

۶. احتمال دانه چروکیده زرد پایه کوتاه چقدر است؟ $\frac{1}{4} \times 1 \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$

۷. احتمال فنوتیپ غالب در ۳ صفت چقدر است؟ $\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$

۸. احتمال فنوتیپی که از دو صفت غالب و یک صفت مغلوب باشد چقدر است؟

$$\left(\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{4}\right) + \left(\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}\right) = \frac{1}{4}$$

۹. احتمال فنوتیپ مغلوب در سه صفت چقدر است؟ $\left(\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}\right) = 0$

$$\left(\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{4}\right) + \left(\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}\right) = \frac{3}{4}$$

۱۱. احتمال فنوتیپ شبیه والدین نباشد (فنوتیپ جدید) $1 - \frac{3}{4} = \frac{1}{4}$

۱۲. احتمال ژنوتیپ هموزیگوس در سه صفت $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$

۱۳. احتمال ژنوتیپ هموزیگوس غالب در سه صفت $(AA \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} BB \times \text{صفر } EE) = 0$

$$\left(\frac{1}{2} Aa \times \frac{1}{2} Bb \times \frac{1}{2} Ee\right) + \left(\frac{1}{2} Aa \times \frac{1}{2} BB \times \frac{1}{2} ee\right) = \frac{1}{4}$$

۱۵. احتمال ژنوتیپ نوترکیب چقدر است. $1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$

۱۵. احتمال ژنوتیپ AABbee چقدر است. $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{16}$

۱۶. احتمال فنوتیپ aBe چقدر است. یعنی چروکیده زرد کوتاه باشد $\frac{1}{4} \times 1 \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$

۱۷. احتمال فنوتیپی که حداقل در یک صفت مغلوب باشد. احتمال اینکه در سه صفت غالب باشد را حساب کنید از یک کم کنید.

$$\left(\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}\right) = \frac{3}{8} \quad 1 - \frac{3}{8} = \frac{5}{8}$$

مثال ۳: از آمیزش افرادی با ژنوتیپ AaBb که ناقل ژن های دو بیماری به صورت مغلوب و غیر پیوسته هستند.

AaBb × AaBb

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

	B	b
B	BB	Bb
b	Bb	bb

۱. چه نسبتی از فرزندان آنها مبتلا به هر دو بیماری هستند؟

۲. چه نسبتی از فرزندان آنها فقط یک بیماری را بروز می دهند؟ دو حالت داریم:

۳. چه نسبتی از فرزندان آنها حداقل یک بیماری را بروز می دهند؟

$$\left(\frac{1}{4} \times \frac{3}{4}\right) + \left(\frac{3}{4} \times \frac{1}{4}\right) + \left(\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}\right) = \frac{3}{16} + \frac{3}{16} + \frac{1}{16} = \frac{7}{16}$$

مثال ۴: گیاه میمونی گل قرمز پایه بلند را با سفید پایه کوتاه آمیزش داده ایم. در نسل اول همه صورتی پایه بلند هستند در نسل دوم به

سوالات پاسخ دهید.

P: RRLL × WWII

F₁: RWLI × RWLI

	R	W		L	I
R	RR قرمز	RW صورتی	۳ ف	LL بلند	LI بلند
W	RW صورتی	WW سفید	۳ ژ	LI بلند	II کوتاه

۱. چند نوع فنوتیپ داریم؟ (قرمز بلند + قرمز کوتاه + سفید بلند + سفید کوتاه + صورتی بلند + صورتی کوتاه)

۲. چند نوع فنوتیپ جدید داریم که در P و F₁ وجود ندارد؟ نوع ۹

۳. چند نوع ژنوتیپ داریم؟ $3 \times 3 = 9$

۴. چند نوع ژنوتیپ جدید داریم که در P و F₁ وجود ندارد؟ $9 - 3 = 6$

۵. نسبت فنوتیپ های قرمز پایه بلند چقدر است؟ $\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{16}$

۶. احتمال فنوتیپ شبیه P و F₁ چقدر است؟

صورتی بلند + سفید کوتاه + قرمز بلند

$$\left(\frac{1}{4} \times \frac{3}{4}\right) + \left(\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}\right) + \left(\frac{3}{4} \times \frac{3}{4}\right) = \frac{3}{16} + \frac{1}{16} + \frac{9}{16} = \frac{13}{16}$$

۷. احتمال فنوتیپ شبیه P و F₁ نباشد چقدر است؟ $1 - \frac{13}{16} = \frac{3}{16}$

۸. احتمال ژنوتیپ هموزیگوس چقدر است؟ (در دو صفت) $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$

۹. احتمال ژنوتیپ هتروزیگوس چقدر است؟ (در دو صفت) $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

۱۰. احتمال ژنوتیپ شبیه P و F₁ باشد چقدر است؟

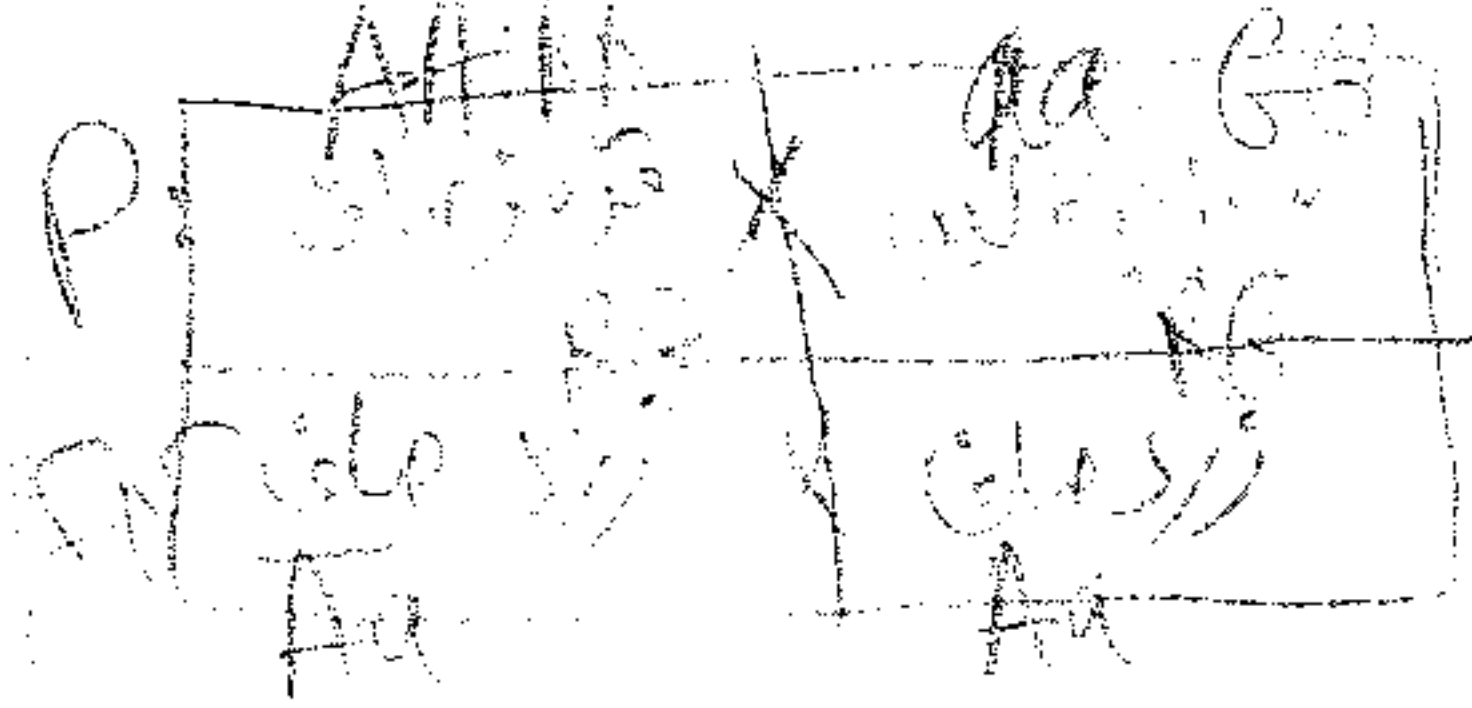
RRLL + WWII + RWLI

$$\left(\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}\right) + \left(\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}\right) + \left(\frac{2}{4} \times \frac{2}{4}\right) = \frac{6}{16}$$

۱۱. احتمال ژنوتیپ شبیه والدین و نسل اول نباشد، چقدر است؟

$$1 - \frac{6}{16} = \frac{10}{16}$$

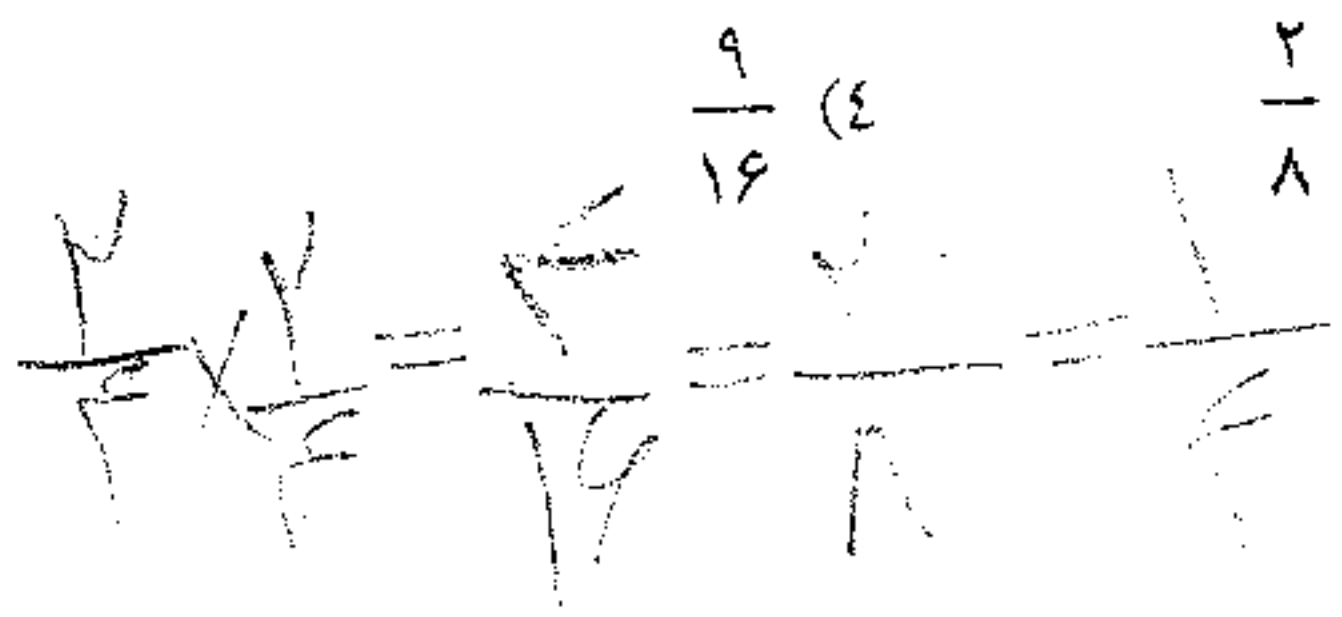
مثال ۵: اگر از آمیزش فلفلی که میوه های قرمز و برگ های صاف دارد با فلفلی که میوه های سبز و برگ های دندانه دار دارد، در نسل اول همه ی فلفل ها میوه های زرد و برگ های صاف (این صفات از قانون دوم مندل پیروی می کنند) داشته باشند، چه نسبتی از افراد نسل دوم فلفل هایی با میوه های زرد و برگ های صاف خواهند شد؟ (سراسری ۹۰)



- (۱) $\frac{1}{8}$
- (۲) $\frac{3}{8}$
- (۳) $\frac{3}{16}$
- (۴) $\frac{9}{16}$

مثال ۶: در وراثت دو جفت صفت که رابطه غالب و مغلوبی دارند چه نسبتی از افراد نسل دوم برای هر دو صفت هتروزیگوس میباشند:

P: AABB x aabb
 F₁: AaBb x AaBb
 F₂:



- (۱) $\frac{1}{8}$
- (۲) $\frac{3}{16}$
- (۳) $\frac{2}{8}$
- (۴) $\frac{9}{16}$

مثال ۷: از آمیزش DdEe x DdEe تظاهر هر یک از ژن های نهفته باعث کری می شود. احتمال تولد فرزند کر در F₂ چقدر است؟

(۱) $\frac{1}{16}$ (۲) $\frac{3}{16}$ (۳) $\frac{7}{16}$ (۴) $\frac{9}{16}$

$$\left(\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}\right) + \left(\frac{1}{4} \times \frac{3}{4}\right) + \left(\frac{3}{4} \times \frac{1}{4}\right) + \left(\frac{3}{4} \times \frac{3}{4}\right) = \frac{7}{16}$$

آمیزش آزمون

نکته ۱: برای تعیین ژنوتیپ صفات غالب به کار می رود برای این کار صفت غالب را با مغلوب آمیزش دهید اگر همه ی زاده ها غالب شدند ژنوتیپ والد هموزیگوت است و اگر یک سری از زاده ها مغلوب شدند ژنوتیپ والد هتروزیگوت است. (یعنی ۲ نوع فنوتیپ ایجاد شود)

* نکته ۲: صفات غالب: دانه صاف - زرد - گل ارغوانی - غلاف سبز - پایه بلند - بیماری هانتینگتون - گروه خونی A^+ و B^+ و لاله گوش آزاد و داشتن مو روی بند انگشتان - توانایی لوله کردن زبان - داشتن گودی روی چانه

* نکته ۳: در موارد زیر آمیزش آزمون لازم نداریم چون از روی فنوتیپ می توان ژنوتیپ را تشخیص داد.

۱. صفاتی که رابطه ی غالب و مغلوبی ندارند. مانند: گل میمونی قرمز (RR)، صورتی (RW)، سفید (WW) و

گروه خونی AB - موی فروری FF - موی صاف SS - موی موج دار FS

۲. صفات مغلوب مانند دانه چروکیده (aa)، دانه سبز (bb)، غلاف زرد (ee) گروه خونی O^-

۱- کدامیک نیاز به آموزش آزمون دارد؟

۱) گل میمونی قرمز (۲) گروه خونی O^- بالا که گوش چسبیده (۳) مرد هموفیل و زال (۴) نخودفرنگی غلاف سبز

۲- ژنوتیپ کدامیک از روی فنوتیپ قابل تشخیص نیست؟

۱) گل لاله عباسی صورتی (۲) مرد AB^- هموفیل (۳) نخود فرنگی چروکیده و سبز (۴) مرد مبتلا به هانتینگتون

۳- نخود فرنگی دانه صاف زرد را آمیزش آزمون داده ایم ۲۵ درصد زاده ها چروکیده ها سبز هستند چند درصد از دانه ها فنوتیپ شبیه والدین را خواهند داشت؟

$AaBb$
 $aa\ bb$

A	a
B	b
AB	Ab
aB	ab

B	b
BB	Bb
bB	bb

ژنوتیپ و صاف

$$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4} \times 100 = 25\%$$

۴- دانه نخود فرنگی صاف زرد را آمیزش آزمون داده ایم حداکثر چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ داریم؟

جواب: موقعی که می گویند حداکثر، شما ناخالص بگیرید.

حداکثر ۴ نوع ژنوتیپ و ۳ نوع فنوتیپ.

۵- در آمیزش آزمونی در بررسی همزمان دو صفت ۴ نوع فنوتیپ بروز کرده است ژنوتیپ فرد مطالعه کدام است؟

$AABB$ (۴)

$aaBb$ (۳)

$AaBb$ (۲) ✓

$Aabb$ (۱)

$AaBb \times aabb$

ژنوتیپ و فنوتیپ

ژنوتیپ و فنوتیپ

۶- فردی با ژنوتیپ $AaBbee$ را آمیزش آزمون داده ایم چند نوع ژنوتیپ جدید می دهد؟

$AaBbee \times aabbee$

۴- کل نوع کل ژنوتیپ $2 \times 2 \times 1 = 4$

جواب: جدید ۲ = ۲ قدیمی

۷- برای تعیین ژنوتیپ کبوتری نر با رنگ چشم سیاه (رنگ چشم صفتی وابسته به جنس و سیاه بر قهوه ای غالب است) آمیزشی انجام داده

ایم. کدام فنوتیپ در فرزندان، قابل انتظار است؟ (طبق قوانین احتمالات)

(۱) رنگ چشم همه ی نرها و همه ی ماده ها قهوه ای شود.

(۲) ✓ رنگ چشم نیمی از نرها و نیمی از ماده ها سیاه شود.

(۳) رنگ چشم همه ی نرها سیاه و همه ی ماده ها قهوه ای شود.

(۴) رنگ چشم نیمی از نرها قهوه ای و همه ی ماده ها سیاه شود.

۸- صفت دو الی وابسته به X برای بیستون بتولاریا مفروض است کدام نیاز به آمیزش آزمون دارد؟

- (۱) ماده با فنوتیپ غالب (۲) نر با فنوتیپ غالب (۳) نر با فنوتیپ حد واسط (۴) ماده با فنوتیپ حد واسط

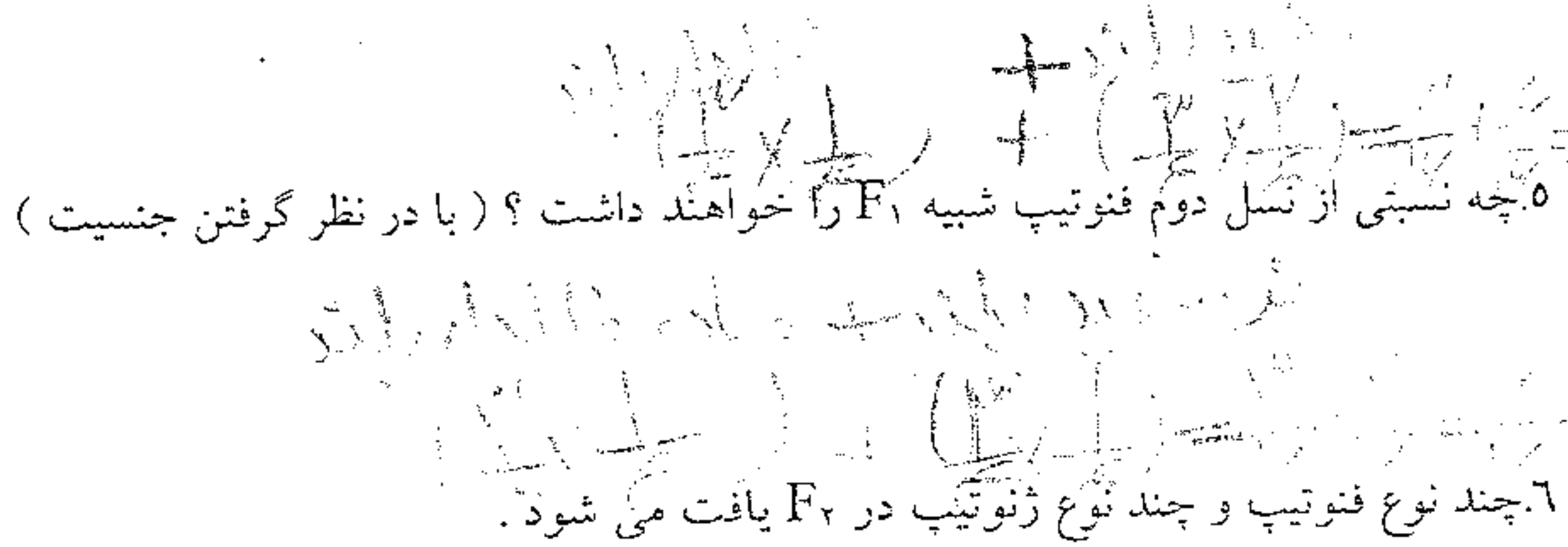
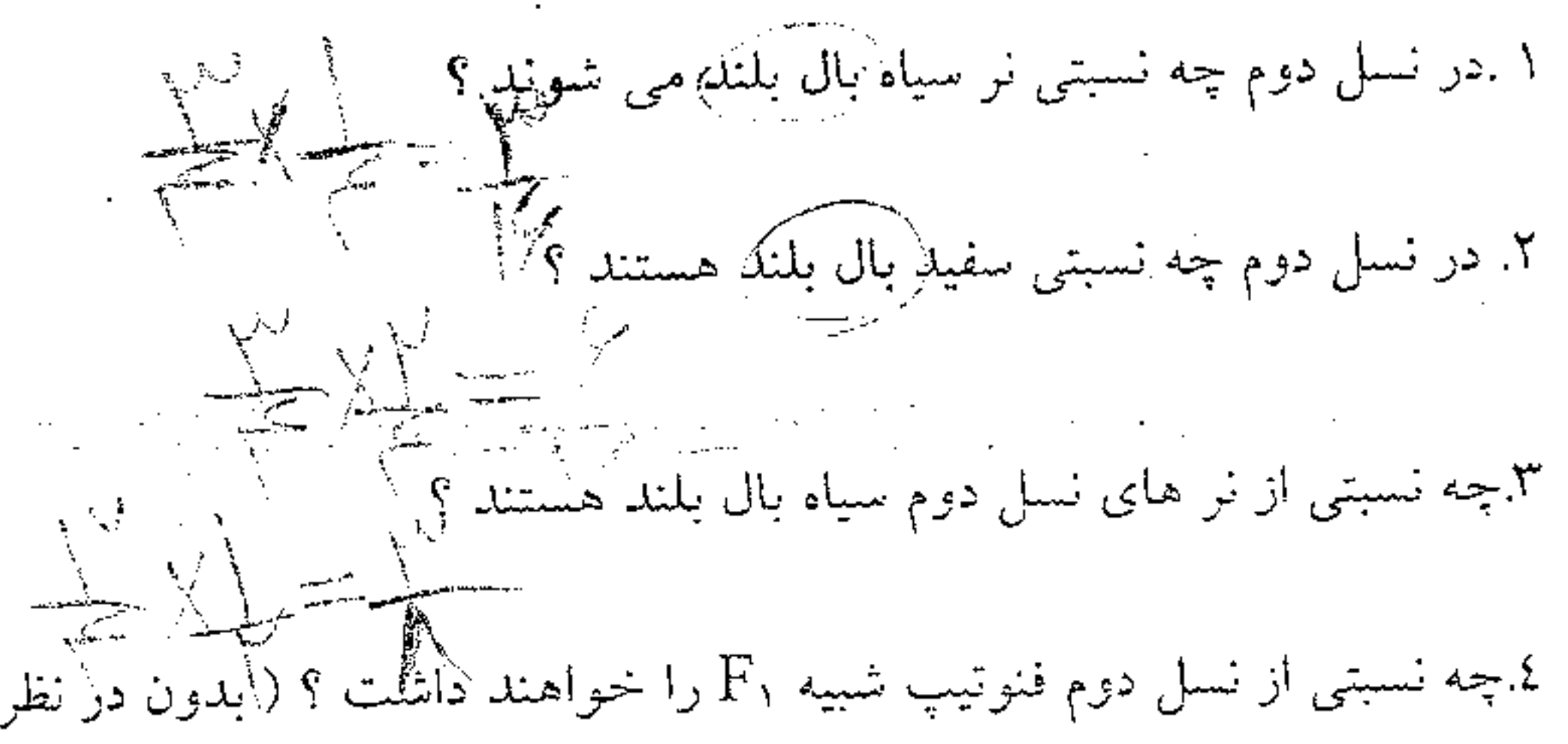
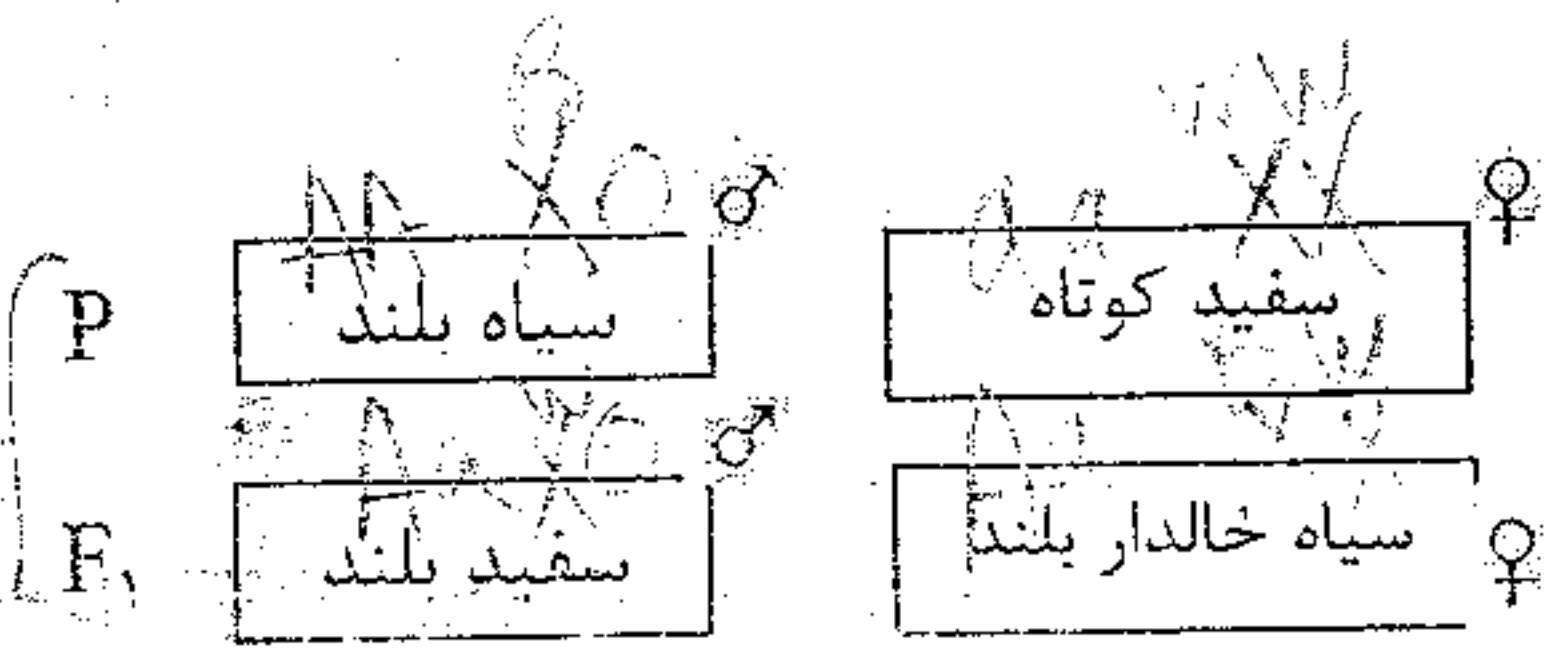
۹- در آمیزش آزمون یک صفت وابسته به جنس مثل رنگ چشم در مرغ و خروس، امکان ندارد

- (۱) ۱۰۰٪ خروس های نسل بعد، فنوتیپ مشابه خروس والد داشته باشند.
 (۲) ۱۰۰٪ مرغ های نسل بعد، فنوتیپ متفاوت با مرغ والد داشته باشند.
 (۳) ۵۰٪ خروس های نسل بعد، فنوتیپ مشابه خروس والد داشته باشند.
 (۴) ۵۰٪ مرغ های نسل بعد، فنوتیپ مشابه با مرغ والد داشته باشند.

حل مسائل دی هیبریدی وابسته به X و اتوزوم در جانوران

مثال ۱: در ملخ طول بال اتوزومی است. و رنگ بال صفت وابسته به X است.

روپار و کورپس



برای تعیین اتوزومی یا وابسته به X بودن صفت: به F₁ نگاه کنید: اگر فنوتیپ نرها و ماده های نسل اول مثل هم بود صفت اتوزومی است. اگر مثل هم نبود صفت وابسته به X است. اگر صفتی را فقط به یک جنس نسبت دارند بدانید آن صفت وابسته به X است.

* برای تعیین غالب و مغلوبی:

روش تعیین اتوزومی و وابسته به X بودن صفت: برای این کار ابتدا تعداد نرها و ماده ها را در نسل اول و دوم را بشمارید و اگر در نسل اول صفتی در هر دو جنس دیده شود و در نسل دوم فقط در یک جنس دیده شود، صفت وابسته به X است. اگر در نسل اول صفتی در هر دو جنس دیده شود و در نسل دوم در هر دو جنس دیده شود، صفت اتوزومی است.

مثال ۲. با فرض این که در سهره ها، طول بال صفت وابسته به جنس و اندازه ی منقار صفت اتوزومی باشد، با توجه به جدول زیر، علامت سوال چه کسری را نشان می دهد؟ (سراسری ۸۲)

P: ماده بال بلند و منقار کوتاه × نر بال کوتاه و منقار بلند

۱. $\frac{1}{2}$ ۲. $\frac{1}{4}$ ۳. $\frac{3}{8}$ ۴. $\frac{1}{16}$

F_1 : ماده ی بال کوتاه و منقار متوسط + نر بال بلند و منقار متوسط

F_2 : نر بال کوتاه و منقار متوسط



مثال ۳ - مقدار علامت سوال در آمیزش زیر چقدر است؟

P: سهره ماده چشم سیاه و منقار کوتاه × سهره نر چشم قهوه ای و منقار بلند

- ۱) $\frac{1}{8}$ ۲) $\frac{1}{16}$ ۳) $\frac{2}{8}$ ۴) $\frac{3}{16}$

F_1 : $\frac{1}{2}$ (ماده چشم قهوه ای و منقار متوسط) + $\frac{1}{2}$ (نر چشم سیاه و منقار متوسط)

F_2 : (ماده چشم قهوه ای منقار بلند)؟

مثال ۴ - با توجه به آمیزش زیر در سهره علامت سوال چه کسری را نشان می دهد؟

P: نر بال کوتاه و منقار بلند × ماده بال بلند و منقار کوتاه

- ۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{1}{4}$ ۳) $\frac{1}{8}$ ۴) $\frac{1}{16}$

F_1 : $\frac{1}{2}$ (ماده بال کوتاه و منقار متوسط) + $\frac{1}{2}$ (نر بال بلند و منقار متوسط)

F_2 : (نر منقار متوسط بال کوتاه)؟

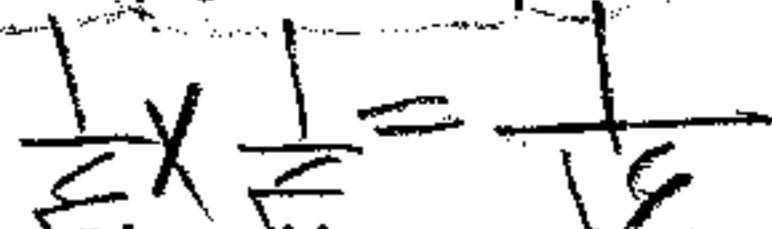
مثال ۵ - با فرض اینکه در ملخ طول شاخک صفت اتوزومی و رنگ چشم صفتی وابسته به جنس باشد، در آمیزش زیر به جای علامت سوال چه کسری را باید نوشت؟ (طبق قوانین احتمالات)

P: ماده شاخک بلند چشم روشن × نر شاخک کوتاه چشم تیره

- ۱) $\frac{1}{4}$ ۲) $\frac{1}{8}$ ۳) $\frac{1}{16}$ ۴) $\frac{3}{16}$

F_1 : ماده شاخک بلند چشم تیره + نر شاخک بلند چشم روشن

F_2 : (ماده شاخک کوتاه چشم تیره)؟



مثال ۶. با فرض اینکه که در بیستون بتولاریا، رنگ چشم صفت وابسته به جنس و طول شاخک، صفت اتوزومی باشد، با توجه به جدول زیر: (سراسری ۸۳)

P: ماده ی چشم سیاه و شاخک بلند × نر چشم قهوه ای روشن و شاخک کوتاه

F_1 : ماده ی چشم قهوه ای روشن و شاخک بلند + نر چشم قهوه ای تیره و شاخک بلند

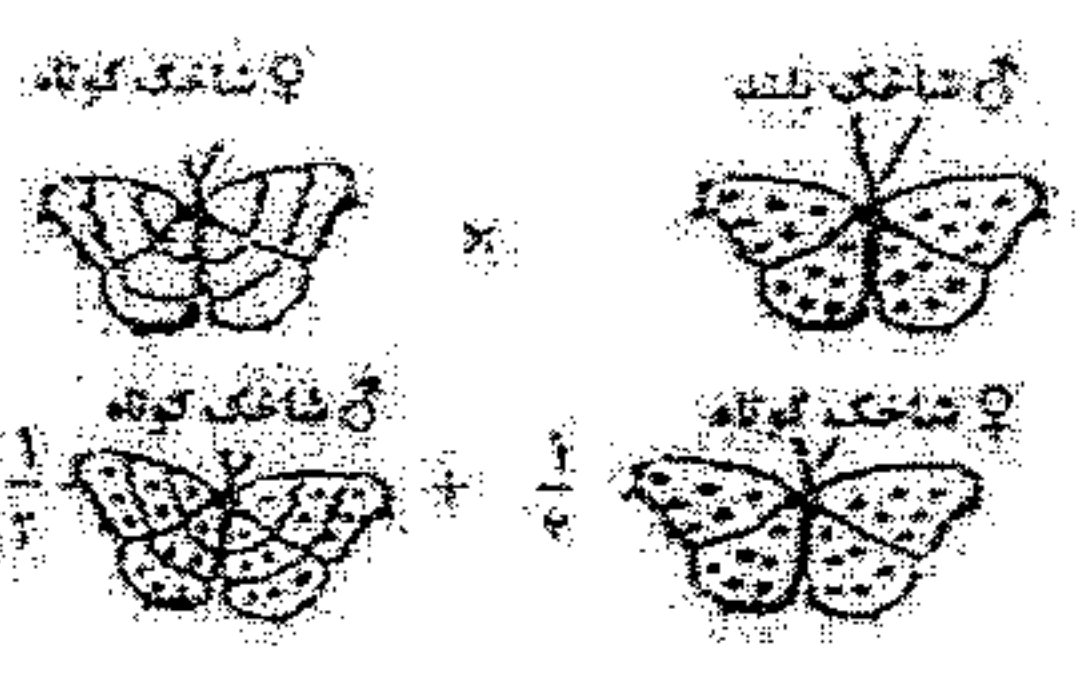
A - چه نسبتی از افراد F_2 ، چشم قهوه ای روشن و شاخک بلند خواهند شد؟

- ۱) $\frac{1}{16}$ ۲) $\frac{2}{16}$ ۳) $\frac{6}{16}$ ۴) $\frac{3}{16}$

B - چه نسبتی از افراد F_2 ، فنوتیپ افراد F_1 را بدون توجه به جنسیت نشان می دهند؟

- ۱) $\frac{1}{16}$ ۲) $\frac{3}{8}$ ۳) $\frac{3}{4}$ ۴) $\frac{9}{16}$

مثال ۷. با توجه به آمیزش در شکل زیر که وضعیت بال و طول شاخک را در پروانه نشان می دهد، به دو سوال A و B پاسخ دهید. (سراسری ۸۵)



۱- چه نسبتی از افراد نسل دوم و شاخک کوتاه خواهند شد؟

$$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

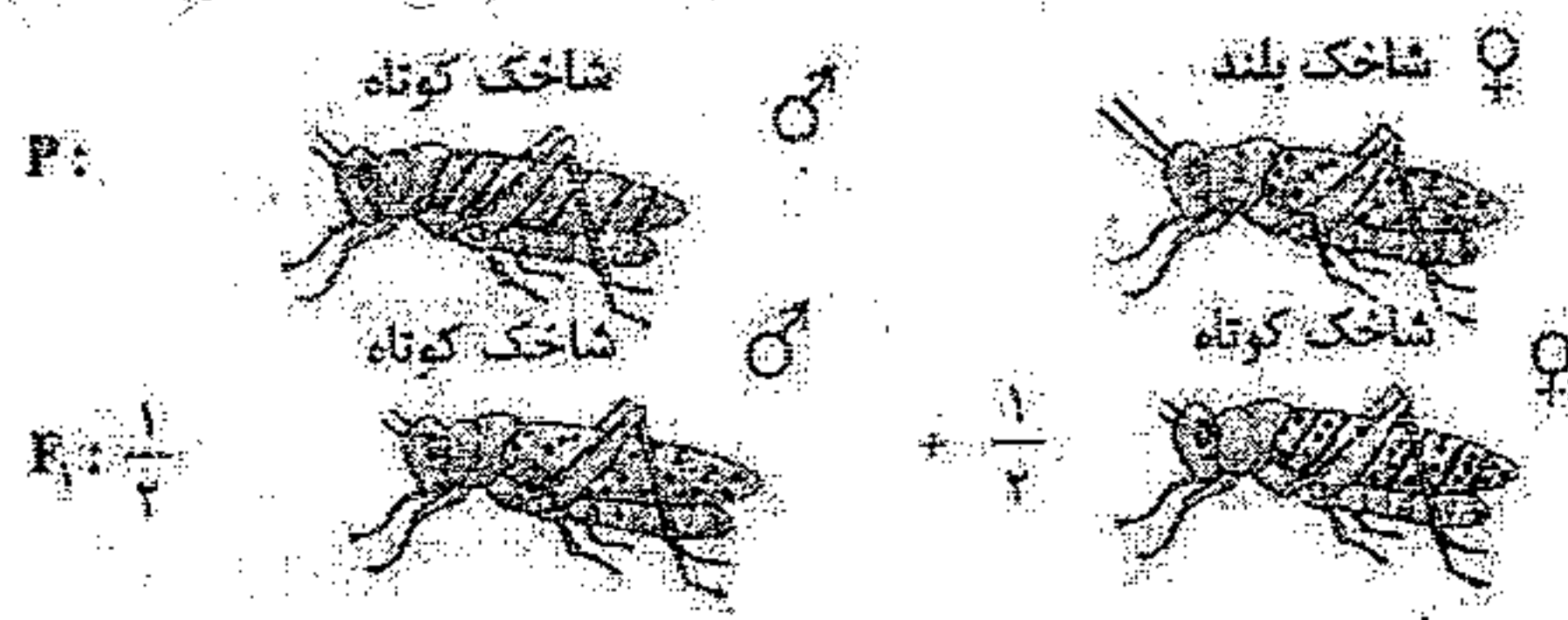
۲- چه نسبتی از ماده های نسل دوم و شاخک بلند خواهند شد؟

$$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

۳- چه نسبتی از نسل دوم فوتیپ شبیه P را خواهند داشت؟ (بدون در نظر گرفتن جنسیت)

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$$

مثال ۸. با توجه به آمیزش در شکل زیر که وضعیت بال و طول شاخک را در ملخ نشان می دهد:



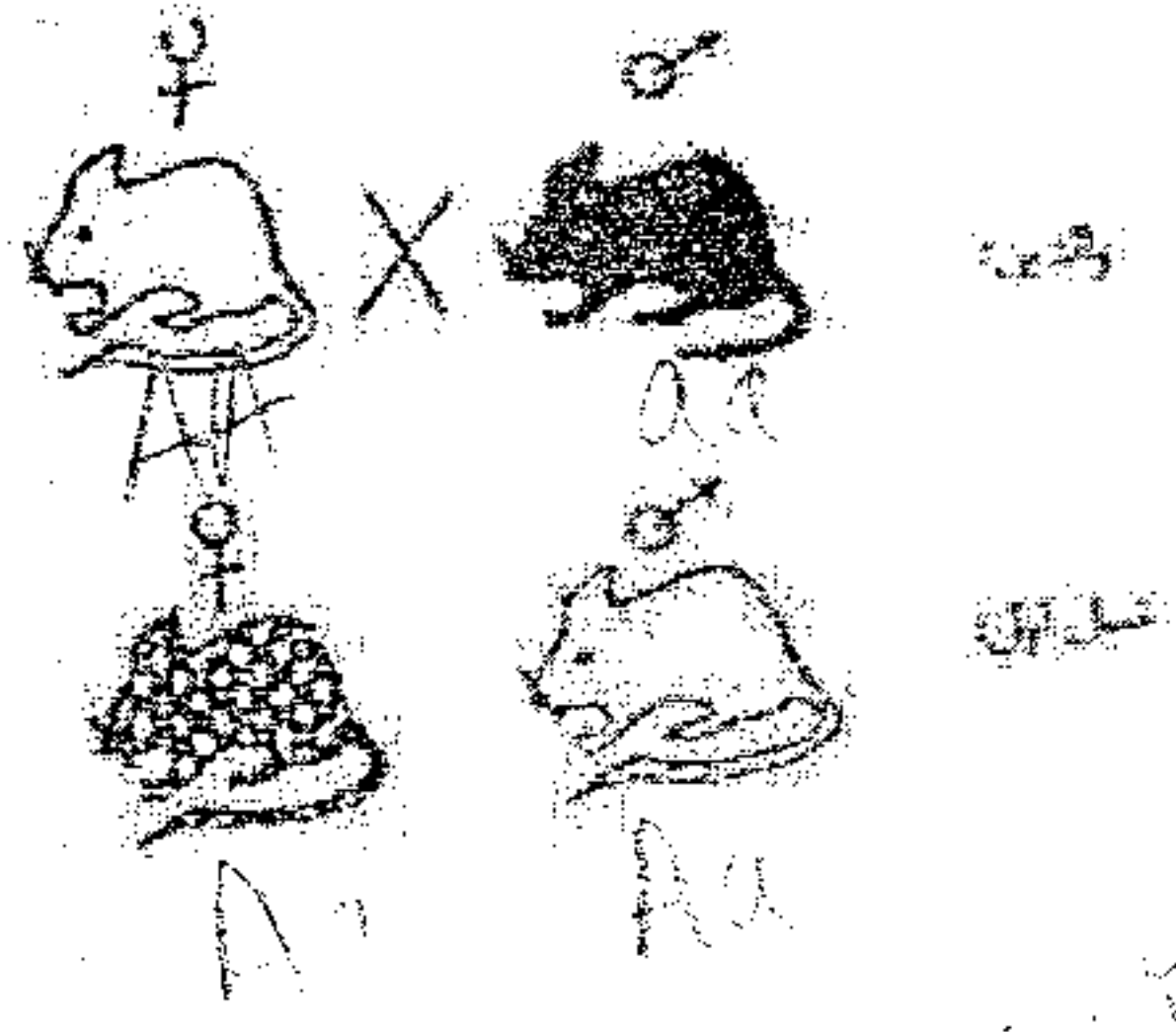
۱- چه نسبتی از افراد F1، فوتیپ افراد P را بدون توجه به جنسیت نشان می دهند؟

$$\frac{2}{16} (1) \quad \frac{3}{16} (3) \quad \frac{5}{16} (2) \quad \frac{6}{16} (4)$$

۲- چه نسبتی از ماده های نسل دوم، خواهند شد؟

$$\frac{2}{16} (1) \quad \frac{3}{16} (3) \quad \frac{5}{16} (2) \quad \frac{6}{16} (4)$$

مثال ۹. با توجه به آمیزش زیر که وضعیت رنگ و طول دم را در موش نشان می دهد:



۱- در نسل دوم احتمال تولید چقدر است؟

$$\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$$

۲- چه نسبتی از نر های F2 خواهند شد؟

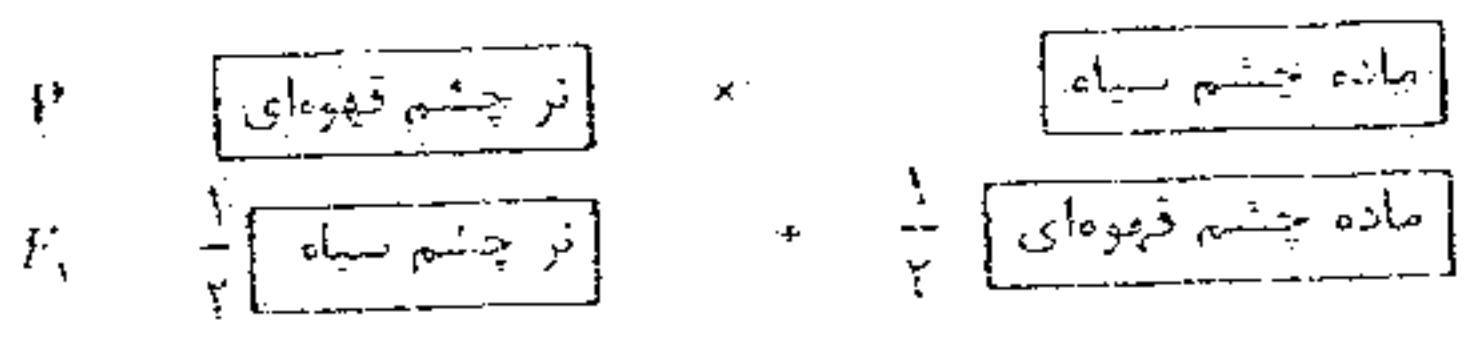
$$\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$$

۳. در F2 چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ داریم؟

مثال ۱۰- با توجه به طرح مقابل، در مورد صفت رنگ چشم کبوتر چه نتیجه ای می توان گرفت؟ (طبق قوانین احتمالات)

(۱) وابسته به جنس و قهوه ای غالب است. (۲) وابسته به جنس و سیاه غالب است.

(۳) اتوزومی و قهوه ای غالب است. (۴) اتوزومی و سیاه غالب است.



مثال ۱۱: در اپراتر ابوماتا کدام عبارت درست است؟

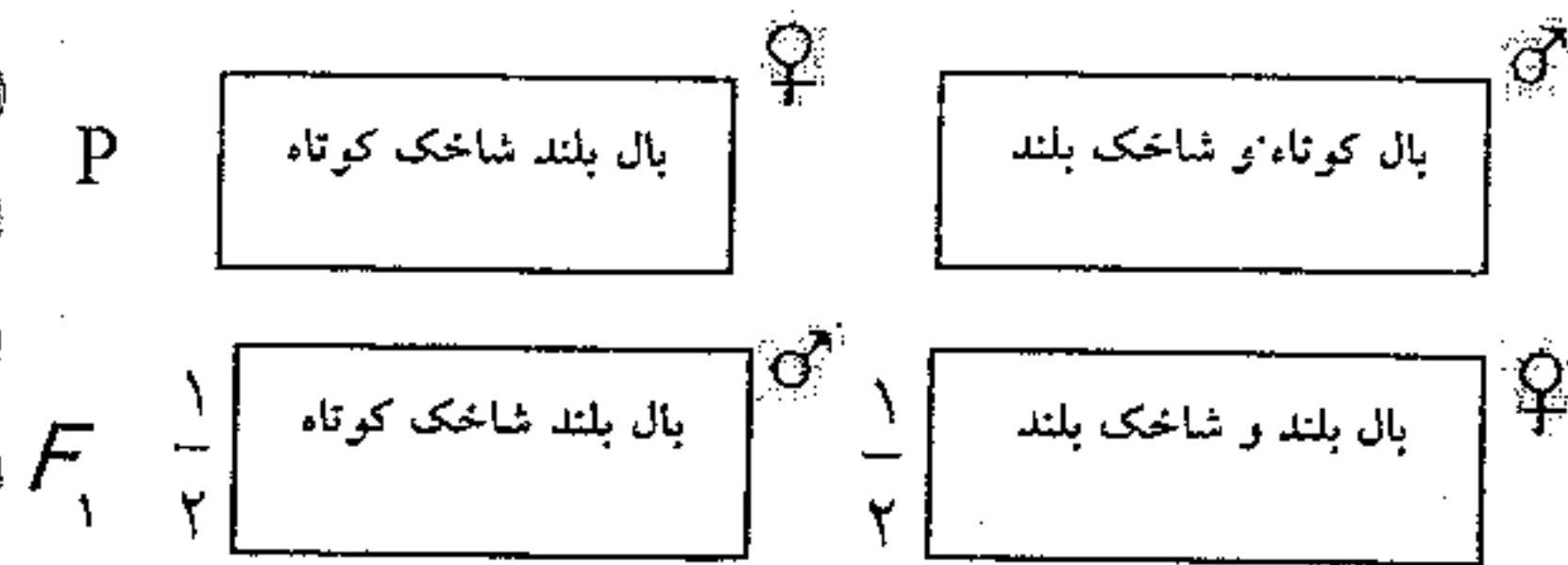
۱. طول بال صفت اتوزومی است و کوتاهی بال غالب است.

۲. طول شاخک اتوزومی است و کوتاهی غالب است.

۳. طول بال صفت وابسته به X است و بلند غالب است.

۴. طول شاخک وابسته به X است و کوتاهی شاخک غالب است.

مثال ۱۲- با توجه به آمیزش مقابل کدام نادرست است؟



P: سهره ماده بال بلند چشم سفید × سهره نر بال کوتاه چشم قرمز

F₁: $\frac{1}{2}$ (سهره ماده بال بلند چشم قرمز) + $\frac{1}{2}$ (سهره نر بال بلند چشم سفید)

(۲) صفت رنگ چشم در سهره وابسته به X است

(۴) الل قرمز چشم بر سفیدی چشم غالب است

(۱) صفت طول بال در سهره اتوزومی است.

(۳) الل بلندی بال بر کوتاهی غالب است

مثال ۱۳- در ملخ در آمیزش مقابل در نسل دوم اگر فقط نرها بال قهوه ای شوند، به سوالات زیر پاسخ دهید:

P: ماده بال کوتاه و سبز × نر بال بلند و قهوه ای

F₁: ماده متوسط سبز × نر $\frac{1}{2}$ بال متوسط و سبز

(۱) چه نسبتی از افراد نسل دوم ماده بال کوتاه و سبز خواهند شد؟ $\frac{1}{4}$ (۲) $\frac{1}{8}$ (۳) $\frac{1}{16}$ (۴) $\frac{3}{16}$

(۲) چه نسبتی از ماده های نسل دوم بال متوسط و سبز خواهند شد؟ $\frac{1}{4}$ (۲) $\frac{1}{8}$ (۳) $\frac{1}{16}$ (۴) $\frac{2}{4}$

(۳) چه نسبتی از نسل دوم فنوتیپ شبیه نسل اول را خواهند داشت؟ (بدون توجه به جنسیت)

(۴) چه نسبتی از نسل دوم فنوتیپ شبیه والدین را خواهند داشت؟ (بدون توجه به جنسیت)

(۵) در نسل دوم چند فنوتیپ ایجاد می شود؟

۳ فنوتیپ × ۳ نوع بال = ۹ فنوتیپ

مثال ۱۴- در نوعی پروانه، رنگ چشم صفتی اتوزومی و طول شاخک صفتی وابسته به جنس است. بر این اساس، در آمیزش زیر به جای X کدام

را باید نوشت؟ (طبق قوانین احتمالات)

P: نر چشم سیاه و شاخک بلند × ماده چشم قهوه ای و شاخک کوتاه

F₁: چشم سیاه و شاخک بلند

F₂: + ماده چشم سیاه و شاخک کوتاه

۱ (۱) ۳ (۲)

۶ (۳) ۹ (۴)

مثال ۱۵- در آمیزش زیر در چلچله: (سراسری ۸۷)

ماده منقار کوتاه و رنگ قهوه ای × نر منقار بلند و رنگ طوسی: P

F_1 : منقار بلند و رنگ قهوه ای با رگه طوسی

الف- با توجه به اینکه در نسل دوم فقط ماده ها منقار کوتاه شده اند چه نسبتی از نرها نسل دوم منقار بلند و رنگ قهوه ای خواهند شد؟

- (۱) $\frac{1}{16}$ (۲) $\frac{1}{8}$ (۳) $\frac{4}{16}$ (۴) $\frac{2}{4}$

مثال ۱۶: از آمیزش ملخ نر بال بلند و شاخک کوتاه با ماده ی بال کوتاه و شاخک بلند، در نسل اول همه ملخ ها، بال بلند و شاخک بلند شده اند و در نسل دوم شاخک کوتاه فقط در نرها مشاهده شده است. کدام وضعیت طبق قوانین احتمالات نمی تواند صحیح باشد؟ (سراسری خارج از کشور ۸۷)

- (۱) $\frac{1}{4}$ افراد نسل دوم، بال کوتاه باشند.
 (۲) $\frac{3}{8}$ افراد نسل دوم، ماده های شاخک بلند و بال بلند باشند.
 (۳) $\frac{1}{8}$ افراد نسل دوم، نر های بال کوتاه و شاخک کوتاه باشند.
 (۴) $\frac{1}{16}$ افراد نسل دوم، نر های شاخک بلند و بال کوتاه باشند.

۱۷- با فرض اینکه در نوعی پروانه طول شاخک صفت اتوزومی و رنگ چشم صفت وابسته به جنس باشد، در آمیزش پروانه ی نر چشم سیاه و شاخک بلند با پروانه ی ماده ی چشم قهوه ای و شاخک کوتاه $\frac{1}{4}$ فرزندان ماده ی چشم سیاه و شاخک بلند و $\frac{1}{4}$ فرزندان نر چشم قهوه ای و شاخک بلند شده اند. چه نسبتی از افراد نسل دوم چشم سیاه و شاخک بلند خواهند شد؟ (پزشکی ۹۰)

- (۱) $\frac{3}{16}$ (۲) $\frac{1}{16}$ (۳) $\frac{1}{8}$ (۴) $\frac{3}{8}$

۱۸- اگر مرغ عشق ماده ی منقار بلند و چشم زرد را با مرغ عشق نر منقار کوتاه و چشم سیاه آمیزش دهیم و $\frac{1}{4}$ افراد نسل اول ماده ی منقار بلند چشم سیاه و $\frac{1}{4}$ نر منقار بلند و چشم قهوه ای شوند چه نسبتی از افراد F_2 ماده ی چشم زرد و منقار بلند می شوند؟ (پزشکی ۹۰)

- (۱) $\frac{1}{16}$ (۲) $\frac{3}{8}$ (۳) $\frac{9}{16}$ (۴) $\frac{3}{16}$

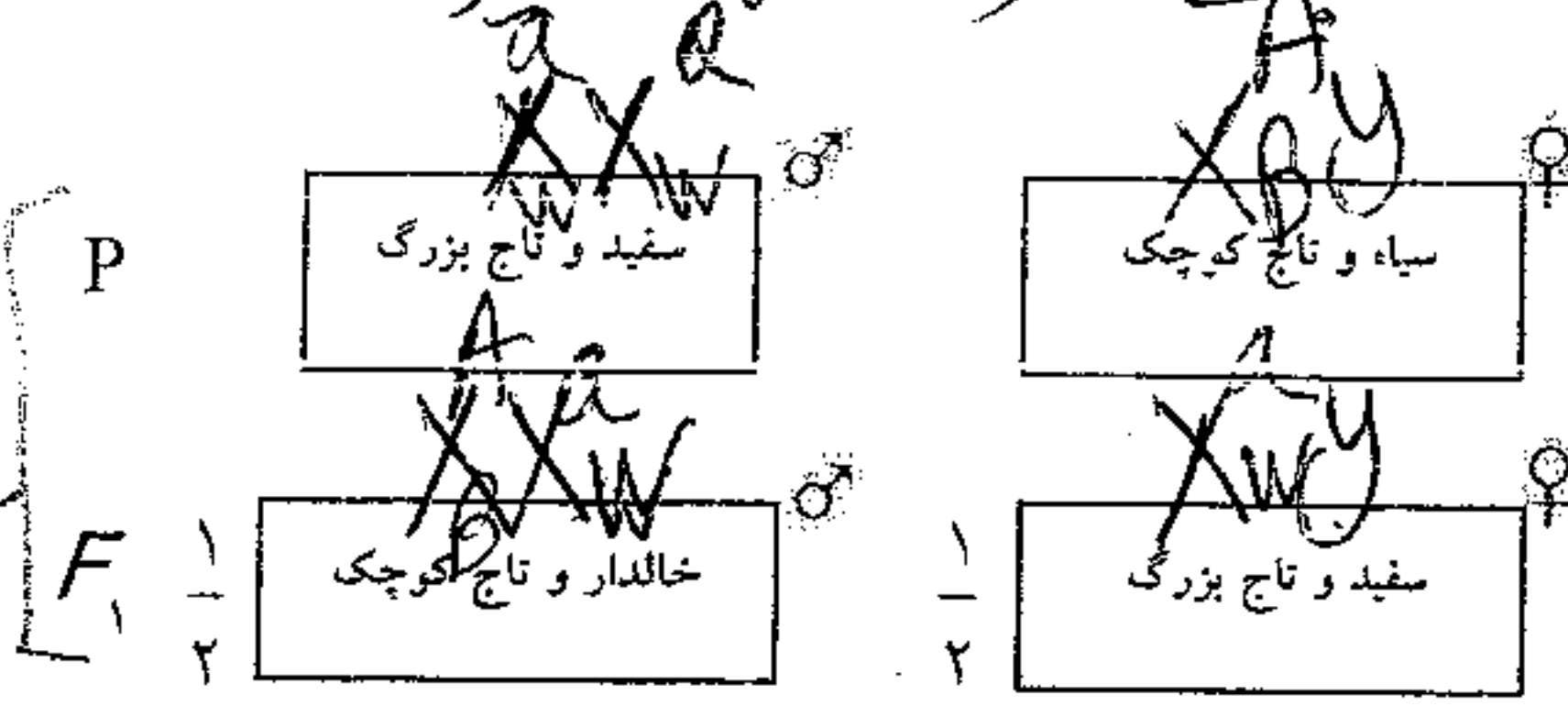
مثال ۱۹- کدام گزینه در ارتباط با آمیزش زیر نادرست است؟

نر چشم سیاه و بال کوتاه × ماده چشم قهوه ای و بال بلند: P

F_1 : $\frac{1}{4}$ (نر چشم قهوه ای بال بلند) + $\frac{1}{4}$ (ماده چشم سیاه بال بلند)

- (۱) آمیزش مربوط به جمعیت کبوترها است و رنگ چشم قهوه ای بر سیاه غالب است.
 (۲) آمیزش در جمعیت ملخ ها اتفاق افتاده است و رنگ چشم سیاه بر قهوه ای غالب است.
 (۳) آمیزش در جمعیت سهره ها اتفاق افتاده است و طول بال صفت اتوزومی است.
 (۴) آمیزش در جمعیت پروانه ها صورت گرفته است و رنگ چشم سیاه بر قهوه ای غالب است

مثال ۲۰: هرگاه هر دو صفت وابسته به هم یوزند یا یکدیگر صفتی را بپذیرند با توجه به آمیزش در شکل مقابل در مرغ و خروس ...



۱. چه نسبتی از F₂ خروس خالدار و تاج کوچک خواهد شد؟
 ۲. چه نسبتی از F₂ مرغ سیاه تاج کوچک خواهد شد؟
 ۳. چه نسبتی از مرغ های F₂ سفید تاج بزرگند؟

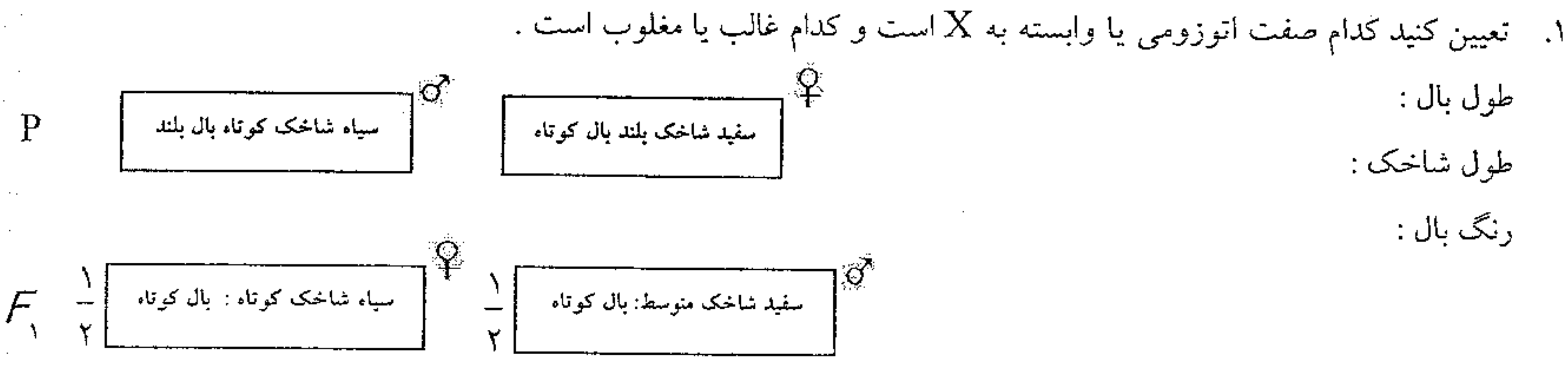
مثال ۲۱- فرض کنید در ملخ دو صفت رنگ چشم و طول شاخک وابسته به X اند چه نسبتی از ملخ ها در F₂ چشم سفید شاخک کوتاه خواهد بود؟

P: ملخ ماده چشم سفید شاخک کوتاه × ملخ نر چشم قرمز شاخک بلند	$\frac{1}{4}$ (۲)	$\frac{1}{2}$ (۱)
F ₁ : (ملخ های ماده چشم قرمز شاخک بلند) + (ملخ های نر چشم سفید شاخک کوتاه)	$\frac{1}{8}$ (۴)	$\frac{3}{4}$ (۳)

مثال ۲۲: در آمیزش زیر:

۱. کدام صفت اتوزومی است؟
 ۲. کدام صفت وابسته به X است؟
 ۳. این صفت مربوط به است و صفت سفیدی بال است؟
 الف) ملخ - غالب (ب) ملخ - مغلوب (ج) چرخ ریسک - غالب (د) چرخ ریسک - مغلوب

مثال ۲۳: در پروانه مونارک



۲. چه نسبتی از F₂ نر سفید شاخک متوسط بال کوتاه خواهد شد؟
 ۳. چه نسبتی از نر های F₂ سفید شاخک متوسط بال کوتاه خواهند شد؟

حل مسائل الی

مثال ۱: در یک جمعیت فراوانی الیهای گروه خونی با هم مساوی است در این جمعیت چقدر است؟

۱- نسبت افرادی که گروه خونی B دارند.

$$(A+O+B)^2 = \overbrace{AA}^A + 2\overbrace{AO}^{AO} + \overbrace{OO}^O + \overbrace{2BO}^B + \overbrace{BB}^B$$

۲- نسبت افرادی که حداقل یک ژن B دارد.

$$\frac{1}{3} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{1}{9} \quad \frac{2}{9} \quad \frac{2}{9} \quad \frac{1}{9} \quad \frac{2}{9} \quad \frac{1}{9}$$

۳- نسبت افراد هموزیگوس به هتروزیگوس

۴- نسبت مردان با گروه خونی AB به کل افراد با گروه خونی A چقدر است.

مثال ۲: یک صفت اتوزومی تحت کنترل سه آلل است الی A بر بقیه غالب است و فراوانی آن سه برابر B است و فراوانی الی B دو برابر الی C است و بین الی B و C هم توانی وجود دارد. در این جمعیت:

۱- چند نوع ژنوتیپ وجود دارد

$$\overbrace{AA+2AB+2AC}^A + \overbrace{BB+2BC}^B + \overbrace{CC}^C$$

۴ فنوتیپ

۲- چند نوع فنوتیپ وجود دارد.

$$\left(\frac{1}{3}A + \frac{1}{3}B + \frac{1}{3}O\right)^2 = \frac{1}{9} \quad \frac{2}{9} \quad \frac{2}{9} \quad \frac{1}{9} \quad \frac{1}{9} \quad \frac{1}{9}$$

۶ نوع فنوتیپ

۳- نسبت افراد هموزیگوس به هتروزیگوس چقدر است؟

۴- نسبت افراد با فنوتیپ B به فراوانی زنان با فنوتیپ A چقدر است؟

مثال ۳: یک صفت اتوزومی توسط چهار الی کنترل می شود اگر الی A بر بقیه غالب باشد و فراوانی آن دو برابر B و الی B بر C و D غالب باشد و فراوانی آن دو برابر C و D باشد و بین C و D رابطه هم توانی باشد:

$$\frac{1}{4}A \quad \frac{1}{4}B \quad \frac{1}{4}C \quad \frac{1}{4}D$$

AA	2AB	2AC	2AD
$\frac{1}{16}$	$\frac{2}{16}$	$\frac{2}{16}$	$\frac{2}{16}$
BB	2BC	2BD	
$\frac{1}{16}$	$\frac{2}{16}$	$\frac{2}{16}$	
CC	2CD		
$\frac{1}{16}$	$\frac{2}{16}$		
DD			
$\frac{1}{16}$			

۱. چند نوع ژنوتیپ وجود دارد؟ $\frac{(4+1)(4+1)}{2} = 10$ نوع
۲. چند نوع ژنوتیپ هموزیگوت وجود دارد؟ $\frac{(4-1)(4-1)}{2} = 6$ نوع
۳. چند نوع ژنوتیپ هتروزیگوت وجود دارد؟ $\frac{(4-1)(4-1)}{2} = 6$ نوع
۴. چه نسبتی از افراد این جمعیت حداقل یک ژن B دارند؟ $\frac{2}{4} = \frac{1}{2}$
۵. نسبت افراد هموزیگوس به هتروزیگوس چقدر است؟ $\frac{6}{10} = \frac{3}{5}$
۶. چند نوع فنوتیپ وجود دارد؟ ۵ نوع
۷. نسبت افراد با فنوتیپ B به A چقدر است؟ $\frac{2}{4} = \frac{1}{2}$

۸. اگر این صفت مربوط به یک گیاه باشد چند نوع آللوم در دانه ها می توان یافت کرد:

نکته: اگر یک صفت اتوزوم یا وابسته به X توسط n عدد الی کنترل شود در این جمعیت حداقل n فنوتیپ داریم. (زمانی که همه الی ها نسبت به هم

غالب و مغلوبه دارد) و حداکثر $\frac{(n+1)n}{2}$ فنوتیپ داریم. (زمانی که هیچکدام از الی ها نسبت به هم رابطه ک غالب و مغلوبه ندارند. یعنی هم توان هستند. که در این صورت تعداد فنوتیپ و ژنوتیپ با هم برابر است.

مثال ۴: صفتی با ۷ نوع فنوتیپ، توسط چند آلل کنترل میشود به شرط آنکه یکی از آنها بر همه غالب است و بقیه آنها نسبت به هم هم توان هستند؟

- ۳(۱) ۴(۲) ۵(۳) ۶(۴)

مثال ۵: در ماکیان یک صفت وابسته به X که توسط چهار آلل با فراوانی مساوی کنترل می شود و اگر آلل A بر بقیه غالب باشد و آلل B بر C و D غالب باشد و بین بقیه هم توانی باشد به سوالات پاسخ دهید.

۱. در مرغ چند نوع ژنوتیپ و چند نوع فنوتیپ داریم؟ چون مرغ XY است. در افراد XY به تعداد آلل فنوتیپ و ژنوتیپ داریم. دقت کنید که صفت هر واسط وابسته به X در افرادی که یک X دارند بروز نمی کند.

$$X_A Y - X_B Y - X_C Y - X_D Y$$

۲. در خروس چند نوع ژنوتیپ و چند نوع فنوتیپ داریم؟

$$X_A X_A - 2 X_A X_B - 2 X_A X_C - 2 X_A X_D$$

$$X_B X_B - 2 X_B X_C - 2 X_B X_D$$

$$X_C X_C - 2 X_C X_D$$

$$X_D X_D$$

۳. حداکثر چند نوع آمیزش در مرغ و خروس با توجه به ژنوتیپ آنها می توان انتظار داشت؟

۴. چند نوع ژنوتیپ در جمعیت آنها وجود دارد؟

۵. چند فنوتیپ در این جمعیت وجود دارد؟

۶. چه نسبتی از خروس ها فنوتیپ A دارند؟

۷. چه نسبتی از مرغ ها فنوتیپ A دارند؟

مثال ۶: در ملخ صفتی وابسته به X تحت کنترل ۳ آلل است که A بر B و C غالب است و بین B و C هم توانی وجود دارد:

$$X_{A^1 O} - X_{B^1 O} - X_{C^1 O} \left\{ \begin{array}{l} N=3 \text{ فنوتیپ} \\ N=3 \text{ ژنوتیپ} \end{array} \right.$$

(۱) در ملخ نر چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ وجود دارد.

(۲) در ملخ ماده چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ وجود دارد.

(۳) در جمعیت ملخ ها چند نوع فنوتیپ وجود دارد.

جواب: ۴ نوع. فنوتیپ بیشتر را بنویسید.

(۴) در جمعیت ملخ ها چند نوع ژنوتیپ وجود دارد.

جواب: ۹ نوع. ژنوتیپ های نر را با ماده جمع کنید.

(۵) چند نوع آمیزش از نظر ژنوتیپی می توان بین ملخ های نر و ماده برقرار کرد.

جواب: ۱۸ نوع. ژنوتیپ های نر و ماده را با هم ضرب کنید.

$$\frac{(N+1)N}{2} = 4 \text{ ژنوتیپ}$$

۴ نوع فنوتیپ

$$X_A X_A - X_A X_B - X_A X_C$$

$$X_B X_B - X_B X_C$$

$$X_C X_C$$

مثال ۷: صفت رنگ بال در سسک، صفتی با ۵ الل وابسته به X است. اگر الل ۴ بر ۳ و ۲ و ۱ غالب باشد و ۳ بر ۲ غالب باشد و بین بقیه اللها هم توانی باشد در جامعه سسک ها برای این صفت:

۱. حداکثر چند نوع آمیزش با توجه می توان بین نرها و ماده می توان بر قرار کرد.
۲. در این جمعیت چند نوع ژنوتیپ داریم؟
۳. در این جمعیت چند فنوتیپ داریم؟

مثال ۸ - در جمعیتی از زنان برای صفت وابسته به X نوع فنوتیپ دیده می شود در جمعیت مردان برای این صفت حداقل و حداکثر چند نوع فنوتیپ می تواند ظاهر شود.

- | | |
|-----------|-----------|
| (۱) ۶ و ۳ | (۲) ۳ و ۵ |
| (۳) ۶ و ۲ | (۴) ۲ و ۵ |

مثال ۹ - در چکاوک صفت وابسته به X رنگ بدن تحت کنترل ۴ الل هم توان است، در این جمعیت به ترتیب چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ و چند نوع آمیزش (از نظر ژنوتیپی) وجود دارد؟

مثال ۱۰: صفت دوالی و وابسته به X با غالبیت ناقص برای ملخ مفروض است، فردی با کدام فنوتیپ برای این صفت مورد انتظار نیست؟

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| (۱) ماده با فنوتیپ غالب | (۲) نر با فنوتیپ غالب |
| (۳) نر با فنوتیپ حد واسط | (۴) ماده با فنوتیپ حد واسط |

مثال ۱۱: صفت دوالی و وابسته به X با غالبیت ناقص برای بیستون بتولاریا مفروض است، فردی با کدام فنوتیپ برای این صفت مورد انتظار نیست؟

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| (۱) ماده با فنوتیپ غالب | (۲) نر با فنوتیپ غالب |
| (۳) نر با فنوتیپ حد واسط | (۴) ماده با فنوتیپ حد واسط |

مثال ۱۲: اگر رابطه غالب و مغلوبی و یا همخوانی برای صفات دو الی وابسته به جنس وجود داشته باشد در هر دو حالت نوع فنوتیپ را در جمعیت نشان می دهند؟ (سراسری ۸۸)

- | | | | |
|----------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| (۱) مرغ ها، سه | (۲) خروس ها، سه | (۳) بید های نر، دو | (۴) ملخ های نر، دو |
|----------------|-----------------|--------------------|--------------------|

مثال ۱۳: اگر صفت وابسته به جنس یا اتوزومی دو الی وجود داشته باشد در هر دو حالت نوع ژنوتیپ در جمعیت نشان میدهد؟

- | | | | |
|----------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| (۱) مرغ ها، دو | (۲) خروس ها، دو | (۳) بید های نر، سه | (۴) ملخ های نر، سه |
|----------------|-----------------|--------------------|--------------------|

مثال ۱۴: صفت طول منقار در کبوتر تحت کنترل دو الل بلندی و کوتاهی است اگر این دو الل نسبت به هم غالب ناقص باشند وجود کدام کبوتر در جمعیت اتوزومی بودن صفت را اثبات می کند؟

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| (۱) کبوتر ماده منقار کوتاه | (۲) کبوتر ماده منقار متوسط |
| (۳) کبوتر نر منقار بلند | (۴) کبوتر نر منقار متوسط |

حل مسائل الی جواب مثال ۷

فئوتیب ۵ $N=5$
 ترتیب ۵ $N=5$
 XY سبک ماه

(۱) $5 \times 15 = 75$

(۲) $5 + 15 = 20$

(۳) انواع فئوتیب

XX سبک نو $\rightarrow 5 + 4 + 3 + 2 + 1 = 15$

فئوتیب ۱۱ = ۴ فئوتی - ۵ انواع ترتیب

مثال ۸ حرکت N نوع الی دارم یعنی ۴ نوع و حداقل $\frac{(N+1)N}{2} = 4$ نوع داریم یعنی ۳ نوع

مثال ۹ (۱) فئوتیب ۱۱ $4+3+2+1=10$ ترتیب
 (۲) $4+10=14$ ترتیب
 (۳) $4 \times 10 = 40$ آنتیپ

مثال ۱۰ گزینه ۳ هیچ فلغ از XO است نمی توان صد لوحه با یک
 $XBXB$ فاده شده
 $XKXK$ فاده کرده
 $XBXK$ فاده متوسط
 XBO فاده
 XKO فاده

مثال ۱۱ گزینه ۴ چون در پرده ها فاده ما XY هستند نمی توانه صفت حداقل را داشته باشه

مثال ۱۲ جواب گزینه ۴ - مبلغ از XO است (XAO) بلیده (XBO) کونیا (فئوتیب دارد چون یک X دارد رابطه غایب و مفقود زبان تأثیر ندارد - مبلغ XY است پس در مبلغ هم ۲ نوع فئوتیب داریم

مثال ۱۳ جواب گزینه ۳ - اگر صفت انوروم باشد نوع الی A و B می توان ۳ نوع ترتیب AA, BB, AB نوشت (حذف گزینه اول) - اگر صفت وابسته به X باشد بولر مبلغ از ۲ نوع ترتیب XAO و XBO می توان نوشت (حذف ۴) - اگر صفت وابسته به X باشد و در هر دو زنده سرکه X است ۳ نوع ترتیب $XAXA$ و $XAXB$ و $XBXB$ می توان نوشت

مثال ۱۴ جواب گزینه ۲ - کبوتر گاه XY است پس اگر صفت وابسته به X باشد نمی توان کبوتر متقا متوسط نوشت پس اگر کبوتر گاه متقا متوسط پیدا شده یعنی قطعاً صفت انوروم است

مثال ۱۵ حداقل N نوع فئوتیب ۴ نوع / حداقل $\frac{(N+1)N}{2} = 10$ نوع

مثال ۱۶ حرکت را جدا گانه حساب کنند در هم ضرب کنند

گردان (۱) $2 \times 2 = 4$ ف
 $2 \times 2 = 4$ ر
 (۲) $2 \times 2 = 4$ ف
 $2 \times 2 = 4$ ر

(۳) $3 \times 3 = 9$ ف
 $3 \times 3 = 9$ ر
 (۴) ۹ نوع فئوتیب - $4+9=13$ انواع ترتیب

پیوستگی ژن ها

مثال ۱: در خود لقاحی گیاهی که دارای دو جفت ژن ناخالص است اگر ژنهای روی کروموزوم های مختلف قرار داشته باشند و هر دو از رابطه غالب و مغلوب ژنها تبعیت کنند چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ های آنها در میان زاده ها چگونه است؟

$3 \times 3 = 9$ ژنوتیپ و $2 \times 2 = 4$ فنوتیپ ایجاد می شود که $\frac{9}{16}$ در دو صفت غالب و $\frac{1}{16}$ در دو صفت مغلوب است و $\frac{7}{16}$ در یک صفت غالب و یک صفت مغلوب است. نسبت فنوتیپ آنها ۹:۳:۳:۱ است.

$AaBb \times AaBb$

	A	a		B	b
A	صاف AA	صاف Aa	B	زرد BB	زرد Bb
a	صاف Aa	چروکیده aa	b	زرد Bb	سبز bb

مثال ۲: هنگام مطالعه دو صفت هتروزیگوت که بین الی ها رابطه غالب و مغلوبی داریم و بین دو الی غالب پیوستگی وجود دارد. چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ و نسبت فنوتیپ ها چگونه است؟

جواب: در این حالت دو فنوتیپ و سه نوع ژنوتیپ ایجاد می شود. که $\frac{3}{4}$ در دو صفت غالب و $\frac{1}{4}$ در دو صفت مغلوب هستند. نسبت آنها ۱:۳ است. در این حالت

$\frac{AB}{ab} \times \frac{AB}{ab}$

	AB	Ab
AB		
Ab		

۵۰ درصد صاف و ۵۰ درصد چروکیده هستند.

مثال ۳: هنگام مطالعه دو صفت هتروزیگوت که بین الی رابطه غالب و مغلوبی داریم و بین یک الی غالب و یک الی مغلوب پیوستگی دارد. چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ و نسبت فنوتیپ ها چگونه است؟

جواب: در این حالت سه نوع فنوتیپ و سه نوع ژنوتیپ می دهد. که ۵۰ درصد در دو صفت هتروزیگوس و غالب هستند و ۵۰ درصد در دو صفت هموزیگوس که یک صفتشان غالب و در یک صفتشان مغلوب هستند.

$\frac{Ab}{aB} \times \frac{Ab}{aB}$

	Ab	aB
Ab		
aB		

مثال ۴: اگر خود لقاحی در گیاهی ناخالص (هتروزیگوس) در دو جفت ژن که روی کروموزوم های مختلف قرار دارند و ژنها غالبیت ناقص دارند چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ های آنها در میان زاده ها چگونه است؟

$RWAB \times RWAB$

$3 \times 3 = 9$ فنوتیپ و $3 \times 3 = 9$ ژنوتیپ ایجاد می شود که $\frac{1}{4}$ در دو صفت حد و واسط هستند.

	R	w		A	B	
R	قرمز RR	صورتی RW	۳ ف	بلند AA	متوسط AB	۳ فنوتیپ
w	صورتی RW	سفید WW	۳ ژ	متوسط AB	کوتاه BB	۳ ژنوتیپ

مثال ۵: هنگام مطالعه دو صفت هتروزیگوت که بین الی رابطه هم توانی وجود دارد و از قانون دوم مندل پیروی نمی کنند چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ ها در بین زاده ها چگونه است؟

$\frac{RA}{WB} \times \frac{RA}{WB}$

جواب: در این حالت سه فنوتیپ و سه ژنوتیپ ایجاد می شود که ۵۰ درصد در دو صفت هترو و فنوتیپ حد واسط دارند.

	RA	WB
RA		
WB		

مثال ۶: هنگام مطالعه دو صفت هتروزیگوس که یکی از صفات رابطه غالب و مغلوبی دارد و دیگری رابطه هم توانی دارد چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ ایجاد می شود؟ جواب: در این حالت شش نوع فنوتیپ و نه نوع ژنوتیپ ایجاد می شود.

$RWAa \times RWAa$

مثال ۷- در وراثت دو صفت، از آمیزش افراد دارای صفات غالب با افراد دارای صفات مغلوب در نسل دوم $\frac{3}{4}$ افراد دارای صفات غالب و $\frac{1}{4}$ دارای صفات مغلوب شدند. این تجربه با کدام اطلاعات قابل توجیه است؟ (سراسری ۷۷)

(۱) انجام کراسینگ آور (۲) پیوسته بودن ژن های غالب-پیوسته بودن ژن های مغلوب

(۳) پیوسته بودن یک ژن غالب و یک ژن مغلوب (۴) جدا نشدن کروموزوم ها

مثال ۸- در وراثت دو صفت، از خود لقاحی افرادی با صفات غالب، ۵۰٪ فرزندان هموزیگوس و دارای یک صفت غالب و یک صفت مغلوب شدند. این تجربه با کدام اطلاعات قابل تفسیر است؟ (سراسری ۸۱)

(۱) جدا نشدن کروموزومها هنگام تشکیل گامتها (۲) جور شدن مستقل ژن ها

(۳) پیوسته بودن الل های غالب (۴) پیوسته بودن الل غالب و الل مغلوب

مثال ۹- در وراثت دو صفت که از قانون دوم مندل پیروی نمی کنند (پیوسته اند)، از آمیزش افراد دارای صفات غالب با افراد دارای صفات

مغلوب در نسل دوم $\frac{9}{16}$ افراد دارای صفات غالب و $\frac{1}{16}$ دارای صفات مغلوب شدند. این تجربه با کدام اطلاعات قابل توجیه است؟

(۱) انجام کراسینگ آور (۲) پیوسته بودن ژن های غالب-پیوسته بودن ژن های مغلوب

(۳) پیوسته بودن یک ژن غالب و یک ژن مغلوب (۴) جدا نشدن کروموزوم ها

مثال ۱۰- از خود لقاحی افرادی که برای دو صفت هتروزیگوس هستند ممکن نیست فرزندان را نشان دهند. (سراسری ۸۷)

(۱) $\frac{9}{16}$ دو صفت غالب (۲) $\frac{1}{4}$ دو صفت مغلوب (۳) $\frac{1}{4}$ یک صفت غالب و یک صفت مغلوب (۴) $\frac{3}{4}$ صفات حد واسط

مثال ۱۱: از خود لقاحی دو صفت هتروزیگوس ممکن نیست فنوتیپ ایجاد شود.

(۱) ۴ (۲) ۹ (۳) ۶ (۴) ۸

مثال ۱۲- از خود لقاحی دو صفت هتروزیگوس در نسل بعد $\frac{1}{16}$ در دو صفت مغلوب هستند کدام عبارت صحیح نمی باشد؟

(۱) این دو صفت از قانون دوم مندل پیروی می کنند (۲) $\frac{3}{16}$ زاده ها در یک صفت غالب و در یک صفت مغلوبند.

(۳) $\frac{9}{16}$ زاده ها فنوتیپ شبیه والدین را دارند. (۴) $\frac{1}{4}$ زاده ها در دو صفت ژنوتیپ هموزیگوس و $\frac{1}{4}$ هتروزیگوس اند

مثال ۱۳- از خود لقاحی دو صفت هتروزیگوس در نسل بعد $\frac{1}{4}$ در دو صفت مغلوب هستند کدام عبارت صحیح نمی باشد؟

(۱) این دو صفت از قانون دوم مندل پیروی نمی کنند (۲) $\frac{3}{4}$ زاده ها فنوتیپ شبیه والدین را دارند.

(۳) $\frac{1}{2}$ زاده ها در یک صفت غالب و در یک صفت مغلوبند. (۴) $\frac{1}{2}$ زاده ها ژنوتیپ شبیه والدین را دارند.

مثال ۱۴- از آمیزش $\frac{Mn}{mN} \times \frac{MN}{mn}$ چند درصد از افراد نسل اول از لحاظ هر دو صفت غالب خواهند بود؟

۲۵ (۱) ۵۰ (۲)

۷۵ (۳) ۱۰۰ (۴)

مثال ۱۵- در آمیزش $\frac{Mh}{Nh} \times \frac{MH}{Mh}$ به ترتیب از راست به چپ چند نوع ژنوتیپ و چند نوع فنوتیپ انتظار می رود؟

۴-۴ (۱) ۳-۴ (۲) ۳-۸ (۳) ۴-۹ (۴)

گامت ها

مثال ۱: موجود زنده ای با $2n = 10$ کروموزوم که دارای سه جفت کروموزوم هتروزیگوس و دو جفت کروموزوم هموزیگوس است؟

- الف) این جاندار چند نوع گامت می دهد؟
 ب) هر سلول زاینده این جاندار چند نوع گامت می دهد؟
 ج) این جاندار در پروفاز I چند تتراد تشکیل می دهد؟
 د) چند حالت متافازی I می دهد؟

مثال ۲: موجود زنده ای $2n = 11$ کروموزوم که دارای دو جفت کروموزوم اتوزوم هموزیگوس است:

- الف) چند تتراد تشکیل می دهد؟
 ب) حداکثر چند نوع گامت می دهد؟

مثال ۳: بر روی هر جفت از اتوزوم های مگس سرکه نر، دو جفت ژن هتروزیگوس مفروض است:

- ۱- چند تتراد تشکیل می دهد؟
 ۲- حداکثر، چند گامت می تواند تولید کند؟
 ۳- هر سلول زاینده آن در هر بار میوز چند نوع گامت میدهد.
 ۴- اگر در دو جفت کروموزوم آن کراس رخ بدهد چند نوع گامت جدید می دهد.
 ۵- هر سلول زاینده آن بعد از کراسینگ آور چند نوع گامت می دهد.

مثال ۴: ملخ نر در سه جفت کروموزوم اتوزوم خود دارای دو جفت ژن هتروزیگوس است و در دو جفت کروموزوم اتوزوم دیگر دارای یک جفت

ژن هتروزیگوس است و در بقیه کروموزوم اتوزوم آن هموزیگوس هستند:

۱- در مرحله پروفاز I میوز چند تتراد تشکیل می دهد؟

۲- حداکثر چند نوع گامت ایجاد می کند؟

۳- کروموزوم ها به چند حالت در متافاز میوز یک می تواند قرار بگیرند؟

مثال ۵: نخود فرنگی با دانه صاف زرد با گل ارغوانی و غلاف زرد پایه کوتاه

کوتاه غلاف زرد ارغوانی زرد صاف

الف) حداکثر چند نوع گامت می دهد؟

ب) هر سلول خورش چند نوع تخمرا می دهد؟

مثال ۶: افراد حاصل از آمیزش $AAbb \times aaBB$ چند نوع گامت جدید می دهند؟

مثال ۷: فردی دارای ۹ جفت صفت هتروزیگوس است اگر ۳ جفت صفت آن از قانون دوم مندل پیروی نکند. این فرد چند نوع گامت ایجاد می

کند؟ (۱) ۶۴

(۲) ۳۲

(۴) ۸

(۳) ۱۶ ✓

مثال ۸: اگر در سسک ها صفت سیاهی پر نسبت به سفیدی پر غالب، کوچکی منقار با بزرگی منقار رابطه ی غالبیت ناقص و بلندی بال نسبت به کوتاهی بال، صفتی مغلوب باشد، با فرض اتوزومی بودن همه ی صفات، بیشترین تنوع گامت را می توان در دید. (سراسری ۹۰)

- (۱) ماده ی پر سیاه، منقار متوسط و بال کوتاه
 (۲) نر پر سفید، منقار بزرگ و بال بلند
 (۳) نر پر سیاه، منقار متوسط و بال کوتاه
 (۴) ماده ی پر سفید، منقار بزرگ و بال بلند

مثال ۹: به طور معمول فردی که ناقل هموفیلی است و گروه خونی A^+ دارد، در هر بار میوز می سازد. (سراسری ۹۱)

- (۱) یک نوع گامت
 (۲) حداکثر چهار گامت
 (۳) هشت نوع گامت
 (۴) حداقل دو نوع گامت

مثال ۱۰: در چکاوک ماده با عدد کروموزومی $2n=14$ ، چهار جفت از کروموزوم های اتوزومی هموزیگوس می باشند، این پرنده حداکثر توانایی تولید نوع گامت را دارد. (سراسری ۹۱)

- AA BB CC DD Ee
 Ff ZW
 ۱ (۴) ۸ (۳) ۱۲ (۲) ۴ (۱)

مثال ۱۱: بر روی هر جفت از اتوزوم های مرغ یک جفت ژن هتروزیگوس مفروض است چند گامت می تواند تولید کند؟
 جواب: هر جاندار حداکثر 2^n نوع گامت ایجاد می کند. با توجه به اینکه مرغ $2n=78$ است پس 2^{39} نوع گامت میدهد

مثال ۱۲: فردی با ژنوتیپ $AaBbEeFf$ و با عدد کروموزومی $2n=4$ چند نوع گامت می دهد.

- ۲ (۴) ۴ (۳) ۸ (۲) ۱۶ (۱)

جواب: از هر دو راه گانتها را حساب کنید و کمتر را انتخاب کنید. در این سوال $n=2$ است پس 2^2 نوع گامت می دهد.