

فصل سوم: انتقال اطلاعات در نسل‌ها

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

نکته ۱: 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 کوتاه قد باشد، فرزند آنان قدی متوسط خواهد داشت. اما مشاهدات متعدد نشان داد که این تصور درست نیست.

نکته ۲: در اواخر قرن نوزدهم، زمانی که هنوز ساختار و عمل DNA و ژن‌ها معلوم نبود، دانشمندی به نام گریگور مندل توانست قوانین بنیادی وراثت را کشف کند. به کمک این قوانین، می‌شد صفات فرزندان را پیش بینی کرد. با توجه به شناخت شما از ساختار و عمل DNA، در این فصل با مفاهیم پایه وراثت به زبان امروزی آشنا می‌شویم.

نکته ۳: 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. اما ویژگی‌هایی را هم می‌شناسیم که ارثی نیستند؛ مثل تیره شدن رنگ پوست که به علت قرار گرفتن در معرض آفتاب ایجاد شده است.

نکته ۴: در علم ژنتیک، ویژگی‌های ارثی جانداران را صفت می‌نامند. ژن شناسی، شاخه‌ای از زیست‌شناسی است که به چگونگی وراثت صفات از نسلی به نسل دیگر می‌پردازد.

نکته ۵: 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 موممکن است به شکل صاف، موجدار یا فر دیده شود. به انواع مختلف یک صفت، شکل‌های آن صفت می‌گویند.

گروه‌های خونی

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

نکته ۱: گروه خونی Rh بر اساس بودن یا نبودن پروتئینی است که در غشای گلبول‌های قرمز (اریتروسیت) جای دارد و پروتئین D نامیده می‌شود. اگر این پروتئین وجود داشته باشد، گروه خونی مثبت است و اگر وجود نداشته باشد گروه خونی منفی خواهد شد. Rh بر گرفته از نام میمونی به نام رزوس (Rhesus) است. این گروه خونی ابتدا در این میمون کشف و Rh نامیده شد.

نکته ۲: بود و نبود پروتئین D به ژنی بستگی دارد که ساختن آن را رهبری می‌کند. در ارتباط با این پروتئین، دو ژن 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.

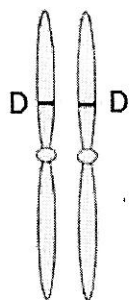
نکته ۳: D و d جایگاه یکسانی در فامتن شماره یک دارند. توجه داشته باشید که هر کروموزوم شماره ۱ در این جایگاه یا ژن D را دارد یا d را، یک کروموزوم شماره یک نمی‌تواند D و d را داشته باشد. به این جایگاه از کروموزوم شماره ۱، جایگاه ژن‌های Rh می‌گویند (شکل ۳).

نکته ۴: به D و d که شکل‌های مختلف صفت Rh را تعیین می‌کنند و هر دو جایگاه ژنی یکسانی دارند؛ ال (دیگره) هم هستند. از آنجا که هر یک از ما دو عدد کروموزوم (فام‌تن) شماره ۱ داریم، پس دو ال هم برای Rh داریم. بنابراین ممکن است هر دو کروموزوم شماره ۱، D یا هر دو d را داشته باشند. در این صورت می‌گویند فرد برای این صفت خالص (هوموزیگوس) است. اما اگر یکی از دو کروموزوم D و دیگری d را داشته باشد می‌گویند فرد برای این صفت، ناخالص (هتروزیگوس) است.

نکته ۵: هر فرد برای صفت Rh حداقل دو ال و حداکثر دو ال دارد. که می‌تواند ال‌ها یکسان (از یک نوع) یعنی هموزیگوس و یا متفاوت (از دو نوع) یعنی هتروزیگوس باشند.

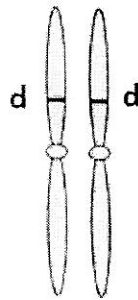
نکته ۶: گروه خونی فردی که DD است، مثبت و گروه خونی فردی که dd است، منفی است. مشاهدات نشان می‌دهند که افراد هتروزیگوس، گروه خونی مثبت را خواهند داشت. بنابراین اگر دو آل D و d کنار هم قرار بگیرند، این ال D است که بروز می‌کند. در چنین حالتی گفته می‌شود که ال D بارز (غالب) و ال (دیگره) d نهفته (مغلوب) است و بین ال‌ها رابطه بارز و نهفتگی برقرار است. طبق قرارداد، آل بارز را با حرف بزرگ و آل نهفته را با حرف کوچک آن نشان می‌دهیم.

نکته ۷: توضیح علت رابطه بارز و نهفتگی آل‌های گروه خونی Rh کار آسانی است. داشتن تنها یک آل D کافی است تا در غشای گلبول‌های قرمز پروتئین D مشاهده شود به همین علت، گروه خونی فردی که برای این صفت هتروزیگوس است، مثبت خواهد شد.



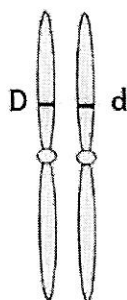
DD

هوموزیگوس



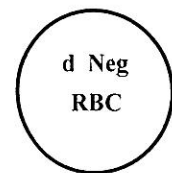
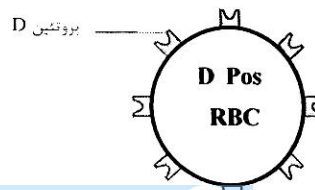
dd

هوموزیگوس



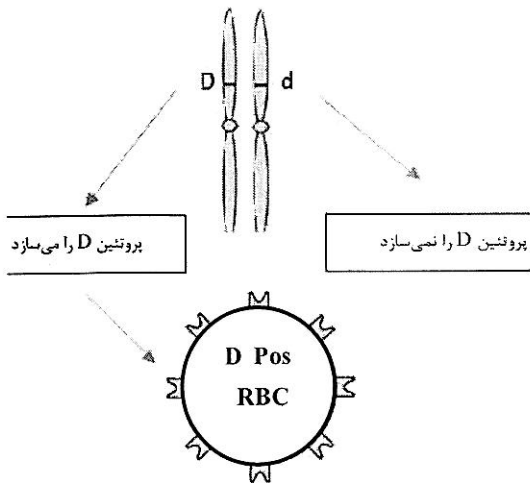
Dd

هتروزیگوس



نکته ۸: ژنوتیپ (ژن نمود): ترکیب الل‌ها (دگره‌ها) را در فرد، ژنوتیپ می‌نامند که تعیین کننده نوع الل‌ها است که توسط ژن‌ها (DNA) تعیین می‌شود.

نکته ۹: فنوتیپ (رُخ نمود): شکل ظاهری یا حالت بروز یافته صفت را فنوتیپ می‌نامیم، که توسط پروتئین‌ها تعیین می‌شود. عامل Rh دو نوع فنوتیپ و سه نوع ژنوتیپ دارد.



ژنوتیپ	فنوتیپ
DD	گروه خونی مثبت
Dd	گروه خونی مثبت
dd	گروه خونی منفی

نکته ۱۰: اگر از پدر و مادر Rh^+ فرزندی Rh^- متولد شود، و یا اگر احتمال تولد فرزند Rh^- در یک خانواده برابر $\frac{1}{4}$ باشد و یا در یک خانواده اگر بعضی از فرزندان فنوتیپ و یا ژنوتیپ متفاوت با والدین داشته باشند، بدانید که حتماً والدین گروه خونی Rh^+ ناخالص داشته‌اند.

مثال ۱: با توجه به عامل Rh اگر زن و مردی بتوانند به‌طور معمول صاحب فرزندی شوند که بعضی از آن‌ها در ارتباط این صفت، فنوتیپ متفاوت با والدین داشته باشند.

(۱) احتمال تولد پسر با فنوتیپ شبیه والدین چقدر است؟

(۲) احتمال تولد دختری با ژنوتیپ شبیه والدین چقدر است؟

(۳) احتمال تولد فرزندی که دارای حداقل یک ژن نهفته (مغلوب) باشد،؟

(۴) چه نسبتی از فرزندان که در غشاء گلبوی قرمز خود پروتئین D دارند، ژن مغلوب را دارند؟

(۵) احتمال تولد یک پسر و یک دختر Rh^+ چقدر است؟

(۶) احتمال اینکه سه فرزند Rh^- و یک فرزند Rh^+ داشته باشند، چقدر است؟

(۷) احتمال این که از سه فرزند، حداقل یکی Rh^- باشد، چقدر است؟

(۸) احتمال اینکه از سه فرزند، فقط فرزند دوم Rh^- باشد، چقدر است؟

(۹) احتمال اینکه از سه فرزند، فقط فرزند دوم Rh^+ خالص باشد، چقدر است؟

گروه خونی ABO

گروه خونی ABO توسط یک ژن سه الی به نام A، B و O کنترل می‌شود. ال A و B بر ال O غالب هستند ولی ال A و B نسبت به هم هم‌توان هستند.

$$(A+B+O) = AA, AO, BB, BO, AB, OO$$

نکته ۱: گروه خونی ABO در یک جمعیت دارای چهار نوع فنوتیپ و شش نوع ژنوتیپ است. فردی با گروه خونی A دارای دو نوع ژنوتیپ AA و AO است. فردی با گروه خونی B دارای دو نوع ژنوتیپ BB و BO است. توجه کنید که عامل Rh دارای ۲ نوع فنوتیپ و ۳ نوع ژنوتیپ است بنابراین هنگام بررسی هم‌زمان گروه خونی ABO و عامل Rh، در کل $۴ \times ۲ = ۸$ نوع فنوتیپ و $۶ \times ۳ = ۱۸$ نوع ژنوتیپ داریم.

نکته ۲: گروه خونی ABO خون به چهار گروه (چهار نوع فنوتیپ) A، B، AB و O گروه بندی می‌شود. این گروه بندی بر مبنای بودن یا نبودن دو نوع کربوهیدرات به نام‌های A و B در غشای گلبول‌های قرمز است. اضافه شدن کربوهیدرات‌های A و B به غشای گلبول قرمز، یک واکنش آنزیمی است. دو نوع آنزیم وجود دارد. یکی آنزیم A که کربوهیدرات‌های A را به غشا اضافه می‌کند و دیگری آنزیم B، که کربوهیدرات‌های B، اضافه می‌کند. اگر هیچ یک از این دو آنزیم وجود نداشته باشند، آن گاه هیچ کربوهیدراتی اضافه نخواهد شد. بنابراین برای این صفت، سه ال وجود دارد. الی که آنزیم A را می‌سازد، الی که آنزیم B را می‌سازد و الی که هیچ آنزیمی نمی‌سازد.

نکته ۳: تشخیص فنوتیپ برای ژنوتیپ‌های هوموزیگوس AA، BB یا OO آسان است: گروه خونی به ترتیب A، B یا O می‌شود. ژنوتیپ‌های هتروزیگوت برای این آلل‌ها عبارت‌اند از AO، BO و AB آیا می‌توانید حدس بزنید گروه خونی فردی که AO است چیست؟ ال A آنزیم A را می‌سازد اما ال 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 ژنوتیپ BO به کار برد. ال B نیز نسبت به ال O بارز است. در ژنوتیپ AB هر دو آنزیم ساخته می‌شوند و به همین علت گلبول قرمز هر دو کربوهیدرات‌های A و B را خواهد داشت. در اینجا رابطه بین دو ال A و B، از نوع بارز و نهفتگی نیست. چنین رابطه‌ای را هم‌توانی می‌نامیم و می‌گوییم آلل‌های A و B نسبت به یکدیگر هم‌توان هستند. در هم‌توانی اثر دگرها، همراه باهم ظاهر می‌شود. ژن‌شناسان ال‌های A، B و O را به ترتیب با I^A ، I^B و I نشان می‌دهند. این نوع نام‌گذاری به روشنی نشان می‌دهد که آلل I^A و I^B نسبت به هم هم‌توان اما نسبت به i بارزند.

	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

نکته ۴: فردی با گروه خونی A دارای دو نوع ژنوتیپ AA و AO است. و فردی با گروه خونی B دارای دو نوع ژنوتیپ BB و BO هستند. بنابراین چهار نوع ژنوتیپ در غشای گلبول قرمز خود فقط یک نوع کربوهیدرات برای گروه خونی ABO را دارند.

نکته ۵: جایگاه ژن‌های گروه خونی ABO فقط در فام‌تن شماره ۹ است. گروه خونی ABO یک صفت تک جایگاهی و غیر پیوسته (گسسته) است. دقت کنید که هر کروماتید کروموزوم شماره ۹ فقط یک جایگاه ژنی برای گروه خونی دارد و سایر کروموزوم‌ها فاقد ژن برای گروه خونی هستند.

نکته ۶: در انسان در مرحله G_1 اینترفاز، همه سلول‌های پیکری زنده (به جز گلبول قرمز)، دو عدد کروموزوم شماره ۹ را دارند، بنابراین همه این یاخته‌ها برای گروه خونی ABO، حداقل دو آلل و حداکثر دو آلل دارند.

نکته ۷: دقت کنید که هر اسپرماتید چون هاپلوئید است، یک کروموزوم شماره ۹ را دارد. بنابراین هر اسپرماتید برای گروه خونی ABO فقط یک آلل دارد و چون یک کروموزوم شماره یک را دارد. بنابراین هر اسپرماتید برای عامل Rh فقط یک آلل دارد. دقت کنید که

مثال ۱: در کدام گروه خونی ژنوتیپ‌های بیشتری یافت می‌شود؟

(۱) A^+ (۲) AB^+ (۳) B^- (۴) O^+

مثال ۲: در غشاء گلبول‌های قرمز فردی با کدام گروه خونی آنتی‌ژن‌های بیشتری یافت می‌شود؟

(۱) A^+ (۲) AB^+ (۳) B^- (۴) O^+

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

مثال ۳: در بین فرزندان یک خانواده هر چهار نوع فنوتیپ گروه خونی یافت می‌شود، در این خانواده:

۱- احتمال تولد دختری با گروه خونی O چقدر است؟

۲- چه نسبتی از پسران این خانواده آلل O را دارند؟

AB	AO
BO	OO

۳- احتمال اینکه از دو فرزند اولی هوموزیگوس و دومی هتروزیگوس باشد؟

۴- احتمال اینکه از دو فرزند یکی هوموزیگوس و دیگری هتروزیگوس باشد؟

۵- احتمال اینکه سه فرزند در غشاء گلبول قرمز خود دارای دو نوع کربوهیدرات گروه خونی و یک فرزند فاقد آن باشد؟

۶- احتمال اینکه از سه فرزند آنها هر سه گروه خونی یکسان داشته باشند چقدر است؟

نکته ۸: در خانواده‌ای که فقط گروه خونی O محتمل نیست والدین می‌توانند $AO \times AB$ یا $BO \times AB$ و یا $AB \times AB$ باشند.

نکته ۹: در خانواده‌ای که فرزندان نتوانند از لحاظ ژنوتیپی و فنوتیپی شبیه والدین شوند، والدین می‌توانند $AA \times BB$ یا $AB \times OO$ باشند.

نکته ۱۰: اگر یکی از فرزندان خانواده گروه خونی O و دیگری گروه خونی AB داشته باشد. حتماً والدین ژنوتیپ $AO \times BO$ را دارند. یعنی فنوتیپ آنها A و B است.

مثال ۴: در خانواده‌ای که بین فرزندان فقط گروه خونی O محتمل نیست،

- (۱) والدین قطعاً گروه خونی مشابه دارند.
 (۲) والدین قطعاً فاقد الی A هستند.
 (۳) والدین قطعاً ناخالصاند.
 (۴) والدین قطعاً گروه خونی متفاوت دارند.

مثال ۵: در ارتباط با گروه‌های خونی (ABO) هرگاه فرزندان نتوانند از لحاظ ژنوتیپی و فنوتیپی شبیه والدین شوند، قطعاً

- (۱) هر دو والد هموزیگوس اند.
 (۲) هر دو والد هتروزیگوس اند.
 (۳) یکی از والدین هموزیگوس و دیگری هتروزیگوس است.
 (۴) والدین فنوتیپ متفاوت دارند.

مثال ۶: از ازدواج مردی که در غشای گلبول قرمز خود کربوهیدرات A و پروتئین D دارد وزنی که در غشای گلبول قرمز خود کربوهیدرات B و پروتئین D دارد پسری متولد شده که فاقد کربوهیدرات و پروتئین D است.

۱- در بین فرزندان خانواده چند نوع فنوتیپ جدید نسبت به سایر اعضای خانواده یافت می‌شود؟

جواب: در بین فرزندان هشت نوع فنوتیپ یافت می‌شود (O^- ، O^+ ، B^- ، B^+ ، A^- ، A^+ ، AB^- ، AB^+) که

۲- در بین فرزندان خانواده چند نوع ژنوتیپ جدید نسبت به سایر اعضای خانواده یافت می‌شود؟

AB	AO
BO	OO

۳- احتمال تولد فرزندی با فنوتیپ شبیه والدین، چقدر است؟

RR	Rr
Rr	rr

۴- احتمال تولد فرزندی با ژنوتیپ شبیه والدین، چقدر است؟

۵- احتمال تولد فرزندی که در غشای گلبول قرمز خود فقط یک نوع کربوهیدرات از گروه خونی و دارای پروتئین D باشد، چقدر است؟

۶- در این خانواده، احتمال تولد دختری با گروه خونی متفاوت با سایر اعضای خانواده چقدر است؟

$$\frac{9}{32} \quad (۱) \quad \frac{9}{16} \quad (۲) \quad \frac{5}{16} \quad (۳) \quad \frac{5}{8} \quad (۴)$$

مثال ۷: پدر و مادری که در غشای گلبول قرمز خود پروتئین D و کربوهیدرات A دارند اگر فرزند اول آنها توانایی تولید کربوهیدرات گروه خونی و پروتئین D را نداشته باشد
 ۱- در بین فرزندان چند نوع فنوتیپ یافت می شود؟

AA	AO
AO	OO

RR	Rr
Rr	rr

۲- در بین فرزندان چند نوع ژنوتیپ یافت می شود؟

۳- چه نسبتی از فرزندان آنها پسرانی با ژنوتیپ شبیه والدین هستند.

۴- چه نسبتی از فرزندان آنها پسرانی با فنوتیپ شبیه والدین هستند.

۵- احتمال تولد دختری که گروه خونی متفاوت با سایر اعضای خانواده دارد، چقدر است؟

مثال ۸: از ازدواج مردی که در غشای گلبول قرمز خود کربوهیدرات A و پروتئین D دارد و زنی که در غشای گلبول قرمز خود دو نوع کربوهیدرات A و B و پروتئین D دارد پسری متولد شده که در غشای گلبول قرمز خود کربوهیدرات B و فاقد کربوهیدرات و پروتئین D است. .

۱- ژنوتیپ والدین چیست؟

۲- در بین فرزندان خانواده چند نوع فنوتیپ جدید نسبت به سایر اعضای خانواده یافت می شود؟

۳- در بین فرزندان خانواده چند نوع ژنوتیپ جدید نسبت به سایر اعضای خانواده یافت می شود؟

۴- احتمال تولد دختری دارای ال عامل Rh و فقط با یک نوع آنتی ژن (کربوهیدرات) گروه های خونی باشد چقدر است؟

۵- احتمال تولد پسری که توانایی تولید پروتئین D و کربوهیدرات های گروه خونی را ندارد، چقدر است؟

۶- در این خانواده، احتمال تولد دختری با گروه خونی متفاوت با سایر اعضای خانواده چقدر است؟

مثال ۹: اگر در خانواده ای گروه خونی پدر A^+ و شانس تولد فرزندی با گروه خونی AB^- ، $\frac{6}{25}$ درصد باشد، احتمال تولد فرزند پسری با گروه خونی B^+ در این خانواده کدام است؟ (طبق قوانین احتمالات)

$$\begin{array}{ll} \frac{1}{4} & (1) \\ \frac{1}{8} & (2) \\ \frac{3}{16} & (3) \\ \frac{2}{32} & (4) \end{array}$$

مثال ۱۰: در چند خانواده مورد سؤال احتمال تولد دختری با گروه خونی A^+ برابر با $\frac{1}{8}$ است.

ABRr - Aorr (ب)

BORr - AORr (الف)

AORr - OORr (د)

ABRR - BORr (ج)

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

مثال ۱۱: يك صفت اتوزومی توسط چهار الل كنترل می شود اگر الل A بر بقیه غالب باشد و الل B بر C و D غالب باشد بین C و D رابطه هم‌توانی باشد، به سوالات پاسخ دهید،
۱- چند نوع ژنوتیپ وجود دارد؟

۲- چند نوع ژنوتیپ هموزیگوت وجود دارد؟

۳- چند نوع ژنوتیپ هتروزیگوت وجود دارد؟

۴- چند نوع فنوتیپ در این جمعیت یافت می شود؟

مثال ۱۲: يك صفت اتوزومی توسط پنج كنترل می شود اگر الل A بر بقیه غالب باشد و الل B بر C و D غالب باشد بین بقیه اللها رابطه هم‌توانی باشد، به سوالات پاسخ دهید،
۱- چند نوع ژنوتیپ وجود دارد؟

۲- چند نوع ژنوتیپ هموزیگوت وجود دارد؟

۳- چند نوع ژنوتیپ هتروزیگوت وجود دارد؟

۴- چند نوع فنوتیپ در این جمعیت یافت می شود؟

وراثت صفات اتوزومی یا مستقل از جنس:

به یاد دارید که کروموزوم‌ها به دو دسته اتوزوم و جنسی تقسیم می‌شوند. کروموزوم‌های جنسی انسان X و Y هستند. صفاتی که جایگاه ژنی آن‌ها در یکی از کروموزوم‌های اتوزوم (غیر جنسی) قرار داشته باشد را اتوزومی یا صفت مستقل از جنس می‌نامند و صفاتی را که جایگاه ژنی آن‌ها در یکی از دو کروموزوم جنسی قرار داشته باشد وابسته به جنس می‌گویند.

نکته ۱: گروه خونی ABO و گروه خونی Rh هر کدام یک صفت اتوزومی هستند. و هر کدام تک جایگاهی هستند. چون ژن عامل Rh دارای یک جایگاه بر روی کروموزوم شماره ۱ است و ژن گروه خونی ABO بر روی کروموزوم شماره ۹ دارای یک جایگاه است.

نکته ۲: می‌دانیم هر یک از پدر و مادر، از هر جفت فام‌تن هم‌تا تنها یکی را از طریق کامه‌ها به نسل بعد منتقل می‌کنند. اگر پدر و مادر ژنوتیپ Dd داشته باشند، هم پدر و هم مادر از نظر Rh دو نوع کامه تولید می‌کنند: یکی کامه ای که D دارد و دیگری کامه ای که d دارد. ژن نمود فرزندان به این بستگی دارد که کدام کامه‌ها 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.

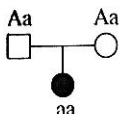
بیماری فنیل کتونوری (PKU)

نکته ۳: فنیل کتونوری یک بیماری اتوزومی نهفته 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. 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 شیر خشک‌هایی که فاقد فنیل آلانین است تغذیه می‌شود و در رژیم غذایی او برای آینده، از رژیم‌های بدون (یا کم) فنیل آلانین استفاده می‌شود.

نکته ۴: گرچه نمی‌توان بیماری‌های ژنتیک را در حال حاضر درمان کرد (مگر در موارد محدود) اما گاهی می‌توان با تغییر عوامل محیطی، عوارض بیماری‌های ژنی را مهار کرد. مثلاً می‌توان از بروز علائم بیماری فنیل کتونوریا جلوگیری کرد. چون 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.

نکته ۵: در بیماری فنیل کتونوری چون فنیل آلانین به تیروزین تبدیل نمی‌شود می‌تواند تولید هورمون T_4 و T_3 کاهش یابد.

نکته ۶: هرگاه از پدر و مادری سالم فرزند بیماری متولد شود، صد درصد بیماری مغلوب است و اگر اتوزوم باشد قطعاً پدر و مادر سالم ناقل (حامل) بیماری هستند.



- مثال ۱: پدر و مادری که می‌توانند آنزیم تجزیه کننده فنیل آلانین را بسازند اگر پسر این خانواده فاقد این توانایی باشد.....
- ۱) چه نسبتی از دختران این خانواده بیمار خواهند شد؟
 - ۲) احتمال تولد پسری با ژنوتیپ والدین چه قدر است؟
 - ۳) احتمال تولد دختری با فنوتیپ والدین چه قدر است؟
 - ۴) چه نسبتی از فرزندان سالم، می‌توانند ژن بیمار را به نسل بعد منتقل کنند؟
 - ۵) احتمال تولد یک پسر سالم و یک دختر بیمار چقدر است؟
 - ۶) احتمال اینکه از سه فرزند بعدی، فقط فرزند دوم مبتلا به بیماری باشد چقدر است؟
 - ۷) احتمال اینکه از چهار فرزند بعدی، فقط یکی مبتلا به بیماری باشد چقدر است؟

مثال ۲: از پدر و مادری سالم فرزند اول مبتلا به کم‌خونی داسی شکل و فنیل کتونوریا است.....

.....

۱) احتمال این که فرزند بعدی پسری مبتلا به هر دو بیماری باشد، چه قدر است؟

۲) احتمال این که فرزند بعدی فقط مبتلا به یک بیماری باشد، چه قدر است؟

۳) احتمال این که فرزند بعدی حداقل یک بیماری را داشته باشد، چه قدر است؟

۴) احتمال این که فرزند بعدی فنوتیپ شبیه به والدین داشته باشد، چه قدر است؟

۵) احتمال این که فرزند بعدی فنوتیپ متفاوت با والدین داشته باشد چقدر است؟

۶) احتمال این که فرزند بعدی ژنوتیپ متفاوت با والدین داشته باشد، چقدر است؟

۷) چه نسبتی از دختران آن‌ها کم‌خونی داسی شکل دارند؟

۸) چه نسبتی از دختران آن‌ها فقط کم‌خونی داسی شکل دارند؟

پاسخ مثال ۳: ۱- هر بیماری را جدا حساب کنید در هم ضرب کنید. $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$ زال $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$ کم خون $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$ پسر

۲- دو حالت دارد: $(\frac{1}{4} \text{ زال باشد} \times \frac{3}{4} \text{ کم خون نباشد}) + (\frac{3}{4} \text{ زال نباشد} \times \frac{1}{4} \text{ کم خون باشد}) = \frac{6}{16}$

۳- سه حالت دارد: $(\frac{1}{4} \text{ زال باشد} \times \frac{1}{4} \text{ کم خون باشد}) + (\frac{1}{4} \text{ زال باشد} \times \frac{3}{4} \text{ کم خون نباشد}) + (\frac{3}{4} \text{ زال نباشد} \times \frac{1}{4} \text{ کم خون باشد}) = \frac{7}{16}$

باشد. $\frac{7}{16}$

۴- فنوتیپ والدین سالم است. $\frac{3}{4} = \frac{9}{16}$ زال نباشد $\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{9}{16}$ کم خون نباشد

۵- احتمال شبیه به والدین را حساب کنید، سپس از ۱ کم کنید. چون $\frac{9}{16}$ شبیه والدین هستند بنابراین $\frac{7}{16}$ فنوتیپ جدید دارند.

۶- ابتدا ژنوتیپ شبیه والدین را حساب کنید سپس از ۱ کم کنید. والدین $Ss Aa$ هستند. پس $\frac{1}{4} Ss \times \frac{1}{4} Aa = \frac{1}{16}$ شبیه والدین هستند

و $\frac{3}{4}$ ژنوتیپ متفاوت با والدین را دارند. (۷) $\frac{1}{4}$ دختران کم‌خونی داسی شکل دارند چون گفته است چه نسبتی از دختران، بنابراین برای

دختر بودن در $\frac{1}{2}$ ضرب نکنید. (۸) $\frac{1}{4}$ کم‌خونی داسی شکل دارند $\frac{3}{4} \times \frac{1}{4}$ فنیل کتونوریا ندارند $\frac{3}{16} = \frac{3}{16}$

AA (سالم)	Aa (سالم)
Aa (سالم)	aa (فنیل کتونوریا)

SS (سالم)	Ss (سالم)
Ss (سالم)	ss (کم‌خون)

مثال ۳: در یک خانواده پدر و مادر سالم به ترتیب گروه خونی A و B را دارند و هر دو در غشای گویچه‌های قرمز خود پروتئین D دارند. اگر پسر این خانواده دارای گویچه‌های قرمز داسی شکل باشد و نتواند کربوهیدرات‌های گروه خونی و پروتئین D و آنزیم تجزیه کننده فنیل آلانین را بسازد، در این صورت در این خانواده احتمال تولد

AB	AO
BO	OO

RR	Rr
Rr	rr

SS (سالم)	Ss (سالم)
Ss (سالم)	ss (کم خون)

AA (سالم)	Aa (سالم)
Aa (سالم)	aa (فنیل کتونوریا)

۱) دختری با گروه خونی B^+ و مبتلا به فنیل کتونوریا باشد، چقدر است؟

۲) دختری با گروه خونی B^+ و فقط مبتلا به فنیل کتونوریا باشد، چقدر است؟

۳) احتمال اینکه فرزند بعدی فنوتیپ شبیه والدین را داشته باشد، چقدر است؟

۴) احتمال اینکه فرزند بعدی ژنوتیپ شبیه والدین را داشته باشد، چقدر است؟

۵) دختری مبتلا به دو بیماری با گروه خونی متفاوت با سایر اعضای خانواده، چقدر است؟

۶) احتمال تولد دختری دارای پروتئین D و با توانایی تولید یک نوع کربوهیدرات گروه‌های خونی و توانایی تولید آنزیم تجزیه کننده فنیل آلانین چقدر است؟

۷) احتمال تولد دختری دارای الل مغلوب گروه خونی Rh و دارای الل هر دو بیماری و دارای هر دو نوع کربوهیدرات‌های گروه خونی چقدر است.

صفت وابسته به جنس

نکته ۱: گاهی ژنی که بررسی می‌شود در کروموزوم X قرار دارد. به این صفات، وابسته به X می‌گویند هموفیلی و کوررنگی وابسته به X هستند. هموفیلی، یک بیماری وابسته به X و نهفته است یا به عبارتی دیگر آلل این بیماری که روی کروموزوم X قرار دارد و نهفته است. در این بیماری، فرایند لخته شدن خون دچار اختلال می‌شود. شایع‌ترین نوع هموفیلی مربوط است به فقدان فاکتور انعقادی VIII (هشت) است.

نکته ۲: دقت کنید که در کروموزوم Y جایگاهی برای الل‌های هموفیلی وجود ندارد. صفت هموفیلی در مردان دارای دو نوع ژنوتیپ و دو نوع فنوتیپ است ولی در زنان دارای سه نوع ژنوتیپ و دو نوع فنوتیپ است. بنابراین در جمعیت برای این صفت، دو نوع فنوتیپ و پنج نوع ژنوتیپ یافت می‌شود.

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

مثال ۱: اگر مردی هموفیل با زنی سالم خالص ازدواج کند؟

پاسخ: ژنوتیپ مرد هموفیل $X^h Y$ و گامت‌هایی که تولید می‌کند X^h و Y است. ژنوتیپ زن سالم خالص $X^H X^H$ است و فقط یک نوع گامت X^H تولید می‌کند: به کمک مربع پانت می‌توان دریافت که فرزندان حاصل از این ازدواج هموفیل نخواهند بود. و تمام دختران ژن بیماری را دارند و ناقل هستند. منظور از ناقل فردی است که بیمار نیست اما ژن بیماری را دارد و می‌تواند به نسل بعد منتقل کند.

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

مثال ۲: اگر مردی سالم با زنی هموفیل ازدواج کند؟

پاسخ: ۵۰ درصد فرزندان بیمار خواهند شد از یک جنس. همه دختران سالم و ناقل خواهند شد و همه‌ی پسران بیمار خواهند شد.

مثال ۳: اگر مردی سالم با زنی سالم ناقل ازدواج کند؟

پاسخ: ۲۵ درصد فرزندان بیمار خواهند شد از یک جنس. همه دختران سالم خواهند شد و ۵۰ درصد پسران بیمار خواهند شد.

مثال ۴: اگر مردی هموفیل با زنی سالم ناقل ازدواج کند؟

پاسخ: ۵۰ درصد فرزندان بیمار خواهند شد از دو جنس. ۵۰ درصد دختران بیمار خواهند شد و ۵۰ درصد پسران بیمار خواهند شد.

مثال ۵: اگر مردی هموفیل با زنی سالم خالص ازدواج کند؟

پاسخ: همه فرزندان سالم خواهند شد، ۵۰ درصد فرزندان الل بیماری را دارند. ۱۰۰ درصد دختران الل بیماری را دارند. ۱۰۰ درصد پسران فاقد ژن بیماری هستند.

نکته ۴: مردها XY هستند به همین علت در صفات وابسته X مغلوب مثل هموفیلی و کورنگی مرد سالم ناقل وجود ندارد و اگر پدر سالم باشد، قطعاً تمام دختران آن‌ها سالم خواهند شد، یعنی از پدر سالم هیچ وقت دختر هموفیل متولد نمی‌شود.

نکته ۵: در صفات وابسته به X مغلوب مانند هموفیلی اگر مادر بیمار باشد قطعاً تمام پسران او بیمار خواهند شد، یعنی از مادر هموفیل، هیچ وقت پسر سالم متولد نمی‌شود.

نکته ۶: هرگاه پدری سالم، نتواند صاحب دختر بیمار شود و یا مادر بیمار نتواند صاحب پسر سالم شود، بیماری وابسته به X مغلوب است.

نکته ۷: هرگاه از پدر و مادری سالم فرزندی مبتلا به بیماری وابسته به X مغلوب متولد شود، بدانید که فقط مادر ناقل بوده است. در این خانواده اگر دختری هموفیل متولد شد به طور قطع پدر هموفیل و مادر ال هموفیلی را داشته است یا بیمار بوده و یا ناقل بیماری بوده است.

نکته ۸: مردها XY و زن‌ها XX هستند، به همین علت ژن‌هایی که روی کروموزوم X قرار دارند در مردها توسط یک ال ولی در زن‌ها توسط دو ال کنترل می‌شوند. یعنی مردها برای این ژن‌ها ال پوشاننده ندارند. برای همین فراوانی بیماری این زن‌ها در مردها و زن‌ها یکسان نیست. و فراوانی مردان بیمار بیشتر است.

نکته ۹: در صفات وابسته به X مغلوب، در مردان یک ال مغلوب به تنهایی می‌تواند باعث بروز بیماری شود، ولی در زن‌ها یک ال مغلوب نمی‌تواند به تنهایی باعث بروز صفت مغلوب شود، یعنی در زن‌ها ال مغلوب به تنهایی در بروز صفت مغلوب ناتوان است.

نکته ۱۰: ژن‌هایی که روی کروموزوم X قرار دارند هیچ‌گاه از پدر به فرزند پسر منتقل نمی‌شوند، بنابراین برخی ژن‌ها از یک والد به برخی فرزندان منتقل نمی‌شوند. بنابراین نمی‌توان گفت در انسان هر فرزند همه‌ی ژن‌های خود را از هر دو والد دریافت کرده است.

نکته ۱۱: پسرها تمام ژن‌هایی که روی کروموزوم X قرار دارند را فقط از مادر خود به ارث برده‌اند. بنابراین برخی ژن‌ها (مانند ژن فاکتور هشت) فقط از یک والد به پسران منتقل می‌شوند. ولی دخترها چون XX هستند این ژن‌ها را هم از پدر و هم از مادر خود به ارث برده‌اند.

نکته ۱۲: همه‌ی سلول‌های سوماتیک هسته‌دار در انسان مانند گلبول سفید و یا نوروها علاوه بر ۴۴ کروموزوم اتوزوم، دو عدد کروموزوم جنسی X و Y دارند، بنابراین همه‌ی سلول‌های سوماتیک هسته‌دار در بدن انسان مانند لنفوسیت B، ژن‌های تعیین جنسیت و ژن فاکتور هشت را دارند و هنگام همانندسازی همه‌ی این ژن‌ها را به یک نسبت مضاعف می‌کنند.

نکته ۱۳: مردان دو نوع اسپرم X و Y دارند. در حالت طبیعی ۵۰ درصد اسپرماتوسیت‌های ثانویه و اسپرماتیدها و اسپرم‌ها فاقد کروموزوم X یعنی فاقد ژن فاکتور هشت هستند. بنابراین در انسان برخی گامت‌های طبیعی ژن فاکتور ۸ را ندارند. ولی همه گامت‌های طبیعی چون کروموزوم‌های اتوزوم را دارند پس ژن هموگلوبین را دارند.

۱- چند مورد از موارد زیر، جمله‌ی زیر را به درستی تکمیل نمی‌کنند؟

«در انسان هنگام مطالعه بیماری وابسته به X مغلوب اگر باشد قطعاً همه‌ی خواهند شد.»

(الف) پدر و مادر سالم - فرزندان سالم	(ب) مادر سالم - پسران سالم	(ج) پدر سالم - پسران سالم
(د) پدر سالم - دختران سالم	(ه) مادر بیمار - دختران بیمار	(و) مادر بیمار - پسران بیمار
(۱) ۲	(۲) ۳	(۳) ۴
(۴) ۵		

۲- در انسان صفتی دو اللی وابسته به جنس با رابطه غالب و مغلوبی وجود دارد. هنگامی پسران فنوتیپ مغلوب را نشان می‌دهند که قطعاً... باشد.

(۱) مادر - دارای الل مغلوب	(۲) مادر - هموزیگوس مغلوب
(۳) پدر - دارای الل مغلوب	(۴) پدر و مادر - دارای الل مغلوب

۳- از ازدواج مردی با زنی طبق قوانین احتمالات نیمی از فرزندان هموفیل اند و یک نوع جنسیت را نشان می‌دهند.

(۱) هموفیل - سالم خالص	(۲) هموفیل - سالم ناخالص
(۳) سالم - سالم ناخالص	(۴) سالم - هموفیل

۴- از ازدواج مردی با زنی طبق قوانین احتمالات نیمی از فرزندان هموفیل هستند و دو نوع جنسیت را نشان می‌دهند.

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

۵- در بیماری هموفیلی کدام نادرست است؟

(۱) از مادر سالم می‌تواند پسر بیمار متولد شود.	(۲) از مادر هموفیل می‌تواند دختر سالم متولد شود.
(۳) از پدر سالم می‌تواند دختر بیمار متولد شود.	(۴) از پدر هموفیل می‌تواند دختر سالم متولد شود.

۶- در دختری سه ساله سلولی زن فاکتور هشت یافت نمی‌شود؟

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

۷- چند مورد، جمله‌ی زیر را به‌طور صحیح تکمیل می‌کنند؟ «در حالت طبیعی در انسان

(الف) برخی گامت‌های فاقد ژن فاکتور هشت هستند.	(ب) ژن فاکتور هشت از پدر هیچ‌گاه به فرزندان پسر منتقل نمی‌شود.
(ج) هر الل مغلوب به‌تنهایی در بروز صفت مغلوب ناتوان است.	(د) ژن‌های مغلوب کم‌تر از ژن‌های غالب مضاعف می‌شوند.
(ه) ژن فاکتور هشت و هموگلوبین با یک نوع آنزیم رونویسی می‌شوند.	(و) برخی ژن‌ها فقط از یک والد به ارث می‌رسند.

(۱) ۲	(۲) ۳	(۳) ۴	(۴) ۵
-------	-------	-------	-------

۸- کدام عبارت درباره‌ی انسان‌های یک جمعیت درست است ؟

(۱) هر صفت جهش یافته‌ای از والدین به همه‌ی زاده‌ها منتقل می‌شود.
(۲) هر سلول با داشتن دو مجموعه کروموزوم ، می‌تواند گامت‌های نو ترکیب ایجاد کند.
(۳) هر سلول در پروفاز ۱ تخمدان ، تخمک‌های بزرگ‌تر از اسپرم بوجود می‌آورد.
(۴) فرآیند کراسینگ آور می‌تواند منجر به عدم تولید گامت ، نو ترکیب شود.

پاسخ

پاسخ ۱: گزینه‌ی ۳؛ موارد «الف»، «ب»، «ج» و «ه» نمی‌توانند جمله‌ی فوق را به‌طور صحیح تکمیل کنند چون مادر سالم اگر ناقل باشد پسر بیمار می‌دهد.

پاسخ ۲: گزینه‌ی ۱؛ اگر پسری هموفیل شد، قطعاً مادرش الل هموفیلی داشته‌است، ولی نمی‌توان گفت که به‌طور قطع همو یا هترو است.

پاسخ ۳: گزینه‌ی ۴؛ اگر پدر سالم باشد و مادر هموفیل باشد همه‌ی پسران بیمار و همه‌ی دختران سالم‌اند، یعنی درصد فرزندان بیمارند که همه پسرند.

پاسخ ۴: گزینه‌ی ۴؛ پاسخ ۵: گزینه‌ی ۳

پاسخ ۶: گزینه‌ی ۳؛ علت رد سایر گزینه‌ها: - گزینه‌ی ۱، گلبول قرمز هسته‌نا دارند. - گزینه‌ی ۲، گلبول سفید عدد کروموزوم دارد. - گزینه‌ی ۴، سلول ماهیچه‌ی اسکلتی چند هسته‌ای است و چند کروموزوم دارد.

پاسخ ۷: گزینه‌ی ۳؛ «الف» «ب» «و» صحیح هستند. در مردها صفات وابسته به X مغلوب می‌توانند به‌تنهایی سبب بروز صفت شوند و ژن فاکتور و هموگلوبین انسان فقط با آنزیم پلیمراز II رونویسی شوند.

پاسخ ۸: گزینه‌ی ۴؛

مثال ۱: مردی سالم یا زنی سالم که پدرش هموفیل بوده ازدواج می‌کند، طبق قوانین احتمالات

- (۱) چه نسبتی از پسران این خانواده بیمار خواهند شد؟
- (۲) احتمال تولد پسری با ژنوتیپ پدر چه قدر است؟
- (۳) احتمال تولد دختری با فنوتیپ مادر چه قدر است؟
- (۴) احتمال تولد فرزندی که دارای حداقل یک ژن بیماری باشد،؟
- (۵) چه نسبتی از فرزندان سالم، می‌توانند ژن بیمار را به نسل بعد منتقل کنند؟
- (۶) احتمال تولد یک پسر بیمار و یک دختر سالم چقدر است؟
- (۷) احتمال اینکه از سه فرزند بعدی، فقط فرزند دوم پسری مبتلا به بیماری باشد چقدر است؟

مثال ۲: مردی با گروه خونی B با زنی که در غشای گلبول قرمز خود دو نوع کربوهیدرات گروه خونی دارد ازدواج می‌کند. هر دو علاوه بر داشتن پروتئین D در غشای گویچه‌های خود بتوانند عامل انعقادی شماره ۸ و آنزیم تجزیه کننده فنیل آلانین را می‌سازند، اگر پسر این خانواده گروه خونی A داشته باشد و نتواند پروتئین D و آنزیم تجزیه کننده فنیل آلانین و عامل انعقادی هشت را بسازد در این صورت

(۱) احتمال تولد پسر مبتلا به فنیل کتونوریا چقدر است؟

(۲) احتمال تولد پسری فقط مبتلا به فنیل کتونوریا چقدر است؟

(۳) احتمال تولد پسری که توانایی تولید عامل انعقادی شماره هشت و آنزیم تجزیه کننده فنیل آلانین را داشته و گروه خونی شبیه برادرش داشته باشد چقدر است؟

(۴) چه نسبتی از پسران این خانواده توانایی تولید عامل انعقادی شماره هشت و آنزیم تجزیه کننده فنیل آلانین و پروتئین D را ندارند و در غشای گلبول قرمز خود فقط یک نوع کربوهیدرات گروه خونی را دارند؟

(۵) احتمال تولد پسری فقط مبتلا به هموفیلی و با گروه خونی شبیه با والدین چقدر است؟

(۶) احتمال تولد دختری فقط مبتلا به فنیل کتونوریا و با گروه خونی متفاوت والدین چقدر است؟

(۷) احتمال تولد دختری که توانایی تولید عامل انعقادی شماره هشت و آنزیم تجزیه کننده فنیل آلانین را دارد و گروه خونی متفاوت با سایر اعضای خانواده دارد چقدر است؟

AB	AO
BB	BO

RR	Rr
Rr	rr

AA	Aa
سالم	سالم
Aa	aa
سالم	بیمار

مثال ۳: از ازدواج مردی هموفیل با گروه خونی B و زنی سالم با گروه خونی A، پسری هموفیل و فاقد آنتی‌ژن‌های گروه‌های خونی متولد گردید. در این خانواده، احتمال تولد دختری دارای ال هموفیلی و فقط با یک نوع آنتی‌ژن گروه‌های خونی، کدام است؟

$$\begin{array}{ll} \frac{1}{4} & (۲) \\ \frac{3}{16} & (۴) \end{array} \quad \begin{array}{l} \frac{1}{8} & (۱) \\ \frac{3}{8} & (۳) \end{array}$$

مثال ۴: پدر و مادری سالم با گروه خونی A^+ و B^+ ، صاحب دو فرزند پسر با گروه خونی O^- می‌باشند، که اولی مبتلا به بیماری هموفیلی و دیگری مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل است. در این خانواده احتمال تولد دختری مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل و دارای گروه خونی متفاوت با سایر اعضا خانواده، کدام است؟

$$\begin{array}{ll} \frac{7}{64} & (۲) \\ \frac{9}{128} & (۴) \end{array} \quad \begin{array}{l} \frac{3}{128} & (۱) \\ \frac{9}{64} & (۳) \end{array}$$

مثال ۵: حاصل ازدواج مردی هموفیل و دارای آنتی‌ژن 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، احتمال تولد دختری که فقط مبتلا به یک نوع بیماری است و گروه خونی متفاوتی، با فرزندان متولد شده این خانواده دارد، کدام است؟

$$\begin{array}{ll} \frac{3}{16} & (۲) \\ \frac{3}{64} & (۴) \end{array} \quad \begin{array}{l} \frac{1}{16} & (۱) \\ \frac{1}{64} & (۳) \end{array}$$

مثال ۶: در یک خانواده، مادر گروه خونی AB دارد و علاوه بر داشتن پروتئین D در غشای 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 فرایند لخته شدن خون
- (۲) پسری با اختلال در فرایند 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 فرایند لخته شدن خون
- (۴) دختری با اختلال در فرایند لخته شدن خون و فاقد هر دو نوع کربوهیدرات‌های گروه خونی و دارای پروتئین D

مثال ۷: در یک خانواده پدر و مادری به ترتیب گروه خونی A و B را دارند و هر دو علاوه برداشتن پروتئین D در غشای گویچه‌های قرمز خود، می‌توانند عامل انعقادی شماره ۸ را بسازند. اگر پسر این خانواده، فاقد عامل انعقادی شماره ۸ باشد و نتواند کربوهیدرات‌های گروه خونی و نیز پروتئین D را بسازد. در این صورت، تولد کدام فرزند در این خانواده غیرممکن است؟

- (۱) دختری دارای عامل انعقادی شماره ۸ و دارای پروتئین D و فاقد هر دو نوع کربوهیدرات‌های گروه خونی
 (۲) پسر دارای عامل انعقادی شماره ۸ و با توانایی تولید یک نوع کربوهیدرات گروه خونی و فاقد پروتئین D
 (۳) پسر با اختلال در فرایند لخته شدن خون و دارای فقط یک نوع کربوهیدرات گروه خونی و فاقد پروتئین D
 (۴) دختری با اختلال در فرایند لخته شدن خون و دارای هر دو نوع کربوهیدرات‌های گروه خونی و دارای پروتئین D

مثال ۸: از ازدواج مردی با گروه خونی AB مبتلا به هموفیلی وزنی سالم با گروه خونی B، پسر با گروه خونی A و مبتلا به هموفیلی و دختری مبتلا به تالاسمی متولد شده‌است. در این خانواده احتمال تولد پسر سالم با گروه خونی B کدام است؟

$$\begin{array}{ll} \frac{3}{64} & (۱) \\ \frac{1}{8} & (۲) \\ \frac{6}{64} & (۳) \\ \frac{1}{32} & (۴) \end{array}$$

مثال ۹: از ازدواج مردی سالم و دارای گروه خونی B با زنی سالم دارای گروه خونی AB، دختری هموفیل و مبتلا به فنیل‌کتونوریا با گروه خونی A متولد گردیده است. در این خانواده، احتمال تولد پسر فقط مبتلا به بیماری هموفیلی با گروه خونی B و احتمال تولد دختری فقط مبتلا به بیماری فنیل‌کتونوریا با گروه خونی A، به ترتیب (از راست به چپ) کدام است؟

$$\begin{array}{ll} \frac{1}{32} \cdot \frac{1}{8} & (۱) \\ \frac{1}{16} \cdot \frac{1}{8} & (۲) \\ \frac{1}{16} \cdot \frac{3}{32} & (۳) \\ \frac{1}{32} \cdot \frac{3}{32} & (۴) \end{array}$$

مثال ۱۰: از ازدواج مردی سالم با گروه خونی AB⁺ وزنی سالم با گروه خونی B⁻ پسر مبتلا به هموفیلی با گروه خونی A⁻ و دختری مبتلا به فنیل‌کتونوریا متولد گردیده است. در این خانواده احتمال تولد پسران مبتلا به فنیل‌کتونوریا که هموفیل هستند به دختران سالم با گروه خونی B⁺ کدام است؟

$$\begin{array}{ll} \frac{4}{9} & (۱) \\ \frac{2}{3} & (۲) \\ \frac{1}{4} & (۳) \\ \frac{1}{3} & (۴) \end{array}$$

مثال ۱۱: پدر و مادری سالم پسر مبتلا به فنیل‌کتونوریا و هموفیل دارند احتمال دختر سالم میان فرزندان این خانواده است؟

$$\begin{array}{ll} \frac{1}{8} & (۱) \\ \frac{3}{4} & (۲) \\ \frac{3}{16} & (۴) \\ \frac{3}{8} & (۳) \end{array}$$

مثال ۱۲: پدری هموفیل و مادری سالم، پسری مبتلا به بیماری هموفیلی و کم‌خونی داسی شکل دارند، چه نسبتی از دختران این خانواده سالم خواهند بود؟ (سراسری-۸۶)

$$\begin{array}{l} (1) \quad \frac{3}{16} \\ (2) \quad \frac{2}{8} \\ (3) \quad \frac{6}{16} \\ (4) \quad \frac{3}{4} \end{array}$$

مثال ۱۳: از ازدواج مردی هموفیل با گروه خونی AB^+ با زنی سالم با گروه خونی B^- فرزندی با گروه خونی A^- مبتلا به هموفیلی و کم‌خونی داسی شکل متولد شده است. احتمال تولد پسری مبتلا به کم‌خونی داسی شکل با گروه خونی A^+ به تولد دختری که فقط مبتلا به هموفیلی با گروه خونی B^- باشد چقدر است؟

$$\begin{array}{l} (1) \quad \frac{1}{3} \\ (2) \quad \frac{1}{6} \\ (3) \quad \frac{1}{12} \\ (4) \quad \frac{2}{3} \end{array}$$

مثال ۱۴: در یک خانواده احتمال تولد دختر هموفیل و کم‌خون داسی شکل برابر $\frac{1}{16}$ است. احتمال تولد پسری که فقط کم‌خونی داسی شکل باشد به دختری که دارای ال بیماری هموفیلی و کم‌خونی داسی شکل است چقدر است؟

$$\begin{array}{l} (1) \quad \frac{1}{3} \\ (2) \quad \frac{1}{6} \\ (3) \quad \frac{1}{12} \\ (4) \quad \frac{1}{2} \end{array}$$

مثال ۱۵: پدر و مادری سالم با گروه‌های خونی A و B، دارای دختری با گروه خونی O و مبتلا به کم‌خونی داسی شکل و هموفیلی و پسری با گروه خونی A و مبتلا به کوررنگی است، احتمال این که فرزند سوم این خانواده سالم و از نظر گروه خونی با خواهر و برادر بزرگتر خود متفاوت باشد، کدام است. (کوررنگی صفتی وابسته به جنس مغلوب است.)

$$\begin{array}{l} (1) \quad \frac{27}{32} \\ (2) \quad \frac{3}{16} \\ (3) \quad \frac{9}{32} \\ (4) \quad \frac{3}{8} \end{array}$$

مثال ۱۶: فرض می‌کنیم که ظاهر شدن دندان‌های آسیاب، مربوط به نوعی صفت اتوزومی غالب است. اگر زن و مردی بتوانند به‌طور معمول صاحب فرزندان شوند که بعضی از آن‌ها در ارتباط این صفت، ژنوتیپی متفاوت با والدین داشته باشند. در این صورت، احتمال اینکه سه فرزند این خانواده، فاقد دندان‌های آسیاب و یک فرزند دارای دندان‌های آسیاب باشد، کدام است؟ (با در نظر گرفتن این که در هر زایمان یک فرزند متولد شود.)

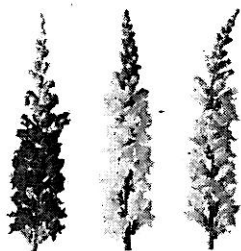
$$\begin{array}{l} (1) \quad \frac{1}{6} \\ (2) \quad \frac{1}{256} \\ (3) \quad \frac{3}{64} \\ (4) \quad \frac{3}{256} \end{array}$$

بارزیت ناقص

نکته ۱: تا اینجا با دو نوع رابطه آللی آشنا شدیم: یکی بارز و نهفتگی و دیگری هم توانی. رابطه دیگری نیز بین ال‌ها برقرار است و آن موقعی است که صفت در حالت هتروزیگوت، به صورت حد واسط حالت‌های هموزیگوس مشاهده می‌شود. به آن بارزیت ناقص می‌گویند.

نکته ۲: رنگ گل میمونی تحت کنترل یک ژن دو الی (R ال قرمز و W ال سفید) است. بنابراین رنگ گل میمونی یک صفت تک جایگاهی و غیر پیوسته (گسسته) است. و بین ال‌ها رابطه بارزیت ناقص وجود دارد. در حالت RR رنگ گل قرمز و در حالت WW رنگ گل سفید است. رنگ گل RW صورتی است. رنگ صورتی، حالت حد واسط قرمز و سفید است. در این حالت گفته می‌شود که رابطه بارزیت ناقص برقرار است.

نکته ۳: رنگ گل میمونی دارای سه نوع ژنوتیپ و سه نوع فنوتیپ است. و نسبت فنوتیپ‌ها و ژنوتیپ‌ها با هم یکسان است.



۱- از خودلقاحی گیاه گل میمونی صورتی به سوالات زیر پاسخ دهید.

الف- در دانه‌های حاصله چند نوع ژنوتیپ برای پوسته دانه می‌توان انتظار داشت؟

پاسخ: فقط چون پوسته دانه باقیمانده پوسته تخمک است و ژنوتیپ آن شبیه والد ماده است. بنابراین در این سؤال ژنوتیپ پوسته دانه است.

ب- چند نوع ژنوتیپ برای تخم اصلی (روی و لپه) می‌توان انتظار داشت؟

ج- چند نوع ژنوتیپ برای تخم ضمیمه (آندوسپرم دانه یا درون دانه) می‌توان انتظار داشت؟

پاسخ: تخم ضمیمه از لقاح اسپرم و سلول دو هسته‌ای به وجود می‌آید. برای بدست آوردن آن ابتدا گامت‌های ماده را بنویسید، سپس آن‌ها را تکرار کنید و سپس با اسپرم آمیزش دهید.

۲- چند مورد صحیح است؟ از خودلقاحی گیاه گل میمونی صورتی

الف) ۵۰ درصد زاده‌هایی که زن نمود خالص دارند، گل‌های قرمز دارند.

ب) بیشتر زاده‌هایی که دگره‌ی W دارند، گل‌های سفید دارند.

ج) $\frac{2}{3}$ زاده‌هایی که دگره‌ی R دارند، گل‌های صورتی دارند.

د) نسبت و انواع فنوتیپ‌ها با ژنوتیپ‌ها با هم یکسان است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۸۸- با قرار گرفتن دانه‌ی گرده‌ی گل میمونی سفید (WW) بر روی کلاله گل میمونی صورتی (RW)، کدام رخ نمود (فنوتیپ) برای روی و کدام

ژن نمود (ژنوتیپ) برای درون دانه (آندوسپرم) مورد انتظار است؟ (سراسری ۹۸)

۱) صورتی - WWR ۲) صورتی - RRR

۳) سفید - WRR ۴) سفید - WWW

رنگ ذرت

نکته ۱: رنگ نوعی ذرت مثالی از صفات چند جایگاهی است و رنگ این ذرت طیفی از سفید تا قرمز است رخ نمود این صفت چند ژنی پیوسته یا غیر گسسته است و در بروز آنها بیش از یک جایگاه ژن در فام تن ها شرکت دارد. بنابراین نمی توان گفت که هر گامت فقط یک الل مربوط به هر صفت را دریافت می کنند.

نکته ۲: صفت رنگ در این نوع ذرت صفتی با سه جایگاه ژنی است که هر کدام دو دگره دارند. برای نشان دادن ژن ها در این سه جایگاه، از حروف بزرگ و کوچک A، B و C استفاده می کنیم. برحسب نوع ترکیب دگره ها، رنگ های مختلفی ایجاد می شود. دگره های بارز، رنگ قرمز و دگره های نهفته رنگ سفید را به وجود می آورند. بنابراین رخ نمودهای در آستانه طیف، یعنی قرمز و سفید به ترتیب ژن نمودهای AABBCc و aabbcc را دارند.

نکته ۳: صفت رنگ در این نوع ذرت صفتی با سه جایگاه ژنی است که هر کدام دو دگره دارند. بنابراین ۲۷ نوع ژنوتیپ دارد و دارای هفت نوع رخ نمود (فنوتیپ) است. رخ نمودهای در آستانه طیف، یعنی قرمز و سفید به ترتیب ژن نمودهای AABBCc و aabbcc را دارند و کم ترین فراوانی را دارند. بیشترین فراوانی مربوط به ذرت هایی است که دارای سه الل غالب و یا سه الل مغلوب هستند.

نکته ۴: در رخ نمودهای ناخالص رنگ ذرت، هرچه تعداد دگره های بارز بیشتر باشد، مقدار رنگ قرمز بیشتر است. مثلاً رویان با ژنوتیپ AABBCc در مقایسه با رویان با ژنوتیپ AAbbCc رخ نمود متفاوت دارد و پررنگ تر است. ولی توزیع فراوانی آن ها در جمعیت با هم یکسان است.

نکته ۵: در ذرت ژنوتیپ هایی که تعداد الل های غالب برابری داشته دارند و یا تعداد الل های مغلوبشان با هم برابر باشد، فنوتیپ یکسانی بروز می دهند و توزیع فراوانی آن ها با هم برابر است. مثلاً AABBCc و AabbCc فنوتیپ و توزیع فراوانی یکسان دارند.

نکته ۶: در ذرت ۷ نوع رویان دارای سه الل غالب و سه الل مغلوب هستند که این رویان ها بیشترین فراوانی را دارند. مثلاً فراوانی AAbbCc از فراوانی AABBCc بیشتر است. ولی چون تعداد الل های غالب آن کمتر است، بنابراین کم رنگ تر است.

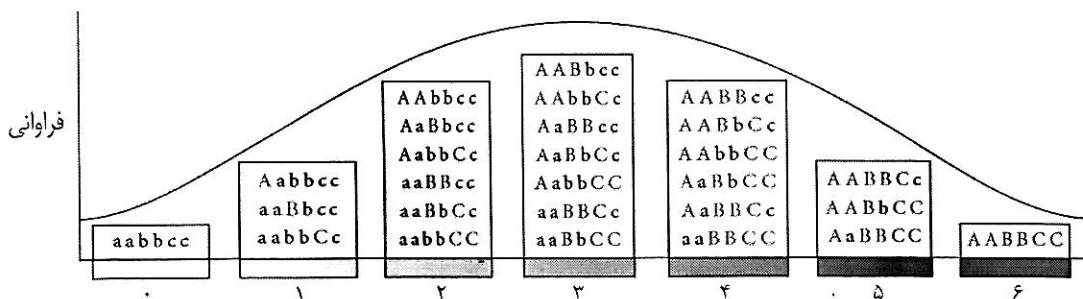
نکته ۷: در هر ذرت، صفت رنگ دارای سه ژن است. تخم دیپلوئید آن که منشأ رویان و لپه است برای هر ژن حداقل و حداکثر دو الل دارد پس در کل تخم دیپلوئید حداقل و حداکثر شش الل برای این صفت دارد. (حداقل سه نوع الل و حداکثر شش نوع الل دارد) ولی تخم ضمیمه آن منشأ آندوسپرم (درون دانه) است چون تریپلوئید است برای این صفت ۹ دگره (الل) دارد (حداقل ۳ نوع و حداکثر ۶ نوع الل دارد).



a a b b c c



A A B B C C



صفات تک جایگاهی:

صفاتی هستند که تحت تأثیر یک ژن قرار دارند بنابراین یک جایگاه ژن در فام‌تن دارند. برای مثال، دگره صفت گروه‌های خونی ABO فقط یک جایگاه مشخص از فام‌تن ۹ را به خود اختصاص داده‌اند. و یا دگره صفت Rh یک جایگاه مشخص از فام‌تن شماره ۱ به خود اختصاص داده‌است. و یا رنگ گل میمونی. فقط یک جایگاه مشخص بر روی یکی از کروموزوم‌ها (نه همه کروموزوم‌ها) به خود اختصاص داده‌است. چنین صفاتی را تک‌جایگاهی می‌نامیم. توجه داشته باشیم که رخ نمود صفات تک‌جایگاهی، غیر پیوسته (گسسته) است.

صفات چند جایگاهی:

صفاتی هستند که تحت تأثیر چند ژن قرار دارند، در بروز آنها بیش از یک جایگاه ژن شرکت دارد. این صفات را صفات چندژنی می‌نامند. طول قد، وزن، رنگ مو و رنگ پوست انسان و صفت رنگ در ذرت از جمله صفات چندژنی هستند افراد مختلف درجات متفاوتی از هر کدام از این صفات را نشان می‌دهند. این چند ژن ممکن است همگی در یک کروموزوم قرار داشته‌باشند، یا در کروموزوم‌های مختلف پراکنده باشند. تعیین اثر و سهم هر یک از این ژن‌ها در فنوتیپی که فرد نشان می‌دهد بسیار دشوار است.

نکته ۴: در بروز صفات چند جایگاهی بیش از یک جایگاه ژن در فام‌تن‌ها شرکت دارد. بنابراین نمی‌توان گفت که هر گامت فقط یک الل مربوط به هر صفت را دریافت می‌کنند. صفات چند ژنی طیف پیوسته‌ای از فنوتیپ‌ها را به نمایش می‌گذارند به همین علت نمودار توزیع فراوانی این فنوتیپ‌ها شبیه زنگوله است.

نکته ۶: 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. توجه داشته باشیم که رخ نمود صفات تک‌جایگاهی، غیر پیوسته است. مثلاً رنگ گل میمونی یا سفید، یا قرمز یا صورتی (بدون طیف) است.

صفات پیوسته و گسسته

اندازه قد صفتی پیوسته است به این معنی که هر عددی بین یک حداقل و یک حداکثر، ممکن است باشد. آیا می‌توان گفت که Rh هم چنین است؟ در میان انسان‌ها، صفت Rh تنها به دو شکل مثبت و منفی دیده می‌شود؛ بنابراین Rh و گروه خونی در انسان و رنگ گل میمونی که صفات تک‌جایگاهی‌اند، صفات گسسته (غیر پیوسته) هستند. صفات گسسته برخلاف صفات پیوسته بدون طیف هستند. و نمودار توزیع فراوانی آن‌ها زنگوله‌ای نیست.

اثر محیط

نکته ۱: 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.

نکته ۲: یک نوع ژنوتیپ می‌تواند فنوتیپ‌های متفاوتی بروز بدهد. مثلاً آنتوسیانین که در کوریچه‌های ریشه‌ی چغندر قند، کلم بنفش، و میوه‌های قرمز مانند پرتقال تو سرخ، به مقدار فراوانی وجود دارد در pH های متفاوت رنگ آن تغییر می‌کند.

۱- 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 رخ نمود (فنوتیپ)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؟ (سراسری ۹۸)

 $AABbCC$ (۴) $AaBBcC$ (۳) $AABbCc$ (۲) $aaBbCC$ (۱)

۲- با توجه به صفت رنگ در ذرت از آمیزش پرچم با ژنوتیپ $AaBBCC$ و برچه با ژنوتیپ $AaBbcc$ دارد:

الف- چند نوع ژنوتیپ در پوسته دانه‌ها قابل انتظار است؟

پاسخ: فقط چون پوسته دانه باقیمانده پوسته تخمک است و ژنوتیپ آن شبیه والد ماده است. بنابراین در این سؤال ژنوتیپ پوسته دانه است.

ب- چند نوع ژنوتیپ و چند نوع فنوتیپ برای تخم اصلی (روبان و لپه) می‌توان انتظار داشت؟

ج- چند نوع ژنوتیپ برای تخم ضمیمه (آندوسپرم دانه یا درون دانه) می‌توان انتظار داشت؟

۱- درون لوله اسپرم ساز انسان در حالت طبیعی

- (۱) هر صفت جهش یافته‌ای از اسپرماتوسیت اولیه به همه اسپرم‌های حاصل از آن منتقل می‌شود.
 (۲) اسپرم‌های حاصل از تقسیم هر اسپرماتوسیت ثانویه، کروموزوم‌های جنسی متفاوتی دریافت می‌کنند.
 (۳) برخی اسپرماتوسیت‌ها فاقد ژن فاکتور هشت انعقادی هستند.
 (۴) هر اسپرماتید، فقط یک الل مربوط به هر صفت را دریافت می‌کند.
- ۲- از ازدواج مردی با زنی، نیمی از فرزندان هموفیل هستند و دو نوع جنسیت را نشان می‌دهند. در این خانواده کدام گزینه نادرست است؟
- (۱) همه‌ی دخترها الل بیماری را دارند.
 (۲) فرزندی که فاقد الل بیماری است، به‌طور حتم پسر است.
 (۳) پدر خانواده به‌طور حتم دارای الل بیماری است.
 (۴) ۵۰ درصد فرزندان که الل بیماری دارند، پسر هستند.
- ۳- کدام عبارت صحیح است؟

(۱) محیط انسان می‌تواند بر ظهور همه‌ی رخ‌نمودها اثر بگذارد.

- (۲) صفت رنگ دانه ذرت بر خلاف رنگ گل گیاه میمونی چند جایگاهی و صفتی گسسته است.
 (۳) گروه خونی ABO بر خلاف صفت Rh چند اللی است بنابراین رخ‌نمودهای آن پیوسته است.
 (۴) نمی‌توان تنها از روی ژن‌ها، علت اندازه‌ی قد یک نفر را توضیح داد.

۴- چند عبارت زیر درباره‌ی رنگ دانه ذرت صحیح است؟

- (الف) صفت با سه جایگاه ژنی است که هر کدام دو دگره دارند.
 (ب) تخم اصلی هر دانه ذرت برای این صفت حداقل و حداکثر دارای ۶ دگره است.
 (ج) توزیع فراوانی رخ‌نمود AABbCc و AaBbcc یکسان است.
 (د) یاخته رویشی دانه گرده رسیده برای این صفت حداکثر دارای ۳ دگره است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۵- از ازدواج مردی با زنی نیمی از فرزندان هموفیل‌اند و یک نوع جنسیت را نشان می‌دهند، کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) همه‌ی دخترها الل بیماری را دارند.
 (۲) فرزندی که فاقد الل بیماری است، به‌طور حتم پسر است.
 (۳) پدر خانواده به‌طور حتم فاقد الل بیماری است.
 (۴) ۵۰ درصد فرزندان که الل بیماری دارند، پسر هستند.

۶- چند مورد، جمله‌ی زیر را به‌طور صحیح تکمیل می‌کنند؟ «در حالت طبیعی در انسان

(الف) ژن فاکتور هشت و هموگلوبین با یک نوع آنزیم رونویسی می‌شوند.

(ب) همه‌ی ژن‌ها از دو والد به ارث رسیده‌اند.

(ج) همه‌ی اسپرماتوسیت‌ها ژن‌های یکسانی دارند.

(د) در هر اسپرماتید، صفت گروه خونی ABO همانند Rh توسط یک الل کنترل می‌شود.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۷- از ازدواج مردی با زنی، احتمال تولد فرزند هموفیل ۲۵ درصد و از یک نوع جنس است، در این صورت کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) ۵۰ درصد فرزندان که الل بیماری دارند، پسر هستند.
 (۲) فرزندی که فاقد الل بیماری است، به‌طور حتم دختر است.

(۳) پدر و مادر این خانواده به‌طور حتم سالم هستند.
 (۴) $\frac{2}{3}$ فرزندان سالم این خانواده، دختر هستند.

۸- چند مورد، جمله‌ی زیر را به‌طور صحیح تکمیل می‌کنند؟ «در حالت طبیعی در انسان

(الف) برخی گامت‌های فاقد ژن فاکتور هشت هستند.
 (ب) ژن فاکتور هشت از پدر به همه‌ی فرزندان منتقل می‌شود.

(ج) هر الل مغلوب به‌تنهایی در بروز صفت مغلوب ناتوان است.
 (د) ژن‌های مغلوب کم‌تر از ژن‌های غالب مضاعف می‌شوند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۹- کدام نادرست است؟ صفت گروه خونی ABO در انسان

- (۱) برخلاف صفت رنگ گل میمونی، چند اللی - دارای رخ‌نمودهای پیوسته
 (۲) برخلاف رنگ دانه ذرت، تک‌جایگاهی - دارای رخ‌نمودهای گسسته
 (۳) همانند صفت Rh، تک‌جایگاهی - دارای رخ‌نمودهای غیر پیوسته
 (۴) برخلاف هموفیلی مستقل از جنس - در مردان تحت کنترل دو الل

۱۰- فردی که در غشای گلبول قرمز خود پروتئین D و کریبوهدرات A گروه خونی را دارد، چند نوع ژن نمود (ژنوتیپ) می‌تواند داشته باشد؟

۲ (۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۶ (۴)

۱۱- در حالت طبیعی هر اسپرماتوسیت انسان

(۱) دارای ژن فاکتور هشت است.
 (۲) می‌تواند در شرایطی جهش مضاعف شدگی داشته باشد.

(۳) دارای ژن عامل Rh گروه خونی است.
 (۴) می‌تواند ساختار چهار کروماتیدی تشکیل دهد.

۱۲- در انسان صفتی دو اللی وابسته به جنس با رابطه غالب و مغلوبی دارند. هنگامی پسران فنوتیپ مغلوب را نشان می‌دهند که قطعاً ... باشد.

(۱) مادر - دارای الل مغلوب
 (۲) مادر - هموزیگوس مغلوب

(۳) پدر - دارای الل مغلوب
 (۴) پدر و مادر - دارای الل مغلوب

۱۳- احتمال داشتن پسری با گروه خونی A، برای مادری با گروه خونی A، $\frac{1}{4}$ است. برای پدر چند نوع ژنوتیپ گروه خونی می توان انتظار داشت؟

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۴- چند مورد از موارد زیر، جمله‌ی زیر را به درستی تکمیل می کنند؟

«در انسان هنگام مطالعه بیماری وابسته به X مغلوب اگر باشد قطعاً همه‌ی خواهند شد.»

الف) پدر و مادر سالم - فرزندان سالم (ب) مادر سالم - پسران سالم (ج) پدر سالم - پسران سالم

د) پدر سالم - دختران سالم (ه) مادر بیمار - دختران بیمار (و) مادر بیمار - پسران بیمار

- ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴ (۵)

۱۵- در دختری سه ساله سلولی ژن فاکتور هشت یافت نمی شود؟

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

۱۶- صفتی دو الی و وابسته به X با بارزیت ناقص برای انسان مفروض است. فردی با کدام فنوتیپ برای این صفت مورد انتظار نیست؟

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

۱۷- در انسان برای صفت دو الی که غالبیت ناقص دارند، وجود داشته باشد اگر وابسته به X و یا اتوزومی باشد در هر دو حالت را در جمعیت نشان می دهند.

۱) مردها، دو نوع فنوتیپ (۲) مردها، سه نوع فنوتیپ (۳) زن‌ها، دو نوع فنوتیپ (۴) زن‌ها، سه نوع فنوتیپ

۱۸- کدام عبارت صحیح است؟ همه

۱) تولید مثل‌هایی که در آن‌ها تنها یک فرد دخالت دارد، غیرجنسی نامیده می شود.

۲) جانوران، حاصل از تولید مثل جنسی از دو والد ماده‌ی ژنتیکی را دریافت می کنند.

۳) تولید مثل‌های جنسی در جانوران، زاده‌هایی تولید می کنند که می توانند با تقسیم میوز گامت بسازند.

۴) کامه‌های گیاهی، به دنبال تقسیم رشتان تولید می شوند.

۱۹- کدام حاصل فعالیت دستگاه گل‌زی نمی باشد؟

۱) آنزیم‌های لیوزومی در ریزوبیوم

۲) تیغه میانی در پاراننشیم ساقه لوبیا

۳) وزیکول‌های حاوی پروتئین D در گلوبول قرمز نابالغ

۴) کیسه‌چه‌های حاوی فاکتور داخلی در یاخته‌های کناری معده

۲۰- چند عبارت زیر درباره‌ی رنگ دانه ذرت صحیح است؟

الف) صفت با سه جایگاه ژنی غیرگسسته است.

ب) تخم ضمیمه دانه آن برای این صفت ۹ دگره دریافت می کند.

ج) رخ نمود AaBbCc و AABbcc یکسان است.

د) هر ژن دارای چندین جایگاه است، بنابراین رخ نمودهای پیوسته دارند.

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۲۱- کدام عبارت درباره‌ی انسان‌های یک جمعیت نادرست است ؟

۱) هر یک از پدر و مادر از هر جفت فام‌تن همتا تنها یکی را از طریق کامه می تواند به نسل بعد منتقل کند.

۲) هر زاده برای هر پروتئین دارای دو دگره است که یکی از پدر و دیگری را از مادر دریافت کرده است.

۳) یک الل بیماری مغلوب به تنهایی می تواند باعث بروز بیماری شود.

۴) در مردان هر تبادل قطعه بین یک کروموزوم جنسی با هر کروموزوم دیگر، قطعاً جهش جابجایی است.

۲۲- با توجه به عامل Rh اگر زن و مردی بتوانند به‌طور معمول صاحب فرزندی شوند که بعضی از آن‌ها در ارتباط این صفت، فنوتیپ متفاوت با والدین داشته باشند در بین زاده‌های این خانواده کدام عبارت نادرست است؟

۱) ۵۰ درصد فرزندی که زن نمود خالص دارند، گروه خونی منفی دارند. (۲) بیشتر فرزندی که دگره‌ی d دارند، گروه خونی مثبت دارند.

۳) فرزندی که فنوتیپ غالب دارند، ناخالص هستند. (۴) فرزندان از نظر فنوتیپ و ژنوتیپ به والدین خود شباهت دارند.

۲۳- کدام عبارت زیر درباره‌ی رنگ گل گیاه میمونی نادرست است؟

۱) برخلاف رنگ دانه‌ی ذرت تک‌جایگاهی و صفتی گسسته است. (۲) برخلاف صفت Rh بین الل‌ها رابطه‌ی هم‌توانی برقرار است.

۳) همانند گروه خونی ABO تک‌جایگاهی و صفتی غیر پیوسته است. (۴) برخلاف گروه خونی ABO، یک فنوتیپ نمی تواند بیش از یک نوع ژنوتیپ داشته باشد.

۲۴- در خانواده‌ای که بین فرزندان فقط گروه خونی O محتمل نیست،

۱) والدین قطعاً گروه خونی مشابه دارند. (۲) والدین قطعاً فاقد الل A هستند.

۳) والدین قطعاً ناخالصاند. (۴) والدین قطعاً گروه خونی متفاوت دارند.

۲۵- در ارتباط با گروه‌های خونی (ABO) هرگاه فرزندان نتوانند از لحاظ ژنوتیپی و فنوتیپی شبیه والدین شوند، قطعاً

۱) هر دو والد هموزیگوس‌اند. (۲) هر دو والد هتروزیگوس‌اند.

۳) یکی از والدین هموزیگوس و دیگری هتروزیگوس است. (۴) والدین فنوتیپ متفاوت دارند.

۲۶- چند مورد جمله را به درستی کامل می‌کند؟

- "انسانی که برای صفتِ باشد، ممکن است در طول بخشی از زندگی در ارتباط با آن صفت"
- (الف) اتوزومی مغلوب، فقط دارای یک الل بیماری - علائم بیماری را نشان دهد.
 (ب) وابسته به جنس مغلوب، فقط دارای یک الل بیماری - فنوتیپ بیمار داشته باشد.
 (ج) وابسته به جنس مغلوب، دارای الل بیماری - فنوتیپ سالم داشته باشد.
 (د) اتوزومی، دارای یک الل بیماری - نسبت به نوعی بیماری انگلی مقاوم باشد.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۲۷- چند عبارت زیر صحیح است؟

- (الف) هر صفت چند اللی به‌طور قطع صفتی پیوسته است.
 (ب) هر صفت پیوسته به‌طور قطع، چندجایگاهی است.
 (ج) هر صفت گسسته به‌طور حتم تک‌جایگاهی است.
 (د) هر ژن در صفات پیوسته، به‌طور قطع چند اللی است.
 (ه) هر صفت تک‌جایگاهی، به‌طور حتم ناپیوسته است.
 (و) هر صفت چندجایگاهی، بر روی چند نوع فام‌تن قرار دارد.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۲۸- چند عبارت زیر درباره‌ی رنگ گل گیاه میمونی نادرست است؟

- (۱) برخلاف رنگ دانه‌ی ذرت تک‌جایگاهی و صفتی گسسته است.
 (۲) برخلاف صفت Rh بین الل‌ها رابطه‌ی هم‌توانی برقرار است.
 (۳) همانند گروه خونی ABO تک‌جایگاهی و صفتی غیر پیوسته است.
 (۴) برخلاف گروه خونی ABO، یک فنوتیپ نمی‌تواند بیش از یک نوع ژنوتیپ داشته باشد.

۲۹- به‌طور معمول در یک فرد جوان، چند مورد درباره سلول‌های حاصل از اووسیت اولیه که از تخمدان آزاد می‌شوند و به تدریج از

بین می‌روند، صحیح است؟

- (الف) زن‌های مستول تعیین جنسیت را دارند.
 (ب) فقط یک عامل مربوط به هر صفت را دریاقت کرده‌اند.
 (ج) هر کروموزوم هسته آن‌ها، از دو نیمه با زن‌های همانند تشکیل شده است.
 (د) در تشکیل آن‌ها، فقط هورمون‌های هیپوفیزی و هیپوتالاموسی نقش داشته است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۳ (۱)	۴ (۲)	۴ (۳)	۴ (۴)	۲ (۵)	۲ (۶) «الف، د»	۲ (۷)	۱ (۸) «الف»
۱ (۹)	۴ (۱۰)	۳ (۱۱)	۱ (۱۲)	۳ (۱۳)	۲ (۱۴) «د، و»	۳ (۱۵)	۴ (۱۶)
۴ (۱۷)	۴ (۱۸)	۱ (۱۹)	۳ (۲۰) «الف، ب، ج»	۲ (۲۱)	۴ (۲۲)	۲ (۲۳)	۳ (۲۴)
۴ (۲۵)	۴ (۲۶)	۳ (۲۷) «ب، ج، ه»					