

آمیزش ژنوتیپ

۱ فارغ از این که مبحث آمیزش ژنوتیپ مبحثی قدیمی است که کتاب درسی هم خیلی به آن نپرداخته است، اما یک مفهوم ریاضی جالب را در خود مستتر دارد که ما را بر آن داشت! تا به این موضوع کلیشه‌ای از دری نو وارد شویم.

تست هدف از آمیزش ژنوتیپ چیست؟

- (۱) تعیین فنوتیپ والدی که ژنوتیپ آن معلوم است.
 (۲) تعیین ژنوتیپ والدی که فنوتیپ آن معلوم است.
 (۳) تعیین ژنوتیپ فرزندی که فنوتیپ آن معلوم است.
 (۴) تعیین فنوتیپ فرزندی که ژنوتیپ آن معلوم است.

در واقع مفهوم کلیشه‌ای آمیزش ژنوتیپ آن می‌گوید که وقتی به شما می‌گویند فنوتیپ

یک فرد غالب است، شما می‌دانید که فرضاً A است اما نمی‌دانید ژنوتیپ این فرد A ، AA (خالص) است یا Aa (ناخالص). حالا فرض کنید شما علاقه‌مندید که بفهمید ژنوتیپ این فرد Aa است یا AA . برای این کار، بهترین کار این است که از این فرد بخواهید با فردی با ژنوتیپ aa (فنوتیپ a) ازدواج کند تا ...!!

پس در هر آمیزش ژنوتیپ ما دو نفر داریم که یکی فنوتیپ غالب دارد اما ژنوتیپش را نمی‌دانیم و دیگری فنوتیپ و ژنوتیپ مغلوب دارد.

... $A \times a \rightarrow$ در همه‌ی آمیزش‌های ژنوتیپ

... $A \times aa \rightarrow$ در همه‌ی آمیزش‌های ژنوتیپ

در واقع از روی بچه‌های آن‌ها می‌فهمیم که والد مجهول ژنوتیپ چه ژنوتیپی دارد. پس در آمیزش ژنوتیپ هدف ما تعیین ژنوتیپ یکی از والدین است، با بررسی زاده‌ها.

تست در نخودفرنگی تعیین ژنوتیپ کدام فنوتیپ نیاز به آمیزش ژنوتیپ دارد؟

(۴) غلاف زردرنگ

(۳) دانه‌ی زردرنگ

(۲) گل سفیدرنگ

(۱) انتهای بودن گل

تعیین ژنوتیپ فنوتیپ‌های غالب نیاز به آمیزش آزمون دارد. در فعالیت ۱-۸ می‌بینید که انتهای و سفید بودن گل و زرد رنگ بودن غلاف، صفت‌هایی مغلوب هستند و زردی دانه صفتی غالب.

۲) خب حالا این آمیزش آزمون چگونه کمک می‌کند که به ژنوتیپ والدین پی ببریم؟

$$1) AA \times aa \rightarrow 1Aa$$

$$2) Aa \times aa \rightarrow \frac{1}{2}Aa + \frac{1}{2}aa$$

والد غالب می‌تواند ژنوتیپ AA یا Aa داشته باشد. در حالت اول حتماً حتماً همه‌ی زاده‌ها برای همیشه Aa، با فنوتیپ A می‌شوند. اما در حالت دوم به احتمال $\frac{1}{2}$ ، فنوتیپ زاده‌ها a (مغلوب) می‌شود و به احتمال $\frac{1}{2}$ دیگر فنوتیپ زاده‌ها A (غالب) می‌شود. نکته‌ی مفهومی، اصلی و مهمی که خیلی‌ها حواسشان به آن نیست، این جاست! کجا؟ این تست رو حل کن تا بگم!

در آمیزش آزمون فردی با فنوتیپ A، کدام یک از دو جمله‌ی زیر صحیح است؟

a) اگر همه‌ی زاده‌ها فنوتیپ A داشتند، فرد فوق حتماً هموزیگوس است.

b) اگر فقط یک زاده‌ی مغلوب داشته باشیم، فرد فوق حتماً هتروزیگوس است.

۱) فقط a ۲) فقط b ۳) هر دو ۴) هیچ کدام

نکته‌ی مفهومی و اصلی در آمیزش آزمون این است که اگر در آمیزش آزمون $A \times a$ همه‌ی زاده‌ها فنوتیپ A داشته باشند، نمی‌توانیم بگوییم ژنوتیپ والد غالب لزوماً AA است و Aa نیست. چون احتمال، احتمال است! وقتی احتمال aa شدن $\frac{1}{2}$ است، این طور نیست که در خانواده‌ای که ۱۰ بچه دارند لزوماً ۵ تا aa باشند. احتمال دارد هر ۱۰ تا aa باشند. احتمال دارد یکی از آن‌ها هم aa نباشد. با این‌که A شدن همه‌ی فرزندان هیچ کمکی در شناسایی ژنوتیپ والد غالب نمی‌کند، اما a (aa) شدن حتی یک فرزند نشان می‌دهد که فرد غالب حتماً آلل a دارد پس حتماً ژنوتیپش Aa و هتروزیگوس است.

پس پس! در آمیزش آزمون تنها نشانه‌ی تشخیص ژنوتیپ والد غالب، تولد فرزند مغلوب است و در این حالت می‌فهمیم که ژنوتیپ والد غالب هتروزیگوس است. پس پس! ما در هیچ آمیزش آزمونی نمی‌توانیم بفهمیم که ژنوتیپ فرد غالب AA است! چون فرد AA در آمیزش آزمون در زاده‌ها ژنوتیپی را تولید می‌کند که فرد Aa هم می‌تواند زاده با همان ژنوتیپ را در آمیزش آزمون تولید کند!

۳) گاهی با دادن اطلاعاتی در مورد انواع فنوتیپ و ژنوتیپ زاده‌ها یا درصد آن‌ها در زاده‌ها، شما باید حدس بزنید در یک آمیزش آزمون مولتی‌هیبریدی، در والد غالب چند ژنوتیپ هتروزیگوس هست. در واقع این سوالات وقتی طرح می‌شوند که ما بخواهیم آمیزش آزمون مولتی‌هیبریدی برگزار کنیم.



در گوجه‌فرنگی آلل‌های A (بوته‌ی بلند) و H (کرک‌دار بودن ساقه) بر آلل‌های متقابلشان (a و h) غلبه دارند. برای تعیین ژنوتیپ بوته‌ی بلند و کرک‌دار آمیزش آزمون انجام شد. در صورتی که نتیجه‌ی این آزمایش ۴ نوع فنوتیپ با نسبت‌های مساوی باشد، ژنوتیپ بوته‌ی مورد آزمایش کدام بوده است؟ (سئیش ۸)

۱) AaHh ۲) AAHh

۳) AaHH ۴) AAHH

آمیزش آزمون برای یک صفت می‌تواند ۲ حالت باشد:

$$Aa \times aa \rightarrow \frac{1}{2}Aa + \frac{1}{2}aa$$

$$AA \times aa \rightarrow 1Aa$$

حالت اول ۲ نوع فنوتیپ می‌دهد. برای دو صفت، این حالت ۴ نوع فنوتیپ می‌دهد (۲×۲) که فراوانی همه‌ی آن‌ها با هم برابر است. پس بوته‌ی بلند کرک‌دار که در هر دو صفت غالب است، باید در هر دو صفت هتروزیگوس باشد تا بتواند در آمیزش آزمون ۴ نوع فنوتیپ با فراوانی برابر ایجاد کند.

جاندارى با ۳ صفت تک‌ژنى غالب آمیزش آزمون انجام داده است. در زاده‌ها ۴ نوع فنوتیپ دیده می‌شود. چه نسبتی از زاده‌ها فنوتیپ نوترکیب دارند؟

$$\frac{2}{3} \text{ (۴)} \qquad \frac{5}{8} \text{ (۳)} \qquad \frac{7}{8} \text{ (۲)} \qquad \frac{3}{4} \text{ (۱)}$$

در آمیزش آزمون یک طرف آمیزش حتماً فنوتیپ مغلوب دارد (aa) و طرف دیگر فنوتیپ غالب. فرد غالب (A) می‌تواند ۲ نوع ژنوتیپ AA یا Aa داشته باشد.

یک نوع فنوتیپ $AA \times aa \rightarrow$

دو نوع فنوتیپ $Aa \times aa \rightarrow$

وقتی برای ۳ صفت، ۴ نوع فنوتیپ داریم یعنی والد غالب برای ۲ صفت از ۳ صفت، هتروزیگوس و برای یکی دیگر هوموزیگوس است. پس والد غالب ژنوتیپ AaBbDD دارد (در ۲ تا هتروزیگوس و در یکی هوموزیگوس غالب است). برای این سؤال در هیچ حالت دیگری از آمیزش آزمون ۴ نوع فنوتیپ تولید نمی‌شود.

$AaBbDD \times aabbdd$

$$\text{احتمال ABD (یکی از والدین)} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 1 = \frac{1}{4}$$

$$\text{احتمال abd (والد دیگر)} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 0 = 0$$

$$\text{احتمال والدین} = \frac{1}{4} + 0 = \frac{1}{4}$$

$$\text{احتمال فنوتیپ نوترکیب} = 1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$$

از این نوع استفاده‌ی نوآورانه از آمیزش آزمون باز هم می‌توان داشت که در تست‌ها خواهید دید.