محاضرات تربية وتحسين الحيوان (Animal breeding)

❖ ***تعريف علم تربية وتحسين الحيوان*** **: (Animal breeding)**

هو احد العلوم البايولوجية التي تهتم بالتحسين الوراثي للحيوان من خلال استعمال الاساليب العلمية المختلفة في زيادة انتاجية الحيوان الاقتصادية . وعليه فان نقطة البداية لفهم هذا العلم هي المعرفة التامة للعملية الوراثية والقوانين التي تعتمد عليها مثل قوانين مندل .

مقدمة :

كما هو الحال لمعظم العلوم ، فقد نشات (تربية وتحسين الحيوان) كفن من الفنون ثم تطورت الى علم له اسسه الثابتة وله مجموعة من العلوم الاخرى التي يعتمد عليها ويبنى على اساسها . بجانب علم **الوراثة (genetic science)** (وهو العلم الذي يدرس توارث الصفات من جيل الى اخر وكذلك التشابه والاختلاف بين الاباء والابناء والاقارب الاخرين)، نجد إن تربية الحيوان ترتبط ارتباط وثيق بالمجالات الاتية :

1- علم الاحصاء : وبشتى فروعه من احصاء تجريبي وتحليلي او طرق اخذ العينات . ويستمد الاحصاء اهميته كعلم اساسي بالنسبة لتربية الحيوان من كونه الوسيلة العلمية لقياس ومقارنة الصفات الانتاجية المختلفة .
2- الوراثة السايتولوجية : وهو العلم الذي يدرس وراثة الحيوان من واقع ما تحتويه الخلايا الحيوانية .
3- الكيمياء الحيوية : ولا سيما المتعلق منها بتركيب الخلايا .
4- علم التطور : وهو دراسة التغيرات الوراثية في الكائنات على اساس مدى عصور طويلة ، في حين إن تربية الحيوان تهتم بالتغيرات الوراثية في الامد القصير او في تطور سريع موجه.
5- علم الفسلجة : وهي دراسة البيءة الحيوانية التي ستعمل فيها التراكيب الوراثية .
6- تغذية الحيوان
7- رعاية الحيوان
8- صحة الحيوان

Animal breeding

❖ وراثة الصفات المختلفة

إن الصفات الوراثية اما **بسيطة** (مثل لون الحيوان او وجود او عدم وجود القرون) وهي الصفات التي يمكن توزيع افراد المجموعة تبعا لها في اقسام محددة وواضحة وتسمى مثل هذه الصفات بالصفات الوصفية او النوعية (Qualitative traits) . او تكون **معقدة** (مثل إنتاج الحليب ووزن الجسم ووزن الجزة وغيرها كثير) وهي الصفات التي يتبعها معظم الصفات الانتاجية المهمة لنا في مجال الانتاج الحيواني، وتسمى بالصفات الكمية (Quantitative traits) .

ويمكن ملاحظة الجدول ادناه لبيان الفرق بين الصفات النوعية والكمية :

الصفات الكمية	الصفات النوعية
1- ذات اهمية اقتصادية كبيرة	1- اهميتها الاقتصادية تكاد تكون معدومة
2- تتاثر بعدد كبير من الجينات	2- تتاثر بزوج واحد من الجينات
3- تقاس بوحدات مثل سم ،كغم	3- لا تقاس بوحدات ويعبر عنها بلفظ مثل اللون والشكل
4- صفات مستمرة التباين	4- صفات منقطعة التباين
5- تتاثر بالبيئة بشكل واضح	5- تتاثر بالبيئة بشكل ضعيف جدا
6- مثل إنتاج الحليب ووزن الجسم	6- مثل شكل العرف والتبقع في ابقار الفريزيان

Animal breeding

من الجدول اعلاه ، يتبين إن الصفات الكمية لا تختلف عن النوعية الا في طريقة التعبير ، وكلاهما يتاثر بالعوامل الوراثية ، ولكن الصفات النوعية تتاثر بعدد اقل من الجينات ويمكن تتبع عملية الانعزال في هذه الجينات حسب قانون مندل الثاني ووضع كل مجموعة افراد في اقسام محددة.

اما الصفات الكمية نجد انها تتاثر بعدد اكبر من الجينات ولذلك يطلق عليها polygenic characters)) . وان التغير فيها (التباين) مستمر وتدريجي مما يصعب معه وضع هذه المجموعات في اقسام محددة .وعليه ، فان الوراثة الكمية : تعني تلك الاختلافات بين الافراد والتي يمكن استغلالها في تربية الحيوان لاغراض التحسين وان الاساس لفهم الوراثة الكمية هو التباين (Variance).

ولتوضيح المفهوم الوراثي للصفات الكمية ، ناخذ المثال التالي:

مثال : اذا كان هناك عشيرة بها خمسة ازواج من الاليلات (الاليل هو الوجه الاخر للجين) تؤثر على صفة مثل وزن الحيوان ، وكان الحيوان الذي يحمل خمسة ازواج متنحية بالشكل التالي:

a1a1, a2a2, a3a3, a4a4, a5a5 - كان يزن 20 كغم، بينما كل اليل سائد يزيد من وزن الحيوان ما مقداره 0.5 كغم وبهذا يكون وزن الحيوان الذي يحمل التركيب الوراثي الاتي كما يلي:

A1A1, A2A2, A3A3, A4A4, A5A5 = 25 كغم.

❖ **تعبيرات الجين**

يمكن تلخيص اهم تعبيرات الجين بالشكل التالي:

1- التاثير التجمعي (additive effect) :في هذه الحالة كل اليل يعبر عن نفسه وتاثيره ثابت بغض النظر عن الاليل الاخر والتركيب الوراثي للفرد . مثلا : في ابقار سلالة الشورتهورن يتحكم في لونها زوج واحد من الجينات ، فالحيوانات البيضاء تركيبها الوراثي (ww) والحمراء (WW) واللون المشترك بينهما (الوردي او الطوبي) تركيبه الوراثي (Ww) وينتج اللون الوردي عن وجود شعرات حمراء بجانب الشعرات البيضاء.

Animal breeding

2- التاثير السيادي (dominant effect): في هذه الحالة يسود اليل على الاليل الاخر تماما وان تاثير الجين(الاليل) يتوقف على الجين (الاليل)الاخر في الموقع المقابل له (ضمن نفس الموقع الجيني الواحد) .**مثلا** : اللون الاسود في سلالة ابقار الابردين انجس سائد على اللون الاحمر ، وتكون الافراد السوداء هي ذات التركيب الوراثي الاصيل (RR) والافراد الخليطة (Rr) سوداء ايضا (اي إن RR=Rr) وبهذا فان لهما نفس المظهر الخارجي (الاسود) ولكنهما مختلفان بالتركيب الوراثي ، بينما الافراد المتنحية لهذا الجين تكون حاملة للون الاحمر فتكون (rr) .وهنا وجود R يمنع ظهور r في الخلية وسيود عليه.

3- التاثير التفوقي (Epistasis effect) : وفي هذه الحالة نجد إن تاثير زوج من الاليلات يختلف من حالة الى اخرى حسب التركيب الوراثي للفرد او الجينات الموجودة في مواقع اخرى . ولذلك يسمى (التداخل بين ازواج الاليلات)(intra-allelic interaction) او التداخل غير الاليلي (non-allelic interaction) .

مثال : لون الريش في سلالة دجاج الليكهورن ،حيث لا يظهر الجين (C)(مسوؤل عن ظهور اللون في الريش) اثره الا بوجود التركيب الوراثي (ii) ، وعليه فالافراد التي تركيبها الوراثي (IiCc) تكون بيضاء عديمة اللون ، بينما الافراد (iiCc) تكون ملونة . ونفهم من ذلك إن الجينات تتفاعل مع بعضها لتنتج صفة معينة كما في الجين (I) الذي يمنع تكون المادة المسؤلة عن تكون اللون . وفي حالة غياب (I) او وجوده بحالة (ii) تتكون المادة وينتج اللون .

❖ **البيئة والوراثة**

إن كل صفة يحملها الفرد هي عبارة عن محصلة ما يحمله الفرد من جينات تؤثر على هذه الصفات والبيئة الموجود فيها هذا الفرد . غالبا ما نجد تركيب وراثي معين يعطي تعبيرا معينا في بيئة ما ، بينما يعطي تعبيرا مختلف اخر في بيئة مختلفة اخرى .

Animal breeding

مثال : اذا اعطت ابقار الفريزيان 6000 كغم من الحليب في هولندا (وهي الموطن الاصلي لهذه السلالة) ، واعطت نفس السلالة ما مقداره 3000 كغم فقط من الحليب تحت ظروف البيئة العراقية ، فان ذلك يرجع الى اختلاف البيئة فقط (اذ إن التركيب الوراثي واحد في الحالتين وان كمية الحليب هي المظهر الخارجي للصفة) .

مثال اخر :لو كانت هناك محطتين لتربية الابقار وكانت كل محطة تحتوي على الاعداد التالية من الابقار :

1- المحطة الاولى :

انواع الابقار	**إنتاج الحليب (كغم)**
ابقار بالغة	3169
عجلات مشترات في المحطة	3598
عجلات مولودة في المحطة	4036

2- المحطة الثانية :

انواع الابقار	**إنتاج الحليب (كغم)**
امهات غير محسنة	3992
بناتها	5556
الحفيدات	8046

Animal breeding

السؤال هنا ،ماذا نفهم من هذين الجدولين ؟

الجواب : إن المحطة الاولى تحتوي على ثلاث انواع مختلفة من الابقار المنتجة للحليب حسب منشاءها ، فنجد إن العجلات المولودة في المحطة هي الاكثر انتاجا من النوعين الاوليين وذلك بسبب انها ولدت في المحطة وتلقت العناية البيئية اللازمة من ولادتها لغاية بدء انتاجها من الحليب .

ام العجلات المشترات من السوق ، فانها اقل انتاجا من المولودة في المحطة وذلك لاختلاف ظروف تربيتها قبل الشراء عن ظروف المحطة الحالية (وهي ظروف بيئية) والت يربما كانت غير جيدة مقارنة بما موجود في المحطة والمسيطر عليه من قبل ادارة المحطة .

اما الابقار البالغة فانها اقل انتاجا من الجميع بسبب كبر عمرها مقارنة بالعجلات الصغيرة والتي هي في بداية وقمة انتاجها من الحليب . وعليه ، نستنتج إن هذه المحطة تختلف فيها معدلات الانتاج بين الانواع الثلاثة بسبب اختلاف البيئة الت يتعيش فيها هذه الابقار.

ام المحطة الثانية ، فنلاحظ انها تحتوي امهات غير محسنة (لم يجري عليها اي تحسين وراثي) وانها اقل انتاجا من بناتها التي من المؤكد حصول تحسين وراثي عليها ادى الى زيادة انتاجيتها مقارنة بالامهات ، وكذل الحال بالنسبة للحفيدات التي تفوقت على البنات والامهات في انتاجها من الحليب لحصول تحسين وراثي اكثر شدة من التحسين الوراثي على البنات وكل هذا يعطي مؤشر على تاثير الوراثة في زيادة انتاجية الابقار جيلا بعد جيل .

اذن ، فالمحطتين الاولى والثانية كان فيها تحسن في الانتاج يعود الى دور البيئة في المحطة الاولى، والى دور الوراثة في المحطة الثانية .

❖ معادلات حساب المظهر الخارجي للصفة

اذا رمزنا للمظهر الخارجي للصفة (phenotype) بالحرف P وللتركيب الوراثي (genotype) بالحرف G وللبيئة (environment) بالحرف E ، يمكننا إن نعبر عن المظهر الخارجي الذي هو محصلة للبيئة والوراثة كما يلي:

$$P = G + E \quad \ldots\ldots (1)$$

ومن هذه المعادلة يمكن القول إنه اذا تساوت

البيئة والوراثة لفردين فلابد إن يتساوا في مظهرهما الخارجي .

كثير ما تتفاعل او تتداخل البيئة مع الوراثة لتنتج اثر معين وفي هذه الحالة نجد إن المعادلة السابقة تكتب بطريقة اخرى وهي :

Animal breeding

$$P = G + E + GE \quad .....(2)$$

ويمكن تقسيم الاثر الوراثي حسب التعبيرات المختلفة للجينات (كما سبق ذكره) وهي التجمعي والسيادي والتفوقي وكما يلي:

$$G = A + D + I \quad .....(3)$$

حيث إن : A : تمثل الاثر او التعبير التجمعي (Additive).

D: تمثل الاثر او التعبير السيادي (Dominant).

I: تمثل الاثر او التعبير التفوقي (Epistasis).

وبذلك يمكن وضع المعادلة الاولى (1) في الشكل التالي :

$$P = A + D + I + E \quad ..... (4)$$

❖ التباين (Variation)

وهو المادة الخام الذي يعتمد عليه المربي لاغراض الانتخاب والتحسين بين حيواناته ، وان وجود التباين يمثل وسيلة جيدة لتحقيق الاهداف . والتباين المظهري : هو محصلة تفاعل عاملين اساسيين هما البيئة والوراثة ، حيث يتمنى المربي إن تكون تلك الاختلافات مرجعها وراثي بالدرجة الاساس حتى يتمكن من توريثها الى النسل القادم ، كون التحسين البيئي مكلف جدا.

Animal breeding

إن مكونات المظهر الخارجي لاي فرد بالنسبة لاي صفة من الصفات تعود الى المكونات السابقة الذكر (A ,D ,I ,E) ، وباختلاف وتباين هذه المكونات تختلف الافراد عن بعضها البعض.

وعلى ذلك يمكن تقسيم التباين الظاهري (التباين الكلي) بين الافراد الى المصادر الاتية :

1- تباين تجمعي (additive variance) ويرمز له (δ^2 A)
2- تباين سيادي (dominance variance) ويرمز له (δ^2 D)
3- تباين تفوقي (epiststic variance) ويرمز له (δ^2 I)
4- تباين بيئي (environmental variance) ويرمز له(δ^2 E)

ويطلق على مجموع (التباين التجمعي والسيادي والتفوقي) بالتباين الوراثي (δ^2 G) ،

فاذا رمزنا للتباين المظهري بالرمز (δ^2 P) نجد إن :

التباين المظهري = التباين الوراثي + التباين البيئي

$$\delta^2 P = \delta^2 G + \delta^2 E$$

$$\delta^2 P = \delta^2 A + \delta^2 D + \delta^2 I + \delta^2 E$$

سؤال مهم : ما هي اهمية التباين في الحيوانات الزراعية ؟

الجواب : تبرز اهمية التباين من خلال اننا نستطيع التعرف على اهمية العوامل المختلفة بالنسبة لبعضها البعض وخاصة اهمية العوامل الوراثية في تاثيرها على الصفات الانتاجية حيث تؤخذ النسبة التالية كدليل على ذلك :

Animal breeding

$$\frac{\text{التباين الوراثي}}{\text{التباين الكلي}} = \frac{\text{التباين التجمعي+التباين السيادي+التباين التفوقي}}{\text{التباين الكلي}}$$

وكلما كبر هذا الكسر كلما زادت اهمية الوراثة بالنسبة للبيئة والعكس صحيح ، ويطلق على هذه القيمة اسم (المكافيء الوراثي بالمعنى الواسع او العريض) (Heritability in the broad sense) . اما النسبة التالية ($\frac{\text{التباين التجمعي}}{\text{التباين الكلي}}$) تسمى (المكافئ الوراثي بالمعنى الضيق او المحدد) (Heritability in the narrow sense) .

مثال: في قطيع ابقار حليب ، كان متوسط إنتاج الحليب 3000 كغم وبعد التحسين الوراثي اصبح الانتاج 3400 كغم . في هذه الحالة نستطيع حساب مقدار التحسين اذا توفر المكافيء الوراثي ولنفترض إن المكافيء الوراثي للانتاج هو 0.20 ، فما هو مقدار التحسين الوراثي المتحقق ؟

الحل:

- اولا: نحسب الفارق الانتخابي(selection differential)(SD) وكما يلي :

الفارق الانتخابي = 3400- 3000 =400 كغم .

- ثانيا: نحسب مقدار التحسين الوراثي المتحقق (Response) كما يلي:

التحسين الوراثي = الفارق الانتخابي × المكافيء الوراثي

= 400 × 0.20

= 80 كغم وهو مقدار التحسين الوراثي المتحقق من هذه التربية .

وعادة نحتاج الى معرفة مصطلح مهم في حساب التحسين الوراثي المتحقق وهو حساب

Animal breeding

مدى الجيل (generation interval) : وهو الفترة التي نحتاجها لاجراء التحسين الوراثي على قطيع معين .

مثلا في الحيوانات المحلية يكون الفارق الانتخابي صغير جدا ولكن مدى الجيل طويل. اما في حالة الحيوانات الاجنبية في موطنها الاصلي مثل ابقار الفريزيان فيكون مدى الجيل خمس سنوات ، ويزداد الى ست سنوات ونصف في حالة تم استيرادها الى بلاد اخرى مثل العراق . وفي حالة تطبيق قانون التحسين الوراثي السابق فانه يقسم على مدى الجيل ، فكلما قصر مدى الجيل كلما يزداد التحسين الوراثي المتحقق والعكس صحيح .

$$\text{التحسين الوراثي} = \frac{\text{الفارق الانتخابي} \times \text{المكافيء الوراثي}}{\text{مدى الجيل}}$$

❖ المعالم الوراثية للصفات (Genetic parameters of traits):

من اجل تحسين اي عشيرة يجب اولا دراسة معالمها وصفاتها حتى يمكن وضع سياسة محددة وعلى اسس علمية للتقدم بهذه العشيرة نحو الهدف المطلوب . وهناك ثلاث معالم وراثية مهمة سيتم التركيز عليها في هذه المرحلة الدراسية وهي : المكافيء الوراثي –المعامل التكراري –الارتباط الوراثي بين الصفات .

1- المكافيء الوراثي Heritability:

كثير ما يتبادر الى الذهن السؤال عن اذا كانت احدى الصفات قابلة للتوريث ام لا ؟ ولانه موضوع مهم ويشغل بال الجميع وخاصة مربي الحيوان ، فقد حاولوا اخضاع مثل هذه الظواهر الى قوانين ثابتة من اجل الوصول بحيواناته الى المستوى والغرض المطلوب .

إن صفة وزن الانسان تام النمومثلا . هي صفة تخضع لكل من الوراثة والبيئة . اذ إن اي انسان يرث جيناته الخاصة بالكفاءة الغذائية وكمية الاكل الممستوعبة وهذا هو الجزء الوراثي من الصفة (صفة وزن الجسم) ، ولكن نعلم ايضا إن وزن الفرد بصورة عامة يزداد بزيادة الاكل (كلما يزداد اكله يزداد وزنه) وهذا هو الجزء البيئي من الصفة . وهناك صفات اخرى مثل لون العين تتحكم

Animal breeding

فيها الوراثة فقط بنسبة 100% ولا دخل للبيئة في ظهورها . وعلى العكس من صفة لون العين فان صفة تصفيف الشعر مثلا لا دخل للوراثة فيها مطلقا وهي صفة بيئية محضة .

اما في الحيوانات الزراعية ، نجد مثلا صفة لون الجسم تتحكم فيه الوراثة بنسبة 100% بينما صفة الذيل المبتور في الاغنام صفة بيئية 100% ولا دخل للجينات فيها . والواقع إن معظم الصفات الانتاجية والاقتصادية المهمة في مجال الانتاج الحيواني تقع بين هذين الحدين (فهي تتاثر بكل من الوراثة والبيئة ولكن بدرجات متفاوتة).

واعتمادا على ما ذكر اعلاه ، فان **المكافيء الوراثي هو : المقياس الاحصائي لاهمية الوراثة والبيئة في الصفات المختلفة .**

ويمكن إن نقسم المكافيء الوراثي الى قسمين مهمين :

- المكافيء الوراثي بالمعنى العريض (heritability in the broad sense):

وهو نسبة التباين الوراثي(التجمعي +السيادي+التفوقي) الى التباين الكلي . وهو يعبر عن اهمية الوراثة ككل في تحديد صفة معينة ويرمز له بالرمز(Hb) حيث H الحرف الاول من Heritability و b الحرف الاول من كلمة broad .وتتراوح قيمته من (صفر الى واحد)تبعا لاهمية العوامل الوراثية في تحديد الصفة . وكما يلي:

$$\mathbf{Hb}=\frac{\text{التباين الوراثي}}{\text{التباين الكلي}}$$

- المكافيء الوراثي بالمعنى الضيق (heritability in the narrow sense):

على الرغم من إن الاثر التجمعي والسيادي والتفوقي للجينات هو الذي يحدد وراثة الحيوان لصفة ما ، الا إن الاثر التجمعي هو الوحيد الذي يحدد القيمة التربوية للفرد ومنه يمكن حس اب القيمة المتوقعة لنسل هذا الفرد وذلك بالنسبة للعشائر التي تتزاوج عشوائيا (فيما عدا ذلك لا يكون للاثر السيادي والتفوقي للجينات اهمية في تحديد القيمة التربوية للافراد) .

Animal breeding

عليه ، يكون تعريف المكافيء الوراثي بالمعنى الضيق :(*هو نسبة التباين التجمعي الى التباين الكلي)وكما يلي:*

$$\text{Hn} = \frac{\text{التباين التجمعي}}{\text{التباين الكلي}}$$

ملاحظات مهمة:

- هذا الكسر يكون دائما اصغر من من المكافيء الوراثي بالمعنى العريض الا في حالة انعدام التباين السيادي والتفوقي للجينات فهما يتساوان .
- كلما قرب المكافيء (لصفة ما) من الواحد الصحيح كلما دل ذلك على اهمية الوراثة في تحديد تلك الصفة.

❖ **اهمية حساب المكافيء الوراثي:**

يدخل المكافيء الوراثي في الحساب عند عمل اي خطة لتحسين القطيع على اساس علمي . فمثلا اذا كانت هناك صفة مكافئها الوراثي منخفض جدا ، فمعنى ذلك انه بتغيير البيئة تغييرا مناسبا يمكن تحسين هذه الصفة بسرعة وبشكل ملموس دون الحاجة الانتخاب او التحسين الوراثي . ونحتفظ بالنتخاب للصفات ذات المكافيء الوراثي غير المنخفض . كما انه اذا كان الفرق بين Hn وHb كبيرا ، دل ذلك على اهمية التاثيرات السيادية والتفوقية للجينات وهذا يستوجب وضع خطة للتحسين الوراثي تختلف تماما عما اذا كان المكافئان متقاربين .

▪ **طرائق تقدير المكافيء الوراثي :**

هناك عدد من الوسائل والطرائق لتقدير المكافيء الوراثي ، وتعتمد جميعها على قياس درجة التشابه بين الاقارب ومقارنتها بالتشابه بين افراد اقل قرابة لبعضها . حيث إن اي صفة من الصفات (موجودة في مجموعة اقارب معينة) كلما زاد التشابه بين الاقارب (لنفس

Animal breeding

الصفة) عنه بين الافراد الاقل قرابة (او غير الاقارب) كان المكافيء الوراثي لهذه الصفة كبيرا.

وعموما فان اتباع طريقة ما في تقدير المكافيء الوراثي او اخرى يتوقف على عدة عوامل اهمها:

1- توافر البيانات او سهولة الحصول عليها .
2- نوع الصفة المراد تقدير المكافيء الوراثي لها. فمثلا في صفات الذبيحة (الوزن الحار، الوزن البارد ، طول الذبيحة ، وزن الفخذ ، وزن الاضلاع ..الخ)عند عمر ثمانية شهور في الاغنام او الابقار مثلا ، لا تصلح لها طريقة دراسة درجة التشابه بين الفرد وابنه بينما يصلح دراسة التشابه بين الفرد واخيه لهذا النوع من الصفات .
3- مدى اهمية كل مكون من مكونات التباين الوراثي الثلاثة (السيادي او التجدمعي او التفوقي).

ويلاحظ إن جميع الطرائق تعطي تقديرات (وليس قيم) تتراوح بين المكافيء الوراثي بالمفهوم الضيق والمفهوم العريض . واهم هذه الطرائق ما يلي:

1- طريقة المجاميع المتطابقة وراثيا Isogenic lines :

من المعلوم إنه اذا وجد فردان متطابقان في تركيبهما الوراثي ، فان الفرق بينهما يكون راجعا الى الاختلافات البيئية . وقد تستخدم هذه الطريقة في حساب المكافيء الوراثي اذا توفر عدد كبير من الافراد المتطابقين وراثيا (كما في حالة التوائم المتطابقة Identical twins) وهي التوائم التي تنتج من انقسام البويضة الملقحة الى قسمين ينشاء عن كل منهما جنين .

فاذا علمنا ان التوائم غير المتطابقة (un identical twins) وهي التوائم التي تنتج من بويضتين ملقحتين بوقت واحد كل منهما ينشاء عنه جنين مستقل عن الاخر، وان التباين بينها يتالف من جزئين احدهما وراثي والاخر بيئي ، بينما التباين بين ازواج التوائم المتطابقة كله بيئي وبهذا يمكن استخراج التباين الوراثي بمفرده . فاذا فرضنا إن V(B) هو التباين (بين) ازواج التوائم المتطابقة و V(W) هو التباين (داخل) ازواج التوائم المتطابقة ، نجد إن الاول سببه الاختلاف في كل من البيئة والوراثة بينما الثاني

Animal breeding

مرجعه الى الاختلافات البيئية فقط لان التوامين لهما نفس التركيب الوراثي .وعليه يمكن تقدير المكافيء الوراثي كما يلي:

$$Hb = \frac{\mathrm{V(B)} - \mathrm{V(W)}}{\mathrm{V(B)}}$$

2- تجارب الانتخاب Selection trails :

يمكن حساب المكافيء الوراثي من تجارب الانتخاب التي تستمر لعدة اجيال . وذلك بتقدير كمية التغير من جيل الى اخر نتيجة لفعل الانتخاب . فمثلا اذا كنا ننتخب طلائق (ذكور ملقحة للاناث) متوسطها 50 كغم فوق متوسط القطيع (اي بفارق انتخابي = 50 كغم) نجد إن نتاجها (اي النسل الناتج) لا يرث كل هذا التفوق (لماذا؟) لان جزء منه يرجع الى الى عوامل بيئية . وبمقارنة متوسط الابناء مع متوسط الاباء يمكن الاستدلال على المكافيء الوراثي والمعادلة التالية توضح هذه العلاقة :

(العائد = الفارق الانتخابي ×المكافيء الوراثي)

وعلى ذلك اذا حسبنا العائد الكلي(الاستجابة الكلية) لفعل الانتخاب على مدى الاجيال وكذلك الفارق الانتخابي لكل جيل ، يمكن حساب المكافيء الوراثي كما يلي :

$$\textbf{\textit{المكافيء الوراثي}} = \frac{\text{العائد الكلي}}{\text{مجموع الفوارق}}$$

ويكون في هذه الحالة بالمفهوم المحدد وهو يختلف عن الطرق الاخرى في انه المكافيء الوراثي الذي حددته فعلا عملية الانتخاب ، ولذا يسمى المكافيء الوراثي المحقق realized heritability ، بينما الطرائق الاخرى جميعها تحسب المكافيء الوراثي المتوقع expected heritability .

Animal breeding

مثال حسابي: في احدى قطعان الابقار كان متوسط إنتاج القطيع (لصفة معينة) ***13.5*** كغم ، وبعد اجراء الانتخاب على هذا القطيع وبعد مرور 5 اجيال اصبح متوسط إنتاج القطيع 19 كغم وكانت الفوارق الانتخابية حسب الاجيال (2.5، 4، 5 ، 4.5 ،4)كغم على التوالي للاجيال الخمسة .احسب المكافيء الورلثي لهذه الصفة ؟؟؟

الحل: العائد = 19- 13.5 = 5.5

مجموع الفوارق النتخابية = 2.5+4+5+4.5+4 =20 كغم

اذن : المكافيء الوراثي = 5.5 / 20 = **0.27**

مثال اخر:قطيع ماشية حليب كان متوسط الادرار فيه (إنتاج الحليب) 6000كغم ، واجريت عليه تجربة انتخاب في اتجاهين متضادين (موجب وسالب) وكانت الفوارق الانتخابية في الاجيال المختلفة في الاتجاه الموجب (50,40,60) كغم . ووصل متوسط الادرار في القطيع الى 6050 كغم بعد الانتخاب . وفي الاتجاه المضاد (السالب) كانت الفوارق الانتخابية (-80، -50، -30) كغم ووصل متوسط الادرار لهذا القطيع الى 5960 كغم . المطلوب : 1- حساب المكافيء الوراثي بالاتجاه الموجب 2- حساب المكافيء الوراثي بالاتجاه السالب 3- حساب المكافيء الوراثي بالاتجاهين معا؟؟؟

الحل:

1- العائد = 6050- 6000 = 50 كغم

Animal breeding

مجموع الفوارق الانتخابية =150

اذن المكافيء الوراثي (الموجب) = 50 /150 = **0.33**

2- العائد = 5960 – 6000 = -40 كغم

مجموع الفوارق الانتخابية = - 160

اذن المكافيء الوراثي (السالب) = -40-/160- = **0.25**

3- المكافيء الوراثي في الاتجاهين معا =(0.33 + 0.254) / 2 = **0.29**

3-العلاقة بين الاب والابن Sire- offspring:

اذا كانت القرابة بين الاب وابنه في العشائر التي تتزاوج عشوائيا هي نصف (2/1) فاننا نتوقع إن يتشابه الاثنان بسبب هذه العلاقة في نصف وراثتهما فقط . والمقصود هنا بالاب هو احد الابوين بينما الابن يقصد به احد افراد النتاج . ويكون المكافيء الوراثي في هذه الحالة ضعف معامل الارتباط بين الاباء والابناء او ضعف معامل اعتماد الابناء على الاباء.

ملاحظة مهمة:

- معامل الارتباط : هو مدى العلاقة او التلازم بين متغيرين .ولا يحمل وحدات وانما هو نسبة مئوية (%) وتتراوح قيمته من (-1) الى (+1). اي انها غير محددة.
- معامل الاعتماد (الانحدار) : هو تغير متغير ما بمقدار تغير المتغير الاخر وحدة واحدة وهو يحمل وحدات العينة الاصلية وقيمته تتراوح من سالب (ما لا نهاية) الى موجب (ما لانهاية).

Animal breeding

وعادة ما يستعمل معامل الاعتماد (الانحدار) (b) في تقدير المكافيء الوراثي بهذه الطريقة .والمكافيء الوراثي هنا يمثل كل من التباين التجمعي وجزا من التباين التفوقي . ويلاحظ على هذه الطريقة وجوب ظهور الصفة على كل من الابن والابن . فمثلا صفة إنتاج الحليب تؤخذ الصفة على البقرة وامها فقط ، بينما صفة وزن الجسم يمكن اخذها على البقرة واي واحد من ابويها . ولا تصلح هذه الطريقة على الصفات التي تستوجب ذبح الحيوان قبل النضج الجنسي لقياس الصفة عليه مثل نسبة التصافي وخواص الذبيحة في سن مبكرة .ويستخدم القانون الاتي في حساب المكافيء الوراثي :

$h^2=2b\ xy$

حيث إن x,y هما الاب والابن .

4- العلاقة بين الاخوة الاشقاء Full sibs :

في هذه الحالة المكافيء الوراثي هو ضعف معامل الارتباط بين الاخوات او الاخوة بالنسبة لصفة من الصفات . ومثل هذه البيانات يمكن توفرها بسهولة في الدواجن والخنازير حيث يمكن للدجاج إن ينتج اكثر من فرخ من نفس الديك وكذلك الارانب والخنازير اذ تكون الافراد داخل البطن الواحدة اشقاء . ونادرا ما تتوفر مثل هذه البيانات في الاغنام او الماشية .ويحتوي المكافيء الوراثي هنا على كل من التباين التجمعي ونصف التباين السيادي وجزا من التباين التفوقي (ولهذا فهو عادة اكبر من معظم التقديرات الاخرى).

والسبب في ظهور التباين السيادي هنا (وعدم ظهوره في الطرق السابقة) هو إن الاخوة تستمد مصدر العلاقة بينها عن طريق الاب والام ، اي اكثر من مصدر واحد ، مما يجعل الاثر السيادي في الاخوة الاشقاء مرتبطا.وتصلح هذه الطريقة في الصفات التي تستوجب ذبح الحيوان مثل نسبة التصافي وخواص الذبيحة الاخرى .وتحسب كما يلي:

$h^2=2b\ xy$

حيث إن x,y هما الاخوين الشقيقين.

Animal breeding

5- العلاقة بين انصاف الاخوة Half sibs :

المكافيء الوراثي في هذه الحالة اربعة اضعاف الارتباط بين انصاف الاخوات لصفة من الصفات وهذه اكثر الطرق شيوعا لتوفر البيانات اللازمة لها في معظم القطعان وخاصة التباين التفوقي ولا تحتوي اي تباين سيادي لان العلاقة بين انصاف الاخوات مستمدة عن طريق احد الابوين فقط .ومن عيوب هذه الطريقة إن معامل الارتباط يضرب في اربعة (4) للحصول على المكافيء الوراثي وعلى هذا فاي خطاء في التقدير سوف يضاعف اربعة مرات ايضا ، بينما في الطرق الماضية الذكر يكون الضرب في اثنين(2) .

وكما يلي:

$h^2=4bxy$

حيث إن x,y هما الاخوة غير الاشقاء.

- **تقديرات المكافيء الوراثي:**

تتراوح قيم (h^2) للصفات الاقتصادية المختلفة من (صفر الى واحد صحيح) وتقسم حسب تقديرات مكافئها الوراثي الى :

1- صفات منخفضة المكافيء الوراثي :وعادة لا يزيد فيها المكتفيء الوراثي عن 0.15 ويدخل ضمنها صفات التناسل والتكاثر مثل نسبة الاخصاب او عدد التوائم .
2- صفات متوسطة المكافيء الوراثي: وتتراوح بين 0.20 الى 0.40 ويدخل ضمنها معظم الصفات الانتاجية مثل إنتاج الحليب ودهن الحليب او النمو ووزن الصوف .
3- صفات مرتفعة المكافيء الوراثي : وتزيد عن 0.40 مثل الصفات التكوينية كطول الجسم او ارتفاعه او القياسات العضلية .

ملاحظة مهمة: إن المكافيء الوراثي ليس ثابتا من الثوابت (كدرجة حرارة الغليان للماء او تجمده مثلا)، ولكنه يتغير بتغير الوراثة والبيئة بالنسبة لاي عشيرة.

جدول لبعض تقديرات المكافيء الوراثي لبعض الصفات الانتاجية في الحيوانات الزراعية

نوع الحيوان	الصفة	المكافيء الوراثي
ماشية اللحم	كفاءة التحويل الغذائي	0.40

Animal breeding

	الوزن عند الميلاد	0.40
	وزن الفطام	0.30
ماشية الحليب	إنتاج الحليب	0.25
	إنتاج الدهن	0.25
	التبقع في الفريزيان	0.80
الاغنام	وزن الفطام	0.30
	إنتاج التوائم	0.10
	وزن الجزة	0.40
الدجاج	إنتاج البيض	0.20
	وزن الجسم	0.40
	نسبة الفقس	0.10

❖ المعامل التكراري: Repeatability

وهو معامل الارتباط بين سجلين او قياسين مختلفين لنفس الصفة ولنفس الحيوان . فكثير ما يتكرر عدد من الصفات الاقتصادية على مدار حياة الحيوان مثل إنتاج الحليب موسم بعد اخر او محصول الصوف (وزن الجزة) سنة بعد اخرى او وزن النتاج (المولود) عند الميلاد (باعتباره من صفات الام) لنفس الحيوان .

وتاتي فائدة حساب المعامل التكراري كاداة للتنبوء بسلوك الحيوان او ادائه مستقبلا في حال عرف احد سجلاته في مطلع حياته الانتاجية ، مثلا اذا علمنا إن المعامل التكراري لانتاج الحليب مرتفع فانه يمكننا التنبوء الى حد كبير في إنتاج الحيوان مستقبلا ، وهذا يساعد المربي على انتخاب حيواناته في سن مبكرة مما يزيد من كفاءة الانتخاب . اذن ، المعامل التكراري (R) ، لا يوجد الا للصفات التي تتكرر على الاقل مرتين في حياة الحيوان ، فهو غير موجود بالنسبة للوزن عند الفطام كصفة من صفات الفرد نفسه او نسبة التصافي وخواص الذبيحة مثلا .

❖ قانون حساب المعامل التكراري :

Animal breeding

الاساس النظري للمعامل التكراري :

إن المظهر الخارجي للفرد هو محصلة الاثر الوراثي للجينات سواء كانت تجمعي او سيادي او تفوقي ، اضافة الى الاثر البيئي والذي يمكن تقسيمه الى قسمين :

1- اثر بيئي دائم : يلازم الحيوان مدى حياته ، مثلا اذا مرضت البقرة بمرض حمى الضرع وترك ذلك اثر بيئي يؤثر على الانتاج طوال حياة الحيوات ، اعتبر ذلك اثر بيئي مستديم ويرمز له بالاحرف (EP) او (Environment permanent).

2- اثربيئي مؤقت : وهو لا يلازم الحيوان مدى حياته وغالبا ما يتغير من سجل الى اخر مثل التغيرات الجوية او الاختلافات الطفيفة في مستوى التغذية . ويرمز له بالاحرف (ET) او (Environment temperament) .

وعلى ذلك يمكن كتابة معادلة المظهر الخارجي لاي فرد كالاتي:

$$P= G + E$$

$$E= ET + EP$$

$$P= A + I + D + ET + EP$$

وعليه فان التباين الظاهري يحسب كالاتي :

$$\delta P = \delta A + \delta I + \delta D + \delta ET + \delta EP$$

Animal breeding

$\delta H = \delta A + \delta I + \delta D$

وبما إن المكافيء الوراثي يحسب كالاتي :

$$h^2 = \frac{\delta H}{\delta P}$$

اذن نستنتج إن المكافيء الوراثي يختلف عن المعامل التكراري بانه علاوة على الجزء الوراثي فهو يحتوي على جزء من التباين الكلي يرجع الى التباين البيئي الدائم ، وهذا الجزء لا ينتقل من جيل الى اخر ولكنه ينتقل من سجل الى اخر وعليه يمكن التعبير عن المعامل التكراري كالاتي:

$$R = \frac{\delta H + \delta EP}{\delta P}$$

❖ الارتباط الوراثي : Genetic correlation

الارتباط الوراثي بين صفتين هو ميل هاتين الصفتين للانتقال عبر الاجيال اما مع بعضهما (الزيادة او النقصان باحدى الصفتين يصاحبه زيادة او نقصان في الصفة الاخرى) او في اتجاهين متضادين (بحيث إن الزيادة في صفة يصاحبه نقص في الاخرى)، فتسمى الحالة الاولى يالارتباط الوراثي الموجب والحالة الثانية بالارتباط الوراثي السالب .

اسباب نشوء الارتباط الوراثي : يعود الى احد تفسيرين :

1- إن يكون لجين او مجموعة من الجينات التي تؤثر في صفة من الصفات تاثير في صفة اخرى . مثلا اذا اثر جين معين في إنتاج الصوف وكذلك في إنتاج اللحم فسيكون هناك ارتباط وراثي بين هاتين الصفتين . وقد يكون تاثير الجين عليهما في اتجاه واحد اي يزيد من مستوى الصفتين ويسمى ارتباط موجب او يكون في اتجاهين متضادين اي إن الزيادة في الصفة الاولى يقابلها نقص في الثانية فيسمى ارتباطا سالبا . والجينات التي تؤثر على اكثر من صفة تسمى جينات متعددة الاثر (Pleiotropic genes) ،بينما الظاهرة نفسها تسمى (Pleiotropy).

Animal breeding

2- إن توجد الجينات التي تؤثر على الصفتين على نفس الكروموسوم وتكون المسافة العبورية بينهما اقل من 50% وكلما قلت المسافة العبورية بين الجينين كلما زاد الارتباط الوراثي.

ومن امثلة تقديرات الارتباط الوراثي بين الصفات الانتاجية (الارتباط بين صفة إنتاج الحليب وصفة نسبة الدهن 43%)و(بين صفة وزن الفطام ومعدل النمو اليومي 93%) و(بين وزن الفطام ووزن الجزة 7%).

اهمية الارتباط الوراثي :

تظهر اهمية الارتباط الوراثي عند الانتخاب لاكثر من صفة ، فاذا كان الانتخاب لصفات بينها ارتباط وراثي موجب فان التحسين لاحدها يتبعه تحسين وراثي في الاخرى ، ولكن اذا كان بينها ارتباط وراثي سالب فان التحسين في احدها يتبعه تدهور في الاخرى .

❖ الانتخاب : Selection

وهو انتخاب او اختيار الافراد المتميزة لتكون اباء للاجيال القادمة ويقسم عموما الى :

1- الانتخاب الطبيعي : ويحصل دون تدخل الانسان ويعتمد على قابلية البقاء والخصوبة .
2- الانتخاب الاصطناعي: ويحصل باستراتيجية من قبل المربي ويمكن تقسيمه الى :

A –غير المباشر: وهنا لاننتخب الصفة التي نرغب بدراستها مباشرة وانما نعتمد على انتخاب صفات اخرى ذات ارتباط وراثي بالصفة التي نهدف الى انتخابها وتحسينها ، ويعتمد ذلك على كون الصفة التي هي هدف التحسين اما إن تكون محددة بالجنس او انها ذات مكافيء وراثي منخفض او انها صفة غير مستمرة . لذلك ، فان تحسينها بالانتخاب المباشر غير مدي. وان الصفات التي نختارها كطريق غير مباشر يجب إن تكون 1- ذات

Animal breeding

مكافيء وراثي اعلى من الصفات الرئيسية 2-سهلة القياس 3- يمكن قياسها بوقت مبكر من حياة الحيوان لغرض زيادة سرعة التحسين الوراثي .
مثالها استعمال وزن الميلاد في تحسين الاوزان اللاحقة مثل وزني الفطام والبلوغ .

B-**المباشر** : اي انتخاب الصفة التي نرغب بتحسينها مباشرة .

ويمكن تقسيم طرائق الانتخاب الاصطناعي ايضا الى عدة انواع وكما يلي:

1- الانتخاب الفردي او الكتلي (Individual or mass selection): وفي هذا النوع يتم الانتخاب للافراد او المجموعة مظهريا لصفة معينة كأن تكون وزن الجسم وهو ابسط انواع الانتخاب وهو مفيد اذا كانت الصفة ذات مكافيء وراثي مرتفع ، اما اذا كان المكافيء الوراثي منخفض فان المظهر الخارجي لا يعكس قابلية توريث الصفة احيانا .

2- الانتخاب حسب النسل (Progeny test): وفيه يتم انتخاب الافراد اعتمادا على انتاجية ابناءه او بناته مثل انتخاب الثور اعتمادا على انتاجية نسله او بناته من الحليب وكذلك انتخاب الديكة اعتمادا على انتاجية نسلها من البيض . ويعد هذا النوع من اهم انواع الانتخاب ، الا انه يحتاج الى وقت طويل يعتمد على مدى الجيل .
3- الانتخاب حسب النسب (Pedigree): وهنا يتم انتخاب الافراد اعتمادا على اداء الاقارب اما على مستوى العائلة او اشمل من ذلك(مستوى العشيرة) .مثلا : على مستوى العائلة هناك متوسط انتاجية العائلة وان الفرد الذي ينتج اقل من نصف متوسط انتاجية تلك العائلة فانه يستبعد ولا يتم انتخابه .وهكذا الحال اذا كان الانتخاب على مستوى العشيرة.
4- مستوى الاستبعاد المستقل (Independent culling selection): ويستعمل في حالة شمول اكثر من صفة في الانتخاب وهنا نحدد مستويات الصفات التي نرغب بتحسينها ، مثلا ..اذا اردنا الانتخاب لصفة وزن الجسم (1500 غم فاكثر) وصفة عدد البيض (250بيضة/موسم) في قطيع من الدجاج . لذا فان كل دجاجة وزن جسمها وعدد البيض

Animal breeding

فيها ضمن الحدود المقررة يتم انتخابها . اما اذا كانت اقل من الحدود المقررة فانها تستبعد او العكس . وهكذا الحال بالنسبة للصفات الاخرى مثل إنتاج الحليب وكمية الدهن في الحليب في الابقار مثلا.

5- الانتخاب المرحلي (Tandem selection): ويطبق في حالة الرغبة في تحسين اكثر من صفة ، وهنا يتم الانتخاب لاحد هذه الصفات وبعد الوصول الى مستوى مقبول من الاداء تترك وتتحول الى الصفة الاخرى لتحسينها وهكذا ، ولكنه يحتاج الى وقت طويل.

Animal breeding

❖ **طرق التربية المختلفة:**

إن اتباع طريقة ما دون غيرها يتوقف على عدة عوامل ومنها :

1- نوع الحيوان : فبعض الطرق سهلة الاتباع في الدواجن او الخنازير بينما يصعب تطبيقها في الابقار او الاغنام .
2- عدد الحيوانات الميسرة للتربية .
3- نوع الصفة المراد تحسينها .
4- متوسط الصفة في القطيع بالنسبة لمتوسطها في قطعان اخرى .

وعادة تقسم طرق التربية الى قسمين كبيرين او اساسيين :

1- التربية على اساس التشابه الوراثي او النسب : وهو اما تزاوج الافراد التي بينها قرابة (صلة نسب) اكبر من متوسطها في القطيع ويسمى ذلك (تربية داخلية او تربية اقارب)او (in-breeding) ، او تزاوج افراد لا توجد بينها صلة قرابة او إن متوسط القرابة بينهم اقل من تلك بين افراد القطيع ويسمى ذلك (تربية خارجية او تربية اباعد) او (out-breeding).

2- التربية على اساس التشابه الظاهري اي تزاوج مظهري وفيه تراعى إن يكون التزاوج بين الافراد المتشابهة او بين الافراد غير المتشابهة في مظهرها الخارجي .

❖ التربية الداخلية (in breeding) :

وهي تزاوج حيوانات معامل القرابة بينها يفوق متوسط معامل القرابة السائد في القطيع . وتعمل التربية الداخلية على زيادة المجاميع المتماثلة التركيب الوراثي (homozygosity) في العشيرة . وهذا هو الاثر الرئيسي الذي يترتب عليه جميع عواقب التربية الداخلية . إن اشد انواع التربية الداخلية هو التلقيح الذاتي (كما في النباتات) حيث يكون معامل القرابة بين الاباء (الاب نفسه) هو واحد صحيح .

- اثرالتربية الداخلية في التباين الوراثي:

إن التربية الداخلية في النهاية تقسم العشيرة الى مجاميع (او تحت العشيرة) اكثر تجانسا فيما بينها من العشيرة الاصلية ، وهذا يعني إن التباين داخل هذه المجاميع يقل كلما زاد معامل التربية الداخلية الى إن يصل معامل التربية الداخلية الى واحد صحيح . وهنا نجد إن العشيرة الاصلية قد انفصلت الى تحت عشائر كل منها متجانس تماما لان افرادها متشابهة التركيب الوراثي بينما تختلف كل (تحت عشيرة) عن الاخرى .

- استعمالات ا لتربية الداخلية :

1- عندما يرغب المربي في زيادة القرابة نحو الحيوان الممتاز فكثيرا ما يحصل المربي على افراد متفوقة جدا مما يدل على حسن تركيبها الوراثي ويحاول استبقاء اكبر نسبة ممكنة من تركيب هذا الفرد في القطيع .

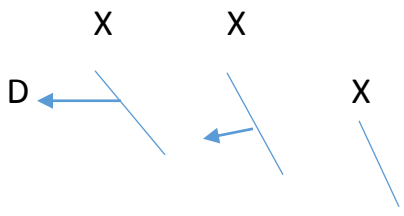
Animal breeding

2- تتبع التربية الداخلية بغية فصل العشيرة الى طرز متماثلة ومرباة داخليا وبخلط هذه الطرز مع بعضها ثانية يرتفع الانتاج نتيجة قوة الهجين .
3- تفيد التربية الداخلية في كشف الجينات غير المرغوبة او الضارة في الحالة الاصيلة فقط .
4- عندما يصل المربي بانتاج قطيعه الى مستوى اعلى من متوسط السلالة يبدأ في استخدام طلائق من داخل القطيع وهذا يؤدي الى التربية الداخلية بدلا من استخدام طلائق من خارج القطيع والتي قد تخفض من إنتاج قطيعه.
5- التربية الداخلية اكثر فعالية في زيادة نسبة الافراد الاصيلة وان لم يكن لها قيمة اقتصادية في حيوانات المزرعة الا انها مرغوبة في حيوانات المختبر الصغيرة كالفئران والخنازير .
6- يلجأ المربي الى التربية الداخلية لزيادة التباين بين العائلات والمجاميع وبالتالي تزداد فعالية الانتخاب .

❖ التربية الطرزية (Line breeding):

وتسمى التربية الداخلية نحو اب معين ، وهي شكل مخفف من التربية الداخلية ويمكن بواسطته المحافظة على قدر من معامل القرابة بين فرد ممتاز وبقية افراد القطيع .

والهدف من التربية الطرزية هو زيادة معامل القرابة بين افراد القطيع وهذا الفرد الممتاز مع عدم السماح لمعامل التربية الداخلية (Fx) بالارتفاع كثيرا . ففي كثيرا من الاحيان نجد إن المربي يحصل بالانتخاب على فرد ممتاز في صفاته الانتاجية مما قد يدل انه يحمل تراكيب وراثية ممتازة . وفي هذه الحالة يحاول المربي الاحتفاظ بهذا الفرد اطول مدة ممكنة ولكن حياته في القطيع محدودة مهما طال البقاء . ولهذا يلجأ المربي الى تركيز اكبر قدر ممكن من جينات هذا الحيوان في حيوانات اخرى بالقطيع.ويتم ذلك بان يلقح الفرد الممتاز بناته ثم حفيداته ثم بنات حفيداته وهكذا.



Animal breeding

C B ←

A

وهنا الفرد X ممتاز ، ولذا فهناك تربية طرزية نحوه ونتيجة لذلك نجد إن R_{XD} اكبر من R_{XC} واكبر من R_{XB} .

- **التربية الخارجية out breeding:**

وتسمى كذلك تربية الاباعد وهي عكس التربية الداخلية ، اي انها تزاوج افراد درجة القرابة بينها اقل من متوسط درجة القرابة في القطيع . والاثار المترتبة عليها عكس الاثار المترتبة على التربية الداخلية .

فهي تعمل اساسا على زيادة نسبة الافراد الخليطة ونقص نسبة الافراد الاصيلة في القطيع . وتختلف تربية الاباعد عن الاقارب في إن كل ما تفعله هو في الجيل الاول او الاول والثاني اي إن اثرها لا يتراكم كما في التربية الداخلية اذا اتبعت جيلا بعد جيل .

وعليه فان التربية الخارجية تعطي فرصة للجينات غير المرغوبة إن تختبيء تحت اليلاتها المرغوب بها وكذلك فان الافراد الناتجة عن التربية الخارجية تفوق ابائها في صفاتها الانتاجية ويسمى ذلك قوة الهجين (hybrid vigor) والتي تحدث نتيجة للظاهرة الوراثية المعروفة بقوة الخلط (heterosis).

ويلاحظ إن الصفات التي يحدث فيها قوة هجين بوضوح هي نفسها الصفات التي تتدهور بدرجة ملحوظة عند اتباع التربية الداخلية .

- **قوة الهجين (hybrid vigor):**

وهي عملية التحسين في اداء الحيوان وانتاجه(مقارنة بالابوين) نتيجة لتزاوج ابوين متباعدين وراثيا . والتباعد هنا يعني : إن كل اب يتبع عشيرة تختلف عن عشيرة الاب الاخر ، وهناك فرضيتين (تفسيرين) سائدين لتعليل وتفسير هذه الحالة :

Animal breeding

1- فرضية العالم East(1936): ان كل جين له عدة تاثيرات مختلفة وصغيرة وان معظم التاثيرات المرغوب بها سائدة ، وبجمع هذه التاثيرات الصغيرة وتحديد محصلة هذا الجين نجد إن هناك فوق سيادة في هذا الموقع اي إن الفرد الخليط Aa يكون مرغوب على كل من AA و aa وهذا قد ينتج عنه فوق سيادة في هذا الموقع الجيني .

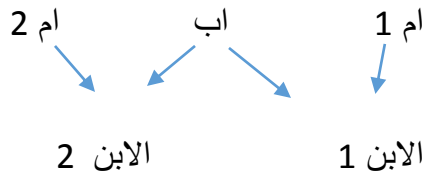
2- فرضية العالم Jones (1917) : إن قوة الهجين ناتجة عن إن الكروموسوم الواحد يوجد عليه عدد من الجينات السائدة المرغوب بها واخرى متنحية غير مرغوب بها . وعند تزاوج فرد من مجموعة مع فرد من مجموعة اخرى فان الجينات السائدة والمرغوب فيها في كل من الفردين تسود على الجينات غير المرغوب فيها وينتج فرد يحمل في معظم المراقع جينا مرغوبا فيه على الاقل .

- **العلاقة بين الاقارب Relationships:**

وهي درجة التشابه او الارتباط بين وراثة فردين لوجود صلة نسب بينهما ، اي إن فردين يحملان نفس الجينات بسبب القرابة بينهما ، فاذا كان التركيب الوراثي للفرد هو Aa ، فان ابنه يحمل احد هذين الجينين بمقدار 1/2 ، وهذا يعني إن العلاقة بين الاب والابن هي 1/2 .

✓ حالة انصاف الاشقاء Half sibs :

اي يشتركان باب واحد :

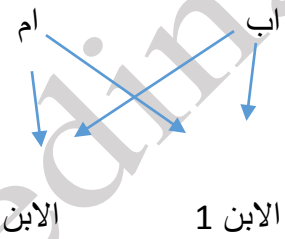


Animal breeding

اي إن العلاقة بين الابن 1 وابيه علاقة نصف وهكذا بالنسبة للابن 2 ، ولذلك فان احتمال الابن 1 و2 يحملان نفس الجينات هو 1/2*1/2 = 1/4 .

اذن العلاقة بين انصاف الاشقاء هي 1/4 .

✓ حالة الاخوة الاشقاء Full sibs : اي يشترك الابناء بنفس الاب والام :



وهنا احتمال إن الابن 1 والابن 2 يحملان نفس الجينات من الاب = 1/4 ويحملان نفس الجينات من الام ايضا = 1/4

لذلك فان العلاقة بين الاخوة الاشقاء هي 1/4 +1/4 =1/2 .

- **قياس درجة القرابة بين الافراد ذات التزاوج العشوائي :**

اول من قدر درجة القرابة هو العالم Wright (1921). وذلك بصورة كمية للتعبير عن احتمال إن الفردين مثل X و Y يحملان نفس العوامل الوراثية لوجود صلة نسب بينهما وسميت تلك العلاقة ب (معامل القرابة).

ويمكن اتباع الخطوات الاتية لحساب معامل القرابة بين اي فردين :

1- يوضع سجل النسب بصورة بحيث تتجه الاسهم من الاباء نحو الابناء (الاباء هنا هي مصدر العلاقة بين الفردين مثل الاب او الام او العم او الجد ....الخ) .
2- يتم ترقيم هذه الاسهم .

Animal breeding

3- تعيين الاباء او الاجداد مصدر العلاقة .

4- يحسب عدد الاسهم من الاباء الى الابناء .

5- يطبق القانون التالي:

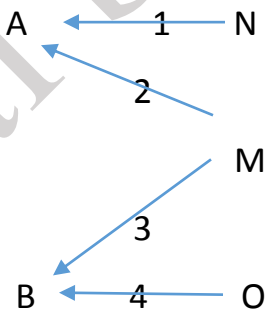
$R_{XY} = \sum(1/2)^n$

حيث إن : n ، هي عدد الاسهم مصدر العلاقة .

وتطبق المعادلة اعلاه بعد إن يتم حساب التشابه من كل اب او جد هو مصدر العلاقة .

امثلة:

☒ 1: من سجل النسب التالي احسب القرابة بين A و B ؟



اي إن : الاب المشترك هو M فقط ، ولذلك فان التشابه عن طريقه (لانه مشترك بين الفردين A و B) وكما يلي:

$R_{AB} = \sum(1/2)^n$

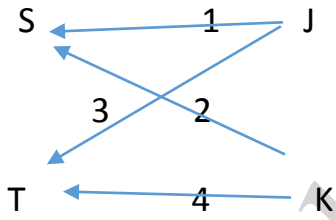
$= (1/2)^2 = 1/4$

Animal breeding

وهنا n = 2 لان هنالك ممرين بين الاب المشترك بين A الى B وهما السهم 2 والسهم 3 فقط .

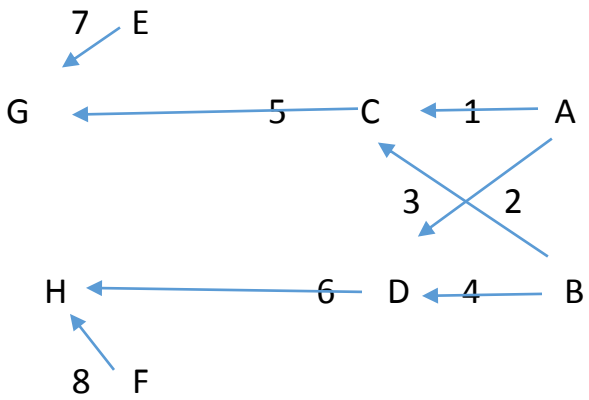
اذن العلاقة بينهما هي انصاف اشقاء .

☒ من سجل النسب ادناه ، احسب العلاقة بين S و T ؟



- إن الاباء المشتركة هي J و K (مصدر العلاقة) ...لذا ، نحسب التشابه عن طريق J اولا ثم عن طريق K ثانيا ونجمع النتائج وكما يلي :
- التشابه عن طريق J : $(1/2)^2 = 1/4$
- التشابه عن طريق K : $(1/2)^2 = 1/4$
- لذلك ، فان معامل القرابة بين S و T هو : $R_{ST} = \sum(1/2)^n = (1/4)+(1/4) = 1/2$
- اذن العلاقة بين الفردين S وT هي علاقة اخوة اشقاء

☒ مثال : من سجل النسب الاتي احسب : R_{CD} , R_{GH} , R_{ED} ؟



Animal breeding

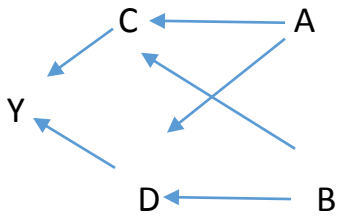
- **معامل التربية الداخلية Inbreeding Coefficient** :

وتسمى ايضا بتربية الاقارب ، اي تزاوج افراد متوسط القرابة بينهم اعلى من متوسط القرابة في القطيع ويقاس لكل فرد على حده .

مثلا : معامل التربية الداخلية للفرد x هو F_X اما حسابه فيكون وفق الاتي :

((معامل التربية الداخلية لاي فرد هو نصف (1/2) معامل القرابة بين ابوي الفرد المباشرين)).

مثال : من سجل النسب الاتي احسب F_Y ؟



Animal breeding

وهنا الابوين المباشرين للفرد Y هما C و D ، لذلك يجب حساب R_{CD} اولا ومن ثم ضرب الناتج في 1/2 ، ولحساب R_{CD} نحدد الاباء المشتركة ل C,D وهما A , B لذلك التشابه عن طريق :

- A : $(1/2)^2 = 1/4$
- B: $(1/2)^2 = 1/4$

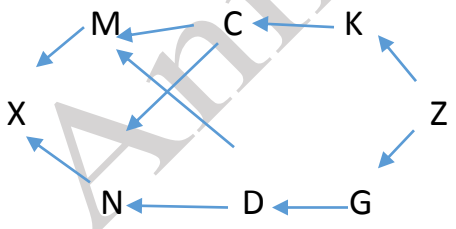
$R_{CD} = 1/4+1/4 = 1/2$

وبما إن معامل التربية الداخلية = نصف معامل القرابة بين الابوين المباشرين .

اذن : $F_Y = 1/2(1/2) = 1/4$

مثال واجب : من سجل النسب الاتي احسب :

- R_{CD}
- R_{MN}
- F_X



Animal breeding