

۱- گزینه‌ی (۴).

هر چهار گزینه جزء نتایج مندل‌اند، ولی باید دانست که جور شدن مستقل ژن‌ها عمومیت ندارد و در بررسی‌های مندل به طور اتفاقی تمام صفاتی که مندل بررسی می‌کرد، جور شدن مستقل داشتند و به همین دلیل مندل اصل جور شدن مستقل ژن‌ها را ارائه کرد و فکر می‌کرد این اصل عمومیت دارد.

اما بعداً با کشف کروموزوم‌ها معلوم شد که ژن‌ها بر روی کروموزوم‌ها به طور پیوسته قرار گرفته‌اند و به همین دلیل ژن‌هایی که بر روی یک کروموزوم قرار دارند، جور شدن مستقل از یکدیگر ندارند و با هم به ارث می‌رسند.

۲- گزینه‌ی (۴).

فنوتیپ بیضی حد واسط فنوتیپ‌های کشیده و گرد است. بنابراین می‌توان گفت ریشه‌ی غده‌ای تربچه توسط دو آلل کنترل می‌شود که نسبت به یکدیگر غلبه ندارند. در فنوتیپ رنگ گل میمونی فنوتیپ صورتی حد واسط فنوتیپ‌های قرمز و سفید است.

۳- گزینه‌ی (۴).

احتمال تولد دختر (د) وجود ندارد چون دختر (د) ناقل است. در صورتی پدر و مادر هر دو بیمار باشند با بیمار بودن والدین چه به صورت اتوزومی نهفته و چه وابسته به کروموزوم X همه‌ی فرزندان دختر و پسر بیمار هستند.

۴- گزینه‌ی (۱).

زن شماره‌ی یک باید حامل هموفیلی باشد تا پسر بیمار متولد شود چون فرزند پسر کروموزوم X را از مادر و Y را از پدر دریافت می‌نماید. مادر دارای کروموزوم X حامل هموفیلی بوده و به فرزند پسر منتقل می‌شود. فرزند شماره‌ی ۶ نیز حامل هموفیلی است که در گزینه‌ها ذکر نشده است.

۵- گزینه‌ی (۴).

در خانواده‌ی P، مادر سالم و پدر بیمار نهفته‌ی وابسته به کروموزوم X است و همه‌ی دخترها کروموزوم X بیمار را از پدر دریافت می‌کنند که در F_1 همه‌ی دخترها حامل هستند ولی اگر پدر اتوزومی مغلوب باشد، باید تمام فرزندان حامل باشند. در خانواده‌ی F_2 فرزندان پسر چون یک کروموزوم X حامل آلل بیماری را از مادر دریافت کرده‌اند، بیمار هستند و دخترها با داشتن یک کروموزوم X حامل آلل بیماری ناقل‌اند.

۶- گزینه‌ی (۳).

در وراثت وابسته به جنس مغلوب، مادر مبتلا هرگز فرزند پسر سالم نخواهد داشت. بنابراین در این شجره‌نامه ژن وابسته به X مغلوب عامل بیماری نمی‌باشد.

۷- گزینه‌ی (۳).

صفت مغلوب اتوزومی است. در خانواده‌ی اول پدر سالم (حامل) و مادر بیمار است و فرزندان بیمار و سالم متولد می‌شوند و از والدین سالم فرزند دختر بیمار متولد شده است و در این خانواده احتمال تولد فرزند بیمار $\frac{1}{4}$ و جنسیت پسر بودن $\frac{1}{2}$ است.

۸- گزینه‌ی (۳).

صفت مغلوب اتوزومی است چون از والدین سالم فرزند بیمار متولد شده است. $\frac{3}{4}$ احتمال سالم بودن و $\frac{1}{4}$ بیمار بودن است و احتمال تولد دختر نیز $\frac{1}{2}$ است.

۹- گزینه‌ی (۲).

چون از والدین سالم فرزند دختر بیمار متولد شده است صفت اتوزومی مغلوب است و زمانی می‌تواند صفت مغلوب وابسته به جنس باشد که پدر بیمار و مادر ناقل بیماری باشد تا دختر بیمار متولد شود.

۱۰- گزینه‌ی (۲).

بیماری وابسته به جنس نمی‌تواند باشد؛ چون فرد شماره‌ی ۳ مادر بیمار است و باید همه‌ی فرزندان پسر بیمار باشند. در صورتی که پسر شماره‌ی ۱۰ سالم است.

۱۱- گزینه‌ی (۱).

هانتینگتون غالب اتوزومی است که پدر بیمار باشد، فرزندان پسر یا دختر الل بیماری را دریافت می‌کنند و بیماری را نشان می‌دهند. در صورتی که در خانواده‌ی اول همه‌ی فرزندان سالم هستند و از والدین سالم هم فرزند پسر بیمار متولد شده است که نادرست است.

۱۲- گزینه‌ی (۲).

این دودمانه نمی‌تواند وابسته به X باشد چون در این صورت اگر پدر بیمار باشد دختران بیمار باشند ولی دختر سالم متولد شده است. حالت‌هایی مانند مغلوب وابسته به X، مغلوب اتوزومی و غالب اتوزومی می‌تواند باشد و احتمال تولد فرزند پسر بیمار $\frac{1}{4}$ است.

اتوزومی مغلوب: $aa \times Aa \Rightarrow \frac{1}{2}aa \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

مغلوب وابسته به جنس: $X^hY \times X^hX^H \Rightarrow \frac{1}{2}X^hY$

اتوزومی غالب: $Dd \times dd \Rightarrow \frac{1}{2}Dd \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

۱۳- گزینه‌ی (۳).

در بیماری وابسته به جنس غالب چون دختران یک کروموزوم X را از پدر دریافت می‌کنند باید تمام دختران که پدر بیمار دارند بیمار باشند. فرد شماره‌ی ۳ پدر بیمار و فرد شماره‌ی ۸ دختر سالم است که دختر باید بیمار باشد.

۱۴- گزینه‌ی (۴).

دودمانه وابسته به جنس غالب نمی‌تواند باشد؛ چون در خانواده دوم که پدر بیمار است، دختر سالم متولد شده است.

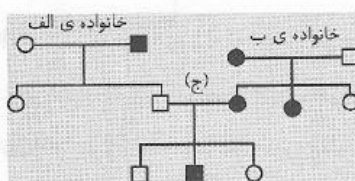
۱۵- گزینه‌ی (۳).

چون از پدر و مادر سالم پسر سالم و دختر بیمار متولد شده است صفت اتوزومی مغلوب است و ژنوتیپ والدین برای تولد دختر بیمار (الف) با توجه به دودمانه به صورت زیر است:

دختر بودن بیمار بودن

$$Aa \times aa \Rightarrow \frac{1}{2}Aa + \frac{1}{2}aa \quad \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

۱۶- گزینه‌ی (۴).



این بیماری نمی‌تواند وابسته به جنس مغلوب (هموفیلی) باشد زیرا: در خانواده‌ی «ب» دختر بیمار شده است در حالی که پدرش سالم است. و از طرفی در خانواده‌ی «ج» مادر بیمار است در حالی که پسرش سالم است.

۱۷- گزینه‌ی (۳).

چون پدر و مادر بیماراند ولی دختر سالم دارند پس این بیماری، اتوزومی غالب مانند بیماری هانتینگتون است و پدر و مادر ژنوتیپ هتروزیگوس دارند.

$$Aa \times Aa \Rightarrow \frac{1}{4} AA + \frac{1}{2} Aa + \frac{1}{4} aa \Rightarrow \frac{1}{4} \text{ سالم} \times \frac{1}{2} \text{ پسر} = \frac{1}{8}$$

۱۸- گزینه‌ی (۲).

در این دودمانه چون از پدر و مادر سالم فرزند بیمار متولد شده است بیماری مغلوب است و چون فرزند بیمار دختر است بیماری مغلوب اتوزومی است مانند تالاسمی. نحوه‌ی توارث بیماری‌های زیر را حتماً به خاطر داشته باشید:

هانتینگتون = اتوزومی غالب تالاسمی = اتوزومی مغلوب هموفیلی = وابسته به جنس مغلوب

۱۹- گزینه‌ی (۱).



برای بررسی دودمانه در گام اول به دنبال یکی از حالت‌های زیر باشید:

الف) پدر و مادر سالم فرزند بیمار دارند: این دودمانه قطعاً صفت مغلوب را نمایش می‌دهد.

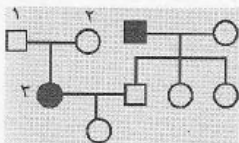


ب) پدر و مادر بیمار فرزند سالم دارند: این دودمانه قطعاً صفت غالب را نمایش می‌دهد.

با این وصف صفت مورد نظر صورت سؤال قطعاً غالب است (رد گزینه‌ی (۲) و (۴))

گزینه‌ی ۳ هم نمی‌تواند الگوی توارث این دودمانه باشد زیرا در صورتی که الگو وابسته به جنس غالب باشد پدر بیمار نمی‌تواند دختر سالم داشته باشد.

۲۰- گزینه‌ی (۴).



در دودمانه چون والدین شماره‌ی (۱) و (۲) سالم فرزند بیمار (۳) دارند پس بیماری مغلوب است و چون این فرزند

دختر است بیماری نمی‌تواند وابسته به X باشد چون در این صورت پدر باید بیمار باشد.

این دودمانه نحوه‌ی وراثت اتوزومی مغلوب را نمایش می‌دهد که در گزینه‌ها فقط گزینه‌ی ۴ در هر دو مورد بیماری

اتوزومی مغلوب را اشاره کرده است.

۲۱- گزینه‌ی (۱).

هموفیلی یک بیماری وابسته به X مغلوب است پس مردها نمی‌توانند ناقل آن باشند (رد گزینه‌های ۲ و ۴) ولی اگر زن سالم پسر مبتلا به

هموفیلی داشته باشد مثل فرد شماره‌ی ۱ حتماً این فرد ناقل است.

۲۲- گزینه‌ی (۳).

✓ گزینه‌ی «۱»: اگر بیماری را اتوزومی غالب در نظر بگیریم ممکن است افراد ۶ و ۷ بیمار ولی ناخالص باشند که در این صورت احتمال فرزند سالم

برای آن‌ها $\frac{1}{4}$ است.

✓ گزینه‌ی «۲»: اگر بیماری را اتوزومی مغلوب در نظر بگیریم ممکن است فرد شماره‌ی ۱ هتروزیگوس و سالم باشد که در این حالت احتمال تولد

فرزند بیمار $\frac{1}{4}$ است.

✓ گزینه‌ی «۳»: اگر بیماری را وابسته به جنس در نظر بگیریم امکان تولد فرد ۸ وجود ندارد چون فرزند دختر یک کروموزوم X را از پدر دریافت

کرده است در حالی که این کروموزوم حاوی الل بیماری است پس فرزند دختر از پدر بیمار در صفات وابسته به X غالب حتماً بیمار است.

✓ گزینه‌ی «۴»: اگر بیماری را وابسته به جنس مغلوب در نظر بگیریم همه‌ی فرزندان پسر فرد شماره‌ی ۴ بیمار خواهند بود.

۲۳- گزینه‌ی (۳).

✓ گزینه‌ی «۱»: اگر صفت اتوزومی مغلوب باشد احتمال تولد فرد (ب) صفر است.

✓ گزینه‌ی «۲»: اگر صفت اتوزومی غالب باشد احتمال تولد فرد (د) صفر است.

✓ گزینه‌ی «۳»: اگر صفت اتوزومی غالب باشد احتمال تولد فرد (ب) $\frac{1}{4}$ است.

✓ گزینه‌ی «۴»: اگر صفت وابسته به جنس مغلوب باشد احتمال تولد فرد (ب) یا (د) صفر است.

۲۴- گزینه‌ی (۳).

دودمانه نمی‌تواند وابسته به جنس مغلوب مثل هموفیلی باشد چرا که فرد ۷ (دختر بیمار) الزاماً می‌بایست پدر بیمار می‌داشت به عبارت دیگر دختر هموفیل الزاماً پدری هموفیل دارد.

۲۵- گزینه‌ی (۳).

تولد فرزند سالم از والدین بیمار، یعنی اینکه دودمانه از نوع غالب است، چون فرد A، دختری سالم است و احتمال آن غیر ممکن است، یعنی دودمانه وابسته به X غالب است نه اتوزومی، چرا که در وابسته به X غالب وقتی پدر بیمار باشد، ۱۰۰٪ دختران او بیمار می‌شوند.

۲۶- گزینه‌ی (۳).

برای این که دختری مبتلا به یک بیماری وابسته به X مغلوب شود ($X^a X^a$) حتماً پدرش باید به این بیماری مبتلا باشد ($Y^a Y$) و مادرش باید حتماً ال بیماری را داشته باشد ($X^A X^a$ یا $X^a X^a$).

۲۷- گزینه‌ی (۳).

توجه کنید که یک ژن هر تعداد ال داشته باشد، در یک سلول دیپلوئید حداکثر ۲ ال خواهد داشت و نه بیش‌تر. به عنوان مثال توجه کنید که صفت گروه خونی انسان ۳ ال A و B و O دارد ولی در هر فرد فقط دو ال گروه خونی وجود دارد که آن را به صورت AB و یا AO و یا BB و نشان می‌دهیم.

۲۸- گزینه‌ی (۲).

“Biston betularia” یک نوع پروانه است. بنابراین الگوی تعیین جنسیت آن مانند پرندگان می‌باشد.

توجه کنید که هنگام بررسی صفات وابسته به جنس بایستی کروموزوم‌های جنسی را نیز مشخص کنید. پروانه‌ی نر دو کروموزوم جنسی دارد و آن را به صورت ZZ نشان می‌دهیم و پروانه‌ی ماده هم دو کروموزوم جنسی دارد که آن‌ها را به صورت ZW نشان می‌دهیم. ال رنگ‌بال فقط بر روی کروموزوم Z قرار دارد و کروموزوم W اصولاً کوچک است و ال‌های خیلی کمی دارد.

هنگامی که یک صفت وابسته به جنس را بررسی می‌کنید، ضریب $\frac{1}{4}$ برای نر شدن لازم نیست. اما هنگامی که یک صفت اتوزومی را بررسی می‌کنید اگر در مسأله‌ی جنس نر یا جنس ماده‌ی خواسته شده باید از ضریب استفاده کنید.

صفات وابسته به جنس بر روی کروموزوم Z یا X یک ال دارند ولی بر روی کروموزوم W یا Y ال متقابل وجود ندارد.

$$P: AA, Z^B Z^B \times aa, Z^W W$$

✓ برای طول بال :

$$F_1 = Aa$$

$$F_2 = \frac{3}{4} \text{ فنوتیپ } A \text{ دارند}$$

✓ برای رنگ بال :

$$F_1 = Z^B Z^W \times Z^B W$$

$$F_2 = Z^B Z^W \text{ کل فرزندان } \frac{1}{4} \quad \frac{3}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{16}$$

۲۹- گزینه‌ی (۲).

در این جا باید شجره‌نامه‌ی خانواده را رسم کنیم. مادر، مبتلا به فاویسم بوده است پس ژنوتیپ آن را هموزیگوس مغلوب در نظر می‌گیریم. توجه کنید که فاویسم یک بیماری وابسته به x است و از آن جا که زنان دو کروموزوم x دارند، پس باید ژنوتیپ مادر مبتلا را با دو ال مغلوب نشان دهیم. از آن جا که دختر این مادر سالم است، می‌توان گفت پدر کاملاً سالم بوده و ال فاویسم نداشته است. توجه کنید که اگر پدر نیز دارای ال فاویسم می‌بود دختر حتماً بیماری فاویسم را نشان می‌داد.

با این توضیحات ژنوتیپ والدین به‌دست می‌آید و می‌توان آمیزش نسل اول و نسل دوم را به صورت زیر نوشت :

$$P) X^A Y^- \times X^a X^a$$

$$F_1) \frac{1}{2} X^A X^a + \frac{1}{2} X^a Y^-$$

$$F_2) X^A X^a \times X^a Y$$

در گام بعدی می‌توان آمیزش دختر سالم را با مرد مبتلا به فاویسم نوشت :

$$F_2) \frac{1}{4} X^A X^a + \frac{1}{4} X^A Y^- + \frac{1}{4} X^a X^a + \frac{1}{4} X^a Y^-$$

در آمیزش بالا مشخص می‌شود که احتمال پیدایش دختر مبتلا $\frac{1}{4}$ یا ۲۵ درصد است.

۳۰- گزینه‌ی (۲).

در ملخ الگوی تعیین جنسیت الگوی XO است. بنابراین ملخ ماده XX و ملخ نر XO می‌باشد.

در این تست یک صفت وابسته به جنس در ملخ مورد سؤال است. صفت طول شاخک وابسته به جنس می‌باشد. ال‌های آن نسبت به یکدیگر رابطه‌ی غالب و مغلوبی ندارند. می‌خواهیم مشخص کنیم از آمیزش ملخ نر شاخک بلند، با ماده‌ی شاخک متوسط چه نسبتی از فنوتیپ‌ها در F_1 به وجود می‌آید. توجه کنید که ژنوتیپ ماده‌ی شاخک متوسط، هتروزیگوس می‌باشد، زیرا فنوتیپ حدوا سطر فقط در حالت هتروزیزگی سی ظاهر می‌شود. با این توضیحات آمیزش زیر را می‌نویسیم :

$$P) X^L X^S \times X^L O \rightarrow \frac{1}{4} X^L X^L + \frac{1}{4} X^L X^S + \frac{1}{4} X^L O + \frac{1}{4} X^S O$$

۳۱- گزینه‌ی (۱).

در گنجشک الگوی تعیین جنسیتZW وجود دارد، پس گنجشک ماده ZW و گنجشک نر ZZ است. آمیزش را به صورت زیر می‌نویسیم :

$$P) Z^b Z^b \times Z^B W^-$$

$$F_1) \frac{1}{2} Z^B Z^b + \frac{1}{2} Z^b W^-$$

ماده‌ی چشم قهوه‌ای نر چشم سیاه

ال رنگ سیاه بر ال رنگ قهوه‌ای غالب است، پس آن را با B نمایش می‌دهیم. گنجشک ماده رنگ چشم سیاه دارد، پس ژنوتیپ آن را با $Z^B W^-$ نمایش می‌دهیم. گنجشک نر دو کروموزوم Z دارد و چون رنگ چشم قهوه‌ای دارد و ال قهوه‌ای مغلوب است، پس ژنوتیپ آن را با $Z^b Z^b$ نمایش می‌دهیم.

۳۲- گزینه‌ی (۲).

در پروانه‌ی ماده الگوی تعیین جنسیت همانند پرندگان، الگوی ZW است. در این تست، آمیزش نر بال سیاه و شاخک بلند با ماده‌ی بال سفید و شاخک کوتاه خواسته شده است. در نسل اول تمام فرزندان بال سیاه دارند و همگی شاخک متوسط پیدا کرده‌اند. با مشاهده‌ی افراد نسل اول اطلاعات زیر به دست می‌آید :

$$p) BBLL \times b - SS$$

رنگ سیاه بال به رنگ سفید بال، غالب است.

$$F_1) \frac{1}{2} BbLS + \frac{1}{2} B - LS$$

احتمال شاخک متوسط شدن در نسل دوم از آمیزش $LS \times LS$ به دست می‌آید که عدد $\frac{1}{4}$ به دست می‌آید.

P) $LS \times LS$

$$F_1) \frac{1}{4} LL + \frac{1}{2} LS + \frac{1}{4} SS$$

P) $BB \times b^-$

احتمال ماده‌ی بال سفید در نسل دوم آمیزش $Bb \times B^-$ به دست می‌آید.

$$F_1) \frac{1}{4} BB + \frac{1}{4} B^- + \frac{1}{4} Bb + \frac{1}{4} b^-$$

با توجه به آمیزش بالا احتمال بال سفید $\frac{1}{4}$ است. حال می‌توان از حاصل ضرب احتمال به وجود آمدن شاخک متوسط $\frac{1}{4}$ در احتمال به وجود

آمدن ماده‌ی بال سفید $\frac{1}{4}$ احتمال به وجود آمدن ماده‌ی بال سفید شاخک متوسط را به دست آورد.

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

۳۳- گزینه‌ی (۳).

p) $AABB \times aabb$

$F_1) AaBb$

F_1 آمیزش $AaBb \times AaBb$

احتمال هتروزیگوس شدن برای هر دو صفت یعنی احتمال به وجود آمدن $AaBb$ برای تعیین احتمال $AaBb$ داریم: احتمال به وجود آمدن Aa

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

برابر با $\frac{1}{4}$ است. احتمال به وجود آمدن Bb برابر با $\frac{1}{4}$ است. از حاصل ضرب احتمالات داریم:

۳۴- گزینه‌ی (۴).

هنگامی که گفته می‌شود چهار ژن آلل یکدیگرند به این معنی است که یک ژن با چهار آلل وجود دارد، یعنی آلل‌های چندگانه وجود دارد. و وقتی

گفته می‌شود فراوانی هر چهار آلل یکسان است، منظور این است که فراوانی هر آلل $\frac{1}{4}$ می‌باشد.

چهار آلل یک ژن می‌توانند $\frac{n(n+1)}{2}$ ترکیب دوتایی از آلل‌ها را به وجود آورند.

بنابراین با چهار آلل یک ژن ۱۰، ژنوتیپ دو آللی به دست می‌آید. از ۱۰ ژنوتیپ موجود فقط چهار ژنوتیپ هموزیگوس وجود دارد. اگر چهار تا ژن

آلل را به صورت A_1 و A_2 و A_3 و A_4 نشان دهیم، چهار ژنوتیپ هموزیگوس عبارتند از: $A_1 A_1$ و $A_2 A_2$ و $A_3 A_3$ و $A_4 A_4$.

فراوانی هر ژنوتیپ را می‌توان از حاصل ضرب فراوانی هر جفت آلل یک ژنوتیپ به دست آورد. مثلاً فراوانی ژنوتیپ $A_1 A_1$ را می‌توان از حاصل

ضرب $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$ به دست آورد. با توجه به این مطالب می‌توان گفت:

$$A_1 A_1 \text{ فراوانی } \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$$

$$A_2 A_2 \text{ فراوانی } \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$$

$$A_3 A_3 \text{ فراوانی } \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$$

$$A_4 A_4 \text{ فراوانی } \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$$

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

از حاصل جمع ژنوتیپ‌های هموزیگوس، می‌توان نسبت کل جمعیت هموزیگوس را به دست آورد:

بنابراین $\frac{1}{4}$ جمعیت ژنوتیپ هموزیگوس دارند، پس گزینه‌ی چهارم صحیح است.

با توجه به این که $\frac{1}{4}$ ژنوتیپ‌ها هموزیگوس است می‌توان گفت $\frac{3}{4}$ جمعیت ژنوتیپ هتروزیگوس دارند.

۳۵- گزینه‌ی (۲).

در این جمعیت ۰/۰۱ افراد مبتلا به یک بیماری اتوزومی مغلوب (کم‌خونی داسی‌شکل) هستند. بنابراین فراوانی آلل مغلوب برابر ۰/۱ خواهد بود و فراوانی آلل غالب $0/9 = 1 - 0/1$ و فراوانی افراد ژنوتیپ غالب $0/81 = 0/9 \times 0/9$ خواهند بود اگر جمعیت زنان را برابر $\frac{1}{2}$ جمعیت فرض کنیم

$$0/40/5 = \frac{1}{2} \times 0/81 \text{ خواهند شد.}$$

۳۶- گزینه‌ی (۳).

ژنوتیپ والدین $X_h Y Aa Cc \times X_h X Aa Cc$

زالی: $Aa \times Aa$ هموفیلی: $X_h Y \times X_h X$

۳۷- گزینه‌ی (۳).

پسر زال و تالاسمی ماژور $Cc \times Cc$ تالاسمی مینور

$$\frac{1}{4} cc \text{ (تالاسمی ماژور)} \quad \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{32}$$

۳۸- گزینه‌ی (۳).

صفت بال وابسته به جنس بوده صفت بلندی بال غالب و صفت کوتاهی مغلوب است. بین صفات بلندی و کوتاهی منقار رابطه‌ی غالب و مغلوبی وجود ندارد.

منقار بلند $\times$ منقار کوتاه $Z_L W \times (Z_l \text{ نر بال کوتاه})$ (ماده‌ی بال بلند)

$$F_1: \frac{1}{2} Z_L Z_l + \frac{1}{2} Z_l W$$

ماده‌ی بال کوتاه نر بال بلند

$$\begin{array}{cc} BB & WW \\ & \searrow \swarrow \\ F_1 & \rightarrow BW \text{ (منقار متوسط)} \end{array}$$

$$F_1 \text{ آمیزش} \rightarrow Z_L Z_l \times Z_l W$$

$$F_2: \frac{1}{4} Z^L Z^l + \frac{1}{4} Z^l Z^l + \frac{1}{4} Z^L W + \frac{1}{4} Z^l W$$

$$BW \times BW \rightarrow \frac{1}{4} BB + \frac{1}{2} BW + \frac{1}{4} WW$$

$$\leftarrow \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8} \text{ نر بال کوتاه و منقار متوسط}$$

۳۹- گزینه‌ی (۴).

هانتینگتون بیماری غالب اتوزومی است و ژنوتیپ فرد بیمار به صورت هموزیگوس یا هتروزیگوس است، HH، Hh می‌باشد.

۴۰- گزینه‌ی (۲).

$AaBb \times AaBb$

$$Aa \times Aa \Rightarrow \frac{1}{4} AA + \frac{1}{2} Aa + \frac{1}{4} aa$$

$$Bb \times Bb \Rightarrow \frac{1}{4} BB + \frac{1}{2} Bb + \frac{1}{4} bb$$

$$(A+a) \times (B+b) \Rightarrow AB + aB + ab$$

$$\left. \begin{aligned} Ab &= \frac{3}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{16} \\ aB &= \frac{1}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{16} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{3}{8}$$

۴۱- گزینه‌ی (۳).

۴۲- گزینه‌ی (۴).

۴۳- گزینه‌ی (۱).

۴۴- گزینه‌ی (۱).

دختر Rh^- ، $\frac{1}{4}$ بوده است. بنابراین احتمال Rh^- برابر $\frac{1}{4}$ و جنسیت دختر $\frac{1}{4}$ است. یکی از والدین باید rr و دیگری Rr داشته باشد.

 $Rr \times rr$

$$\frac{1}{2} Rr \times \frac{1}{2} rr \Rightarrow \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

۴۵- گزینه‌ی (۴).

گروه خونی $\leftarrow$ ۴ نوع فنوتیپ و ۶ نوع ژنوتیپ(سالم و بیمار) هموفیلی مردان $\leftarrow$ ۲ نوع فنوتیپ و ۲ نوع ژنوتیپ (XY, X^hY)

$$4 \times 2 = 8, 6 \times 2 = 12$$

ژنوتیپ فنوتیپ

۴۶- گزینه‌ی (۲).

ملخ ماده $X^aO \times X^AX^a$ ملخ نر

$$\frac{1}{4} X^AX^a + \frac{1}{4} X^aX^a + \frac{1}{4} X^AO + \frac{1}{4} X^aO$$

۴۷- گزینه‌ی (۴).

 O^- یک نوع ژنوتیپ $Oorr$ دارد. AB^+ $\leftarrow$ دو نوع ژنوتیپ $ABRr, ABRR$ دارد. A^- $\leftarrow$ دو نوع ژنوتیپ $AARr, AORR$ دارد. A^+ $\leftarrow$ چهار نوع ژنوتیپ $AARR, AARr, AORR, AORr$ دارد.

۴۸- گزینه‌ی (۲).

در رابطه‌ی هم توانی ال‌ها اثر هر ۲ ال در زاده ظاهر خواهد شد. یعنی فنوتیپ هر دو صفت خود را نشان می‌دهند.

۴۹- گزینه‌ی (۱).

گروه خونی B^+ در غشای گلبول قرمز آنتی‌ژن B و زئوس دارد و آنزیم کربنیک آنیدراز برای ترکیب دی‌اکسید کربن با آب در غشای گلبول‌های قرمز همه‌ی افراد وجود دارد. ولی تولید پادتن‌ها مربوط به لنفوسیت‌های B است که در گروه خونی B پادتن A ساخته می‌شود.

۵۰- گزینه‌ی (۲).

الل‌های هموفیلی و تحلیل عضلانی دوشن بر روی کروموزوم X قرار دارند. پدر ژنوتیپ $X_d^h Y$ دارد و چون زن هتروزیگوس پدر بیمار نسبت به هر دو صفت و مادر سالم دارد، ژنوتیپ زن $X_d^h X_h$ خواهد بود، و هر دو گروه خونی AB دارند.

۵۱- گزینه‌ی (۱).

$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ دختران ژنوتیپ مادر را برای الل‌های دو نوع بیماری و $\frac{1}{2}$ گروه خونی AB دارند.

۵۲- گزینه‌ی (۱).

چون یک سلول زاینده ذکر شده است از میوز آن ۴ سلول هاپلوئید یعنی یک تخمک و سه گویچه حاصل می‌شود و فقط یک تخمک گامت را تشکیل می‌دهد.

۵۳- گزینه‌ی (۴).

دو الل یک صفت را با A و B و دو الل صفت دیگر را با C و D نشان می‌دهیم چون الل‌ها هم‌توان هستند. برای هر صفت ۳ نوع فنوتیپ و برای دو نوع صفت ۹ نوع فنوتیپ حاصل می‌شود.

$X_A X_A$	$X_C X_C$	$3 \times 3 = 9$
$X_B X_B$	$X_D X_D$	
$X_A X_B$	$X_C X_D$	
۳ نوع فنوتیپ	۳ نوع فنوتیپ	

۵۴- گزینه‌ی (۲).

طول شاخک صفت اتوزومی و رنگ بال صفت وابسته به جنس است. از آمیزش پروانه‌ی شاخک بلند با شاخک کوتاه در F_1 همه‌ی پروانه‌ها شاخک کوتاه دارند. شاخک کوتاه صفت غالب و شاخک بلند صفت مغلوب است.

۵۵- گزینه‌ی (۳).

$\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{16}$ افراد نسل دوم شاخک کوتاه و خال‌دار خط‌دارند.

۵۶- گزینه‌ی (۳).

چون از والدین سالم فرزند مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل متولد شده است والدین هتروزیگوس هستند. چون از پدر مبتلا به تحلیل عضلانی دوشن و مادر سالم پسر مبتلا به بیماری تحلیل عضلانی دوشن متولد شده است مادر هتروزیگوس است.

$X^d Y \times X^D X^d$	$Hb^A Hb^S \times Hb^A Hb^S$
$\frac{1}{4} X^D X^d + \frac{1}{4} X^d X^d + \frac{1}{4} X^D Y + \frac{1}{4} X^d Y$ $\frac{1}{2}$ دختران سالم	$\frac{1}{4} Hb^A Hb^A + \frac{1}{2} Hb^A Hb^S + \frac{1}{4} Hb^S Hb^S$ $\frac{3}{4}$ سالم $\frac{1}{4}$ بیمار

$\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$ دختران خانواده سالم هستند.

۵۷- گزینه‌ی (۲).

۵۸- گزینه‌ی (۳).

ملخ نر $Yn = Y^3$ یعنی $XO + Y^2$ اتوزوم است و از دو آلل وابسته به X با غالبیت ناقص فقط یک آلل دارد و یک آلل صفت حد واسط را نشان نمی‌دهد. بنابراین ملخ نر نمی‌تواند صفت حد واسط را نشان دهد.

۵۹- گزینه‌ی (۳).

داشتن صفات حد واسط در فرزندان مربوط به صفات غالب ناقص است از آمیزش دو صفت هتروزیگوس با غالب ناقص نسبت حد واسط به صورت زیر است:

$$RW \times RW \quad \text{و} \quad AB \times AB \Rightarrow \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$$

۶۰- گزینه‌ی (-).

گزینه‌ی درست ندارد و پاسخ $\frac{1}{4}$ است. رنگ چلچله صفتی اتوزومی است و آلل‌های آن رابطه‌ی هم توانی دارند، چون در F_1 ، افراد دارای رنگ قهوه‌ای با رگه‌های طوسی شده‌اند و فنوتیپ هر دو صفت ظاهر شده است. طول منقار وابسته به جنس است چون در دو جنس به طور متفاوت مشاهده می‌شود. منقار بلند غالب و کوتاه مغلوب است.

$$P : AA \quad Z_L Z_L \quad \times \quad BB \quad Z_1 W$$

$$F_1 : AB \quad Z_L Z_1 \quad + \quad AB \quad Z_L W$$

$\frac{1}{4}$ منقار بلند و رنگ قهوه‌ای با رگه‌های طوسی

$$AB \quad \times \quad AB \quad Z_L Z_1 \quad \times \quad Z_L W$$

$$\frac{1}{4} AA \quad + \quad \frac{1}{4} AB \quad + \quad \frac{1}{4} BB \quad \frac{1}{4} Z_L Z_L \quad + \quad \frac{1}{4} Z_L Z_1 \quad + \quad \frac{1}{4} Z_L W \quad + \quad \frac{1}{4} Z_1 W$$

در گزینه‌ها پاسخ $\frac{1}{4}$ وجود ندارد.

۶۱- گزینه‌ی (۱).

چون از پدر هموفیل و مادر سالم دختر هموفیل متولد شده مادر ناقل هموفیلی است. چون از پدر مبتلا به هانتینگتون و مادر سالم دختر سالم متولد شده پدر ناقل است. چون از والدین Rh^+ فرزند Rh^- متولد شده هر دو ناخالص هستند.

۶۲- گزینه‌ی (۱).

$$Bb \times Bb \Rightarrow \frac{1}{4} BB + \frac{1}{2} Bb + \frac{1}{4} bb$$

۶۳- گزینه‌ی (۱).

همگی صورتی $F_1 = RW \Rightarrow$ گل میمونی سفید $\times WW$ گل میمونی قرمز RR

از آمیزش گل میمونی قرمز و سفید، تمام زاده‌های نسل اول صورتی خواهند شد. رابطه‌ی آلل‌ها در این گونه صفات که در F_1 ظاهر می‌شود، غالب ناقص می‌نامند.

۶۴- گزینه‌ی (۴).

ملخ نر کروموزوم جنسی XO دارد و بر روی کروموزوم فقط یک آلل قرار می‌گیرد و یک نوع فنوتیپ را نشان می‌دهد و برای دو نوع آلل، دو نوع فنوتیپ ایجاد می‌شود.

✓ رابطه‌ی غالب و مغلوبی آلل‌ها $a, A \leftarrow X_{A0}, X_{a0}$

✓ رابطه‌ی هم‌توانی آلل‌ها $C, B \leftarrow X_{C0}, X_{B0}$

۶۵- گزینه‌ی (۲).

مرد مبتلا به هانتینگتون که مادرش کاملاً سالم بوده است، ناقل می‌باشد و ژنوتیپ Hh دارد. زنی که مادرش کوررنگ و هموفیل بوده و هر دو صفت وابسته به کروموزوم X است، ژنوتیپ $X^c X$ دارد.

زن ناقل مرد سالم زن سالم مرد هانتینگتون

$$Hh \times hh \quad XY \times X^c X$$

۶۶- گزینه‌ی (۳).

$$Aa \times Aa$$

از پدر و مادر سالم، فرزند زال متولد شده است، پس هر دو ناقل هستند.

$$X^h X \times XY$$

از پدر و مادر سالم، پسر هموفیل متولد شده است، پس مادر حامل می‌باشد.

۶۷- گزینه‌ی (۲).

در افراد مبتلا به بیماری فنیل کتونوریا، آنزیمی که آمینواسید فنیل آلانین را به آمینواسید تیروزین تبدیل کند وجود ندارند و در اثر تجمع محصولات حاصل از متابولیسم غیرعادی فنیل آلانین در بدن، در فرد عقب‌ماندگی ذهنی به وجود می‌آید.

۶۸- گزینه‌ی (۳).

در ملخ‌ها، جنس ماده دو کروموزوم X دارند لذا در ماده‌ها خواهیم داشت:

$$X^A : X^A X^A, X^A X^B, X^A X^C, X^A X^D$$

$$X^B : X^B X^B, X^B X^C, X^B X^D$$

$$X^C : X^C X^C, X^C X^D$$

$$X^D : X^D X^D$$

$$X_O^A, X_O^B, X_O^C, X_O^D$$

و در نرها فقط ۴ نوع ژنوتیپ خواهیم داشت:

در نتیجه برای این صفت در جمعیت ملخ‌ها ۱۴ نوع ژنوتیپ خواهیم داشت.

۶۹- گزینه‌ی (۳).

در بیماری وابسته به جنس با داشتن رابطه‌ی غالب و مغلوبی در زن برای هر صفت دو نوع فنوتیپ و برای دو صفت چهار نوع فنوتیپ حاصل می‌شود. دو نوع بیماری وابسته به جنس با داشتن رابطه‌ی غالب و مغلوبی مانند هموفیلی و دیستروفی عضلانی می‌باشد.

$$\left. \begin{array}{l} X^H X^H \\ X^H X^h \end{array} \right\} \text{یک نوع فنوتیپ سالم}$$

$$\left. \begin{array}{l} X^H X^h \\ X^h X^h \end{array} \right\} \text{دو نوع فنوتیپ برای یک صفت}$$

$$\left. \begin{array}{l} X^H X^H \\ X^H X^h \\ X^h X^h \end{array} \right\} \text{یک نوع فنوتیپ - هموفیل}$$

$$\left. \begin{array}{l} X_D X_D \\ X_D X_d \end{array} \right\} \text{یک نوع فنوتیپ - سالم}$$

$$\left. \begin{array}{l} X_D X_D \\ X_D X_d \\ X_d X_d \end{array} \right\} \text{دو نوع فنوتیپ برای یک صفت}$$

$$X_d X_d \left\} \text{یک نوع فنوتیپ - دیستروفی عضلانی روشن}$$

$$2 \times 2 = 4$$

همزمان با مطالعه‌ی دو صفت - نوع فنوتیپ:

۷۰- گزینه‌ی (۱).

فردی که از نظر صفت زالی هتروزایگوس است علائم و نشانه‌های زالی را نشان نمی‌دهد.

✓ گزینه‌ی ۲: هانتینگتون بیماری غالب اتوزومی است و فرد با ژنوتیپ HH و Hh علائم بیماری را نشان می‌دهند.

✓ **گزینه ۳:** افرادی که تالاسمی مینور (با ژنوتیپ CC) دارند، معمولاً سالم هستند، اگرچه برخی از آن‌ها ممکن است کم‌خونی خفیف داشته باشند. گلبول‌های قرمز این افراد کوچک‌تر از گلبول‌های قرمز افراد طبیعی است.

✓ **گزینه ۴:** افراد ناخالص از نظر کم‌خونی داسی شکل ($Hb^A Hb^S$) عموماً مشکل حادی ندارند، فقط هنگامی که اکسیژن محیط کم باشد گلبول‌های قرمز آن‌ها داسی شکل می‌شوند که البته خطر بسته شدن برخی مویرگ‌ها در این مواقع وجود دارد.

۷۱- گزینه‌ی (۲).

چون در خانواده هم پسر کورنگ و پسر هموفیل متولد شده است، مادر ناقل کورنگی و هموفیلی است. مادر ژنوتیپ $X_C^H X_C^h$ دارد.

به دلیل تولد فرزندان با گروه خونی O^- و A^- ، والدین گروه خونی ناخالص دارند. پدر ژنوتیپ $BORr$ و مادر ژنوتیپ $AORr$ دارد.

۷۲- گزینی (۲).

۱) فرزندان گروه خونی مشابه والدین دارند: $AB \times AB = \frac{1}{2}AB$ ژن اتوزومی سالم غالب: T

$\frac{1}{4}$ فرزندان مبتلا به تالاسمی مازور هستند : $Tt \times Tt = \frac{1}{4} tt$ زن اتوزومی بیماری زای مغلوب : t

فرزندان با گروه خونی AB و مبتلا به تالاسمی ماژور: $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$

۷۳- کزیندی (۳).

AaBb × aaBb

$Aa \times aa \Rightarrow \frac{1}{2} aa$ بیمار و $Bb \times Bb \Rightarrow \frac{1}{4} bb$ بیمار $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$

۷۴-گزینہی (۱۳).

در گام اول ژنوتیپ والدین را پیدا می‌کنیم. ژنوتیپ پدر به صورت $X_k^c Y I^A i r r$ زیرا که مرد ها یک کروموزوم X دارند و هر صفت وابسته X در مرد ها روی همین کروموزوم X قرار دارد و چون این مرد دارای فرزند دارای گروه خونی O است پس در صفت گروه خونی هتروزیگوس است. ژنوتیپ مادر هم به صورت $X_k^h X I^B i R r$ است زیرا که مادر در مورد هموفیلی و کام شکافدار هتروزیگوس است و این که مادر دارای پسر دارای هر دو بیماری متوجه می‌شویم که ال‌های هموفیلی و کام شکافدار هر دو روی یک کروموزوم X مادر قرار دارد و از آن جا که مادر دارای فرزند دارای گروه خونی O^- است پس در هر دو صفت گروه خونی و Rh هتروزیگوس است.

۷۵-گزینہ (۷).

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

با توجه به اطلاعات سؤال فوق :

۷۶- گزینہ (۱۴).

در گام اول ژنوتیپ والدین را پیدا کنیم: چون پدر گروه خونی A^+ دارد پس ژنوتیپ آن ممکن است $I^A I^A RR$ یا $I^A i Rr$ باشد و چون در فرزندان این خانواده احتمال فرزند با گروه خونی AB^- وجود دارد پس در ژنوتیپ مادر باید I^A و rr مغلوب Rh^- وجود داشته باشد که با این وصف برای مادر ژنوتیپ‌های زیر محتمل است. $I^A I^B Rr$, $I^A I^B rr$, $I^A i Rr$ و $I^A i rr$ حالا در گام بعدی باید به یک ژنوتیپ برای هر یک از والدین بدهیم.

چون تولد فرزند به نسبت $AB^{-} 6/25\%$ است یعنی $AB^{-} \frac{1}{16}$ یا $AB \times \frac{1}{4} Rh^{-}$ بوده است. در این حالت پدر ژنوتیپ $I^A i$ و مادر ژنوتیپ

$I^A I^B$ یا $I^B I^A$ دارد و Rh⁺ است. برای تولد فرزند بزر با گروه خونی B⁺ احتمال آمیزش Rh⁺ و Rh⁺ وجود دارد.

$I^A i \times I^A I^B$ $\frac{1}{4} I^B i$ $\downarrow$ $\frac{1}{4} B$	$I^A i \times I^B i$ $\frac{1}{4} I^B i$ $\downarrow$ $\frac{1}{4} B$	$Rr \times Rr$ $\frac{1}{4} RR + \frac{2}{4} Rr + \frac{1}{4} rr$ $\frac{3}{4} Rh^+$	$\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{32}$
--	--	--	--

۷۷- گزینه‌ی (۱).

زمانی که والدین بیمار فرزند سالم دارند نحوه‌ی وراثت بیماری از نوع غالب است. حال اگر بیماری والدین از نوع وابسته به جنس باشد در فرزندان آن‌ها اصلاً فرزند دختر سالم دیده نمی‌شود چون دخترها یک کروموزوم X را حتماً از پدر خود دریافت می‌کنند و چون پدر هم فقط یک کروموزوم X دارد و آن هم حامل آلل بیماری است فرزند دختر حتماً بیمار است.

۷۸- گزینه‌ی (۲).

یک انسان سالم ۲۳ جفت کروموزوم دارد که اگر ۱۹ جفت آن دارای ژن‌های هوموزیگوس باشد، ۴ جفت آن هتروزیگوس است. با استفاده از فرمول 2^n که در آن n تعداد جفت صفت‌های هتروزیگوس است، می‌توان تعداد انواع گامت فرد را محاسبه نمود. پس: $2^4 = 16$

۷۹- گزینه‌ی (۲).

در گام اول تکلیف نوع صفات و غالب - مغلوبی آن‌ها را مشخص کنیم.
 الف) صفت طول شاخک چون حالت حد واسط دارد پس از رابطه‌ی غالب و مغلوبی پیروی نمی‌کند و چون در همه‌ی افراد F_1 به صورت حد واسط و در هر دو جنس ظاهر شده است پس درمی‌یابیم که این صفت اتوزومی است و والدین هم هوموزیگوس‌اند.
 ب) صفت وضعیت بال چون حالت حد واسط دارد پس از رابطه‌ی غالب و مغلوبی پیروی نمی‌کند و چون در افراد F_1 صفت حد واسط فقط در نرها (ZZ) مشاهده شده است درمی‌یابیم که صفت وابسته به جنس است.
 در گام دوم ژنوتیپ والدین را نوشته و سعی می‌کنیم از آمیزش آن‌ها نسل F_1 را محاسبه نماییم (البته این کار فقط جهت اطمینان از ژنوتیپ‌های والدین است). در گام سوم افراد نسل اول را آمیزش داده و نسبت خواسته شده را محاسبه می‌کنیم. توجه نمایید که در صورت سؤال خواسته شده چه نسبتی از ماده‌ها بال خط‌دارند نه چه نسبتی از زاده‌ها ماده‌ی بال خط دارند.

۸۰- گزینه‌ی (۴).

در صورت سؤال خواسته افرادی از F_2 که بال دانه‌دار و شاخک متوسط دارند. بال دانه‌دار هم در نرها هم در ماده‌های F_2 دیده می‌شود و در مجموع

$$\text{احتمال آن } \frac{1}{4} \text{ است. شاخک متوسط هم } \frac{1}{4} \text{ احتمال دارد؛ پس: } \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$$

۸۱- گزینه‌ی (۳).

گام اول: ابتدا سعی می‌کنیم ژنوتیپ والدین را حدس بزنیم، در این سؤال مادر چون گروه خونی A دارد پس یا $I^A I^A$ است یا $I^A i$ و از طرفی چون در مورد پدر اطلاعاتی نداریم باید تمامی احتمالات را امتحان کنیم.
 گام دوم: ژنوتیپ‌های محتمل برای پدر و مادر را نوشته و آمیزش‌های احتمالی را بررسی و نتایج را استخراج نماییم.

گام سوم: چون احتمال تولد پسر دارای گروه خونی A، $\frac{1}{4}$ است می‌توان دریافت که $\frac{1}{4}$ آن مربوط به احتمال پسر شدن است و احتمال گروه خونی A، $\frac{1}{4}$ است لذا با توجه به نتایج گام دوم به پاسخ می‌رسیم.

ژنوتیپ‌های ممکن برای پدر یکی از ژنوتیپ‌های ممکن برای مادر $I^A i$

حالت اول- اگر مادر گروه خونی $I^A i$ داشته باشد. برای $\frac{1}{2} A$ گروه خونی پسر، پدر ژنوتیپ $I^A I^B$ و ii باید داشته باشد.

$$I^A I^A \rightarrow \frac{1}{2} A$$

$$I^A i \rightarrow \frac{3}{4} A$$

$$I^A I^B \rightarrow \frac{1}{2} A$$

$$I^B I^B \rightarrow \circ$$

$$I^B i \rightarrow \frac{1}{4} A$$

$$ii \rightarrow \frac{1}{2} A$$

ژنوتیپ‌های ممکن برای پدر ژنوتیپ دیگر ممکن برای مادر $I^A I^A$

حالت دوم- اگر مادر گروه خونی $I^A I^A$ داشته باشد. برای $\frac{1}{2} A$ گروه خونی پسر، پدر ژنوتیپ $I^A I^B$ و $I^B i$ باید داشته باشد.

$$I^A I^A \rightarrow \frac{1}{2} A$$

$$I^A i \rightarrow \frac{1}{2} A$$

$$I^A I^B \rightarrow \frac{1}{2} A$$

$$I^B I^B \rightarrow \circ$$

$$I^B i \rightarrow \frac{1}{2} A$$

$$ii \rightarrow \frac{1}{2} A$$

با توجه به ۱۲ آمیزش ممکن برای این سؤال فقط در ۴ آمیزش احتمال تولد فرزند با گروه خونی A ، $\frac{1}{2}$ است ولی به این نکته توجه کنید که صورت سؤال ژنوتیپ‌های گروه خونی برای پدر را خواسته که با این توجه ژنوتیپ $I^A I^B$ را که دو بار و در دو آمیزش احتمالی تکرار شده یک بار در نظر می‌گیریم در نتیجه برای پدر ۳ نوع ژنوتیپ $I^A I^B$ ، $I^B i$ و ii ممکن است.

۸۲- گزینه‌ی (۲).

هر انسان سالم ۲۳ جفت کروموزوم دارد در حالتی که ۱۹ جفت از آن‌ها هوموزیگوس باشد، ۴ جفت از آن‌ها هتروزیگوس خواهد بود که با استفاده از فرمول 2^n می‌توان تعداد انواع گامت‌هایی را که می‌تواند بسازد، محاسبه کرد.

$$2^n = 2^4 = 16$$

پس:

۸۳- گزینه‌ی (۴).

زمانی در رابطه با یک صفت تعداد ژنوتیپ‌ها با فنوتیپ‌ها برابر می‌شود که بین الل‌های مربوط به آن صفت هیچ‌گونه رابطه‌ی غالب و مغلوبی وجود نداشته باشد.

۸۴- گزینه‌ی (۳).

در گام اول ژنوتیپ والدین را محاسبه نمایید. با توجه به این که طول بال اتوزومی است و این که در فرزندان بال متوسط ظاهر شده پس ملخ نر و ماده والد برای صفت طول باز هوموزیگوس است و از طرفی از آن‌جا که رنگ بال وابسته به جنس است و این که در نسل فرزندان همه بال سبز شده‌اند متوجه می‌شویم که صفت دارای صفت غالب و مغلوبی است.

در گام دوم والدین را آمیزش می‌دهیم تا نسل F_1 ظاهر شود (جهت اطمینان از صحیح بودن ژنوتیپ والدین):

$$P: X^g O A A \times X^G X^G a a$$

همگی بال سبز متوسط

$$F_1: X^g X^G A a \times X^G O A a$$

↓

F_2 :

$$\frac{1}{4} X^g X^G, \frac{1}{4} X^g O, \frac{1}{4} X^G X^G, \frac{1}{4} X^G O$$

$$\frac{1}{4} A A + \frac{1}{4} A a + \frac{1}{4} a a$$

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

۸۵- گزینه (۴).

در F_2 همه‌ی ماده‌ها بال سبزاند.

۸۶- گزینه (۲).

در گام اول با توجه به این که صفت طول شاخک در نسل دوم فقط در یک جنس دیده می‌شود پس این صفت وابسته به جنس است و با توجه به این که حالت حد واسط وجود ندارد پس صفت به صورت غالب و مغلوبی به ارث می‌رسد.

در گام دوم ژنوتیپ والدین را مشخص و افراد F_1 را مشخص می‌کنیم (جهت اطمینان از ژنوتیپ‌های والدین)

$$X^a O B B \times X^A X^A b b$$

↓

$$X^A X^a B b \times X^A O B b$$

$$F_1: X^g X^G A a \times X^G O A a$$

در گام سوم نسل F_2 را محاسبه کرده و نسبت خواسته شده را به دست می‌آوریم:

↓

$$F_2: \frac{1}{4} X^A X^A$$

$$\frac{1}{4} X^A X^a$$

$$\frac{1}{4} X^A O$$

$$\frac{1}{4} X^a O$$

$$\frac{1}{4} B B$$

$$\frac{1}{2} B b$$

$$\frac{1}{4} b b$$

⇒

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

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

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

۸۷- گزینه (۲).

در گام اول ژنوتیپ والدین را شناسایی می‌کنیم. کام شکاف‌دار یک صفت وابسته به X است و به صورت مغلوب به ارث می‌رسد پس:

$$P: X^K Y A a \times X^K X A a$$

↓

در گام دوم نسل فرزندان را محاسبه می‌کنیم.

$$F_1: \frac{1}{4} X^K X^K \left| \begin{array}{l} \frac{1}{4} AA \\ \frac{1}{4} X^K X^K \\ \frac{1}{4} X^K X^Y \\ \frac{1}{4} XY \end{array} \right. \Rightarrow \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$$

۸۸- گزینه (۲).

برای حل کردن این نوع مسائل تعداد ژنوتیپ و فنوتیپ صفت مختلف را جداگانه محاسبه کرده سپس در هم ضرب می‌کنیم. برای کوررنگی در مردان ۲ نوع ژنوتیپ ($X^C Y$, $X^c Y$) و دو نوع فنوتیپ (کوررنگ و سالم) وجود دارد. برای گروه خونی هم ۶ نوع ژنوتیپ ($I^A I^B$, $I^A I^A$, $I^B I^B$, $I^B I^i$, $I^A I^i$, $I^i I^i$) و ۴ نوع فنوتیپ (A , B , AB و O) وجود دارد. برای Rh هم ۳ نوع ژنوتیپ (RR , Rr , rr) و ۲ نوع فنوتیپ (Rh^+ و Rh^-) وجود دارد پس:

$$\text{تعداد فنوتیپ} = 4 \times 2 \times 2 = 16 \quad \text{تعداد ژنوتیپ} = 6 \times 2 \times 3 = 36$$

۸۹- گزینه (۲).

با توجه به اینکه شاخک کوتاه در نسل اول وجود ندارد و در نسل دوم فقط در نرها مشاهده می‌شود، پس طول شاخک یک صفت وابسته به جنس است که در آن الل بلندی شاخک غالب بر کوتاهی آن است. صفت طول بال نیز یک صفت اتوزومی است که در آن الل بلندی بال غالب بر الل کوتاهی آن است. با توجه به این توضیحات، طرح آمیزشی سؤال به این ترتیب است:

$$\begin{array}{c} \text{والدین } \frac{1}{2} O A A \times \frac{1}{2} a a \\ \downarrow \\ \text{نسل اول } \frac{1}{4} X^O A a + \frac{1}{4} X^A a \\ \text{صفت طول بال: } A a \times A a \quad \text{صفت طول شاخک: } \frac{1}{2} O \times \frac{1}{2} A \\ \downarrow \qquad \qquad \downarrow \\ \frac{1}{4} A A + \frac{1}{2} A a + \frac{1}{4} a a \quad \frac{1}{4} A A + \frac{1}{4} A O + \frac{1}{4} A O + \frac{1}{4} O O \\ \text{بال بلند} \qquad \qquad \text{بال بلند} \end{array}$$

با توجه به طرح آمیزش بالا، $\frac{1}{16}$ (نه $\frac{1}{8}$) افراد نسل دوم، نرهای بال کوتاه و شاخک بلند می‌باشند.

۹۰- گزینه (۲).

زمانی که یک صفت با ۴ الل کنترل شود که یک الل بر ۳ الل دیگر غالب و بین سه الل دیگر رابطه‌ی غالب و مغلوبی نباشد. ۱۰ نوع ژنوتیپ و ۷ نوع فنوتیپ وجود خواهد داشت.

۹۱- گزینه (۱).

ماده شاخک بلند $\leftarrow X^S O \times X^B X^S \leftarrow$ نر شاخک کوتاه

$$\begin{array}{c} \downarrow \\ \underbrace{X^S X^B, X^S X^S}_{\frac{1}{2}} , \underbrace{X^B O, X^S O}_{\frac{1}{2}} \\ \frac{1}{4} \text{ نرها بال کوتاه} \quad \frac{1}{4} \text{ ماده‌ها بال متوسط} \end{array}$$

۹۲- گزینه‌ی (۷).

$$\begin{array}{c}
 X^H Y Tt \times X^H X^h tt I^A I^B \\
 \downarrow \\
 X^H Y \times X^H X^h \quad \left| \begin{array}{c} Tt \times tt \\ \downarrow \\ Tt, tt \end{array} \right| \quad \left| \begin{array}{c} I^A I^B \\ \downarrow \\ I^A i, I^B i \end{array} \right| \Rightarrow \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}
 \end{array}$$

$\underbrace{X^H X^H, X^H X^h, X^H Y, X^h Y}_{\frac{1}{4}} \quad \underbrace{Tt, tt}_{\frac{1}{4}} \quad \underbrace{I^A i, I^B i}_{\frac{1}{2}}$

۹۳- گزینه‌ی (۴).

الل‌ها را با A ، B ، C ، D نشان می‌دهیم:

- اگر صفت وابسته به X باشد (Z):

- انواع ژنوتیپ در ماده‌ها: ۱۱

$$X^A Y + X^B Y + X^C Y + X^D Y$$

- انواع ژنوتیپ در نرها: $\frac{n(n+1)}{2}$

$$+ X^C X^D + X^A X^A + X^B X^B + X^C X^C + X^D X^D$$

$$\text{انواع ژنوتیپ‌ها} = \frac{n(n+1)}{2} + n = \frac{4(5)}{2} + 4 = 14$$

$$\text{انواع آمیزش‌ها} = \frac{n(n+1)}{2} \times n = \frac{4(5)}{2} \times 4 = 40$$

- در صورتی که صفت وابسته به Y (W) باشد.

- انواع ژنوتیپ در ماده‌ها: n

$$XY^A + XY^B + XY^C + XY^D$$

- انواع ژنوتیپ در نرها: ۱؛ چون پرندگان نر کروموزوم Y ندارند فقط یک نوع ژنوتیپ (OO) مفروض است.

$$\text{انواع ژنوتیپ‌ها} = n + 1 = 4 + 1 = 5$$

$$\text{انواع آمیزش‌ها} = n \times 1 = 4$$

$$\text{مجموع انواع ژنوتیپ‌ها} = 14 + 5 = 19$$

وابسته به X وابسته به Y

$$\text{مجموع انواع آمیزش‌ها} = 40 + 4 = 44$$

۹۴- گزینه‌ی (۷).

توجه داشته باشید که فرضیه‌های مندل ۴ تا و قوانین مندل که بعد از خودش توسط پژوهشگران ژنتیک نام‌گذاری شد ۲ تا هستند. در نحوه‌ی به ارث رسیدن چند صفت قانون استقلال ژن‌ها مطرح است که در محاسبه‌ها با علامت ضربدر (x) کاربرد دارد. کروموزوم‌های جنسی را نیز یک صفت هموزیگوس در نظر می‌گیریم.

الف) صفاتی که از قانون استقلال ژن‌ها پیروی می‌کنند:

$$\begin{array}{c} \underline{A}, \underline{B}, \underline{C}, \underline{X} \\ a \quad b \quad c \quad x \end{array} \Rightarrow \text{کروموزوم‌های جنسی}$$

ب) صفاتی که از قانون استقلال ژن‌ها پیروی نمی‌کنند:

$$\begin{array}{c} \underline{DEF} \quad \text{یا} \quad \underline{DeF} \quad \text{یا} \quad \underline{DEf} \quad \text{یا} \quad \underline{Def} \\ d \quad e \quad f \quad d \quad e \quad F \quad d \quad E \quad f \quad d \quad E \quad f \end{array}$$

بین صفات گروه «ب» علامت «ضربدر» نباید باشد.

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

«الف»

۹۵- گزینهی (۴).

$$a_1 = 2a_2 = 2a_3 = 2a_4$$

$$a_1 + a_2 + a_3 + a_4 = 5$$

فراوانی ال a_1 دو برابر سایر ال‌هاست.

- ضریب a_1 و a_2 و ضریب سایر ال‌ها ۱ است.

- بنابراین فراوانی a_1 برابر با $\frac{2}{5}$ و سایر ال‌ها برابر با $\frac{1}{5}$ می‌شود.

- ال a_1 بر همه‌ی ال‌ها غالب است. افرادی که فنوتیپ a_1 دارند به صورت زیر است:

$$\left. \begin{aligned} f(a_1 a_1) &= \frac{2}{5} \times \frac{2}{5} = \frac{4}{25} \\ f(a_1 a_2) &= 2 \times \frac{2}{5} \times \frac{1}{5} = \frac{4}{25} \\ f(a_1 a_3) &= 2 \times \frac{2}{5} \times \frac{1}{5} = \frac{4}{25} \\ f(a_1 a_4) &= 2 \times \frac{2}{5} \times \frac{1}{5} = \frac{4}{25} \end{aligned} \right\} \frac{16}{25} \quad \text{فراوانی افراد با فنوتیپ } a_1$$

۹۶- گزینهی (۲).

این تست در ارتباط با آمیزش آزمون است اگر کبوتر نر چشم سیاه، خالص ($Z_B Z_B$) باشد وقتی با کبوتر ماده‌ی مغلوب (چشم قهوه‌ای $Z_b W$) آمیزش دهیم همه زاده‌ها چشم سیاه می‌شوند ولی اگر کبوتر نر چشم سیاه، خالص ($Z_B Z_b$) باشد وقتی با کبوتر ماده‌ی مغلوب (چشم قهوه‌ای $Z_b W$) آمیزش دهیم:

$$\begin{aligned} Z_B Z_b \times Z_b W \\ Z_B Z_b + Z_b Z_b + Z_B W + Z_b W \end{aligned}$$

رنگ چشم نیمی از نرها و نیمی از ماده‌ها قهوه‌ای و یا سیاه خواهد شد.

۹۷- گزینهی (۱).

$$P) AAYYLL \times aaYYll$$

$$F_1) AaYYLl \times AaYYLl$$

$$F_2) \left(\frac{1}{4} AA + \frac{2}{4} Aa + \frac{1}{4} aa \right) \left(\frac{1}{4} YY + \frac{2}{4} Yl + \frac{1}{4} ll \right)$$

$$\frac{\frac{1}{16} (AA + aa)(YY)(LL + ll)}{\frac{1}{16} (Aa)(YY)(LL + ll) + \frac{1}{16} (AA + aa)(YY)(ll)} = \frac{1}{2}$$

(B = پر سیاه، b = پر سفید) - (L = منقار بزرگ، S = منقار کوچک) - (A = بال کوتاه، a = بال بلند)

۹۸- گزینهی (۳).

$$ZZ(bbLLaa) = ۱ : «۲» \quad \text{گزینهی «۲»}$$

$$ZZ(BbLSAa) = ۸ : «۱» \quad \text{گزینهی «۱»}$$

$$ZW(bbLLaa) = ۲ : «۴» \quad \text{گزینهی «۴»}$$

$$ZW(BbLSAa) = ۱۶ : «۳» \quad \text{گزینهی «۳»}$$

$$(aa \times Aa)(Bb \times Bb)(Cc \times cc)$$

۹۹- گزینهی (۲).

$$\left(\frac{1}{4} Aa \right) \times \left(\frac{2}{4} Bb \right) \times \left(\frac{1}{4} Cc \right) = \frac{1}{8}$$

۱۰۰- گزینهی (۳).

(R = قرمز، A = صاف) (G = سبز، a = دنداندار)

$$P) aaGG \times AARR$$

$$F_1) AaRG \times AaRG$$

$$F_2) \left(\frac{1}{4} AA + \frac{2}{4} Aa + \frac{1}{4} aa \right)$$

$$\left(\frac{1}{4} RR + \frac{2}{4} RG + \frac{1}{4} GG\right)$$

$$\left(\frac{3}{4} \text{ زرد}\right) \left(\frac{2}{4} \text{ صاف}\right) = \frac{3}{8}$$

۱۰۱- گزینه‌ی (۴).

$$P: Z^b Z^b TT \times Z^G WSS$$

$$\Downarrow$$

$$F_1: Z^G Z^b TS + Z^b WTS$$

$$\Downarrow$$

$$F_2: \begin{array}{l|l} \frac{1}{4} Z^G Z^b \text{ قهوه‌ای} & \frac{1}{4} TT \text{ بلند} \\ \frac{1}{4} Z^b Z^b \text{ سیاه} & \frac{2}{4} TS \text{ بلند} \\ \frac{1}{4} Z^G W \text{ قهوه‌ای} & \frac{1}{4} SS \text{ کوتاه} \\ \frac{1}{4} Z^b W \text{ سیاه} & \end{array} \Rightarrow \frac{1}{2} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{8}$$

۱۰۲- گزینه‌ی (۱).

فردی که ناقل هموفیلی است، جنسیت او زن است چراکه هموفیلی یک صفت وابسته به جنس مغلوب بوده و مردان (XY) نمی‌توانند ناقل باشند. از طرفی در زنان با هربار میوز، ۴ سلول تولید می‌شود که سه سلول آن‌ها به دلیل سیتوکینز نابرابر به صورت گویچه‌های قطبی از بین می‌روند و فقط یک گامت ماده تولید می‌شود! توجه داشته باشید بیان نوع ژنوتیپ در این تست یک دام آموزشی بوده تا شما گزینه‌ی ۳ را انتخاب نکنید.

۱۰۳- گزینه‌ی (۳).

پرنده ماده دارای کروموزوم‌های جنسی به صورت ZW است. اگر این چکاوک ماده را که دارای ۷ جفت کروموزوم است به صورت $(2n=12+ZW)$ نشان دهیم، متوجه خواهیم شد که دارای ۶ جفت (۱۲) کروموزوم اتوزوم است. حال اگر چهار جفت از کروموزوم‌های اتوزومی آن هموزیگوس باشد پس دو جفت آن هتروزیگوس بوده و با یک جفت کروموزوم جنسی (ZW) جمعاً سه جفت کروموزوم هتروزیگوس دارد. از این رو حداکثر توانایی تولید ۸ نوع گامت را دارد:

$$AA, BB, DD, CC, Ee, Ff, ZW$$

$$1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 2 \times 2 \times 2 = 8$$

۱۰۴- گزینه‌ی (۱).

در ملخ‌ها، نرها XO و ماده‌ها XX هستند اگر نوع آمیزش ملخ‌ها را در نظر بگیریم: چون نرها کروموزوم X خود را از مادر خود می‌گیرند لذا ماده‌های نسل قبل باید الل مغلوب را داشته باشند. چون در تست نگفته همه‌ی ملخ‌های نر فنوتیپ مغلوب را دارند لذا ماده‌ها را می‌توان هم هموزیگوس مغلوب و هم هتروزیگوس در نظر گرفت.

۱۰۵- گزینه‌ی (۴).

$$P: Aa \times Aaf: \frac{1}{4} AA + \frac{1}{4} Aa + \frac{1}{4} aa$$

زاده‌هایی که فنوتیپ غالب دارند (1AA: 2Aa) به احتمال $\frac{1}{3}$ خالص (AA) و به احتمال $\frac{2}{3}$ ناخالص (Aa) هستند. زاده‌هایی که خالص اند (1AA: 1aa) به احتمال $\frac{1}{4}$ فنوتیپ مغلوب (aa) دارند $\frac{1}{4}$ زاده‌ها از نظر ژنوتیپ و فنوتیپ به والد خود شباهت دارند.

۱۰۶- گزینه‌ی (۳).

همانطوری که اثر روی شکل مشخص است، کروموزوم‌های دو کروماتیدی در حال جدا شدن از یکدیگر می‌باشند. پس سلول در مرحله‌ی آنافاز میوز I است.

در این مرحله از هر دو کروموزوم همولوگ یکی به یک قطب سلول و دیگری به قطب دیگر سلول می‌رود و در انتها در هر قطب فقط یک مجموعه کروموزوم خواهیم داشت که با قطب دیگر از نظر نوع آلل‌ها متفاوت است (چون آلل‌های موجود بر روی کروموزوم‌های همولوگ برخلاف آلل‌های کروماتیدهای خواهری می‌توانند با هم متفاوت باشند). پس بعد از تلوفاز I دو سلول خواهیم داشت که با یکدیگر متفاوت‌اند. از هر یک از این سلول‌ها بعد از میوز II دو سلول حاصل می‌شود که کاملاً شبیه به یکدیگرند. زیرا در طی میوز II کروماتیدهای خواهری که کاملاً شبیه به هم می‌باشند از هم جدا می‌شوند. پس در نهایت ۴ عدد سلول حاصل شده است که دو به دو شبیه به هم‌اند. همان نمودار معروف تقسیم میوز که برایتان کاملاً توضیح دادم.

۱۰۷- گزینه‌ی (۲)

فرمول ژنتیکی این فرد در رابطه با صفات مطرح شده به صورت زیر است که برای صفات هتروزیگوت عدد (۲) و برای صفات هموزیگوت عدد (۱) را در نظر می‌گیریم. سپس اعداد حاصل را در هم ضرب می‌کنیم.

$$x^c y A B i r$$

$$2 \times 2 \times 1 = 4$$

۱۰۸- گزینه‌ی (۲)

جوانه زدن نوعی تولیدمثل غیرجنسی است که همانند انواع دیگر تولیدمثل غیرجنسی، فرد حاصل از آن کاملاً شبیه به والد است. طبیعی است که عدد کروموزومی آن نیز شبیه والد و بدون تغییر خواهد بود. سلول‌های حاصل از تقسیم میتوز نیز از هر نظر شبیه سلول مادر می‌باشند.

۱۰۹- گزینه‌ی (۱)

در داخل سلولی که در آنافاز II قرار دارد، یک دوک تقسیم وجود دارد که بین دو جفت سانتیرویل (هر کدام دو میله عمود بر هم) قرار گرفته است. از طرفی چون کروماتیدهای خواهری که کاملاً شبیه به هم می‌باشند، در حال جدا شدن از یکدیگر هستند، پس سلول‌های حاصل از آنها کاملاً شبیه به یکدیگر می‌باشند. به عبارت ساده‌تر: این سلول توانایی تولید ۱ نوع گامت را دارد (البته با فرض بدون کراسینگ آور).

۱۱۰- گزینه‌ی (۳)

کسانی که گزینه ۲ رو زدند در دام آموزشی تست افتادند! چرا؟! چون این سؤال را با سئوالاتی که توانایی تولید چند نوع گامت را دارند اشتباه گرفتند. در حالی که اگر خوب به صورت سؤال دقت کنید، خواهید دید که سؤال تعداد گامت را پرسیده است نه تنوع گامت‌ها را! که پاسخ همان ۴ عدد است.

۱۱۱- گزینه‌ی (۱)

وقتی در سئوالی این‌چنینی، هم عدد کروموزومی و هم فرمول ژنتیکی یک سلول را داده باشند، تعداد انواع گامت را از روی هر کدام به صورت جداگانه محاسبه می‌کنیم و عدد کوچک‌تر را به عنوان تعداد انواع گامت‌ها می‌پذیریم. ممکن است این سؤال برای بعضی دانش آموزان پیش‌پایید که: چرا؟! علتش را در مبحث پیوستگی پیدا کنید. از طرفی می‌دانیم حالاتی که سلول‌ها می‌توانند در متافاز میوز I کنار هم قرار بگیرند (یعنی تعداد انواع آرایش دوک متافازی) برابر نصف تعداد انواع گامت‌هاست. پس:

$$2n = 4 \xrightarrow{\text{تعداد انواع گامت‌ها}} 2^n = 2^2 = 4 \leftarrow \text{(عدد کوچک) قابل قبول}$$

$$AaBbDd \xrightarrow{\text{تعداد انواع گامت‌ها}} 2 \times 2 \times 2 = 8$$

$$\text{تعداد انواع آرایش دوک متافازی} = \frac{\text{تعداد انواع گامت‌ها}}{2} = \frac{4}{2} = 2$$

۱۱۲- گزینه‌ی (۱)

دوباره سریع پاسخ دادید! صورت سؤال «چند گامت» را خواسته نه «چند نوع گامت» را! پس ساده است که هر سلول پس از یک میوز ۴ عدد گامت ایجاد می‌کند. پرمیون اساس بعضی‌ها گزینه‌ی «۲» را انتخاب می‌کنند ولی از آنجائیکه سؤال سلول زاینده مربوط به یک زن را خواسته است پاسخ فقط ۱ گامت خواهد بود زیرا هر سلول زاینده‌ی گامت در زنان فقط ۱ گامت تولید می‌کند.

۱۱۳- گزینه‌ی (۲).

فرمول ژنتیکی مردی با هر سه بیماری هموفیلی و کوررنگی و دیستروفی عضلانی کاملاً مشخص و به شکل $X^{dch} XY$ است ولی در مورد زنی که این آقا گرفته و نسبت به هر سه بیماری ناقل است نمی‌توان اظهار نظر دقیقی کرد، نمی‌توان خیلی سریع گفت: ژنوتیپ آن به شکل $X^{HCD} X^{hcd}$ است. به عبارت دیگر ژنوتیپ زن می‌تواند تنوع داشته باشد. چون ممکن است آلل‌های بزرگ همه بر روی یک کروموزوم نباشند ($X^{hcd} X^{HCD}$) و به این ترتیب چون نسبت به حالت قبلی، گامت‌های متفاوت تولید خواهد شد، نوع آمیزش نیز نسبت به حالت قبل متفاوت خواهد بود. بنابراین باید حساب کنیم که این ۳ جفت آلل به چند حالت می‌توانند بر روی یک جفت کروموزوم X قرار بگیرد. خوب حالا باید چه کار کرد؟ خیلی ساده است. از روش محاسبه نحوه آرایش تترادی استفاده می‌کنیم. یعنی: هرگاه یک فرمول ژنتیکی داشته باشیم و تعداد انواع حالات پیوستگی آن بر روی یک جفت کروموزوم مورد سؤال باشد، تعداد انواع گامت‌ها را از روی فرمول ژنتیکی محاسبه می‌کنیم و پاسخ را تقسیم به دو می‌کنیم تا تعداد انواع حالات پیوستگی به دست آید. بنابراین:

$$\frac{8}{2} = 4 \quad \text{تعداد انواع حالات پیوستگی} \quad 2 \times 2 \times 2 = 8 \quad \text{تعداد انواع گامت از روی فرمول ژنتیکی}$$

با توجه به اینکه برای زن هتروزیگوت نسبت به این صفات ۴ حالت مختلف وجود دارد و برای مرد هم ۱ حالت قابل تصور است:

$$1 \times 4 = 4 \quad \text{تعداد انواع آمیزش}$$

۱۱۴- گزینه‌ی (۱).

از آن جا که در F_1 هر دو زاده پا کوتاه شده‌اند، این صفت اتوزوم غالب است. بنابراین صفت «پابلند» اتوزوم مغلوب خواهد بود و از آن جایی که صفت رنگ بال در F_1 به دو شکل مختلف دیده می‌شود، می‌توان نتیجه گرفت که اولاً وابسته به جنس است، ثانیاً صفت فردی که دو کروموزوم X دارد، یعنی همان «بال سفید» غالب است (مرغ XY یا ZW و خروس XX یا ZZ است).

بال طلایی: b بال سفید: B پابلند: a پا کوتاه: A

حالا چرا بال طلایی رو $\frac{1}{4}$ گرفتیم؟

چون صورت سؤال فقط بال طلایی را خواسته است و نر و ماده بودن آن بی‌اثر است، پس باید هر دو حالت لحاظ شود.

$$P: AaX^B y \times aaX^b X^b$$

$$F_1: AaX^b y \times AaX^B X^b$$

F_2 : ؟ پابلند بال طلایی

$$Aa \times Aa \rightarrow AA \quad Aa \quad Aa \quad aa$$

$$\begin{array}{ccc} A & A & A \\ \hline \frac{2}{4} & & \end{array} \quad \begin{array}{c} a \\ \hline \frac{1}{4} \end{array}$$

پاکوتاه پابلند

$$X^b y \times X^B X^b \rightarrow X^B X^b, X^b X^b, X^B y, X^b y$$

$$\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16} \quad \text{بال طلایی و پابلند} \quad \frac{1}{4} \quad \text{بال طلایی}$$

۱۱۵- گزینه‌ی (۳).

در خانواده‌ی ۲، از والدین سالم، فرزند بیمار حاصل شده، یعنی صفت مورد مطالعه مغلوب است. صفت مورد نظر نمی‌تواند وابسته به X مغلوب باشد، زیرا در خانواده‌ی ۳، مادر بیمار، پسر سالم دارد. در صورتی که در بیماری‌های وابسته به X مغلوب اگر مادر بیمار باشد، پسر که کروموزوم X خود را از مادر می‌گیرد، حتماً بیمار خواهد شد. بنابراین صفت اتوزوم مغلوب است.



پس در خانواده‌ی ۲ منظور از «فرزند کوچک» دختری است که در سمت راست قرار دارد و بیمار نیست.

از آن جا که پدر و مادر این دختر، فرزند بیمار دارند، خودشان باید ناقل باشند.



این دختر سالم است و در بین سالم‌ها، احتمال ناقل (Aa) بودن $\frac{2}{3}$ است. دقت داشته باشید در صفات اتوزوم مغلوب، ناقلین هرگز بیمار نخواهند بود و همواره سالم هستند، بنابراین احتمال ناقل بودن فقط و فقط باید از روی سالم‌ها محاسبه شود و احتمال بیمار بودن کلاً حذف می‌شود.

۱۱۶- گزینه‌ی (۲).

در گامت‌زایی مرغ و به طور کلی جانوران ماده سیتوکینز نامساوی صورت می‌گیرد. در نتیجه سیتوپلاسم بیشتری به تخمک می‌رسد و پس از لقاح جنین بسته به نوع جاندار تا مدتی از آن تغذیه می‌کند. (ملخ با $2n = 24$ نیز ماده است، پس سلول زاینده آن پس از تقسیم سیتوکینز نامساوی دارد.) در نهاندانگان اولین تقسیم سلول تخم منجر به ایجاد یک سلول بزرگ‌تر و یک سلول کوچک‌تر می‌شود (یعنی سیتوکینز آن نامساوی است). که سلول کوچک‌تر با تقسیمات بعدی خود رویان را به وجود می‌آورد و سلول بزرگ‌تر بخشی برای اتصال رویان به گیاه مادر به وجود می‌آورد. بنابراین گزینه (۲) نیز سیتوکینز نامساوی دارد. ولی سلول تخم (زیگوت) خرگوش با تقسیمات خود جنین خرگوش را به وجود می‌آورد و سیتوکینز نامساوی ندارد.

۱۱۷- گزینه‌ی (۳).

لازم است بدانید این تست ترکیبی است؛ یعنی مربوط به چند فصل مختلف است !!

✓ **گزینه (۱):** براسیکاولراسه یک گیاه و دارای چرخه‌ی زندگی از نوع تناوب نسل است. (فصل ۴ پیش ۱)

✓ **گزینه (۲):** کلپ‌ها که بزرگ‌ترین آغازیان می‌باشند، جزء جلبک‌های قهوه‌ای بوده و چرخه تناوب نسل دارند. (فصل ۱۰ پیش ۲)

✓ **گزینه (۳):** کپک‌های مخاطی سلولی دسته‌ای از آغازیان می‌باشند که چرخه‌ی زندگی آن‌ها هاپلوئیدی است، زیرا جاندار بالغ در آن‌ها هاپلوئید است. (فصل ۱۰ پیش ۲)

✓ **گزینه (۴):** کپک‌های مخاطی پلاسمودیومی، دسته‌ای از آغازیان می‌باشند که چرخه دیپلوئیدی دارند، زیرا جاندار بالغ در آنها، دیپلوئید است. (فصل ۱۰ پیش ۲)

۱۱۸- گزینه‌ی (۴).

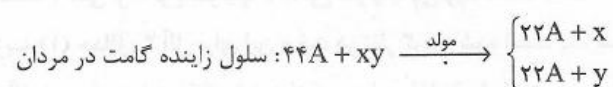
✓ **گزینه (۱) نادرست:** رنگ پوست از جمله صفات چندژنی است. بنابراین در بدن هر فرد چندین آلل در کنترل آن نقش دارند.

✓ **گزینه (۲) نادرست:** نظریه‌ی منسوخ آمیختگی صفات می‌گوید که هر فرد میانگینی از صفات والدین خود را نشان می‌دهد، در صورتی که این نظریه در مورد صفات دارای هم توانی، آن هم تنها در مورد بعضی صفات، صادق است؛ نه همه‌ی صفات یک فرد. به عبارت بهتر، همه صفات یک فرد نمی‌تواند هم توان باشد.

✓ **گزینه (۳) نادرست:** در آزمایش گریفیت فقط خود پدیده‌ی ترانسفورماسیون شناخته شد و عامل ترانسفورماسیون (DNA) در آزمایش ایوری و همکارانش کشف شد.

✓ **گزینه (۴) درست:** اصلاً یکی از ویژگی‌های مهم ماده‌ی وراثتی پایدار بودن آن است. در حالی که می‌دانیم RNA ها بعد از اینکه کار خود را در سلول انجام دادند از بین می‌روند و با رونویسی DNA، RNA های جدید ساخته می‌شود. یعنی RNA ها فقط میانجی‌های ساخت پروتئین از روی DNA هستند.

۱۱۹- گزینه‌ی (۴).



۱۲۰- گزینه‌ی (۳).

در آنافاز میوز I کروموزوم‌های همولوگ از هم جدا می‌شوند. در صورتی که در آنافاز میوز II کروماتیدهای خواهری از هم جدا شده و به قطبین می‌روند.

۱۲۱- گزینه‌ی (۱).

تمام اطلاعاتی که در صورت سؤال پراپتان ذکر کردم همه و همه دلم آموزشی هستند و در واقع شما نباید در دلم آموزشی گرفتار شوید! از میوز سلول زاینده‌ی یک جاندار ماده فقط ۱ عدد گامت از ۱ نوع تولید می‌شود. (البته می‌دانید که ۳ جسم قطبی نیز تولید می‌شود).

۱۲۲- گزینه‌ی (۱).

سلول با ژنوتیپ $AaBb$ ، ۲ نوع آرایش دوک متافازی دارد:

گامت‌های حاصل از یک نوع آرایش دوک متافازی

$$\left. \begin{matrix} AB \\ ab \end{matrix} \right]$$

گامت‌های حاصل از آرایش دوک متافازی دیگر

$$\left. \begin{matrix} Ab \\ aB \end{matrix} \right]$$

گامت موردنظر سؤال (ab) در یکی از انواع آرایش‌های دوک متافازی ایجاد می‌شود. چون در سؤال پرسیده شده که احتمال ایجاد این گامت از یک بار تقسیم میوزی این سلول چقدر است، در واقع باید ببینیم که احتمال ایجاد آرایش دوک متافازی که این گامت در نتیجه آن حاصل می‌شود، در یک تقسیم میوز چقدر است. و از آنجایی که این سلول ۲ نوع آرایش دوک متافازی دارد، پس احتمال این که آرایش موردنظر در تقسیم میوز اتفاق بیفتد، $\frac{1}{4}$ است. بنابراین احتمال ایجاد گامت موردنظر (ab) نیز از یک بار تقسیم میوز این سلول $\frac{1}{4}$ خواهد بود. دقت کنید که اگر گفته نمی‌شد، احتمال ایجاد این گامت از یک بار تقسیم میوزی این سلول چقدر است و فقط که احتمال ایجاد این گامت از سلول فوق را خواسته بود، پاسخ معادل $\frac{1}{4}$ بود.

۱۲۳- گزینه‌ی (۳).

در سؤال، تعداد گامت‌ها خواسته شده نه تعداد انواع گامت‌ها. می‌دانیم که هر سلول در اثر میوز ۴ سلول تولید می‌کند. اما از آنجا که بین این دو سلول موردنظر علامت آمیزش ($\times$) گذاشته شده است، باید یکی از این دو، ماده و دیگری نر باشد و می‌دانیم که سلول زاینده‌ی ماده به دنبال میوز فقط ۱ گامت تولید می‌کند. پس:

$$4 + 1 = 5$$

۱۲۴- گزینه‌ی (۷).

در متافاز I سلول دیپلوئید است. در ضمن چون کروموزوم‌ها ۲ کروماتیدی‌اند، مقدار DNA موجود در سلول دو برابر مقدار طبیعی است. اما در گزینه‌های (۱)، (۳) و (۴) سلول هاپلوئید (n) می‌باشد.

۱۲۵- گزینه‌ی (۷).

واقعاً نیازی به توضیح تشریحی نداشت، ولی با این حال: اینترفاز شامل ۳ مرحله G_1 ، S و G_2 می‌باشد که یک نقطه واریسی در پایان G_1 و یک نقطه واریسی در پایان G_2 وجود دارد.

۱۲۶- گزینه‌ی (۱).

وقتی بال نوعی طوطی به ۵ رنگ مختلف دیده می‌شود، یعنی برای صفت رنگ بال این پرنده ۵ نوع فنوتیپ در جامعه وجود دارد. پس با همین مطلب ساده‌ی صورت سؤال، گزینه‌هایی که حداکثر تعداد آل‌های آنها بیش از ۵ است، حذف می‌شود (یعنی گزینه‌های ۲ و ۴). زیرا می‌دانیم هر صفت N آللی دست کم به تعداد آل‌های خود (یعنی N) فنوتیپ در جامعه خواهد داشت. مثلاً یک صفت ۴ آللی دست کم ۴ نوع فنوتیپ در جامعه خواهد داشت و امکان ندارد که برای این صفت ۴ آللی، ۳ نوع فنوتیپ در جامعه دیده شود.

در گزینه (۳)، حداقل ۴ آلل برای صفت در نظر گرفته شده است. یک صفت ۴ آللی حداقل ۴ نوع فنوتیپ و حداکثر ۸ نوع فنوتیپ دارد (حداکثر تعداد انواع فنوتیپ صفت N آللی = تعداد انواع ژنوتیپ $= \frac{N(N+1)}{2}$). پس این تعداد آلل برای صفتی که ۵ نوع فنوتیپ دارد، قابل قبول است. زیرا صفت ۴ آللی از ۴ نوع فنوتیپ تا ۸ نوع فنوتیپ می‌تواند داشته باشد.

در گزینه (۱) حداقل ۳ آلل برای این صفت در نظر گرفته شده است. یک صفت ۳ آللی حداقل ۳ نوع فنوتیپ و حداکثر ۶ نوع فنوتیپ دارد. پس این تعداد آلل نیز برای صفت ما که ۵ نوع فنوتیپ دارد، قابل قبول است.

ظاهراً هر دو گزینه (۱) و (۳) برای صفت موردنظر صدق می‌کند. اما چون در صورت سؤال از واژه حداقل استفاده کرده است، صفتی موردنظر خواهد بود که حداقل تعداد آن را دارا باشد.

۱۲۷- گزینه‌ی (۴).

در چرخه‌ی سلولی یک نقطه‌ی واریسی در پایان G_2 و یک نقطه واریسی نیز در پایان میتوز قرار دارد. پس می‌توان گفت که میتوز بین دو نقطه واریسی قرار گرفته است.

۱۲۸- گزینه‌ی (۱).

ژنوتیپ مرد با گروه خونی AB^- مشخص است:
 زنی که گروه خونی B^+ دارد، مطمئنیم که یک آلل B و یک آلل R دارد.
 مادر این زن Rh^- بوده است، یعنی rr ، پس چون حتماً یکی از این آلل‌ها را به فرزندش داده است، ژنوتیپ زن به صورت $B?Rr$ درمی‌آید. گروه خونی مادر این زن A بوده است. اگر AA بوده باشد، قطعاً می‌بایست یک آلل A به دخترش می‌داد، در این صورت دختر به صورت AB درمی‌آمد که می‌بینیم با فرض مسئله که زن را با گروه خونی B معرفی کرده، سازگاری ندارد. بنابراین قطعاً مادر زن AO بوده که یک آلل O به دخترش با ژنوتیپ BO دارای گروه خون B شده است. پس ژنوتیپ زن $BORr$ می‌باشد. بنابراین:

$$ABrr \times BORr$$

$$AB \times BO \longrightarrow \text{ژنوتیپ } AB, AO, BB, BO$$

$$\text{فنوتیپ } AB, A, \underbrace{B, B}_{\frac{1}{2}}$$

$$rr \times Rr \longrightarrow \text{ژنوتیپ } Rr, rr$$

$$\text{فنوتیپ } Rh^+, \underbrace{Rh^-}_{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{1}{4} \text{ احتمال پسر شدن } B^- = \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$$

۱۲۹- گزینه‌ی (۱).

در صورت سؤال عنوان شده که «طول بال» صفتی وابسته به X است. بنابراین «طول شاخک» که در رابطه با آن صحبتی نشده، اتوزوم است. در والد ماده نیز بعد از شاخک بلند، واژه‌ی «ناخالص» آمده، از این جا متوجه می‌شویم که بلندی شاخک نسبت به کوتاهی آن غالب است که توانسته به صورت ناخالص هم وجود داشته باشد. بچه‌ها! ما با این مدل پاسخنامه در نظر داریم مطالب را برای تان دوره کنیم. و از آنجایی که سؤال درصد بال متوسط را خواسته است، پس «طول بال» صفتی هم توان است. حالا با توجه به این توضیحات ژنوتیپ والدین را می‌نویسیم.

$$K = \text{بال بلند} \quad A = \text{شاخک بلند}$$

$$F = \text{بال کوتاه} \quad a = \text{شاخک کوتاه}$$

$$P: aaX^K O \times AaX^F X^F$$

$$Aa \times aa \longrightarrow \text{ژنوتیپ } Aa, aa$$

$$\text{فنوتیپ } A, \underbrace{a}_{\frac{1}{2}} \\ \text{شاخک کوتاه}$$

$$X^K O \times X^F X^F \longrightarrow \underbrace{X^K X^F}_{\frac{1}{2} \text{ ماده بال متوسط}}, X^F O$$

$$\text{نر بال کوتاه}$$

$$\frac{1}{2} \text{ ملخ ماده بال متوسط و شاخک کوتاه} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

۱۳۰- گزینه‌ی (۱).

$$AaX^C X^c : \text{زن ناقل کوررنگی و زالی} \quad AaX^C Y : \text{مرد کوررنگ و ناقل زالی}$$

$$Aa \times Aa \longrightarrow (aa) \text{ احتمال زال } = \frac{1}{4}$$

$$x^C y \times x^C x^c \rightarrow \underbrace{\frac{1}{4} x^C x^c}_{\text{دختر کوررنگ}}, \underbrace{\frac{1}{4} x^c x^c}_{\text{پسر سالم}}, \underbrace{\frac{1}{4} x^C y}_{\text{پسر کوررنگ}}, \underbrace{\frac{1}{4} x^c y}_{\text{پسر کوررنگ}}$$

$$\text{احتمال تولد دختر کوررنگ و زال} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$$

۱۳۱- گزینه‌ی (۲).

پس از نوشتن ژنوتیپ والدین آن‌ها را با هم آمیزش می‌دهیم.

$$aaTtSspp \times AaTtSsPp$$

$$aa \times Aa \rightarrow \text{ژنوتیپ: } Aa, aa$$

$$\text{فنوتیپ: } \underbrace{A}_{\frac{1}{2} \text{ سالم}}, a$$

$$Tt \times Tt \rightarrow \text{ژنوتیپ: } TT, Tt, Tt, tt$$

$$\text{فنوتیپ: } \underbrace{T, T, T, t}_{\frac{3}{4} \text{ سالم}}$$

$$PP \times Pp \rightarrow \text{ژنوتیپ: } PP, Pp$$

$$\text{فنوتیپ: } \underbrace{P, P}_{100\% \text{ سالم}}$$

$$SS \times ss \rightarrow \text{ژنوتیپ: } Ss, Ss$$

$$\text{فنوتیپ: } \underbrace{S, S}_{100\% \text{ سالم}}$$

دقت کنید که در این جا نباید احتمال پسر شدن را حساب کنیم. زیرا پسر بودن فرد کاملاً مشخص است. در صورتی این کار را می‌کردیم که پرسیده می‌شد «احتمال اینکه فرزند دوم آنها پسر سالم باشد، چقدر است؟».

۱۳۲- گزینه‌ی (۳).

$$Pp \times Pp \rightarrow \text{ژنوتیپ: } PP, Pp, pp$$

$$\text{فنوتیپ: } \underbrace{P, P, P}_{\frac{3}{4} \text{ سالم}}, \underbrace{p}_{\frac{1}{4} \text{ بیمار}}$$

$$\text{احتمال دختر شدن} = \frac{1}{2}$$

$$\text{احتمال تولد دختر سالم} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{8}$$

$$\text{احتمال تولد دو دختر سالم متوالی} = \frac{3}{8} \times \frac{3}{8} = \frac{9}{64}$$

۱۳۳- گزینه‌ی (۱).

$$AaBbDd \times AaBbDd$$

$$Aa \times Aa \rightarrow \text{ژنوتیپ: } AA, Aa, Aa, aa$$

$$\text{فنوتیپ: } \underbrace{A, A, A}_{\frac{3}{4} \text{ غالب}}, \underbrace{a}_{\frac{1}{4} \text{ مغلوب}}$$

$$Bb \times Bb \rightarrow \text{ژنوتیپ: } BB, Bb, Bb, bb$$

$$\text{فنوتیپ: } \underbrace{B, B, B}_{\frac{3}{4} \text{ غالب}}, \underbrace{b}_{\frac{1}{4} \text{ مغلوب}}$$

$$Dd \times Dd \rightarrow \text{ژنوتیپ: } DD, Dd, Dd, dd$$

$$\text{فنوتیپ: } \underbrace{D, D, D}_{\text{غالب } \frac{3}{4}} \quad \underbrace{d}_{\text{مغلوب } \frac{1}{4}}$$

حالت‌های مختلفی که افراد می‌توانند در رابطه با این صفات، در یک صفت غالب و در دو صفت مغلوب باشند، به دو صورت زیر است:

$$\begin{array}{ccc} a & b & D \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{64} \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} A & b & d \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ \frac{3}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{64} \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} a & B & d \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ \frac{1}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{64} \end{array}$$

این حالت‌ها را با هم جمع می‌کنیم:

$$\frac{3}{64} + \frac{3}{64} + \frac{3}{64} = \frac{9}{64}$$

۱۳۴- گزینه‌ی (۴).

وقتی دو صفت از قانون دوم مندل پیروی نمی‌کنند، آن دو صفت پیوسته می‌باشند. در مورد این صفات به دو شکل می‌توانیم بین دو صفت پیوستگی در نظر بگیریم:

یک آلل بزرگ و یک آلل کوچک با هم پیوسته‌اند.

دو آلل بزرگ B به هم پیوسته‌اند.

ژنوتیپ	فنوتیپ	
$\frac{AB}{ab} \times \frac{AB}{ab} \rightarrow$	AABB	} ۲ نوع فنوتیپ
	AaBb	
	AaBb	
	aabb	
	ab	

ژنوتیپ	فنوتیپ	
$\frac{Ab}{aB} \times \frac{Ab}{aB} \rightarrow$	AAbb	} ۳ نوع فنوتیپ
	Aabb	
	AaBb	
	aabb	
	aB	

با توجه به قید «حداکثر» که در صورت سؤال وجود دارد، باید حالت دوم را در نظر بگیریم.

$$\begin{array}{l} \frac{Ab}{aB} Dd \times \frac{Ab}{aB} Dd \\ \frac{Ab}{aB} \times \frac{Ab}{aB} \rightarrow \text{نوع فنوتیپ ۳} \\ Dd \times Dd \rightarrow \text{ژنوتیپ: } DD, Dd, Dd, dd \end{array}$$

$$\text{فنوتیپ: } \underbrace{D, D, D, d}_{\text{نوع فنوتیپ ۲}}$$

$$\text{تعداد کل انواع فنوتیپ} = 3 \times 2 = 6$$

۱۳۵- گزینه‌ی (۳).

از آنجائیکه از والدین سالم، فرزند بیمار متولد شده است، صفت مورد مطالعه مغلوب است. از طرف دیگر چون دختر بیمار، پدر سالم دارد، این صفت نمی‌تواند وابسته به X مغلوب باشد، زیرا در این صورت پدر دختر بیمار، باید حتماً بیمار می‌شد. پس صفت مذکور از نوع اتوزوم مغلوب است. از آنجا که فرد شماره ۴ و همسرش صاحب فرزندی بیمار شده‌اند سالم هستند، قطعاً باید ناقل (Aa) باشند. که در چنین حالتی از آمیزش آنها ژنوتیپ‌های زیر حاصل می‌شود.

$$\underbrace{AA, Aa, Aa}_{\text{سالم}} \quad \underbrace{aa}_{\text{بیمار}}$$

در نتیجه فرد شماره ۷ که سالم است، باید یکی از ژنوتیپ‌های AA، Aa، Aa را داشته باشد. پس احتمال ناقل (Aa) شدن آن، $\frac{2}{3}$ خواهد بود.

$$\underbrace{Aa, Aa, Aa}_{\text{حالت ۲ ناقل}} \quad \underbrace{AA, AA, AA}_{\text{حالت ۳ (سالم)}}$$

در مورد افراد ۱ و ۳ چون ژنوتیپ والدینشان را نمی‌دانیم، نمی‌توانیم قطعاً بگوییم که احتمال ناقل بودن آنها $\frac{2}{3}$ است.

۱۳۶- گزینه‌ی (۳).

چون ژنوتیپ گروه خونی فرزند $OOrr$ می‌باشد، بنابراین والدین ناخالص هستند: ($BORr$, $AORr$) و از آنجا که والدین سالم صاحب فرزندی مبتلا به کم خونی داسی شکل شده‌اند، والدین ناقل این بیماری می‌باشند (Ss). بنابراین:

$$AORrSs \times BORrSs$$

$$AO \times BO \rightarrow \text{ژنوتیپ: } AB, AO, BO, OO$$

$$\text{فنوتیپ: } AB, \underbrace{A}_{\frac{1}{4}}, B, O$$

$$Rr \times Rr \rightarrow \text{ژنوتیپ: } RR, Rr, Rr, rr$$

$$\text{فنوتیپ: } \underbrace{Rh^+, Rh^+, Rh^+, Rh^-}_{\frac{3}{4}}$$

$$Ss \times Ss \rightarrow \text{ژنوتیپ: } SS, Ss, Ss, ss$$

$$\text{فنوتیپ: } \underbrace{S, S, S, s}_{\frac{3}{4}}$$

$$\text{احتمال پسر شدن} = \frac{1}{2}$$

$$A^+ \text{ احتمال پسر سالم} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{9}{128}$$

۱۳۷- گزینه‌ی (۳).

$$x^H y$$

پدر سالم است. بنابراین ژنوتیپ زیر را دارد:

مادر نیز سالم است، ولی چون این زوج دارای فرزندی بیمار می‌باشند، مادر باید ناخالص باشد: $x^H x^h$ پس آمیزش به صورت زیر است:

$$x^H x^h \times x^H y \rightarrow \underbrace{x^H x^H, x^H x^h}_{\frac{1}{2} \text{ دخترها ناقل}}$$

توجه کنید که چون پدر سالم می‌باشد، این زوج نمی‌توانند صاحب دختر بیمار شوند. بنابراین آن فرزند بیماری که در صورت سؤال ذکر شده، قطعاً پسر بوده است.

۱۳۸- گزینه‌ی (۱).

چون از والدین سالم، فرزند بیمار حاصل شده است، پس بیماری مغلوب می‌باشد. در شجره‌نامه، فرزندان به ترتیب سن از چپ به راست گذاشته می‌شوند. بنابراین فرزند سوم، دختر سالم است و فرزند بعدی هم باید دختر سالم شود با توجه به اینکه پسر اول خانواده بیمار می‌باشد، مادر باید ناقل باشد (پدر سالم است و بنابراین فقط یک نوع ژنوتیپ می‌تواند داشته باشد).

$$x^H y \times x^H x^h \rightarrow \underbrace{x^H x^H, x^H x^h}_{\frac{2}{4} = \frac{1}{2} \text{ دختر سالم}}$$

۱۳۹- گزینه‌ی (۲).

ژنوتیپ مرد هموفیل و سالم از نظر کوررنگی به صورت $x^h y$ می‌باشد. از آنجا که دختر خانواده مبتلا به هموفیلی است ($x^h x^h$)، ژنوتیپ مادر که مبتلا به کوررنگی بوده و از نظر هموفیلی سالم است، به صورت $x^H x^h$ است، بنابراین آمیزش به صورت زیر خواهد بود:

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

پسر کوررنگ پسر کوررنگ دختر هموفیل دختر سالم

$$\underbrace{\text{و هموفیل}}_{\frac{1}{4}}$$

۱۴۰- گزینه‌ی (۱۴).

تک تک گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم:

- ✓ گزینه (۱) انسان XX: ماده، بیستون بتولاریا: نر
- ✓ گزینه (۲) انسان XY: نر، بید XY: ماده
- ✓ گزینه (۳) گربه XX: ماده، * سار XX: نر
- ✓ گزینه (۴) پروانه XX: ماده، چرخ ریسک (نوعی پرنده) XY: ماده

پس در گزینه (۴) هر دو مورد ماده می‌باشند.

۱۴۱- گزینه‌ی (۱).

چون مرد زال نیست، ولی پسرش زال است، مرد باید ناقل زالی باشد و از طرفی چون زن هموفیل نیست، ولی پسرش هموفیل است ($x^h y$) زن باید ناقل هموفیلی باشد. بنابراین آمیزش به صورت زیر خواهد بود:

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

$$aa \times Aa \rightarrow \underline{Aa}, \underline{aa}$$

بیمار سالم

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

دختر بیمار
 $\frac{1}{2}$
 دخترها سالم

$$\text{دختر سالم از نظر زالی و هموفیلی} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

۱۴۲- گزینه‌ی (۲).

پریم سراغ گزینه‌ها:

✓ گزینه (۱): $2n = 10 \leftarrow 2n = 32 = 2^5$ تعداد انواع گامت‌ها

$$2n = 10 \leftarrow \frac{10}{2} = 5 \text{ تعداد تترادها}$$

✓ گزینه (۲): $2n = 7 \leftarrow 2^4 = 16$ تعداد انواع گامت‌ها

$$2n = 33 \leftarrow \frac{32}{2} = 16 \text{ تعداد تترادها}$$

✓ گزینه (۳): $2n = 21 \leftarrow 2^{11} = 2048$ تعداد انواع گامت‌ها

$$2n = 30 \leftarrow \frac{20}{2} = 10 \text{ تعداد تترادها}$$

✓ گزینه (۴): $2n = 9 \leftarrow 2^5 = 32$ تعداد انواع گامت‌ها

$$2n = 5 \leftarrow \frac{4}{2} = 2 \text{ تعداد تترادها}$$

۱۴۳- گزینه‌ی (۱).

اگر صفات غالب را ناخالص فرض می‌کنیم، آمیزش به صورت زیر خواهد بود:

A = ساقه بلند	B = دانه زرد	S = دانه صاف
a = ساقه کوتاه	b = دانه سبز	s = دانه چروکیده

ساقه کوتاه، دانه زرد و صاف × ساقه بلند، دانه سبز و صاف

$$AabbSs \times aaBbSs$$

$$\downarrow$$

$$Abs$$

$$aBS$$

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

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

نسبت فنوتیپ والدین :

$$\rightarrow \frac{3}{16} + \frac{3}{16} = \frac{3}{8}$$

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

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

نسبت ژنوتیپ والدین :

$$\rightarrow \frac{1}{8} + \frac{1}{8} = \frac{1}{4}$$

$$نسبت فنوتیپ والدین - 1 = 1 - \frac{3}{8} = \frac{5}{8}$$

$$نسبت ژنوتیپ والدین - 1 = 1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$$

حالا اگر صفات غالب را خالص فرض کنیم، آمیزش به صورت زیر خواهد بود :

ساقه کوتاه، دانه زرد و صاف × ساقه بلند، دانه سبز و صاف

$$AAabbSS \times aaBBSS$$

$$\downarrow$$

$$AbS$$

$$aBS$$

$$AbS = 1 \times 1 \times 1 = 1$$

$$aBS = 1 \times 1 \times 1 = 1$$

نسبت فنوتیپ والدین :

$$نسبت فنوتیپ والدین - 1 = 1 - 0 = 1$$

$$نسبت ژنوتیپ والدین - 1 = 1 - 0 = 1$$

با توجه به اینکه در صورت تست گفته شده، حداکثر چه نسبتی از زاده‌ها دارای فنوتیپ و ژنوتیپ نوترکیب هستند مشاهده می‌کنیم که اگر صفت غالب را خالص فرض کنیم، نسبت بیشتری (یعنی ۱۰۰٪ زاده‌ها، ترجمه فارسی‌اش می‌شود همه‌ی زاده‌ها!) فنوتیپ و ژنوتیپ نوترکیب دارند. پس با توجه به قید «حداکثر» حالت دوم را در نظر می‌گیریم.

۱۴۴- گزیده‌ی (۱).

پدر این دختر مبتلا به کوررنگی است ($x^c y$) پس x^c خود را به دخترش منتقل و دختر نیز ناقل کوررنگی خواهد بود ($x^c x^c$). از طرف دیگر چون فرزند این دختر مبتلا به تالاسمی ماژور (tt) است، خودش باید ناقل یعنی مبتلا به تالاسمی مینور باشد. پس ژنوتیپ دختر به این صورت خواهد بود : $Tt ss x^c x^c$

اما پرویم سراغ همسر این دختر، چون فرزند این مرد مبتلا به کم خونی داسی شکل و تالاسمی ماژور است، ولی خودش به (این بیماری‌ها) مبتلا نیست، باید ناقل (این بیماری‌ها) باشد. در ضمن کوررنگ نیز هست، پس ژنوتیپش $Tt Ss x^c y$ خواهد بود و آمیزش به صورت زیر خواهد بود :

$$Ttssx^c x^c \times TtSsx^c y$$

$$Tt \times Tt \Rightarrow \underbrace{\frac{1}{4} TT, \frac{1}{2} Tt, \frac{1}{4} tt}_{\text{سالم}} \quad \underbrace{\frac{1}{4} tt}_{\text{بیمار}}$$

$$Ss \times ss \Rightarrow \underbrace{\frac{1}{2} Ss, \frac{1}{2} ss}_{\text{سالم}} \quad \underbrace{\frac{1}{2} ss}_{\text{بیمار}}$$

$$x^C x^c \times x^c y \rightarrow x^C x^c, x^c x^c, x^C y, x^c y$$

دختر بیمار، دختر سالم

$\frac{1}{2}$
دختران سالم

برای به دست آوردن احتمال این که دختر دوم این خانواده، فقط یک بیماری را نشان می‌دهد، ۳ حالت مختلف وجود دارد که احتمال هر کدام را با هم جمع می‌کنیم:

$$\text{مبتلا به تالاسمی ماژور و سالم از نظر سایر بیماری‌ها} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{16}$$

$$\text{مبتلا به کم‌خونی داسی شکل و سالم از نظر سایر بیماری‌ها} = \frac{3}{4} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{16}$$

$$\text{مبتلا به کوررنگی و سالم از نظر سایر بیماری‌ها} = \frac{3}{4} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{16}$$

$$\frac{1}{16} + \frac{3}{16} + \frac{3}{16} = \frac{7}{16}$$

۱۴۵- گزینه‌ی (۳).

پسر هموفیل و مبتلا به دیسترونی عضلاتی دوشن یک کروموزوم X دارد که روی آن هر دو آلل هموفیلی و دیسترونی عضلاتی دوشن وجود دارد ($x_d^h y$). و این کروموزوم را قطعاً از مادرش گرفته است. بنابراین مادر این پسر که مبتلا به این بیماری‌ها نیست، ناقل آن‌ها می‌باشد.

ژنوتیپ مادر: $Aax_D^H x_d^h$

ژنوتیپ پدر: $aax_D^H y$

پدر هم که فقط مبتلا به زالی است و از نظر سایر بیماری‌ها سالم است.

پس آمیزش به صورت زیر خواهد بود:

$$Aax_D^H x_d^h \times aax_D^H y$$

$$Aa \times aa \rightarrow \underbrace{Aa}_{\frac{1}{2} \text{ ناقل}}, aa$$

$$x_D^H x_d^h \times x_D^H y \rightarrow \boxed{x_D^H x_D^H, x_D^H x_d^h}, x_D^H y, x_d^h y$$

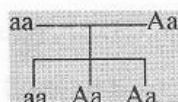
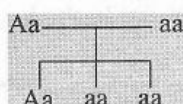
$\frac{1}{2}$ دختران ناقل

$$\text{نسبتی از دختران که ناقل هر ۳ صفت‌اند} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

۱۴۶- گزینه‌ی (۱).

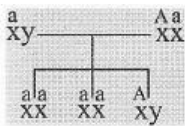
این شجره‌نامه قطعاً مربوط به الگوی X مغلوب نیست. زیرا اگر این طور می‌بود، دختر دوم خانواده ۳ که بیمار است ($x^a x^a$) باید پدری بیمار داشت. چرا که یکی از x^a ها را از پدرش گرفته بود و ژنوتیپ پدر $x^a y$ می‌شد، در صورتی که می‌بینیم پدر او بیمار نیست ولی ۳ الگوی دیگر در این شجره‌نامه صدق می‌کنند!

اگر الگو را اتوزوم مغلوب فرض کنیم، خانواده‌ی ۳ به صورت زیر خواهد بود:

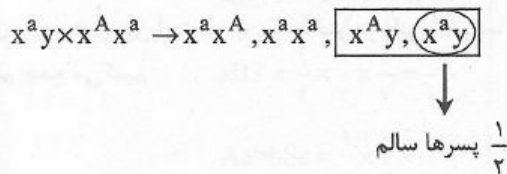


در این صورت نیز از آمیزش $aa \times Aa$ احتمال سالم (aa) بودن برابر $\frac{1}{2}$ است.

اگر الگو را اتوزوم غالب فرض کنیم، خانواده‌ی ۳ به صورت زیر خواهد بود:



در این صورت نیز از آمیزش $aa \times Aa$ احتمال سالم (aa) بودن، برابر $\frac{1}{4}$ است.
و بالاخره اگر الگو را وابسته به X غالب فرض کنیم، خانواده‌ی ۳ به صورت زیر خواهد بود:



پس در هر ۳ حالت احتمال سالم بودن پسر دوم خانواده، برابر $\frac{1}{4}$ است.

۱۴۷- گزینه‌ی (۳).

می‌دانیم در مولکول DNA، $C = G$ و $A = T$ است. پس:

$$\left. \begin{array}{l} C + 2G = A \\ C = G \end{array} \right\} \Rightarrow G + 2G = A \Rightarrow 3G = A$$

$$\left. \begin{array}{l} A + T = 60 \\ A = T \end{array} \right\} \Rightarrow A + A = 60 \Rightarrow A = 30$$

$$\left. \begin{array}{l} 3G = A \\ A = 30 \end{array} \right\} \Rightarrow 3G = 30 \Rightarrow G = 10$$

هر باز G ، ۳ پیوند هیدروژنی با C تشکیل می‌دهد، پس ۱۰ باز G ، ۳۰ پیوند هیدروژنی ایجاد خواهد کرد.

۱۴۸- گزینه‌ی (۳).

ژنوتیپ مرد هموفیل و سالم از نظر کوررنگی: $x_c^h y$ و ژنوتیپ زن کوررنگ و سالم از نظر هموفیلی: $x_c^H x_c^h$.
توجه کنید که این زن چون از نظر هموفیلی سالم است، پس حتماً روی یکی از X هایش (فروق نمی‌کند کدام!) یک H دارد، ولی آلل دیگر معلوم نیست. دختر این زوج کروموزوم x_c^h را از پدرش می‌گیرد و کروموزومی که از مادرش می‌گیرد قطعاً x_c^H است، زیرا باید آلل غالب هموفیلی داشته باشد تا سالم باشد. پس ژنوتیپ دختر به صورت $x_c^H x_c^h$ خواهد بود که در رابطه با این صفات فقط توانایی تولید ۳ نوع گامت را دارد.

۱ نوع گامت $AARR \rightarrow$

۴ نوع گامت $AaRr \rightarrow$

اما در مورد صفت گروه خونی ممکن است خالص یا ناخالص باشد:

پس این دختر حداقل توانایی تولید ۲ نوع گامت ($2 \times 1 = 2$) و حداکثر توانایی تولید ۸ نوع گامت ($2 \times 4 = 8$) را دارد.

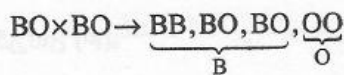
۱۴۹- گزینه‌ی (۳).

در میان زاده‌ها $\frac{3}{8}$ ماده قرمز و $\frac{3}{8}$ نر قرمز شده‌اند، یعنی جمعاً $\frac{3}{8} + \frac{3}{8} = \frac{3}{4}$ قرمز شده‌اند و نیز جمعاً $\frac{1}{8} + \frac{1}{8} = \frac{2}{8}$ سفید شده‌اند.

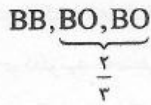
همانطور که مشاهده می‌شود، والدین قرمز بوده‌اند و این صفت به نسبت ۳ به ۱ در میان زاده‌ها دیده می‌شود. (مثل همان چیزی که مندل در مورد رنگ ارغوانی گل گیاه نخودفرنگی مشاهده کرد!) پس رنگ قرمز غالب بوده ولی والدین آلل رنگ سفید را نیز به صورت نهفته داشته‌اند (یعنی ناخالص بوده‌اند) و از آن جا که هر دو رنگ به نسبت مساوی در میان نرها و ماده‌ها دیده می‌شود، پس این صفت اتوزوم است.

۱۵۰- گزینه‌ی (۲).

پدر و مادر هر دو BO بوده‌اند:



برای به دست آوردن جواب تست، باید ببینیم در میان زاده‌ها چه نسبتی از آن‌هایی که گروه خونی B دارند، BO می‌باشند.



۱۵۱- گزینه‌ی (۲).

در صفات n آللی حداقل و حداکثر تعداد انواع فنوتیپ برابر است با:

n = حداقل تعداد انواع فنوتیپ

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

یعنی یک صفت ۵ آللی حداقل ۵ نوع فنوتیپ دارد و حداکثر $\frac{5 \times 6}{2} = 15$ نوع فنوتیپ دارد. و با توجه به رابطه‌ی غالب و مغلوبی میان آلل‌ها، تعداد انواع فنوتیپ می‌تواند بین ۵ تا ۱۵ تغییر کند. بنابراین گزینه (۲) که ۴ نوع فنوتیپ می‌باشد، اصلاً در محدوده‌ی تعداد انواع فنوتیپ یک صفت ۵ آللی قرار ندارد.

۱۵۲- گزینه‌ی (۳).

شرط آن که این صفت آللهایی هم توان داشته باشد، این است که تعداد انواع فنوتیپ آن با تعداد انواع ژنوتیپ برابر باشد. یعنی این صفت همچنان که به ۱۰ شکل مختلف در جامعه دیده می‌شود (یعنی ۱۰ نوع فنوتیپ دارد)، ۱۰ نوع ژنوتیپ نیز داشته باشد. تعداد انواع ژنوتیپ یک صفت n آللی از رابطه‌ی $\frac{n(n+1)}{2}$ به دست می‌آید که اگر آن را برابر ۱۰ قرار دهیم، n یعنی تعداد آلل‌ها به دست می‌آید:

$$\frac{n(n+1)}{2} = 10 \Rightarrow n = 4$$

۱۵۳- گزینه‌ی (۱).

در صفات n ژنی وابسته به X هم تعداد انواع ژنوتیپ و هم تعداد انواع فنوتیپ در مردان برابر 2^n می‌باشد. مجموع تعداد انواع ژنوتیپ و تعداد فنوتیپ این صفت در مردان برابر ۶۴ است، یعنی:

$$2^n + 2^n = 64 \Rightarrow 2 \times 2^n = 64 \Rightarrow 2^{n+1} = 64 \Rightarrow 2^{n+1} = 2^6 \Rightarrow n+1 = 6 \Rightarrow n = 5$$

۱۵۴- گزینه‌ی (۲).

در زمان همانندسازی هنگامی که یک نوکلئوتید جدید می‌خواهد در زنجیره‌ی در حال ساخت قرار بگیرد، ابتدا با نوکلئوتید مکمل آن در زنجیره‌ی الگو پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند و سپس بین این نوکلئوتید جدید و نوکلئوتید قبلی یک پیوند فسفو دی استر توسط آنزیم DNA پلی‌مراز ایجاد می‌شود. در مورد گزینه‌ی (۴) باید توجه کنید که در زمان همانندسازی اصلاً غشاء هسته از بین نمی‌رود! جدا شدن DNA پلی‌مراز هم که در گزینه (۳) آمده، در پایان همانندسازی انجام می‌شود.

۱۵۵- گزینه‌ی (۲).

چون در مولکول DNA همیشه یک پورین (۲ حلقه‌ای) در مقابل یک پیریمیدین (تک حلقه‌ای) قرار می‌گیرد، بنابراین همیشه ۵۰٪ بازهای به کار رفته در هر مولکول DNA، پورین (A و G) و ۵۰٪ بازهای آن پیریمیدین (C و T) می‌باشد.

۱۵۶- گزینه‌ی (۳).

✓ گزینه (۱) درست: مثلاً هر سه گونه‌ی آلو، شامپانزه، سببزمینی ۴۸ کروموزوم دارند.

✓ گزینه (۲) درست: این مطلب را می‌توانید در کتاب درسی زیست سال سوم پیدا کنید.

✓ گزینه (۳) نادرست: پنی سیلیوم ۲ عدد کروموزوم دارد.

✓ گزینه (۴) درست: مثلاً در ملخ فرد نر ۲۳ کروموزومی و فرد ماده ۲۴ کروموزومی می‌باشد.

۱۵۷- گزینه‌ی (۴).

نوکلئوتیدهایی که قند ریبوز دارند، می‌توانند ۴ نوع باز A, G, U و C داشته باشند و نیز می‌توانند ۳ حالت مختلف از نظر تعداد فسفات داشته باشند (یک فسفات، دو فسفات و سه فسفات). پس با در نظر گرفتن ۴ حالت مختلف برای بازها و ۳ حالت مختلف برای تعداد فسفات‌ها جمعاً ۱۲ نوع نوکلئوتید مختلف با قند ریبوز داریم. نوکلئوتیدهایی که قند دئوکسی ریبوز دارند نیز از نظر نوع باز ۴ حالت مختلف (A, G, T و C) و از نظر تعداد فسفات ۳ حالت مختلف (یک، دو و یا سه فسفات) دارند. پس ۱۲ نوع نوکلئوتید مختلف نیز با قند دئوکسی ریبوز داریم. بنابراین ۲۴ نوع نوکلئوتید مختلف می‌توانیم در سلول تصور کنیم.

۱۵۸- گزینه‌ی (۴).

همین ابتدا با یک نگاه به شجره‌نامه گزینشی (۱) و (۲) حذف می‌شود. چرا که چون از پدر و مادر سالم فرزند بیمار حاصل شده، یعنی صفت مورد مطالعه حتماً از نوع مغلوب است. پس گزینه‌های غالب حذف می‌شوند. اما پرویم سراغ بررسی گزینه‌های باقی مانده:

✓ گزینه (۳): اگر صفت اتوزوم مغلوب باشد، چون والدین سالم‌اند و فرزند بیمار دارند، بنابراین والدین باید ناقل باشند.

$$Aa \times Aa \rightarrow \boxed{AA \quad Aa \quad Aa} \quad aa$$

در این حالت از آمیزش آن‌ها، ژنوتیپ‌های زیر به دست می‌آید:

هر سه ژنوتیپ داخل کادر سالم می‌باشند، پس فرزند سوم خانواده هم که با توجه به شجره‌نامه سالم است، یکی از این ۳ ژنوتیپ داخل کادر را دارد. حالا اگر بخواهیم احتمال ناقل بودن فرزند سوم را حساب کنیم، می‌گوییم ۲ تا از ۳ ژنوتیپ داخل کادر ناقل می‌باشند. پس احتمال ناقل بودن این فرزند سالم $\frac{2}{3}$ است. همانطور که می‌بینید، اگر صفت را اتوزوم مغلوب فرض کنیم، احتمال ناقل بودن فرزند سوم $\frac{1}{4}$ (که صورت سؤال گفته) نمی‌شود.

✓ گزینه (۴): اگر صفت را وابسته به X مغلوب فرض کنیم، ژنوتیپ پدر که فردی سالم است به صورت $X^A Y$ می‌باشد و ژنوتیپ مادر به صورت $X^A X^a$ می‌باشد. زیرا خودش سالم بوده ولی دارای پسری بیمار ($X^a Y$) است که مسلماً کروموزوم Y خود را از پدر و کروموزوم X^a خود را از مادرش گرفته است. در این حالت آمیزش به صورت زیر خواهد بود:

$$X^A Y \times X^A X^a \rightarrow \boxed{X^A X^A, X^A X^a}, X^A Y, X^a Y$$

ژنوتیپ‌های داخل کادر مربوط به دختران سالم می‌باشد (همانند فرزند سوم خانواده که دختری سالم است) و همان‌طور که مشاهده می‌شود، احتمال ناقل بودن در بین دختران سالم برابر $\frac{1}{2}$ است که با فرض مسئله هم‌خوانی دارد. پس الگوی شجره‌نامه وابسته به X مغلوب است.

۱۵۹- گزینه‌ی (۲).

اگر شکل جدا شدن کروموزوم‌های همولوگ را نشان می‌داد، قطعاً باید کروموزوم‌های دو کروماتیدی از یکدیگر جدا می‌شوند. ولی در شکل این گونه نیست، یعنی کروماتیدهای خواهری در حال جدا شدن از یکدیگر می‌باشند. پس گزینه‌های (۱) و (۳) حذف می‌شدند. برای تعیین عدد کروموزومی به یک قطب سلول نگاه می‌کنیم و می‌بینیم که در هر قطب ۴ کروموزوم وجود دارد (که چون دو به دو هم شبیه نمی‌باشد، پس سلول هاپلوئید است) و عدد کروموزومی به صورت $n = 4$ خواهد بود.

۱۶۰- گزینه‌ی (۳).

✓ گزینه (۱) نادرست: عبور مواد ریز خون از دیواره‌ی مویرگ‌ها و ورود آنها به فضای بین سلولی در کم خونی وابسته به گلبول قرمز داسی شکل با مشکل مواجه نیست. بلکه در این بیماری به علت چسبیدن گلبول‌های قرمز داسی شکل به دیواره‌ی رگ‌ها جریان خون در رگ‌ها مختل می‌شود.

✓ گزینه (۲) نادرست: بکرزایی نوعی تولیدمثل جنسی است که در آن فرزندان کاملاً شبیه والد بوده و در واقع یک نوع کلون می‌باشند. پس می‌بینید که در تولیدمثل جنسی هم کلون ایجاد شد! (البته مطابق با کتاب درسی!)

✓ **گزینه (۳) درست:** در متافاز I، چون کروموزوم‌ها دو کروماتیدی می‌باشند و هر کروموزوم از یک مولکول DNA تشکیل شده، پس در واقع مقدار DNA سلول دو برابر مقدار طبیعی است!

✓ **گزینه (۴) نادرست:** هاگ‌ها برای نمو نیاز به ترکیب شدن با سلول دیگری ندارند و هر هاگ به تنهایی به یک جاندار هاپلوئید نمو می‌یابد.

۱۶۱- **گزینه‌ی (۳).**

از آن جا که والدین سالم، فرزند بیمار دارند، بیماری مغلوب است و چون دختر بیمار، پدر سالم دارد، پس بیماری مغلوب وابسته به X نمی‌تواند باشد و بنابراین اتوزوم مغلوب است.

فرد شماره‌ی (۲) خودش سالم است ولی فرزند بیمار دارد. با توجه به مغلوب و اتوزوم بودن بیماری ژنوتیپ این فرزند بیمار aa است که یکی از آلل‌ها را از پدرش و دیگری را از مادرش گرفته است. پس هم پدرش و هم مادرش قطعاً (یعنی صد درصد) ناقل‌اند! در سایر گزینه‌ها هیچ دلیلی نداریم که بگوییم افراد صد در صد ناقل‌اند.

۱۶۲- **گزینه‌ی (۴).**

✓ **گزینه (۱) نادرست:** (شتیاه نکند!! آن دانه‌ی زرد است که نسبت به دانه سبز غالب است. با توجه به کتاب درسی سال سوم، آلل غلاف زرد نسبت به غلاف سبز مغلوب است.

✓ **گزینه (۶) نادرست:** با یک مثال همه چیز معلوم می‌شود:

$Aa \times Aa \rightarrow$ ژنوتیپ: AA, Aa, aa

۲ نوع فنوتیپ: A, a $\Leftarrow$ فنوتیپ

$AA \times Aa \rightarrow$ ژنوتیپ: AA, Aa

انواع فنوتیپ: A, A $\Leftarrow$ فنوتیپ

می‌بینید که در حالت دوم که فرد هموزیگوت را به صورت غالب (AA) فرض کرده‌ایم، فقط ۱ نوع فنوتیپ حاصل شده است. پس همین مثال نقص کافی است تا گزینه (۲) رد شود!

۱۶۳- **گزینه‌ی (۳).**

فردی که در آمیزش آزمون شرکت می‌کند، فنوتیپ غالب دارد. منتها نمی‌دانیم خالص است یا ناخالص، از آن جا که والدین این خوکچه هندی هر دو هتروزیگوت (Aa) بوده‌اند، احتمال این که خوکچه هندی خالص باشد $\frac{1}{3}$ و احتمال این که ناخالص باشد $\frac{2}{3}$ است.

$$\frac{2}{3}Bb \times bb \rightarrow \underbrace{\left(\frac{2}{3} \times \frac{1}{2}\right)Bb}_{\frac{1}{3} \text{ سیاه}}, \underbrace{\left(\frac{2}{3} \times \frac{1}{2}\right)bb}_{\frac{1}{3} \text{ سفید}}$$

$$\frac{1}{3}BB \times bb \rightarrow \underbrace{\frac{1}{3}Bb}_{\frac{1}{3} \text{ سیاه}}$$

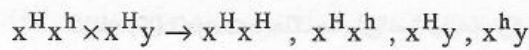
همانطور که می‌بینید، فقط در آمیزش اول زاده‌ی سفید حاصل می‌شود که احتمال آن $\frac{1}{3}$ است. برای به دست آوردن احتمال این که هر دو زاده سفید باشند، این احتمال را دو بار در هم ضرب می‌کنیم:

$$\text{احتمال این که هر دو زاده سفید باشند} = \frac{1}{3} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{9}$$

۱۶۴- **گزینه‌ی (۴).**

وقتی این والدین سالم دختری هموفیل دارند، یعنی بالاخره یکی از والدین آلل بیماری‌زایی x^h را داشته است پدر که نمی‌تواند آن را داشته باشد، چون تنها یک کروموزوم X دارد که اگر بخواهد آلل بیماری‌زایی را در آن داشته باشد، قطعاً بیمار ($x^h y$) خواهد شد.

در صورتی که می‌دانیم پدر سالم است. ولی اگر مادر به صورت $x^H x^h$ باشد، اگرچه سالم است، ناقل آلل بیماری‌زا می‌باشد. حال که ژنوتیپ والدین معلوم شد، آمیزش را بررسی می‌کنیم:



پسر هموفیل پسر سالم دختر سالم دختر سالم

می‌بینید که از این آمیزش اصلاً دختر بیمار حاصل نمی‌شود. اگر کمی فکر کنید، می‌بینید که در حالت طبیعی این امر اصلاً امکان‌پذیر نیست. چون دختر هموفیل باید $x^h x^h$ باشد، یعنی هم از پدرش و هم از مادرش x^h دریافت کند. ولی وقتی پدر سالم است x^H ای ندارد که به دخترش بدهد؛ پس این زوج چگونه صاحب دختر هموفیل شده‌اند؟ این حالت فقط زمانی رخ می‌دهد که در جریان گامت‌سازی پدر، کروموزوم‌های جنسی از هم جدا شوند و در نتیجه نیمی از گامت‌های هر دو کروموزوم جنسی X و Y را داشته باشند و در عوض نیمی دیگر اصلاً کروموزوم جنسی نداشته باشند. (که به صورت O نمایش می‌دهیم) حالا اگر این گامت پدر که کروموزوم جنسی ندارد با گامتی از مادر که x^h دارد ترکیب شود، فردی که حاصل می‌شود $x^h O$ و مبتلا به هموفیلی خواهد بود. خوب است بدانیم که در انسان‌های XO افراد ماده‌اند و از جمله موارد معدودی هستند که با این ۴۵ کروموزومی (یعنی یک کروموزوم کمتر دارند) ولی زنده می‌مانند!

۱۶۵- گزینه‌ی (۱۴).

✓ گزینه (۱) درست است. در صفات چندژنی (مانند ژن‌های دیگر!) دو آلل وجود دارد و این آلل‌ها بر روی مکان‌های مشابه در کروموزوم‌های همولوگ قرار دارند.

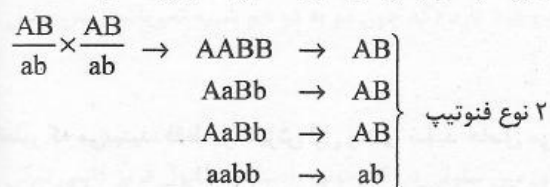
✓ گزینه (۲) درست است. به مثال‌های صفات چندژنی که در کتاب ذکر شده توجه کنید: رنگ چشم، رنگ پوست، قد، وزن و ... اگر کمی فکر کنید، می‌بینید که این صفات مثل صفاتی که مندل بررسی کرده بود فقط دو حالت دارند. مثلاً صفت رنگ گل نخودفرنگی فقط به دو حالت ارغوانی و سفید دیده می‌شود ولی قد افراد فقط دو حالت نیست. بلکه تعداد زیادی افراد با قد متفاوت دیده می‌شوند. بنابراین در مورد صفات چندژنی افراد درجات مختلفی از آن صفت را نشان می‌دهند.

✓ گزینه (۳) درست است. مثلاً ممکن است آلل‌های یکی از جفت ژن‌ها رابطه‌ی هم توانی داشته باشند!

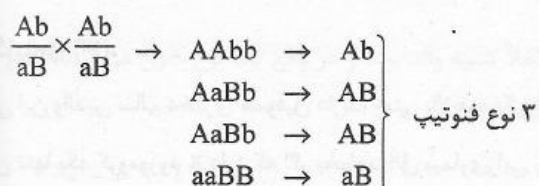
✓ گزینه (۴) نادرست است. در زیست و آزمایشگاه ۲ می‌خوانیم: این چند ژن ممکن است همگی در یک کروموزوم قرار داشته باشند یا در کروموزوم‌های مختلف پراکنده باشند. بنابراین هیچ لزومی ندارد که در صفات چندژنی، ژن‌ها حتماً روی کروموزوم‌های مختلف باشند، بلکه دو یا چند ژن می‌توانند پیوسته باشند!

۱۶۶- گزینه‌ی (۱۴).

اگر این دو صفت پیوسته نباشند بین ۴ تا ۹ فنوتیپ حاصل می‌شود. اگر آلل‌های هر دو صفت را غالب و مغلوب در نظر بگیریم ۴ نوع فنوتیپ حاصل می‌شود که در این حالت حداقل تعداد انواع فنوتیپ را داریم و اگر آلل‌های هر دو صفت را هم‌توان در نظر بگیریم، ۹ نوع فنوتیپ خواهیم داشت. پس می‌بینیم که باید صفات را به صورت پیوسته در نظر بگیریم. اگر آلل‌های بزرگ با هم و آلل‌های کوچک نیز با هم پیوسته باشند:



پس این حالت نیز مورد سوال نیست، چون ۲ نوع فنوتیپ حاصل می‌شود. اما اگر آلل بزرگ یک صفت با آلل کوچک صفت دیگر پیوسته باشد، ۳ نوع فنوتیپ حاصل می‌شود:

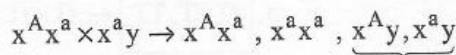


در این آمیزش همان طور که می‌بینید احتمال این که گیاهی در هر دو صفت هموزیگوت (aaBB, AAbb) برابر $\frac{1}{4}$ است و احتمال این که در هر دو صفت هتروزیگوت باشد (AaBb) نیز $\frac{1}{4}$ است.

$$\begin{aligned} \text{اولی هتروزیگوت و دومی هموزیگوت} &= \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16} \\ \Rightarrow \frac{1}{4} + \frac{1}{4} &= \frac{1}{2} \\ \text{اولی هموزیگوت و دومی هتروزیگوت} &= \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16} \end{aligned}$$

۱۶۷- گزینه‌ی (۱).

ابتدا باید بررسی کنیم که بیماری وابسته به جنس غالب است یا مغلوب. اگر غالب باشد پدر در خانواده ۱ که فردی بیمار است، باید ژنوتیپ $X^A Y$ را داشته باشد و چون کروموزوم X^A را به تمام دخترانش خواهد داد، در نتیجه تمام دخترهایش نیز باید بیمار باشند. در صورتی که در شجره‌نامه می‌بینیم که ۳ تا دختر سالم دارد! پس بیماری مورد مطالعه وابسته به جنس مغلوب است. به این ترتیب ژنوتیپ پدر $X^a Y$ خواهد بود و ژنوتیپ مادر که فردی سالم است، ولی فرزندی بیمار دارد به صورت $X^A X^a$ می‌شود. آمیزش به صورت زیر خواهد بود:



وقتی در سوال گفته شده احتمال بیمار شدن پسرها چقدر است، یعنی باید بدانیم که بین پسرها چه نسبتی بیماری می‌شوند نه این که هم احتمال پسر شدن را حساب کنیم هم احتمال بیمار شدن را. همان طور که می‌بینیم $\frac{1}{4}$ پسرها بیمارند.

۱۶۸- گزینه‌ی (۱).

✓ گزینه (۱) درست است. در میوز I تترادها را داریم. یعنی کروموزوم‌های همولوگ از طول مجاور و به هم متصل‌اند. بنابراین در متافاز I وقتی تترادها در استوانه‌ی سلول قرار می‌گیرند، در یک طرف یکی از کروموزوم‌های همولوگ از سانترومر خود به رشته‌ی دوک متصل است و در طرف دیگر کروموزوم‌های همولوگ دیگر به رشته‌های دوک متصل است. در حالی که در متافاز میتوز یا متافاز II میوز که کروموزوم‌ها تک تک در استوانه‌ی سلول قرار می‌گیرند، سانترومر هر کروموزوم به تنهایی از دو طرف به رشته‌های دوک متصل است.

✓ گزینه (۷) نادرست است. اصلاً اینگونه که در این گزینه گفته شده نیست، چرا که چون همه قبول داریم که انسان از مثلاً آلو که یک گیاه است موجود پیچیده‌تری است. (شک دارید!) این در حالی است که می‌دانیم آلو ۴۸ کروموزوم دارد، ولی انسان ۴۶ تا! یعنی انسان ۲ کروموزوم از آلو کمتر دارد، ولی می‌بینید که چقدر این جانور یعنی انسان پیچیده‌تر است!

✓ گزینه (۱۳) نادرست است. بخش نادرست این گزینه «ماده‌های جوان» است که درست آن «ماده‌های مسن» است.

✓ گزینه (۱۴) نادرست است. کروموزوم‌های جنسی انسان نر به صورت XY است که قطعاً Y از پدر آمده (چون مادر Y ای ندارد که بخواهد بدهد) و در نتیجه X از مادر آمده، می‌بینید که برخلاف سایر کروموزوم‌های همولوگ در مورد کروموزوم‌های همولوگ جنسی در یک فرد می‌توان گفت که کدام از پدر و کدام از مادر آمده است.

۱۶۹- گزینه‌ی (۱).

✓ گزینه‌ی (۱) نادرست است. در کتاب درسی زیست و آزمایشگاه ۲ می‌خوانیم که بکرزایی نوعی تولیدمثل جنسی است.

✓ گزینه‌ی (۷) درست است. این جمله را در کتاب درسی زیست و آزمایشگاه ۲ خواهید دید.

✓ گزینه‌ی (۱۳) درست است. در بکرزایی فقط یک والد حضور دارد. بنابراین لقاحی در کار نیست که تخمک بخواهد در آن شرکت کند.

✓ گزینه‌ی (۱۴) درست است. این نظریه‌ی فیزیکی از نظریه‌هایی است که درباره‌ی بکرزایی مطرح شده است.

۱۷۰- گزینه‌ی (۷).

اگر تعداد زن را n فرض کنیم، تعداد انواع ژنوتیپ زنان برای این صفت برابر 3^n خواهد بود (چون برای هر ژنوتیپ قابل تصور است). بنابراین:

$$3^n = 27 = 3^3 \Rightarrow n = 3$$

تعداد انواع ژنوتیپ زنان

تعداد انواع فنوتیپ مردان در یک صفت n ژنی هم از رابطه‌ی 2^n به دست می‌آید. پس: $2^3 = 2^2 = 8$ = تعداد انواع ژنوتیپ مردان

۱۷۱- گزینه‌ی (۴).

در تالاسمی ماژور و کم خونی وابسته به گلبول قرمز داسی شکل اختلال در تولید هموگلوبین وجود دارد ولی در هموفیلی اختلال در تولید یکی از فاکتورهای انعقادی (فاکتور شماره ۸) است نه هموگلوبین.

۱۷۲- گزینه‌ی (۳).

همه‌ی افراد F_1 صورتی شده‌اند. بنابراین رنگ صورتی صفتی اتوزوم و غالب در نتیجه رنگ زرد مغلوب است. اما شکل منقار در F_1 به دو صورت مختلف دیده می‌شود. پس این صفت وابسته به X است و چون کلاً به ۳ شکل صاف و خمیده و مایل دیده ایجاد شده است، آل‌های آن غالب ناقص می‌باشد. بنابراین:

$$\begin{cases} A : & \text{صورتی} \\ a : & \text{زرد} \end{cases} \quad \begin{cases} S : & \text{منقار صاف} \\ K : & \text{منقار خمیده} \end{cases}$$

$$P = aaX^Ky \times AAx^Sx^S$$

$$F_1 = AaX^Sy \times AaX^Sx^K$$

$$Aa \times Aa \rightarrow \underbrace{AA, Aa, Aa}_{\frac{3}{4}} \underbrace{aa}_{\frac{1}{4}}$$

$$x^Sy \times x^Sx^K \rightarrow \underbrace{x^Sx^S}_{\text{منقار صاف}}, \underbrace{x^Sx^K}_{\text{منقار مایل}}, \underbrace{x^Sy}_{\text{منقار صاف}}, \underbrace{x^Ky}_{\text{منقار خمیده}}$$

$$\frac{2}{4} = \frac{1}{2} \text{ منقار صاف}, \quad \frac{1}{4} = \frac{1}{4} \text{ منقار خمیده}$$

$$\text{صورتی و منقار صاف} = \frac{3}{4} \times \frac{2}{4} = \frac{6}{16}$$

$$\text{زرد و منقار خمیده} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16} \rightarrow \frac{6}{16} + \frac{1}{16} = \frac{7}{16}$$

فقط به این نکته توجه کنید که نر یا ماده بودن فنوتیپ محسوب نمی‌شود.

۱۷۳- گزینه‌ی (۴).

در این سؤال باید توجه کنید پرسیده شده «چند گامت» نه «چند نوع گامت» و می‌دانیم که یک سلول زاینده اسپرم در نهایت ۴ عدد گامت تولید می‌کند.

۱۷۴- گزینه‌ی (۳).

در خانواده ۱ مشاهده می‌کنیم که والدین سالم فرزند بیمار دارند. پس صفت مورد مطالعه مغلوب است. این صفت نمی‌تواند مغلوب وابسته به X باشد. زیرا اگر این طور می‌بود، دختر بیمار باید حتماً پدری بیمار داشت. بنابراین اتوزوم مغلوب است. در خانواده‌ی ۲، ژنوتیپ پدر قطعاً aa است. ژنوتیپ مادر که فردی است سالم یا AA است یا Aa ، با توجه به این که والدین این فرد هر دو هتروزیگوت (Aa) می‌باشند، زیرا خود والدین سالم بوده ولی فرزند بیمار دارند. احتمال اینکه ژنوتیپ این فرد سالم AA باشد برابر $\frac{1}{3}$ و احتمال این که Aa باشد برابر $\frac{2}{3}$ است. اگر AA باشد که اصلاً نمی‌تواند صاحب فرزند بیمار شود ولی اگر Aa باشد:

$$\frac{2}{3} Aa \times aa \rightarrow \frac{2}{3} \times \frac{1}{2} aa = \frac{1}{3} aa$$

$$\text{احتمال پسر شدن} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{2} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{6}$$

۱۷۵- گزینه‌ی (۲).

تفاوت نوکلئوتیدهای یک رشته‌ی پلی نوکلئوتیدی فقط در نوع بازهای آلی آن‌ها است.

۱۷۶- گزینی (۱۳).

اگر به شکل یک رشته پلی نوکلئوتیدی رسم شده در کتاب درسی نگاه کنید، می‌بینید که در یک انتهای رشته پلی نوکلئوتیدی فسفات وجود دارد. ولی در انتهای دیگر گروه فسفات یافت نمی‌شود. بنابراین دو انتهای رشته‌ی نوکلئوتیدی اسیدهای نوکلئیک مثل هم نیستند، رشته‌ی پلی نوکلئوتیدی دارای قطبیت است. در ضمن قطبیت دو رشته‌ی پلی نوکلئوتیدی یک مولکول DNA عکس یکدیگر است.

۱۷۷-گزینہی (۱۴).

ویلیکینز و فرانکلین تصویری از بلورهای مولکول DNA با روش پراش پرتوی ایکس تهیه کردند. بر اساس این تصویر معلوم شد که مولکول DNA اولاً به صورت مارپیچی است، ثانیاً از ۲ یا ۳ زنجیره تشکیل شده است. (ویلیکینز و فرانکلین نفهمیدند که DNA ۲ رشته دارد یا ۳ رشته است). برای همین گفتند از ۲ یا ۳ رشته تشکیل شده است تا این که واتسون و کریک با قاطعیت اعلام کردند DNA، دو رشته‌ای است.

۱۷۸- گزینہی (۱۴).

وقتی فردی ظاهراً سالم باشد اما گلبول‌های قرمزش کوچک‌تر از گلبول‌های قرمز افراد طبیعی باشد، یعنی این فرد مبتلا به تالاسمی مینور پس ثنوتیپ این پدر و مادر به صورت Tt می‌باشد :

$$Tt \times Tt \rightarrow \boxed{TT, Tt, Tt}, tt$$

وقتی فرزند دوم این والدین، مبتلا به تالاسمی ماژور نیست، (یعنی tt نیست)، پس قطعاً یکی از ژنوتیپ‌های داخل کادر را خواهد داشت. حالا در بین ژنوتیپ‌های داخل کادر $\frac{1}{3}$ کاملاً سالم‌اند و $\frac{2}{3}$ تالاسمی مینور دارند. بنابراین احتمال اینکه فرزند دوم مبتلا به تالاسمی مینور نباشد، $\frac{1}{3}$ است.

۱۷۹- گزینہ (۷).

هانتینگتون یک بیماری اتوزوم غالب است که در نهایت منجر به مرگ می‌شود. پدر این مرد که بر اثر این بیماری فوت کرده است، ژنوتیپ Aa را داشته است. بنابراین با توجه به این که مادر این مرد چون به بیماری مبتلا نبوده (یعنی ژنوتیپ aa بوده است) احتمال این که این مرد جوان آلل A را داشته باشد، برابر $\frac{1}{2}$ است.

$$\left. \begin{array}{l} \text{ژنوتیپ پدر مرد جوان} = Aa \\ \text{ژنوتیپ مادر مرد جوان} = aa \end{array} \right\} Aa \times aa \rightarrow \underbrace{Aa, aa}_{\frac{1}{2}}$$

ژنوتیپ همسر این مرد جوان هم قطعاً aa است. چون در خانواده‌شان تاکنون این بیماری سابقه نداشته است. پس:

$$\frac{1}{2}Aa \times aa \rightarrow \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}Aa = \frac{1}{4}Aa$$

یعنی $\frac{1}{4}$ احتمال دارد که فرزند این زوج مبتلا به این بیماری شود.

۱۸۰- گزینه‌ی (۲).

وقتی در یک آمیزش هیبریدی، $\frac{6}{16}$ زاده‌ها در یک صفت غالب و در یک صفت مغلوب می‌باشند (یعنی $\frac{6}{16}$ فنوتیپ Ab یا aB را دارند)، ژنوتیپ والدین AaBb می‌باشد.

$AaBb \times AaBb$
 $Aa \times Aa \rightarrow \underline{AA}, Aa, Aa, \underline{aa}$
 $Bb \times Bb \rightarrow \underline{BB}, Bb, Bb, \underline{bb}$

۱۸۱- گزینه‌ی (۲).

ژنوتیپ‌های مختلف برای گروه خونی عبارتند از: ۲ نوع ژنوتیپ $\left. \begin{matrix} AA \\ AO \end{matrix} \right\}$

ژنوتیپ‌های مختلف برای Rh^+ عبارتند از: ۲ نوع ژنوتیپ $\left. \begin{matrix} RR \\ Rr \end{matrix} \right\}$

بنابراین برای فرد موردنظر ما ۴ نوع ژنوتیپ قابل تصور است ($AORr$, $AARr$, $AORR$, $AARR$) و حداکثر توانایی تولید ۴ نوع گامت را در ارتباط با این صفات دارد.

۱۸۲- گزینه‌ی (۳).

آلکاپتونوریا یک بیماری اتوزوم مغلوب است. وقتی مادر زن، مبتلا به آلکاپتونوریا است (pp) قطعاً یکی از آل‌های بیماری‌زایی را به دخترش نیز داده. پس زن نیز قابل آلکاپتونوریا خواهد بود. مرد هم که در صورت تست گفته شده ناقل است. پس:

$$Pp \times Pp \rightarrow PP, Pp, Pp, pp$$

احتمال سالم شدن = $\frac{3}{4}$

$$\text{احتمال دختر شدن} = \frac{1}{2} \quad \text{احتمال پسر شدن} = \frac{1}{2}$$

$$\text{احتمال دختر سالم} = \frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$$

$$\text{احتمال پسر سالم} = \frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$$

اولی پسر، دومی دختر اولی دختر، دومی پسر

$$\left(\frac{3}{8} \times \frac{3}{8} \right) + \left(\frac{3}{8} \times \frac{3}{8} \right) = 2 \times \frac{9}{64} = \frac{9}{32}$$

۱۸۳- گزینه‌ی (۱).

وقتی در خانواده‌ای احتمال ایجاد تمامی انواع گروه‌های خونی وجود دارد، ژنوتیپ والدین BO و AO است. وقتی پدر و مادر Rh^+ بوده و دارای فرزندی با Rh^- می‌باشند، ژنوتیپ والدین Rr می‌باشد. پس آمیزش به صورت زیر است:

$$AORr \times BORr$$

$$AO \times BO \rightarrow AB, AO, BO, \underbrace{OO}_{\frac{1}{4}}$$

$$Rr \times Rr \rightarrow \underbrace{RR, Rr, Rr, rr}_{\frac{1}{4} \text{ هموزیگوت}}$$

$$\text{احتمال پسر شدن} = \frac{1}{2} \quad \text{احتمال پسر هموزیگوت} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{16}$$

۱۸۴- گزینه‌ی (۳).

✓ گزینه (۱): کراسینگ آور یعنی تبادل قطعه‌ی دو طرفه بین کروموزوم‌های همولوگ پس چون «دوطرفه» است، ۲ کروموزوم دستخوش تغییر می‌شود.

✓ گزینه (۲): در جهش جابه‌جایی، قطعه‌ای از یک کروموزوم شکسته شده و به یک کروموزوم غیرهمتا متصل می‌شود. پس می‌بینید که در این جا هم دو کروموزوم تغییر می‌کند.

✓ گزینه (۳): در جهش واژگونی قطعه‌ای از یک کروموزوم شکسته شده و به صورت معکوس به همان کروموزوم متصل می‌شود. یعنی در این جا کروموزوم دومی در کار نیست و فقط یک کروموزوم دستخوش تغییر می‌شود.

✓ **گزینه (۱۴):** در جهش مضاعف شدن، قطعه‌ای از یک کروموزوم شکسته شده و به کروموزوم هم‌تا متصل می‌شود. می‌بینید که در این جا هم مانند گزینه‌های (۱) و (۲) دو کروموزوم دستخوش تغییر می‌شوند.

۱۸۵- **گزینه‌ی (۳).**

الگوی شجره‌نامه اولاً مغلوب است. چون از والدین سالم فرزند بیمار متولد شده و ثانیاً اتوزوم است، زیرا اگر وابسته به جنس بود دختر بیمار حتماً پدر بیمار داشت. در صورتی که در این شجره‌نامه این گونه نیست.

✓ **گزینه (۱) نادرست است.** زیرا با توجه به این گونه اتوزوم مغلوب است، پدر خانواده (۱) قطعاً ناقل آلل بیماری‌زایی است (زیرا فرزند بیمار دارد). در صورتی که در گزینه (۱) به صورت ناقل نشان داده شده است.

✓ **گزینه (۲) نیز نادرست است.** زیرا در خانواده (۲) که پدر و مادر سالم‌اند ولی دارای فرزند بیمار می‌باشند هر دو والد قطعاً ناقل آلل بیماری‌زا می‌باشند. در صورتی که در گزینه (۲) پدر خانواده‌ی (۲) به صورت ناقل نشان داده شده.

✓ **گزینه (۳)** می‌تواند شجره‌نامه‌ی ژنوتیپی همین بیماری در همین خانواده باشد. زیرا افراد بیمار در آن نشان داده شده‌اند و افرادی که قطعاً ناقل‌اند نیز به صورت ناقل نشان داده شده‌اند. در مورد فرزند پسر خانواده‌ی ۲ دقت کنید که در شجره‌نامه‌ی فنوتیپی به صورت سالم نشان داده شد و ما با این اطلاعات نمی‌دانیم که این پسر ناقل است یا خالص. بنابراین شجره‌نامه‌ی گزینه‌ی (۳) که در این صورت ناقل فرض شده است، منطبق بر شجره‌نامه‌ی فنوتیپی صورت سؤال باشد. اگر دقت کنید در صورت سؤال هم گفته شد کدام گزینه می‌تواند ... یعنی ممکن است قطعی نباشد!

✓ **گزینه (۴) نیز نادرست است.** زیرا فرزند دختر خانواده‌ی ۲ شجره‌نامه‌ی فنوتیپی بیمار نشان داده شده در این گزینه به صورت سالم نشان داده شده است. (این گزینه آسان‌ترین گزینه‌ای بود که می‌توانستید نادرست بودنش را تشخیص بدهید!)

۱۸۶- **گزینه‌ی (۱۴).**

در هر گزینه تعداد کروموزوم‌های سلول ذکر شده را حساب می‌کنیم:

✓ **گزینه (۱):** $\frac{48}{2} = 24$ اسپرم شامپانزه = ۲۴ سلول زاینده‌ی ملخ ماده

✓ **گزینه (۲):** $\frac{46}{2} = 23$ تخمک انسان = ۲۳ سلول زاینده‌ی ملخ نر

✓ **گزینه (۳):** ۴۸ سلول پوست سیب‌زمینی = ۴۸ برگ درخت آلو

✓ **گزینه (۴):** $\frac{46}{2} = 23$ اسپرم انسان = ۲۳ سلول زاینده ملخ نر
با هم برابر نیستند

۱۸۷- **گزینه‌ی (۳).**

کروموزوم‌های جنسی مرغ به صورت XY می‌باشد بنابراین برای هر صفت n الی وابسته به X تنها یک آلل دارد.

۱۸۸- **گزینه‌ی (۲).**

وقتی صفت اتوزوم است، یعنی در هر سلول بدن ملخ ۲ آلل وجود دارد. اما یادگاران باشد که تست نپرسیده است حداقل و حداکثر چند آلل دارد، بلکه پرسیده که حداقل و حداکثر چند نوع آلل دارد. ببینید این ملخ یا در رابطه با این صفت خالص است یا ناخالص. اگر خالص باشد یعنی هر دو آلل مربوط به این صفت مثل هم‌اند. (یعنی از یک نوع‌اند). پس این می‌شود حداقل و می‌گوییم حداقل ۱ نوع آلل در بدن او وجود دارد وگرنه ناخالص باشد، یعنی ۲ آللی که برای کنترل این صفت در جدول این ملخ ماده با یکدیگر متفاوت‌اند. منظورم این است که ۲ نوع آلل مختلف برای این صفت در بدن این ملخ موجود است که این حالت حداکثر است.

۱۸۹- **گزینه‌ی (۳).**

✓ **گزینه (۱) نادرست.** هیستون‌ها در فشرده شدن DNA نقش مهمی دارند، ولی نه DNA باکتری (چون DNA باکتری اصلاً هیستون ندارد) بلکه DNA یوکاریوت‌ها.

✓ **گزینه (۲) نادرست.** یک کروموزوم چه مضاعف باشد و چه غیرمضاعف، فقط یک سانترومر دارد.

✓ گزینه (۳) نادرست.

✓ گزینه (۴) نادرست. همانطور که می‌دانید، در تقسیم سلول‌های گیاهی دوک وجود دارد ولی آن چه در مقایسه با سلول جانوری وجود ندارد، سانتربول است.

۱۹۰- گزینه (۴).

✓ گزینه (۱) : در تقسیم میتوز و میوز روی می‌دهد ولی باکتری چه می‌داند که کروموزوم چیست (یعنی باکتری اصلاً چیزی به نام کروموزوم ندارد که بخواهد از نوع کروماتیدی‌اش داشته باشد و آن وقت کروماتید خواهری از هم جدا شوند!!!)

✓ گزینه (۲) : فقط در تقسیم میوز رخ می‌دهد.

✓ گزینه (۳) : در تقسیم میوز و میتوز رخ می‌دهد ولی باکتری که بیچاره اصلاً غشاء هسته ندارد که بخواهد از بین برود و آن وقت دوباره تشکیل شود.

✓ اما گزینه (۴) : شباهت این سه نوع تقسیم است. یعنی قبل از همه‌ی انواع تقسیم‌های سلولی همانندسازی DNA صورت می‌گیرد.

۱۹۱- گزینه (۴).

نیازی به توضیح ندارد !!

۱۹۲- گزینه (۳).

فرد مبتلا به سندرم داون، ۴۷ کروموزومی است یعنی یک کروموزوم زیاد دارد. کاملاً واضح است که از گزینه‌های دیگر که همگی ۴۶ کروموزوم دارند، ژن بیش‌تری در یک سلول سوماتیک خود دارد.

۱۹۳- گزینه (۳).

چون صفت اتوزومی است، بین تعداد انواع فنوتیپ مردان با زنان تفاوتی نیست.

تعداد انواع فنوتیپ زنان = تعداد انواع فنوتیپ مردان

$$\frac{\text{تعداد انواع فنوتیپ مردان}}{\text{تعداد انواع فنوتیپ زنان}} = 1$$

۱۹۴- گزینه (۲).

ژنوتیپ مردی با گروه خونی B ممکن است به صورت BB یا BO باشد. هر دو حالت را در آمیزش شرکت می‌دهیم :

$$BO \times AB \rightarrow AB, AO, BO, BB$$

$$BB \times AB \rightarrow AB, BB$$

همان‌طور که مشاهده می‌کنید در هر دو حالت O وجود ندارد.

۱۹۵- گزینه (۳).

می‌دانیم که در آمیزش آزمون فردی را که صفت غالب دارد با فرد مغلوب آمیزش می‌دهیم. در آمیزش مطرح شده در تست، چون یک خوکچه‌ی هندی سفید (مغلوب) حاصل شده، فرد غالبی که در آمیزش شرکت کرده، ناخالص بوده است. یعنی :

$$Bb \times bb \rightarrow \frac{1}{4} Bb, \frac{1}{4} bb$$

حالا این دو خوکچه‌ی حاصل را با هم آمیزش می‌دهیم :

$$Bb \times bb \rightarrow \frac{1}{4} Bb, \frac{1}{4} bb$$

$$\text{خوکچه‌ی نر سفید} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$$

$$\text{خوکچه‌ی ماده سیاه} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$$

۱۹۶- گزینه (۳).

فرزند با گروه خونی A می‌تواند ژنوتیپ AA یا AO داشته باشد. اگر ژنوتیپ AA باشد، یعنی یکی از آلل‌های A را از آن گرفته است. اما می‌دانیم که اگر مادرش A داشت که دیگر گروه خونی‌اش B نمی‌باشد پس ژنوتیپ فرزند AO است و این A را از پدرش گرفته است. بنابراین آن آلل O را قطعاً از مادرش گرفته است. پس ژنوتیپ مادر که گروه خونی B دارد به صورت BO است.

۱۹۷- گزینه‌ی (۳).

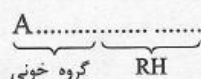
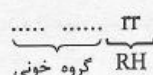
۱۹۸- گزینه‌ی (۴).

۱۹۹- گزینه‌ی (۴).

۲۰۰- گزینه‌ی (۴).

۲۰۱- گزینه‌ی (۳).

ژنوتیپ مرد را که گروه خونی A دارد فعلاً به صورت زیر می‌نویسیم :

و گروه خونی زن را نیز که Rh^- است، فعلاً این گونه می‌نویسیم :

OOr

اما ژنوتیپ فرزندی که O^- است از روی فنوتیپ او پیدا است:

این فرزند یک آلل O و یک آلل r از پدرش و یک آلل O و یک آلل r از مادرش گرفته است. پس ژنوتیپ پدر و مادر را می‌توانیم کامل کنیم :

$$\text{ژنوتیپ پدر} = AO - r$$

$$\text{ژنوتیپ مادر} = O - rr$$

ABR....

ژنوتیپ فرزند دیگر را که گروه خونی AB^+ دارد می‌توانیم به صورت زیر بنویسیم :

این فرزند یک آلل R دارد که آن را قطعاً از پدرش گرفته است. زیرا آلل‌های مربوط به Rh در مادر هر دو r هستند، پس ژنوتیپ را به این صورت تکمیل می‌کنیم :

$$\text{ژنوتیپ پدر} = AORr$$

همچنین این فرزند، یک آلل B دارد که قطعاً آن را از مادرش گرفته است. زیرا آلل B ای نداشته که بخواهد بدهد؛ بنابراین ژنوتیپ مادر را نیز به صورت زیر تکمیل می‌کنیم :

$$\text{ژنوتیپ مادر} = BORr$$

تا این جای کار ژنوتیپ والدین را مشخص کردیم. برای رسیدن به جواب نهایی پایدستی آمیزش بین ژنوتیپ والدین را که عبارت است از بدست آوریم :

$$AORr \times BORr$$

$$AOBO \rightarrow AB, AO, \underbrace{BO}_{\frac{1}{4}}, OO$$

$$Rr \times rr \rightarrow Rr, rr$$

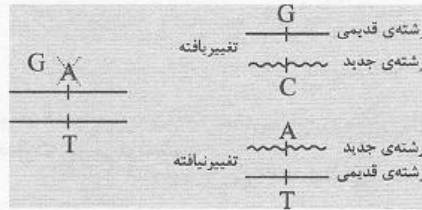
$$B^+ = \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$$

$$\underbrace{Rh^+}_{\frac{1}{2}} Rh^-$$

۲۰۲- گزینه‌ی (۳).

به شکل زیر توجه کنید. هنگام همانندسازی دو رشته‌ی DNA از هم جدا شده و از روی هر رشته مکمل آن ساخته می‌شود. بنابراین در رشته‌ای که در آن نوکلئوتید A به G تبدیل شده، در هنگام همانندسازی، در مقابل G، C قرار می‌گیرد. پس در واقع رشته‌ی مقابل نیز دچار تغییر می‌شود (زیرا در DNA اولیه در این مکان T قرار داشت). در هنگام همانندسازی رشته‌ی دیگر از مولکول اولیه که جهش در آن رخ نداده بود، رشته‌ای بدون تغییر از روی آن ساخته می‌شود. پس به این ترتیب در نسل اول دو مولکول DNA حاصل می‌شود که یکی از آنها هر دو رشته‌اش تغییر

یافته‌اند و یکی از دو رشته‌اش بدون تغییراند. اگر همانندسازی همین‌طور ادامه یابد، دو رشته‌شان تغییر یافته است و ۸ تای دیگر از روی مولکول b ساخته شده‌اند که در همه‌شان هر دو رشته بدون تغییراند. بنابراین جمعاً ۳۲ رشته داریم که ۱۶ رشته از آن‌ها تغییر یافته است. $\frac{16}{32} = \frac{1}{2}$



۲۰۳- گزینه‌ی (۱)

اگر دو صفت پیوسته نباشند، آمیزش به صورت زیر است:

$$AaBb \times AaBb \rightarrow 2 \times 2 = 4 \text{ فنوتیپ}$$

یعنی چهار نوع فنوتیپ حاصل می‌شود نه دو نوع. برای این که دو نوع فنوتیپ حاصل شود، صفات را باید پیوسته در نظر بگیریم، طوری که آلل‌های کوچک با هم پیوسته باشد.

$$\frac{AB}{ab} \times \frac{AB}{ab} \rightarrow \begin{matrix} AABB \\ AaBb \\ AaBb \\ aabb \end{matrix} \rightarrow \left. \begin{matrix} AB \\ AB \\ AB \\ ab \end{matrix} \right\} \text{دو نوع فنوتیپ}$$

اگر یک آلل بزرگ را با یک آلل کوچک پیوسته بگیریم، ۳ نوع فنوتیپ حاصل می‌شود که باز مورد سؤال نیست.

$$\left. \begin{matrix} AABB \\ AaBb \\ AaBb \\ aabb \end{matrix} \right\} \text{خالص } \frac{1}{2}$$

۲۰۴- گزینه‌ی (۳)

ژنوتیپ مرد سالم از نظر کوررنگی $x^C y$ است و ژنوتیپ زن سالم که یک فرزند بیمار دارد به صورت $x^C x^c$ خواهد بود و آمیزش آن‌ها به صورت زیر است:

$$x^C x^c \times x^C y \rightarrow x^C x^C, x^C x^c, x^C y, x^c y$$

پسر بیمار پسر سالم دختر سالم دختر سالم

۲۰۵- گزینه‌ی (۳)

وقتی پدر و مادر این فرد سالم‌اند، ولی فرزندی بیمار دارند، یعنی خودشان ناقل (Aa) می‌باشند. بنابراین احتمال این که این مرد سالم خالص (AA) باشد برابر $\frac{1}{3}$ و احتمال این که ناقل (Aa) باشد، برابر $\frac{2}{3}$ است. وقتی مادر زن این مرد زال (aa) بوده قطعاً یک آلل a به دخترش داده، بنابراین ژنوتیپ زن این مرد به صورت Aa است. اگر ژنوتیپ مرد AA باشد که فرزند زال حاصل نمی‌شود و اگر ژنوتیپ مرد Aa باشد (به احتمال $\frac{2}{3}$)، آمیزش مربوطه به صورت زیر خواهد بود:

$$\frac{2}{3} Aa \times Aa$$

$$\Rightarrow \text{احتمال } aa = \frac{2}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{6}$$