

انتقال اطلاعات در نسل ها

شباهت 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 توانست قوانین بنیادی وراثت را کشف کند. به کمک این قوانین، می شد صفات فرزندان را پیش بینی کرد.



تعاریف زیر را به خاطر بسپارید:

ژن شناسی: شاخه ای از زیست شناسی است که به چگونگی وراثت صفات از نسلی به نسل دیگر می پردازد.

صفت: در علم ژن شناسی، ویژگی های ارثی جانداران را صفت می نامند.

شکل های صفت: به انواع مختلف یک صفت شکل های آن صفت می گویند. مثلاً رنگ چشم ممکن است به رنگ های مشکی، قهوه ای، سبز یا آبی باشد یا حالت مو ممکن است به شکل صاف، موج دار یا فر دیده شود.

جایگاه ژن: بخشی از فام تن (کروموزوم) که یک ژن به خود اختصاص می دهد؛ مثلاً جایگاه ژن های Rh در فام تن شماره ۱ و جایگاه ژن های گروه های خونی در فام تن شماره ۹ است.

دگره (الل): به ژن هایی که شکل های مختلف یک صفت را تعیین می کنند دگره یا الل گفته می شود. دگره ها دارای جایگاه ژنی یکسانی اند و بر روی فام تن های هم شماره قرار گرفته اند مثلاً هر انسان دو دگره برای Rh دارد که یکی روی یکی از فام تن های شماره ۱ و دیگری روی فام تن دیگری که دارای شماره ۱ است و در جایگاهی مشابه با آن قرار می گیرد.

خالص: اگر هر دو دگره مربوط به یک صفت یکسان باشد در این صورت می گوئیم فرد برای این صفت، خالص است و اگر دگره های کنترل کننده یک صفت متفاوت باشند می گوئیم فرد برای این صفت ناخالص است. مثلاً افرادی که دارای ژن نمود DD یا dd هستند برای صفت Rh خالص اند اما افرادی که دارای ژن نمود Dd هستند برای این صفت ناخالص محسوب می شوند.

بارز و نهفته: هنگامی که دو دگره مختلف در کنار یکدیگر قرار می گیرند و یکی از آنها بروز می کند عنوان می شود که این دگره بارز می باشد و دگره دیگر نهفته نامیده می شود مثلاً افرادی که برای Rh ناخالص اند یعنی ژن نمود Dd دارند گروه خونی مثبت را نشان می دهند و علت این امر آن است که در این افراد دگره D است که بروز می کند. در چنین حالتی گفته می شود که دگره D بارز و دگره d نهفته است و بین دگره ها رابطه بارز و نهفتگی برقرار است. طبق قرارداد دگره بارز را با حرف بزرگ و دگره نهفته را با حرف کوچک آن نشان می دهیم. **ژن نمود (ژنوتیپ):** ترکیب دگره ها را در فرد، ژن نمود می نامند که با دو حرف نشان داده می شود مثلاً افراد Rh مثبت، ژن نمود DD یا Dd دارند.

زیست‌شناسی ۳

رخ‌نمود (فنوتیپ): شکل ظاهری یا حالات بروز یافته‌ی صفت را رخ‌نمود می‌نامند. مثلاً برای Rh در جامعه دو رخ‌نمود مثبت و منفی وجود دارد. **هم‌توان:** اگر دو دگره مختلف کنار هم قرار بگیرند و هر دو بروز کنند در چنین حالتی گفته می‌شود که رابطه بین دگره‌ها از نوع هم‌توانی است. مثلاً دگره‌های A و B گروه خونی نسبت به هم، هم‌توان‌اند و وجود این دو دگره در بدن یک فرد سبب ایجاد گروه خونی AB می‌شود.

بارزیت ناقص: اگر دو دگره مختلف کنار هم قرار بگیرند و سبب بروز حالت حد واسط در رخ‌نمود فرد شوند می‌گوییم که رابطه بین این دگره‌ها از نوع بارزیت ناقص است. مثلاً دو دگره برای رنگ گل میمونی وجود دارد یکی قرمز (R) و دیگری سفید (W) و کنار هم قرار گرفتن این دو دگره (RW) سبب ایجاد رخ‌نمود صورتی می‌شود به همین علت گفته می‌شود دگره‌های مربوط به گل میمونی دارای رابطه بارزیت ناقص‌اند.

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 قرار گرفتن 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.

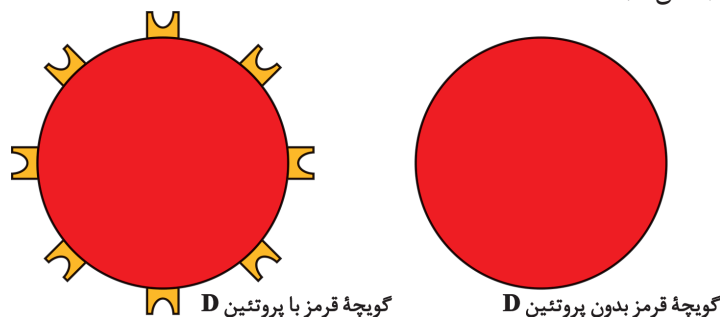
هر یک از صفاتی که نام بردیم به شکل‌های مختلفی دیده می‌شوند. مثلاً رنگ چشم ممکن است به رنگ مشکی، قهوه‌ای، سبز یا آبی باشد. یا حالت مو ممکن است به شکل صاف، موج‌دار یا فر دیده شود. به انواع مختلف یک صفت، شکل‌های آن صفت می‌گویند.

حالت مو در آلل با رابطه بارزیت ناقص دارد

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 ۱ ساده‌تر است و با آن آغاز می‌کنیم.

گروه خونی Rh: گروه خونی Rh ۲ بر اساس بودن یا نبودن پروتئینی است که در غشای گویچه‌های قرمز جای دارد و پروتئین D نامیده می‌شود. ۳ اگر این پروتئین وجود داشته باشد، گروه خونی Rh مثبت است و اگر وجود نداشته باشد گروه خونی Rh منفی خواهد شد (شکل ۲).

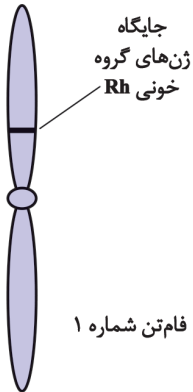


شکل ۲- مبنای گروه خونی Rh پروتئین D

زیست‌شناسی ۳

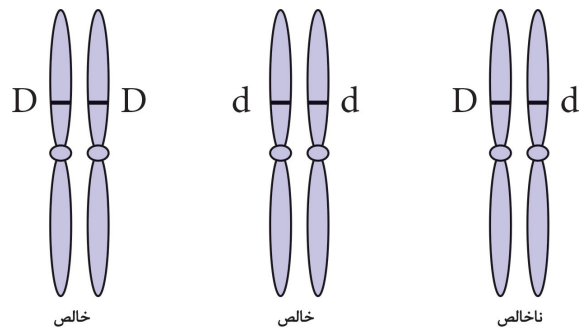
۴ بود و نبود پروتئین D به نوعی ژن بستگی دارد. ۵ دو ژن در ارتباط با این پروتئین، در میان مردم دیده می‌شود. ژنی که می‌تواند پروتئین D را بسازد و ژنی که نمی‌تواند پروتئین D را بسازد. این دو ژن را به ترتیب **D** و **d** می‌نامیم.

۶ **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 ژن‌های **Rh** می‌گویند (شکل ۳).



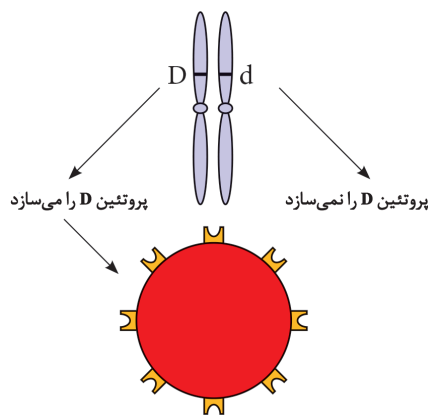
D و **d** که شکل‌های مختلف صفت **Rh** را تعیین می‌کنند و هر دو جایگاه ژنی یکسانی دارند؛ دگره (الل) هم هستند. از آنجا که هر یک از ما دو فام تن ۱ داریم، پس دو دگره هم برای **Rh** داریم. بنابراین ممکن است هر دو فام تن شماره **D**، ۱ یا هر دو **d** را داشته باشند. در این صورت می‌گویند فرد برای این صفت **خالص** است. اما اگر یک فام تن **D** و دیگری **d** را داشته باشد می‌گویند فرد برای این صفت، **ناخالص** است (شکل ۴).

شکل ۳- جایگاه ژن‌های **Rh**



شکل ۴- 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 می‌شود؟ برای پاسخ به این سؤال باید رابطه بین این دو دگره را دانست.



مشاهدات نشان می‌دهند 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 می‌کند. در چنین حالتی گفته می‌شود که دگره **D** بارز و دگره **d** نهفته است و بین دگره‌ها رابطه **بارز و نهفتگی** برقرار است. طبق قرارداد، دگره بارز را با حرف بزرگ و دگره نهفته را با حرف کوچک آن نشان می‌دهیم.

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 آلل‌های 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 درمورد 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**

زیست‌شناسی ۳

تمرین ۱: والدینی Rh مثبت، زاده‌ای Rh منفی دارند به کمک مربع پانت، ژنوتیپ‌ها و فنوتیپ‌های ممکن در زاده‌های این خانواده را مشخص کنید.

نوع دیگری از رابطه بین دگرها را در صفت گروه خونی ABO می‌توانیم ببینیم.

گروه خونی ABO: در گروه خونی ABO ۱ خون به چهار گروه A، B، AB و O گروه‌بندی می‌شود. ۲ این گروه‌بندی بر مبنای بودن یا نبودن دو نوع کربوهیدرات به نام‌های A و B در غشای گویچه‌های قرمز است (شکل ۶).

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

شکل ۶- مبنای گروه خونی ABO

برای گروه خونی ABO چه دگره‌هایی وجود دارد؟ ۳ اضافه شدن کربوهیدرات‌های A و B به غشای گلبول قرمز، یک واکنش آنزیمی است. ۴ دو نوع آنزیم وجود دارد. یکی آنزیم A، که کربوهیدرات A را به غشا اضافه می‌کند و دیگری آنزیم B، که کربوهیدرات B را اضافه می‌کند. اگر هیچ یک از این دو آنزیم وجود نداشته باشند، آن گاه هیچ کربوهیدراتی اضافه نخواهد شد. بنابراین ۵ 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. ۶ جایگاه ژن‌های گروه خونی ABO در فام تن شماره ۹ است.

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

ژن نمودهای 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 ژن نمود BO به کار برد. دگره B نیز نسبت به دگره O بارز است. در ژن نمود 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.

ژن شناسان دگره‌های A، B و O را به ترتیب 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.

زیست‌شناسی ۳

تمرین ۲: در خانواده‌ای احتمال ایجاد هر ۴ نوع گروه خونی در بین زاده‌ها وجود دارد، به کمک مربع پانت ژنوتیپ‌ها و فنوتیپ‌های احتمالی فرزندان این خانواده را مشخص کنید.

تمرین ۳: مردی با گروه خونی A^+ و زنی با گروه خونی AB^+ زاده‌ای با گروه خونی B^- دارند. ژنوتیپ والدین و به کمک مربع پانت ژنوتیپ و فنوتیپ زاده‌ها را مشخص کنید.

بارزیت ناقص

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

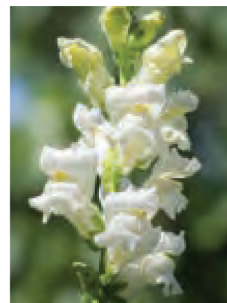
دو دگره برای رنگ گل میمونی وجود دارد که یکی قرمز و دیگری سفید است. این دو را به ترتیب با R و W نشان می‌دهیم. در حالت RR رنگ گل، قرمز و در حالت WW رنگ گل، سفید است. رنگ گل RW چگونه است؟ این گل، صورتی است. رنگ صورتی، حالت حد واسطه قرمز و سفید است. در این حالت گفته می‌شود که رابطه بارزیت ناقص برقرار است.



گل قرمز



گل صورتی



گل سفید

شکل ۷- گل میمونی

زیست‌شناسی ۳

تمرین ۴: از آمیزش دو گل میمونی هم‌رنگ، گلی به رنگ متفاوت ایجاد شده است به کمک مربع پانت، چگونگی این فرایند را مشخص کنید.



به یاد دارید که فام تن‌ها به دو دسته 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 ژن نمود Dd داشته باشند، چه ژن نمود یا ژن نمودهایی 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. ژن نمود فرزندان به این بستگی دارد که کدام گامت‌ها با یکدیگر لقاح پیدا کنند. ژن نمود فرزندان را می‌توان با روشی به نام **مربع پانت** به دست آورد. پانت نام دانشمندی است که این روش را پیشنهاد کرده است. در روش مربع پانت، گامت‌های والدین را به طور 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 ۲- مربع پانت

پدری گروه خونی O و مادری گروه خونی AB دارد.

چه ژن نمود و رخ‌نمودهایی برای فرزندان آنان پیش‌بینی می‌کنید؟

پاسخ:

A	B	گامت‌ها
AO	BO	O

ژن‌نمودهای AO و BO و رخ‌نمودهای A و B پیش‌بینی می‌شود.

صفت وابسته به X

گاهی ژن صفتی که بررسی می‌شود در فام تن X قرار دارد. به چنین صفاتی، صفت وابسته به X می‌گویند.

هموفیلی، ۱ یک بیماری وابسته به X و نهفته است یا به عبارتی دیگر، ۲ دگره این بیماری که روی فام تن X قرار دارد نهفته است. ۳ در این بیماری، فرایند لخته شدن خون دچار اختلال می‌شود. ۴ شایع‌ترین نوع هموفیلی به فقدان عامل انعقادی VIII (هشت) مربوط است.

۵ دگره بیماری هموفیلی را h می‌نامیم؛ دگره 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 ۶ در فام تن Y جایگاهی برای دگره‌های هموفیلی وجود ندارد.

	مرد	زن	رخ‌نمود
ژن	X^HY	X^HX^H	سالم
	—	X^HX^h	سالم
	X^hY	X^hX^h	هموفیل

جدول ۳- انواع ژن‌نمودها و رخ‌نمودها برای هموفیلی

فرد با ژن نمود 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؟

ژن نمود مرد هموفیل X^hY و گامت‌هایی که تولید می‌کند X^h و Y است. ژن نمود 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.

زیست‌شناسی ۳

گامت‌ها	X^h	Y
X^H	$X^H X^h$ دختر ناقل	$X^H Y$ پسر سالم

جدول ۴- ژن‌نمود و رخ‌نمود نسل بعد

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

فعالیت

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

$$x^H y \times x^h x^h$$

پاسخ:

گامت‌ها	X^H	y
x^h	$X^H x^h$ دختر ناقل	$x^h y$ پسر هموفیل

رخ‌نمودهای زاده‌ها شامل دختر سالم [و البته ناقل] و پسر هموفیل است.

تمرین ۵: زوجی به ظاهر سالم، فرزندی هموفیل دارند، مطلوبست تعیین ژنوتیپ والدین و ژنوتیپ و فنوتیپ فرزندان به کمک مربع پانت.

صفات پیوسته و گسسته

اندازه قد شما چقدر است؟ اگر از هم کلاسی‌های خود اندازه‌قدشان 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 تک‌جایگاهی و چندجایگاهی

صفات گروه خونی Rh، گروه خونی A، B، O، هموفیلی، رنگ گل میمونی و حالت موی انسان، 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 تک‌جایگاهی می‌نامیم.

زیست‌شناسی ۳

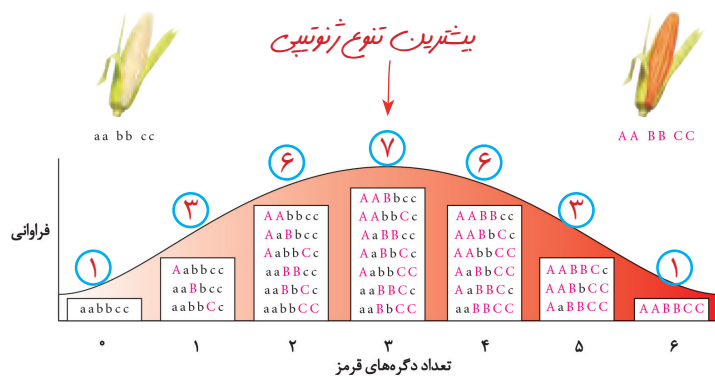
در مقابل، صفاتی هستند که در بروز آنها بیش از یک جایگاه ژن شرکت دارد. اندازه قد انسان و رنگ نوعی ذرت مثالی از صفات چند جایگاهی است. رنگ این ذرت طیفی از سفید تا قرمز است (شکل ۸).



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 رخ نموده‌های دو آستانه طیف، یعنی قرمز و سفید به ترتیب ژن نموده‌های AABBCc و aabbcc را دارند. در رخ نموده‌های ناخالص، هرچه تعداد دگره‌های بارز بیشتر باشد، مقدار رنگ قرمز بیشتر است.

چنان که می‌بینیم صفات چند جایگاهی رخ نموده‌های 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 رخ نموده‌ها شبیه زنگوله است.



شکل ۹- چگونگی تعیین رنگ در ذرت

تمرین ۶: از آمیزش ذرت A در میانه طیف فنوتیپی با ذرت‌هایی از آستانه طیف فنوتیپی، ذرتی که کاملاً ناخالص است به وجود آمده است، ژنوتیپ ذرت A را مشخص نمایید.

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 محیطی‌اند که می‌توانند بر ظهور رخ نمود اثر بگذارند. به عنوان مثال، قد انسان به تغذیه و ورزش هم بستگی دارد. بنابراین نمی‌توان تنها از روی ژن‌ها، علت اندازه قد یک نفر را توضیح داد.

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 ۱ آنزیمی که آمینواسید فنیل آلانین را می‌تواند تجزیه کند وجود ندارد. ۲ تجمع فنیل آلانین در بدن به ایجاد ترکیبات خطرناک منجر می‌شود. ۳ در این بیماری، مغز آسیب می‌بیند. خوشبختانه می‌توان از بروز این بیماری جلوگیری کرد. اما چگونه؟ ۴ علت این بیماری، تغذیه از پروتئین‌های حاوی فنیل آلانین است. ۵ 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 خون بررسی می‌کنند. در صورت ابتلا، نوزاد با شیرخشک‌هایی که فاقد فنیل آلانین است تغذیه می‌شود و در رژیم غذایی او برای آینده، از رژیم‌های بدون (یا کم) فنیل آلانین استفاده می‌شود (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- خون‌گیری از نوزاد برای انجام آزمایش‌های بدو تولد

تمرین ۷: زوجی به ظاهر سالم زاده مبتلا به کم‌خونی داسی شکل و فنیل کتونوریا دارند، مطلوب است ژنوتیپ والدین و ژنوتیپ و فنوتیپ فرزندان به کمک مربع پانت.



۱. 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 ۱۴۰۰)

- (۱) پسری با گویچه‌های قرمز کاملاً غیرطبیعی و در معرض خطر مرگ و میر در سنین پایین
- (۲) پسری با گویچه‌های قرمز طبیعی و در معرض خطر ابتلا به بیماری مالاریا
- (۳) دختری حساس نسبت به کمبود اکسیژن محیط
- (۴) دختری مقاوم نسبت به انگل مالاریا

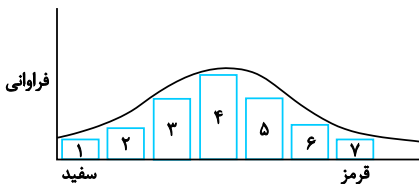
گزینه ۱

۲. 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 گلاله گل میمونی، مورد انتظار نیست؟
(سراسری ۱۴۰۰)

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

گزینه ۱

۳. با توجه به نمودار توزیع فراوانی رنگ ذرت (صفت چندجایگاهی) در کتاب درسی، کدام عبارت نادرست است؟ (سراسری ۱۴۰۰)



- (۱) ژن نمودی (ژنوتیپی) حاوی همه 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.

گزینه ۲

۴. چند مورد را می‌توان دربارهٔ مردی با گروه خونی و درگیر با مشکل انعقاد خون، با قاطعیت بیان داشت؟ (سراسری ۱۴۰۰)

- (الف) بر روی فامتن (کروموزوم) شماره ۹، 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.
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

گزینه ۲

۵. با توجه به بیماری‌های هموفیلی و داسی شدن گلبول‌های قرمز، در صورت ازدواج هر زن و مرد سالمی با یکدیگر، تولد چند مورد زیر ممکن است؟ (سراسری ۱۴۰۰)

- (الف) پسری سالم (ب) پسری بیمار (ج) دختری بیمار و خالص (د) دختری سالم و ناخالص
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

گزینه ۱

زیست‌شناسی ۳

۶. در صورتی که گویچه‌های قرمز پدر و مادر خانواده فقط در مقدار کم اکسیژن محیط داسی شکل شود، در یک منطقه مالاریاخیز، تولد چند مورد از فرزندان در این خانواده ممکن است؟

(سراسری ۱۴۰۱)

* دختری مقاوم نسبت به بیماری مالاریا

* دختری در معرض خطر ابتلا به بیماری مالاریا

* پسری کاملاً سالم با ژن‌نمودی (ژنوتیپی) شبیه به ژن‌نمود مادر

* پسری دارای گویچه‌های داسی‌شکل با ژن‌نمودی (ژنوتیپی) متفاوت از ژن‌نمود پدر

(۱) یک (۲) دو (۳) سه (۴) چهار

گزینه ۳

۷. در گیاه زنبق، با فرض این که ژن‌نمود (ژنوتیپ) درون دانه ABB است، کدام مورد درباره ژن‌نمود یاخته سازنده دانه گرده نارس و یاخته بافت خورش غیرممکن است؟

(سراسری ۱۴۰۱)

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

گزینه ۱

۸. در مطالعه دو بیماری هموفیلی و کم‌خونی داسی‌شکل، با فرض این که مادر خالص و فقط یکی از والدین بیمار باشد، در شرایط معمول، تولد کدام فرزند برای همه حالات ممکن است؟

(سراسری ۱۴۰۱)

(۱) دختر بیمار (۲) دختر سالم و ناقص (۳) پسر بیمار (۴) پسر سالم و خالص

گزینه ۲

۹. کدام مورد، عبارت زیر را به‌طور مناسب کامل می‌کند؟

(سراسری ۱۴۰۱)

«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، 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

گزینه ۴

۱۰. 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؟

(سراسری ۱۴۰۱)

(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 ن هفته دارد و ذرتی که دو جایگاه ژنی ناخالص و یک جایگاه ژنی خالص بارز دارد.

گزینه ۴

زیست‌شناسی ۳

۱۱. با در نظر گرفتن شرایط عادی محیط، چند مورد، برای هر دو نوع صفت مطرح‌شده در فصل مطرح‌شده در فصل سوم و چهارم کتاب دوازدهم درست است؟
(سراسری ۱۴۰۱)

- | | |
|--|---|
| الف) تولد دختری بیمار از مادری بیمار و پدری سالم | ب) تولد دختری سالم از پدری بیمار و مادری سالم |
| ج) تولد پسر سالم از مادری بیمار و پدری سالم | د) تولد پسر بیمار از پدری بیمار و مادری سالم |
| ۴ (۱) | ۳ (۲) |
| | ۲ (۳) |
| | ۱ (۴) |

گزینه ۳

۱۲. با توجه به دو صفت داسی‌شدن گلبول‌های قرمز و هموفیلی در انسان (در شرایط طبیعی)، کدام مورد برای همه حالات، محتمل است؟
(سراسری ۱۴۰۲)

- | | |
|---|--|
| ۱) تولد پسر بیمار از مادری ناخالص | ۲) تولد پسر بیمار از مادری خالص و بیمار |
| ۳) تولد دختری سالم و ناخالص از مادری ناخالص | ۴) تولد دختری سالم و خالص از مادری خالص و سالم |

گزینه ۳

۱۳. با توجه به اینکه صفت رنگ در نوعی ذرت، صفتی با سه جایگاه ژنی است که هر کدام دو دگره (الل) دارد، برای نشان دادن ژن‌ها در این سه جایگاه از حروف بزرگ و کوچک A، B و C استفاده می‌کنیم. نظر به اینکه صفات چندجایگاهی، رخ‌نمود (فنوتیپ)‌های پیوسته‌ای دارند و نمودار توزیع فراوانی این رخ‌نمود (فنوتیپ)‌ها شبیه به زنگوله است، کدام مورد، عبارت زیر را به‌طور مناسب کامل می‌کند؟
(سراسری ۱۴۰۲)

«همهٔ ذرت‌هایی که فقط دارند، با فاصلهٔ یکسان از ذرت‌هایی قرار دارند که فقط دارای هستند.»

- | |
|--|
| ۱) دو جایگاه ژنی خالص - سه جایگاه ژنی ناخالص |
| ۲) یک جایگاه ژنی ناخالص - دو جایگاه ژنی ناخالص |
| ۳) دو جایگاه ژنی ناخالص - یک جایگاه ژنی بارز و یک جایگاه ژنی نهفته |
| ۴) سه جایگاه ژنی خالص - دو جایگاه ژنی خالص بارز و یک جایگاه ژنی ناخالص |

گزینه ۳

۱۴. در بررسی نوعی بیماری ژنی که با فقدان عامل انعقادی VIII بروز می‌کند، با فرض ممکن بودن ازدواج‌های زیر، کدام مورد نامحتمل است؟
(سراسری اردیبهشت ۱۴۰۳)

- | | |
|--|--|
| ۱) تولد پسر سالم از پدر سالم و مادر ناقل | ۲) تولد پسر بیمار از پدر بیمار و مادر ناقل |
| ۳) تولد دختر سالم از پدر سالم و هر مادر خالص | ۴) تولد دختر بیمار از پدر بیمار و مادر سالم خالص |

گزینه ۴

زیست‌شناسی ۳

۱۵. با توجه به بیماری کم‌خونی ناشی از گویچه‌های قرمز داسی‌شکل و با فرض عادی بودن شرایط محیط و ممکن بودن ازدواج‌های

(سراسری تیر ۱۴۰۳)

زیر، کدام عبارت صحیح است؟

- (۱) در صورت ازدواج مردی کاملاً سالم با زنی با هر نوع ژن‌نمود (ژنوتیپ)، تولد پسری بیمار محتمل است.
- (۲) در صورت ازدواج زنی سالم با مردی با هر نوع ژن‌نمود (ژنوتیپ)، تولد دختری بیماری محتمل است.
- (۳) در صورت ازدواج مردی بیمار با زنی با هر نوع ژن‌نمود (ژنوتیپ)، تولد پسری ناقل محتمل است.
- (۴) در صورت ازدواج زنی ناقل با مردی با هر نوع ژن‌نمود (ژنوتیپ)، تولد دختری ناقل محتمل است.

گزینه ۴

۱۶. در صورت امکان ازدواج مردی که دارای هر دو آنزیم اضافه‌کننده کربوهیدرات‌های A و B در غشای گویچه‌های قرمز است

با هر زنی که فقط توانایی تولید یک نوع آنزیم را دارد، تولد کدام مورد یا موارد زیر، محتمل خواهد بود؟ (سراسری تیر ۱۴۰۳)

الف) دختری با توانایی تولید هر دو نوع آنزیم

ب) پسری با ژن‌نمود (ژنوتیپ) خالص

ج) دختری با ژن‌نمود (ژنوتیپ) ناخالص

د) پسری فاقد توانایی ساختن هر دو نوع آنزیم

(۴) «الف»، «ب» و «ج»

(۳) «ب»، «ج» و «د»

(۲) «الف»

(۱) «د»

گزینه ۴



- ۱ پیش از کشف قوانین وراثت، تصور بر آن بود که صفات فرزندان و از آنهاست. زمانی که هنوز ساختار و عمل دنا و ژن‌ها معلوم نبود، دانشمندی به نام توانست قوانین بنیادی وراثت را کشف کند. به کمک این قوانین، می‌شد صفات فرزندان را پیش‌بینی کرد.
- ۲ ویژگی‌های ارثی جانداران را می‌نامند.، شاخه‌ای از زیست‌شناسی است که به چگونگی وراثت صفات از نسلی به نسل دیگر می‌پردازد.
- ۳ حالت مو ممکن است به شکل، یا دیده شود.
- ۴ گروه خونی Rh نوع گروه خونی و براساس بودن یا نبودن است که در غشای گویچه‌های قرمز جای دارد و نامیده می‌شود.
- ۵ گروه خونی Rh صفتی جایگاهی و دگره‌ای است که ژن‌های آن روی کروموزوم قرار دارند و رابطه بین ال‌هایش و است.
- ۶ ترکیب دگره‌ها را در فرد، و شکل ظاهری یا حالت بروز یافته صفت را می‌نامیم.
- ۷ در گروه خونی ABO خون به چهار گروه، و گروه‌بندی می‌شود. این گروه‌بندی بر مبنای بودن یا نبودن دو نوع به نام‌های A و B در غشای گویچه‌های قرمز است.
- ۸ گروه خونی ABO صفتی جایگاهی و آلی است که در آن آل‌های و نسبت به آل بارزاند و رابطه بین آل‌های و همتوانی است. ژن‌های این صفت روی کروموزوم شماره قرار دارند.
- ۹ دو دگره برای رنگ گل 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، و در حالت WW رنگ گل، است. رنگ گل RW صورتی است که حالت حدواسط دارد در این حالت گفته می‌شود که رابطه برقرار است.
- ۱۰ صفاتی را که جایگاه ژنی آنها در یکی از فام‌تن‌های غیرجنسی قرار داشته باشد و صفاتی را که جایگاه ژنی آنها در یکی از دو فام‌تن جنسی قرار داشته باشد می‌گویند.
- ۱۱ هموفیلی، یک بیماری و است. در این بیماری، فرایند دچار اختلال می‌شود. شایع‌ترین نوع هموفیلی به فقدان مربوط است.
- ۱۲ اندازه قد صفتی است. این صفات، نمودار توزیع فراوانی شبیه دارند. صفت Rh تنها به دو شکل مثبت و منفی دیده می‌شود؛ بنابراین Rh صفتی است.
- ۱۳ رنگ نوعی ذرت مثالی از صفات است. رنگ این ذرت طیفی از تا است.
- ۱۴ در ذرت، رخ‌نمودهای دو آستانه طیف، یعنی قرمز و سفید به ترتیب ژن‌نمودهای و را دارند. در رخ‌نمودهای ناخالص، هرچه تعداد دگره‌های بارز بیشتر باشد، مقدار رنگ بیشتر است.
- ۱۵ در بیماری که نوعی بیماری و است آنزیمی که آمینواسید فنیل‌آلانین را می‌تواند تجزیه کند وجود ندارد. تجمع فنیل‌آلانین در بدن به ایجاد ترکیبات خطرناک منجر می‌شود. در این بیماری آسیب می‌بیند.

فط به فط با کتاب درسی در ژنتیک



- ۱ پیش از کشف قوانین وراثت، تصور بر آن بود که صفات فرزندان **آمیخته‌ای از صفات والدین و حد واسطی** از آنهاست. زمانی که هنوز ساختار و عمل دنا و ژن‌ها معلوم نبود، دانشمندی به نام **گریگور مندل** توانست قوانین بنیادی وراثت را کشف کند. به کمک این قوانین، می‌شد صفات فرزندان را پیش‌بینی کرد.
- ۲ ویژگی‌های ارثی جانداران را **صفت** می‌نامند. **ژن‌شناسی**، شاخه‌ای از زیست‌شناسی است که به چگونگی وراثت صفات از نسلی به نسل دیگر می‌پردازد.
- ۳ حالت مو ممکن است به شکل **صاف، موج‌دار یا فر** دیده شود.
- ۴ گروه خونی Rh نوع **ساده‌تر** گروه خونی و براساس بودن یا نبودن **پروتئینی** است که در غشای گویچه‌های قرمز جای دارد و **پروتئین D** نامیده می‌شود.
- ۵ گروه خونی Rh صفتی **تک** جایگاهی و **دو** دگره‌ای است که ژن‌های آن روی کروموزوم **شماره یک** قرار دارند و رابطه بین الل‌هایش **بارز و نهفتگی** است.
- ۶ ترکیب دگره‌ها را در فرد، **ژن‌نمود (ژنوتیپ)** و شکل ظاهری یا حالت بروز یافته صفت را **رخ‌نمود (فنوتیپ)** می‌نامیم.
- ۷ 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.
- ۸ گروه خونی ABO صفتی **تک** جایگاهی و **سه** آلی است که در آن آلل‌های **A و B** نسبت به آلل **O** بارزاند و رابطه بین آلل‌های **A و B** همتوانی است. ژن‌های این صفت روی کروموزوم شماره **۹** قرار دارند.
- ۹ 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 صورتی است که حالت حدواسط دارد در این حالت گفته می‌شود که رابطه **بارزیت ناقص** برقرار است.
- ۱۰ 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.
- ۱۱ هموفیلی، یک بیماری **وابسته به X و نهفته** است. در این بیماری، فرایند **لخته شدن خون** دچار اختلال می‌شود. شایع‌ترین نوع هموفیلی به فقدان **عامل انعقادی VIII (هشت)** مربوط است.
- ۱۲ اندازه قد صفتی **پیوسته** است. این صفات، نمودار توزیع فراوانی شبیه **زنگوله** دارند. صفت Rh تنها به دو شکل مثبت و منفی دیده می‌شود؛ بنابراین Rh صفتی **گسسته** است.
- ۱۳ رنگ نوعی ذرت مثالی از صفات **چند جایگاهی** است. رنگ این ذرت طیفی از **سفید تا قرمز** است.
- ۱۴ در ذرت، 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.
- ۱۵ در بیماری **فیل کتونوری** که نوعی بیماری **نهفته و غیر وابسته به جنس** است آنزیمی که آمینواسید فیل‌آلانین را می‌تواند تجزیه کند وجود ندارد. تجمع فیل‌آلانین در بدن به ایجاد ترکیبات خطرناک منجر می‌شود. در این بیماری **مغز** آسیب می‌بیند.