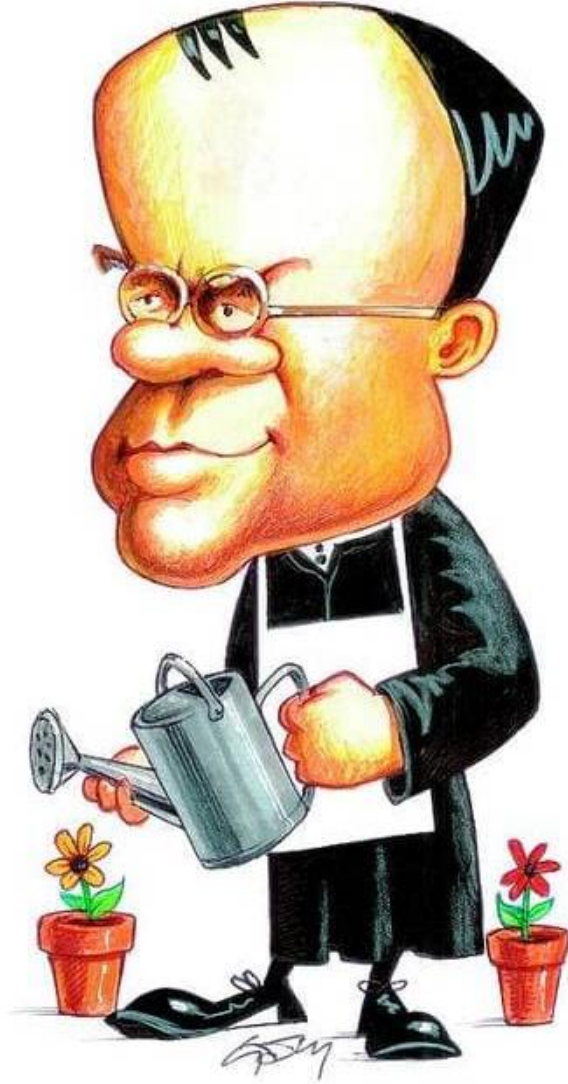


زیست شناسی
مبحث ژنتیک کنکور



مؤلف: دکتر علی حسین زاده

روی خط کتاب درسی



فصل ۳

انتقال اطلاعات در نسل ها

شبهات بین فرزندان و والدین، گویای آن است که ویژگی های والدین به نحوی به فرزندان منتقل می شود. همچنین می دانیم که در تولیدمثل جنسی ارتباط بین نسل ها را گامت ها برقرار می کنند و ویژگی های هریک از والدین توسط دستورالعمل هایی که در دِنای موجود در گامت ها قرار دارد، به نسل بعد منتقل می شود.

پیش از کشف قوانین وراثت، تصور بر آن بود که صفات فرزندان، آمیخته ای از صفات والدین و حد واسطی از آنهاست. مثلاً اگر یکی از والدین بلندقد و دیگری کوتاه قد 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 دِنای و ژن ها معلوم نبود، دانشمندی به نام گریگور مندل^۱ توانست قوانین بنیادی وراثت را کشف کند. به کمک این قوانین، می شد صفات فرزندان را پیش بینی کرد. با توجه به شناخت شما از ساختار و عمل دِنای، در این فصل با مفاهیم پایه وراثت به زبان امروزی آشنا می شویم.

^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 تیره شدن 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 ۱- 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، **شکل‌های آن صفت** می‌گویند.

گروه‌های خونی

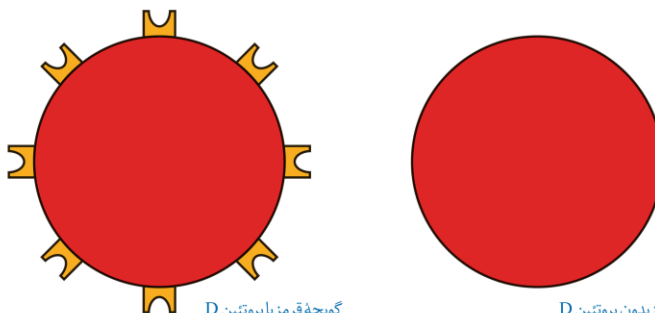
آیا شما گروه خونی خود را می‌دانید؟ آیا می‌دانید منظور از گروه خونی مثلاً A^+ چیست؟ وقتی می‌گویند گروه خونی شخصی A^+ است در واقع «دو» گروه خونی را برای او مشخص کرده‌اند. یکی گروه خونی معروف به **ABO** و دیگری گروه خونی‌ای به نام **Rh**. در ادامه این دو گروه خونی را بررسی می‌کنیم. توضیح Rh ساده‌تر است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

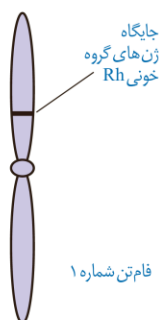
بیشتر بدانید

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





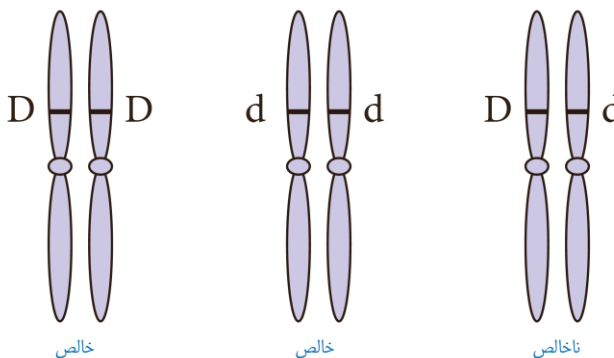
شکل ۲- مبنای گروه خونی Rh پروتئین D



شکل ۳- جایگاه ژن های Rh

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

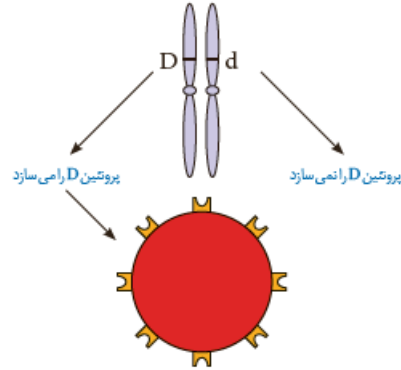
D و **d** جایگاه یکسانی در فام تن شماره ۱ دارند. توجه داشته باشید که هر فام تن شماره ۱ در این جایگاه ژن **D** یا **d** را دارد و نه هر دو را. به این جایگاه از فام تن شماره ۱، **جایگاه ژن های Rh** می گویند (شکل ۳). **D** و **d** که شکل های مختلف صفت Rh را تعیین می کنند و هر دو جایگاه ژنی یکسانی دارند؛ **دگره (الل)** هم هستند. از آنجا که هر یک از ما دو فام تن ۱ داریم، پس دو دگره هم برای Rh داریم. بنابراین ممکن است هر دو فام تن شماره ۱، **D** یا هر دو **d** را داشته باشند. در این صورت می گویند فرد برای این صفت **خالص** است. اما اگر یک فام تن **D** و دیگری **d** را داشته باشد می گویند فرد برای این صفت، **ناخالص** است (شکل ۴).



شکل ۴- ژن نمودهای 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 رابطه بین این دو دگره را دانست. مشاهدات نشان می دهند که افراد ناخالص، گروه خونی مثبت را خواهند داشت. بنابراین اگر دو دگره **D** و **d** کنار هم قرار بگیرند، این دگره **D** است که بروز می کند. در چنین حالتی گفته می شود که دگره **D** **بازر** و دگره **d** **نهفته** است و بین دگره ها رابطه **بازر و نهفتگی** برقرار است. طبق قرارداد، دگره **بازر** را با حرف بزرگ و دگره **نهفته** را با حرف کوچک آن نشان می دهیم.

توضیح علت رابطه 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- توضیح رابطه بارز و نهفتگی بین دگره‌های گروه خونی Rh

ترکیب دگره‌ها را در فرد، ژن نمود (ژنوتیپ) و شکل ظاهری یا حالت بروز یافته صفت را رخ نمود (فنوتیپ) می‌نامیم. جدول ۱ انواع ژن نمود و رخ نمود را در مورد این گروه خونی نشان می‌دهد.

ژن نمود	رخ نمود
DD	گروه خونی +
Dd	گروه خونی +
dd	گروه خونی -

جدول ۱- انواع ژن نمود و رخ نمود گروه خونی Rh

نوع دیگری از رابطه 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	هیچ کدام

شکل ۶- 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

غشا اضافه می کند و دیگری آنزیم B، که کربوهیدرات B را اضافه می کند. اگر هیچ یک از این دو آنزیم وجود نداشته باشند، آن گاه هیچ کربوهیدراتی اضافه نخواهد شد. بنابراین برای این صفت، سه دگره وجود دارد. دگره ای که آنزیم A را می سازد، دگره ای که آنزیم B را می سازد و دگره ای که هیچ آنزیمی نمی سازد. جایگاه ژن های گروه خونی ABO در فام تن شماره ۹ است.

برای سادگی، این سه دگره را به ترتیب A، B و O می نامیم. در اینجا تشخیص رخ نمود برای ژن نمودهای خالص AA، BB یا OO آسان است: گروه خونی به ترتیب A، B یا O می شود. اما، رخ نمود ژن نمودهای ناخالص چیست؟ رابطهٔ بارز و نهفتگی بین دگره ها چگونه است؟

ژن نمودهای ناخالص برای این دگره ها عبارت اند از AO، BO و AB. آیا می توانید حدس بزنید گروه خونی فردی که AO است چیست؟ دگره A آنزیم A را می سازد اما دگره O هیچ آنزیمی نمی سازد. پس گروه خونی این فرد A خواهد شد. به همین علت گفته می شود A نسبت به O بارز است. همین استدلال را می توان برای ژن نمود BO به کار برد. دگره B نیز نسبت به دگره O بارز است. در ژن نمود AB هر دو آنزیم ساخته می شوند 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 رابطه ای را **هم توانی** می نامیم و می گوئیم دگره های A و B نسبت به یکدیگر **هم توان** هستند. در هم توانی، اثر دگره ها، همراه با هم ظاهر می شود. ژن شناسان دگره های A، B و O را به ترتیب با I^A ، I^B و i نشان می دهند. این نوع نام گذاری به روشنی نشان می دهد که دگره I^A و I^B نسبت به یکدیگر هم توان اما نسبت به i بارزند.

بارزیت ناقص

تا اینجا با دو نوع رابطهٔ دگره ای آشنا شدیم: یکی بارز و نهفتگی و دیگری هم توانی. رابطهٔ دیگری نیز بین دگره ها برقرار است و آن موقعی است که صفت در حالت ناخالص، به صورت حد واسط حالت های خالص مشاهده می شود. 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 می دهیم. 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 حد واسط قرمز و سفید است. در این حالت گفته می شود که **رابطهٔ بارزیت ناقص** برقرار است.



شکل ۷- گل میمونی

گل قرمز

گل صورتی

گل سفید



مفاهیم اولیه ژنتیک:

آلل: به ژن‌هایی که در کنترل یک صفت نقش دارند و در قطعاتی متناظر با کروموزوم‌های همتا قرار دارند.

$A, a / B, b / R, w$

خالص و ناخالص:

$\begin{cases} AA/BB/RR/WW \\ aa/bb/rr \end{cases}$ خالص:

$\{Aa/Bb/Rw$ ناخالص:

روابط بین آلل‌ها:

غالب و مغلوبی:

A نسبت به a غالبه ←

$Aa \times Aa \rightarrow AA/Aa/Aa/aa$

هم‌توان: اگر هر دو بروز کنند مثل گروه خونی AB که هم A بروز می‌کند و هم B

بارزیت ناقص: اگر دو آلل کنار هم قرار بگیرند و سبب بروز حد واسط شوند مثل Rw : صورتی

RR (قرمز) - ww (سفید) =

ژنوتیپ و فنوتیپ:

- ژنوتیپ (ترکیب آلل‌ها در فرد)

- فنوتیپ (شکل ظاهری یا حالت بروز)



مثال: ژنوتیپ‌های زیر چه فنوتیپی بروز می‌کند:

: ww	: Aa	: DD
: RR	: Bb	: Dd
: Rr	: BB	: dd
	: AA	: AB



مثال: فنوتیپ و ژنوتیپ‌های زیر را بنویسید:

$Aa \times aa$ (۱)

$Aa \times Aa$ (۲)

$AA \times Aa$ (۳)

$Rr \times Rr$ (۴)



مثال: با توجه به آمیزش انواع ژنوتیپ و فنوتیپ را تعیین کنید.

$AaBbdd \times AabbDd$



مثال: با توجه به آمیزش انواع ژنوتیپ و فنوتیپ را معین کنید.

$AaBbRw \times AaBBRw$

بازی با کلمه‌ی نو ترکیب:

$AaBbdd \times AaBBDd$

$AaBBRw \times AabbRw$

گروه‌های خونی:

$oo - AB - Bo - BB - Ao - AA$: ژنوتیپ: (۶ نوع) }
 گروه خونی
 $o - AB - B - A$: فنوتیپ: (۴ نوع) }

$dd - Dd - DD$: ژنوتیپ: (۳ نوع) }
 RH
 $d - D$: فنوتیپ: (۲ نوع) }

بازی و ریاضی:

$$\frac{1}{4}A, \frac{1}{2}AB, \frac{1}{4}B$$

$$\frac{1}{4}B, \frac{1}{2}A, \frac{1}{4}AB$$

$$\frac{1}{4}A, \frac{1}{4}AB, \frac{1}{2}B$$

لفظبازی در گروه‌های خونی:

$Ao \times Bo$

☀ هر ۴ نوع گروه خونی در فرزندان دیده شود:

$AA \times BB$

یا $AB \times oo$

☀ متفاوت بودن گروه خونی فرزندان و والدین:



گفتار ۲ انواع صفات

به یاد دارید که فام تن ها به دو دسته غیرجنسی و جنسی تقسیم می شوند. فام تن های جنسی انسان X و Y هستند. صفاتی را که جایگاه ژنی آنها در یکی از فام تن های غیرجنسی قرار داشته باشد **صفت مستقل از جنس** و صفاتی را که جایگاه ژنی آنها در یکی از دو فام تن جنسی قرار داشته باشد **وابسته به جنس** می گویند.

وراثت صفات مستقل از جنس

صفات مستقل از جنس چگونه به ارث می رسند؟ Rh یک صفت مستقل از جنس است. اگر پدر و مادری هر دو ژن نمود Dd داشته باشند، چه ژن نمود یا ژن نمودهایی برای فرزندان آنها مورد انتظار است؟ می دانیم هر یک از پدر و مادر، از هر جفت فام تن همتا تنها یکی را از طریق گامت ها به نسل بعد منتقل می کنند. در این مثال، هم پدر و هم مادر از نظر Rh دو نوع گامت تولید می کنند: یکی گامتی که D دارد و دیگری گامتی که d دارد. ژن نمود فرزندان به این بستگی دارد که کدام گامت ها با یکدیگر لقاح پیدا کنند. ژن نمود فرزندان را می توان با روشی به نام **مربع پانت** به دست آورد. پانت نام دانشمندی است که این روش را پیشنهاد کرده است.

در روش مربع پانت، گامت های والدین را به طور جداگانه در سطر و ستون یک جدول می نویسیم و بعد خانه های جدول را با کنار هم قرار دادن گامت های سطر و ستون متناظر هم پر می کنیم (جدول ۲).

گامت ها	D	d
D	DD	Dd
d	dD	dd

جدول ۲- مربع پانت

باید توجه داشت که ژن نمودهای Dd و dD یکسان اند. بنابراین هر فرزندی که متولد می شود می تواند یکی از ژن نمودهای DD، Dd و dd را داشته باشد.

فعالیت ۱

پدری گروه خونی O و مادری گروه خونی AB دارد. چه ژن نمود و رخ نمودهایی برای فرزندان آنان پیش بینی می کنید؟

صفت وابسته به X

گاهی ژن صفتی که بررسی می شود در فام تن X قرار دارد. به چنین صفاتی، صفت **وابسته به X** می گویند. هموفیلی، یک بیماری وابسته به X و نهفته است یا به عبارتی دیگر، دگره این بیماری که روی فام تن X قرار دارد نهفته است. در این بیماری، فرایند لخته شدن خون دچار اختلال می شود. شایع ترین نوع هموفیلی به فقدان عامل انعقادی VIII (هشت) مربوط است.

دگره بیماری هموفیلی را h می نامیم؛ دگره سالم ژن، H نامیده می شود. برای آنکه نشان دهیم این صفت وابسته به X است، دگره ها را به صورت بالانویس X می نویسیم: X^H و X^h .

جدول ۳ انواع ژن نمودها و رخ نمودها را برای هموفیلی نشان می دهد. دقت کنید که در فام تن Y جایگاهی برای دگره های هموفیلی وجود ندارد.

	مرد	زن	رخ نمود
ژن خود	$X^H Y$	$X^H X^H$	سالم
	—	$X^H X^h$	سالم
	$X^h Y$	$X^h X^h$	هموفیل

جدول ۳- انواع ژن نمودها و رخ نمودها برای هموفیلی

فرد با ژن نمود $X^H X^h$ که سالم است؛ **ناقل** نامیده می شود؛ زیرا می تواند ژن بیماری را به نسل بعد منتقل کند.

برای پیش بینی ژن نمودها و رخ نمودهای صفات وابسته به X در نسل های بعد، می توان 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 می خواهد بداند آیا ممکن است فرزند حاصل از این ازدواج، هموفیل باشد؟

ژن نمود مرد هموفیل $X^h Y$ و گامت هایی که تولید می کند X^h و Y است. ژن نمود زن سالم $X^H X^H$ است و برای این صفت فقط یک نوع گامت، یعنی X^H تولید می کند. ژن نمودها و رخ نمودهای نسل های بعد را می توان به کمک مربع پانت یافت.

گامت ها	X^h	Y
X^H	$X^H X^h$ دختر ناقل	$X^H Y$ پسر سالم

جدول ۴- ژن نمود و رخ نمود نسل بعد

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

فعالیت ۲

مردی سالم قصد دارد با زنی هموفیل ازدواج کند. چه ژن نمود و رخ نمودهایی برای فرزندان آنان پیش بینی می کنید؟

درسنامه



بیماری وراثتی انسان:

وابسته به X و بارز	وابسته به X نهفته	اتوزوم و باز	اتوزوم و نهفته (فنیل کتونوری)	
Y^bY	X^HY	tt	PP-Pp	مرد سالم
X^BY	X^HY	TT-Tt	pp	مرد بیمار
X^bX^b	$X^HX^H - X^HX^h$	tt	PP-Pp	زن سالم
$X^BX^B - X^BX^b$	X^hX^h	TT-Tt	pp	مرد بیمار

گروه‌های خونی انسان:

DD-Dd	+	AA-AO	A
		BB-BO	B
dd	-	AB	AB
		OO	O

روش نوشتن ژنوتیپ والدین:

بچه رو ببین و پدر و مادر رو بنویس:

در گروه خونی:

✱ مردی با گروه خونی AB^+ و زنی با گروه خونی A^- ، دختری با گروه خونی B^-

✱ مردی با گروه خونی A^+ و زنی با گروه خونی B^+ ، دختری با گروه خونی O^-

در بیماری اتوزوم و نهفته مثل فنیل کتونوریا:

✱ مردی سالم با زنی سالم دارای پسری مبتلا به فنیل کتونوریا

✱ مردی بیمار و زنی سالم دارای دختری مبتلا به فنیل کتونوریا

در بیماری اتوزوم و بارز مانند هانتینگتون:

✱ مردی بیمار و زنی سالم و فرزندی سالم:

✱ مردی بیمار و زنی بیمار دارای دختری سالم

در بیماری‌های وابسته به x:

✱ مردی سالم با زنی سالم ازدواج کرده و پسری سالم متولد شده

✱ مردی مبتلا به هموفیل با زنی سالم ازدواج کرده و دختری مبتلا متولد شده

در دو بیماری وابسته به x پشت سر هم:

✱ مردی هموفیل با زنی سالم که فرزند اول پسری هموفیل و فرزند دوم پسری کوررنگ است.



مثال: از ازدواج مردی با گروه خونی AB و مبتلا به بیماری هموفیلی و زنی سالم با گروه خونی B، پسری با گروه خونی A و مبتلا به هموفیلی و دختری مبتلا به فنیل کتونوری متولد گردید، در این خانواده انواع ژنوتیپ و فنوتیپ در فرزندان را معین کنید؟



مثال: ازدواج مردی هموفیل با گروه خونی B و زنی سالم با گروه خونی A، پسری هموفیل و فاقد آنتی ژن‌های گروه‌های خونی متولد گردید. در این خانواده، انواع ژنوتیپ و فنوتیپ در فرزندان را معین کنید؟



مثال: 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 مبتلا به فنیل کتونوری متولد گردید. در این خانواده، انواع ژنوتیپ و فنوتیپ در فرزندان را معین کنید.



مثال: از ازدواج مردی مبتلا به هانتینگتون (بیماری اتوزوم و غالب) و دارای گروه خونی AB و با زنی سالم و دارای گروه خونی O، دختری فنیل کتونوری و پسری هموفیل متولد گردیده است. در این خانواده، انواع ژنوتیپ و فنوتیپ در فرزندان را معین کنید.



مثال: از ازدواج مردی RH^- و مبتلا به دو بیماری هموفیلی و هانتینگتون (بیماری و اتوزوم و غالب) با زنی سالم و RH^+ ، دختری مبتلا به هموفیلی و RH^- متولد گردید. در این خانواده، انواع ژنوتیپ و فنوتیپ در فرزندان را معین کنید.



مثال: از ازدواج مردی سالم با گروه خونی AB^+ و زنی سالم با گروه خونی B^- ، پسری مبتلا به هموفیلی با گروه خونی A^- و دختری فنیل کتونوری متولد گردید. در این خانواده، انواع ژنوتیپ و فنوتیپ در فرزندان را معین کنید.



مثال: ازدواج مردی مبتلا به بیماری هانتینگتون (بیماری اتوزوم و بارز) با گروه خونی AB و زنی سالم با گروه خونی A، پسری هموفیل با گروه خونی B و پسری مبتلا به تحلیل عضلانی دوشن (بیماری وابسته به x و نهفته) متولد گردید، در این خانواده، انواع ژنوتیپ و فنوتیپ در فرزندان را معین کنید.



مثال: حاصل ازدواج مردی هموفیل و دارای آنتی ژن رزوس و زنی مبتلا به بیماری فنیل کتونوری با گروه خونی A^+ ، دختری هموفیل با گروه خونی AB^+ و پسری مبتلا به بیماری فنیل کتونوری با گروه خونی O^- است. در این خانواده، انواع ژنوتیپ و فنوتیپ در فرزندان را معین کنید.



مثال: در یک خانواده، مادر گروه خونی AB دارد و علاوه بر داشتن پروتئین D در غشاء گویچه‌های قرمز خود، می‌تواند عامل انعقادی شماره ۸ را بسازد و پدر گروه خونی B و پروتئین D دارد و فاقد عامل انعقادی شماره ۸ است. اگر دختر این خانواده، فاقد عامل انعقادی شماره ۸ و فاقد پروتئین D باشد و بتواند فقط کربوهیدرات A گروه خونی را بسازد، در این صورت تولد کدام فرزند غیرممکن است؟

(۱) پسری دارای یک نوع کربوهیدرات گروه خونی و دارای پروتئین D و سالم از نظر فرآیند لخته شدن خون

(۲) پسری با اختلال در فرآیند لخته شدن خون و دارای یک نوع کربوهیدرات گروه خونی و فاقد پروتئین D

(۳) دختری دارای هر دو نوع کربوهیدرات‌های گروه خونی و دارای پروتئین D و سالم از نظر فرآیند لخته شدن خون

(۴) دختری با اختلال در فرآیند لخته شدن خون و فاقد هر دو نوع کربوهیدرات‌های گروه خونی و دارای پروتئین D



مثال: کدام عبارت در ارتباط با انسان نادرست است؟

- (۱) دو نوع کرپوهیدرات، توسط دو نوع دگره (الل) موجود در غشا، گویچه‌های قرمز تولید می‌شوند.
- (۲) اثر هر دو دگره (الل) مربوط به قام تن (کروموزوم)‌های غیرجنسی، می‌تواند هم‌زمان ظاهر شود.
- (۳) تشکیل پروتئین D پر غشا، گویچه‌های قرمز به حضور دو دگره (الل) نیازمند است.
- (۴) پروزیک ویژگی خاص می‌تواند فقط ناشی از وجود یک دگره (الل) باشد.



مثال: در خانواده‌ای که والدین هر دو سالم‌اند، دختری فاقد آنزیم تجزیه‌کننده‌ی قنیل آلانین با گروه

خونی B و پسری فاقد عامل انعقادی شماره‌ی هشت با گروه خونی A متولد گردید. با فرض یکسان بودن گروه
والیدن، تولد کدام مورد زیر، در این خانواده ممکن است؟

- (۱) دختری با گروه خونی AB و فاقد عامل انعقادی شماره‌ی ۸ و دارای آنزیم تجزیه‌کننده‌ی قنیل آلانین
- (۲) پسری با گروه خونی AB، دارای عامل انعقادی شماره‌ی ۸ و فاقد آنزیم تجزیه‌کننده‌ی قنیل آلانین
- (۳) دختری با گروه خونی O و فاقد آنزیم تجزیه‌کننده‌ی قنیل آلانین و دارای عامل انعقادی شماره‌ی ۸
- (۴) پسری با گروه خونی O و فاقد عامل انعقادی شماره‌ی ۸ و دارای آنزیم تجزیه‌کننده‌ی قنیل آلانین



مثال: در همی بیماری های مطرح شده در بخش ژنتیک (فصل سوم) کتاب درسی، با فرض این که پدر

بیمار و مادر سالم باشند، وجود کدام مورد غیرممکن خواهد بود؟

(۱) فرزندی با ژن نمود (ژنوتیپ) پدر

(۲) دختری بیمار و پسری سالم

(۳) فرزندی با ژن نمود (ژنوتیپ) مادر

(۴) دختری سالم با ژن نمود (ژنوتیپ) خالص



مثال: در خانواده ای که والدین هر دو سالم اند، دختری فاقد آنزیم تجزیه کننده ی فنیل آلانین با گروه

خونی B و پسری فاقد عامل انعقادی شماره ی هشت با گروه خونی A متولد گردید. با فرض یکسان بودن گروه

خونی والدین، تولد کدام فرزند در این خانواده ممکن است؟

(۱) پسری با گروه خونی O و فاقد عامل انعقادی شماره ی ۸ و دارای آنزیم تجزیه کننده ی فنیل آلانین

(۲) پسری با گروه خونی AB، دارای عامل انعقادی شماره ی ۸ و فاقد آنزیم تجزیه کننده ی فنیل آلانین

(۳) دختری با گروه خونی O و فاقد آنزیم تجزیه کننده ی فنیل آلانین و دارای عامل انعقادی شماره ی ۸

(۴) دختری با گروه خونی AB و فاقد عامل انعقادی شماره ی ۸ و دارای آنزیم تجزیه کننده ی فنیل آلانین

صیغ و غلط



- 🔔 صفاتی که فقط در کروموزوم X دارای جایگاه ژنی هستند، صفات وابسته به X هستند.
- 🔔 هر صفتی که جنسی می‌باشد، در کروموزوم خود دارای جایگاه قابلیت رونویسی می‌باشد.
- 🔔 ژن ساخت پروتئین رزوس بر روی قسمت بالایی کروموزوم شماره ۱ قرار گرفته است.
- 🔔 افراد ناخالص همواره فنوتیپ بارز نشان می‌دهند.
- 🔔 هر صفتی که مستقل از جنس می‌باشد، هیچگاه نمی‌تواند بر روی کروموزوم‌های جنسی دارای جایگاه باشد.
- 🔔 در هر جانوری به منظور تشکیل زاده‌ی جدید هر صفت مستقل از جنس با ادغام گامت‌ها صورت می‌گیرد.
- 🔔 در انسان هر صفتی که هر ژنوتیپ آن فقط یک نوع فنوتیپ بروز دهد، هیچگاه تحت تأثیر محیط قرار نمی‌گیرد.
- 🔔 در انسان هر صفتی که انواع ژنوتیپ آن از فنوتیپ بیشتر است فقط کروموزوم‌های غیرجنسی دیده می‌شود.
- 🔔 هنگام اختلاط دو گامت والدی با یکدیگر همه‌ی آلل‌های والدین به فرزند منتقل می‌شوند.
- 🔔 هر فرزند حاصل از لقاح جفت کروموزوم‌های همتای والدین را دریافت می‌کند.
- 🔔 رابطه‌ی آلی صفت حالت موی انسان هم‌توانی می‌باشد.
- 🔔 هر فردی که از یکی از والدین خود الل بیماری هموفیلی را دریافت کرده در فرآیند لخته شدن خون اختلال دارد.
- 🔔 هر فردی که وجود الل هموفیلی ایجاد اختلال در انعقاد خون می‌شود قطعاً عامل انعقادی شماره‌ی ۸ ساخته نمی‌شود.
- 🔔 هر فردی که دارای الل هموفیلی است به‌طور حتم در انعقاد خون دچار اختلال می‌شود.
- 🔔 هر مردی که در یاخته‌های هسته‌دار خود فقط یک آلل هموفیلی دارد می‌تواند ناقل این بیماری باشد.
- 🔔 هر زنی که در یاخته‌های هسته‌دار جنسی خود فقط یک آلل هموفیلی دارد قطعاً ناقل بیماری است.
- 🔔 هر زنی که در یاخته‌های پیکری خود فقط یک آلل هموفیلی دارد قطعاً ناقل بیماری است.
- 🔔 در انسان هر صفتی که فقط از پدر به پسر منتقل می‌شود در همه‌ی اسپرم‌های سالم آن فرد جایگاه ژنی دارد.
- 🔔 پس از کشت ساختار و عمل دنا مندل قوانین وراثت را کشف کرد.

هر زنی که در نوعی از یاخته‌های خود دو کروموزوم دارای ژن هموفیلی دارد قطعاً در انعقاد خون دچار مشکل است.

در گویچه‌های قرمز بالغ طبیعی در یک فرد سالم و بالغ پروتئین D برخلاف کلسترول می‌تواند در غشاء پلاسمایی دیده نشود.

مرد بالغی با گروه خونی RH مثبت قطعاً در هر یاخته‌ی پیکری خود حداقل دو آلل به این صفت دارد.

در یاخته‌های هسته‌ای و $2n$ در انسان ممکن نیست تعداد انواع ژنوتیپ یک صفت با تعداد آلل‌های مربوط به آن صفت در هر یاخته برابر باشد.

در هر صفت تعداد انواع فنوتیپ‌ها کوچکتر یا مساوی و تعداد ژنوتیپ‌ها می‌باشد.

هر فردی که مبتلا به بیماری هموفیلی است. و در هر لنفوسیت آن یک آلل بیماری دیده می‌شود، طی هر میوز ۴ گامت تولید می‌کند.

هر فردی که طی هر میوز ۴ گامت تولید می‌کند و مبتلا به هموفیلی می‌باشد در هر یاخته خود فقط یک کروموزوم X دارد.

فردی سالم از لحاظ هموفیلی یاخته‌ای بیش از ۱ آلل دچار هموفیلی دیده می‌شود.



بررسی انواع فنوتیپ و ژنوتیپ و آمیزش‌های ژنوتیپی در صفات n آلی:

الف) صفات غیرجنسی (اتوزومی) n آل تک‌جایگاهی:

$$\text{تعداد ژنوتیپ (انواع)} = \frac{n(n+1)}{2}$$

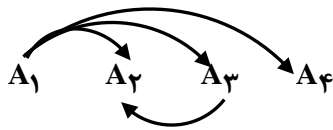
تعداد فلش‌ها - تعداد ژنوتیپ: تعداد انواع فنوتیپ

$$\text{انواع آمیزش ژنوتیپی} = \frac{(1 + \text{انواع ژنوتیپ}) \times (\text{انواع ژنوتیپ})}{2}$$



مثال: صفتی تک‌جایگاهی غیرجنسی در جامعه تحت کنترل ۴ ژن آل می‌باشد که آل A_1 به سایر آل -

هال غالب است و آل A_3 نیز A_2 غالب است.

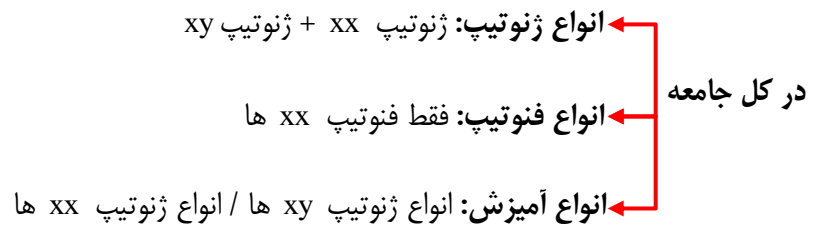
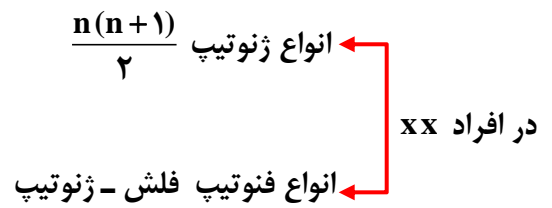
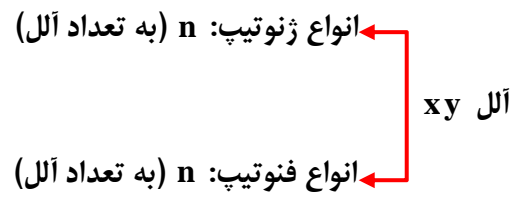


$$\text{تعداد انواع ژنوتیپ} = \frac{4 \times 5}{2} = 10$$

$$\text{تعداد انواع فنوتیپ} = 10 - 4 = 6$$

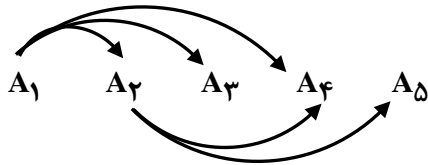
$$\text{انواع آمیزش ژنوتیپی} = \frac{10 \times 11}{2} = 55$$

انواع ژنوتیپ و فنوتیپ و آمیزش در صفات n آلی وابسته به x :





مثال: صفتی ۵ آلی وابسته به x مفروض است که A_1 به A_3 و A_4 غالب بوده و A_2 به A_4 و A_5 غالب است. برای این صفت در جامعه انسان‌ها چند فنوتیپ و ژنوتیپ و انواع آمیزش بین ژنوتیپ‌ها وجود دارد؟



$$\begin{array}{l} \text{xx ها} \\ \rightarrow \text{ژنوتیپ: } \frac{5 \times 6}{2} = 15 \\ \rightarrow \text{فنوتیپ: } 15 - 4 = 11 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{xy ها} \\ \rightarrow \text{ژنوتیپ: } 5 \\ \rightarrow \text{فنوتیپ: } 5 \end{array}$$

$$\text{کل ژنوتیپ جامعه} = 15 + 5 = 20$$

$$\text{کل فنوتیپ جامعه} = 11$$

$$\text{انواع آمیزش بین ژنوتیپ‌ها} = 15 \times 5 = 75$$

روی خط کتاب درسی



صفات پیوسته و گسسته

اندازه قد شما چقدر است؟ اگر از هم کلاسی‌های خود اندازه 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.

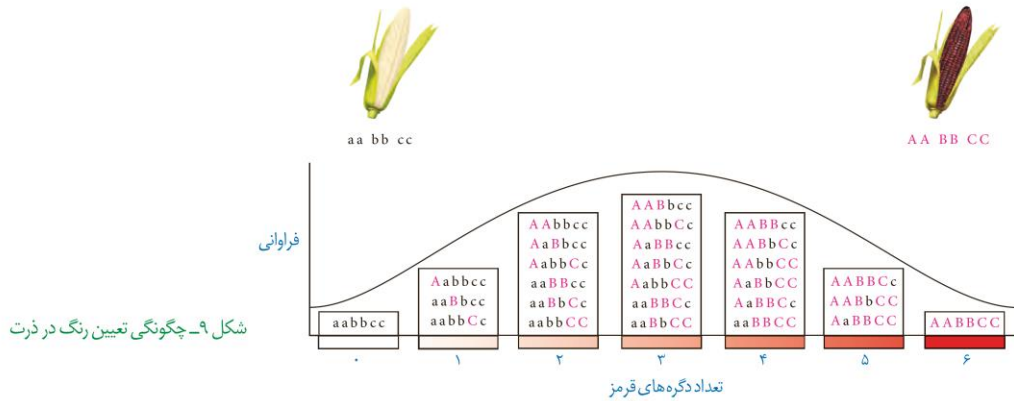
در مقابل، صفاتی هستند که در بروز آنها بیش از یک جایگاه ژن شرکت دارد. رنگ نوعی ذرت مثالی از صفات چندجایگاهی است. رنگ این ذرت طیفی از سفید تا قرمز است (شکل ۸).



شکل ۸- 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 به وجود می‌آورند. بنابراین رخ‌نمودهای دو آستانه 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 می بینیم صفات چند جایگاهی رخ نمودهای پیوسته ای دارند. یعنی افراد جمعیت این ذرت، در مجموع طیف پیوسته ای بین سفید و قرمز را به نمایش می گذارند. به همین علت، نمودار توزیع فراوانی این رخ نمودها شبیه زنگوله است.



شکل ۹- چگونه تعیین رنگ در ذرت

اثر محیط

گاهی برای بروز یک رخ نمود 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 محیطی اند که می توانند بر ظهور رخ نمود اثر بگذارند. به عنوان مثال، قد انسان به تغذیه و ورزش هم بستگی دارد. بنابراین نمی توان تنها از روی ژن ها، علت اندازه قد یک نفر را توضیح داد.

مهار بیماری های ژنتیک

گرچه نمی توان بیماری های ژنتیک را در حال حاضر درمان کرد (مگر در موارد معدود) اما گاهی می توان با تغییر عوامل محیطی، عوارض بیماری های ژنی را مهار کرد. مثال این موضوع، بیماری فنیل کتونوری (PKU) است. در این بیماری آنزیمی که آمینواسید فنیل آلانین را می تواند تجزیه کند وجود ندارد. تجمع فنیل آلانین در بدن به ایجاد ترکیبات خطرناک منجر می شود. در این بیماری، مغز آسیب می بیند. خوشبختانه می توان از بروز این بیماری جلوگیری کرد. اما چگونه؟ علت این بیماری، تغذیه از پروتئین های حاوی فنیل آلانین است. پس با تغذیه نکردن از خوراکی هایی که فنیل آلانین دارند، می توان مانع بروز اثرات این بیماری شد.

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

خون بررسی می کنند. در صورت ابتلا، نوزاد با شیرخشک هایی که فاقد فنیل آلانین است تغذیه می شود و در رژیم غذایی او برای آینده، از رژیم های بدون (یا کم) فنیل آلانین استفاده می شود (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- خون گیری از نوزاد برای انجام آزمایش های بدو تولد

بیشتر بدانید

غذاهای مناسب و نامناسب برای بیماران PKU در شکل زیر نشان داده شده اند.

غذاهایی که فنیل آلانین زیاد دارند	غذاهایی که فنیل آلانین کم دارند
<p>گوشت / ماهی شیر / لبنیات لوبیا / آجیل و حبوبات تخم مرغ نان گندم غذاهای غنی از پروتئین</p> 	<p>انواعی از میوه ها و سبزیجات نان و شیرینی های مخصوص</p> 

صیغ و غلط



- 🔔 صفت‌های گروه خونی دارای شکل‌های متنوعی بوده‌اند که در جمعیت بین حداقل و حداکثر قرار دارند.
- 🔔 در جمعیت ذرت در هر جایگاه ژنی صفت رنگ بیش از دو نوع آلل می‌تواند فعالیت داشته باشد.
- 🔔 فنوتیپ‌های آستانه‌ای هر صفت در ذرت دارای ژنوتیپ ۶ آللی با آرایش خالص‌اند.
- 🔔 در جمعیت گیاه ذرت در هر جایگاه ژنی صفت رنگ بیش از دو نوع آلل دیده می‌شود.
- 🔔 در هر آستانه‌ی فنوتیپی رنگ گیاه ذرت یک نوع ژنوتیپ خالص به صورت غالب دیده می‌شود.
- 🔔 همه‌ی ژنوتیپ‌ها بین دو ژنوتیپ آستانه‌ای ناخالص‌اند.
- 🔔 در دو آستانه‌ی نمودار توزیع فراوانی نسبت به میانه، برای هر صفت چند جایگاهی فراوانی کمتر دیده می‌شود.
- 🔔 در نمودار توزیع رنگ ذرت، دو نوع ژنوتیپ $Aabbcc$ و $aabbCc$ نمی‌توانند دارای فنوتیپ مشابه باشد.
- 🔔 در فرد مبتلا به فنیل کتونوریا عدم ساخته شدن آنزیم تولیدکننده‌ی فنیل آلانین ایجاد آسیب مغزی می‌کند.



مثال: با توجه به صفت چندچایگاهی مربوط به رنگ نوعی ذرت، کدام مورد از نظر رخ نمود (فنتوتیپ) به

ذرتی با ژن نمود (ژنوتیپ) $AaBbCC$ شباهت کمتری دارد؟

$AaBBCC$ (۲)

$AABBCC$ (۱)

$AaBbcc$ (۴)

$Aabbcc$ (۳)



مثال: با توجه به این که 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 به وجود می‌آورند و رخ نمود (فنتوتیپ) های دو

آستانه‌ی طیف یعنی قرمز و سفید به ترتیب ژن نمود $AABBCC$ 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؟

$AaBBcc$ (۲)

$AABbcc$ (۱)

$AABbCC$ (۴)

$AaBBCC$ (۳)



مثال: 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 پارز، رنگ قرمز و دگره‌های نهفته، رنگ سفید را به وجود می‌آورند و رخ نمود (فنتوتیپ) های دو آستانه‌ی طیف که قرمز و سفید هستند به ترتیب ژن نمود (ژنوتیپ) های 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؟

AABbCc (۲)

aaBbCC (۱)

AABbCC (۴)

AaBBCC (۳)



مثال: چند مورد زیر در بیماران مبتلا به فنیل کتونوری (PKU) درست است؟

- (الف) در ساختار هیچ یک از محصولات عملکرد رناتن، فنیل آلانین یافت نمی‌شود.
 (ب) تجمع نوعی مولکول دارای عامل آمین در مغز، مستقیماً باعث آسیب بافت عصبی می‌شود.
 (ج) استفاده از رژیم غذایی بدون فنیل آلانین، پس از دوران کودکی ضرورتی ندارد.
 (د) نوزادان نباید به هیچ وجه از شیر مادر استفاده کنند چون دارای فنیل آلانین محلول است.

(۲) مورد

(۱) مورد ۳

(۴) مورد ۲

(۳) مورد ۴



مثال: چند موارد از نظر درستی یا نادرستی با عبارت زیر مطابقت دارد؟

- «می توان با تغییر مواد غذایی، ژن عامل پروژ بیماری فنیل کتونوری را خاموش کرد»
 الف) فنیل کتونوری در نتیجه عدم وجود ژن سازنده ی آنزیم ترجیه کننده ی فنیل آلانین ایجاد می شود.
 ب) تغییر عوامل محیطی می تواند رخ نمود یک بیماری را تغییر دهد.
 ج) تجمع آمینواسید فنیل می تواند باعث آسیب به کل دستگاه عصبی مرکزی شود.
 د) برای پیشگیری از ابتلا به بیماری فنیل کتونوری، خون نوزادان را در بدو تولد بررسی می کنند.

(۲) مورد

(۱) مورد

(۴) مورد

(۳) مورد