

پیش نیاز ضروری

* ماده ژنتیک ← کروموزوم‌ها (انتقال از) ← کروموزوم (تقسیم سلولی)

کروموزوم ← تک کروماتیدی (1DNA) / دوکروماتیدی (2DNA) ← همانندسازی



تعداد کروموزوم غیرهمتا هر مجموعه

$n=$ □ □

تعداد مجموعه (جنبه جنبه؟)

تعداد کل کروموزوم‌ها

* تعداد کروموزومی 8

* تعداد کروموزومی انسان ← $2n=46$ (2 مجموعه 23 تایی که هر مجموعه از یک والد به ارث رسیده)

سلول‌های غیرجنسی = اتوزوم = سوماتی ← $2n=46$ ← 44 کروموزوم غیرجنسی / 2 " جنسی

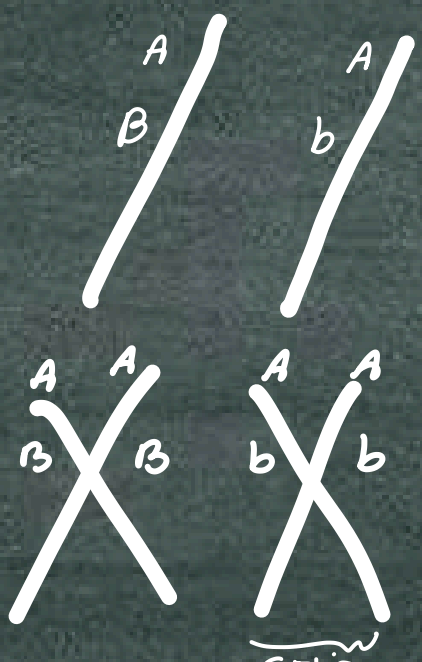
سلول‌های جنسی = گامت ← $n=23$ ← 22 کروموزوم غیرجنسی / 1 " جنسی

انسان

* کروموزوم‌های همتا

* دو صفت A خالص هستند

* دو صفت B ناخالص‌اند.

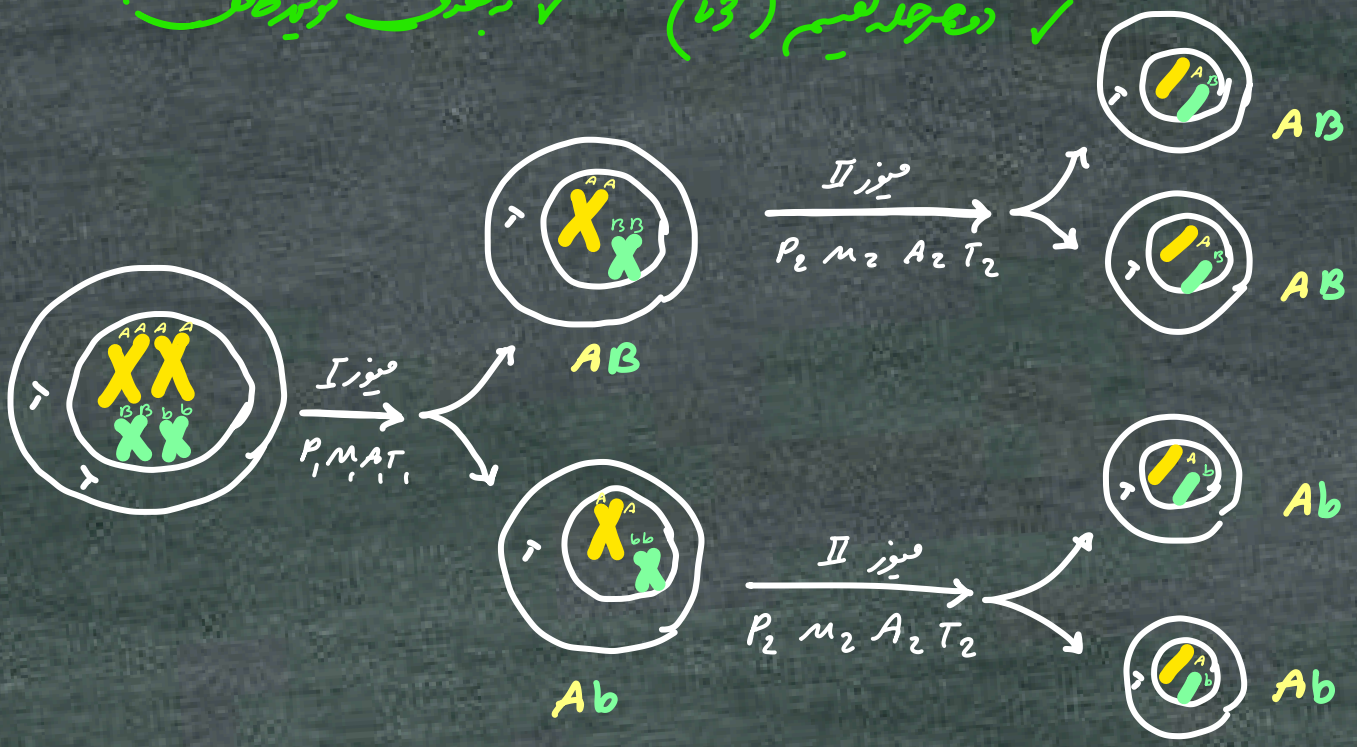


✓ میتوز ← از یک سلول با کروموزوم های مضاعف ، دو هسته با کروموزوم های یکسان ایجاد می کند.



✓ میوز ← از یک هسته زوج به مضاعف چهار هسته با عدد کروموزومی نصف سلول اولیه ایجاد می شود.

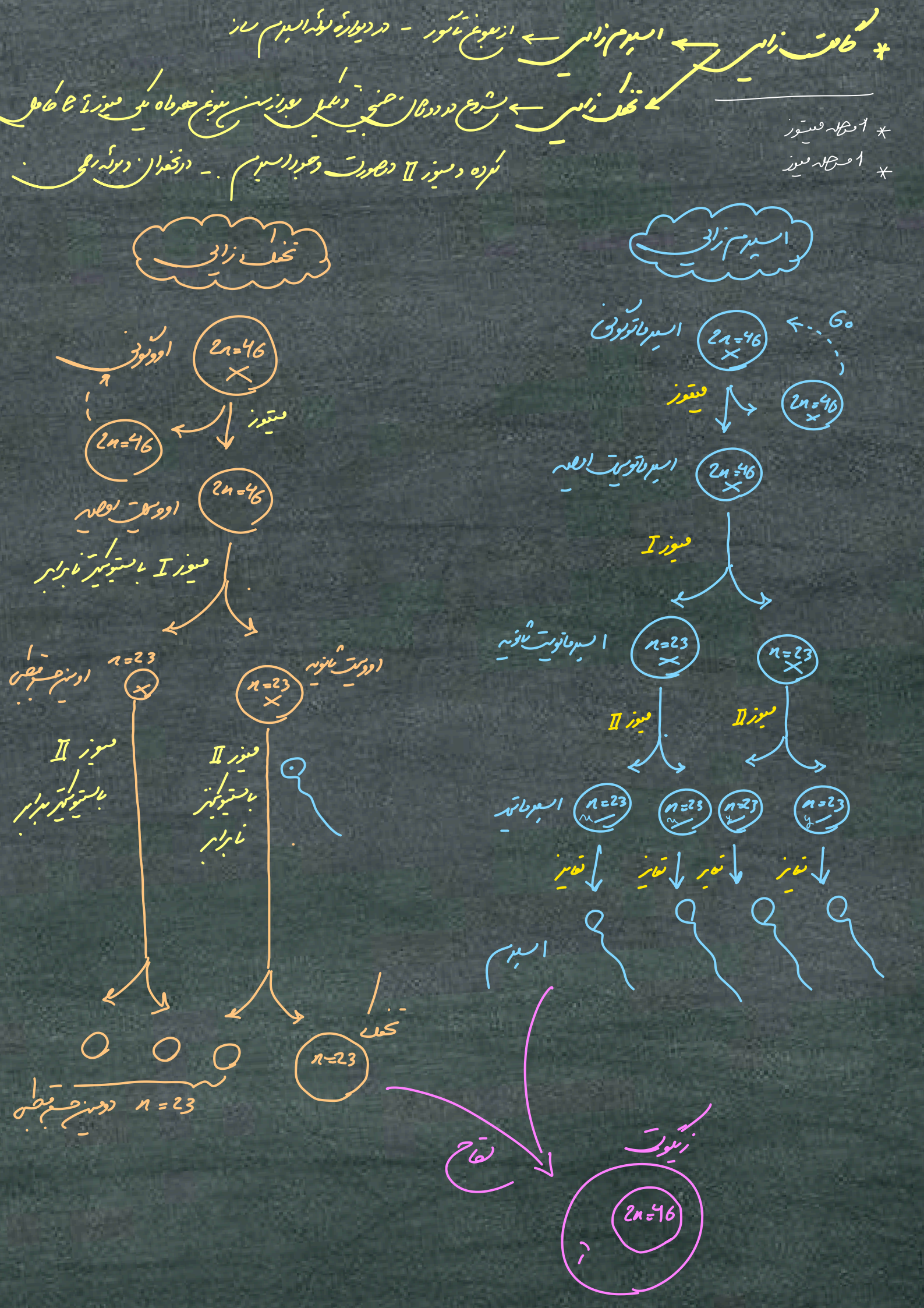
✓ دو مرحله تقسیم (2تا) ✓ به هدف تولید گامت.



* تفاوت زایی ← اسپرم زایی ← از بلوغ تا مرگ - در بیضه توده اسپرم ساز

تخم زایی ← شروع در دوران جنینی و تکمیل بعد از سن بلوغ هر ماه یک اوسیت I و تا مرحله متافاز II در صورت وجود اسپرم - در تخمدان دوره رحمی

* 1 مرحله میوز
* 1 مرحله میوز



«تعاریف»

- **کروماتین** ← ماده‌ی ژنتیک در مرحله اینترفاز که فشردگی اندکی دارد.
- **کروموزوم** ← " در تقسیم سلولی که فشردگی بیشتری دارد.
- **نوکلئوزوم** ← ۸ مولکول هیستون که حدود 2 دور DNA دورش پیچیده.
- **کروماتید** ← هر کروماتید از 1 DNA ساخته شده که کروموزوم یا از 1 کروماتید یا از 2 کروماتید ساخته شده است.
- **هیستون** ← پروتئین ساختاری فشرده‌ی DNA خطی در هسته سلول یوکاریوت.
- **کاریوتیپ** ← تصویری از ماده ژنتیک در بیشترین فشردگی
- **مجموعه کروموزومی** ← تعدادی کروموزوم که همگی با هم متفاوت باشند
- **هاپلوئید (تک‌لاد)** ← سلولی که از یک مجموعه کروموزوم ساخته شده باشد (n)
- **دیپلوئید (دولاد)** ← " " " دو " " (2n)
- **پلی پلوئید (چندلاد)** ← " " چند " "
  - تریپلوئید (3n)
  - تتراپلوئید (4n)
  - پنتاپلوئید (5n)

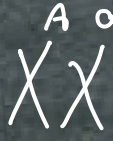
✓ تتراد ← (چهارتایی) که کروموزوم‌ها از طول در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند

✓ سنتیوکینز ← تقسیم سیتوپلاسم

✓ چرخهٔ سلولی ← مراحل زندگی سلول یوکاریوت ← اینترفاز
← تقسیم سلولی

✓ صفحهٔ سلولی ← ساختار نشان‌دهندهٔ تقسیم سلول که بین سانتریول‌ها در سلول جانوری است.

✓ صفحهٔ استوایی ← در مرحلهٔ متافاز کروموزوم‌ها در یک ردیف نامرئی قرار می‌گیرند.

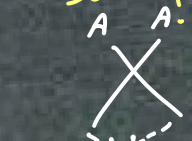


✓ کروموزوم‌های همتا ← کروموزوم‌هایی که در ژن‌ها با صفات یکسانی اطلاعات دارند.



✓ کروموزوم‌های غیرهمتا ← " " " متفاوتی اطلاعات دارند

✓ کروماتیدهای خواهری ← کروماتیدهای سازنده یک کروموزوم همانند از سانترومر هم متصلند.
و دارای اطلاعات یکسان هستند



✓ کروماتیدهای غیرخواهری ← کروماتیدهای دو کروموزوم متفاوت که می‌توانند همتا یا غیرهمتا باشند.

✓ ژن ← بخشی از DNA که اطلاعات سر یک RNA یا پلی‌پپتید خاصی را داشته باشد.

✓ آلل (دگره) ← به ژن‌هایی که نشان‌های مختلف یک صفت را ایجاد می‌کنند و در کروموزوم‌ها جایگاه یکسانی دارند، آلل‌های آن صفت می‌گویند.

✓ **سلول‌های اتوزوم (غیرجنسی)** ← تشخیص سلول‌ها بدن ـ سلول‌هایی که مستقیماً در تولید مثل جنسی نقش ندارند و سایر حاوی کروموزوم جنسی هستند.

✓ **سلول‌های جنسی (گامت)** ← سلول‌هایی که نصف جاصل میوز بوده و مستقیماً در تولید مثل جنسی نقش دارند.

✓ **کروموزوم‌های غیرجنسی** ← کروموزوم‌هایی که مستقیماً در تعیین جنسیت نقش ندارند

✓ **" جنسی** ← کروموزوم‌هایی که مستقیماً در تعیین جنسیت نقش دارند (در انسان دو نوع وجود دارد)

✓ **صفت‌های اتوزوم** ← صفاتی که ژن آنها روی کروموزوم‌های غیرجنسی است و نحوهٔ وراثت آنها در زن و مرد یکسان است. مثل گروه خونی

✓ **" " وابسته به جنس** ← صفاتی که ژن آنها روی کروموزوم‌های جنسی است و نحوهٔ وراثت آنها در زن و مرد متفاوت است ← وابسته به X
وابسته به Y

✓ **صفت** ← ویژگی‌های وراثتی جاندار

✓ **فنوتیپ** ← (رخ نمود) ← شکل ظاهری یا حالت بروز یافته

✓ **ژنوتیپ** ← (ژن نمود) ← ترکیب ژن‌های افراد

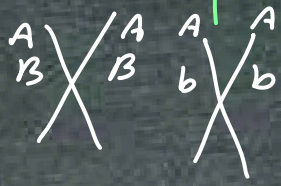
✓ **ناخالص (هتروزیگوت)** ← وضعیتی که در یک صفت این‌ها متفاوت باشد فرد دارای صفت ناخالص (Aa)

✓ **خالص (هموزیگوت)** ← وضعیتی که در یک صفت این‌ها یکسان باشد، فرد دارای صفت خالص (AA)

✓ صفات پیوسته (از نظر ژنتیکی) ← صفاتی که جایگاه ژنی آنها روی کروموزوم‌های غیرجنسی باشد.



✓ صفات پیوسته (از نظر ظاهری) ← صفاتی که جایگاه ژنی آنها روی کروموزوم‌های جنسی باشد.



$\frac{AB}{Ab}$

✓ رابطهٔ غالب و مغلوب ← نوعی رابطهٔ بین ژنی که در صورتی که فرد هر دو ژن را داشته باشد (ناخالص) ژن غالب بروز می‌کند. $A \overset{\curvearrowright}{a}$

✓ رابطهٔ هم‌توانی ← نوعی رابطهٔ بین ژنی که در صورتی که فرد هر دو ژن را داشته باشد هر دو ژن بروز می‌کنند. AB

✓ رابطهٔ غالب ناقص ← نوعی رابطهٔ بین ژنی که در صورتی که فرد هر دو ژن را داشته باشد حدواسط دو ژن بروز می‌کند. RW

✓ خودلقاحی ← در صورت لقاح تخمک و گامت در یک فرد

✓ دگرلقاحی ← " لقاح تخمک و گامت در دو فرد مختلف.

✓ بیماری مغلوب ← بیماری که سلامتی بر بیماری غلبه دارد.

✓ بیماری غالب ← بیماری که بیماری بر سلامتی غلبه دارد.

✓ صفات پیوسته (از نظر فتونیک) ← صفاتی که بین دو فتونیم آستانه‌ای هر فتونیم انعطاف‌پذیر باشند

✓ صفات گسسته (از نظر فتونیک) ← صفاتی که تنها به حالت‌های مشخصی انعطاف بروز داشته باشند

✓ صفات تک‌جایگاهی ← صفاتی که در یک مجموعه کروموزوم 1 جایگاه داشته باشند

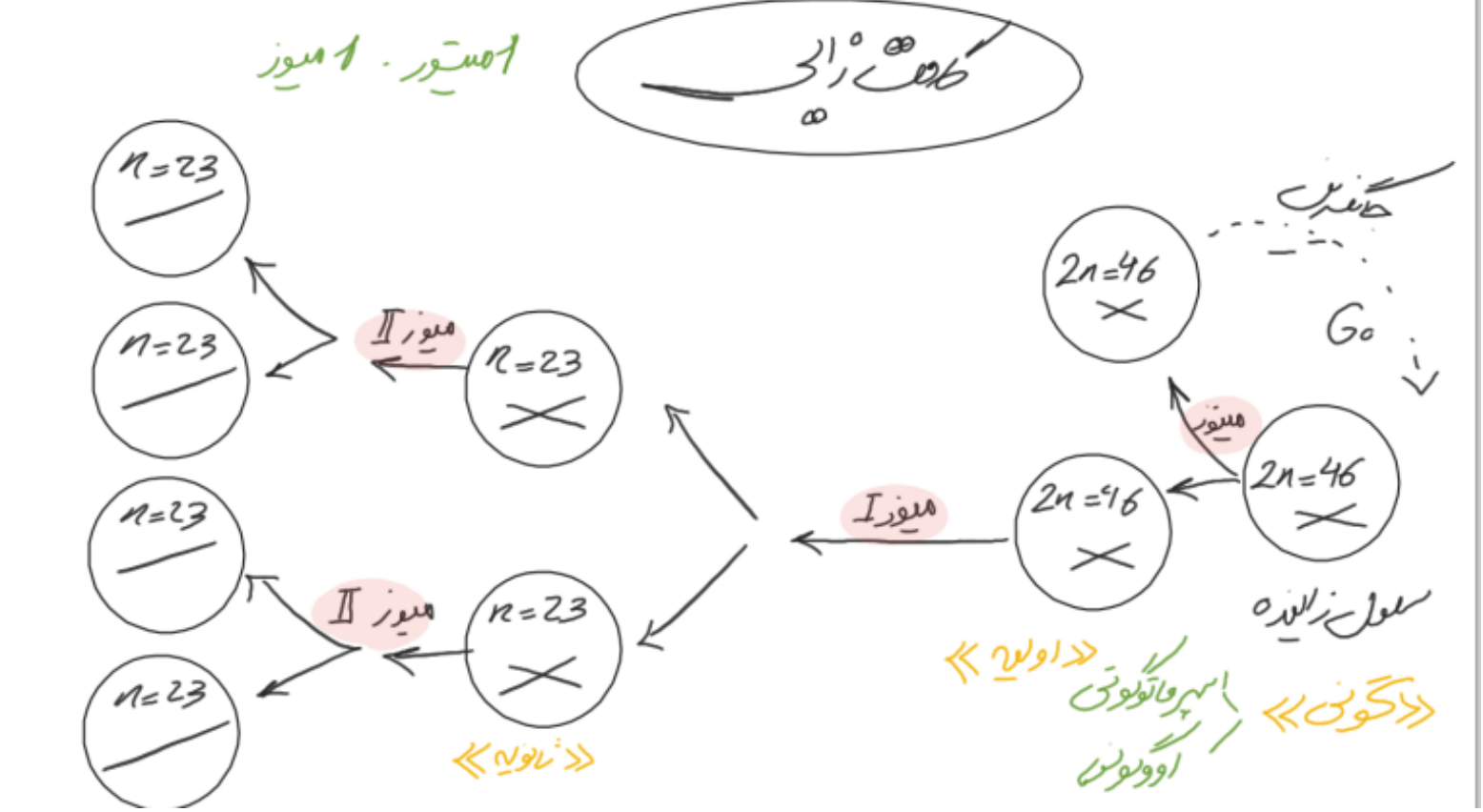
✓ صفات چندجایگاهی ← صفاتی که در یک مجموعه کروموزوم چند جایگاه داشته باشند

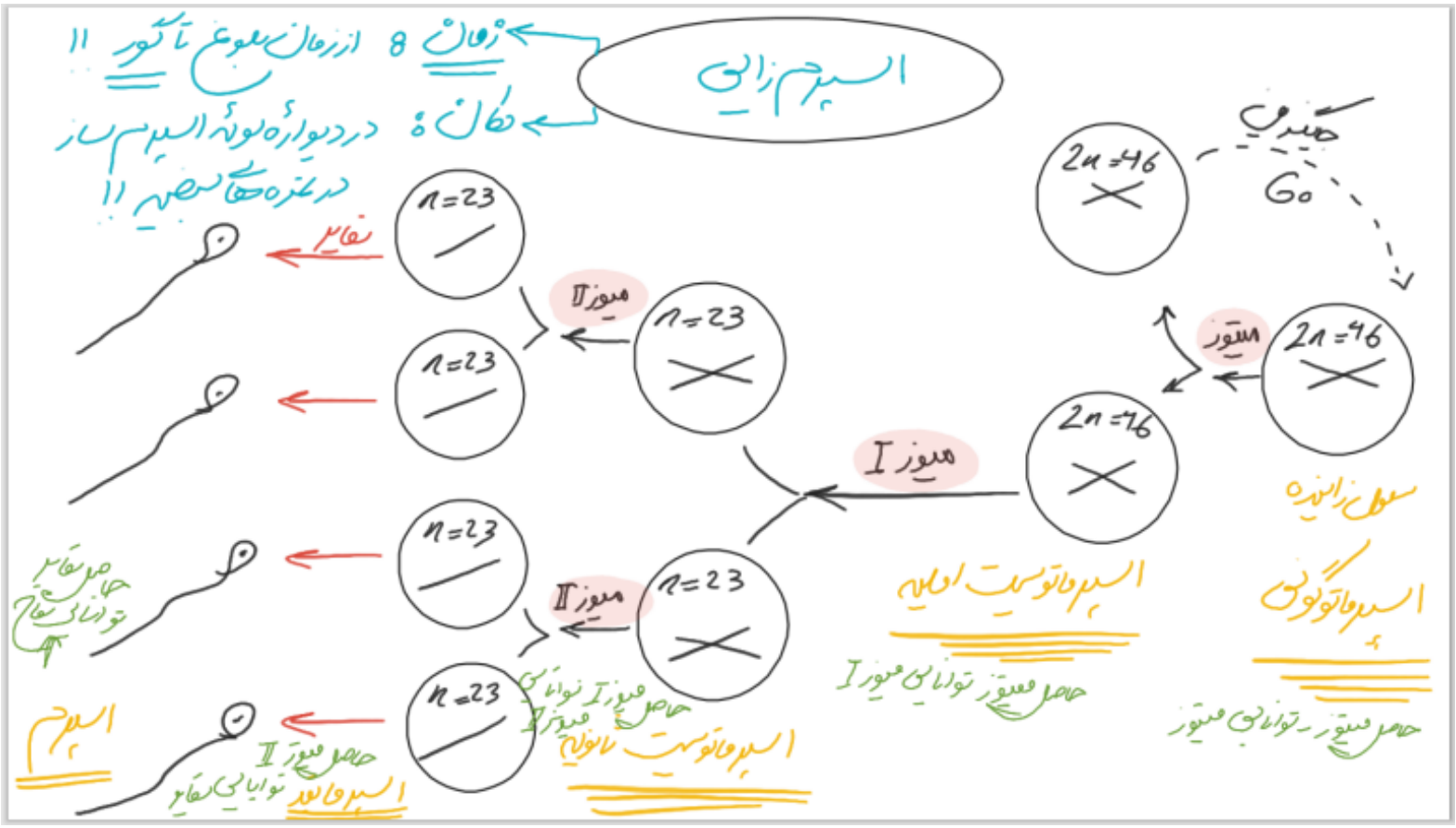
✓ جایگاه ژن ← بخشی از کروموزوم که مربوط به صفت خاصی است و جایگاه‌های
آلل‌ها 1 صفت در کروموزوم‌ها همتا، آلل‌ها یکسان است

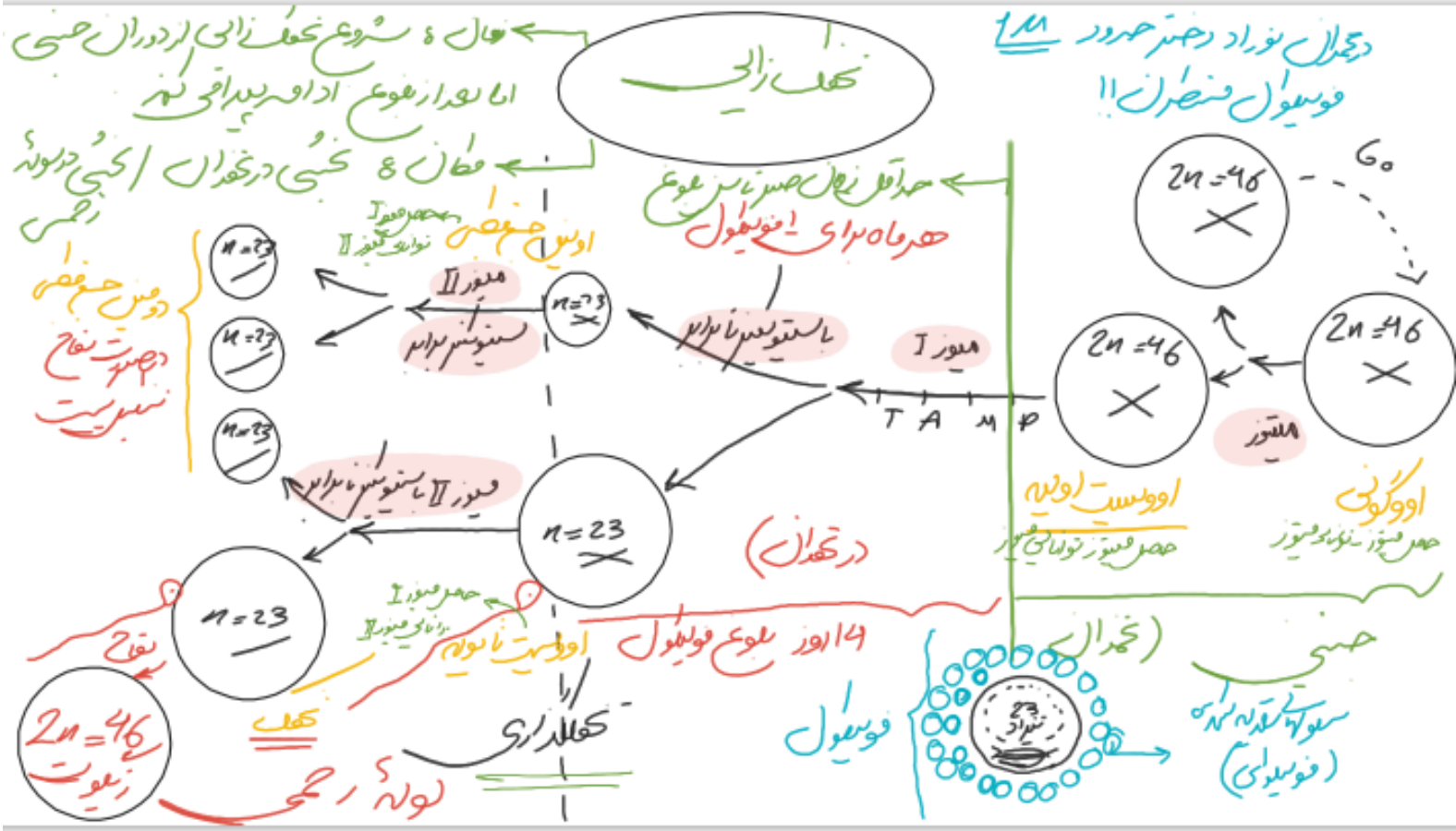
✓ صفات تک‌ژنی ← صفاتی تحت کنترل 1 ژن می‌باشند

✓ صفات چندژنی ← صفاتی که تحت کنترل چند ژن می‌باشند

✓ صفات چندآللی ← صفاتی که در جامعه تحت کنترل چند آلل می‌باشد ولی
هر فرد به تعداد جایگاه‌های خود، آلل دارد.


1 اسپرماتوگونی . 1 میوز
گامت زایی
n=23
n=23
میوز II
n=23
n=23
n=23
میوز II
n=23
n=23
2n=46
جنین
G0
2n=46
میوز
2n=46
میوز I
2n=46
سلول زاینده
«تخمک»
«تخمک ثانویه»
«تخمک اولیه»
اسپرماتوگونی
اووگونیوس


اسپرم زایی
زمان: از زمان بلوغ تا مرگ!!
مکان: در دیوارهٔ لولهٔ اسپرم ساز در بخره های بیضه!!
n=23
n=23
میوز II
n=23
n=23
2n=46
جنین
G0
2n=46
میوز
2n=46
میوز I
2n=46
سلول زاینده
اسپرماتوسیت اولیه
اسپرماتوگونی
حاصل میوز I توانایی میوز I
حاصل میوز توانایی میوز
n=23
n=23
حاصل میوز توانایی تقاوم
میوز II
n=23
حاصل میوز I توانایی میوز II
اسپرماتوسیت ثانویه
اسپرم
حاصل میوز II توانایی تقاوم
اسپرماتید



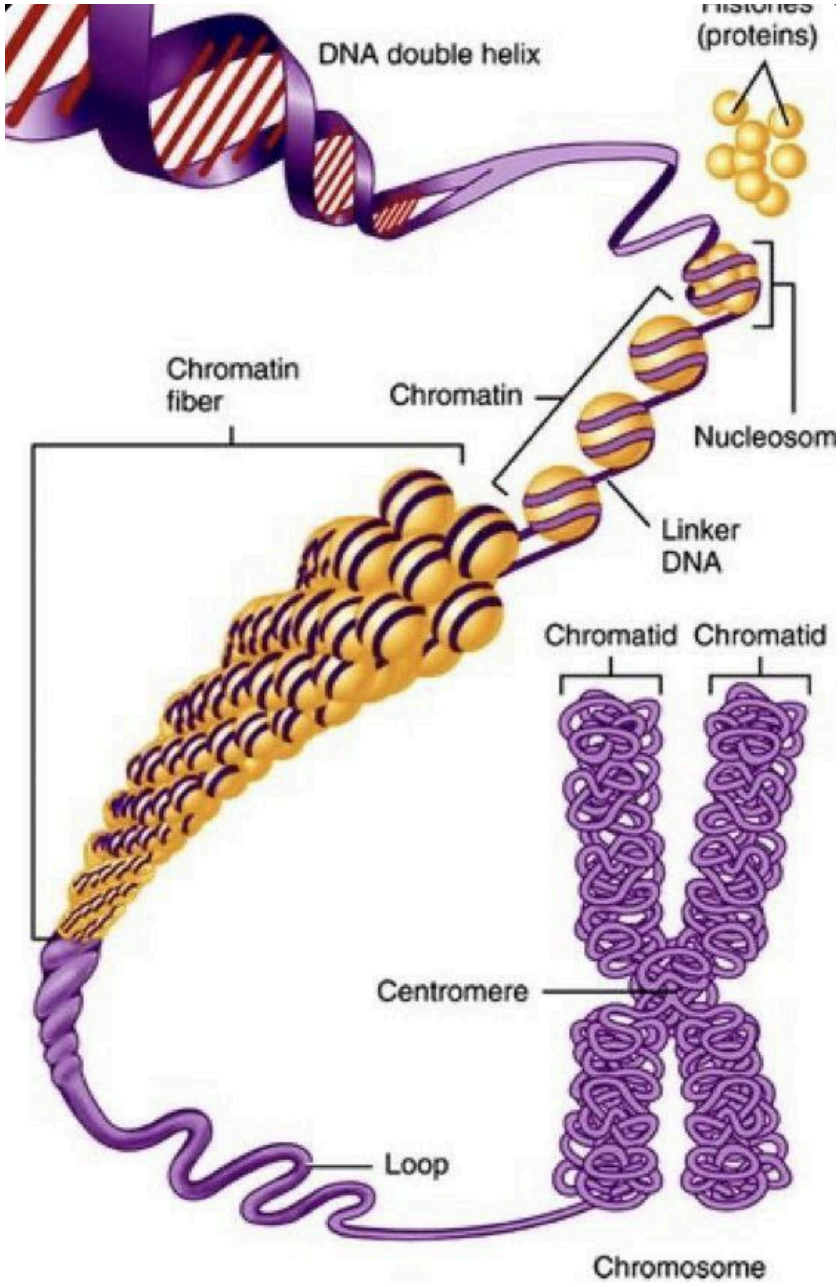


Figure 03.25 Tortora - PAP 12/e



فصل ۳

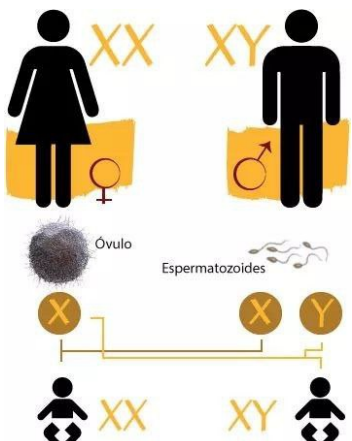
انتقال اطلاعات در نسل ها

شباهت بین فرزندان و والدین، گویای آن است که ویژگی‌های والدین به‌نحوی به فرزندان منتقل می‌شود. همچنین می‌دانیم که در تولیدمثل جنسی ارتباط بین نسل‌ها را گامت‌ها برقرار می‌کنند و ویژگی‌های هر یک از والدین توسط دستورالعمل‌هایی که در دِنای موجود در گامت‌ها قرار دارد، به نسل بعد منتقل می‌شود.

پیش از کشف قوانین وراثت، تصور بر آن بود که صفات فرزندان، آمیخته‌ای از صفات والدین و حد واسطی از آن‌هاست. مثلاً اگر یکی از والدین بلندقد و دیگری کوتاه‌قد باشد، فرزند آنان قدی متوسط خواهد داشت. اما مشاهدات متعدد نشان داد که این تصور درست نیست.

در اواخر قرن نوزدهم، زمانی که هنوز ساختار و عمل دِنا و ژن‌ها معلوم نبود، دانشمندی به‌نام **گریگور مندل**[۱] توانست قوانین بنیادی وراثت را کشف کند. به کمک این قوانین، می‌شد صفات فرزندان را پیش‌بینی کرد. با توجه به شناخت شما از ساختار و عمل دِنا، در این فصل با مفاهیم پایه وراثت به زبان امروزی آشنا می‌شویم.

طرح سؤالات عددی و محاسباتی از مباحث این فصل در همهٔ آزمون‌ها از جمله کنکور سراسری ممنوع است.



۱- Gregor Mendel

گفتار ۱ مفاهیم پایه

هر یک از ما ویژگی‌هایی داریم که ما را با آنها می‌شناسند. بعضی از این ویژگی‌ها را از والدین خود دریافت کرده‌ایم؛ مثل رنگ چشم، رنگ مو یا گروه خونی. ویژگی‌هایی را هم می‌شناسیم که ارثی نیستند؛ مثل تیره‌شدن رنگ پوست که به علت قرارگرفتن در معرض آفتاب ایجاد شده است.

در علم ژن‌شناسی، ویژگی‌های ارثی جانداران را **صفت** می‌نامند (شکل ۱). **ژن‌شناسی**، شاخه‌ای از زیست‌شناسی است که به چگونگی وراثت صفات از نسلی به نسل دیگر می‌پردازد.



شکل ۱ـ هر یک از افراد جمعیت، ویژگی‌هایی دارد که ممکن است این ویژگی‌ها به نسل بعد منتقل شوند.

هر یک از صفاتی که نام بردیم به شکل‌های مختلفی دیده می‌شوند. مثلاً رنگ چشم ممکن است به رنگ مشکی، قهوه‌ای، سبز یا آبی باشد. یا حالت مو ممکن است به شکل صاف، موج‌دار یا فر دیده شود. به انواع مختلف یک صفت، **شکل**‌های آن صفت می‌گویند.

بیشتر بدانید

Rh برگرفته از نام میمونی به نام رزوس (Rhesus) است. این گروه خونی ابتدا در این میمون کشف و Rh نامیده شد.



گروه‌های خونی

آیا شما گروه خونی خود را می‌دانید؟ آیا می‌دانید منظور از گروه خونی مثلاً A^+ چیست؟ وقتی می‌گویند گروه خونی شخصی A^+ است در واقع «دو» گروه خونی را برای او مشخص کرده‌اند. یکی گروه خونی معروف به **ABO** و دیگری گروه خونی ای به نام **Rh**. در ادامه این دو گروه خونی را بررسی می‌کنیم. توضیح Rh ساده‌تر است و با آن آغاز می‌کنیم.

گروه خونی Rh: گروه خونی Rh بر اساس بودن یا نبودن پروتئینی است که در غشای گویچه‌های قرمز جای دارد و پروتئین D نامیده می‌شود. اگر این پروتئین وجود داشته باشد، گروه خونی Rh مثبت است و اگر وجود نداشته باشد گروه خونی Rh منفی خواهد شد (شکل ۲).

مقایسهٔ گروه‌های خونی Rh و ABO

نوع گروه خونی	گروه خونی Rh		گروه خونی ABO		
اساس تقسیم‌بندی	بودن یا نبودن پروتئین D بر روی غشای گویچه‌های قرمز		بودن یا نبودن کربوهیدرات‌های A و B در غشای گویچه‌های قرمز		
ژن مربوط به آن، در کدام فام‌تن است؟	فام‌تن شمارهٔ ۱		فام‌تن شمارهٔ ۹		
انواع الل‌های آن	d (نهفته)	D (بارز)	(I^B) B	(I^A) A	(i) O

رابطهٔ بین الل‌ها

۱) غالب مغلوب

* در آن از دو حرف بزرگ و کوچک استفاده می‌شود.
* حرف بزرگ: الل غالب * حرف کوچک: الل مغلوب
* فرد ناخالص در این صفت، الل غالب خودش را نشان می‌دهد.

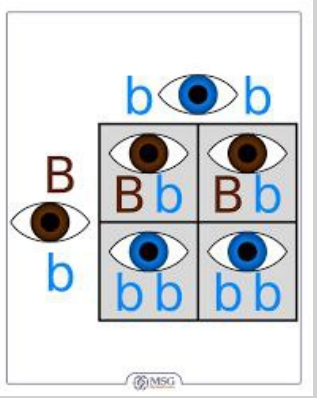
مثال ← RH - رنگ چشم

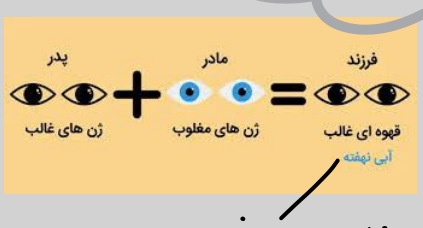
b الل رنگ چشم آبی B = الل رنگ چشم قهوه‌ای

	ژنوتیپ	فنوتیپ
خالص غالب	BB	B
ناخالص	Bb	B
	bB	B
خالص مغلوب	bb	b
	↓	↓
	3 نوع	2 نوع

✓ همهٔ افراد غالب الزاماً خالص نیستند.
✓ همهٔ افراد مغلوب الزاماً خالصند.
✓ همهٔ افراد غالب الزاماً ناخالص نیستند.
✓ همهٔ افراد ناخالص الزاماً غالبند.

خالص/ناخالص ← از روی ژنوتیپ مشخص می‌شوند
غالب/مغلوب ← از روی فنوتیپ مشخص می‌شوند





2- غالب ناقص

* جهت نشون دادن الل‌ها از دو حرف بزرگ استفاده می‌کنیم
* فرد ناخالص در این صفت، حدوسط دو الل دیگه خودشو نشون می‌دهد.

مثال: حالت مو - رنگ گلبرگ گل میمونی
W سفید R قرمز → رنگ گلبرگ گل میمونی

	ژنوتیپ	فنوتیپ
قرمز	RR	R
صورتی	RW WR	RW
سفید	WW	W
	↓	↓
	3 نوع	3 نوع

S وضعف F وضعف → حالت مو

	ژنوتیپ	فنوتیپ
وضعف	FF	F
وضعف حالت دار	FS SF	FS
وضعف	SS	S
	↓	↓
	3 نوع	3 نوع

3- هم توانی

* هم به نشان دادن این حالت از 2 حرف بزرگ استفاده می‌کنیم
* فرد ناخالص در این صفات، هر دو الل را بروز می‌دهد.

مثال ← گاو هلشتاین AB - اسب ابرش

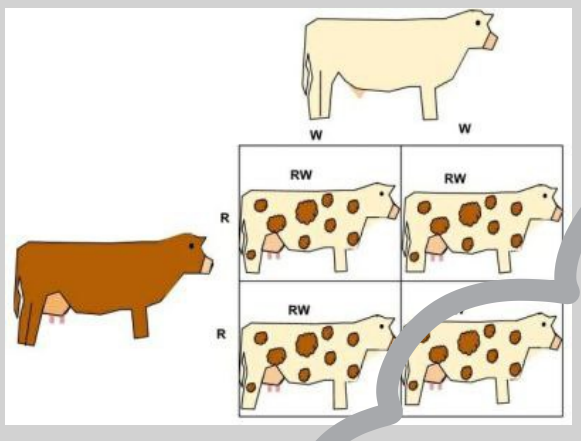
گاو هلشتاین BB → B
" AA → A
" AB → AB

W: سفید B: قرمز → اسب ابرش

اسب قرمز BB → B خالص

اسب ابرش BW → BW / WB ناخالص

اسب سفید WW → W خالص

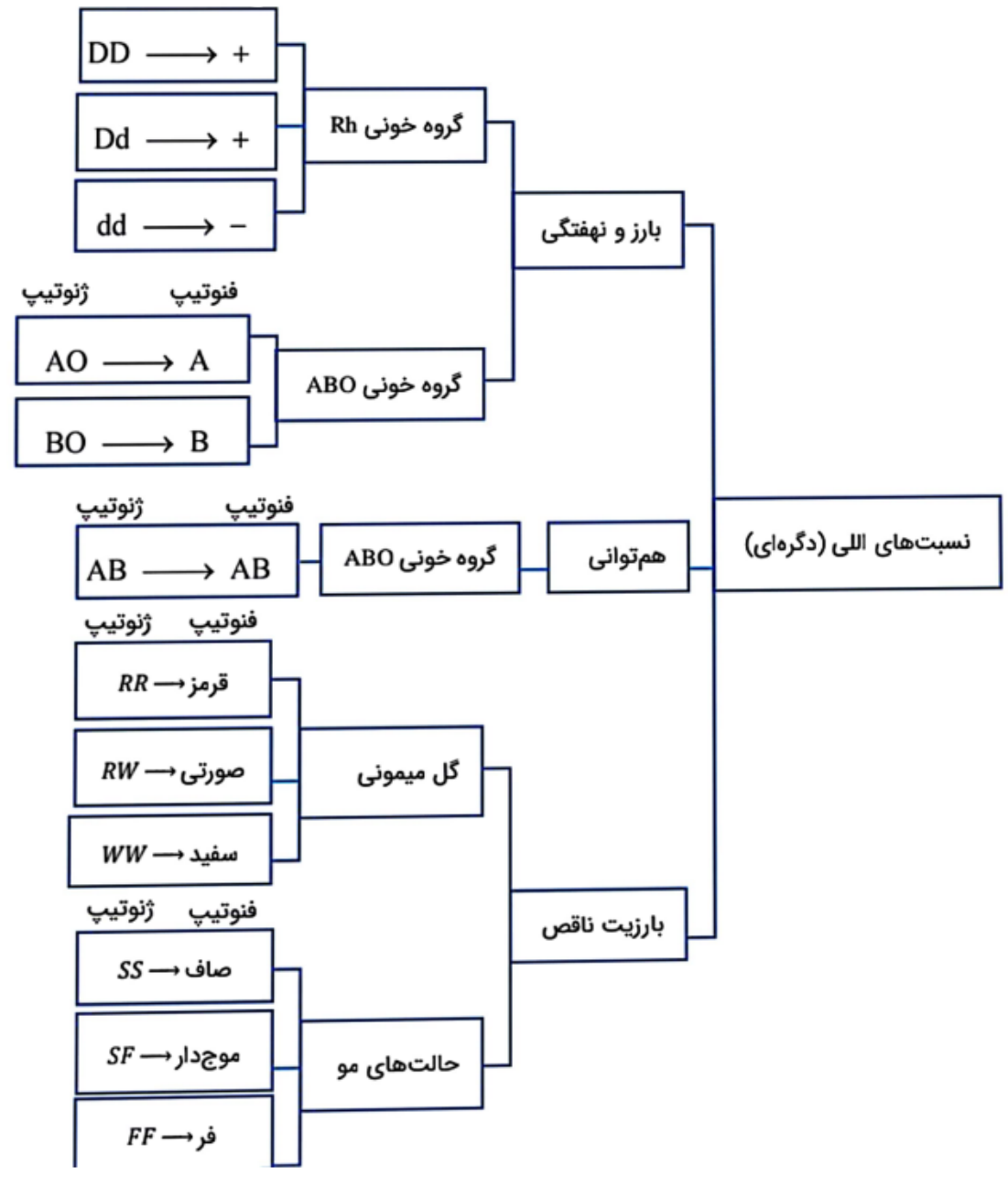


اهمیت خانه‌ی سوم این حالت صفت در خصوص قدرت فرد ناخالص در این صفات الل

* غالب و مغلوبی ← بروز اثر غالب
* غالب ناقص ← بروز حد وسط
* هم توانی ← بروز هر دو الل

BLOOD TYPES BABY

Mother's blood type \ Father's blood type	A	B	AB	O
A	A, O	A, B, AB, O	A, B, AB	A, O
B	A, B, AB, O	B, O	A, B, AB	B, O
AB	A, B, AB	A, B, AB	A, B, AB	A, B
O	A, O	B, O	A, B	O



روابط بین اللی	
وجود یکی از دگره‌ها اثر بروز دگرهٔ دیگر را می‌پوشاند.	بارز و نهفتگی
در حالت ناخالص، رخ‌نمود حاصل با محصول هر یک از ژن‌نمودهای دیگر متفاوت است.	هم‌توانی بارزیت ناقص
تعداد رخ‌نمودهای ممکن (فارغ از تأثیر محیط) برابر تعداد ژن‌نمودهاست.	هم‌توانی بارزیت ناقص
در یکی از رخ‌نمودها حد واسط حالت‌های خالص دیده می‌شود.	بارزیت ناقص
تعداد ژن‌نمودهای ممکن (فارغ از تأثیر محیط) بیشتر از رخ‌نمود است.	بارز و نهفتگی
هر رخ‌نمود، ژن‌نمود مخصوص به خود را دارد.	هم‌توانی بارزیت ناقص
در ژن‌های مربوط به گروه‌های خونی اصلی انسان دیده می‌شود.	هم‌توان (AB) بارز و نهفتگی (BO و AO + Dd)

✓ در فرد ○ سطح RBC ، کربوهیدرات می‌تواند وجود داشته باشد ولی نه کربوهیدرات A و B .

✓ " " RH− " " Pro " " D .

* فرد با گروه خونی O ⟵ همه خالص ، 1 نوع ژنوتیپ داره .

* " " AB ⟵ " ناخالص ، 1 نوع ژنوتیپ داره .

* فرد با گروه خونی A ⟵ 2 نوع ژنوتیپ احتمالی داره
  - AA خالص
  - AO ناخالص

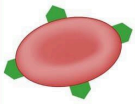
* " " B ⟵ " " "
  - BB خالص
  - BO ناخالص

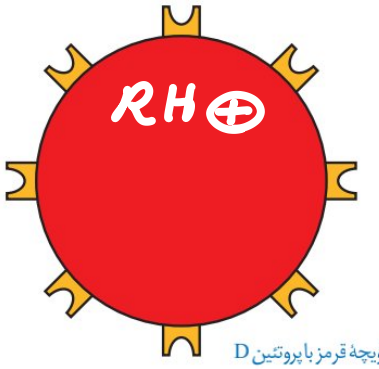
* فرد با گروه خونی ⊕ ⟵ 2 نوع ژنوتیپ احتمالی داره
  - DD خالص
  - Dd ناخالص

* " " ⊖ ⟵ 1 نوع " " " " dd خالص

AB , O : Min ژنوتیپ احتمالی

B , A : Max ژنوتیپ احتمالی

گروه خونی/ فنوتیپ	Rhesus +	Rhesus -
گروه خونی/ ژنوتیپ	DD, Dd	dd
آنتی‌ژن‌ها		
آنتی‌بادی‌ها (بعد از حساس‌سازی)	هیچ‌کدام	 Anti-D



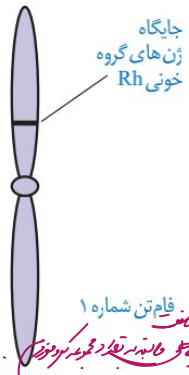
گویچهٔ قرمز با پروتئین D — گویچهٔ قرمز بدون پروتئین D

شکل ۲ـ مبنای گروه خونی Rh

پروتئین D

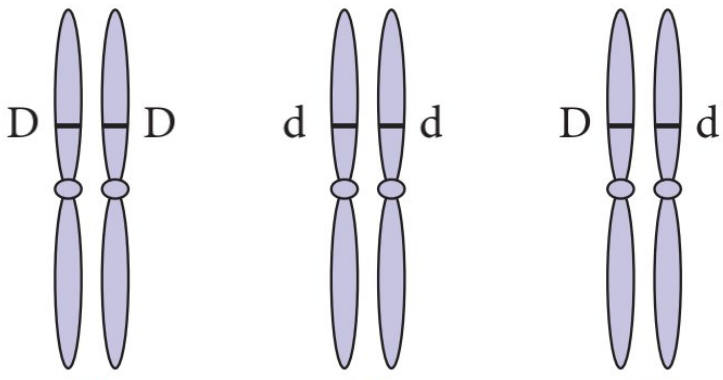
بود و نبود پروتئین D به نوعی ژن بستگی دارد. دو ژن در ارتباط با این پروتئین، در میان مردم دیده می‌شود. ژنی که می تواند پروتئین D را بسازد و ژنی که نمی‌تواند پروتئین D را بسازد. این دو ژن را به ترتیب **D** و **d** می نامیم.

D و d جایگاه یکسانی در فام‌تن شمارهٔ ۱ دارند. توجه داشته باشید که هر فام‌تن شماره ۱ در این جایگاه ژن D یا d را دارد و نه هر دو را. به این جایگاه از فام‌تن شماره ۱، **جایگاه ژن‌های Rh** می گویند (شکل ۳).



شکل ۳ـ جایگاه ژن‌های Rh

D و d که شکل‌های مختلف صفت Rh را تعیین می کنند و هر دو جایگاه ژنی یکسانی دارند: **دگرهٔ** (**اِل**) هم هستند. از آنجا که هر یک از ما دو فام‌تن ۱ داریم، پس دو دگره هم برای Rh داریم. بنابراین ممکن است هر دو فام‌تن شمارهٔ ۱، D یا هر دو d را داشته باشند. در این صورت می گویند فرد برای این صفت **خالص** است. اما اگر یک فام‌تن D و دیگری d را داشته باشد می‌گویند فرد برای این صفت، **ناخالص** است (شکل ۴).



شکل ۴ـ ژن‌نمودهای خالص و ناخالص

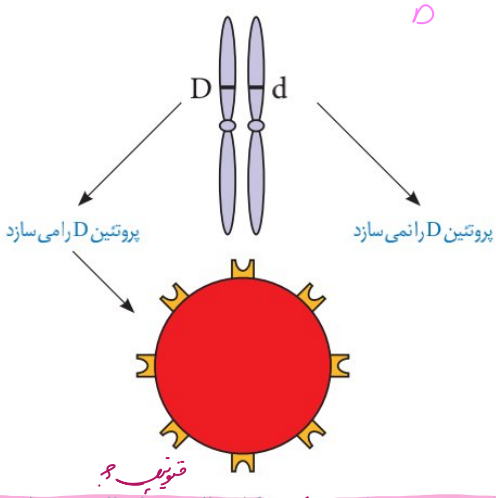
گروه خونی فردی که DD است، مثبت و گروه خونی فرد dd، منفی است. اما گروه خونی فردی که Dd است؛ چگونه می شود؟ برای پاسخ به این سؤال باید رابطهٔ بین این دو دگره را دانست.

مشاهدات نشان می‌دهند که افراد ناخالص، گروه خونی مثبت را خواهند داشت. بنابراین اگر دو دگرهٔ D و d کنار هم قرار بگیرند، این دگره D است که بروز می کند. در چنین حالتی گفته می‌شود که دگره D **بارز** و دگرهٔ d **نهفته** است و بین دگره‌ها رابطهٔ **بارز و نهفتگی** برقرار است. طبق قرارداد، دگره بارز را با حرف بزرگ و دگرهٔ نهفته را با حرف کوچک آن نشان می‌دهیم.

مقایسهٔ گروه خونی Rh و ABO

نوع گروه خونی	گروه خونی Rh		گروه خونی ABO		
اساس	بودن یا نبودن پروتئین D در غشای گویچه‌های قرمز		بودن یا نبودن کربوهیدرات‌های A و B در غشای گویچه‌های قرمز		
جایگاه ژن	کروموزوم شمارهٔ ۱		کروموزوم شمارهٔ ۹		
الل‌ها	d	D	I^B (B)	I^A (A)	(i) O
محصول الل‌ها	✗	پروتئین D	آنزیم اضافه‌کنندهٔ کربوهیدرات B	آنزیم اضافه‌کنندهٔ کربوهیدرات A	✗
رابطهٔ بین الل‌ها	D بارز و d نهفته است.		A و B هم‌توان و نسبت به O بارز هستند و O، نهفته می‌باشد.		
انواع ژنوتیپ‌ها	dd	Dd	DD	AB	BO	BB	AO	AA	OO
فنوتیپ (گروه خونی)	منفی	مثبت		AB	B		A		O

توضیح علت رابطهٔ بارز و نهفتگی دگره‌های گروه خونی Rh کار آسانی است. داشتن تنها یک دگره D کافی است تا در غشای گویچه‌های قرمز پروتئین D مشاهده شود به همین علت، گروه خونی فردی که برای این صفت ناخالص است، مثبت خواهد شد (شکل ۵).



شکل ۵ ـ توضیح رابطهٔ بارز و نهفتگی بین دگره‌های گروه خونی Rh

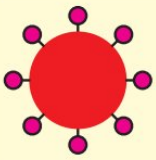
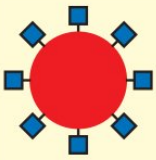
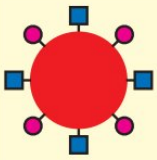
(ترکیب دگره‌ها را در فرد، **ژن‌نمود** (ژنوتیپ) و شکل ظاهری یا حالت بروز یافته صفت را **رخ‌نمود** (فنوتیپ) می‌نامیم. جدول ۱ انواع ژن‌نمود و رخ‌نمود را درمورد این گروه خونی نشان می‌دهد.

ژن‌نمود	رخ‌نمود
DD	گروه خونی +
Dd	گروه خونی +
dd	گروه خونی -

جدول ۱ ـ انواع ژن‌نمود و رخ‌نمود گروه خونی Rh

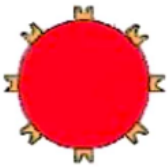
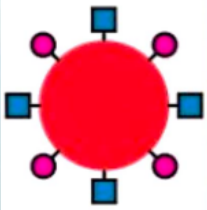
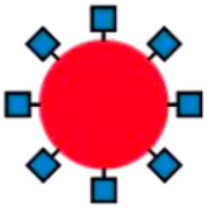
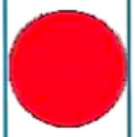
نوع دیگری از رابطهٔ بین دگره‌ها را در صفت گروه خونی ABO می‌توانیم ببینیم.

گروه خونی ABO: در گروه خونی ABO خون به چهار گروه A، B، AB و O گروه‌بندی می‌شود. این گروه‌بندی بر مبنای بودن یا نبودن دو نوع کربوهیدرات به نام‌های A و B در غشای گویچه‌های قرمز است (شکل ۶).

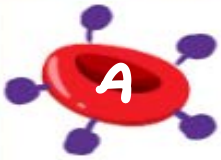
	گروه خونی A	گروه خونی B	گروه خونی AB	گروه خونی O
گویچه قرمز				
نوع کربوهیدرات گویچه قرمز	A	B	A و B	هیچ‌کدام

شکل ۶ ـ مبنای گروه خونی ABO

برای گروه خونی ABO چه دگره‌هایی وجود دارد؟ اضافه شدن کربوهیدرات‌های A و B به غشای گلبول قرمز، یک واکنش آنزیمی است. دو نوع آنزیم وجود دارد. یکی آنزیم A، که کربوهیدرات A را به

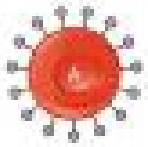
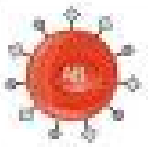
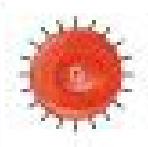
مقایسهٔ گروه‌های خونی Rh و ABO									
نوع گروه خونی	گروه خونی Rh			گروه خونی ABO					
رابطهٔ بین الل‌ها	بارز و نهفتگی			هم‌توانی (بین الل‌های A و B) و بارز و نهفتگی (بین الل‌های A و B با O)					
پروتئین ایجادشده از بیان‌شدن الل	پروتئین D از بیان‌شدن الل D			• آنزیم اضافه‌کنندهٔ کربوهیدرات B به غشای یاخته‌ها، حاصل از بیان الل B • آنزیم اضافه‌کنندهٔ کربوهیدرات A به غشای یاخته‌ها، حاصل از بیان الل A					
انواع ژنوتیپ‌ها	dd	Dd	DD	AB	BO	BB	AO	AA	OO
نوع ژنوتیپ‌ها	خالص	ناخالص	خالص	ناخالص	ناخالص	خالص	ناخالص	خالص	خالص
فنوتیپ (گروه خونی)	منفی	مثبت		AB	B		A		O
شکل گویچهٔ قرمز مربوط به فنوتیپ									

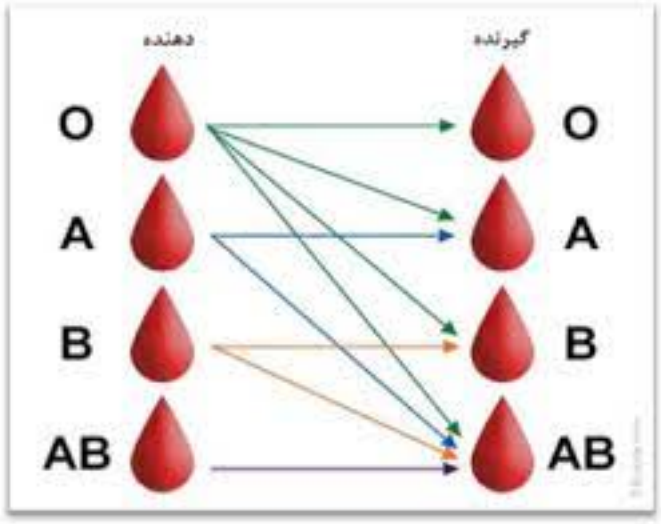
Name	اول	Pro	نوع Pro	پروتئین	نوع کربوهیدرات
A	✓	✓	آنزیمی	✓	غشایی
B	✓	✓		✓	غشایی
O	✓	✗	✗	✗	✗
D	✓	✓	غشایی	✗	✗
d	✓	✗	✗	✗	✗

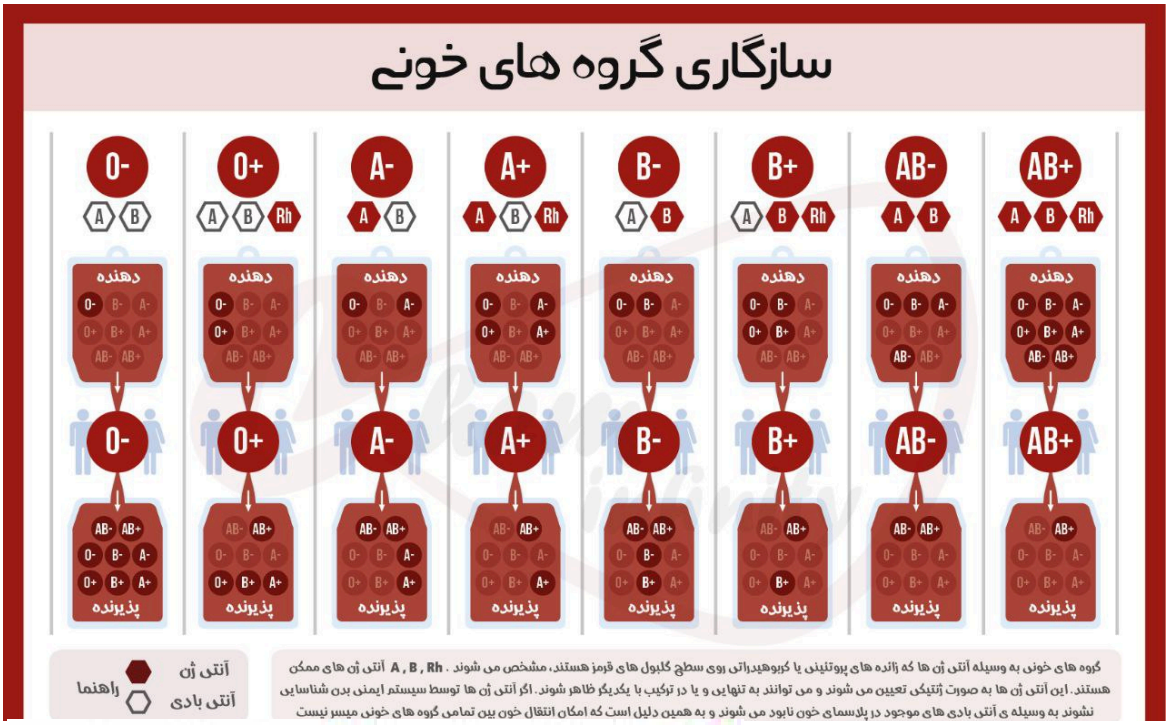
کروموزوم ۹	ژنوتیپ	فنوتیپ	محصول ژن	اثر آنتی‌ژنی	RBC
$X^{A}X^{A}$	AA خالص	A	رونویسی از ژن A ترجمه از mRNA حاصل و تولید pro آنتی‌ژن A	اتصال کربوهیدرات A به سطح RBC	
$X^{A}X^{O}$	AO ناخالص				
$X^{B}X^{B}$	BB خالص	B	رونویسی از ژن B ترجمه mRNA حاصل و تولید pro آنتی‌ژن B	اتصال کربوهیدرات B به سطح RBC	
$X^{B}X^{O}$	BO ناخالص				
$X^{A}X^{B}$	AB خالص	AB	رونویسی از ژن A و B ترجمه از mRNA حاصل و تولید pro آنتی‌ژن A و B	اتصال هر دو نوع کربوهیدرات A و B به سطح RBC	
$X^{O}X^{O}$	OO خالص	O	عدم بیان ژن	عدم اتصال کربوهیدرات گروه خونی به سطح RBC	

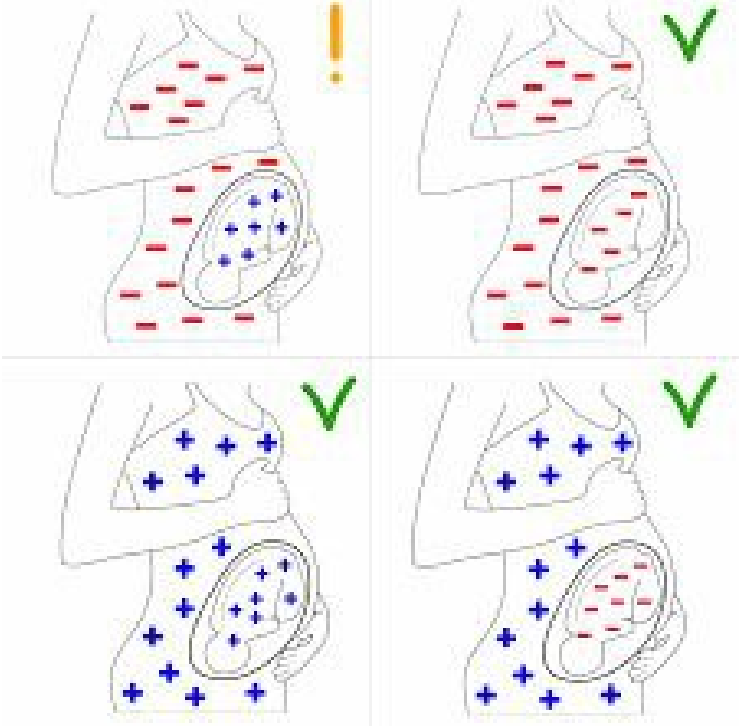
کروموزوم ۱	ژنوتیپ	فنوتیپ	محصول ژن	اثر	RBC
$X^{D}X^{D}$	DD	D	رونویسی از ژن D ترجمه mRNA حاصل و نشاندار شدن آن در دستگاه گلژی	اتصال D pro به سطح RBC	
$X^{D}X^{d}$	Dd				
$X^{d}X^{O}$					
$X^{d}X^{d}$	dd	d	عدم بیان ژن D	عدم اتصال D pro به سطح RBC	

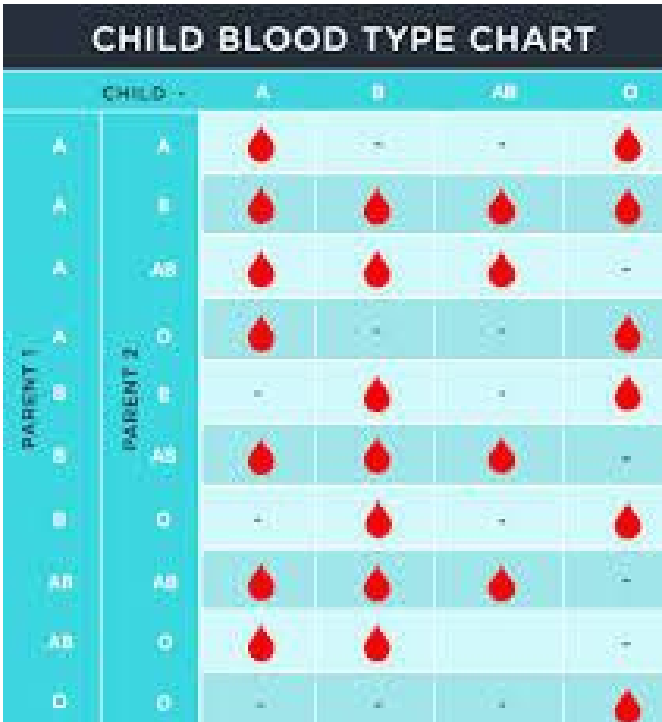
گروه خونی

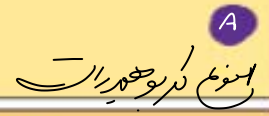
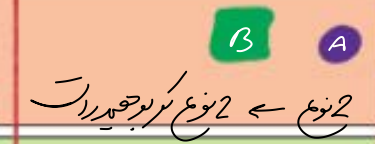
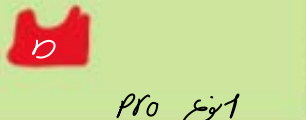
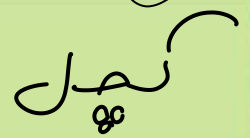
	A	B	AB	O
انواع گلبول قرمز				
آنتی‌بادی در پلاسما	 آنتی بادی B	 آنتی بادی A	هیچ یک	 آنتی‌بادی‌های A و B
آنتیژن در گلبول	 آنتیژن A	 آنتی ژن B	 آنتیژن‌های A و B	هیچ یک
تعدده انتقال خون در شرایط اضطراری	A, O	B, O	گروه خونی AB (گیرنده جهانی است از تمامی گروه‌های خونی)	گروه خونی O (اهداکننده جهانی است)









تعداد ژنوتیپ احتمالی	RBC	انواع Ag های RBC	آنچه رخ می دهد	ژنوتیپ RH	گروه خونی RH	ژنوتیپ ABO	گروه خونی ABO
4 نوع				DD / Dd	+	AA / AO	A
2				dd	-	AA / AO	A
4				DD / Dd	+	BB / BO	B
2				dd	-	BB / BO	B
2				DD / Dd	+	AB	AB
1				dd	-	AB	AB
2				DD / Dd	+	OO	O
1				dd	-	OO	O

گیرنده خونی ABO / فرد دهنده خونی	A	B	AB	O
A	✓	نخیر	نخیر	✓
B	نخیر	✓	نخیر	✓
AB	✓	✓	✓	✓
O	نخیر	نخیر	نخیر	✓

گیرنده‌های بیگانه در جسم نمی‌توانند وارد خون بشوند و در صورت ورود خون با گیرنده‌های بیگانه، خون فرد دریافت کننده لخته می‌شود.

* فرد AB از همه انواع گروه خونی می‌تواند خون دریافت کند و فقط به فرد AB می‌تواند خون بدهد.

* فرد O به همه گروه خونی‌ها می‌تواند خون بدهد ولی فقط از O می‌تواند خون بگیرد.

گیرنده خونی RH / فرد دهنده خونی	RH^+	RH^-
RH^+	✓	✓
RH^-	بادتن ضد RH تولید شده و بار دوم خون لخته می‌شود.	✓

اگر فرد RH^- صاحب فرزند RH^+ شود.

در صورت ورود Prod به بدن فرد RH^- برای بار اول در بدن فرد بادتن ضد RH تولید می‌شود و در صورت ورود مجدد Prod فرد خونش لخته می‌شود.

ورود Prod به بدن فردی که فاقد Prod است منجر به مرگ نمی‌شود ولی ورود این Prod به بدن فردی که حاوی بادتن ضد RH است منجر به مرگ می‌شود.

AB^-	AB^+	O^-	O^+	B^-	B^+	A^-	A^+	خون دریافت‌کننده / خون دریافتی
								A^+
								A^-
								B^+
								B^-
								O^+
								O^-
								AB^+
								AB^-

غشا اضافه می‌کند و دیگری آنزیم B، که کربوهیدرات B را اضافه می‌کند. اگر هیچ یک از این دو آنزیم وجود نداشته باشند، آن‌گاه هیچ کربوهیدراتی اضافه نخواهد شد. بنابراین برای این صفت، سه دگره وجود دارد. دگره‌ای که آنزیم A را می‌سازد، دگره‌ای که آنزیم B را می‌سازد و دگره‌ای که هیچ آنزیمی نمی‌سازد.

جایگاه ژن‌های گروه خونی ABO در فام‌تن شمارهٔ ۹ است.

برای سادگی، این سه دگره را به ترتیب A، B و O می‌نامیم. در اینجا تشخیص رخ‌نمود برای ژن‌نمودهای خالص AA، BB یا OO آسان است: گروه خونی به‌ترتیب A، B یا O می‌شود. اما، رخ‌نمود ژن‌نمودهای ناخالص چیست؟ رابطهٔ بارز و نهفتگی بین دگره‌ها چگونه است؟

ژن‌نمودهای ناخالص برای این دگره‌ها عبارت‌اند از AO، BO و AB. آیا می‌توانید حدس بزنید گروه خونی فردی که AO است چیست؟ دگره A آنزیم A را می‌سازد اما دگره O هیچ آنزیمی نمی‌سازد. پس گروه خونی این فرد A خواهد شد. به همین علت گفته می‌شود A نسبت به O بارز است. همین استدلال را می‌توان برای ژن‌نمود BO به کار برد. دگره B نیز نسبت به دگره O بارز است. در ژن‌نمود AB هر دو آنزیم ساخته می‌شوند و به همین علت گلبول قرمز هر دو کربوهیدرات A و B را خواهد داشت. در اینجا رابطه بین دگره A و B، از نوع بارز و نهفتگی نیست. چنین رابطه‌ای را **هم‌توانی** می‌نامیم و می‌گوییم دگره‌های A و B نسبت به یکدیگر **هم‌توان** هستند. در هم‌توانی، اثر دگره‌ها، همراه با هم ظاهر می‌شود.

ژن‌شناسان دگره‌های A، B و O را به ترتیب با I^A، I^B و i نشان می‌دهند. این نوع نام‌گذاری به روشنی نشان می‌دهد که دگره I^A و I^B نسبت به یکدیگر هم‌توان اما نسبت به i بارزند.

بارزیت ناقص

تا اینجا با دو نوع رابطهٔ دگره‌ای آشنا شدیم: یکی بارز و نهفتگی و دیگری هم‌توانی. رابطهٔ دیگری نیز بین دگره‌ها برقرار است و آن موقعی است که صفت در حالت ناخالص، به صورت حد واسط حالت‌های خالص مشاهده می‌شود. این بار مثالی از گیاهان بیاوریم. رنگ گل میمونی مثال خوبی است (شکل ۷).

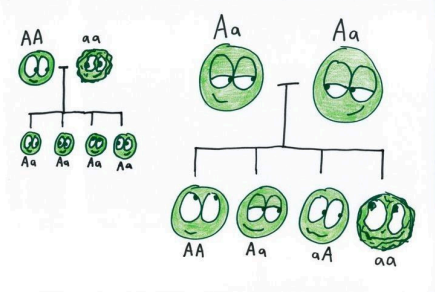
دو دگره برای رنگ گل میمونی وجود دارد که یکی قرمز و دیگری سفید است. این دو را به ترتیب با R و W نشان می‌دهیم. در حالت RR رنگ گل، قرمز و در حالت WW رنگ گل، سفید است. رنگ گل RW چگونه است؟ این گل، صورتی است. رنگ صورتی، حالت حدواسط قرمز و سفید است. در این حالت گفته می‌شود که **رابطهٔ بارزیت ناقص** برقرار است.

گیرنده \ دهنده	O-	O+	A-	A+	B-	B+	AB-	AB+
O-	✓	×	×	×	×	×	×	×
O+	✓	✓	×	×	×	×	×	×
A-	✓	×	✓	×	×	×	×	×
A+	✓	✓	✓	✓	×	×	×	×
B-	✓	×	×	×	✓	×	×	×
B+	✓	✓	×	×	✓	✓	×	×
AB-	✓	×	✓	×	✓	×	✓	×
AB+	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓



گل سفید — گل صورتی — گل قرمز

شکل ۷ـ گل میمونی



«انواع آمیزش‌ها»

1) والدین خالص غالب × خالص غالب

انواع گامت‌ها

ژنوتیپ احتمالی زندان

فنوتیپ احتمالی "

AA × AA

A A

AA ٪۱۰۰

A ٪۱۰۰

2) خالص مغلوب × خالص مغلوب

aa × aa

a a

aa ٪۱۰۰

a ٪۱۰۰

3) خالص غالب × ناخالص

AA × Aa

A A a

Aa :۱/۲ ناخالص

AA :۱/۲ خالص

A :۱/۲ غالب

4) خالص مغلوب × ناخالص

aa × Aa

a A a

aa :۱/۲ خالص

Aa :۱/۲ ناخالص

a :۱/۲ مغلوب

A :۱/۲ غالب

5) Aa × Aa

A a A a

AA :۱/۴ خالص غالب

Aa :۱/۲ ناخالص

Aa :۱/۴ خالص مغلوب

$\frac{3}{4}$ A

$\frac{1}{4}$ a

6) RW × RW

R W R W

RR :۱/۴ خالص

RW :۱/۲ ناخالص

WW :۱/۴ خالص

$\frac{1}{4}$ R

$\frac{1}{2}$ RW

$\frac{1}{4}$ W

✓ از آمیزش AabbRw×AaBbRw به ترتیب چند نوع رخ‌نمود و چند نوع ژن نمود حاصل می‌آید؟

ژ → 3×2×3 = 18
ف → 2×2×3 = 12

AA, 2Aa, aa — Bb, bb — RR, 2Rw, ww
A a — B b — R, Rw, w

۱) ۱۸—۸ ۲) ۲۷—۱۲ ۳) ۱۸—۱۲ ۴) ۸—۱۸

✓ از آمیزش aaBbDd×AabbDD به ترتیب چند نوع رخ نمود و چند نوع ژنوتیپ حاصل می‌آید؟

ژ → 2×2×2 = 8
ف → 2×2×1 = 4

Aa, aa — Bb, bb — DD, Dd
A a — B b — D

۱) ۲۷—۴ ۲) ۸—۶۴ ۳) ۱۸—۱۲ ۴) ۸—۱۸

✓ تنوع ژنتیکی در زاده‌های کدام آمیزش بیشتر است؟

۱) AaBB×AABb — 2×2=4 — AA, Aa — BB, Bb
۲) AaBb×aaBb — 2×3=6 — Aa, aa — BB, 2Bb, bb
۳) AaBB×aaBb — 2×2=4 — AA, aa — BB, Bb
۴) AaBb×aabb — 2×2=4 — Aa, aa — Bb, bb

✓ اگر خود لقاحی در گیاهی ناخالص در دو جفت ژن که هر دو از رابطه بارز و نهفتگی ژن‌ها تبعیت می‌کنند صورت گیرد چند نوع رخ نمود میان زاده‌ها مشاهده می‌شود؟

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۸ ۴) ۹

AaBb × AaBb
AA, Aa, aa — BB, 2Bb, bb
ژ: A a — B b
ف:

تیپ ۲:

نسبت رو با نوع اشتباه نگیری‌ها، مثلاً تو آمیزش Aa×Aa، ۳ نوع ژنوتیپ داریم (AA,Aa,aa) که $\frac{1}{4}$ آنها AA و $\frac{1}{2}$ آنها Aa و $\frac{1}{4}$ aa می‌باشد. ۲ نوع فنوتیپ a و A می‌باشد که $\frac{1}{4}$ آنها a و $\frac{3}{4}$ فنوتیپ A دارند.

✓ از آمیزش AaddRw×AaDdRw احتمال ایجاد ژنوتیپ AaDdRR در بین فرزندان چقدر است؟

½ × ½ × ¼
Aa, 2Aa, aa — Dd, dd — RR, Rw, ww

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

① انجام ضرب آمیزش
② محاسبه احتمال ژنوتیپ از روی ژنوتیپ / فنوتیپ از روی فنوتیپ

Aa, aa / BB, Bb / DD, 2Dd, dd
A a / B / D d

✓ از آمیزش $AaBbDd \times aaBBDd$ که مطالعه همزمان سه صفت را نشان می‌دهد. احتمال ایجاد رخ‌نمود **aBD** در بین افراد حاصل از این آمیزش کدام گزینه است؟

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

۱) $\frac{۲۷}{۶۴}$ ۲) $\frac{۳}{۸}$ ✓ ۳) $\frac{۹}{۱۶}$ ۴) $\frac{۹}{۶۴}$

ازروی ژنوتیپ می‌فهمیم

✓ از آمیزش $aaBbRw \times AabbRw$ چه نسبتی از افراد در هر سه صفت حالت ناخالص خواهند داشت؟

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

Aa aa / Bb, bb / RR, 2RW, ww
A a / B b / R, RW, w

۱) $\frac{۱}{۱۶}$ ۲) $\frac{۳}{۸}$ ۳) $\frac{۱}{۸}$ ✓ ۴) $\frac{۳}{۳۲}$

ازروی فنوتیپ می‌فهمیم

✓ از آمیزش $AaBB \times Aabb$ چه نسبتی از نسل حاصل در هر دو صفت حالت بارز خواهند داشت؟

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

AA, 2Aa, aa / Bb
3A a / B

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۳}{۴}$ ✓ ۳) $\frac{۳}{۸}$ ۴) $\frac{۱}{۸}$

✓ از آمیزش $AaBbDd \times Aabbdd$ چقدر احتمال دارد زاده‌ای حاصل آید که حداقل در دو صفت حالت نهفته را نشان دهد؟

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۳}{۸}$ ۳) $\frac{۳}{۴}$ ۴) $\frac{۳}{۱۶}$

✓ از آمیزش $AaBb \times Aabb$ چقدر احتمال دارد زاده‌ای حاصل آید که در یک صفت حالت بارز و در صفت دیگر حالت نهفته را نشان دهد؟

۱) $\frac{۱}{۸}$ ۲) $\frac{۳}{۸}$ ۳) $\frac{۱}{۴}$ ۴) $\frac{۱}{۲}$



تیپ ۳:

گروه خونی:

✓ والدینی با گروه خونی B^+, A^+، دختری با گروه خونی O^- دارند. چقدر احتمال دارد این زوج صاحب پسری با گروه خونی AB^- شوند؟

۱) $\frac{۱}{۸}$ ۲) $\frac{۱}{۱۶}$ ۳) $\frac{۳}{۱۶}$ ۴) $\frac{۱}{۳۲}$

✓ اگر گروه خونی زن و شوهری به ترتیب B^+, A^+ باشد، گروه خونی یکی از فرزندان O^- باشد. احتمال فرزندی O^+ چقدر است؟

۱) $\frac{۱}{۱۶}$ ۲) $\frac{۱}{۱۶}$ ۳) $\frac{۱}{۸}$ ۴) $\frac{۳}{۸}$

✓ مردی با گروه خونی AB^- همسری با گروه خونی A^+ دارد اگر بدانیم که گروه خونی مادر همسرِ مرد B^- است، چقدر احتمال دارد این خانواده صاحب دختری با گروه خونی A^- شود؟

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۸}$ ۳) $\frac{۳}{۸}$ ۴) $\frac{۱}{۱۶}$

✓ با در نظر گرفتن وضعیت $RH^{(+,-)}$ و نوع گروه‌های خونی تعداد ژن نمودهای احتمالی کدام رخ نمود بیشتر است؟

۱) A^+ ۲) A^- ۳) AB^+ ۴) AB^-



نکته

هر چه صفات غالب بیشتر باشد در فنوتیپ، ژنوتیپ احتمالی فنوتیپ بیشتر است.

ژنوتیپ احتمالی متعلق بـه فنوتیـپ‌هـای A^+, B^+ (۴تـا) بیشـترین و AB^-, O^- (!) کمتـرین نـوع ژنوتیـپ را دارد.

✓ **والدین با Rh^+ که احتمالِ ایجاد هر نوع (هر چهار نوع) گروه خونی در بین فرزنـدان آنها وجود دارد. صاحب پسری با گروه خونی AB^- شـده‌انـد. تعیـین کنیـد در ایـن خانواده احتمال ایجاد دختری با گروه خونی A^+ چقدر است؟**

۱) $\frac{۳}{۱۶}$ ۲) $\frac{۱}{۸}$ ۳) $\frac{۱}{۱۶}$ ۴) $\frac{۳}{۳۲}$

نکته

والدین با گروه خونی $AO \times BO$ احتمالِ ایجاد هر چهار نوع گـروه خـونی را دارد و احتمـالِ هـر چهـار نـوع گروه خونی در فرزندان آنها برابر $\frac{۱}{۴}$ است.

✓ **اگر پدر دارای کربوهیدرات A و پروتئین D و مادر دارای کربوهیدرات B و پروتئین D و برای هر صفت ناخالص باشند، چه نسبتی از فرزندانشان گروه خـونی B^+ خواهنـد داشت؟**

۱) $\frac{۱}{۸}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) $\frac{۳}{۴}$ ۴) $\frac{۳}{۱۶}$

✓ اگر نسبت گروه خونی فرزندان به صورت $\frac{۱}{۴}A, \frac{۱}{۲}B, \frac{۱}{۴}AB$ باشد، ژنوتیپ والدین در گروه خونی چگونه است؟

۱) $AB \times OO$ ۲) $BB \times BO$ ۳) $BO \times AB$ ۴) $AO \times AB$

✓ اگر فردی با گروه خونی A^+ حداکثر نوع گامت را تولید کند، برای گروه خونی چند عامل **Pro** و کربوهیدراتی دارد؟

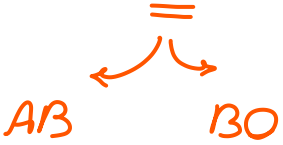
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

✓ از ازدواج مردی دارای **RBC** با یک نوع کربوهیدرات برای گروه خونی و یک **Pro** برای **RH**، با زنی دارای کربوهیدرات متفاوت برای گروه خونی و فاقد **Pro Rh**، دختری فاقد عوامل کربوهیدراتی و پروتئینی بر روی **RBC** متولد شود. چقدر احتمال دارد فرزندی دارای ۳ نوع عامل کربوهیدراتی و پروتئینی روی غشا **RBC** متولد شود؟

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) $\frac{۱}{۸}$ ۴) $\frac{۱}{۱۶}$



✓ **اگر رخ‌نمود احتمالی گروه خونی ABO، در بین فرزنـدان بـه صـورت** $\frac{۱}{۴}A,\frac{۱}{۲}B,\frac{۱}{۴}AB$ **باشد، کدام گزینه، نشان‌دهنده گروه خونی والدین است؟**



۱) $AO\times BO$

۲) $AB\times BO$

۳) $AB\times AB$

۴) $AB\times AO$

پاسخ:

حاصل آمیزش در هر یک از گزینه‌ها به صورت زیر است:

۱) $AO\times BO\rightarrow\frac{۱}{۴}AB,\frac{۱}{۴}A,\frac{۱}{۴}B,\frac{۱}{۴}O$

۲) $AB\times BO\rightarrow\frac{۱}{۴}AB,\frac{۱}{۲}B,\frac{۱}{۴}A$

۳) $AB\times AB\rightarrow\frac{۱}{۴}A,\frac{۱}{۲}AB,\frac{۱}{۴}B$

۴) $AB\times AO\rightarrow\frac{۱}{۴}B,\frac{۱}{۲}A,\frac{۱}{۴}AB$

بنابراین گزینه دو صحیح است.

✓ **اگر رخ نمود احتمالی گروه خونی ABO، در بین فرزنـدان بـه صـورت** $\frac{۱}{۴}A,\frac{۱}{۲}AB,\frac{۱}{۴}B$ **باشد، کدام گزینه نشان‌دهنده گروه خونی والدین است؟**



۱) $AO\times BO$ ۲) $AB\times BO$ ۳) $AB\times AB$ ۴) $AB\times AO$

پاسخ:

۱) $AO\times BO\rightarrow\frac{۱}{۴}AB,\frac{۱}{۴}A,\frac{۱}{۴}B,\frac{۱}{۴}O$

۲) $AB\times BO\rightarrow\frac{۱}{۴}AB,\frac{۱}{۲}B,\frac{۱}{۴}A$

۳) $AB\times AB\rightarrow\frac{۱}{۴}A,\frac{۱}{۲}AB,\frac{۱}{۴}B$

۴) $AB\times AO\rightarrow\frac{۱}{۴}B,\frac{۱}{۲}A,\frac{۱}{۴}AB$

بنابراین گزینه ۳ صحیح است.

✓ **در هستهٔ هر یاخته فرد سالم و بالغ، دگره‌های گروه‌های خونی ..... جایگاه از ..... فام‌تن را به خود اختصاص داده‌اند.**

۱) ۲–۲

۲) ۲–۴

۳) ۴–۲

۴) ۴–۴ ✓

پاسخ:

دو نوع گروه خونی Rh و ABO که به ترتیب دارای جایگاه‌هایی روی فام‌تن‌های ۱ و ۹ اند در هر فرد سالم و بالغ وجود دارد بنابراین می‌توان گفت دگره‌های گروه خونی ۴ جایگاه از ۴ فام‌تن را به خود اختصاص داده و پاسخ صحیح گزینه چهار است.

✓ **از خود لقاحی فردی با ژن نمود Aa (طبق قوانین احتمالات) در نسل اول:**

۱) $\frac{۱}{۴}$ از زاده‌های با رخ نمود بارز، خالص هستند.

۲) $\frac{۱}{۴}$ افراد خالص، رخ نمود نهفته دارند.

۳) $\frac{۳}{۴}$ زاده‌ها از نظر ژن نمود و رخ‌نمود به والد خود شباهت دارند.

۴) $\frac{۲}{۳}$ از زاده‌هایی که رخ‌نمود بارز دارند، ناخالص می‌باشند. ✓

پاسخ:

سؤال بسیار جالبیه! به این آمیزش دقت کنید!

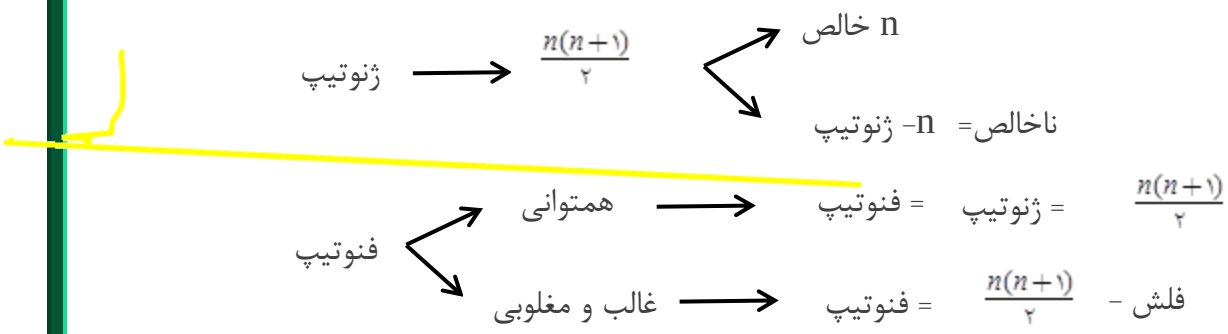
$$Aa \times Aa \rightarrow \underbrace{AA, Aa, Aa,}_{\text{بارز}} \underbrace{aa}_{\text{نهفته}}$$

حالا بفرمایید، چند تا رخ‌نمود بارز داریم؟ آفرین ۳ تا، حالا بگید چند تا از این ۳ تا، ناخالص‌اند؟ بازم آفرین ۲ تا، یعنی $\frac{۲}{۳}$ از زاده‌هایی که رخ‌نمود بارز دارن، ناخالص‌اند. بنابراین پاسخ صحیح گزینه چهار است.

تیپ ۴:

روش محاسبه تعداد ژنوتیپ و فنوتیپ در صفات چند اللی غیرجنسی (اتوزوم):

اگر صفت n الل داشته باشد در جامعه $\frac{n(n+1)}{2}$ ژنوتیپ قابل تصور است که nتای آن خالص است. برای محاسبه فنوتیپ اگر تمام الل‌های صفت نسبت به هم همتوان باشد ژنوتیپ و فنوتیپ برابر بوده ($\frac{n(n+1)}{2}$) اما اگر رابطه غالب و مغلوبی برقرار باشد باید تعداد ژنوتیپ بدست بیاریم بعد تعداد روابط غالب و مغلوبی رو ازش کم کنیم که من بهشم می‌گم فلش



✓ **صفتی تحت کنترل ۴ الل A، B، C و D است که در آن الل A بر سایر الل‌ها و الل B نسبت به C و D بارز است و سایر الل‌ها همتوان هستند. در این جامعه برای این صفت چند نوع رخ نمود و چند نوع ژن نمود قابل تصور است؟**

۱) ۶—۱۰ ۲) ۲۵—۵ ۳) ۱۰—۵ ۴) ۱۰—۶

✓ **برای صفتی که تحت کنترل ۵ دگره E,D,C,B,A است. در این دگره‌های A و D نسبت به دگره‌های B و C و E بارز هستند و سایر دگره‌ها هم‌توان‌اند. در جامعه چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ (خالص) قابل تصور است؟**

۱) ۹—۱۰ ۲) ۹—۵ ۳) ۱۰—۱۵ ۴) ۱۰—۵

نکته

تعداد انواع فنوتیپ یک صفت n اللی $\leq \frac{n(n+1)}{2}$

✓ صفتی دارای ۵ اَلل است. این صفت حداقل و حداکثر می‌توان دارای چند نوع فنوتیپ باشد؟

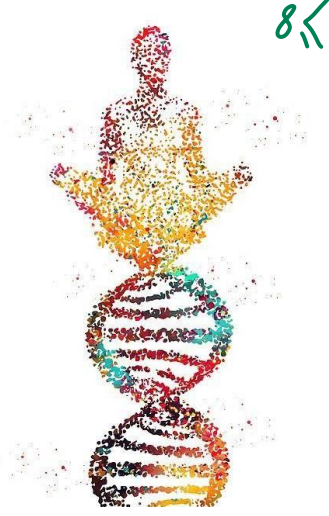
۱) ۵–۵ ۲) ۱۵–۵ ۳) ۵–۳ ۴) ۱۵–۱۵

✓ صفتی دارای ۷ دگره است. این صفت حداقل و حداکثر دارای چند نوع فنوتیپ می‌تواند باشد؟

۱) ۲۱–۷ ۲) ۷–۳ ۳) ۲۸–۷ ۴) ۲۸–۲۸

✓ صفتی با ۸ دگره مفروض است. کدامیک از گزینه‌های زیر نمی‌تواند به هیچ وجه تعداد انواع فنوتیپ این صفت باشد؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۸ ۳) ۳۶ ۴) ۴۵



گفتار ۲ انواع صفات

به یاد دارید که فام‌تن‌ها به دو دستهٔ غیرجنسی و جنسی تقسیم می‌شوند. فام‌تن‌های جنسی انسان X و Y هستند. صفاتی را که جایگاه ژنی آنها در یکی از فام‌تن‌های غیرجنسی قرار داشته باشد **صفت مستقل از جنس** و صفاتی را که جایگاه ژنی آنها در یکی از دو فام‌تن جنسی قرار داشته باشد **وابسته به جنس** می‌گویند.

وراثت صفات مستقل از جنس

صفات مستقل از جنس چگونه به ارث می‌رسند؟ Rh یک صفت مستقل از جنس است. اگر پدر و مادری هر دو ژن‌نمود Dd داشته باشند، چه ژن‌نمود یا ژن‌نمودهایی برای فرزندان آنها مورد انتظار است؟

می‌دانیم هر یک از پدر و مادر، از هر جفت فام‌تن همتا تنها یکی را از طریق گامت‌ها به نسل بعد منتقل می‌کنند. در این مثال، هم پدر و هم مادر از نظر Rh دو نوع گامت تولید می‌کنند: یکی گامتی که D دارد و دیگری گامتی که d دارد. ژن‌نمود فرزندان به این بستگی دارد که کدام گامت‌ها با یکدیگر لقاح پیدا کنند. ژن‌نمود فرزندان را می‌توان با روشی به نام **مربع پانت** به دست آورد. پانت[1] نام دانشمندی است که این روش را پیشنهاد کرده است.

در روش مربع پانت، گامت‌های والدین را به‌طور جداگانه در سطر و ستون یک جدول می‌نویسیم و بعد خانه‌های جدول را با کنار هم قرار دادن گامت‌های سطر و ستون متناظر هم پر می‌کنیم (جدول ۲).

گامت‌ها	D	d
D	DD	Dd
d	dD	dd

جدول ۲ـ مربع پانت

باید توجه داشت که ژن‌نمودهای Dd و dD یکسان‌اند. بنابراین هر فرزندی که متولد می‌شود می‌تواند یکی از ژن‌نمودهای DD، Dd و dd را داشته باشد.

فعّالیت ۱

پدری گروه خونی O و مادری گروه خونی AB دارد.
چه ژن‌نمود و رخ‌نمودهایی برای فرزندان آنان پیش‌بینی می‌کنید؟

	مستقل از جنس نهفته	مستقل از جنس بارز
به طور طبیعی فرد با داشتن یک الل بیماری، بیمار می‌شود	☒	☑
ژنوتیپ افراد سالم	Aa یا AA	aa
ژنوتیپ افراد بیمار	aa	Aa یا AA
براساس رخ‌نمود فرد سالم می‌توان ژن‌نمود آن را تعیین کرد	☒	☑
براساس رخ‌نمود فرد بیمار می‌توان ژن‌نمود آن را تعیین کرد	☑	☒

بیماری‌های ژنتیکی

در این بیماری‌ها دستگاه ایمنی بطور نقص ندارد و عامل بیماری را میکروب نیست و روش انتقال آن توسط کامت هاست.

A اتوزوم

اطلاعات آن‌ها روی کروموزوم غیرجنسی 1 تا 22 است

✓ نحوه وراثت آن‌ها در زن و مرد یکسان است.

مغلوب (شایع‌تر)

این سه حالتی بیماری غلبه دارد

* ناقل دارد *

غالب

این بیماری سه حالتی غلبه ندارد.

* ناقل ندارد *

B وابسته به جنس

اطلاعات آن‌ها روی کروموزوم جنسی 23 است و نحوه وراثت آن‌ها در زن و مرد متفاوت است.

بصورت بالانوس روی کروموزوم جنسی نمایش داده می‌شود.

وابسته به X

مغلوب

این روی کروموزوم X است

در زنان برای این صفت 2 ال مردان 1 ال دارند

* هم زنان هم مردان می‌توانند مبتلا شوند *

این سه حالتی بیماری غلبه می‌کند

* در زنان ناقل دارد *

* در مردان ناقل ندارد *

غالب

این سه بیماری غلبه می‌کند

* ناقل ندارد *

وابسته به Y

این آن روی کروموزوم Y می‌باشد

و فقط مردان 1 ال برای این صفات دارند

و زنان اصلا به این بیماری آلوده نمی‌شوند.

فرد ناقل

به فردی گفته می‌شود که این بیماری را دارد ولی نشان بروز نمی‌دهد.

این فرد در بیماری‌های مغلوب اکثرا نابینا است.

بیماری ها

اتوزوم مغلوب

* در این بیماری ها، سلامتی به بیماری غلبه دارد
* فرد بیمار همیشه خالص است و اطلاعات بیماری را از هر دو والد دریافت کرده
* فرد سالم هم می تواند خالص یا ناخالص باشد و حتما فرزندانش بیمار میشوند.

*بیماری تالاسمی ← (a بیمار ، A سالم)

* به دلیل یک نقص ژنتیکی توان تولید هموگلوبین خاصی را ندارد.

aa خالص — بیمار

Aa ناخالص، ناقل، عیضی — سالم

AA خالص — سالم

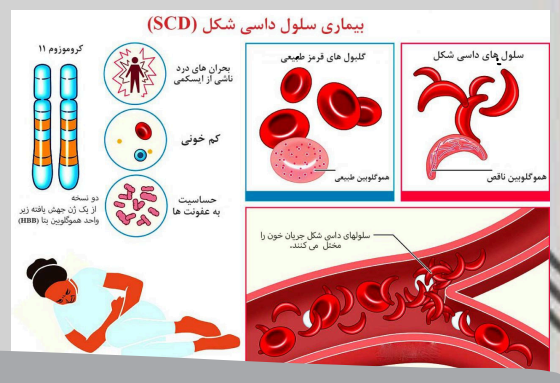
*بیماری سلول داسی شکل ← (S بیمار ، S سالم)

Hb^S هموگلوبین بیمار — Hb^A هموگلوبین سالم

SS خالص — $Hb^S Hb^S$ — بیمار

Ss ناخالص، ناقل، عیضی — $Hb^A Hb^S$ — سالم

AA خالص — $Hb^A Hb^A$ — سالم



*بیماری تالاسمی ← (c بیمار ، C سالم)

cc خالص — بیمار

Cc ناخالص، ناقل، تالاسمی مینور

CC خالص — سالم



*بیماری فنیل کتونوریا (PKU) ← (p بیمار ، P سالم)

نوعی نقص آنزیمی باعث تجمع آمینواسید فنیل آلانین می شود.

pp خالص — بیمار

Pp ناخالص، ناقل

PP خالص — سالم

بیماری های اتوزوم غالب

در این بیماری ها بیماری به سلامتی غلبه دارد .

فرد سالم حتما خالص است

فرد بیمار هم ممکن است خالص یا ناخالص باشد

* ناقل نداریم *

همه فرزندان آن بیمار

همه فرزندان آن سالم یا بیمار باشند .

* هانتینگتون ← (۴۰ سالگی) آبیاری

* یک بیماری زوال دهنده عصبی که اغلب از سنین ۳۰ تا ۵۰ بروز می کند

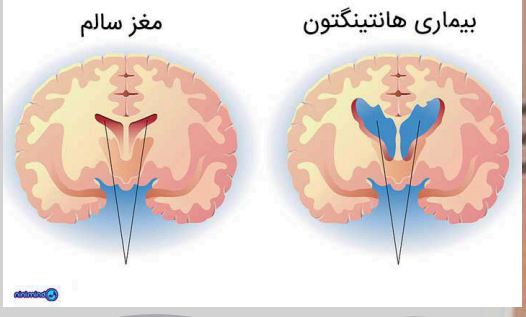
tt خالص

Tt ناخالص

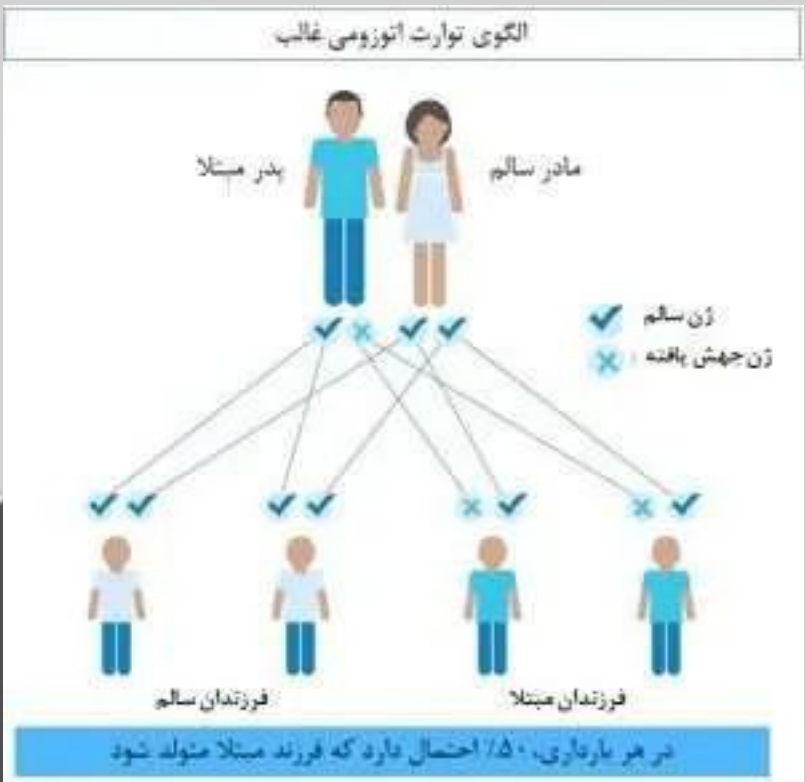
TT خالص

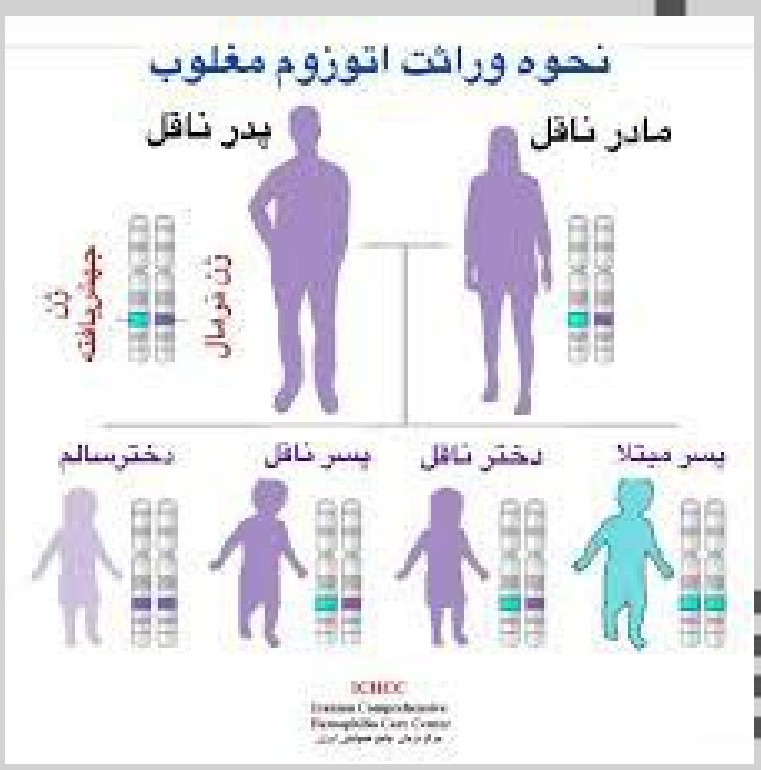
t سالم

T بیمار



بیماری های اتوزوم





بیماری های وابسته به X مغلوب

✓ زنان برای این بیماری 2 الل دارند و می توانند ناقل باشند

✓ مردان " 1 الل دارند و الل بودن یا نداشتن

* این بیماری در مردان فقط از مادرشان می گیرند و به دخترشان می دهند. اما در بیماری شدن زنان، هم مادر و هم پدر نقش دارند.

* می توان با بررسی X سالم را تشخیص داد

هموفیلی ← (X^h بیماری) (X^H سالم)

زنان		مردان
X^HX^H خالص سالم		X^HY سالم
X^HX^h ناخالص ناقل	علی البدل	
X^hX^h خالص بیمار		X^hY بیمار
دو نوع ژنوتیپ - دو نوع فنوتیپ		دو نوع ژنوتیپ - دو نوع فنوتیپ

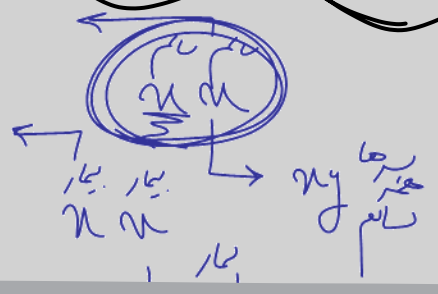
در هر صورت کروموزوم جنسی مردها ناخالص

مرز بین وابسته به X قطعا از مادرش گرفته

دیستروفی عضلانی دوشن ← (X^d بیماری) (X^D سالم)

زنان		مردان
X^DX^D خالص سالم		X^DY سالم
X^DX^d ناخالص ناقل		
X^dX^d خالص بیمار		X^dY بیمار
دو نوع ژنوتیپ - دو نوع فنوتیپ		دو نوع ژنوتیپ - دو نوع فنوتیپ

* تحلیل و نابودی ماهیچه های ارادی



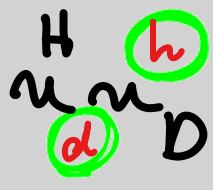
کوررنگی ← (X^r بیماری) (X^R سالم)

زنان		مردان
X^RX^R خالص سالم		X^RY سالم
X^RX^r ناخالص ناقل		
X^rX^r خالص بیمار		X^rY بیمار
دو نوع ژنوتیپ - دو نوع فنوتیپ		دو نوع ژنوتیپ - دو نوع فنوتیپ

خانمان سوزها

* این زنان ظاهرا سالمند ولی ناقل 2 بیماری هستند





2 را پسرها که سالم هستند.

2 را پسرها هموفیل و هم دوشن هستند.

بالکی

2 را پسرها دوشن

2 را پسرها هموفیل

بیماری های وابسته به X غالب

* برای این صفت زنان 2 الل و مردان 1 الل دارند.
* در این صفت فرد ناقل نداریم.
* احتمال ابتلا به بیماری در بین فرزندان بیماری های وابسته به X مغلوب مثل به وابسته به X مغلوب است ولی در زنان نسبت به وابسته به X مغلوب شیوع این صفت زیاد است و خاص بیماری می شود.
* در این بیماری X بیمار بر X سالم غلبه دارد.

هموفیلی ← (X^hX^h بیمار ، X^hX^+ ناقل)

* کم شدن غیر طبیعی فعالیت گلبول های خون که باعث خونریزی داخلی و خارجی می شود *

زنان	مردان
X^hX^h خالص بیمار	X^hY بیمار ← حتما دختر بیمار
X^hX^+ ناقل	
X^+X^+ خالص سالم	X^+Y سالم

بیماری های وابسته به X

بیماری وابسته به Y

برادر این بیمار در زمان نوزادی فوت شده‌اند

دختران او نیز برای این بیماری ناقل هستند

✓ این بیماری توسط پدر به پسر منتقل می‌شود.

سرطان پروستات

$X^{سالم}Y \rightarrow$ سالم

$X^{بیمار}Y \rightarrow$ بیمار

100 تعداد الل‌ها در یاخته‌های مختلف برای یک صفت تک جایگاهی مستقل از جنس:

۱- در گویچهٔ قرمز بالغ: در این یاخته چون هسته وجود ندارد؛ در نتیجه هیچ اللی برای صفات مشاهده نمی‌شود.

۲- در یاخته‌های تک‌هسته‌ای پیکری: در این یاخته‌ها در صورتی که فام‌تن‌ها تک کروماتیدی باشند، دو الل و در حالت مضاعف بودن فام‌تن‌ها، چهار الل مشاهده می‌شود.

۳- در اسپرم و تخمک: این یاخته‌ها یک مجموعهٔ فام‌تن غیرمضاعف دارند؛ در نتیجه دارای یک الل هستند.

۴- در اسپرماتوسیت ثانویه، اووسیت ثانویه و اولین جسم قطبی: این یاخته‌ها دارای یک مجموعه فام‌تن مضاعف هستند در نتیجه دو الل دارند.

۵- در یاخته‌هایی با بیش از یک هسته (بعضی از یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی و ماهیچه اسکلتی): در این یاخته‌ها بیش از دو الل مشاهده می‌شود.

بیماری با الگوی وابسته به X نهفته	بیماری با الگوی وابسته به X بارز
الل نهفته (X^a) سبب بروز بیماری می‌شود.	الل بارز (X^A) سبب بروز بیماری می‌شود.
مردان، تنها با داشتن یک الل بیماری، علائم بیماری را بروز می‌دهند؛ چون این افراد فقط یک فام‌تن X دارند.	
زن باید دو الل بیماری را داشته باشد تا علائم بیماری را بروز دهد.	زنان تنها با داشتن یک الل بیماری، علائم بیماری را نشان می‌دهند.
در مردان تعداد ژنوتیپ و فنوتیپ برابر است ولی در زنان تعداد ژنوتیپ (۳) بیشتر از تعداد فنوتیپ(۲) است.	
بیمار یا سالم بودن پسران، به ژنوتیپ مادر بستگی دارد؛ چون پسران فقط یک فام‌تن X دارند که آن را از مادر خود می‌گیرند.	
یک پسر سالم می‌تواند مادری با ژنوتیپ X^AX^A یا X^AX^a داشته باشد؛ یعنی پسر سالم همواره مادر سالم دارد.	یک پسر سالم می‌تواند مادری سالم X^aX^a و یا بیمار X^AX^a داشته باشد.
یک پسر بیمار می‌تواند مادری سالم X^AX^a و یا بیمار X^aX^a داشته باشد.	یک پسر بیمار می‌تواند مادری با ژنوتیپ X^AX^A یا X^AX^a داشته باشد؛ یعنی پسر بیمار همواره مادر بیمار دارد.
در انسان، فرد ناخالص از نظر این صفت قطعاً، زن و ناقل است.	در انسان فرد ناخالص از نظر این صفت قطعاً، زن است ولی ناقل نیست!
در صورتی که پدر سالم باشد، همهٔ دختران خانواده نیز سالم هستند؛ حتی اگر مادر آن‌ها بیمار باشد.	در صورتی که پدر سالم باشد، دختر خانواده زمانی می‌تواند سالم باشد که مادرش دگره سالم داشته باشد.
در صورتی که پدر بیمار باشد، دختران خانواده می‌توانند سالم و یا بیمار باشند.	در صورتی که پدر بیمار باشد، همهٔ دختران خانواده نیز بیمار هستند حتی اگر مادر آن‌ها سالم باشد.

	نقش	پیشگیری از سکته	درمان سکته حاصل از لخته	ترشح از
هپارین	جلوگیری از تشکیل لخته	☑	☒	بازوفیل
پلاسمین	تجزیهٔ لختهٔ خونی	☒	☑	-

Date:

Date:

Date:

Date:

صفت وابسته به X

گاهی ژن صفتی که بررسی می‌شود در فام‌تن X قرار دارد. به چنین صفاتی، صفت **وابسته به X**[1] می‌گویند. هموفیلی، یک بیماری وابسته به X و نهفته است یا به عبارتی دیگر، دگرهٔ این بیماری که روی فام‌تن **X** قرار دارد نهفته است. در این بیماری، فرایند لخته شدن خون دچار اختلال می‌شود. شایع‌ترین نوع هموفیلی به فقدان عامل انعقادی VIII (هشت) مربوط است.

دگرهٔ بیماری هموفیلی را h می‌نامیم؛ دگرهٔ سالم ژن، H نامیده می‌شود. برای آنکه نشان دهیم این صفت وابسته به X است، دگره‌ها را به صورت بالانویس X می‌نویسیم: X^H و X^h.

جدول ۳ انواع ژن‌نمودها و رخ‌نمودها را برای هموفیلی نشان می‌دهد. دقت کنید که در فام‌تن Y جایگاهی برای دگره‌های هموفیلی وجود ندارد.

رخ نمود	ژن‌نمود: زن	ژن‌نمود: مرد
سالم	X^HX^H سالم خالص	X^HY سالم
سالم	X^HX^h ناقل	
هموفیل	X^hX^h بیمار خالص	X^hY بیمار

جدول ۳ـ انواع ژن‌نمودها و رخ‌نمودها برای هموفیلی

فرد با ژن‌نمود X^HX^h که سالم است؛ **ناقل** نامیده می‌شود؛ زیرا می‌تواند ژن بیماری را به نسل بعد منتقل کند.

برای پیش‌بینی ژن‌نمودها و رخ‌نمودهای صفات وابسته به X در نسل‌های بعد، می‌توان همچنان از مربع پانت استفاده کرد. به مثال زیر توجه کنید.

مثال: مردی هموفیل قصد دارد با زنی ازدواج کند که سالم است و ناقل هم نیست. زن می‌خواهد بداند آیا ممکن است فرزند حاصل از این ازدواج، هموفیل باشد؟

ژن‌نمود مرد هموفیل X^hY و گامت‌هایی که تولید می‌کند X^h و Y است. ژن‌نمود زن سالم X^HX^H است و برای این صفت فقط یک نوع گامت، یعنی X^H تولید می‌کند. ژن‌نمودها و رخ‌نمودهای نسل‌های بعد را می‌توان به کمک مربع پانت یافت.

گامت‌ها	X^h	Y
X^H	X^HX^h دختر ناقل ۱۰۰٪	X^HY پسر سالم ۱۰۰٪

جدول ۴ـ ژن‌نمود و رخ‌نمود نسل بعد

بنابراین براساس جدول شمارهٔ ۴، فرزندان حاصل از این ازدواج هموفیل نخواهند بود.

فعّالیت ۲

مردی سالم قصد دارد با زنی هموفیل ازدواج کند. چه ژن‌نمود و رخ‌نمودهایی برای فرزندان آنان پیش‌بینی می‌کنید؟

۱- X - linked

در مورد صفت هموفیلی ۶ نوع آمیزش در جامعه قابل تصور است:

$x^Hy.x^Hx^h$	$x^Hy.x^Hx^H$
$x^Hy - x^hy - x^Hx^H - x^Hx^h$ دختر سالم دختر سالم پسر بیمار پسر سالم	$x^Hy - x^Hx^H$ دختر سالم پسر سالم
$x^hy.x^Hx^h$	$x^Hy.x^hx^h$
$x^Hy - x^hy - x^Hx^h - x^hx^h$ دختر بیمار دختر سالم پسر بیمار پسر سالم	$x^hy - x^Hx^h$ دختر سالم پسر بیمار
$x^hy.x^hx^h$	$x^hy.x^Hx^H$
$x^hy - x^hx^h$ دختر بیمار پسر بیمار	$x^Hy . x^Hx^h$ دختر سالم پسر سالم

در مورد بیماری هموفیلی، مرد سالم هرگز دختر هموفیل و زن هموفیل هرگز پسرسالم ندارد.

بیماری های وراثتی انسان

	مستقل از جنس و نهفته		مستقل از جنس و بارز	وابسته به x و نهفته	وابسته به x و بارز
	فنیل کتونوری	کم خونی داسی		هموفیلی	
مرد سالم	PP-Pp ناقل	Hb^AHb^A - Hb^AHb^S ناقل	tt	X^HY	X^bY
مرد بیمار	pp	Hb^SHb^S	TT-Tt	X^hY	X^BY
زن سالم	PP-Pp ناقل	Hb^AHb^A - Hb^AHb^S ناقل	tt	X^HX^H-X^HX^h ناقل	X^bX^b
زن بیمار	pp	Hb^SHb^S	TT-Tt	X^hX^h	X^BX^B-X^BX^b

ناقل بودن در بیماری های بارز مطرح نمی شود.

مرد ناقل فقط در بیماری های مستقل از جنس و نهفته مطرح می شود.

صفت رنگ ذرت

* صفت 3 جایگاهی

* در هر مجموعه 3 جایگاه دارد

* در هر سلول 2n ← 6 جایگاه دارد

✓ تعداد الل برای صفت رنگ ذرت در جامعه ← 6تا A، a، B، b، C، c

✓ تعداد الل ممکن برای هر جایگاه ← 2 الل

✓ انواع " " " ← 2 الل

✓ تعداد الل ممکن برای هر جایگاه در دو کروموزوم همتا ← 2تا

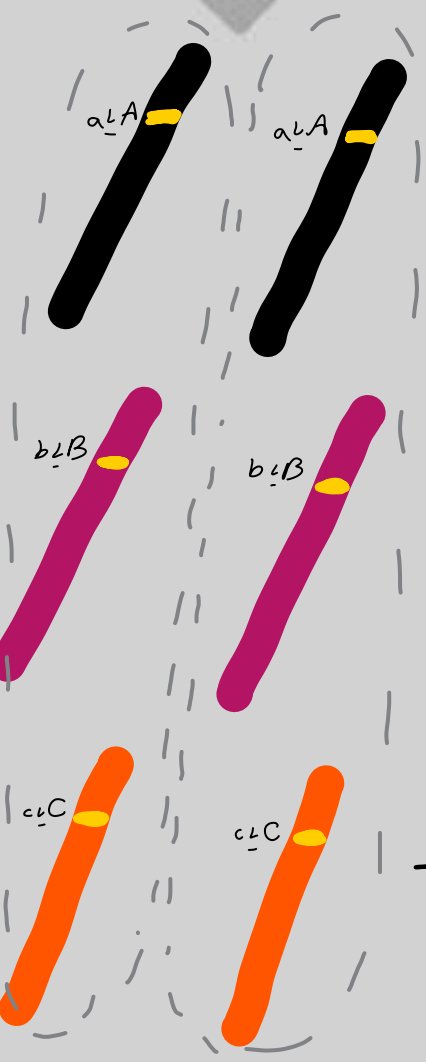
✓ انواع " " " ← 1نوع / 2نوع

✓ تعداد الل برای رنگ صفت در هر مجموعه ← 3تا

✓ انواع " " " ← 3نوع

✓ تعداد الل برای رنگ صفت در یک سلول 2n ← 6تا

✓ انواع " " " ← حداقل 3نوع / حداکثر 6نوع



برای این جایگاه 2 الل A و a وجود دارد که در هر کدام یک الل می باشد

برای این جایگاه 2 الل B و b وجود دارد که در هر کدام 1 الل می باشد

برای این جایگاه 2 الل C و c وجود دارد که در هر کدام 1 الل می باشد

* برای رنگ ذرت ← 27 نوع ژنوتیپ / 7 نوع فنوتیپ

صفات پیوسته و گسسته

اندازهٔ قد شما چقدر است؟ اگر از هم‌کلاسی‌های خود اندازهٔ قدشان را بپرسید، اعداد گوناگونی را خواهید شنید. اندازه قد صفتی **پیوسته** است. آیا می‌توان گفت که Rh هم چنین است؟ در میان انسان‌ها، صفت Rh تنها به دو شکل مثبت و منفی دیده می‌شود؛ بنابراین Rh صفتی **گسسته** است.

صفات تک جایگاهی و چند جایگاهی

صفاتی که تا اینجا بررسی کردیم، صفاتی هستند که یک جایگاه ژن در فام‌تن دارند. برای مثال، دگره صفت گروه‌های خونی ABO یک جایگاه مشخص از فام‌تن ۹ را به خود اختصاص داده‌اند. چنین صفاتی را **تک جایگاهی** می‌نامیم.

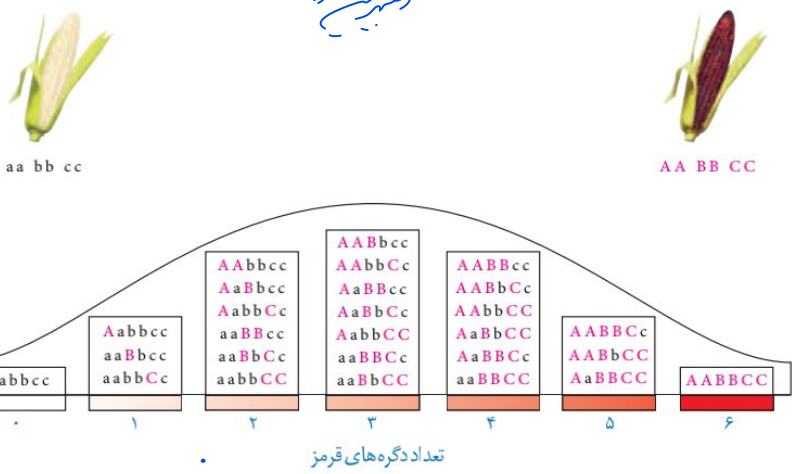
در مقابل، صفاتی هستند که در بروز آنها بیش از یک جایگاه ژن شرکت دارد. رنگ نوعی ذرت مثالی از صفات **چند جایگاهی** است. رنگ این ذرت طیفی از سفید تا قرمز است (شکل ۸).



شکل ۸ـ رنگ‌های متفاوت ذرت

صفت رنگ در این نوع ذرت صفتی با سه جایگاه ژنی است که هر کدام دو دگره دارند. برای نشان دادن ژن‌ها در این سه جایگاه، از حروف بزرگ و کوچک A، B و C استفاده می‌کنیم. برحسب نوع ترکیب دگره‌ها، رنگ‌های مختلفی ایجاد می‌شود. دگره‌های بارز، رنگ قرمز و دگره‌های نهفته رنگ سفید را به‌وجود می‌آورند. بنابراین رخ‌نمودهای دو آستانهٔ طیف، یعنی قرمز و سفید به ترتیب ژن‌نمودهای AABBCC و aabbcc را دارند. در رخ‌نمودهای ناخالص، هرچه تعداد دگره‌های بارز بیشتر باشد، مقدار رنگ قرمز بیشتر است.

چنان که می‌بینیم صفات چندجایگاهی رخ‌نمودهای پیوسته‌ای دارند. یعنی افراد جمعیت این ذرت، در مجموع طیف پیوسته‌ای بین سفید و قرمز را به نمایش می‌گذارند. به همین علت، نمودار توزیع فراوانی این رخ‌نمودها شبیه زنگوله است.



شکل ۹ـ چگونگی تعیین رنگ در ذرت

اثر محیط

گاهی برای بروز یک رخ‌نمود تنها وجود ژن کافی نیست. برای مثال در گیاهان، ساخته شدن سبزینه علاوه بر ژن، به نور هم نیاز دارد.

محیط انسان، شامل عوامل متعددی است. تغذیه و ورزش عواملی محیطی‌اند که می‌توانند بر ظهور رخ‌نمود اثر بگذارند. به‌عنوان مثال، قد انسان به تغذیه و ورزش هم بستگی دارد. بنابراین نمی‌توان تنها از روی ژن‌ها، علت اندازه قد یک نفر را توضیح داد.

مهار بیماری‌های ژنتیک

گرچه نمی‌توان بیماری‌های ژنتیک را در حال حاضر درمان کرد (مگر در موارد معدود) اما گاهی می‌توان با تغییر عوامل محیطی، عوارض بیماری‌های ژنی را مهار کرد. مثال این موضوع، بیماری فنیل کتونوری (PKU) است. در این بیماری آنزیمی که آمینواسید فنیل آلانین را می‌تواند تجزیه کند وجود ندارد. تجمع فنیل آلانین در بدن به ایجاد ترکیبات خطرناک منجر می‌شود. در این بیماری، مغز آسیب می‌بیند. خوشبختانه می‌توان از بروز این بیماری جلوگیری کرد. اما چگونه؟ علت این بیماری، تغذیه از پروتئین‌های حاوی فنیل آلانین است. پس با تغذیه نکردن از خوراکی‌هایی که فنیل آلانین دارند، می‌توان مانع بروز اثرات این بیماری شد.

فنیل کتونوری یک بیماری نهفته است. وقتی نوزاد متولد می‌شود، علائم آشکاری ندارد. در عین حال، تغذیه نوزاد مبتلا به فنیل کتونوری با شیر مادر (که حاوی فنیل آلانین است) به آسیب یاخته‌های مغزی او می‌انجامد. به همین علت، نوزادان را در بدو تولد از نظر ابتلای احتمالی به این بیماری، با انجام آزمایش

برگ ذرت، سبزرنگ است.

دانه‌های ذرت قرمز براساس میزان رسیدگی، میزان رنگ متفاوتی دارند.

در این نوع ذرت، برای صفت رنگ ذرت ۲۷ نوع ژن‌نمود و ۲۷ نوع رخ‌نمود وجود دارد؛ دقت داشته باشید که ذرت Aabbcc و aaBbcc رنگ مشابه دارند نه یکسان!

هر یاختهٔ زنده و هسته‌دار ذرت که دو مجموعه فام‌تن دارند، برای این صفت ۶ دگره دارد.

هر چقدر اختلاف بین تعداد الل‌های بارز ذرت‌ها کم‌تر باشد، شباهت بین آن‌ها بیشتر است.

💯 در ذرت مطرح شده در کتاب درسی تعداد دگره‌های نهفته و یا بارز در ژنوتیپ تخمزا و یا اسپرم می‌تواند زوج و یا فرد باشد ولی تعداد این دگره‌ها در یاختهٔ دوهسته‌ای قطعاً زوج خواهد بود!

تعداد دگرهٔ بارز در ژنوتیپ		۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶
ژنوتیپ‌ها		aabbcc	Aabbcc aaBbcc aabbCc	AAbbcc aaBBcc aabbCC AaBbcc AabbCc aaBbCc	AABbcc AAbbCc aaBBCc aaBbCC AaBbCc AaBBcc AabbCC	AABBcc aaBBCC AAbbCC AaBBCc AABbCc AaBbCC	AABBCc AaBBCC AAbBCC	AABBCC
فراوانی		۱	۳	۶	۷	۶	۳	۱
نوع و تعداد جایگاه ژن	خالص	۳	۲	۱ یا هر ۳ جایگاه	۰، ۱ یا ۲	۱ یا هر ۳ جایگاه	۲	۳
	ناخالص	۰	۱	۰ یا ۲	۱ یا ۲ و ۳	۰ یا ۲	۱	۰

آمیزش‌های هر جایگاه ژنی		Cc×CC	BB×Bb	Aa×Aa
ژنوتیپ‌های ممکن در زاده‌ها		CC و Cc	BB و Bb	Aa و AA و aa
بیشترین تعداد الل بارز	ژنوتیپ	CC	BB	AA
	تعداد الل بارز	۲	۲	۲
	مجموع بیشترین تعداد الل بارز		۶	
کمترین تعداد الل بارز	ژنوتیپ	Cc	Bb	aa
	تعداد الل بارز	۱	۱	۰
	مجموع کمترین تعداد الل بارز		۲	

با توجه به این که صفت رنگ در نوعی ذرت، صفتی با سه جایگاه ژنی است و هر جایگاه دو دگره (الل) دارد و دگره‌های بارز، رنگ قرمز و دگره‌های نهفته، رنگ سفید را به وجود می‌آورند و رخ‌نمود (فنوتیپ)های دو آستانهٔ طیف که قرمز و سفید هستند به ترتیب ژن‌نمود (ژنوتیپ)های **AABBCC** و **aabbcc** را دارند، بنابراین ذرت‌هایی که از آمیزش دو ذرت با ژن‌نمود (ژنوتیپ)های **AAbbcc** و **aaBBCC** به وجود می‌آیند. از نظر رنگ به کدام ذرت شباهت بیشتری دارند؟ (داخل۹۸)

۱) aaBbCC
۲) AABBCc
۳) AaBBCc
۴) AABbCC

. با توجه به این‌که صفت رنگ در نوعی ذرت دارای سه جایگاه ژنی است و هر کدام دو دگره (الل) دارند و دگره‌های بارز، رنگ قرمز و دگره‌های نهفته، رنگ سفید را به‌وجود می‌آورند و رخ‌نمود (فنوتیپ)های دو آستانهٔ طیف یعنی قرمز و سفید به‌ترتیب ژن‌نمود **AABBCC** و **aabbcc** را دارند، بنابراین ذرت‌هایی که از آمیزش دو ذرت با ژن نمود (ژنوتیپ)های **AABBCC** و **aabbcc** به وجود می‌آیند، از نظر رنگ به کدام ذرت شباهت بیش‌تری دارند؟ (خارج۹۸)

۱) AABBcc
۲) AaBBcc
۳) AaBBCC
۴) AABbCC

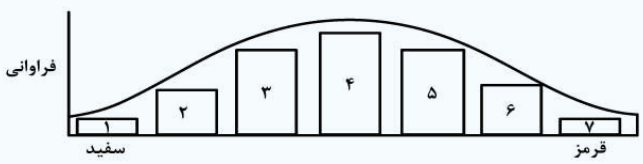
. با توجه به صفت چندجایگاهی مربوط به رنگ نوعی ذرت، کدام مورد از نظر رخ‌نمود (فنوتیپ) به ذرتی با ژن‌نمود (ژنوتیپ) **aaBBCC** شباهت کمتری دارد؟ (داخل۹۹)

۱) AAbbCc
۲) AABBCC
۳) aaBbCc
۴) Aabbcc

با توجه به صفت چند جایگاهی مربوط به رنگ نوعی ذرت، کدام مورد، از نظر رخ نمود (فنوتیپ) به ذرتی با ژن نمود (ژنوتیپ)**AaBbCC** شباهت کم‌تری دارد؟ (خارج۹۹)

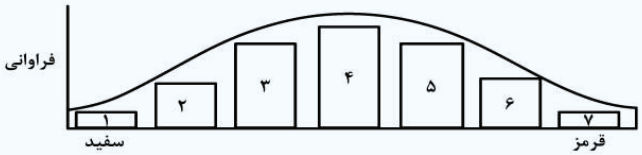
۱) AABBCC
۲) AaBBCC
۳) Aabbcc
۴) AaBbcc

. با توجّه به نمودار توزیع فراوانی رنگ ذرّت (صفت چند جایگاهی) در کتاب درسی، کدام عبارت نادرست است؟ (داخل۱۴۰۰)



۱) ژن نمودی (ژنوتیپی) حاوی همه‌ی انواع دگره (الل)ها در بخش ۴، وجود دارد.
۲) هر ژن نمود (ژنوتیپ) در بخش ۵، در هر جایگاه ژنی، دگره (الل) بارز دارد.
۳) هر ژن نمود (ژنوتیپ) در بخش ۶، در یک جایگاه ژنی ناخالص است.
۴) هر ژن نمود (ژنوتیپ) در بخش ۲، در دو جایگاه ژنی خالص است.

با توجه به نمودار توزیعِ فراوانی رنگ ذرت (صفت چندجایگاهی) در کتاب درسی، کدام عبارت صحیح است؟ (خارج۱۴۰۰)



۱) ژن‌نمودی (ژنوتیپی) حاوی همه انواع دگره (الل)ها در بخش ۴ وجود دارد.

۲) ژن‌نمود (ژنوتیپ)هایی با سه جایگاه ژنی ناخالص، در بخش ۲ وجود دارد.

۳) هر ژن‌نمود (ژنوتیپ) در بخش ۳، به‌طور حتم یک جایگاه ژنی ناخالص دارد.

۴) هر ژن‌نمود (ژنوتیپ) در بخش ۵، به‌طور حتم در هر جایگاه ژنی، دگره (الل) بارز دارد.

. کدام مورد، عبارت زیر را به‌طور مناسب کامل می‌کند؟ (داخل۱۴۰۱)

«صفت رنگ ذرت با سه جایگاه ژنی مورد بررسی قرار گرفته است و هر جایگاه دارای دو گره (الل) است. برای نشان دادن ژن‌ها در این سه جایگاه از حروف بزرگ و کوچک A ، B و C استفاده می‌کنیم. با توجه به نمودار کتاب درسی، همه ژنوتیپ‌هایی که فقط ..... دارند، ..... هستند.»

۱) یک جایگاه ژنی خالص غالب - در فاصله یکسانی از ذرت کاملاً قرمز

۲) دو جایگاه ژنی ناخالص - به ذرت کاملاً سفید نزدیک‌تر از ذرت کاملاً قرمز

۳) دو جایگاه خالص مغلوب - به ذرت کاملاً قرمز نزدیک‌تر از ذرت کاملاً سفید

۴) یک جایگاه ژنی خالص غالب و یک جایگاه ژنی مغلوب - در فاصله یکسانی از ذرت کاملاً سفید و ذرت کاملاً قرمز

کدام مورد، برای تکمیل عبارت زیر نامناسب است؟ (خارج۱۴۰۱)

«صفت رنگ ذرت با سه جایگاه ژنی مورد بررسی قرار گرفته است و هر جایگاه دارای دو دگره (الل) است. برای نشان دادن ژن‌ها در این سه جایگاه از حروف بزرگ و کوچک A ، B و C استفاده می‌کنیم. با توجه به نمودار کتاب درسی، همهٔ ژنوتیپ‌هایی که فقط ..... دارند، ..... هستند.»

۱) دو جایگاه ژنی ناخالص - در فاصلهٔ یکسانی از ذرت کاملاً سفید

۲) دو جایگاه خالص غالب - به ذرت کاملاً قرمز نزدیک‌تر از ذرت کاملاً سفید

۳) دو جایگاه خالص مغلوب - به ذرت کاملاً سفید نزدیک‌تر از ذرت کاملاً قرمز

۴) یک جایگاه ژنی خالص غالب و یک جایگاه ژنی مغلوب - در فاصلهٔ یکسانی از ذرت کاملاً سفید و ذرت کاملاً قرمز

صفت رنگ در نوعی ذرت، دارای سه جایگاه ژنی است که هر کدام دو دگره (الل) دارد و برای نشان دادن ژن‌ها در این سه جایگاه، از حروف بزرگ و کوچک A ، B و C استفاده می‌کنیم. دگره (الل)های بارز، نشانگر رنگ قرمز و دگره‌های نهفته، رنگ سفید را به‌وجود می‌آورند. کدام دو ذرت از نظر رنگ، شباهت بیشتری به یکدیگر دارند؟ (۱۴۰۲دی)

۱) ذرتی که دو جایگاه ژنی خالص بارز و یک جایگاه ژنی نهفته دارد و ذرتی که فقط یک جایگاه ژنی ناخالص و فقط یک جایگاه ژنی نهفته دارد.

۲) ذرتی که دو جایگاه ژنی ناخالص و یک جایگاه ژنی خالص بارز دارد و ذرتی که دو جایگاه ژنی خالص بارز و یک جایگاه ژنی ناخالص دارد.

۳) ذرتی که یک جایگاه ژنی خالص بارز و دو جایگاه ژنی ناخالص دارد و ذرتی که یک جایگاه ژنی خالص بارز و دو جایگاه ژنی نهفته دارد.

۴) ذرتی که دو جایگاه ژنی خالص بارز و یک جایگاه ژنی نهفته دارد و ذرتی که دو جایگاه ژنی ناخالص و یک جایگاه ژنی خالص بارز دارد.

صفت رنگ در نوعی ذرت، صفتی با سه جایگاه ژنی است که هرکدام دو دگره (الل) دارند. با توجه به نمودار توزیع فراوانی رخ‌نمود (فنوتیپ)ها در کتاب درسی، کدام دو ژن‌نمود (ژنوتیپ) با فاصلهٔ یکسانی از زاده‌های حاصل از لقاح دو ژن‌نمودِ (ژنوتیپِ) aabbCC و AABBcc قرار دارند؟ (آزمون مجدد)

۱) AABBCC و Aabbcc

۲) AABbCC و aabbCC

۳) AABBcc و aabbcc

۴) aaBbcc و AABbCC

خون بررسی می‌کنند. در صورت ابتلا، نوزاد با شیرخشک‌هایی که فاقد فنیل‌آلانین است تغذیه می‌شود و در رژیم غذایی او برای آینده، از رژیم‌های بدون (یا کم) فنیل‌آلانین استفاده می‌شود (شکل ۱۰).



شکل ۱۰ـ خون‌گیری از نوزاد برای انجام آزمایش‌های بدو تولد

بیماری فنیل کتونوری
- تک‌جایگاهی
- مستقل از جنس
- ۲ الل ← الل بارز P ← سالم / الل نهفته p ← بیماری‌زا
- صفت گسسته

PP Pp سالم — pp بیمار ← فقدان آنزیم تجزیه‌کنندهٔ فنیل آلانین ← خوردن غذاهای حاوی آمینواسید فنیل آلانین زیاد ← تجمع فنیل آلانین در بدن ← آسیب به دستگاه عصبی مرکزی

دقت کنید که صفات براساس معیارهای مختلفی طبقه‌بندی می‌شود که عبارتند از:

۱	براساس محل قرارگیری ژن‌ها روی کروموزوم	صفات مستقل ازجنس (غیرجنسی) مثل ABO، Rh، فنیل کتونوری، رنگ گل میمونی
		صفات وابسته به جنس (جنسی): صفات وابسته به X مثل هموفیلی؛ صفات وابسته به Y
۲	براساس شکل‌های مختلف یک صفت در جمعیت	صفات پیوسته مثل قد، وزن، رنگ پوست انسان و رنگ‌دانهٔ گونه‌ای ذرت
		صفات گسسته (ناپیوسته) مثل ABO، Rh، هموفیلی، فنیل‌کتونوری و ...
۳	براساس تعداد جایگاه ژنی یک صفت، روی کروموزوم‌ها	صفات تک‌جایگاهی ← تحت کنترل یک ژن دو یا چند اللی مثل ABO و Rh
		صفات چندجایگاهی ← تحت کنترل چند ژن که هر کدام از این ژن‌ها، دو یا چند اللی‌اند، مثل رنگ‌دانه گونه‌ای ذرت
۴	براساس اثر محیط روی صفت	تحت تاثیر عوامل محیطی ← مثل فنیل‌کتونوری، سلیاک و رنگ گل ادریسی
		غیروابسته به عوامل محیطی ← مثل ABO، Rh، هموفیلی و رنگ گل میمونی

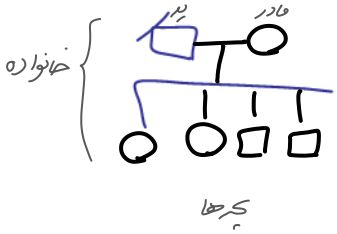
آمینواسیدهایی که باید در مورد آنها بدانید عبارتند از:

۱ ـ آمینواسید گلوتامات، محرک منزهٔ اومامی است.
۲ ـ آمینواسید متیونین نخستین آمینواسیدی که در ابتدای همهٔ پلی‌پپتیدهای تازه ساخت قرار دارد.
۳ ـ آمینواسید فنیل‌آلانین موجب بروز علائم بیماری فنیل‌کتونوری و آسیب به مغز در افراد مبتلا به این بیماری می‌شود.
۴ ـ در بیماری کم‌خونی داسی‌شکل، تغییر یک نوکلئوتید در یکی از رشته‌های الگوی سافت پروتئین هموگلوبین، موجب نشستن آمینواسید والین به جای گلوتامات می‌شود.

	وضعیت کروموزومی در گیاه ۲n	وضعیت کروموزومی در گیاه ۴n [۱]
بخش‌های رویشی گیاه (ریشه، ساقه و برگ)	۲n	۴n
بخش‌های تولیدمثلی گیاه (بخش‌های پرچم و مادگی)	۲n	۴n
دانهٔ گردهٔ نارس، دانهٔ گردهٔ رسیده، یاخته‌های رویشی، زایشی و اسپرم	n	۲n
تخم‌زا	n	۲n
یاختهٔ دوهسته‌ای	n + n	۲n + ۲n
تخم ضمیمه (آندوسپرم)	۳n	۶n
تخم اصلی (رویان)	۲n	۴n
پوستهٔ تخمک، لپه، ساقهٔ رویانی و ریشهٔ رویانی	۲n	۴n

نوع یاخته		روش تولید	ژنوتیپ
اسپرم (گامت نر)	هاپلوئید (n)	تقسیم میتوز یاختهٔ زایشی در لولهٔ گرده	یک الل گیاه نر = الل یاختهٔ حاصل از میوز = الل یاختهٔ زایشی = الل یاختهٔ رویشی
یاختهٔ تخم‌زا (گامت ماده)	هاپلوئید (n)	تقسیم میتوز یاختهٔ باقی‌مانده پس از میوز در بافت خورش	یک الل گیاه ماده = الل یاختهٔ حاصل از میوز = الل سایر یاخته‌های کیسهٔ رویانی
یاختهٔ دوهسته‌ای	دارای دو الل	تقسیم میتوز یاختهٔ باقی‌مانده پس از میوز در بافت خورش بدون تقسیم سیتوپلاسم	دارای دو الل که یکسان و هر دو مشابه الل یاختهٔ تخم‌زا هستند.
رویان	دیپلوئید (۲n)	حاصل لقاح اسپرم و یاختهٔ تخم‌زا	ژنوتیپ اسپرم + ژنوتیپ تخم‌زا
آندوسپرم	تریپلوئید (۳n)	حاصل لقاح اسپرم و یاختهٔ دوهسته‌ای	ژنوتیپ اسپرم + ژنوتیپ یاختهٔ دوهسته‌ای (ژنوتیپ تخم‌زا را به صورت مضاعف دارد.)

اگر در گل میمونی آندوسپرم به صورت ..... باشد؛ آن‌گاه				
	RRR	WWW	RRW	RWW
دانهٔ گرده	R	W	W	R
تخم‌زا	R	W	R	W
یاختهٔ دوهسته‌ای	RR	WW	RR	WW
رویان	RR	WW	RW	RW
یاختهٔ ایجادکنندهٔ کیسهٔ رویانی	R	W	R	W
یاختهٔ خورش	RW یا RR	WW یا RW	RR یا RW	WW یا RW
یاختهٔ رویشی و زایشی	R	W	W	R
ژنوتیپ محل تولید گامت‌های نر و ماده	RW یا RR	WW یا RW	RR یا RW	WW یا RW
پوستهٔ دانه	RW یا RR	WW یا RW	RR یا RW	WW یا RW
کلاله	RW یا RR	WW یا RW	RR یا RW	WW یا RW
پرچم	RW یا RR	WW یا RW	WW یا RW	RW یا RR



زن سالم ○ زن ناقل ● زن بیمار

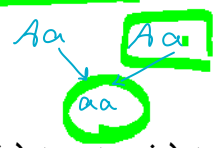
مرد سالم □ مرد ناقل ■ مرد بیمار

مسأله

با اجازه من ۶ تا کلید بدم خدمتتون بعد بریم مسأله حل کنیم:

۱) در بیماری‌های اتوزوم مغلوب اگر والد یا والدین سالم، صاحب فرزند بیمار شوند، لزوماً والد یا والدین ناقلند.





۲) تو بیماری‌های اتوزوم حواست باشد احتمال دختر بودن و پسر بودن رو باید حساب کنی ($\times\frac{1}{2}$) اما واسه بیماری‌های وابسته به جنس لازم نیست.

۳) اگر درباره کسی هیچ اطلاعی بهت نداده بود و فقط می‌دونستی سالمه، ژنوتیپش رو خالص بگیر (خوش‌بین باش)

۴) در بیماری‌های وابسته به x، اگر زن سالم، پسر بیمار داشته باشد، حتماً ناقله ... زن بیمار حتماً پدر و پسر بیمار خواهد داشت.

۵) از نیمی از فرزندان پسر زن سالم مبتلا به نوعی بیماری وابسته به جنس مغلوب (هموفیلی) و نیمی دیگر از پسران ولی قبلاً به نوعی دیگر از بیماری وابسته به جنس مغلوب (دوشن) باشن، زن ژنوتیپ X^hX^r داره ولی اگر نیمی از پسران هموفیل و دوشن باشن و نیمی دیگر سالم، ژنوتیپ زن X^h_rX می‌باشد.

۶) اگر سئوالی احتمالی خواسته شده فقط بین دختران یا پسران مورد نظر بود:

اگر بیماری وابسته به جنس نبود نیاز به $\times\frac{1}{2}$ نیست.

اگر بیماری وابسته به جنس بود احتمال خواسته شده را تنها در XX یا XY در نظر بگیرید.

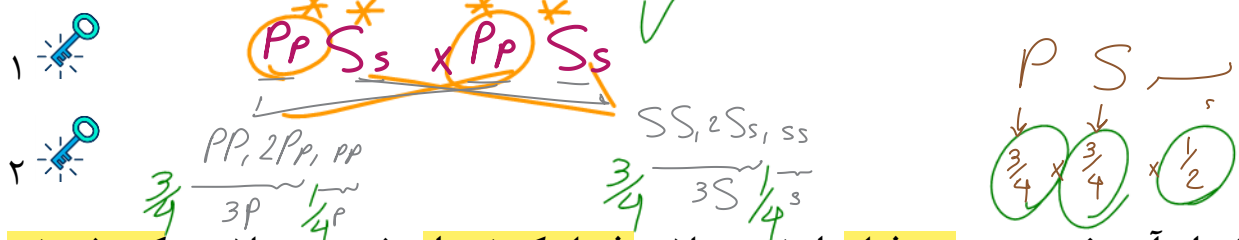
① درباره همه بیماری‌های مطرح شده در سوال ← ژنوتیپ پدر و مادر خانواده بیار

② آنیزش

③ محاسبه احتمال خواسته شده

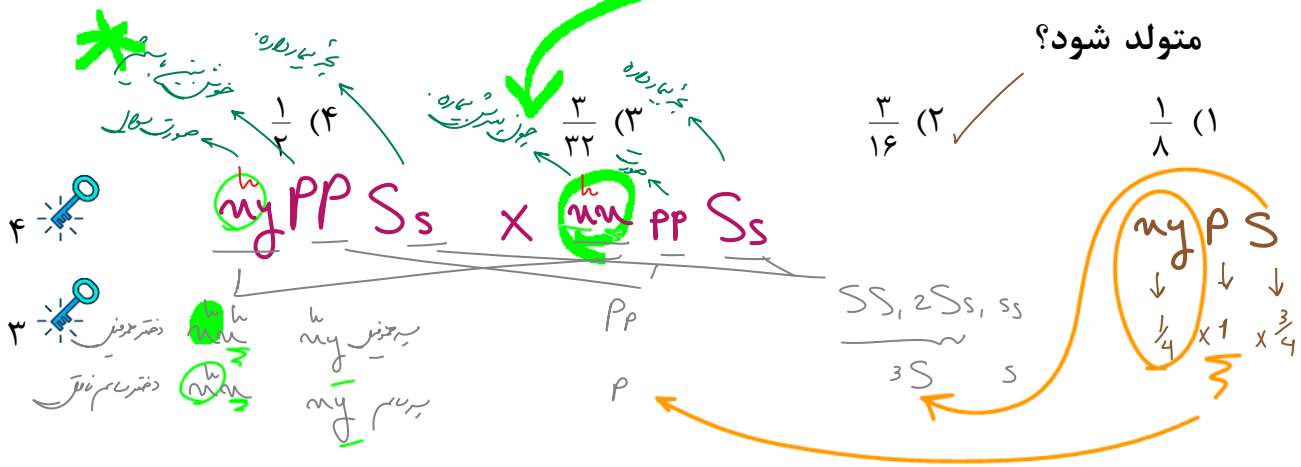
✓ از آمیزش مرد و زن سالم، دختری مبتلا به فنیل کتونوریا و کم‌خونی داسی شکل متولد شده است. احتمال تولد پسر سالم؟

۱) $\frac{۳}{۳۲}$ ۲) $\frac{۹}{۶۴}$ ۳) $\frac{۹}{۳۲}$ ✓ ۴) $\frac{۳}{۱۶}$



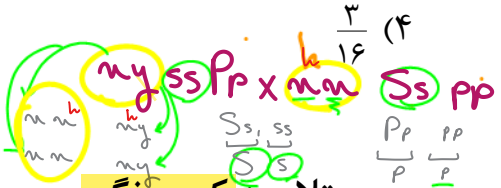
✓ از آمیزش مردی هموفیل با زنی مبتلا به فنیل کتونوریا، دختری مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل و پسری هموفیل متولد شده است. چقدر احتمال دارد پسری سالم متولد شود؟

۱) $\frac{۱}{۸}$ ۲) $\frac{۳}{۱۶}$ ✓ ۳) $\frac{۳}{۳۲}$ ۴) $\frac{۱}{۲}$



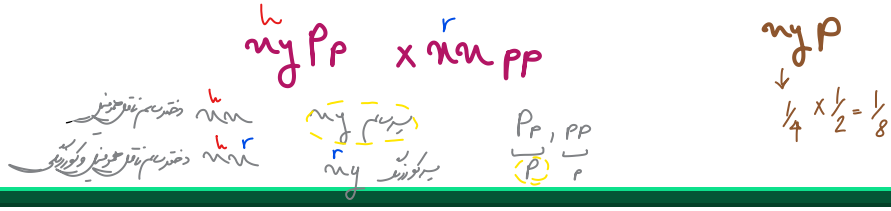
✓ از آمیزش مردی مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل با زنی مبتلا به فنیل‌کتونوریا، دختری مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل و پسری مبتلا به فنیل کتونوریا و هموفیلی متولد شده‌اند. در این خانواده چقدر احتمال دارد دختری سالم متولد شود؟

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۸}$ ✓ ۳) $\frac{۳}{۸}$ ۴) $\frac{۳}{۱۶}$



✓ از آمیزش مردی هموفیل با زنی مبتلا به فنیل کتونوریا، پسری مبتلا به کوررنگی (وابسته به x مغلوب) و دختری مبتلا به فنیل کتونوریا متولد شده‌اند. چه نسبتی از فرزندان این خانواده، پسرانی سالم خواهند بود؟

۱) $\frac{۱}{۱۶}$ ۲) $\frac{۳}{۸}$ ۳) $\frac{۳}{۳۲}$ ۴) $\frac{۱}{۸}$ ✓



✓ از آمیزش مردی هموفیل با زنی به ظاهر سالم یک پسر مبتلا بـه هموفیـل و فنیـل کتونوریا و یک پسر مبتلا به دوشن و کم‌خونی داسی‌شکل متولد شده‌اند. چه نسبتی از فرزندان این خانوادهٔ دخترانی سالم‌اند؟

۱) $\frac{۹}{۶۴}$ ۲) $\frac{۱}{۱۶}$ ۳) $\frac{۳}{۳۲}$ ۴) $\frac{۹}{۱۲۸}$

۵

✓ از آمیزش مردی هموفیل با زنی بـه ظـاهر سـالم، پسـری مبـتلا بـه بیمـاری‌هـای دیستروفی عضلانی دوشن، هموفیلی و فنیل کتونوریا متولـد شـده اسـت. در ایـن خانواده چه نسبتی از فرزندان، دخترانی سالم خواهند داشت؟

۱) $\frac{۳}{۳۲}$ ۲) $\frac{۱}{۸}$ ۳) $\frac{۳}{۱۶}$ ۴) $\frac{۱}{۴}$

۵

✓ از آمیزش مردی سالم با زنی مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل پسـری مبـتلا بـه فنیـل کتونوریا و دختری مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل متولد شده‌اند. در این خـانواده چـه نسبتی از دختران، سالم خواهند شد؟

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۳}{۳۲}$ ۳) $\frac{۳}{۱۶}$ ۴) $\frac{۳}{۸}$

۶

✓ دختری سالم و مادرش مبتلا به فاویسم (صفت وابسته به x مغلوب) است. اگـر ایـن دختر با مردی مبتلا به فاویسم ازدواج کند، چه نسبتی از فرزندانش دخترانی مبـتلا به فاویسم خواهد شد؟

۱) $\frac{۱}{۸}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۳}{۴}$

✓ اگر مردی هموفیل با گروه خونی O با زنی سالم و گروه خونی A که برای هر دو صفت ناخالص است ازدواج کند، با توجه به قوانین احتمالات، چه نسبتی از فرزندان آنها پسرانی هموفیل با گروه خونی A خواهند بود؟

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) $\frac{۱}{۸}$ ۴) $\frac{۱}{۱۶}$

✓ اگر مردی کوررنگ با انعقاد خون طبیعی با زنی ناخالص نسبت به این دو صفت ازدواج کند در افراد نسل اول:

۱) پسران همگی کوررنگ و هموفیل
۲) نیمی از فرزندان کوررنگ
۳) نیمی از دختران هموفیل
۴) همگی فرزندان دارای انعقاد خون طبیعی

✓ مردی سالم که پدرش مبتلا به فنیل کتونوریا بوده با زنی مبتلا به این بیماری که والدینش سالم بوده‌اند، ازدواج می‌کند. احتمال اینکه فرزند اول آنها، پسری مبتلا به فنیل کتونوریا شود چند درصد است؟

۱) ٪۱۲/۵ ۲) ٪۲۵ ۳) ٪۵۰ ۴) ٪۷۵

✓ اگر مردی با گروه خونی AB که به هموفیلی و کتونوریا مبتلا است به خانمی با گروه خونی O که برای دو صفت هموفیلی و کم‌خونی داسی‌شکل ناخالص است، ازدواج کند. چه نسبتی از فرزندان آنها دخترانی با گروه خونی B و فقط مبتلا به یک بیماری خواهند بود؟

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۸}$ ۳) $\frac{۱}{۱۶}$ ۴) $\frac{۱}{۳۲}$

✓ با توجه به مسأله زیر به دو سؤال بعدی پاسخ دهید:

اگر مردی ناقل فنیل کتونوریا و کم‌خونی داسی‌شکل و مبتلا به بیماری هموفیلی، با زنی ظاهراً سالم که ناقل هر سه صفت است ازدواج کند.

الف) چه نسبتی از فرزندانشان، دختران هموفیل و دارای اختلال در تجزیه فنیل آلانین خواهند شد؟

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۸}$ ۳) $\frac{۱}{۱۶}$ ✓ ۴) $\frac{۳}{۱۶}$

ب) چه نسبتی از فرزندانشان، پسرانی کم‌خون و مبتلا به فنیل کتونوریا خواهند شد؟

۱) $\frac{۳}{۸}$ ۲) $\frac{۱}{۱۶}$ ۳) $\frac{۱}{۳۲}$ ۴) $\frac{۹}{۳۲}$

✓ یک بیماری وابسته به x مغلوب هیچ‌گاه از ..... منتقل نمی‌شود.

۱) مادر سالم و پدر بیمار به فرزند دختر ✓ ۲) مادر بیمار و پدر سالم به فرزند پسر ✓

۳) پدر سالم و مادر بیمار به فرزند دختر ✓ ۴) پدر بیمار و مادر سالم به فرزند پسر ✓

✓ با توجه به مسأله زیر به دو سؤال بعدی پاسخ دهید.

مردی هموفیل و مبتلا به دوشن با گروه خونی AB با زنی سالم که پدری مبتلا به هر دو بیماری و مادری سالم و خالص داشته است. و گروه خونی AB دارد ازدواج می‌کند

با توجه قوانین احتمال:

الف) چه نسبتی از فرزندان این زوج مبتلا به هر دو بیماری و دارای گروه خونی B خواهند شد؟

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۸}$ ✓ ۳) $\frac{۱}{۱۶}$ ۴) $\frac{۱}{۳۲}$

ب) چه نسبتی از دختران این زوج، ژن نمودی مانند مادر خود خواهند داشت؟

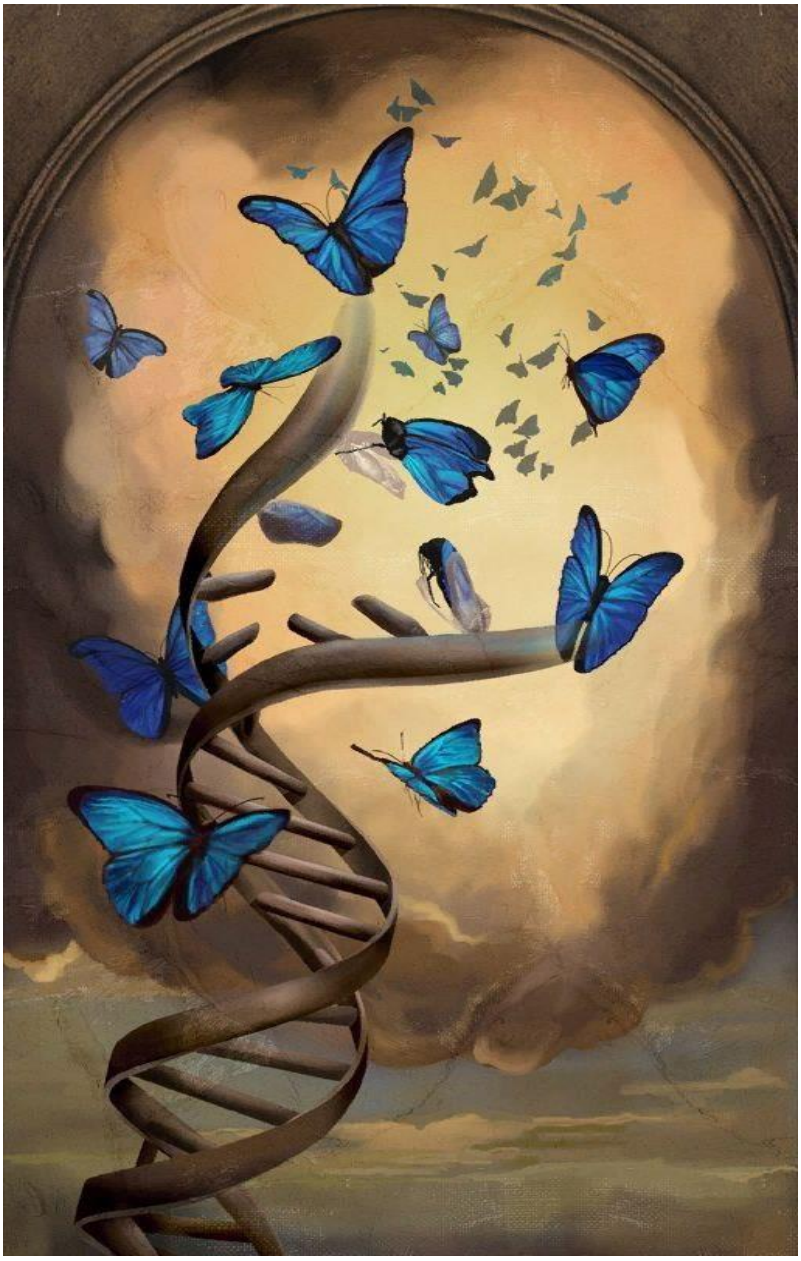
۱) $\frac{۱}{۴}$ ✓ ۲) $\frac{۱}{۸}$ ۳) $\frac{۱}{۱۶}$ ۴) $\frac{۱}{۳۲}$

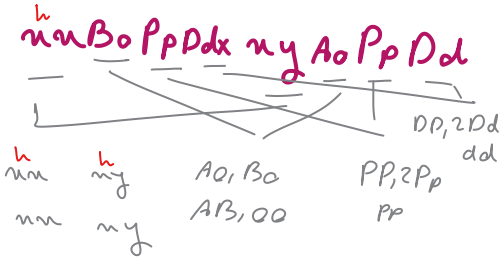
✓ از ازدواج مردی با گروه خونی A^+ و زنی با گروه خونی B^+ (هر دو به ظاهر سالم)، پسری مبتلا به هموفیلی با گروه خونی O^- و دختری ناقل فنیل کتونوریا متولد شده است. در این خانواده احتمال تولد دختری با گروه خونی B^+ و مبتلا به فنیل کتونوریا کدام می‌تواند باشد؟ (سراسری ۹۶)

۱) $\frac{۱}{۶۴}$ ۲) $\frac{۱}{۱۲۸}$ ۳) $\frac{۳}{۶۴}$ ۴) $\frac{۳}{۱۲۸}$ ✓

B^+ دختر

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

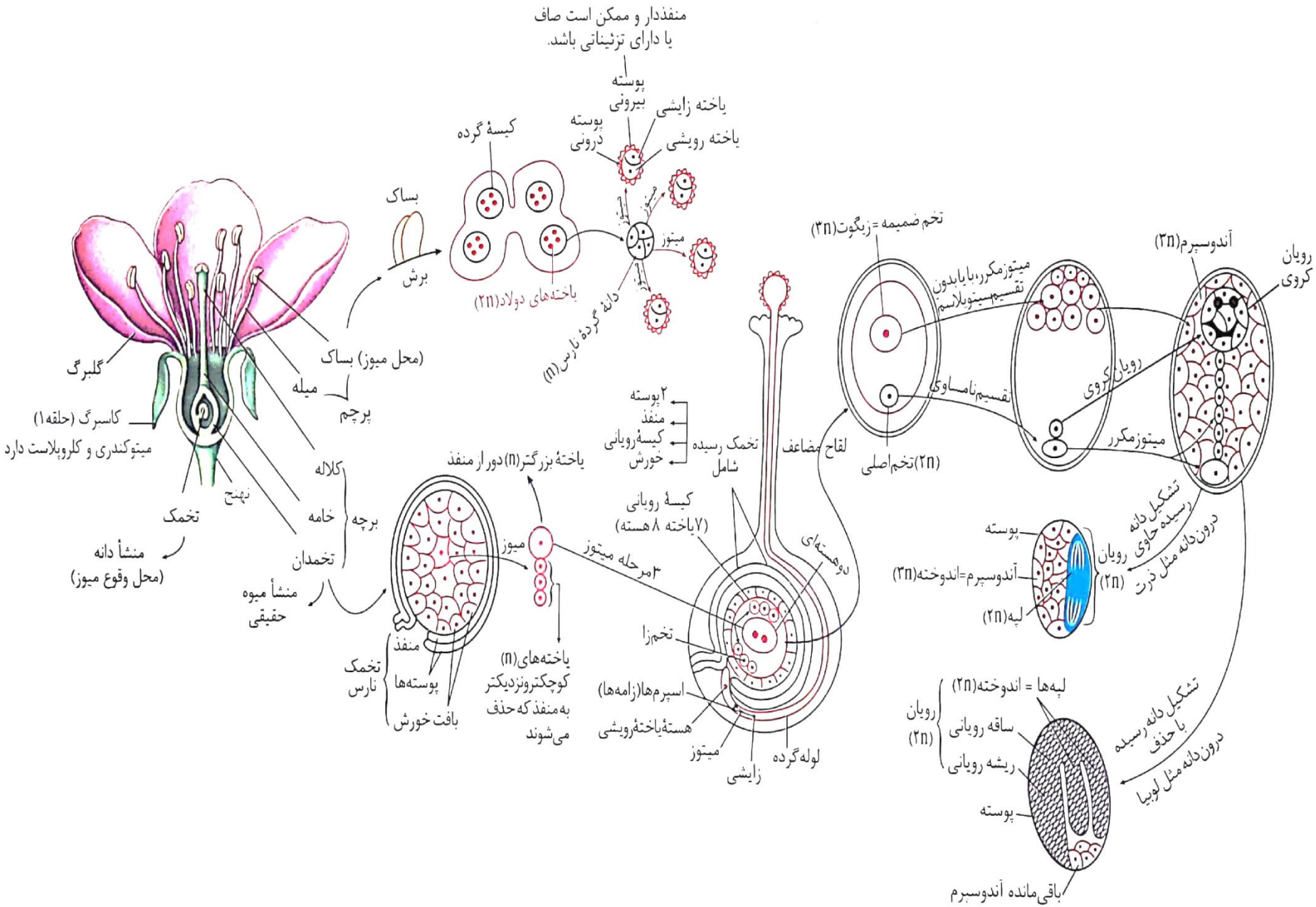




ماده

ملکه	کارگر	نر
دیپلوئید و حاصل لقاح اسپرم و تخمک هستند.		هاپلوئید و حاصل بکرزایی ملکه است.
توانایی تولیدمثل و انجام میوز را دارد.	نازا است.	توانایی تولیدمثل جنسی را دارد، ولی میوز انجام نمی‌دهد.
یاختهٔ جنسی را با تقسیم میوز تولید می‌کند.	—	یاختهٔ جنسی را با تقسیم میتوز تولید می‌کند.
ژن‌هایش را به صورت مستقیم به نسل بعد منتقل می‌کند.	ژن‌هایش را به صورت غیرمستقیم به نسل بعد منتقل می‌کند.[1]	ژن‌هایش را به صورت مستقیم به نسل بعد منتقل می‌کند.
دارای فام‌تن همتا هستند؛ در نتیجه در آن‌ها جهش مضاعف‌شدگی می‌تواند رخ بدهد.		فاقد فام‌تن همتا هستند.
در آن کراسینگ‌اور می‌تواند انجام شود.	کراسینگ‌اور ندارند. (کارگرها که میوز ندارند و نرها هم هاپلوئید هستند و فاقد توانایی انجام میوز می‌باشند.)	
می‌توانند برای برخی صفات رخ‌نمودهای حد واسط و هم‌توان را بروز دهند.		نمی‌تواند رخ‌نمود حد واسط و هم‌توان را بروز دهد.
با والد مادهٔ خود از نظر تعداد فام‌تن قطعن یکسان و از نظر ژن‌نمود می‌توانند یکسان و یا متفاوت باشند.		از نظر تعداد فام‌تن و ژن‌نمود با والد خود قطعن متفاوت است.
نیمی از اطلاعات هسته‌ای والد ماده و تمام اطلاعات هسته‌ای والد نر را به ارث می‌برد.		تمام اطلاعات ژنی خود را از والد ماده دریافت کرده‌است.

	زنبور ملکه	زنبور نر	زنبور مادهٔ کارگر
دیپلوئید است	☑	☒	☑
از بکرزایی ملکه ایجاد می‌شود	☒	☑	☒
حاصل لقاح بین یاخته‌های جنسی نر و ماده است	☑	☒	☑
زایا است	☑	☑	☒
نوع تقسیم مورد استفاده برای تولید یاختهٔ جنسی	میوز (تقسیمی دو مرحله‌ای)	میتوز (تقسیمی یک مرحله‌ای)	-
ژن‌هایش را به صورت مستقیم به نسل بعد منتقل می‌کند.	☑	☑	☒
در خزانهٔ ژنی نسل بعد نقش دارد	☑	☑	☑ غیرمستقیم
توانایی انجام کراسینگ‌اور را دارد	☑	☒	☒
می‌تواند رخ‌نمود هم‌توان و یا حدواسط را بروز بدهد	☑	☒	☑
نیمی از اطلاعات والد ماده و تمام اطلاعات والد نر را به ارث می‌برد.	☑	☒	☑
تمام اطلاعات ژنی خود را از والد ماده دارد.	☒	☑	☒
شهد و گردهٔ گل‌ها را جمع‌آوری می‌کند	☒	☒	☑


منفذدار و ممکن است صاف
یا دارای تزئیناتی باشد.
پوسته
بیرونی
یاخته زایشی
پوسته
درونی
یاخته رویشی
کیسهٔ گرده
بساک
برش
یاختههای دولاد(۲n)
میوز
دانهٔ گردهٔ نارس(n)
گلبرگ
(محل میوز) بساک
میله
پرچم
کاسبرگ (حلقه۱)
میتوکندری و کلروپلاست دارد
کلاله
خامه
برچه
تخمدان
نهنج
تخمک
منشأ دانه
(محل وقوع میوز)
منشأ میوه
حقیقی
یاختهٔ بزرگتر(n) دور از منفذ
میوز
۳مرحله میتوز
۲پوسته
منفذ
کیسهٔ رویانی
خورش
تخمک رسیده
شامل
کیسهٔ رویانی
(۷یاخته ۸هسته)
دوهستهای
تخمزا
اسپرمها(زامهها)
هستهٔیاختهٔرویشی
میتوز
زایشی
لوله گرده
لقاح مضاعف
تخم ضمیمه = زیگوت(۳n)
(۲n)تخم اصلی
میتوزمکرر،با یابدون
تقسیم سیتوپلاسم
تقسیم نامساوی
رویان کروی
میتوزمکرر
آندوسپرم(۳n)
رویان
کروی
تشکیل دانه
رسیده حاوی
درون دانه مثل ذرت
پوسته
آندوسپرم=اندوخته(۳n)
لپه(۲n)
رویان
(۲n)
لپهها = اندوخته(۲n)
ساقه رویانی
ریشه رویانی
پوسته
باقیمانده آندوسپرم
تشکیل دانه رسیده
با حذف
درون دانه مثل لوبیا
منفذ
پوستهها
بافت خورش
تخمک
نارس
یاختههای(n)
کوچکترونزدیکتر
به منفذ که حذف
میشوند

دو مثال از ژنتیک گیاهی

مثال (۱)

اگر ژنوتیپ گل نر به صورت aaBB و گل ماده به صورت Aabb باشد، به سئوالات زیر پاسخ دهید:

الف) انواع ژنوتیپ های گرده نارس، هسته زایشی، هسته رویشی و اسپرم ها ← همگی یک نوع aB می شوند.

والد نر aaBB —میوز→ یک نوع گرده نارس (aB) —میتوز→ گرده های رسیده aB

گرده های رسیده aB:
- هسته رویشی aB
- هسته زایشی aB —میتوز→ اسپرم aB، اسپرم aB

ب) انواع ژنوتیپ های ممکن برای تخم زا و یاخته دو هسته ای را بنویسید:

گل ماده Aabb —میوز و خورش→
- Ab —میتوز→ کیسه رویانی با هسته های Ab
  - تخم زای آن Ab
  - یاخته دو هسته ای آن AAbb
- ab —میتوز→ کیسه رویانی با هسته های ab
  - تخم زای آن ab
  - یاخته دو هسته ای آن aabb

ج) انواع دانه های حاصل با ژنوتیپ پوسته، رویان و آندوسپرم آن ها را بنویسید:

۱) لقاح مضاعف اسپرم های aB در کیسه رویانی حاوی هسته های Ab:

اسپرم aB + تخم زای Ab ← تخم اصلی ۲n ← AaBb (رویان)

اسپرم aB + یاخته دو هسته ای AAbb ← تخم ضمیمه ۳n ← AAaBbb (آندوسپرم)

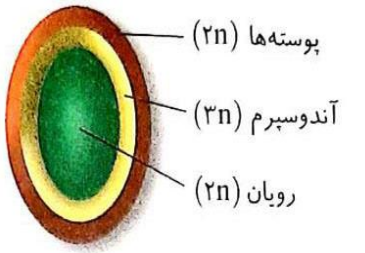
پوسته آن همواره ژنوتیپ گل ماده Aabb را دارد.

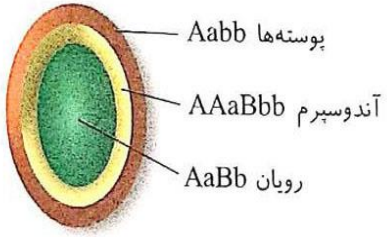
۲) لقاح مضاعف بین اسپرم های aB در کیسه رویانی حاوی هسته های ab:

اسپرم aB + تخم زای ab ← تخم اصلی aaBb (رویان)

اسپرم aB + یاخته دوهسته ای aabb ← تخم ضمیمه aaaBbb (آندوسپرم)

پوسته دانه آن باز هم ژنوتیپ گل ماده Aabb را دارد.





مثال (۲)

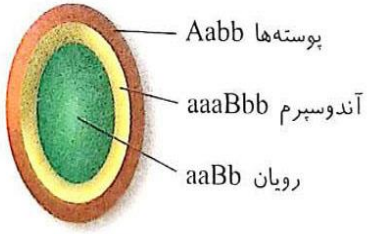
اگر ژنوتیپ آندوسپرم نارگیل به صورت AaaBBBDDDd باشد، ژنوتیپ اسپرم، تخم زا، یاخته دوهسته ای و تخم اصلی یا رویان آن چیست؟

نکته: در هر صفت مثل Aaa، اللی که با بقیه متفاوت است، مربوط به اسپرم (A) و دو الل مشابه دیگر (aa) مربوط به یاخته دوهسته ای است.

AaaBBBDDDd
- اسپرم (n) ← Abd
- تخم زا (n) ← aBD

از لقاح آن ها تخم اصلی AaBBDd به وجود می آید.

- یاخته دو هسته ای ← aaBBDD (همواره در همه صفات خالص است.)
- رویان و تخم اصلی ← AaBBDd



ژنتیک گیاهی

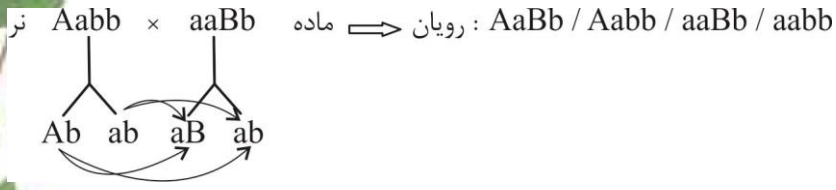
در نهان‌دانگان، پس از وقوع لقاح مضاعف، تخمک به دانه تبدیل خواهد شد؛ به طوری‌که پوسته‌های تخمک به پوسته دانه، تخم اصلی به رویان و تخم ضمیمه به آندوسپرم تبدیل می‌شود که در دانه بالغ یا خود نقش اندوخته را ایفا می‌کند [مثل ذرت] و یا مواد غذایی‌اش را به لپه‌ها منتقل می‌کند تا آنها به عنوان اندوخته دانه عمل کنند [مثل لوبیا] به عبارت ساده‌تر، منشأ سه بخش اصلی دانه، یعنی پوسته، رویان و اندوخته در تک‌لپه‌ای‌ها به ترتیب پوسته تخمک، تخم اصلی و تخم ضمیمه است اما در دانه بالغ دو لپه‌ای‌ها، منشأ پوسته دانه پوسته‌های تخمک و منشأ رویان به اندوخته دانه تخم اصلی می‌باشد.

در مورد وضعیت ژنتیکی دانه نهان‌دانگان لازم است بدانیم، در همه انواع نهان‌دانگان، دانه دارای سه بخش پوسته، رویان و اندوخته است. پوسته که از تغییر شکل پوسته‌های تخمک به وجود آمده است، دولاد بوده دارای ژن نمودی شبیه والد ماده است و ژن‌نمود رویان، همواره از حاصل-ضرب گامت‌های گیاهان نر و ماده به دست می‌آید؛ اما در مورد اندوخته دانه باید توجه داشت که اندوخته دانه در نهان‌دانگاه می‌تواند به شکل دولاد (2n) یه سه‌لاد (3n) باشد. در نهان‌دانگانی مثل لوبیا، که اندوخته دانه (2n) است، ژن نمود اندوخته با ژن نمود رویان، دارای مشابهت کامل است اما در نهان‌دانگانی مثل ذرت که اندوخته آنها آندوسپرم است، اندوخته دانه سه لاد (3n) می‌باشد و برای به دست آوردن ژن‌نمود آن لازم است از گیاهان والد نر و ماده، گامت را به دست آوریم و گامت نر را در دو برابر گامت ماده ضرب کنیم.

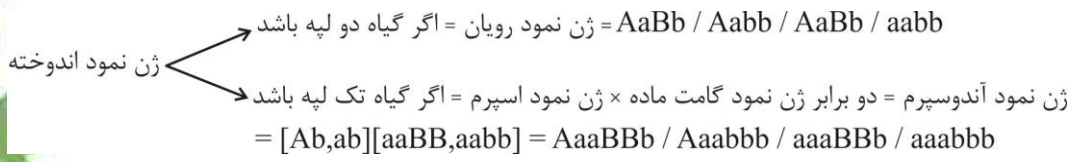
تعیین ژن نمود اجزاء دانه:

برای به دست آوردن ژن‌نمود اجزاء دانه لازم است بدانیم ژن‌نمود پوسته دانه با ژن‌نمود گیاه والد ماده کاملاً یکسان است؛ چون منشأ پوسته دانه، پوسته‌های تخمک است. ضمناً ژن‌نمود رویان این

گونه به دست می‌آید که گامت‌های هر یک از والدین را به دست آورده و آنها را در هم ضرب می-کنیم. مثلاً اگر پرسیده شود از آمیزش [ماده aaBb×Aabbنر]، ژن‌نمود پوسته دانه حاصل کدام است؟ پاسخ aaBb [یعنی معادل والد ماده است] و ژن‌نمودهای ممکن برای رویان حاصل از آمیزش، از طریق گامت‌گیری و ضرب گامت‌ها به شکل زیر به دست می‌آید:



برای به دست آوردن ژن‌نمود اندوخته دانه به این نکته مهم توجه داشته باشید که در نهان‌دانگان دولپه‌ای مثل لوبیا، اندوخته دانه دیپلوئید بوده، لپه می‌باشد و زن‌نمودی مشابه با رویان دارد. یعنی اگر آمیزش فوق، در رابطه با گیاه دو لپه‌ای مثل لوبیا مطرح شده بود، ژن‌نمود اندوخته با رویان مشابه می-شد اما برای بدست آوردن اندوخته دانه گیاهان تک‌لپه مثل ذرت، که سه لاد می باشد و در واقع همان آندوسپرم است .لازم است ابتدا از فرد نر گامت گیری کنیم و اسپرم ها را به دست آوریم . سپس لازم است از فرد ماده گامت‌گیری کنیم، حاصل گامت‌گیری را دو برابر کنیم تا معادل با یاخته دو هسته‌ای شود سپس ژن‌نمود اسپرم‌ها را در یاخته دو هسته‌ای ضرب کنیم. مطابق با آنچه در طرح زیر می‌بینید:



برای یادگیری بهتر، موارد خواسته شده را به دست آورید:

۱) لوبیای نر لوبیای ماده Aa×Aa

الف) ژن‌نمود رویان :

ب) ژن‌نمود اندوخته :

ج) ژن‌نمود پوسته :

۲) ذرت نر ذرت ماده Aa×Aa

: ژن‌نمود رویان (الف

: ژن‌نمود اندوخته (ب

: ژن‌نمود پوسته (ج

۳) ذرت نر AABb×Aabb ذرت ماده

: ژن‌نمود رویان (الف

: ژن‌نمود اندوخته (ب

: ژن‌نمود پوسته (ج

پاسخ:

۱) الف) AA / Aa / Aa / aa
ب) AA / Aa / Aa / aa
ج) Aa

۲) الف) AA / Aa / Aa / aa
ب) AAA / Aaa / AAa / aaa
ج) Aa

۳) الف) AABb / AaBb / AAbb/ Aabb
ب) AAABbb / AaaBbb / AAAbbb / Aaabbb
ج) Aabb

مشخص کردن ژن‌نمود دو هسته‌ای، تخم‌زا، تخم اصلی و اسپرم از روی ژن‌نمود تخم ضمیمه

از روی ژن‌نمود تخم ضمیمه می‌توان ژن‌نمود چند بخش مهم از مشخص نمود. مثلاً اگر ژن‌نمود تخم ضمیمه Aaa باشد، از آنجا که می‌دانیم دو هسته درون یاخته دو هسته‌ای، لزوماً ژن‌نمود مشابه دارند، می‌توانیم بگوییم ژن‌نمود یاخته دو هسته‌ای aa بوده است و نصف آن [یعنی a] ژن-نمود تخم‌زا می‌باشد. ضمناً آلل متفاوت [یعنی A] مربوط به اسپرم می‌باشد و چون تخم 2n از لقاح اسپرم و تخم‌زا حاصل می‌آید، ژن‌نمود Aa دارد. برای به دست آوردن سریع ژن‌نمودهای فوق، از روی ژن‌نمود تخم ضمیمه از چند نکته زیر استفاده کنید:

۱) یاخته دوهسته‌ای لزوماً دو آلل مشابه دارد.

۲) تخم‌زا نصف دو هسته‌ای است.

۳) اسپرم تک‌لاد بوده، یک آلل دارد و اگر هر سه آلل تخم 3n مشابه باشد (مثل bbb) یکی را برای اسپرم در نظر می‌گیریم و اگر مشابه نباشد (مثل Bbb) حرف متفاوت را برای اسپرم در نظر می‌گیریم (مثل B) و نهایتاً برای به دست آوردن ژن‌نمود تخم 2n، کافی است از سه آلل تخم ضمیمه، یکی از آلل‌های مشابه را حذف کنیم. مثلاً اگر ژن‌نمود تخم 3n، RWW باشد، دو هسته‌ای ژن‌نمود WW، تخم‌زا ژن‌نمود W، اسپرم ژن‌نمود R و تخم 2n ژن‌نمود RW خواهد داشت.

برای تسلط بیشتر به موارد زیر پاسخ دهید:

* در سئوالات ۱و۲ با توجه به ژن‌نمود تخم ضمیمه، ژن‌نمودهای مورد سئوال را بنویسید.

۱) 3n : aaaBbbDddRWW

الف) ژن‌نمود دو هسته‌ای :

ب) ژن‌نمود تخم‌زا :

ج) ژن‌نمود اسپرم :

د) ژن‌نمود تخم اصلی :

۲) 3n : AaaBBBDDd

الف) ژن‌نمود دو هسته‌ای :

ب) ژن‌نمود تخم‌زا :

ج) ژن‌نمود اسپرم :

د) ژن‌نمود تخم اصلی :

پاسخ:

۱)
- الف) دو تا شبیه بنویس = aabbddww
- ب) نصف دو هسته ای بنویس = abdw
- ج) اگر سه تاش مثل همه، یکی رو بنویس اگر هم نه، اونی رو بنویس که فرق داره = aBDR
- د) یکی از شبیه ها رو حذف کن = ~~a~~ aaBb ~~b~~ Dd ~~d~~ RW ~~W~~

۲)
- الف) aaBBDD
- ب) aBD
- ج) Abd
- د) AaBBDd

. با قرارگرفتن دانهٔ گردهٔ گل میمونی سفید (**WW**) بر روی کُلاله گل میمونی صورتی(**RW**)، کدام رخ‌نمود (فنوتیپ) برای رویان و کدام ژن‌نمود (ژنوتیپ) برای درون دانه (آندوسپرم) مورد انتظار است؟ (داخل۹۸)

۱) صورتی ـ WWR ۲) صورتی ـ RRR ۳) سفید-WRR ۴) سفید ـ WWW

. با قرار گرفتن دانهٔ گرده گل میمونی صورتی (**RW**) بر روی کُلالهٔ گل میمونی سفید(**WW**)، کدام رخ نمود (فنوتیپ) برای رویان و کدام ژن نمود (ژنوتیپ) برای درون دانهٔ (آندوسپرم) مورد انتظار است؟ (خارج۹۸)

۱) قرمز - WWW ۲) قرمز ـ RRR ۳) صورتی ـ RWW ۴) صورتی ـ RRW

با در نظر گرفتن این که ژن نمود (ژنوتیپ) درون دانه (آندوسپرم) گل میمونی **WWR** است. کدام ژن نمود (ژنوتیپ) به ترتیب برای دانه گرده و کُلاله‌ی گل میمونی، مورد انتظار نیست؟ (داخل۱۴۰۰)

۱) RW و RR ۲) RW و RR ۳) RW و WW ۴) RW و RW

با درنظر گرفتن این‌که ژن‌نمود (ژنوتیپ) درونِ دانه (آندوسپرمِ) گل میمونی **WRR** است. کدام ژن‌نمود (ژنوتیپ) به‌ترتیب برای دانه گرده و کُلاله گل میمونی مورد انتظار است؟ (خارج۱۴۰۰)

۱) RW و RR ۲) RW و RR ۳) RW و WW ۴) WW و RR

در گیاه زنبق، با فرض این‌که ژن‌نمود (ژنوتیپ) درون‌دانه **ABB** است. کدام مورد درباره ژن‌نمود یاخته سازنده دانه گرده نارس و یاخته بافت خورش غیرممکن است؟ (داخل۱۴۰۱)

۱) AB و AA ۲) AB و AA ۳) AB و AB ۴) BB و AA

. در گیاه زنبق، با فرض این که ژن نمود (ژنو تیپ) درون دانه **AAB** است، کدام مورد دربارهٔ ژن نمود یاختهٔ سازندهٔ دانهٔ گرده نارس و یاختهٔ بافت خورش ممکن است؟ (خارج۱۴۰۱)

۱)AA و AB ۲) AB و BB ۳) AB و AA ۴) BB و AB

. کدام مورد، به‌ترتیب، می‌تواند معرف ژن‌نمود (ژنوتیپ) درون‌دانه و لپهٔ یک دانهٔ ذرت باشد؟ (۱۴۰۲دی)

۱) BAA و AB ۲) BAA و AA ۳) BBA و BB ۴) BBB و AB

در گیاه لوبیا، ژن‌نمود (ژنوتیپ) ساقهٔ رویانی دانه، **AB** است. کدام مورد به ترتیب از راست به چپ، در ارتباط با ژن‌نمود آندوسپرم این دانه و یاختهٔ سازندهٔ گردهٔ نارس و یاختهٔ خورشی که در تشکیل این دانه شرکت داشته، غیرمحتمل است ؟ (۱۴۰۲ نوبت تیر)

۱) ABB ، AA و AB ۲) ABB ، AA و BB ۳) AAB ، BB و AB ۴) AAB ، AA و BB

. با فرض اینکه در گیاه آلبالو، یاختهٔ باقیمانده از تقسیم یاختهٔ بافت خورش حامل ژن **B** و ژن‌نمود (ژنوتیپ) یاختهٔ سازندهٔ دانهٔ گرده **AB** باشد، کدام ژن‌نمود را می‌توان برای تخم اصلی و تخم ضمیمه محتمل دانست؟ (۱۴۰۳ نوبت اردیبهشت)

۱) ABB و AA ۲) BBB و BB ۳) AAA و AB ۴) AAB و BB

در گل آلبالو، با فرض اینکه ژن‌نمود یاختهٔ مولد کیسهٔ رویانی **AB** باشد، کدام مورد برای ژن‌نمود یاختهٔ دوهسته‌ای و رویان غیرممکن است؟ (پورسینا)

۱) AB و AA ۲) BB و BB ۳) AB و AB ۴) AA و AA

. در صورتیکه در گل میمونی، ژن‌نمود (ژنوتیپ) تخم ضمیمه BBB باشد، کدام ژن‌نمود (ژنوتیپ) برای یاخته‌های درون کیسهٔ گرده و یاخته‌های سازندهٔ دیوارهٔ تخمدان محتمل است؟ (۱۴۰۳ تیر داخل)

۱) AA – BB ۲) BB – AA ۳) AB – AA ۴) AB – AB

. به طور طبیعی در نارگیل دیپلوئید، ژن‌نمود ..... می‌تواند **BBB** باشد و در این صورت ژن‌نمود **ABB** برای درون‌دانه ..... است. (پورسینا)

۱) یاختهٔ پوستهٔ دانه - غیرمحتمل ۲) یاختهٔ دو هسته‌ای - محتمل

۳) یاختهٔ کیسهٔ گرده - محتمل ۴) ساختار حاصل از دانهٔ گرده رسیده - غیرمحتمل

. از آمیزش دو گل میمونی صورتی کدام گزینه، ژن‌نمودهای دانهٔ گردهٔ رسیده، پوستهٔ دانه و آندوسپرم را به درستی نشان می‌دهد؟ (پورسینا)

۱) RRW - RW - R ۲) RRW - RR - RR ۳) RWW - RW - W ۴) RWW - RW - RR

Date:

Date:

Date:

Date:



زیست‌شناسی 3

فصل 3 (انتقال اطلاعات در نسل‌ها)

- گفتار ۱ : مفاهیم پایه
- گفتار ۲ : انواع صفات
- تست‌کده

مولف: دکتر زهراسادات همایونی

فصل 3
گفتار 1: مفاهیم پایه

خب خب رسیدیم به سرفصلِ جذابِ دوست‌داشتنیِ من

یه سرفصل پرهیجان و کاربردی که پا به پام بیای تقریباً میشه ساده‌ترین مبحث زیست‌شناسی!!

تو این که ویژگی‌های پدر و مادر به بچه‌ها منتقل می‌شه که شکی نیست ...

در تولید مثل جنسی ارتباط بین نسل‌ها را گامت‌ها برقرار می‌کنند (گامت‌زایی رو یادت میاد؟!)

ویژگی‌های هر یک از والدین توسط دستورالعمل‌هایی که در DNA موجود در گامت‌ها وجود دارد منتقل می‌شود.

اینم می‌دونیم که طی گامت‌زایی در واقع نصف DNAها یعنی نصف صفات وجود دارد.

تصور گذشتگانمون درباره قانون وراثت:

صفات فرزندان آمیخته‌ای از صفات والدین و حد واسط آنهاست!!

(همون داستانِ مانانِ ژاپنی، بابا چینی ← بیچاره نی‌نی)

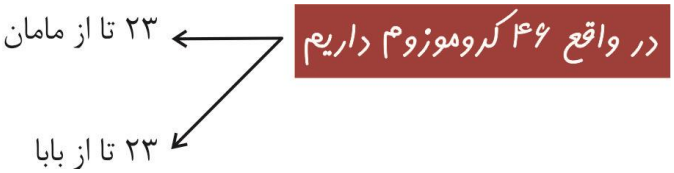
← آخرای قرن 19 (یعنی قبل اون دانشمندایی که خوندیم، که هنوز ساختار و عمل DNA و ژن معلوم نبود)

گریگور مندل از راه رسید← قوانین بنیادیِ وراثت را کشف کرد← که مفاهیمِ پایه و ماجراهاش رو میگم بهت...

* ویژگی های یک جاندار
- ارثی: که از والدین خود به ارث بردیم (صفت) مثل رنگ چشم، رنگ مو، گروه خونی
- اکتسابی: تحت تأثیر محیط ایجاد و تغییر می کند.

- در علم ژن‌شناسی شاخه‌ای از علم زیست‌شناسی که به چگونگی وراثت صفات از نسلی به نسل دیگر می‌پردازد.
- صفت: در عمل ژن‌شناسی ویژگی‌های ارثی جانداران را صفت می‌گویند.
- هر یک از افراد جمعیت، ویژگی‌هایی دارد که ممکن است این ویژگی‌ها به نسل بعد منتقل شوند.

- به انواعِ مختلف یک صفت ← شکل‌های آن صفت می‌گویند.
- در انسان 23 جفت کروموزوم همتا وجود دارد که در هر جفت یکی از آنها را از مـادر و دیگـری را از پدر به ارث بردیم.



در این کروموزم‌های همتا، در هر کدام مکانِ یک صفتِ خاص ثابت و مشترک است امـا اطلاعـاتِ آن صفت در دو کروموزوم همتا می‌تواند مشترک باشد، می‌تواند هم متفاوت باشد. به این جایگـاه-های ژنی که بیان‌کننده یک صفت خاص هست دگره یا الل می‌گویند.

- اگر فردی الل‌های مربوط به یک صفت درهر دو کروموزوم یکسـان باشـد ← اون فـرد تـو اون صفت $\frac{\text{خالص}}{\text{هموزیگوت}}$

Ex: فرد بالا در صفتِ رنگ مو هر دو کروموزوم الل A دارد ← AA (خالص)

- اگر در فردی الل‌های مربوط به یک صفت در هر کروموزوم متفاوت باشد ← اون فرد توی اون صفت $\frac{\text{ناخالص}}{\text{هتروزیگوت}}$

Ex: رنگ چشم Bb حالت مو MN

- الل‌های یک صفت گاهی از رابطه غالب و مغلوبی تبعیت می‌کنند. یعنی در صورتی کـه هـر دو نوع الل وجود داشته باشد یکی از آنها (غالب) نمایان می‌شود. (رابطه بارز و نهفتگی) به صورت حرف بزرگ و کوچک

Ex: رنگ چشم رنگ چشم آبی $B > b$ رنگ چشم مشکی

رنگ چشم مشکی می‌شه $Bb \rightarrow B$ رنگ چشم آبی می‌شه $bb \rightarrow b$ رنگ چشم‌ها مشکی می‌شه $BB \rightarrow B$

- رابطه الل‌ها گاهی با هم به صورت بارزیت ناقص است. یعنی در صورت وجـود دو الـل حـد واسط آن دو مشاهده می‌شود. الل‌ها را به صورت دو حرف بزرگ می‌نویسیم.

Ex: حالت مو موجدار $MN \rightarrow MN$ فر $NN \rightarrow N$ صاف $MM \rightarrow M$

رنگ گلبرگ‌های گل میمونی صورتی $RW \rightarrow RW$ سفید $WW \rightarrow W$ قرمز $RR \rightarrow R$

- نوعی دیگر از رابطه بین الل‌ها ← هم‌توانی می‌باشد. یعنی در صورت وجود هر دو الـل هـر دو بروز می‌کنند به صورت دو حرف بزرگ می‌نویسیم.

Ex: گروه خونی AB - اسب ابرش (خال خال)

**** روابط بین الی**

- غالب و مغلوبی
- بارزیت ناقص
- هم توانی

- ژنوتیپ (ژن نمود) ← ترکیب دگره‌ها در فرد
- فنوتیپ (رخ نمود) ← شکل ظاهری یا حالت بروز یافته

ژنوتیپ			فنوتیپ
خالص	AA		A
ناخالص	Aa	غالب و مغلوب →	A
خالص	RR	بارزیت ناقص	R
ناخالص	Rw	با همتوانی →	Rw
خالص	aa		a

انواع صفات از نظر تعداد جایگاه ژنی

صفات دارای یک جایگاه ژنی

- صفاتی هستند که ژن های به ارث رساننده آن ها در یک قسمت از یک جفت کروموزوم همتا قرار دارند.
- اگر ژن های به ارث برنده این صفات روی جفت کروموزوم غیرجنسی باشند ← صفت مستقل از جنس می باشد.
  - مانند گروه خونی Rh و گروه خونی ABO
  - آن در زنان و مردان فرقی ندارد.
  - مانند صفت رنگ گلبرگ گل میمونی
  - مانند صفت شکل گویچه قرمز در انسان
- به عواملی که در یک جمعیت، در هر جایگاه ژنی، سبب ایجاد شکل های مختلف یک صفت می شوند، الل (دگره) گفته می شود.
  - الل های D و d در گروه خونی Rh
  - الل های A، B و O در گروه خونی ABO
  - الل های R و W در رنگ گلبرگ گل میمونی
- الل ها به ژن های قرار گرفته در جایگاه مشابه در یک جفت کروموزوم همتا گفته می شوند.
- ژنوتیپ ← به ترکیب قرارگیری الل ها در هر جایگاه ژن، نمود (ژنوتیپ) گفته می شود.
- انواع ژنوتیپ (ژن نمود) در هر جایگاه
  - اگر دو الل مشابه هم باشند ← ژنوتیپ خالص گفته می شود.
    - AA
    - aa
  - اگر دو الل مشابه هم نباشند ← ژنوتیپ ناخالص گفته می شود. ← Aa یا RW
- فنوتیپ (رخ نمود) ← به شکل ظاهری یا حالت بروز یافته صفت گفته می شود.
  - رنگ گلبرگ قرمز یا سفید یا صورتی
  - گروه خونی A یا B یا AB یا O
- انواع صفات تک جایگاهی از نظر تنوع الل ها در جامعه
  - دو اللی (دو گره ای)
    - در بروز آن صفت، دو دستورالعمل ژنی وجود دارد (A و a یا R و W)
    - صفاتی مانند گروه خونی Rh یا رنگ گلبرگ گل میمونی یا تولید فاکتور انعقادی ۸ خون در انسان
  - چند اللی (بیش از دو دگره ای)
    - در بروز آن ها در جامعه بیش از دو دستورالعمل وجود دارد.
    - هر فرد در هر جایگاه ژنی دو دستورالعمل آن را در حالت مستقل از جنس دارد.
    - مانند گروه خونی ABO (سه نوع الل A، B و O دارد).

صفات دارای چند جایگاه ژنی

- انواع رابطه بین الل ها
  - رابطه بارز و نهفتگی
    - به طور مثال اگر دو دگره D و d کنار هم قرار بگیرند، دگره D بروز می کند (بارز) و دگره d بروز نمی کند (نهفته).
    - طبق قرارداد دگره بارز را با حرف بزرگ و دگره نهفته را با حرف کوچک آن نشان می دهیم.
    - در گروه خونی ABO، دگره های I^A و I^B نسبت به هم بارزند.
    - برای دو الل
      - سه نوع ژنوتیپ می توان در نظر گرفت
        - خالص
          - DD
          - dd
        - ناخالص ← Dd
      - دو نوع فنوتیپ می توان در نظر گرفت
        - Rh مثبت (Dd,DD)
        - Rh منفی (dd)
        - در فنوتیپ، خالص یا ناخالصی صفت مهم نمی باشد.
  - هم توان
    - دگره ها همراه با هم ظاهر می شوند و هیچ کدام بر دیگری برتری و بارزی ندارد.
    - مانند رابطه ای که بین دگره A و B در گروه خونی ABO است ← در حالت ناخالص (AB) گروه خونی AB می باشد.
  - بارزیت ناقص
    - صفت در حالت ناخالص به صورت حد واسط حالت های خالص مشاهده می شود ← کمی بیشتر به سمت یک والد تمایل دارد.
    - مانند رنگ گل میمونی ← RR (رنگ گل، قرمز)، WW (رنگ گل، سفید) و RW (رنگ گل، صورتی)
  - در حالت هم توانی و بارزیت ناقص ← توسط دو الل
    - سه نوع ژنوتیپ می توان در نظر گرفت ← (AA - AB - BB) یا (WW-RW-RR)
    - سه نوع فنوتیپ نیز توسط آن ها نمایان می شود ← (A - AB - B) یا (قرمز- صورتی- سفید)
    - هر ژنوتیپ بیانگر یک فنوتیپ خاص می باشد.
- این صفات حالات ظاهری یا فنوتیپی گسسته دارند و طیفی از اعداد گوناگون در ایجاد آن صفات درجامعه وجود ندارد و نمودار توزیع فراوانی آن ها زنگوله ای نمی باشد.

گروه های خونی

ABO

- یک صفت تک جایگاهی غیرجنسی است که در جامعه توسط سه نوع الل A، B و O کنترل می شود.
- به چهار گروه A، B، AB و O گروه بندی می شود.
- گروه بندی بر مبنای بودن یا نبودن دو نوع کربوهیدرات به نام های A و B در غشای گویچه های قرمز است.
- اضافه شدن کربوهیدرات های A و B به غشای گویچه قرمز یک واکنش آنزیمی است.
- دو نوع آنزیم برای آن وجود دارد، یکی برای اضافه کردن کربوهیدرات A به غشا و یکی برای B.

سه نوع الل (دگره) در جامعه وجود دارد
- دگره ای که آنزیم A را می سازد ($A=I^A$).
- دگره ای که آنزیم B را می سازد ($B=I^B$).
- دگره ای که هیچ آنزیمی نمی سازد ($O=i$).

- جایگاه ژنی آن در فام تن ۹ قرار دارد ← هر فرد در هر یاختهn ۲ خود دو الل برای این صفت دارد.

انواع ژن نمود
- خالص AA - BB - OO
- ناخالص AO - BO - AB

- الل های A و B با هم به صورت هم توان هستند ولی هر دو نسبت به الل O بارز می باشند.

انواع رخ نمود
- A ← ژن نمود AO - AA
- B ← ژن نمود BO - BB
- O ← ژن نمود OO
- AB ← ژن نمود AB

Rh

- صفتی تک جایگاهی غیرجنسی است که تحت کنترل دو الل D و d با رابطه بارز و نهفتگی می باشد.
- به دو گروه Rh^- و Rh^+ گروه بندی می شود.
- بر مبنای بودن یا نبودن پروتئین D است ← دقت کنید پروتئین d وجود ندارد.

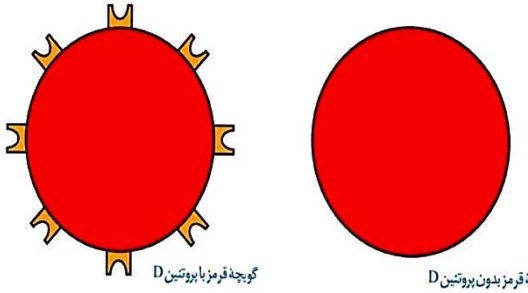
دو دگره وجود دارد
- دگره ای که می تواند پروتئین D را بسازد(D) ← دگره بارز
- دگره ای که نمی تواند پروتئین D را بسازد(d) ← دگره نهفته

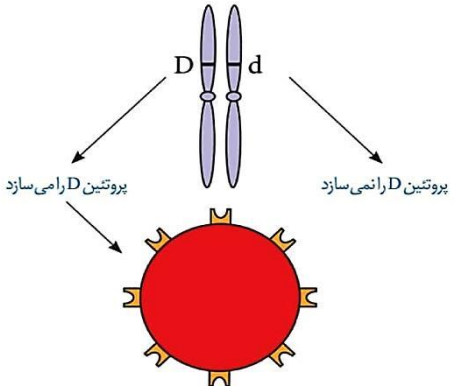
انواع ژن نمود
- DD
- Dd
- رخ نمود D (مثبت)
- dd ← رخ نمود d (منفی)

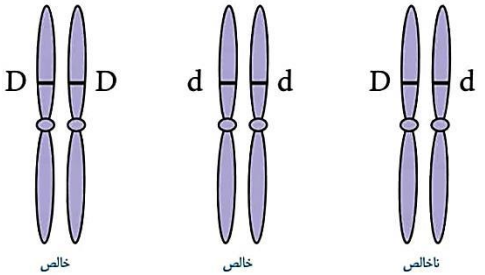
- هر دو دگره جایگاه ژنی یکسانی دارند که هر یک روی فام تن ۱ و در بالای سانترومر قرار دارند.

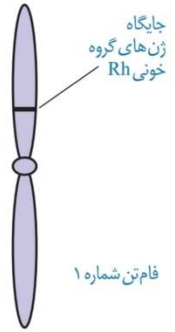
در بررسی هم زمان آن ها، فرد دارای گروه خونی A^+، چهار نوع ژنوتیپ می تواند باشد.
- AODD
- AODd
- AADD
- AADd

- در هر چهار حالت، فاقد کربوهیدرات B در غشای گویچه قرمز می باشد.
- در هر چهار حالت، واجد کربوهیدرات A و پروتئین D در غشای گویچه قرمز می باشد.









	گروه خونی A	گروه خونی B	گروه خونی AB	گروه خونی O
گویچه قرمز				
نوع کربوهیدرات گویچه قرمز	A	B	A و B	هیچ کدام

گروه خونی ABO:

یک صفت چند اللی بوده یعنی چند دستور و الل برای آن وجود دارد و از آنجا که ما موجودی 2^n هستیم هر فرد تنها دو دستور آن را می‌تواند دریافت کند.

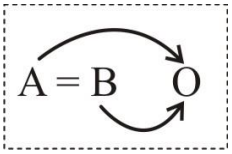
گروه خونی ABO نوعی صفت 3 اللی می‌باشد و 3 دستور برای آن می‌توان در کروموزوم 9 باشد:

1- الل A← باعث ساخت آنزیم A می‌شود ← کربوهیدرات A را به غشا RBC اضافه می‌کند.

2- الل B← باعث ساخت آنزیم B می‌شود ← کربوهیدرات B را به غشا RBC اضافه می‌کند.

3- الل O← هیچ آنزیمی نمی‌سازد.

- ✓ در بروز صفت ABO در گروه خونی Pro نقش دارد (آنزیم‌ها) اما Pro بـه RBC متصـل نمی‌شود.
- ✓ اضافه شدن کربوهیدرات A و B به غشا یک واکنش آنزیمی است.
- ✓ رابطه این الل‌ها ←



A و B هم‌توان و هر دو بر O غالب بوده.

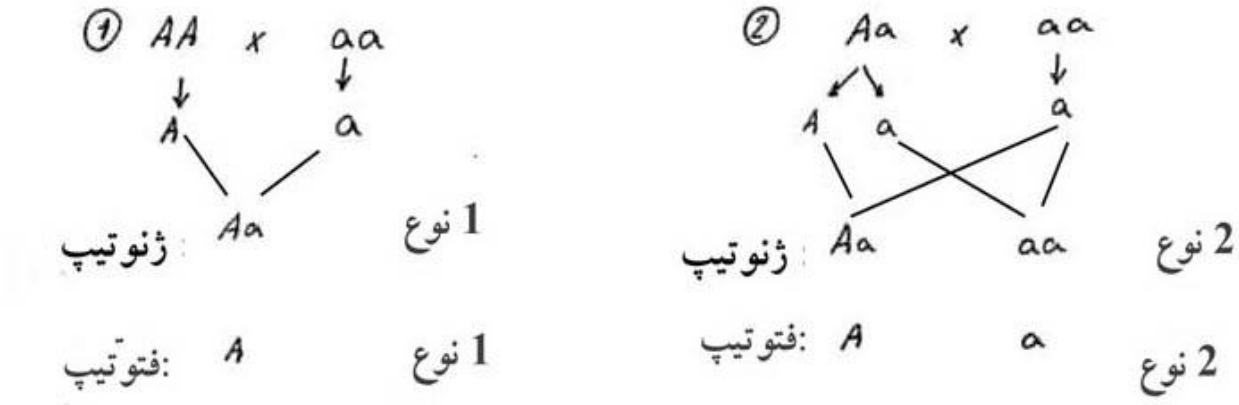
- ✓ الل‌های A و B و O را به ترتیب i, I^B, I^A نیز نشان می‌دهند.
- ✓ فردی که فقط الل A داشته باشد (یعنی هر دو کروموزوم 9 الل A داشـته باشـند) روی غشا RBC فقط کروبوهیدرات A دارند و گروه خونی آنها A می‌باشد.
- ✓ فردی که فقط الل B داشته باشد روی غشا RBC فقـط کربوهیـدرات B دارنـد و گـروه خونی آنها B می‌باشد.
- ✓ فردی که یکـی از کرومـوزوم الـل O و کرومـوزوم دیگـر نیـز O باشـد روی غشـا هـیچ کربوهیدرات وجود ندارد و گروه خونی O
- ✓ فردی کـه یکـی از کرومـوزوم‌هـای الـل A و کرومـوزوم دیگـر B باشـد روی غشـا هـم کربوهیدرات A و B وجود دارد و گروه خونی AB

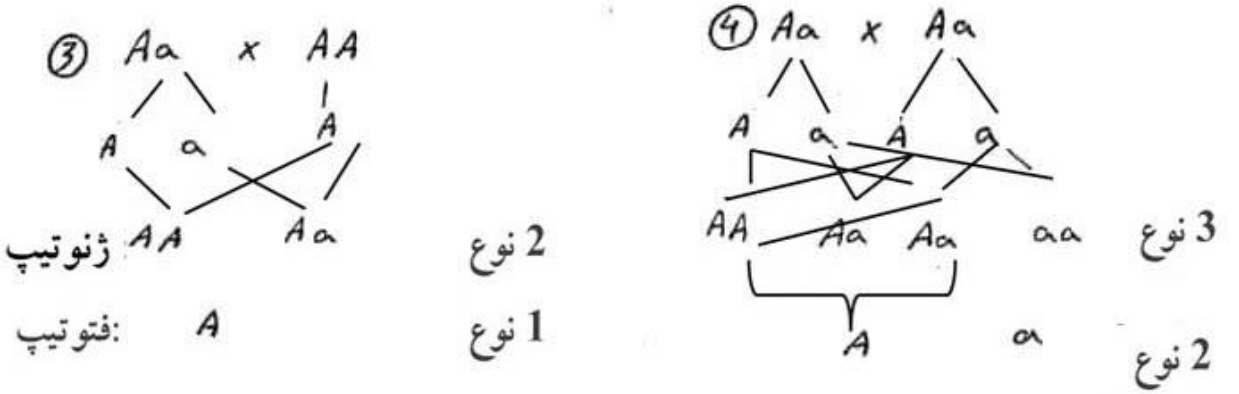
- گروه خونی ABO دارای 6 نوع ژنوتیپ (OO,AB,BO,BB,AO,AA) و 4 نوع فنوتیپ (AB,O,B,A) می‌باشد.

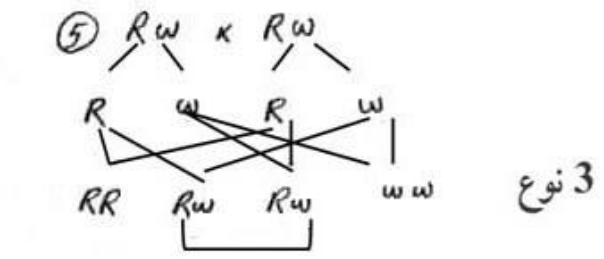
مسأله

تیپ 1:

صورت سؤال میاد آمیزش پدر و مادر رو تو چند صفت خاص در نظر می‌گیره و از تو می‌خواد که بتونی انواع ژنوتیپ و فنوتیپ را بدست بیاری واسه این تیپ مسئله باید اول آمیزش دادن بلد باشی که تو هر مدل صفت با روابط بین اللی متفاوت چطوریه بعد بریم جلو ... .







✓ از آمیزش AabbRw×AaBbRw به ترتیب چند نوع رخ‌نمود و چند نوع ژن نمود حاصل می‌آید؟

1) ۸ -۱۸ 2) ۱۲ -۲۷ 3) ۱۲ -۱۸ 4) ۱۸ -۸

✓ از آمیزش aaBbDd×AabbDD به ترتیب چند نوع رخ نمود و چند نوع ژنوتیپ حاصل می‌آید؟

1) ۴ -۲۷ 2) ۸ -۸ 3) ۱۲ -۱۸ 4) ۱۸ -۸

✓ تنوع ژنتیکی در زاده‌های کدام آمیزش بیشتر است؟

1) $AaBB' \; AABb$ 2) $AaBb' \; aaBb$

3) $AaBB' \; aaBb$ 4) $AaBb' \; aabb$

✓ اگر خود تمامی در گیاهی ناخالص در دو جفت ژن که هر دو از رابطه بارز و نهفتگی ژنها تبعیت می‌کنند صورت گیرد چند نوع رخ نمود میان زاده‌ها مشاهده می‌شود؟

1) 3 2) 4 3) 8 4) 9

تیپ 2:

نسبت رو با نوع اشتباه نگیری‌ها، مثلاً تو آمیزش Aa×Aa، 3 نوع ژنوتیپ داریم (AA,Aa,aa) که $\frac{۱}{۴}$ آنها AA و $\frac{۱}{۲}$ آنها Aa و $\frac{۱}{۴}$ aa می‌باشد. 2 نوع فنوتیپ a و A می‌باشد که $\frac{۱}{۴}$ آنها a و $\frac{۳}{۴}$ فنوتیپ A دارند.

✓ از آمیزش AaddRw×AaDdRw احتمال ایجاد ژنوتیپ AaDdRR در بین فرزندان چقدر است؟

1) $\frac{۱}{۸}$ 2) $\frac{۳}{۸}$ 3) $\frac{۱}{۱۶}$ 4) $\frac{۳}{۱۶}$

✓ اگر رخ‌نمود احتمالی گروه خونی ABO، در بین فرزندان به صورت $\frac{۱}{۴}A, \frac{۱}{۲}B, \frac{۱}{۴}AB$ باشد، کدام گزینه، نشان‌دهنده گروه خونی والدین است؟

1) $AO' \ BO$

2) $AB' \ BO$

3) $AB' \ AB$

4) $AB' \ AO$

پاسخ:

حاصل آمیزش در هر یک از گزینه‌ها به صورت زیر است:

۱) $AO' \ BO \rightarrow \frac{۱}{۴}AB, \frac{۱}{۴}A, \frac{۱}{۴}B, \frac{۱}{۴}O$

۲) $AB' \ BO \rightarrow \frac{۱}{۴}AB, \frac{۱}{۲}B, \frac{۱}{۴}A$

۳) $AB' \ AB \rightarrow \frac{۱}{۴}A, \frac{۱}{۲}AB, \frac{۱}{۴}B$

۴) $AB' \ AO \rightarrow \frac{۱}{۴}B, \frac{۱}{۲}A, \frac{۱}{۴}AB$

بنابراین گزینه دو صحیح است.

✓ **اگر رخ نمود احتمالی گروه خونی ABO، در بین فرزندان به صورت $\frac{۱}{۴}A, \frac{۱}{۲}AB, \frac{۱}{۴}B$ باشد، کدام گزینه نشان‌دهنده گروه خونی والدین است؟**

1) $AO' \ BO$ 2) $AB' \ BO$ 3) $AB' \ AB$ 4) $AB' \ AO$

پاسخ:

۱) $AO' \ BO \rightarrow \frac{۱}{۴}AB, \frac{۱}{۴}A, \frac{۱}{۴}B, \frac{۱}{۴}O$

۲) $AB' \ BO \rightarrow \frac{۱}{۴}AB, \frac{۱}{۲}B, \frac{۱}{۴}A$

۳) $AB' \ AB \rightarrow \frac{۱}{۴}A, \frac{۱}{۲}AB, \frac{۱}{۴}B$

۴) $AB' \ AO \rightarrow \frac{۱}{۴}B, \frac{۱}{۲}A, \frac{۱}{۴}AB$

بنابراین گزینه 3 صحیح است.

✓ **در هسته هر یاخته فرد سالم و بالغ، دگره‌های گروه‌های خونی ..... جایگاه از ..... فام‌تن را به خود اختصاص داده‌اند.**

1) ۲- ۲

2) ۲- ۴

3) ۴- ۲

4) ۴- ۴

پاسخ:

دو نوع گروه خونی Rh و ABO که به ترتیب دارای جایگاه‌هایی روی فام‌تن‌های 1 و 9 انـد در هر فرد سالم و بالغ وجود دارد بنابراین می‌توان گفت دگره‌های گروه خونی 4 جایگاه از 4 فام‌تن را به خود اختصاص داده و پاسخ صحیح گزینه چهار است.

✓ **از خود لقاحی فردی با ژن نمود Aa (طبق قوانین احتمالات) در نسل اول:**

1) $\frac{۱}{۴}$ از زاده‌های با رخ نمود بارز، خالص هستند.

2) $\frac{۱}{۴}$ افراد خالص، رخ نمود نهفته دارند.

3) $\frac{۳}{۴}$ زاده‌ها از نظر ژن نمود و رخ‌نمود به والد خود شباهت دارند.

4) $\frac{۲}{۳}$ از زاده‌هایی که رخ‌نمود بارز دارند، ناخالص می‌باشند.

پاسخ:

سؤال بسیار جالبیه! به این آمیزش دقت کنید!

$$Aa \times Aa \rightarrow \underbrace{AA, Aa, Aa}_{\text{بارز}}, \underbrace{aa}_{\text{نهفته}}$$

حالا بفرمایید، چند تا رخ‌نمود بارز داریم؟ آفرین 3 تا، حالا بگید چند تا از این 3 تا، ناخالص‌اند؟ بازم آفرین 2 تا، یعنی $\frac{۲}{۳}$ از زاده‌هایی که رخ‌نمود بارز دارن، ناخالص‌اند. بنـابراین پاسـخ صـحیح گزینه چهار است.

✓ **از آمیزش $AaBBDd \times aaBBDd$ که مطالعه همزمان سه صفت را نشان می‌دهد. احتمـال ایجاد رخ‌نمود aBD در بین افراد حاصل از این آمیزش کدام گزینه است؟**

1) $\frac{۲۷}{۶۴}$ 2) $\frac{۳}{۸}$ 3) $\frac{۹}{۱۶}$ 4) $\frac{۹}{۶۴}$

✓ از آمیزش $aaBbRw \times AabbRw$ چه نسبتی از افراد در هر سه صفت حالت ناخالص خواهند داشت؟

1) $\frac{۱}{۱۶}$ 2) $\frac{۳}{۸}$ 3) $\frac{۱}{۸}$ 4) $\frac{۳}{۳۲}$

✓ از آمیزش $AaBB \times Aabb$ چه نسبتی از نسل حاصل در هر دو صفت حالت بارز خواهند داشت؟

1) $\frac{۱}{۴}$ 2) $\frac{۳}{۴}$ 3) $\frac{۳}{۸}$ 4) $\frac{۱}{۸}$

✓ از آمیزش $AaBbDd \times Aabbdd$ چقدر احتمال دارد زاده‌ای حاصل آید که حداقل در دو صفت حالت نهفته را نشان دهد؟

1) $\frac{۱}{۲}$ 2) $\frac{۳}{۸}$ 3) $\frac{۳}{۴}$ 4) $\frac{۳}{۱۶}$

✓ از آمیزش $AaBb \times Aabb$ چقدر احتمال دارد زاده‌ای حاصل آید که در یک صفت حالت بارز و در صفت دیگر حالت نهفته را نشان دهد؟

1) $\frac{۱}{۸}$ 2) $\frac{۳}{۸}$ 3) $\frac{۱}{۴}$ 4) $\frac{۱}{۲}$



تیپ 3:

گروه خونی:

✓ والدینی با گروه خونی B^+,A^+، دختری با گروه خونی O^- دارند. چقدر احتمال دارد این زوج صاحب پسری با گروه خونی AB^- شوند؟

1) $\frac{1}{8}$ 2) $\frac{1}{16}$ 3) $\frac{3}{16}$ 4) $\frac{1}{32}$

✓ اگر گروه خونی زن و شوهری به ترتیب B^+,A^+ باشد، گروه خونی یکی از فرزندان O^- باشد. احتمال فرزندی O^+ چقدر است؟

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

✓ مردی با گروه خونی AB^- همسری با گروه خونی A^+ دارد. اگر بدانیم که گروه خونی مادر همسرِ مرد B^- است، چقدر احتمال دارد این خانواده صاحب دختری با گروه خونی A^- شود؟

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

✓ با در نظر گرفتن وضعیت $RH^{(-,+)}$ و نوع گروه‌های خونی تعداد ژن نمودهای احتمالی کدام رخ نمود بیشتر است؟

1) A^+ 2) A^- 3) AB^+ 4) AB^-



نکته

هر چه صفات غالب بیشتر باشد در فنوتیپ، ژنوتیپ احتمالی فنوتیپ بیشتر است.

ژنوتیپ احتمالی متعلق به فنوتیپ‌های A^+, B^+ (4تا) بیشترین و O^-, AB^- (!) کمترین نوع ژنوتیپ را دارد.

✓ **والدین با Rh^+ که احتمال ایجاد هر نوع (هر چهار نوع) گروه خونی در بین فرزندان آنها وجود دارد. صاحب پسری با گروه خونی AB شده‌اند. تعیین کنید در این خانواده احتمال ایجاد دختری با گروه خونی A^+ چقدر است؟**

1) $\frac{۳}{۱۶}$ 2) $\frac{۱}{۸}$ 3) $\frac{۱}{۱۶}$ 4) $\frac{۳}{۳۲}$

نکته

والدین با گروه خونی $AO \times BO$ احتمالِ ایجاد هر چهار نوع گروه خونی را دارد و احتمالِ هر چهار نوع گروه خونی در فرزندان آنها برابر $\frac{۱}{۴}$ است.

✓ **اگر پدر دارای کربوهیدرات A و پروتئین D و مادر دارای کربوهیدرات B و پروتئین D و برای هر صفت ناخالص باشند، چه نسبتی از فرزندانشان گروه خونی B^+ خواهند داشت؟**

1) $\frac{۱}{۸}$ 2) $\frac{۱}{۴}$ 3) $\frac{۳}{۴}$ 4) $\frac{۳}{۱۶}$

✓ **اگر نسبت گروه خونی فرزندان به صورت $\frac{۱}{۴}A, \frac{۱}{۲}B, \frac{۱}{۴}AB$ باشد، ژنوتیپ والدین در گروه خونی چگونه است؟**

1) $AB \times OO$ 2) $BB \times BO$ 3) $BO \times AB$ 4) $AO \times AB$

✓ **اگر فردی با گروه خونی A^+ حداکثر نوع گامت را تولید کند، برای گروه خونی چند عامل Pro و کربوهیدراتی دارد؟**

1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

✓ **از ازدواج مردی دارای RBC با یک نوع کربوهیدرات برای گروه خونی و یک Pro برای RH، با زنی دارای کربوهیدرات متفاوت برای گروه خونی و فاقد Rh Pro، دختری فاقد عوامل کربوهیدراتی و پروتئینی بر روی RBC متولد شود. چقدر احتمال دارد فرزندی دارای 3 نوع عامل کربوهیدراتی و پروتئینی روی غشا RBC متولد شود؟**

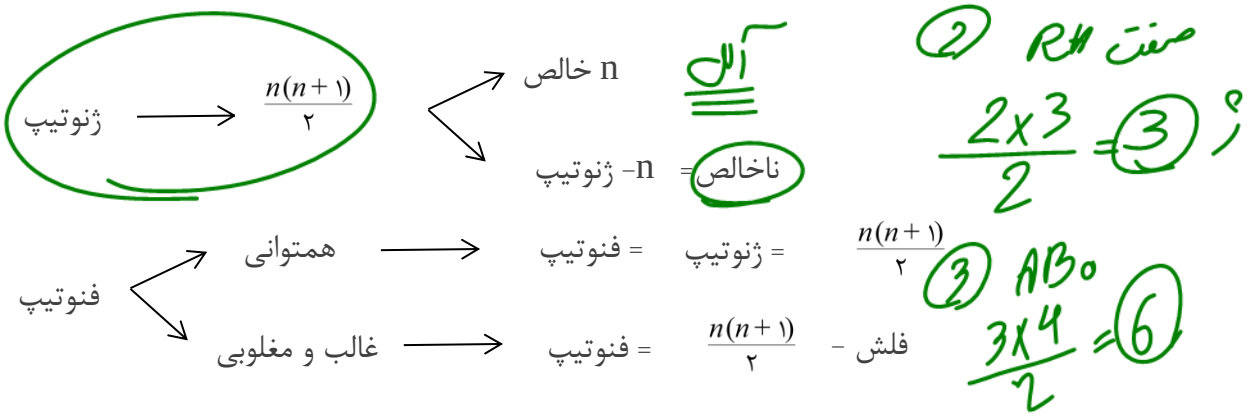
1) $\frac{۱}{۲}$ 2) $\frac{۱}{۴}$ 3) $\frac{۱}{۸}$ 4) $\frac{۱}{۱۶}$



تیپ 4:

روش محاسبه تعداد ژنوتیپ و فنوتیپ در صفات چند الی غیرجنسی (اتوزوم):

اگر صفت n الل داشته باشد در جامعه $\frac{n(n+1)}{2}$ ژنوتیپ قابل تصور است که n تای آن خالص است. برای محاسبه فنوتیپ اگر تمام الل‌های صفت نسبت به هم همتوان باشد ژنوتیپ و فنوتیپ برابر بوده $(\frac{n(n+1)}{2})$ اما اگر رابطه غالب و مغلوبی برقرار باشد باید تعداد ژنوتیپ بدست بیاریم بعد تعداد روابط غالب و مغلوبی رو ازش کم کنیم که من بهشم می‌گم فلش



✓ **صفتی تحت کنترل 4 الل A، B، C و D است که در آن الل A بر سایر الل‌ها و الل B نسبت به C و D بارز است و سایر الل‌ها همتوان هستند. در این جامعه برای این صفت چند نوع رخ نمود و چند نوع ژن نمود قابل تصور است؟**

1) ۱۰- ۶ 2) ۵- ۲۵ 3) ۵- ۱۰ 4) ۶- ۱۰

✓ **برای صفتی که تحت کنترل 5 دگره E, D, C, B, A است. در این دگره‌های A و D نسبت به دگره‌های B و C و E بارز هستند و سایر دگره‌ها هم‌توان‌اند. در جامعه چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ خالص قابل تصور است؟**

1) ۹- ۱۰ 2) ۹- ۵ 3) ۱۰- ۱۵ 4) ۱۰- ۵

نکته

تعداد انواع فنوتیپ یک صفت n اللی $\frac{n(n+1)}{2}$

- ✓ صفتی دارای 5 الل است. این صفت حداقل و حداکثر می‌توان دارای چند نوع فنوتیپ باشد؟

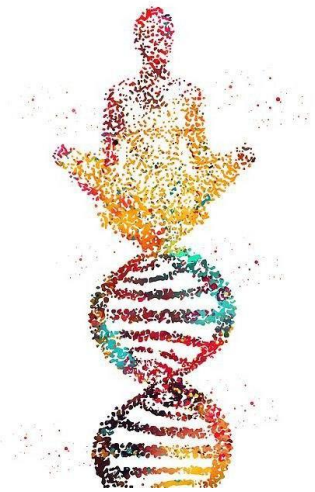
1) ۵- ۵
2) ۱۵- ۵
3) ۵- ۳
4) ۱۵- ۱۵

- ✓ صفتی دارای 7 دگره است. این صفت حداقل و حداکثر دارای چند نوع فنوتیپ می‌تواند باشد؟

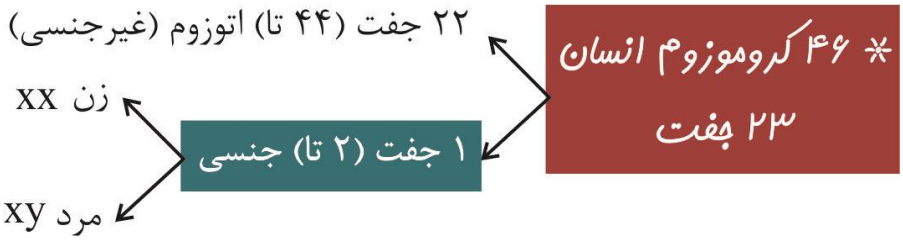
1) ۲۱- ۷
2) ۷- ۳
3) ۲۸- ۷
4) ۲۸- ۲۸

- ✓ صفتی با 8 دگره مفروض است. کدامیک از گزینه‌های زیر نمی‌تواند به هیچ وجه تعداد انواع فنوتیپ این صفت باشد؟

1) 10
2) 28
3) 36
4) 45



فصل 3
گفتار2: انواع صفات



- صفاتی که جایگاه ژنی آنها در یکی از کروموزوم‌های غیرجنسی باشد صفات مستقل از جنس یا اتوزوم بوده و به نحوه ارث رسیدن آنها در زنان و مردان یکسان است.
- صفاتی که جایگاه ژنی آنها در یکی از کروموزوم‌های جنسی باشد، صفات وابسته به جنس می‌گویند که اگر در کروموزوم x باشد صفات وابسته به x می‌گویند مثل هموفیلی.
- برای صفات اتوزوم از حروف انگلیسی به تنهایی استفاده می‌کنیم:

مثل تالاسمی

ss	Ss	SS
بیمار	سالم	سالم خالص

انواع صفات

از نظر فام تن

مستقل از جنس

- صفاتی را که جایگاه ژنی آنها در یکی از فام تن های غیرجنسی قرار داشته باشد.
- هر یک از پدر و مادر، از هر جفت فام تن همتا تنها یکی را از طریق گامت به نسل بعد منتقل می کند.
- ژن نمود فرزندان به این بستگی دارد که کدام گامت ها از پدر و مادر با یکدیگر لقاح پیدا می کنند.
- ژن نمود فرزندان را می توان با روشی به نام مربع پانت به دست آورد.
- مانند صفات گروه خونی، فنیل کتونوری و کم خونی داسی شکل.

وابسته به جنس

- صفاتی را که جایگاه ژنی آن ها در یکی از دو فام تن جنسی قرار داشته باشد، وابسته به جنس می گویند.
- صفات وابسته به X
  - گاهی ژن صفتی را که بررسی می کنیم در فام تن X قرار دارد که به چنین صفتی، وابسته به X می گویند.
  - مانند هموفیلی که یک بیماری وابسته به X نهفته است.
  - در هموفیلی فرآیند لخته شدن خون دچار اختلال می‌شود و شایع ترین نوع هموفیلی به فقدان عامل انعقادی VIII (هشت) مربوط است.
  - دگره های هموفیلی
    - H دگره سلامتی
    - h دگره بیماری
  - فردی که ژن نمود X^HX^h را دارد، سالم و ناقل است ← مردان در صفت وابسته به X ، نمی توانند ناقل یا ناخالص باشند.
- صفات وابسته به فام تن Y
  - ژن آن ها فقط از پدر به پسران منتقل می شود.
  - جایگاه برای دگره های وابسته به X مثل هموفیلی در آن ها وجود ندارد.

- صفاتی که فقط از مادران به هر فرزندی منتقل می شوند ← ژن آن روی ژنوم سیتوپلاسمی یا دنای راکیزه تخمک مادر بوده است.

از نظر کمیت

- پیوسته — صفاتی مانند اندازه قد که طیف اعداد گوناگونی دارد ← نمودار توزیع آن ها در جامعه به صورت زنگوله ای می باشد.
- گسسته — صفاتی مانند Rh که تنها دو شکل مثبت و منفی دارد ← طیفی از فنوتیپ های به هم پیوسته ندارند ← حالت مو صفتی گسسته است.

از نظر تعداد جایگاه

تک جایگاهی

- صفاتی که یک جایگاه ژن در فام تن دارند، مثل گروه خونی ABO که یک جایگاه ژنی در فام تن ۹ دارد.

چند جایگاهی

- در بروز آن ها بیش از یک جایگاه ژن شرکت دارد ← در هر جایگاهی ژنی آن دو الل را به ارث می برند.
- در این صفات
  - چند جایگاه ژنی مختلف در بروز نهایی صفت مؤثر هستند.
  - ژن های هر جایگاه با جایگاه دیگر، الل (دگره) نمی باشند.
  - چند ژن مختلف، یک صفت را به ارث می رسانند که برخی با هم الل و برخی غیرالل هستند.
  - طیفی از فنوتیپ های مختلف دیده می شود.
  - صفات فنوتیپ پیوسته از نظر عدد و کمیتی دارند.
  - نمودار توزیع فراوانی فنوتیپ ها، شبیه زنگوله می باشد.
  - اغلب آن ها مثل طول قد و وزن تحت تأثیر محیط قرار می گیرند.
- رنگ ذرت مثالی از این صفت است که هفت طیف رنگ از سفید تا قرمز دارد.
- رنگ ذرت: ۳ جایگاه ژنی دارد که هر کدام دو دگره ای هستند ← بین الل های هر جایگاه، رابطه بارز و نهفتگی وجود دارد.
- رخ نمودهای دو آستانه طیف، قرمز و سفید هستند.
- در رخ نمودهای دارای جایگاه ناخالص، هر چه تعداد دگره های بارز بیشتر باشد، مقدار رنگ قرمز بیشتر است.
- در ذرت هر یاخته پیکری دیپلوئید، ۶ ژن از صفت رنگ را دارد ← ژن ها دو تا دوتا با هم الل هستند.
- در هر ژنوتیپ از ۶ ژن، هر کدام تعداد ژن های بارز برابر دارند، فنوتیپ مشابه دارند
  - AabbCC فنوتیپ مشابه با AaBBcc , AaBbCc دارد.
  - چون هر سه ژنوتیپ بالا دارای سه ژن بارز می باشند.
  - فنوتیپ ذرت های AaBbCc با AABbCc متفاوت است
    - اولی سه ژن بارز دارد.
    - دومی چهار ژن بارز دارد.

اثر محیط
- مثال
  - گاهی برای بروز یک رخ نمود تنها وجود ژن کافی نیست (رنگ گلبرگ گل ادریس).
  - ساخته شدن سبزینه علاوه بر ژن به نور هم نیاز دارد.
  - تغذیه و ورزش می تواند روی اندازه قد انسان اثر بگذارد.

تعاریف زیر را به خاطر بسپارید:

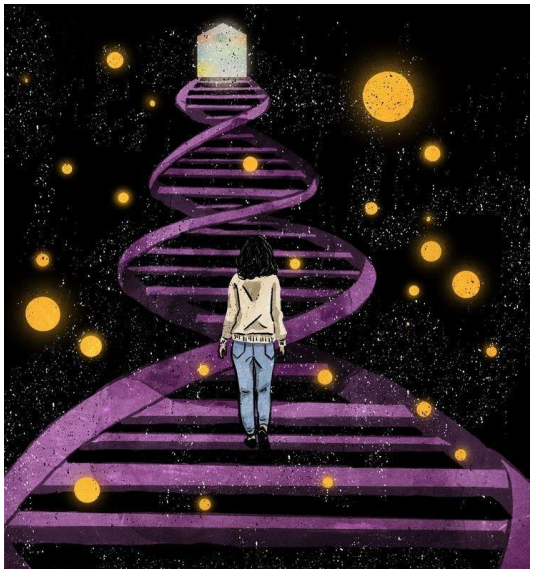
صفات مستقل از جنس: صفاتی که جایگاه ژنی آن‌ها در یکی از فام‌تن‌های غیرجنسی قرار داشته باشد.

صفات وابسته به جنس: صفاتی که جایگاه ژنی آن‌ها در یکی از دو فام‌تن جنسی قرار داشته باشد.

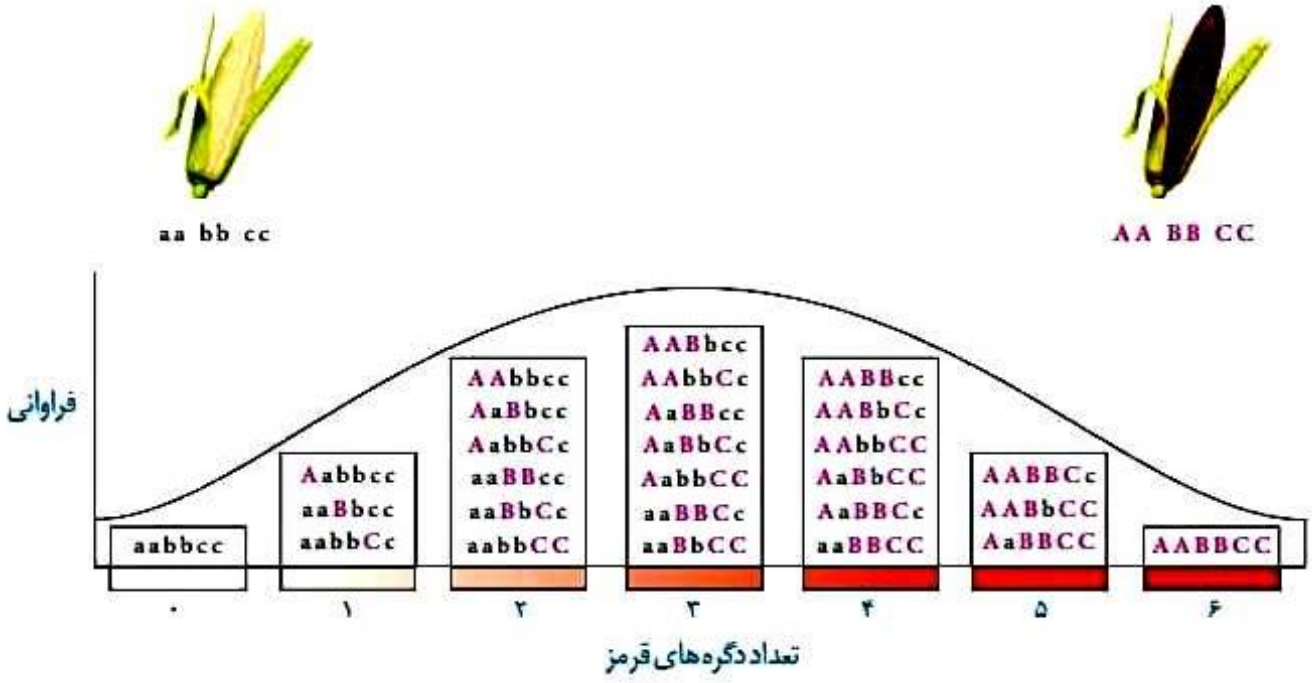
مربع پانت: روشی است که به کمک آن می‌توان ژن‌نمود فرزندان را به دست آورد و توسط دانشمندی به نام پانت پیشنهاد شده است. در روش مربع پانت گامت‌های والدین را به طور جداگانه در سطر و ستون یک جدول می‌نویسند سپس خانه‌های جدول را با کنار هم قرار دادن کامه‌های سطر و ستون متناظر هم پر می‌کنند.

صفت وابسته به X: صفتی است که ژن آن در فام‌تن x قرار دارد مثل هموفیلی که یک بیماری وابسته به X و نهفته است.

ناقل: فردی که بیمار نیست اما ژن بیماری دارد و می‌تواند بیماری را به نسل بعد منتقل کند.



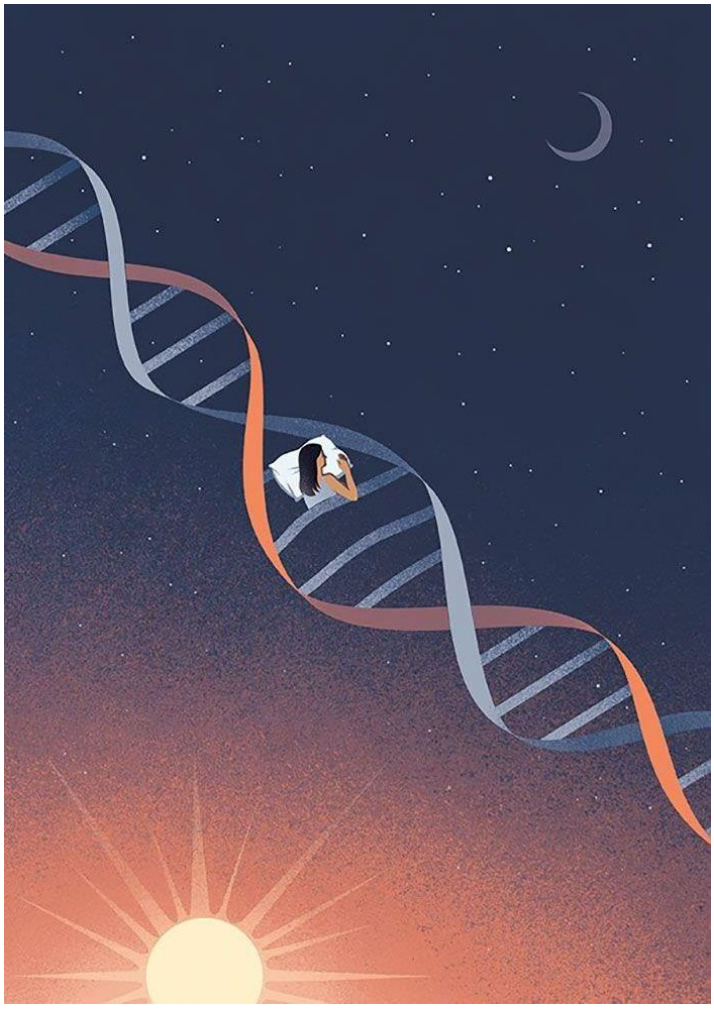



aa bb cc
AA BB CC
فراوانی
aabbcc
Aabbcc
aaBbcc
aabbCc
AAbbcc
AaBbcc
AabbCc
aaBBcc
aaBbCc
aabbCC
AABbcc
AAbbCc
AaBBcc
AaBbCc
AabbCC
aaBBCc
aaBbCC
AABBcc
AABbCc
AAbbCC
AaBbCC
AaBBCc
aaBBCC
AABBCc
AABbCC
AaBBCC
AABBCC
۰
۱
۲
۳
۴
۵
۶
تعداد دگره‌های قرمز

نکات شکل:

مهار بیماری های ژنتیکی

- بیماری های ژنتیکی در موارد معدودی درمان پذیرند.
- گاهی می توان با تغییر عوامل محیطی، عوارض بیماری های ژنی را مهار کرد.
- **فنیل کتونوری**
  - در این بیماری مستقل از جنس نهفته، آنزیمی که آمینواسید فنیل آلانین را می تواند تجزیه کند، وجود ندارد و ساخته نمی شود.
  - تجمع فنیل آلانین در بدن به ایجاد ترکیبات خطرناک منجر می شود ← مغز آسیب می بیند.
  - با تغذیه نکردن از خوراکی هایی که فنیل آلانین دارند می توان مانع بروز اثرات این بیماری شد.
- **تغذیه افراد مبتلا به فنیل کتونوری**
  - **نوزاد**
    - در ابتدای تولد، علائم آشکاری ندارد.
    - تغذیه نوزاد مبتلا با شیرخشک هایی که فاقد فنیل آلانین است باید صورت بگیرد.
    - شیر مادر پر از فنیل آلانین است ← به یاخته های مغزی آن آسیب می رساند.
    - در بدو تولد از نظر ابتلا به آن آزمایش خون می شوند.
  - **بزرگسال**
    - تغذیه با رژیم هایی بدون (یا کم) فنیل آلانین



نحوه به ارث رسیدن بیماری های وراثتی

بیماری های مستقل از جنس

بیماری مستقل از جنس بارز (A)

- افراد بیمار به صورت خالص AA یا ناخالص Aa هستند.
- کلمه ناقل در این بیماری ها معنی ندارد.
- افراد سالم به صورت خالص aa و فاقد الل بیماری می باشند.
- از آمیزش والدین بیمار ناخالص (Aa) ← امکان به دنیا آمدن دختر یا پسر سالم (aa) وجود دارد.

بیماری مستقل از جنس نهفته (a)

- فرد بیمار به صورت خالص aa می باشد (فنیل کتونور و کم خون داسی شکل).
- افراد سالم خالص به صورت AA می باشند.
- افراد ناخالص به عنوان ناقل Aa در مردان و زنان دیده می شوند.
- از آمیزش والدین سالم ناقل (Aa) می توان فرزند دختر یا پسر بیمار (aa) متولد شود.

بیماری های وابسته به X

وابسته به X بارز (X^A)

- در زنان شایع تر از مردان می باشد.
- مردان دارای دو نوع فنوتیپ و ژنوتیپ بیمار (X^AY) و سالم (X^aY) می باشند.
- زنان دارای سه نوع ژنوتیپ و دو نوع فنوتیپ بیمار و سالم هستند.
  - X^AX^A زن بیمار خالص
  - X^AX^a زن بیمار ناخالص
  - X^aX^a زن سالم خالص
- فرد ناقل در این صفت معنی ندارد (ناقل باید ناخالص با فنوتیپ سالم باشد).
- پسر بیمار (X^AY)
  - قطعاً مادر بیمار داشته است (X^AX^A یا X^AX^a).
  - قطعاً همه دختران آینده او نیز بیمار می شوند. چون X^A را از وی دریافت می کنند.
- از والدین بیمار آن ها ← در صورتی که مادر ناخالص (X^AX^a) باشد ← ممکن است پسر سالم X^aY به دنیا بیاید.

وابسته به X نهفته (X^a)

- مثل بیماری هموفیلی است ← شایع ترین نوع آن، در اثر فقدان عامل انعقادی ۸ خون می باشد.
- در مردان شایع تر از زنان می باشد.
- مردان دو نوع ژنوتیپ و فنوتیپ دارند
  - X^AY = مرد سالم
  - X^aY = مرد بیمار
  - مرد ناقل وجود ندارد.
- زنان دارای سه نوع ژنوتیپ و دو نوع فنوتیپ می باشند.
  - X^AX^A = زن سالم خالص
  - X^AX^a = زن سالم ناخالص = زن ناقل (حامل)
  - X^aX^a = زن بیمار
- دختر بیمار (X^aX^a)
  - قطعاً پدر بیمار (X^aY) داشته است.
  - قطعاً در آینده، هر پسر وی بیمار خواهد شد (X^aY)
- از والدین سالم آن ها ← اگر مادر ناقل (X^AX^a) باشد ← احتمال به دنیا آمدن پسر بیمار (X^aY) وجود دارد.

مسأله

با اجازه من 6 تا کلید بدم خدمتتون بعد بریم مسأله حل کنیم:

1) در بیماری‌های اتوزوم مغلوب اگر والد یا والدین سالم، صاحب فرزند بیمار شوند، لزوماً والد یا والدین ناقلند.

2) تو بیماری‌های اتوزوم حواست باشد احتمال دختر بودن و پسر بودن رو باید حساب کنی ($\frac{۱}{۲}$) اما واسه بیماری‌های وابسته به جنس لازم نیست.

3) اگر درباره کسی هیچ اطلاعی بهت نداده بود و فقط می‌دونستی سالمه، ژنوتیپش رو خالص بگیر (خوش‌بین باش)

4) در بیماری‌های وابسته به x، اگر زن سالم، پسر بیمار داشته باشد، حتماً ناقله ... زن بیمار حتماً پدر و پسر بیمار خواهد داشت.

5) از نیمی از فرزندان پسر زن سالم مبتلا به نوعی بیماری وابسته به جنس مغلوب (هموفیلی) و نیمی دیگر از پسران ولی قبلاً به نوعی دیگر از بیماری وابسته به جنس مغلوب (دوشن) باشن، زن ژنوتیپ X^hX^r داره ولی اگر نیمی از پسران هموفیل و دوشن باشن و نیمی دیگر سالم، ژنوتیپ زن X^h_rX می‌باشد.

6) اگر سئوالی احتمالی خواسته شده فقط بین دختران یا پسران مورد نظر بود:

اگر بیماری وابسته به جنس نبود نیاز به $\times\frac{۱}{۲}$ نیست.

اگر بیماری وابسته به جنس بود احتمال خواسته شده را تنها در XX یا XY در نظر بگیرید.

✓ از آمیزش مرد و زن سالم، دختری مبتلا به فنیل کتونوریا و کم‌خونی داسی شکل متولد شده است. احتمال تولد پسر سالم؟

1) $\frac{۳}{۳۲}$ 2) $\frac{۹}{۶۴}$ 3) $\frac{۹}{۳۲}$ 4) $\frac{۳}{۱۶}$

1

2

✓ از آمیزش مردی هموفیل با زنی مبتلا به فنیل کتونوریا، دختری مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل و پسری هموفیل متولد شده است. چقدر احتمال دارد پسری سالم متولد شود؟

1) $\frac{۱}{۸}$ 2) $\frac{۳}{۱۶}$ 3) $\frac{۳}{۳۲}$ 4) $\frac{۱}{۲}$

4

3

✓ از آمیزش مردی مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل با زنی مبتلا به فنیل‌کتونوریا، دختری مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل و پسری مبتلا به فنیل کتونوریا و هموفیلی متولد شده‌اند. در این خانواده چقدر احتمال دارد دختری سالم متولد شود؟

1) $\frac{۱}{۴}$ 2) $\frac{۱}{۸}$ 3) $\frac{۳}{۸}$ 4) $\frac{۳}{۱۶}$

وابسته به X مغلوب اتوزوم مغلوب وابسته به X مغلوب

✓ از آمیزش مردی هموفیل با زنی مبتلا به فنیل کتونوریا، پسری مبتلا به کوررنگی (وابسته به x مغلوب) و دختری مبتلا به فنیل کتونوریا متولد شده‌اند. چه نسبتی از فرزندان این خانواده، پسرانی سالم خواهند بود؟

1) $\frac{۱}{۱۶}$ 2) $\frac{۳}{۸}$ 3) $\frac{۳}{۳۲}$ 4) $\frac{۱}{۸}$

✓ از آمیزش مردی هموفیل با زنی به ظاهر سالم یک پسر مبتلا به هموفیل و فنیل کتونوریا و یک پسر مبتلا به دوشن و کم‌خونی داسی‌شکل متولد شده‌اند. چه نسبتی از فرزندان این خانواده دخترانی سالم‌اند؟

1) $\frac{۹}{۶۴}$ 2) $\frac{۱}{۱۶}$ 3) $\frac{۳}{۳۲}$ 4) $\frac{۹}{۱۲۸}$

5

✓ از آمیزش مردی هموفیل با زنی به ظاهر سالم، پسری مبتلا به بیماری‌های دیستروفی عضلانی دوشن، هموفیلی و فنیل کتونوریا متولد شده است. در این خانواده چه نسبتی از فرزندان، دخترانی سالم خواهند داشت؟

1) $\frac{۳}{۳۲}$ 2) $\frac{۱}{۸}$ 3) $\frac{۳}{۱۶}$ 4) $\frac{۱}{۴}$

5

✓ از آمیزش مردی سالم با زنی مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل پسری مبتلا به فنیل کتونوریا و دختری مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل متولد شده‌اند. در این خانواده چه نسبتی از دختران، سالم خواهند شد؟

1) $\frac{۱}{۴}$ 2) $\frac{۳}{۳۲}$ 3) $\frac{۳}{۱۶}$ 4) $\frac{۳}{۸}$

6

✓ دختری سالم و مادرش مبتلا به فاویسم (صفت وابسته به x مغلوب) است. اگر این دختر با مردی مبتلا به فاویسم ازدواج کند، چه نسبتی از فرزندانش دخترانی مبتلا به فاویسم خواهد شد؟

1) $\frac{۱}{۸}$ 2) $\frac{۱}{۴}$ 3) $\frac{۱}{۲}$ 4) $\frac{۳}{۴}$

✓ **اگر مردی هموفیل با گروه خونی O با زنی سالم و گروه خونی A که برای هر دو صفت ناخالص است ازدواج کند، با توجه به قوانین احتمالات، چه نسبتی از فرزندان آنها پسرانی هموفیل با گروه خونی A خواهند بود؟**

1) $\frac{۱}{۲}$ 2) $\frac{۱}{۴}$ 3) $\frac{۱}{۸}$ 4) $\frac{۱}{۱۶}$

✓ **اگر مردی کوررنگ با انعقاد خون طبیعی با زنی ناخالص نسبت به این دو صفت ازدواج کند در افراد نسل اول:**

1) پسران همگی کوررنگ و هموفیل
2) نیمی از فرزندان کوررنگ
3) نیمی از دختران هموفیل
4) همگی فرزندان دارای انعقاد خون طبیعی

✓ **مردی سالم که پدرش مبتلا به فنیل کتونوریا بوده با زنی مبتلا به این بیماری که والدینش سالم بوده‌اند، ازدواج می‌کند. احتمال اینکه فرزند اول آنها، پسری مبتلا به فنیل کتونوریا شود چند درصد است؟**

1) 12/5% 2) 25% 3) 50% 4) 75%

✓ **اگر مردی با گروه خونی AB که به هموفیلی کتونوریا مبتلا است به خانمی با گروه خونی O که برای دو صفت هموفیلی و کم‌خونی داسی‌شکل ناخالص است، ازدواج کند. چه نسبتی از فرزندان آنها دخترانی با گروه خونی B و فقط مبتلا به یک بیماری خواهند بود؟**

1) $\frac{۱}{۴}$ 2) $\frac{۱}{۸}$ 3) $\frac{۱}{۱۶}$ 4) $\frac{۱}{۳۲}$

✓ **با توجه به مسأله زیر به دو سؤال بعدی پاسخ دهید:**

اگر مردی ناقل فنیل کتونوریا و کم‌خونی داسی‌شکل و مبتلا به بیماری هموفیلی، با زنی ظاهراً سالم که ناقل هر سه صفت است ازدواج کند.

الف) چه نسبتی از فرزندانشان، دختران هموفیل و دارای اختلال در تجزیه فنیل آلانین خواهند شد؟

1) $\frac{۱}{۴}$ 2) $\frac{۱}{۸}$ 3) $\frac{۱}{۱۶}$ 4) $\frac{۳}{۱۶}$

ب) چه نسبتی از فرزندانشان، پسرانی کم‌خون و مبتلا به فنیل کتونوریا خواهند شد؟

1) $\frac{۳}{۸}$ 2) $\frac{۱}{۱۶}$ 3) $\frac{۱}{۳۲}$ 4) $\frac{۹}{۳۲}$

✓ **یک بیماری وابسته به x مغلوب هیچ‌گاه از ..... منتقل نمی‌شود.**

1) مادر سالم و پدر بیمار به فرزند دختر
2) مادر بیمار و پدر سالم به فرزند پسر
3) پدر سالم و مادر بیمار به فرزند دختر
4) پدر بیمار و مادر سالم به فرزند پسر

✓ **با توجه به مسأله زیر به دو سؤال بعدی پاسخ دهید.**

مردی هموفیل و مبتلا به دوشن با گروه خونی AB با زنی سالم که پدری مبتلا به هر دو بیماری و مادری سالم و خالص داشته است. و گروه خونی AB دارد ازدواج می‌کند با توجه قوانین احتمال:

الف) چه نسبتی از فرزندان این زوج مبتلا به هر دو بیماری و دارای گروه خونی B خواهند شد؟

1) $\frac{۱}{۴}$ 2) $\frac{۱}{۸}$ 3) $\frac{۱}{۱۶}$ 4) $\frac{۱}{۳۲}$

ب) چه نسبتی از دختران این زوج، ژن نمودی مانند مادر خود خواهند داشت؟

1) $\frac{۱}{۴}$ 2) $\frac{۱}{۸}$ 3) $\frac{۱}{۱۶}$ 4) $\frac{۱}{۳۲}$

✓ از ازدواج مردی با گروه خونی A^+ و زنی با گروه خونی B^+ (هر دو بـه ظـاهر سـالم)، پسری مبتلا به هموفیلی با گروه خونی O^- و دختری ناقل فنیل کتونوریا متولد شـده است. در این خانواده احتمال تولد دختری با گروه خونی B^+ و مبتلا به فنیل کتونوریا کدام می‌تواند باشد؟ (سراسری 96)

1) $\frac{۱}{۶۴}$ 2) $\frac{۱}{۱۲۸}$ 3) $\frac{۳}{۶۴}$ 4) $\frac{۳}{۱۲۸}$



ژنتیک در جانوران

کرم های پهن نر ماده خود لقاح

- اسپرم و تخمک در بدن هر کرم تولید شده و با هم ترکیب می شوند.
- گامت ها در اثر میوز ایجاد می شوند و تنوع دارند.
- مثال، از خود لقاحی کرم پهن با ژنوتیپ Aabb چه کرم هایی امکان تشکیل دارند.

پاسخ:
- اسپرم ها: Ab، ab
- تخمک ها: Ab، ab
- زیگوت: Ab + Ab → AAbb
- زیگوت: Ab + ab → Aabb
- زیگوت: ab + Ab → Aabb
- زیگوت: ab + ab → aabb
- Aabb و Aabb مشابهند.

نرماده دگرلقاح

- هر کرم هم اسپرم و هم تخمک ایجاد می کند.
- اسپرم های هر کرم، تخمک کرم دیگر را بارور می کند.
- مثال: از آمیزش کرم خاکی (۱) با ژنوتیپ Aabb و کرم (۲) با ژنوتیپ aaBB در بدن هر کرم چه زیگوت هایی ایجاد می شود؟

پاسخ: کرم (۲) (aaBB)
- اسپرم aB
- تخمک aB + اسپرم Ab یا ab کرم دیگر
- زیگوت های درون کرم (۲): AaBb، aaBb

کرم (۱) (Aabb)
- اسپرم: Ab، ab
- تخمک: Ab، ab
- زیگوت های درون کرم (۱): AaBb، aaBb

بکرزایی یا لقاح زنبور عسل

- با لقاح اسپرم ها و تخمک ها ← زنبور ماده n ۲ ایجاد می شود
  - ملکه ۲n زایا
  - کارگر ۲n نازا
- از بکرزایی زنبور عسل ملکه ← با میتوز تخمک ها ← بدون لقاح ← زنبور نر هاپلوئید ایجاد می شود.
- مثال: اگر ژنوتیپ ملکه به صورت AaBB و زنبور نر به صورت ab باشد، ژنوتیپ زنبورهای نسل بعد کدام است؟

پاسخ:
- زنبور ماده AaBB ← میوز:
  - تخمک AB ← میتوز ← زنبور نر AB
  - تخمک aB ← میتوز ← زنبور نر aB
- زنبور نر ab ← میتوز ← اسپرم ab + تخمک:
  - AB + ab ← لقاح ← AaBb
  - aB + ab ← لقاح ← aaBb
  - ملکه یا کارگر می شوند.

بکرزایی مار ماده

- برخی از آن ها پس از تولید تخمک ← از تخمک خود با میتوز ← دو نسخه می سازند ← کروموزوم های تخمک را با هم ترکیب کرده ← زیگوت ۲n خالص در همه صفات می سازند.
- در این حالت مارهای حاصله مانند مار ماده، دیپلوئیدمی باشند.
- مارهای حاصله در همه صفات خود خالص می باشند.
- مثال: اگر مار ماده بکرزایی کننده، ژنوتیپ AaBb داشته باشد، چند نوع مار در فرزندان حاصل از بکرزایی آن دیده می شود؟

پاسخ: مار ماده AaBb ← میوز ← انواع تخمک ها
- AB ← میتوز ← ساخت دو نسخه AB×AB ← ترکیب آن ها ← مار AABB ایجاد می شود.
- Ab ← میتوز ← ساخت دو نسخه Ab × Ab ← ترکیب آن ها ← مار Aabb ایجاد می شود.
- aB ← میتوز ← ساخت دو نسخه aB × aB ← ترکیب آن ها ← مار aaBB ایجاد می شود.
- ab ← میتوز ← ساخت دو نسخه ab × ab ← ترکیب آن ها ← مار aabb ایجاد می شود.

✓ **کدام‌یک از ژن‌نمودهای مربوط به رنگ ذرت، در میانه نمودار توزیع فراوانی آن قرار می‌گیرند؟**

1) $aaBbcc, AABBCc$

2) $aaBbcc, AABbCc$

3) $AABbcc, AaBbCc$

4) $aabbCc, aaBBCc$

✓ **ژن‌نمود کدام‌یک از کاملاً مشخص است؟**

1) گل میمونی صورتی با اندازه برگ بزرگ

2) نوزاد مبتلا به فنیل کتونوری با انعقاد خون طبیعی

3) مرد فاقد فاکتور انعقادی هشت وفاقد کربوهیدرات‌های A و B و پروتئین D

4) زن دارای کربوهیدرات A و پروتئین D در غشای گویچه قرمز

✓ **هر فرد با تنها 2 نوع ژن بارز مربوط به گروه‌های خونی ..... .**

1) می‌تواند صاحب فرزند فاقد دگره بارز برای این صفات شود.

2) دارای پروتئین D در غشای گویچه‌های قرمز خود است.

3) حداقل در ژن نمود یکی از والدینش، دگره D دارد.

4) حداقل دارای یک دگره A یا B بر روی یکی از جایگاه‌های ژنی کروموزوم شماره 9 خود است.

✓ **در کدام گزینه تعداد انواع ژن‌نمودهای بیشتری را می‌توان برای فرد مورد سؤال، در نظر گرفت؟**

1) فرد دارای دگره هموفیلی و A^+

2) زن سالم از نظر هموفیلی و B^+

3) زن ناقل هموفیلی و AB^-

4) مرد دارای هموفیلی و O^+

✓ **در خانواده‌ای والدینی با فنوتیپ غالب برای گروه خونی (ABO) زاده‌ای مبتلا به فنیل کتونوری با گروه خونی O و زاده‌ای سالم با گروه خونی AB دارند.**

گزینه صحیح در ارتباط با این خانواده کدام است؟

1) هر زاده سالم 4 نوع الل برای صفات مورد سؤال دارد.

2) هر زاده بیمار 3 نوع الل برای صفات مورد سؤال دارد.

3) هر زاده با 3 نوع الل برای صفات مورد سؤال سالم است یا گروه خونی O دارد.

4) هر زاده سالم با گروه خونی غالب، 4 الل برای صفات مورد سؤال دارد.

✓ **چند مورد جمله زیر را به شکل نادرستی تکمیل می‌کند؟**

«در زاده‌های حاصل از هر آمیزش لزوماً ..... است.»

الف) تعداد انواع رخ‌نمودها کمتر از تعداد انواع ژن‌نمودها

ب) تعداد انواع رخ‌نمودهای هم‌توان بیشتر از تعداد انواع ژن‌نمودهای خالص

ج) تعداد انواع رخ‌نمودها برابر یا بیشتر از تعداد انواع دگره‌ها

د) تعداد انواع ژن‌نمودها برابر یا بیشتر از تعداد انواع دگره‌ها

1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

تست کده

1- اگر احتمال تولد دختری مبتلا به فنیل کتونوری در خانواده‌ای سالم، وجود داشته باشد، به طور قطع ..... (سراسری- 80)

1) والدین آن قطعاً ناقل بیماری بوده‌اند.

2) یکی از والدین آن‌ها ناقل و دیگری سالم خالص بوده است.

3) هر دو والد این فرد، ژن‌نمود خالص داشته است.

4) ژن بیماری روی فام‌تن X قرار دارد.

2- مردی که مادرش موی موج‌دار و پدرش موی صاف دارد با خانمی که پدرش موی فرفری ولی مادرش موی صاف دارد ازدواج می‌کند. در این صورت اگر فرزندی با موی ..... به دنیا بیاید، قطعاً ..... (سراسری- 81)

1) موج‌دار- پدر وی نیز موجی مودار داشته است.

2) فرفری- والدین حالت موی یکسانی داشته‌اند.

3) صاف- ژن‌نمود والدین وی یکسان بوده است.

4) ناخالص- مادر وی حالت مویی مشابه پدر خود داشته است.

3- به طور معمول، در نحوه وراثت کدام صفت، ممکن است والدین، هر دو بیمار باشند، ولی دخترانی سالم داشته باشند؟ (سراسری- 85)

1) مستقل از جنس بارز
2) مستقل از جنس نهفته
3) وابسته به X بارز
4) وابسته به X نهفته

4- اگر صفتی مستقل از جنس در انسان، سه دگره‌ای باشد، زمانی تعداد رخ‌نمودها و ژن‌نمودها می‌توانند برابر باشند، که ..... (سراسری- 86)

1) دو دگره هم‌توان و دیگری نسبت به آن‌ها نهفته باشد.

2) یک دگره بر دوتای دیگر بارز باشد.

3) یکی از الل‌ها بر بقیه بارز و یکی بر بقیه نهفته باشد.

4) هر سه دگره هم‌توان باشند.

5- به طور معمول فردی که ناقل هموفیلی است و گروه خونی A^+ دارد، در هر بار میوز می‌تواند ..... بسازد. (سراسری- 91)

1) یک نوع گامت
2) حداکثر چهار گامت
3) حداقل دو نوع گامت
4) هشت نوع گامت

6- در انسان صفتی دو دگره‌ای و وابسته به جنس (X) با رابطه‌ای بارز و نهفتگی مفروض است. هنگامی پسران، رخ‌نمود نهفته را نشان می‌دهند که ..... آن‌ها قطعاً ..... باشد. (سراسری- 91 با تغییر)

1) مادر- دارای دگره نهفته
2) پدر- فاقد دگره نهفته
3) پدر- دارای دگره نهفته
4) مادر- خالص نهفته

7- یک بیماری وابسته به جنس نهفته هیچ‌گاه از ..... منتقل نمی‌شود. (سراسری خارج از کشور- 91)

1) مادر سالم و پدر بیمار به فرزند دختر
2) مادر بیمار و پدر سالم به فرزند پسر
3) پدر سالم و مادر بیمار به فرزند دختر
4) پدر بیماری و مادر سالم به فرزند پسر

8- از ازدواج مردی کوررنگ با گروه خونی B و زنی سالم با گروه خونی A، پسری کوررنگ و فاقد زائده‌های گروه‌های خونی متولد گردید. در این خانواده، احتمال تولد ..... (کوررنگی صفتی وابسته به X و نهفته است.) (سراسری خارج از کشور- 96)

1) فرزندی بیمار با دو صفت خالص وجود دارد.
2) فرزند سالم ناقل با گروه خونی B وجود ندارد.
3) دختری با فنوتیپ هر دو صفت فوق مثل پدر وجود ندارد.
4) پسری سالم با گروه خونی A خالص وجود دارد.

9- با توجه به اینکه صفت رنگ در نوعی ذرت، صفتی با سه جایگاه ژنی است و هر جایگاه دو دگره دارد و دگره‌های بارز، رنگ قرمز و دگره‌های نهفته، رنگ سفید را به وجود می‌آورند و رخ‌نمودهای دو آستانه طیف که قرمز و سفید هستند به ترتیب ژن‌نمودهای AABBCC و aabbcc را دارند. بنابراین ذرت‌هایی که از آمیزش دو ذرت با ژن‌نمودهای AAbbcc و aaBBCC به وجود می‌آیند. از نظر رنگ به کدام ذرت شباهت بیشتری دارند؟ (سراسری- 98)

1) aaBbCC　　2) AABBCc　　3) AaBBCc　　4) AABbCC

10- با قرار گرفتن دانه گرده گل میمونی سفید (WW) بر روی کلاله گل میمونی صورتی (RW)، در یک دانه، کدام رخ‌نمود برای رویان و کدام ژن نمود برای درون دانه (آندوسپرم) مورد انتظار است؟ (سراسری- 98)

1) صورتی- WWR　　2) صورتی- RRR

3) سفید- WRR　　4) سفید- WWW

11- در یک خانواده، مادر گروه خونی AB دارد و علاوه بر داشتن پروتئین D در غشای گویچه‌های قرمز خود، می‌تواند عامل انعقادی شماره 8 را بسازد و پدر گروه خونی B و پروتئین D دارد و فاقد عامل انعقادی شماره 8 است. اگر دختر این خانواده، فاقد عامل انعقادی شماره 8 و فاقد پروتئین D باشد و بتواند فقط کربوهیدرات A گروه خونی را بسازد، در این صورت، تولد کدام فرزند غیرممکن است؟ (سراسری- 98)

1) پسری دارای یک نوع کربوهیدرات گروه خونی و دارای پروتئین D و سالم از نظر فرایند لخته شدن خون

2) پسری با اختلال در فرایند لخته شدن خون و دارای یک نوع کربوهیدرات گروه خونی و فاقد پروتئین D

3) دختری دارای هر دو نوع کربوهیدرات‌های گروه خونی و دارای پروتئین D و سالم از نظر فرایند لخته شدن خون

4) دختری با اختلال در فرایند لخته شدن خون و فاقد هر دو نوع کربوهیدرات‌های گروه خونی و دارای پروتئین D

12- در یک خانواده پدر و مادری به ترتیب گروه خونی A و B را دارند و هر دو علاوه بر داشتن پروتئین D در غشای گویچه‌های قرمز خود، می‌توانند عامل انعقادی شماره 8 را بسازند. اگر پسر این خانواده، فاقد عامل انعقادی شماره 8 باشد و نتواند کربوهیدرات‌های گروه خونی و نیز پروتئین D را بسازد. در این صورت، تولد کدام فرزند در این خانواده غیرممکن است؟ (سراسری خارج از کشور- 98)

1) دختری دارای عامل انعقادی شماره 8 و دارای پروتئین D و فاقد هر دو نوع کربوهیدرات-های گروه خونی

2) پسری دارای عامل انعقادی شماره 8 و با توانایی تولید یک نوع کربوهیدرات گروه خونی و فاقد پروتئین D

3) پسری با اختلال در فرایند لخته شدن خون و دارای فقط یک نوع کربوهیدرات گروه خونی و فاقد پروتئین D

4) دختری با اختلال در فرایند لخته شدن خون و دارای هر دو نوع کربوهیدرات‌های گروه خونی و دارای پروتئین D

13- با توجه به اینکه صفت رنگ و نوعی ذرات دارای سه جایگاه ژنی است و هر کدام دو دگره دارند و دگره‌های بارز، رنگ قرمز و دگره‌های نهفته، رنگ سفید را به وجود می‌آورند و رخ‌نمودهای دو آستانه طیف یعنی قرمز و سفید به ترتیب ژن‌نمود AABBCC و aabbcc را دارند، بنابراین ذرت‌هایی که از آمیزش دو ذرت با ژن-نمودهای AABBCC و aabbcc به وجود می‌آیند. از نظر رنگ به کدام ذرت شباهت بیشتری دارند؟ (سراسری خارج از کشور- 98)

1) AABBcc

2) AaBBcc

3) AaBBCC

4) AABbCC

14- در خانواده‌ای که والدین هر دو سالم‌اند. دختری فاقد آنزیم تجزیه‌کننده فنیل-آلانین با گروه خونی B و پسری فاقد عامل انعقادی شماره 8 با گروه خونی A متولد گردید. با فرض یکسان بودن گروه خونی والدین، تولد کدام فرزند در این خانواده ممکن است؟ (سراسری- 99)

1) پسری با گروه خونی O و فاقد عامل انعقادی شماره 8 و دارای آنزیم تجزیه‌کننده فنیل‌آلانین

2) پسری با گروه خونی AB، دارای عامل انعقادی شماره 8 و فاقد آنزیم تجزیه‌کننده فنیل‌آلانین

3) دختری با گروه خونی O، فاقد آنزیم تجزیه‌کننده فنیل‌آلانین و دارای عامل انعقادی شماره 8

4) دختری با گروه خونی AB و فاقد عامل انعقادی شماره 8 و دارای آنزیم تجزیه‌کننده فنیل‌آلانین

15- کدام عبارت در ارتباط با انسان صحیح است؟ (سراسری- 99)

1) در همه افراد، بروز یک ویژگی خاص همواره ناشی از حضور دو دگره (الل) است.

2) اثر دو دگره (الل) مربوط به دوفام‌تن (کروموزوم) غیرجنسی، می‌تواند همراه با هم ظاهر شود.

3) دو نوع کربوهیدرات، با حضور دو نوع دگره (الل) موجود در غشای گویچه‌های قرمز تولید می‌شوند.

4) وجود پروتئین D در غشای گویچه‌های قرمز به طور حتم وابسته به حضور دو دگره (الل) یکسان است.

16- با توجه به صفت چندجایگاهی مربوط به رنگ نوعی ذرت، کدام مورد از نظر رخ-نمود (فنوتیپ) به ذرتی با ژن‌نمود (ژنوتیپ) aaBBCC شباهت کمتری دارد؟ (سراسری- 99)

1) AAbbCc

2) AABBCC

3) aaBbCc

4) Aabbcc

17- در همه بیماری‌های مطرح شده در بخش ژنتیک (فصل سوم) کتاب درسی، با فرض اینکه پدر بیمار و مادر سالم باشد، وجود کدام مورد غیرممکن خواهد بود؟ (سراسری- 99)

1) فرزندی با ژن‌نمود (ژنوتیپ) پدر

2) دختری بیمار و پسری سالم

3) فرزندی با ژن‌نمود (ژنوتیپ) مادر

4) دختری سالم با ژن‌نمود (ژنوتیپ) خالص

18- کدام عبارت، در ارتباط با انسان نادرست است؟ (سراسری خارج از کشور- 99)

1) دو نوع کربوهیدرات، توسط دو نوع دگره (الل) موجود در غشای گویچه‌های قرمز تولید می‌شوند.

2) اثر هر دو دگره (الل) مربوط به فام‌تن (کروموزوم)های غیرجنسی، می‌تواند هم‌زمان ظاهر شود.

3) تشکیل پروتئین D بر غشای گویچه‌های قرمز به حضور دو دگره (الل) نیازمند است.

4) بروز یک ویژگی خاص می‌تواند فقط ناشی از وجود یک دگره (الل) باشد.

19- فقط در نوعی از بیماری‌های مطرح شده در بخش ژنتیک (فصل سوم) کتاب درسی، با فرض اینکه پدر بیمار و مادر سالم باشد، تولد ..... ممکن خواهد بود. (سراسری خارج از کشور- 99)

1) فرزندی با ژن‌نمود (ژنوتیپ) ناخالص

2) دختر بیمار و پسر سالم

3) دختری با ژن‌نمود (ژنوتیپ) متفاوت با مادر

4) پسری با ژن‌نمود (ژنوتیپ) یکسان با مادر

20- در خانواده‌ای که والدین هر دو سالم‌اند، دختری فاقد آنزیم تجزیه‌کننده فنیل-آلانین با گروه خونی B و پسری فاقد عامل انعقادی شماره 8 با گروه خونی A متولد گردید. با فرض یکسان بودن گروه خونی والدین، تولد کدام مورد زیر، در این خانواده ممکن است؟ (سراسری خارج از کشور- 99)

1) دختری با گروه خونی AB و فاقد عامل انعقادی شماره 8 و دارای آنزیم تجزیه‌کننده فنیل‌آلانین

2) پسری با گروه خونی AB، دارای عامل انعقادی شماره 8 و فاقد آنزیم تجزیه‌کننده فنیل‌آلانین

3) دختری با گروه خونی O و فاقد آنزیم تجزیه‌کننده فنیل‌آلانین و دارای عامل انعقادی شماره 8

4) پسری با گروه خونی O و فاقد عامل انعقادی شماره 8 و دارای آنزیم تجزیه‌کننده فنیل‌آلانین

21- با توجه به مطلب کتاب درسی، در یک منطقه مالاریاخیز، پدر خانواده به سبب شکل گویچه‌های قرمز خود، در معرض خطر ابتلا به بیماری مالاریا قرار دارد، در حالی که مادر خانواده نسبت به این بیماری مقاوم است. تولد کدام فرزند در این خانواده غیرممکن است؟ (سراسری- 1400)

1) پسری با گویچه‌های قرمز کاملاً غیرطبیعی و در معرض خطر مرگ و میر در سنین پائین.

2) پسری با گویچه‌های قرمز طبیعی ودر معرض خطر ابتلا به بیماری مالاریا

3) دختری حساس نسبت به کمبود اکسیژن محیط

4) دختری مقاومت نسبت به انگل مالاریا

22- با در نظر گرفتن این که ژن نمود (ژنوتیپ) درون دانه (آندوسپرم) گل میمونی WWR است. کدام ژن نمود (ژنوتیپ) به ترتیب برای دانه گرده و کُلاله گل میمونی، مورد انتظار نیست؟ (سراسری- 1400)

1) RR,RW

2) RW,RR

3) WW,RW

4) RW,RW

23- چند مورد را می‌توان درباره مردی با گروخ خونی O^+ و درگیر با مشکل انعقاد خون، با قاطعیت بیان داشت؟ (سراسری- 1400)

الف- بر روی فام‌تن (کروموزوم) شماره 9، فاقد هرگونه دگره (الل) گروه خونی است.

ب- بر روی نوعی فام‌تن (کروموزوم) جنسی آن، دگره‌ای (اللی) نهفته قرار گرفته است.

ج- بر روی یکی از بلندترین فام‌تن (کروموزوم)های موجود در کاریوتیپ آن، ژن D واقع شده است.

د- گویچه‌های قرمز کربوهیدرات‌دار آن، از یاخته‌هایی با توانایی تولید چندین نوع یاخته ایجاد شده‌اند.

1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

24- با توجه به بیماری‌های هموفیلی و داسی شدن گلبول‌های قرمز، در صورت ازدواجِ هر زن و مرد سالمی با یکدیگر، تولد چند مورد زیر ممکن است؟ (سراسری- 1400)

الف- پسری سالم

ب- پسری بیمار

ج- دختری بیمار و خالص

د- دختری سالم و ناخالص

1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

پاسخنامه

1) 1
2) 2
3) 1
4) 4
5) 1
6) 1
7) 3
8) 1
9) 1
10) 4
11) 4
12) 4
13) 2
14) 2
15) 2
16) 4
17) 4
18) 1
19) 4
20) 2
21) 1
22) 1
23) 2
24) 1

