وراثة الصّفة، طريقة ظهورها وتحديدها

(معامل القيمة التوريثية Heritability)

ترتبط الصفات الكمية بمشاكل الانتخاب وبالارتباطات الوراثية فيما بينها، ولذلك يُستعمل تحليل التباين كأحد الطرق الفعالة في تحديد وراثة الصفة بمساعدة معامل القيمة التوريثية (h^2).

وتعتمد طرق تحديد معامل القيمة التوريثية (heritability) للصفات الكمّية كلها على أنَّ التّماثل في الطراز المظهري بين الأقارب أكبر منه بين غير الأقارب.

ومن هذه الصّفات المظهرية الكمية صفة إنتاج الحليب، حيث يمكن من خلال طريقة تحليل التباين حساب ما يسمى بالارتباط ضمن الصفوف ($\hat{r}$) ومن ثم حساب قيمة (h^2) للصفة المدروسة.

الشكل (1): معامل القيمة التوريثية (h^2) لأهم الصفات الإنتاجية

الصفة	القيمة الوراثية
كمية الحليب	0.30 – 0.20
نسبة الدهن	0.60 – 0.50
نسبة البروتين	0.55 – 0.45
طول الفترة الإنتاجية	0.10 – 0.00
الكفاءة التناسلية	0.10 – 0.00

ولقد تم تحديد معاملات الارتباط المظهري والوراثي والبيئي لكمية الحليب و كمية الدهن للأبقار الناتجة كبنات لأب واحد وتمتلك مستوى قرابة واحد وهو مايعرف بالأخوات نصف الشقيقات التي يبلغ معامل القرابة لها = 0.25 وفي هذه الحالة فإن معامل الارتباط ضمن الصفوف للصفة (X) يساوي:

$$\hat{r}_{(X)} = \frac{MSG_X - MSE_X}{MSG_X + (\bar{n}_0 - 1)MSE_X}$$

حيث $\bar{n}_0$: متوسط عدد النسل للثور الواحد

أو

$$\hat{r}_{(X)} = \frac{\sigma^2_{G_X}}{\sigma^2_X}$$

وبمساعدة القيم الموجودة في الجدول الأخير لتحليل التباين رقم(8)والتي استخدمت فيه معلومات لـ 483 موسم حلابة لبنات 29 ثوراً ، يمكن حساب معامل الارتباط ضمن الصفوف أي:

$$\hat{r}_{(X)} = \frac{377.67}{3646.78} \approx 0.1035$$

ومن المعروف أن معامل القيمة التوريثية يعبر عنه بالعلاقة :

$$h^2 = \frac{\text{التباين الوراثي}}{\text{التباين المظهري}}$$

وبما ان قيمة معامل القرابة بين الأخوة نصف الأشقاء والأخوات نصف الشقيقات يساوي 0.25 لذلك فإنه للحصول على قيمة معامل القيمة التوريثية يجب ضرب قيمة معامل الارتباط ضمن الصفوف بـ 4 أي:

$$h^2_x = 4.\hat{r}_{(x)}$$

$$h^2_x = \frac{4.377.67}{3646.78} \approx 0.414$$

وبطريقة مماثلة يمكن حساب معامل القيمة التوريثية للصفة y.

$$h^2_x = 4.\hat{r}_{(y)} = \frac{4.7510.18}{62885.71} \approx 0.477 \approx 48\%$$

ومن المفيد التذكير بأن قيمة معامل القيمة التوريثية نسبية إذ تتراوح ما بين ∴-1 .

اما متوسط الخطأ لمعامل القيمة التوريثية فيحسب من خلال المعادلة التقريبية التالية :

$$S_{h^2} \approx \left(h^2 + \frac{4}{n}\right)\sqrt{\frac{2}{p}}$$

حيث h^2 : معامل القيمة التوريثية .

n عدد البنات .

p عدد الثيران .

وبتعويض القيم بهذه المعادلة نحصل على :

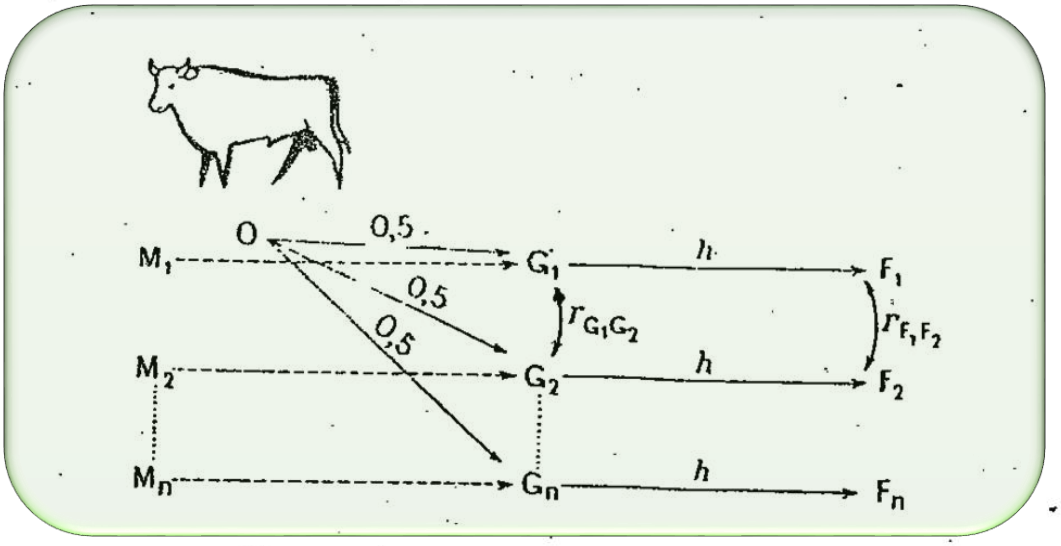
متوسط الخطأ لصفة انتاج الحليب $S_{h^2} = (0.41 + \frac{4}{483})\sqrt{\frac{2}{29}} = 0.17$

أما متوسط الخطأ لصفة كمية الدهن : $S_{h^2} = (0.48 + \frac{4}{483})\sqrt{\frac{2}{29}} = 0.19$

وتعتبر قيم متوسط الخطأ للصفتين كبيرة نوعاً ما حسب رأي كثير من الباحثين.

3. دراسة العلاقة بين معامل القيمة التوريثية والارتباط الوراثي والمظهري :

سنبين فيمايلي الارتباط بين توريث الصفات مع الانتخاب بطريقة مختصرة.



الارتبـــاط الـــوراثـــي = $r_{G1G2} = 0.5 \cdot 0.5 = 0.25$

الارتباط المظهري = $r_{F1F2} = h \cdot 0.5 \cdot 0.5 \cdot h = r_G \cdot h^2$

الشكل رقم (7) : التشابه الوراثي والمظهري بين الأخوة نصف الأشقاء والأخوات نصف الشقيقات

حيث O = الأب (الثور)

$M_1, M_2, \ldots\ldots M_n$ = أمهات مختلفة (الأبقار) .

$G_1, G_2, \ldots\ldots G_n$ = التركيب الوراثي للنسل 1,2..... n.

$F_1, F_2, \ldots\ldots F_n$ = التركيب المظهري للنسل 1,2..... n.

$r_{G_1G_2}$ الارتباط الوراثي

$r_{F_1F_2}$ الارتباط المظهري.

h 0,5 طرق معاملات الاتجاه.

إن التماثل الوراثـي بـين الأخـوة نصـف الأشـقاء والأخـوات نصـف الشـقيقات يسـاوي $r_{G_1} = 0.25$ أما الارتباط المظهري فيمكن حسابه كما هو موضح بالشكل (7) ويساوي:

$$r_{F_1F_2} = h.0.25.0.5h = r_{Gh^2}$$

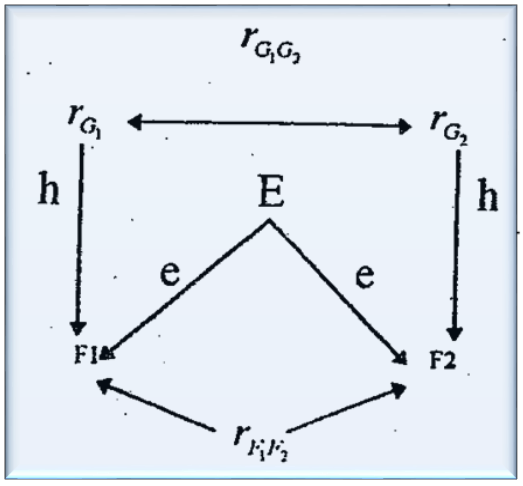
وهكذا فإن الارتباط المظهري يعبر عن المستوى المظهري للصفة عند الحيوانات التي بينها قرابة وتمثل بالمعادلة :

$$r_F = r_G . h^2$$

والتي يمكن كتابتها بالشكل :

$$h^2 = \frac{r_F}{r_G}$$

كلما زادت قيمة r_G زادت قيمة r_F حتّى تقترب من h^2 ، أمّا في حالة التوائم الحقيقية فإنَّ (r_G =1) وبالتالي $h^2 = r_F$



شكل رقم (8) التشابه المظهري بين الأخوة نصف الأشقاء والأخوات نصف الشقيقات مع حساب تأثير البيئة

حيث G_1, G_2 – 1,2 : التركيب الوراثي للنسل .

F_1, F_2 – 1,2 : التركيب المظهري للنسل .

E : البيئة .

$r_{G_1G_2}$: الارتباط الوراثي .

$r_{F_1F_2}$: الارتباط المظهري .

h , e : طرق المعاملات .

وبالإضافة إلى العلاقات المتبادلة بين المقاييس الثلاثة هناك عامل آخر هو التأثير البيئي أو تأثير العوامل البيئية المنظمة . عند ذلك يستخدم مصطلح جديد بالإعتماد على الشكل (8) وهو طرق معاملات الاتجاه أي :

$$r_{F_1F_2} = r_G.h^2 + e^2$$

لذلك فإن قيم معامل القيمة التوريثية المحسوبة يجب أن تأخذ بعين الاعتبار عزل تأثير الظروف البيئية المنظمة e^2 . وكلما زادت القرابة بين الأفراد المدروسة يمكن الحكم على قيمة h^2 بدقة $h^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_F^2}$.

وهناك طرق أخرى لتقدير معامل القيمة التوريثية باستخدام العلاقة بين الآباء وأنسالها . فمن المعروف أنه يوجد تشابه وراثي بين الآباء وأنسالها يمكن التعبير عنه بمعامل الارتباط الوراثي $r_G = 0.50$. فبين الأمهات وبناتها يمكن كتابة المعادلة:

$$r_{F_DF_M} = r_{Gh^2}$$

حيث $r_G = 0.5$

$r_{G_DG_M}$: الارتباط بين التركيب المظهري للبنات مع أمهاتها.

وهناك طريقة أخرى هي انحدار البنات على الأمهات:

وتستخدم في هذه الحالة انتاجية البنات (y) مع إنتاجية أمهاتها (x) عندها يحسب انحدار البنات على الأمهات أي ($b_{y/x}$) وقد تم حسابها سابقاً (في الجلسة الرابعة) بالعلاقة:

$$b_{y/x} = \frac{S(x,y)}{S^2(x)}$$

وباعتبار أن معامل القرابة بين النسل وأحد أبويه $\frac{1}{2}$ ، فإنه لتقدير معامل القيمة التوريثية يضرب معامل الانحدار $b_{y/x}$ بـ 2 أي

$$h^2 = 2\, b_{y/x} = 2 \times \frac{S(x,y)}{S^2(x)}$$

أمّا متوسط الخطأ لمعامل القيمة التوريثية فيمكن حسابه من المعادلة:

$$S^2_h = \frac{2}{\sqrt{n}}$$

حيث: n :عدد أزواج البنات والأمهات المستخدمة.

وهذه الطريقة من أحد الطرق الأكثر استخداماً في حساب معامل القيمة التوريثية.

إلا أنَّ امكانية الخطأ عند تحديد معامل القيمة التوريثية يتضاعف مرتين لأنَّ ($h^2 = 2b_{y/x}$)،

أمّا عند استخدام معامل الارتباط بين الأنسال فإنَّ الخطأ يتضاعف أربع مرات لأنَّ ($h^2 = 4\hat{r}$).

﴿نهاية الجلسة العملية الخامسة﴾