المكافئ الوراثي Heritability

كثيراً ما يتساءل المرء عما اذا كانت احدى الصفات تورث ام لا . فمثلاً وزن الانسان تام النمو هل هي صفة تورث ام لا ؟ الحقيقة ان اي انسان يرث جينات خاصة بالكفاءة الغذائية وكمية الاكل المستوعبة وهذا هو الجزء الوراثي من الصفة , ولكننا نعلم ايضاً انه بوجه عام ان وزن الفرد الذي يأكل اكثر يزداد وزنه اكثر اذن هناك عنصر غير وراثي بل هو بيئي . وهناك صفات اخرى مثل لون العينين تتحكم فيها الوراثة 100% تقريباً اي لا دخل للبيئة فيها بينما صفة تصفيف الشعر مثلاً لا دخل للوراثة بها اطلاقاً وانما بيئية . وفي الحيوانات الزراعية نجد مثلاً صفة لون الجسم تتحكم فيها الجينات 100% بينما صفة اخرى مثل الذيل المبتور في الاغنام صفة بيئية 100% اذ لا دخل للجينات بها . والواقع ان معظم الصفات الاقتصادية الهامة تقع بين هذين الحدين فهي تتأثر بكل من البيئة والوراثة ولكن بدرجات متفاوتة .

في بعض الاحيان يبنى انتخاب حيوانات التربية على المظهر الخارجي لهذه الحيوانات نفسها وفي بعض الاحيان على الملامح الخارجية لأقارب حيوانات التربية . وعليه فان دقة المظهر الخارجي باعتباره مؤشراً على تركيب الفرد الوراثي تستحق عنايه شديده عند الانتخاب . ولتحسين اي عشيره يجب اولاً دراسة معالمها وصفاتها حتى يمكن وضع سياسه محدده وعلى اسس علمية للتقدم بهذه العشيرة نحو الهدف المطلوب .

يعرف **المكافئ الوراثي بالمفهوم الواسع Heritability in the broad sense :** هو نسبة التباين الوراثي الى التباين الكلي .

$$H_b = \frac{S^2G}{S^2P} = \frac{S^2A + S^2D + S^2I}{S^2G + S^2E + S^2GE}$$

حيث ان :

H_b = تمثل المكافئ الوراثي بالمفهوم الواسع broad

S^2G = تمثل التباين الوراثي Genetic variance

S^2P = تمثل التباين المظهري Phenotypic variance

S^2A = تمثل التباين التجميعي Additive variance

S^2D = تمثل التباين السيادي Dominace variance

S^2I = تمثل التباين التفوقي Interaction variance

S^2E = تمثل التباين البيئي Environmental variance

ويعرف **المكافئ الوراثي بالمفهوم المحدد Heritability in the narrow sense :** هو نسبة التباين التجميعي الى التباين الكلي .

$$H_n = \frac{S^2A}{S^2P} = \frac{S^2A}{S^2G + S^2E + S^2GE}$$

حيث ان :

H_n = تمثل المكافئ الوراثي بالمفهوم المحدد narrow

S^2A = تمثل التباين التجميعي Additive variance

S^2P = تمثل التباين المظهري Phenotypic variance

S^2G = تمثل التباين الوراثي Genetic variance

S^2E = تمثل التباين البيئي Environmental variance

ويعرف **المكافئ الوراثي** ايضاً : بانه المقياس الاحصائي لأهمية الوراثة والبيئة في الصفات المختلفة .

ان المام المربي بقيمة المكافئ الوراثي ذات فائدة تتلخص بالاتي

1- احد مكونات التحسين الوراثي اذ ان معدل التحسين الوراثي يساوي المكافئ الوراثي مضروباً في الفارق الانتخابي .

2- يدخل في حساب الادلة الانتخابية لأكثر من صفة في وقت واحد .

3- يفيد المربي في تحديد طريقة التزاوج التي يجب اتباعها في قطيعة , وذلك على النحو الاتي :

أ- ان قيمة المكافئ الوراثي من الصفر الى الواحد وخالي من الوحدات ولا يمكن ان يكون سالب الا اذا كان هناك خطأ في التقدير او ان حجم العينة صغير .

ب- اذا كانت قيمة المكافئ الوراثي منخفضة فيجب عدم اتباع التربية الداخلية الى جانب عدم جدوى الانتخاب كما ان قيمة المكافئ الوراثي مرتفعة فيمكن اجراء الخلط ثم اللجوء الى التربية الداخلية .

تتراوح قيمة المكافئ الوراثي بين ثلاث فئات هي

1- مكافئ وراثي منخفض : ويشمل الصفات التي يكون مكافئها الوراثي (اقل من 0.20) .

2- مكافئ وراثي متوسط : ويشمل الصفات التي يكون مكافئها الوراثي (من 0.20 الى 0.40) .

3- مكافئ وراثي مرتفع : ويشمل الصفات التي يكون مكافئها الوراثي (اكثر من 0.40) .

ان تأثير المكافئ الوراثي يتوقف على بعض العوامل وهي

1- طبيعة الصفة المراد دراستها : ان الصفة المحددة مثل (انتاج البيض , الاخصاب , التفقيس , ... الخ) والتي تتأثر الى درجة معينة بظروف بيئة الوسط المحيط بها يكون فيها المكافئ الوراثي منخفض والصفات الاخرى مثل (وزن الجسم , وزن البيضة , ... الخ) تتأثر اقل بالظروف المحيطة ويكون مكافئها الوراثي عالي .

2- التركيب الوراثي للسلالة : عادة في السلالات ذات الصفات الانتاجية العالية يكون المكافئ الوراثي لها عالي .

3- ظروف الوسط الخارجي : ان الاستقرار في ظروف الوسط المحيط التي تنمو فيه السلاله يؤدي ايضاً الى زيادة نسبة المكافئ الوراثي .

الاسباب او العوامل التي تؤدي الى انخفاض المكافئ الوراثي

1- كثرة التباين البيئي .

2- قلة مقدار التباين الوراثي في مجموعات الافراد وللتغلب على ذلك يتم اتباع التربية الخارجية .

3- مساهمة كل من العوامل السائدة والمتفوقة بقسط كبير في التباين الوراثي للصفة ولضمان الاقلال من اثر هذين العاملين يحسن بالمربي ان يعتمد على سجلات اخوة الفرد اكثر من اجداده لاسيما اذا كانت الافراد ناتجة عن تربية الاقارب .

طرق تقدير المكافئ الوراثي

هناك طرق كثيرة لتقدير المكافئ الوراثي وكلها تعتمد على قياس درجة التشابه بين الاقارب ومقارنتها بالتشابه بين افراد اقل قرابة لبعضها فكلما زاد التشابه بين الاقارب عنه بين الافراد الاقل قرابه او غير الاقارب وذلك بالنسبة لصفة من الصفات كان المكافئ الوراثي لهذه الصفة كبيراً . وان اتباع طريقة ما في التقدير يتوقف على عده عوامل منها :

1- توفر البيانات اللازمة او سهولة الحصول عليها .

2- نوع الصفة المراد تقدير مكافئها الوراثي مثلاً صفات الذبيحة عند عمر ثمانية اسابيع لا تصلح لها دراسة التشابه بين الفرد وابنه بينما يصلح دراسة بين الفرد واخيه .

3- مدى اهمية كل مكون من مكونات التباين الوراثي .

وسوف نتطرق الى ثلاث طرق رئيسية لتقدير المكافئ الوراثي

اولاً : من المجاميع المتطابقة وراثياً : اذا وجد فردان متطابقان في تركيبهما الوراثي فان الفرق بينهما يكون راجعاً الى الاختلافات البيئية وقد تستخدم هذه الطريقة في حساب المكافئ الوراثي اذا توفر عدد كبير من الافراد كما في حال التوائم المتطابقة وهي التوائم التي تنتج من انقسام البويضة الملقحة الى قسمين ينشأ كل منها جنين فمثلاً اذا علمنا ان التباين بين التوائم غير المتطابقة جزء منه وراثي والاخر بيئي بينما التباين بين ازواج التوائم المتطابقة كله بيئي وبذلك يمكن استخراج التباين الوراثي بمفرده .

كذلك في العشائر المرباه تربية داخلية شديدة او في الهجن التي تنتمي الى نفس الاصول فان معظم الاختلافات التي تظهر بين الافراد سببها التأثيرات البيئية وذلك لكون الافراد تحمل نفس التركيب الوراثي .

اذا فرضنا ان التباين بين افراد التوائم غير المتطابقة هو V(B) والتباين بين افراد التوائم المتطابقة هو V(W) ويحسب المكافئ الوراثي بالقانون التالي .

$$h^2 = \frac{V(B) - V(W)}{V(B)}$$

ثانياً : من تجارب الانتخاب : من المعروف ان الجينات هي الوحدات الموروثة وليس التركيب الوراثي وتنحل التكوينات الجينية عند الانقسام الاختزالي وبسبب انتقال الجينات الى النسل بصورة مستقلة عن اليلاتها وكذلك عن الجينات في المواقع الوراثية الاخرى فان تأثيرات الجينات التجميعية هي التي يتوقع ظهورها في النسل فقط .

ويمكن حساب المكافئ الوراثي من تجارب الانتخاب التي تستمر لعدة اجيال وذلك بتقدير كمية التغير من جيل الى اخر نتيجة لفعل الانتخاب فمثلاً اذا انتخبنا دجاجة بياضة متوسطها الانتاجي يزيد بـ 20 بيضة فوق متوسط القطيع فان انتاجها لا يرث كل هذا التفوق لان جزءاً منه يرجع الى عوامل بيئية وبمقارنة متوسط الابناء بمتوسط الاباء يمكن الاستدلال على المكافئ الوراثي حيث تعتمد **العائد او الاستجابة للانتخاب** على المكافئ الوراثي للصفة تحت تأثير الانتخاب وكذلك على **الفارق الانتخابي**

الاستجابة للانتخاب = المكافئ الوراثي × الفارق الانتخابي

$$R = h^2 \times S$$

ويعرف العائد او الاستجابة للانتخاب Selection Response : هو عبارة عن الفرق بين متوسط ابناء الافراد المنتخبة عن متوسط القطيع .

ويعرف الفارق الانتخابي Selection Differential : هو عبارة عن الفرق بين متوسط الافراد المنتخبة ومتوسط القطيع .

ويحسب المكافئ الوراثي كما يلي

$$\text{المكافئ الوراثي} = \frac{\text{العائد او الاستجابة للانتخاب}}{\text{الفارق الانتخابي}}$$

$$h^2 = \frac{R}{S}$$

يدعى المكافئ الوراثي المحسوب بهذه الطريقة بالمكافئ الوراثي المتحقق بينما الطرق الاخرى تحسب المكافئ الوراثي المتوقع .

كثيراً ما يخشى ان يكون التقدم المستمر او التحسن في ادارة ورعاية القطيع جيلاً بعد اخر سبباً في ارتفاع المكافئ الوراثي المحسوب بهذه الطريقة ولهذا تلجأ الكثير من محطات التجارب الى الاحتفاظ بقطيع سيطرة control لا يمارس فيه الانتخاب مطلقاً لكي يعطي انعكاساً صحيحاً لأثر البيئة .

مثال : قطيع من الابقار متوسط انتاجها من الحليب 2000 كغم انتخبت مجموعة متوسطها 2500 كغم لتكون اباء للجيل القادم فاذا كان متوسط الجيل التالي بعد الانتخاب 2225 كغم فما هو المكافئ الوراثي لصفة انتاج الحليب .

الحل :

الاستجابة للانتخاب = 2225 - 2000 = 225 كغم

الفارق الانتخابي = 2500 - 2000 = 500 كغم

$$h^2 = \frac{250}{500} = 0.45$$