

التباين المظهري Phenotypic Variation

يتحكم في الصفات الكمية في الطيور الداجنة عشرات و بل مئات الجينات و ان التعبير المباشر لتلك الجينات و اكتشاف أسلوب التوريث يكون امرا صعب و لذلك تحتاج منهج جديد للعمل بها و هو تحليل التباين و تقسيمه الى مكون يورث و آخر لا يورث.

يعبر التباين بالمفهوم العام عن كيفية توزيع الأفراد حول المتوسط العام لقطيع من الطيور الداجنة. التباين المظهري يرمز له VP و يساوي مجموع ثلاث مكونات و هي:

١-التباين الوراثي (VG) Genetic Variation

٢-التباين البيئي (VE) Environmental Variation

٣-التباين الخاص بالتفاعل الوراثي-البيئي-Genetic

Environmental Interaction Variation(VGE)

وفقا للمعادلة التالية:

$$VP= VG+VE+VGE$$

التباين الوراثي: Genetic Variation

و يمثل المكون الذي يحاول المربون تغييره من خلال برامج التربية و التحسين و الذي يشمل ثلاث مكونات و تمارس برامج التربية المختلفة لاستغلال هذه المكونات و هي:

١-التباين الوراثي التجميعي Additive

Genetic Variation

يمثل التباين التجميعي اجمالي القيم التي يساهم بها كل اليل في انتاج الصفة (مظهر الصفة). هناك بعض الأليلات التي يكون لها مساهمة أكبر بينما تقل مساهمة بعضها في حين قد تنعدم مساهمة البعض الآخر على الاطلاق، كما أن هناك اليلات تساهم في مظهر الصفة بصورة سالبة.

٢-التباين الوراثي السيادي Dominance

Genetic Variation

الذي يحصل بين ازواج الأليلات لكل موقع بصورة مستقلة. و لهذا السبب ،فإن التباين السيادي لايمكن توريثه أي انه نتاج لحالة ازدواج الكروموسومات (2N) و الناتجة من مشاركة كل أب و أم بزايكوت احادي الكروموسوم لانتاج النسل الناتج. أن الكميات لا تحتوي أليلات مزدوجة نتيجة أن الحالة ثنائية الكروموسوم تختزل الى الحالة الفردية عند الانقسام الاختزالي اذ تنفصل كل أزواج الأليلات عندما تمر الكروموسومات بمرحلة التوزيع المستقل، أي أن التأثير السيادي للآباء يتم تحطمه خلال الانقسام الاختزالي عند الاخصاب، و يعاد تكوين التباين السيادي عندما يلحق حيوان منوي احادي الكروموسوم بويضة أحادية الكروموسوم لانتاج بويضة مخصبة(زايكوت) ثنائية الكروموسوم. أي أن التباين السيادي يتحطم ثم يعاد تكوينه في توليفات جديدة مختلفة في كل جيل.

يمثل التباين السيادي المكون الوراثي الذي يرجع الى التفاعل

٣-التباين الوراثي التفوقي Epistasis Genetic Variation

ويمثل خليط من تباين مورث و آخر غير مورث. أن جزء التفاعلات بين أو فيما بين الأليالات التي احتوتها الكميات هو قابل للتوريث، في حين أن الجزء من التفاعل الذي أو ضمن الأليالات التي هي جزء مكون لحيوان منوي آخر أو لجسم قطبي فهو لا يورث. كما أن النسبة المئوية للتباين الوراثي التفوقي التي تورث تختلف من كميت الى آخر بسبب العبور الوراثي و التوزيع المستقل خلال الانقسام الاختزالي، و لهذا فإن ما ينتقل من الآباء الى النسل لايتعدى عينة عشوائية صغيرة من خلال التباين الوراثي التفوقي.

أن التباين الوراثي التجميعي و التباين الوراثي السيادي من أكثر المكونات الوراثية أهمية.

لماذا؟

أن التباين الوراثي التجميحي هو نتاج أليلات مفردة و حالة مفردة للكروموسوم، بينما التباين السيادي هو نتاج أزواج الأليلات أي هو نتاج الحالة المزدوجة للكروموسوم. تنتج الأمهات كميات أحادية الكروموسوم و تستطيع نقل التأثير الوراثي التجميحي الى نسلها و لكنها لن تستطيع نقل تأثيرها السيادي الذي يتحطم اثناء الانقسام الاختزالي. يتكون التأثير السيادي في كل زايكوت بعد الاخصاب. أن التأثير الوراثي التجميحي هو نتاج كل من الأبوين، بينما التأثير السيادي هو نتاج تزاوجات محددة و لأن التأثير التجميحي ينتقل من الأب الى النسل فإنه يسمى تباين القيم التربوية و يستخدم في برامج الانتخاب بهدف تحسين العشيرة، و لأن التباين السيادي لا يورث و لكنه صنيعه التزاوج فإن التهجين يستخدم كبرنامج للتربية في تحسين العشيرة.

المكافىء الوراثةى (معامل التورىث) Heritability

المكافىء الوراثةى أو ماىسمى معامل التورىث هو أحد المقابىس الوراثةىة المهمة فى مجال التحسین الوراثةى للصفات الكمية فى الایوانات و منها الطيور الداجنة. یعبر عن النسبة بین التباين الوراثةى الكلى (متوسط تأثیر الجينات) الى التباين الكلى للصفة.

یمكن التعبير عن قانون المكافىء الوراثةى الذى یرمز له h^2 كالتالى:

$$h^2 = VG/VP$$

یمكن التعبير عن المكافىء الوراثةى بطریقین:

١- المكافىء الوراثةى بالمعنى الضیق

Heritability in Narrow Sense

يمثل النسبة من التباين المظهري التي ترجع الى التباين الوراثي التجمعي.

أو:

هو نسبة التباين الوراثي التجمعي الى التباين المظهري الكلي.

يمكن التعبير عنه بالمعادلة التالية:

$$h^2 = VA / VP$$

٢- المكافئ الوراثي بالمعنى الواسع

Heritability in Broad Sense

يمثل النسبة بين التباين الوراثي الكلي الى التباين المظهري الكلي. و يمكن التعبير عنه بالمعادلة التالية:

$$h^2 = VG / VP$$

$$=(VA+VD+VI)/(VA+VD+VI)+VE$$

أهمية المكافىء الوراثي(معامل التوريث)
التطبيقية:

١-اختيار طريقة الانتخاب:

أن الصفات ذات قيم المكافىء الوراثي المنخفضة تكون أكثر حساسية للظروف البيئية ، فإن طريقة الانتخاب لمثل هذه الصفات لا بد و أن تختلف عن الطريقة المتبعة مع الصفات ذات قيم معامل التوريث المرتفعة.

٢-اختيار طريقة التزاوج:

إذا كانت قيمة معامل التوريث منخفضة، لايفضل في التحسين الوراثي لها أن يستخدم تزاوج الأقارب و تكوين خطوط داخلية و انما يفضل تربية الأبعاد.

٣-تقدير التحسين الوراثي:

يحدد معامل التوريث الجزء من التحسين الكلي العائد لأسباب وراثية لأن الفرق بين مظاهر جيلين من الانتخاب يمثل الناحية الوراثية و الناحية البيئية أيضا.

٤- حساب الدليل الانتخابي:

الدليل الانتخابي هو عبارة عن معادلة رياضية تأخذ بالاعتبار القيمة النسبية للصفات المختلفة وراثيا و اقتصاديا و لايمكن الوصول الى حساب أي دليل انتخابي الا اذا أخذ الباحث في الحسبان القيمة الوراثية لكل صفة من الصفات المراد تحسينها.

طرق تقدير المكافئ الوراثي:

يمكن تقدير المكافئ الوراثي من خلال ثلاث طرق رئيسية وهي:

١- عن طريق السلالات المتطابقة.

٢- عن طريق تجارب الانتخاب.

٣- عن طريق التشابه المظهري المشترك بين الأقرباء.

١- عن طريق السلالات المتطابقة:

التراكيب الوراثية للأفراد في العشائر أو المجتمعات المرباة تربية داخلية (أقارب) تراكيب وراثية متجانسة بدرجة كبيرة و لذلك فإن الاختلافات التي تظهر بين هذه الأفراد تكون بسبب العوامل البيئية و عندها فإن التباين الوراثي في صفة ما في العشيرة سيساوي حاصل طرح التباين داخل الخطوط من التباين الكلي و من حاصل قسمة التباين الوراثي على التباين الكلي نستطيع تقدير المكافئ الوراثي:

المكافئ الوراثي = (التباين المظهري الكلي - التباين الوراثي داخل الخطوط المتجانسة) / التباين المظهري الكلي

٢-تقدير المكافئ الوراثي عن طريق تجارب الانتخاب

في تجارب الانتخاب يعتمد مقدار العائد الوراثي(الاستجابة للانتخاب) للصفة الكمية المدروسة على قيمة المكافئ الوراثي و على قيمة الفرق الانتخابي. يمثل الفرق الانتخابي قيمة الفرق بين متوسط الأفراد المنتخبة لصفة ما و متوسط العشيرة و من المهم أن نعلم أن الأفراد المنتخبة يجب أن يكون متوسطها أعلى من متوسط القطيع (العشيرة) التي تنتمي لها. و تمثل الاستجابة للانتخاب قيمة الفرق بين متوسط الأفراد بعد جيل واحد من الانتخاب أو أكثر و متوسط العشيرة الأصلي.

أي أن المكافئ الوراثي يساوي في هذه الحالة:

المكافئ الوراثي = الاستجابة للانتخاب/الفرق الانتخابي

أو:

$$h^2 = R / S$$

R : الاستجابة للانتخاب (العائد الوراثي)

S : الفارق الانتخابي

في تجارب الانتخاب، يجرى انتخاب صفة يراد تقدير مكافئها الوراثي لعدة أجيال (مثلا ٣ أجيال) و يتم الاحتفاظ بمجموعة من الأفراد دون انتخاب (مجموعة السيطرة) و من حاصل قسمة العائد الوراثي على الفارق الانتخابي يتم تقدير المكافئ الوراثي و يسمى المكافئ الوراثي المحقق Realized Heritability و كالتالي:

$$R h^2 = (R1+R2+R3)/(S1+S2+S3)$$

مثال: قطيع من الدجاج معدل وزن الجسم عند عمر 8 أسابيع له هو 1000 غم. تم انتخاب آباء و أمهات الجيل القادم من هذا القطيع و بمعدل

وزن 1200 غم (تفوق مقداره 200 غم) عن
معدل القطيع و هذا مايسمى الفارق
الانتخابي(S).

عند تزاوج الآباء و الأمهات المنتخبة فإن جزء
من هذا التفوق في وزن الجسم و المتمثل بالأثر
التجميحي للجينات سوف ينتقل للجيل القادم. و
لذلك فإن الجيل القادم يفترض أن يكون أعلى في
معدل انتاجه من معدل انتاج الآباء التي نتج من
تزاوجها، ولنفترض من المثال أن معدل وزن
الجسم للنسل الناتج من تزاوج الآباء و الأمهات
يساوي 1120 غم، أي بفرق مقداره 120 غم
مقارنة بالآباء و الأمهات. ويمكن توضيح حساب
المكافئ الوراثي كالتالي:

$$S = 1200 - 1000$$

$$= 200 \text{ gm}$$

$$R = 1120 - 1000$$

$$= 120 \text{ gm}$$

$$h^2 = R/S$$
$$= 120/200$$
$$= 0.60$$

في تجارب الانتخاب لا يمكن تحسين الصفات الكمية الا اذا كان هناك دقة في اختيار الأفراد المتفوقة في أدائها الإنتاجي عن متوسط(معدل) الأداء الإنتاجي للقطيع.

٣-تقدير المكافئ الوراثي من التشابه المظهري بين الأقارب

أن درجة التشابه بين الأقرباء تتباين اعتمادا على درجة القرابة التي تمثل وجود جينات مشتركة بين فردين أو مجموعة من الأفراد ويسمى هذا تشابه وراثي. و أن عدم التشابه الوراثي يمثل التباين المشترك بين الأفراد.

الجدول التالي يبين مكونات التباين المشترك بين الأفراد التي تربطها صلة قرابة:

معامل الارتباط أو الانحدار	التشابه	مكونات	درجة القرابة
$b = 0.5$ h^2		0.5 VA	الأبناء مع أب واحد
$b = h^2$		0.5 VA	الأبناء و معدل الأبوين
$t = 0.25$ h^2		0.25 VA	اخوة أنصاف أشقاء
$t > 0.5h^2$		$0.5VA + 0.25VD + VEC$	اخوة أشقاء كاملة

العلاقة بين الآباء و الأبناء:

أن معامل القرى Coefficient of Relationship بين الآباء و الأبناء يساوي 0.5
اذ أن 0.5 من القيمة التربوية للأب تنتقل الى الأبناء و أن التباين المشترك بين الأبناء و آبائهم يساوي 0.5 VA و لذا فإن معامل انحدار الأبناء على أحد الأبوين b يساوي:

$$= 0.5 VA / VP$$

و لذا فإن h^2 سيساوي في هذه الحالة ضعف معامل انحدار الأبناء على مظهر أحد الأبوين. أي:

$$h^2 = 2b$$

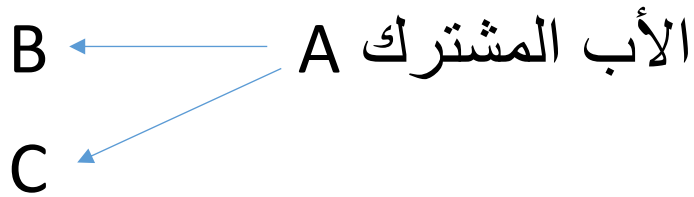
أما في حالة العلاقة بين الأبناء و معدل مظهر الأبوين فإن قيمة المكافئ الوراثي ستساوي معامل انحدار مظهر الأبوين. أي:

$$h^2 = b$$

٤- تقدير المكافئ الوراثي من التشابه المظهري بين الاخوة أنصاف الأشقاء:

أ- عند تساوي عدد الأبناء لكل أب:

أن التشابه المظهري بين الاخوة أنصاف الأشقاء يرجع الى اشتراكهم في الحصول على عينة تمثل نصف القيمة التربوية للأب المشترك، و التباين المظهري المشترك سيساوي ربع قيمة التباين الوراثي التجمعي.



الاخوة B و C هما أنصاف أشقاء يشتركون بعينة تمثل نصف القيمة التربوية للأب المشترك A.

القيمة التربوية تمثل التباين التجمعي الذي يتم توارثه (ذكرنا في التباين الوراثي).

للحصول على عائلات أبناء أنصاف أشقاء من جهة الأب يتم اختيار مجموعة من الذكور (الديكة في الدجاج مثلا) لتكون آباء للجيل القادم، يقوم كل أب بتلقيح مجموعة من الاناث لتنتج كل أم

فردا واحدا، و تتكون عدد من العائلات أنصاف أشقاء.

يتم جمع البيانات من الأبناء الناتجة لأي صفة يتم دراستها و التي نريد حساب معامل توريثها(المكافئ الوراثي) مثل وزن الجسم، انتاج البيض، وزن البيض ... الخ من الصفات الكمية، و من ثم تجرى عملية تحليل التباين (تجزئة التباين الى مكوناته المسببة له) اذ يتم تقسيم التباين المظهري الى جزئين أحدهما بين مجاميع الآباء و الآخر بين الأبناء داخل مجاميع الآباء و كالتالي:

مصادر الاختلاف	درجات الحرية	مجاميع مربعات الانحرافات	متوسطات مربعات الانحرافات المتوقعة	متوسطات مربعات الانحرافات
بين الآباء	S-1	SSs	$K\sigma^2s + \sigma^2w$	MSs
بين الأبناء داخل	n.-1	SSw	σ^2w	MSw

				مجاميع الآباء
--	--	--	--	------------------

S: عدد الآباء

σ^2s : التباين الحقيقي بين مجاميع الآباء

σ^2w : التباين الحقيقي بين مجاميع الأبناء ضمن:
مجاميع الآباء

K: مجموع عدد أبناء كل أب

n: عدد الأبناء الكلي

أن مكونات التباين الحقيقي بين مجاميع الآباء σ^2S سيكافئ التباين المشترك بين الأخوة أنصاف الأشقاء أي ربع التباين الوراثي التجميعي:

$$\sigma^2S = 0.25 \sigma^2A$$

$$= (MSs - MSw) / K$$

$$\sigma^2W = MSw$$

و تكون قيمة المكافئ الوراثي مساوية الى:

$$h^2 = 4 \sigma^2 S / (\sigma^2 S + \sigma^2 W)$$
$$= 4 \sigma^2 S / \sigma^2 T$$

ب- عند عدم تساوي عدد الأبناء لكل أب
قد تفشل بعض الأمهات في انتاج أبناء مما يؤدي
الى اختلاف عدد الأبناء العائد لكل أب، و في هذه
الحالة يتم تحليل التباين و حساب قيم المكافئ
الوراثي بنفس الطريقة السابقة عدا قيمة K (عدد
أبناء كل أب) فيتم حساب معاملها K1 باستخدام
المعادلة:

$$K1 = 1/S - 1(n. - \sum ni^2./n.)$$

ه- تقدير المكافئ الوراثي من التشابه المظهري
بين الأخوة الأشقة الكاملة:

ينتمي الاخوة الأشقة الكاملة الى نفس الأب و الأم. يكون التشابه المظهري بينهم لحصول كل فرد منهم على عينة تمثل نصف القيمة التربوية لكل من الأب و الأم، كما أن هناك سبب آخر للتشابه البيئي في المراحل الأولى من العمر، إذ أنها ترجع لنفس الأم. يرجع التباين بين الاخوة الأشقة الكاملة أيضا إضافة الى التأثير البيئي و تأثير الجينات التجميعي الى تباين السيادة و تباين التداخل (التباين التفوقي) و لهذا تكون قيمة المكافئ الوراثي المقدرة بهذه الطريقة مرتفعة نسبيا.

يمكن الحصول على عائلات أشقة كاملة بأخذ مجموعة من الذكور(الديكة) لتكون آباء للجيل القادم بحيث يلحق كل ذكر مجموعة من الاناث و تنتج كل أم مجموعة من الأبناء. تجزء مكونات التباين الى ثلاثة أجزاء يعود جزء منها الى الآباء و جزء الى الأمهات و جزء آخر الى الأبناء و كالتالي:

متوسطات مربعات الانحرافات المتوقعة	متوسطات مربعات الانحرافات	مجاميع مربعات الانحرافات	درجات الحرية	مصادر الاختلاف
$\sigma^2 W + K_2 \sigma^2 D + K_3 \sigma^2 S$	MSS	SSs	S-1	بين الآباء
$\sigma^2 W + K_1 \sigma^2 D$	MSD	SSD	D-S	بين الأمهات داخلك مجاميع الآباء
$\sigma^2 W$	MSW	SSw	n ..- D	بين الأبناء داخلك مجاميع

				الأمهات
--	--	--	--	---------

S : عدد الآباء الكلي

D : عدد الأمهات الكلي

n.. : عدد الأبناء الكلي

K2= K1 : عدد أبناء كل أم

K3 : عدد أبناء كل أب

من جدول تحليل التباين نحسب التباين الحقيقي بين مجاميع الآباء $\sigma^2 S$ و قيمته مساوية للتباين المشترك بين الاخوة أنصاف الأشقة من الأب، أي ربع التباين الوراثي التجميعي $(0.25 \sigma^2 A)$ و ذلك لاشتراكهم في الحصول على عينة تمثل نصف القيمة التربوية للأب. أن التباين الحقيقي بين مجاميع الأمهات $\sigma^2 D$ يمثل أيضا التباين المشترك بين الاخوة أنصاف الأشقة من الأم

($0.25 \sigma^2 A$) و ذلك لاشتراكهم في الحصول على عينة تمثل نصف القيمة التربوية للأم.

التباين المشترك بين الاخوة الأشقة الكاملة يساوي حاصل جمع التباين الحقيقي بين مجاميع الآباء و التباين الحقيقي بين مجاميع الأمهات:

$$COV fs = \sigma^2 S + \sigma^2 D$$

التباين الحقيقي بين مجاميع الآباء:

$$\sigma^2 S = (MSS - MSD) / K3$$

التباين الحقيقي بين مجاميع الأمهات:

$$\sigma^2 D = (MSD - MSW) / K1$$

ويحسب المكافئ الوراثي كالتالي:

١- اعتبار الاخوة أنصاف أشقة من جهة الأم:

$$h^2 D = 4 \sigma^2 D / (\sigma^2 D + \sigma^2 S + \sigma^2 W)$$

٢- اعتبار الاخوة أنصاف أشقة من جهة الأب:

$$h^2 S = 4 \sigma^2 S / (\sigma^2 D + \sigma^2 S + \sigma^2 W)$$

٣- اعتبار الاخوة أشقة كاملة من جهة الأب و من جهة الأم:

$$h^2(S+D)=2(\sigma^2S+\sigma^2D)/(\sigma^2D+\sigma^2S+\sigma^2W)$$

تتراوح قيمة معامل التوريث بين 0 و 1 فكلما ازدادت قيمته للصفة الإنتاجية المدروسة ازداد التأثير الوراثي على مظهر الصفة و بالعكس،فإن انخفاض قيمته يدل على زيادة التباين البيئي و لذلك فإن الصفات منخفضة القيمة لمعامل التوريث يمكن تحسينها عن طريق تحسين الظروف البيئية للطيور الداجنة.

و قد وجد أن هناك تباين واضح في قيم معامل التوريث حسب الطريقة المستخدمة في حسابه و يرجع ذلك الى الظروف البيئية التي تعيش فيها الطيور و أعداد الطيور المرباة و التي كلما ازداد عددها زادت دقة التقدير.

