تحسين الصفات الانتاجية للاغنام

الخلية والوراثة:

توجد المادة الوراثية داخل الخلية في النواة التي تعتبر اهم واكبر مكونات الخلية وهذه النواة تحتوى على ما يسمى بالصبغيات (الكروموسومات) وكل كروموسوم عبارة عن خيط رفيع متصل وملفوف بشكل محكم من شريط الـDNA وتساهم بروتينات تعرف بالهستونات بطي هذا الشريط وتكون النيكليوسومات التي تترتب على شكل كروموسوم، وهذه الكروموسومات تحمل المورثات (الجينات) والتي تعتبر الوحدة الاساسية للوراثة. ويشغل الجين منطقة محددة من الكروموسوم تقسم الى مناطق تعرف بالاكسونات تفصل بمناطق اكثر طولا تسمى الانترونات، ومن الجينات تصدر كافة التوجيهات للخلية من نمو وانقسام واوامر لازمة لبقاء هذه الخلية.

المادة الوراثية تنتقل إلى الأبناء حيث يساهم كل أب بنصف تركيبه الوراثي وبالتالي تنتقل الصفات عبر الأجيال المتعاقبة. ويتميز كل جنس بهيئة كروموسومية محددة karyotype ومن الجدير بالذكر ان العدد الكروموسومي لا يرتبط بحجم و درجة تطور الحيوان، وفيما يلي جدول يوضح أعداد الكروموسومات في بعض الحيوانات الزراعية:

الحيوان	العدد الكروموسومي	الحيوان	العدد الكروموسومي
الأرانب	٤٤	الحصان	٦٤
الجمل	٧٤	الدجاج	٧٨
الأغنام	٥٤	البط	٨٠
الماعز	٦٠	الرومي	٨٠
الماشية	٦٠		

وهذه الصفات المنقولة من الآباء إلى الأبناء يمكن تقسيمها إلى نوعين أساسيين هما:

صفات شكلية:

هذه الصفات يتحكم بها عدد قليل من المورثات (الجينات) ويكون تأثير البيئة فيها قليلا أو معدوما وتتبع في توريثها وانعزالها القواعد المندلية بشكل واضح ومن أمثلتها صفة لون الشعر، وجود القرون، الكثيرمن الأمراض الوراثية مثل قدم البغل في الأبقار، العمى، التقزم، التواء الذيل.

الصفات الكمية:

هي الصفات التي تتأثر بعدد كبير من المورثات (الجينات او الأليلات) والتي لها تأثير صغير تجميعي وتلعب البيئة دورا كبيرا في تحديد مظهر هذه الصفات وغالبا ما تكون هذه الصفات ذات أهمية اقتصادية كبيرة ومن أمثلتها صفة إنتاج الحليب، نسبة الدهن في الحليب، وزن الجسم. ويعتمد تحسين هذه الصفات على قياسها بدقة والاستفادة من العلاقات والقرابة بين الحيوانات في القطيع المراد تحسينه.

لتحسين الصفات لابد من تقدير القيمة الوراثية التي يحملها كل حيوان في القطيع للصفة المراد تحسينها وهذا مايسمى بالقيمة التربوية للحيوان Breeding Value والتي من خلالها يتم اختيار الحيوانات التي ستصبح آباء للجيل القادم، ولتقدير القيمة التربوية للحيوان فإننا نستخدم المعلومات الخاصة بالحيوان نفسه والمعلومات والسجلات الخاصة بأقارب الحيوان من أبناء وآباء والاستفادة من هذه المعلومات والسجلات تكون نتيجة لوجود روابط وعلاقات وراثية مشتركة بين هذه الحيوانات. ويعتبر تقدير القيم التربوية بطريقة اختبار النسل من انجح الطرق واسهم كثيرا في تحسين الصفات الإنتاجية الهامة فمثلا إنتاج الحليب تضاعف من عام ١٩٦٥ إلى وقتنا الحالي وهذا يرجع بدرجة كبيرة إلى نجاح برامج الانتخاب والتحسين الوراثي بالإضافة إلى التطور الحاصل في تركيب العلائق وتحسن نظم رعاية وإدارة الحيوان، والمهم في التحسين الوراثي انه تحسين ثابت وينتقل من جيل إلى جيل.

نلاحظ أن الحيوانات تتفاوت في مقدرتها الإنتاجية وهذا الاختلاف والتباين في الإنتاج لا يفسر تفوق الحيوان هل سببة التفوق الوراثي للحيوان أم انه تعرض لعوامل بيئية جيدة أفضل من الحيوانات الاخرى لذا لابد إن نعزى هذا التباين إلى مصادره ونوضح ذلك بالمعادلة التالية:

$$P=G+E$$

حيث P تمثل مظهر الصفة والتي يمكن قياسها (لتر حليب، كجم وزن، نسبة دهن....الخ)، G تأثير العوامل الوراثية، E تأثير البيئة. وبما إننا لا نركز على الفرد في دراسة الصفة ولكن نركز على مجموعة من الأفراد أو العشائر فأن هناك اختلافات بين الأفراد في هذه الصفات وهذا الاختلاف أو التباين نرمز له بالرمز σ^2 وتكون المعادلة :

$$\sigma^2_P = \sigma^2_G + \sigma^2_E$$

وتوضح هذه المعادلة أن الاختلاف (التباين) في قياس مظهر الصفة يرجع إلى التباين في التراكيب الوراثية للحيوانات والتباين في البيئة التي تتعرض لها الحيوانات. ويمكن أن نفصل هذه الاختلافات بشكل أدق إلى:

$$\sigma^2_P = \sigma^2_A + \sigma^2_D + \sigma^2_I + \sigma^2_{PE} + \sigma^2_{TE}$$

حيث σ^2_A ترمز إلى التباين في التأثير التجميعي للجينات، σ^2_D التباين في التأثير السيادي للجينات أو التفاعل بين الاليلات في نفس الموقع الوراثي، σ^2_I التباين في التأثير التفوقي للجينات أو التفاعل بين الجينات في المواقع المختلفة، σ^2_{PE} التباين في تأثير البيئة الدائمة (مثل المحلب- التغذية- الظروف المناخية السائدة)، σ^2_{TE} التباين في البيئة المؤقتة (مثل الازعاج- المرض- الجفاف). من هذا المنطلق نستطيع تقدير دور الوراثة في التأثير على مظهر الصفة، لذا عند دراستنا للصفات يجب أن نقدر مدى تأثير الوراثة في هذه الصفات وهذا يحدد مدي إمكانية وجدوى برامج التحسين الوراثي لهذه الصفات.

هناك عدة مقاييس وراثية هامة للصفات عند دراستنا للعشائر ولابد أن نحددها قبل بدء برامج التحسين وتسمي هذه المقاييس بالثوابت الوراثيةGenetic Parameters وأهمها:

١- المكافىء الوراثي (h^2) Heritability:

وهو يعبر عن نسبة التباين الوراثي التجميعي للجينات إلى التباين المظهري الكلي للصفة وتتراوح قيمته من صفر إلى الواحد الصحيح.

ويمكن حسابه من المعادلة السابقة كما يلي:

$$h^2 = \sigma^2_A / \sigma^2_P$$

ويسمى بالمكافىء الوراثي بالمعنى الضيق، وأحيانا يحسب المكافىء الوراثي بالمعنى الواسع وذلك بحساب التباين الوراثي الكلي(التأثير التجميعي و السيادي والتفوقي للجينات) إلى التباين المظهري الكلي وهو محدود الاستخدام:

$$h^2 = \sigma^2_G / \sigma^2_P$$

فمثلا يبلغ المكافىء الوراثي لصفة إنتاج اللبن في ابقار الحليب من ٢٥-٣٥% ونسبة الدهن في الحليب ٥٠% وصفات الخصوبة ٥% و حجم النضج ٤٠%، لذا نجد أن التحسين لصفة إنتاج الحليب والتي لها مكافىء وراثي متوسط القيمة يكون ذو جدوى اقتصادية بينما التحسين لصفات الخصوبة والتي لها مكافيء وراثي منخفض (٠.٠٠٥الى ٠.١) يكون محدود وبطيء بينما يكون الاهتمام بالرعاية وتحسين الظروف البيئية أفضل وأكثر جدوى في مثل هذه الصفات.

ويوضح الجدول التالي قيم المكافيء الوراثي لبعض الصفات الانتاجية

الصفة	المكافيء الوراثي	الصفة	المكافيء الوراثي
وزن الميلاد	٠.٤٠	العضلة العينية	٠.٥٠
وزن الفطام	٠.٢٥	العصيرية	٠.٤٠
الوزن عند عمر سنه	٠.٤٠	سمك الدهن	٠.٤٥
الأمومة	٠.٢٥	وزن البقرة الناضجة	٠.٥٠

صفة انتاج الحليب:

الصفة	المكافيء الوراثي	الصفة	المكافيء الوراثي
كمية الحليب	٠.٢٥	المثابرة	٠.٤٠
كمية الدهن	٠.٣٠	معدل الحلابة	٠.٤٠
كمية البروتين	٠.٢٥	معدل الحمل	٠.٠٥
نسبة الدهن	٠.٥٠	الكفاءة التناسلية	٠.٠٥
نسبة البروتين	٠.٥٠	مقاومة التهاب الضرع	٠.١٠

الأغنام:

الصفة	المكافيء الوراثي	الصفة	المكافيء الوراثي
الولادات المتعددة	٠.١٠	معدل النمو قبل الفطام	٠.٢٠

وزن الميلاد	٠.٢٥	معدل النمو بعد الفطام	٠.٤٠
الوزن عند عمر سنه	٠.٣٥	وزن الجزة	٠.٤٥

هناك الكثير من الصفات التي يمكن قياسها على نفس الحيوان عدة مرات مثل إنتاج الحليب (موسم) وهذا يقودنا إلى إمكانية التنبؤ بإنتاجية الحيوان لهذه الصفة في المستقبل أو مدي تكرارها بشكل جيد عند توفر نفس الظروف وهذا ما يعرف بـ:

٢- المعامل التكراري Repeatability:

وهو عبارة عن نسبة التباين الوراثي الكلي والتباين البيئي الدائم إلى التباين المظهري الكلي.

$$\hat{R}=(\sigma^2_G + \sigma^2_{PE}) / (\sigma^2_P)$$

وتتراوح قيمته من صفر إلى الواحد الصحيح وعادة يكون المعامل التكراري اكبر من أو يساوي المكافىء الوراثي. فمثلا صفة إنتاج اللبن لها معامل تكراري حوالى٥٠% ، وزن الجسم ٧٠%، نسبة الدهن ٧٥%، و معدل الحمل ١%.

والجدول التالي يوضح قيمة هذا المعامل لأهم صفات انتاج الحليب:

الصفة	المعامل التكراري
كمية الحليب	٠.٥٠
كمية الدهن	٠.٥٠
نسبة الدهن	٠.٧٥
معدل الحمل	٠.٠١
المثابرة	٠.٦٠

عند الانتخاب والتحسين لأكثر من صفة في وقت واحد فإننا يجب أن نهتم بثوابت وراثية أهمها: الارتباط البيئي و الارتباط الوراثي و الارتباط المظهري وتتراوح قيمتها من ١ إلى – ١ فمثلا الارتباط الوراثي بين كمية الحليب الكلية ونسبة الدهن هو ارتباط سالب –٠.٣ بمعنى أن التحسين الوراثي لصفة إنتاج الحليب يؤدي إلى نقص نسبة الدهن، وعلى العكس فأن الارتباط الوراثي بين كمية الحليب والكفاءة التحويلية للغذاء هي +٠.٨ اى أن التحسين لإنتاج عالي من الحليب يؤدي إلى تحسين الكفاءة التحويلية للغذاء. ونوضح بالجدول التالي الارتباط الوراثي لبعض الصفات الأنتاجية مع كمية الحليب

الصفة	الارتباط
كمية الدهن	+٠.٨٠
كمية البروتين	+٠.٩٠
نسبة الدهن	–٠.٣٠
نسبة البروتين	–٠.٢٠
المواد الصلبة اللادهنية	+٠.٩٠

ويتم تقييم الحيوانات وراثيا باستخدام الدليل الانتخابي واستخدام المعادلات الخطية مع الاستفادة من شجرة النسب للحيوانات المراد تقدير القيم التربوية لها.

طرق التحسين الوراثي

بعد أن يتم تقييم الحيوانات وراثيا وتحديد أفضلها لتكون آباء للجيل القادم نقوم باختيار طرق التزاوج المناسبة بهدف زيادة نسبة (تكرار) الجينات المرغوبة لصفة ما في العشيرة او القطيع المراد تحسينه. ان زيادة تكرار الجينات للصفات المرغوبة هو الهدف الاساسي لمربي الحيوان وذلك للحصول على حيوانات ذات انتاج عالى وتحتاج الى حد ادني من الرعاية وتكون قوية الجسم وذات صفات شكلية جيدة ولديها القدرة على مقاومة الكثير من الامراض وتتميز بطول الحياة الانتاجية، وهذا لايتحقق الا ببرامج تحسين متوازنة تراعي العلاقات بين كل تلك الصفات. وعموما تغيير تكرار الجين يتم بالانتخاب اوبحدوث الطفرة أو بالهجرة وتلعب الصدفة (الجنوح العشوائي) دورا محدودا في تغيير تكرار الجين.

الانتخاب:

قد يحدث طبيعيا بتأثير بيئي أو وراثي والانتخاب الفعال هو الانتخاب الصناعي بواسطة القرارات التي يضعها المربي على حيواناته. ويعتبر الانتخاب الوسيلة الفعالة لتغيير تكرار الجين وبصورة مبسطة فان الانتخاب لحيوانات تحمل صفات جيدة يعني إعطاءها فرصة لإنتاج نسل ونشر تركيبها الوراثي بنسبة أكثر من الحيوانات الاخرى في القطيع حسب شدة الانتخاب وتتوقف شدة الانتخاب على عدد حيوانات القطيع وعدد الحيوانات المنتخبة ويلاحظ ان شدة الانتخاب في الذكور تكون اضعاف ما هي عليه في الاناث. وقد يتم الانتخاب لصفة واحدة أو لعدة صفات بشكل متسلسل او في وقت واحد.

الطفرة:

هي تغيير فجائي في التركيب الوراثي وهذا التغير إما أن يكون مورثة جديدة أو يعدل تأثير مورثة موجودة أصلا. وعادة يكون معدل الطفرة في الحيوان منخفضا جدا وتفقد بعد عدة أجيال ولا تعتبر أداة يمكن من خلالها تغيير تكرار الجين يشكل فعال وغالبا ما تحتاج الطفرات الجديدة لزمن طويل جدا لرؤية نتائجها.

الهجرة:

هي انتقال حيوانات من عشيرة إلى عشيرة أخرى فتضيف دمائها الجديدة اليها، وهي وسيلة فعالة لتغيير تكرار الجين ويعتمد التغير في تكرار الجين على الفرق في تكرارات المورثات (الجينات) بين العشيرتين وكذلك على نسبة الحيوانات المهاجرة.

أنظمة التزواج:

بعد ان يتم انتخاب الحيوانات التي ستصبح اباء للجيل القادم يجب ان يختار المربي طريقة التزاوج المناسبة لبرامجه التحسينية، ويعتمد نظام التزاوج على نوع الحيوان وعدد حيوانات القطيع، ونوع الصفة او الصفات المراد تحسينها ومتوسط الصفة في القطيع بالنسبة لمتوسط الصفة في القطعان الأخرى. **و فيما يلي نعرض أهم طرق التزاوج:**

١. التربية الداخلية Inbreeding

تنتج من تزاوج الأقارب وتؤدي إلى زيادة التماثل والتشابه في الصفات و تؤدي إلى زيادة تكرار الجينات المرغوبة والغير مرغوبة عشوائيا، وتكون شدة التربية الداخلية حسب شدة القرابة فنجد أن اشد نظم التربية الداخلية هو التلقيح الذاتي في النبات، وعند تزاوج الطلوقة مع بنته فان معامل التربية الداخلية يزداد بمعدل ٢٥%. وتستخدم التربية الداخلية لزيادة القرابة نحو حيوان ممتاز وتستخدم في تربية الخطوط المختلفة وتفيدنا التربية الداخلية في الكشف عن الجينات المميتة المتنحية ومن عيوبها أنها تؤدي إلى انخفاض الإنتاج فمثلا زيادة معامل التربية الداخلية في أبقار الحليب بنسبة ١% يؤدي إلى نقص الإنتاج بمعدل ٨٠ رطل حليب في الموسم. وعمليا ينصح بأن لايزداد معدل التربية الداخلية في القطيع عن ٥%.

٢. التربية الخطية (تربية الخطوط)Linebreeding

هي تزاوج مجموعات من الحيوانات من نفس السلالة داخليا مما يزيد من معامل القرابة بينها وبعد عدة اجيال تتميزكل مجموعة بصفات تختلف عن المجموعات الاخرى من ثم يستفاد من هذه الصفات المختلفة بخلط الخطوط المختلفة مع بعض. ويتبع هذا النظام في القطعان الكبيرة.

٣. خلط السلالات Crossbreeding

وهو عبارة عن تزاوج حيوانات من سلالات مختلفة مع بعض وذلك للاستفادة من قوة الهجين hybrid vigor والتي تنتج من التأثير السيادي والتفوقي للجينات، واستخدم هذا النظام بشكل فعال في ماشية اللحم والأغنام والدواجن و ذلك لانتاج حيوانات لحم للتسويق وايضا استخدام الخلط لتكوين سلالات جديدة تحمل الصفات الجيدة من كلا السلالتين فمثلا ابقار السانتاجرترودس نشأت عن خلط الشورتهورن مع البراهما، واعنام الكولمبيا نشأت عن خلط الرامبولية مع اللنكولن. **وهناك عدة طرق لخلط السلالات مثل الخلط الدوري rotational crossing و الخلط الرجعي backcrossing وغيرها.**

١- التدريج Grading up

هي إضافة دماء سلالة إلى سلالة أخري واستبدالها تدريجيا جيلا بعد جيل حتى تحل محل السلالة الاخرى والتدريج يكون اما بحيوانات من نفس السلالة او بحيوانات من سلالة اخرى ويلجأ لهذا النظام لسد النقص الناتج في إناث سلالة ما. ويتم بمزاوجة ذكور السلالة المراد الحصول على إناث منها بإناث السلالة نفسها او سلالة أخرى لعدة أجيال ونوضح ذلك بالمثال التالي:

الجيل	الذكور	الاناث	نسبة سلالة الذكور في النسل
1	B	A	50%
2	B	0.5A0.5B	75%
3	B	0.25A0.75B	88%
4	B	0.12A0.88B	94%
5	B	0.06A0.94B	97%

وبذلك نكون حصلنا على إناث تحمل حوالي ٩٧% من دماء السلالة B وبذلك يتم سد النقص الناتج عن موت أو مرض أو صيد جائر أو منع استيراد السلالة B.

التقنية الحيوية في مجال تربية ووراثة الحيوان:

هناك العديد من التقنيات الحيوية أمكن استخدامها في مجال تربية الحيوان وأسهمت بشكل فعال في تحسين نتائج التقييم الوراثي والانتخاب والتحسين الوراثي، وكثير من التقنيات الحديثة لازالت في مرحلة التجربة والاختبار وان كان عددا منها لازال في طور الأحلام المحتمل رؤيتها في المستقبل، وعموما تهدف هذه التقنيات الحيوية إلى

١- تحسين الكثير من الصفات التناسلية

٢-اختصار الزمن اللازم للتقييم الوراثي وزيادة الدقة

٣- استخدام تقنيات الهندسة الوراثية.

تم تحسين الكثير من الصفات التناسلية باستخدام تقنيات أثبتت نجاحها وهي

١- التلقيح الصناعي Artificial Insemination الذي أسهم في زيادة شدة الانتخاب للذكور مع زيادة دقة تقدير القيم التربوية

٢- من جهة أخري أمكن زيادة شدة الانتخاب للإناث وتقصير عمر الجيل باستخدام تقنية التبويض المتعدد ونقل الأجنة Multiple ovulation and embryo transfer

٣- وللاستفادة من كل الطاقة الكامنة للمبيض أمكن استخدام تقنية In vitro oocyte maturation and in vitro fertilization حيث يتم استئصال المبيض وإنضاجه صناعيا في وسط خاص ومن ثم إخصاب البويضات وتنقل إلى حيوانات اخرى أو يتم تخزينها بالتجميد وهذه التقنية تساهم بتقصير عمر الجيل وان كانت تحتاج إلى دراسة أكثر والى خفض التكاليف.

٤- وللحصول على حيوانات متطابقة في تركيبها الوراثي استخدمت تقنية فصل الأجنة Splitting embryos وبذلك يمكن زيادة شدة الانتخاب بشكل كبير جدا، وأمكن الحصول على حيوانات متطابقة تماما باستخدام تقنية الاستنساخ Cloning technology حيث أعلن عن استنساخ النعجة دولي Dolly عام ١٩٩٧م في اسكتلندا وفي هذه التقنية تم استخدام خلية جسمية ثم إعادة برمجتها لتبدأ بمرحلة الجنين وتتطور إلى البلوغ مرة أخرى، وفي حالة تطوير هذه التقنية وإمكانية تطبيقها بشكل اقتصادي سيكون لها اثر كبير في وراثة وتربية الحيوان.

٥- من التقنيات المستخدمة تقنية الـ Polymerase Chain Reaction (PCR) والتي من خلالها يتم نسخ وتكرار الجزء المراد دراسته من الـDNA حتى يمكن رؤيته في الجل واستخدمت هذه التقنية في تحديد الجنس في عمر مبكر جدا، وهناك محاولات لاستخدام تقنية تحديد الجنس، من خلالها يتم فصل الحيوانات المنوية التي تحمل كروموسوم Y عن الحيوانات المنوية التي تحمل الكروموسوم X، وان كانت هذه التقنية بطيئة التطور وغير فعالة فانه في حال تطبيقها ستكون مفيدة في برامج الخلط والاستبدال.

٦- يتم تقدير القيم التربوية بناءا على الشكل الظاهري للصفة للفرد والأقارب ويتداخل تأثير البيئة مع تأثير الوراثة وهذا يقلل الدقة في التقييم. حديثا أمكن تطوير التقنية الحيوية وإمكانية عمل تحليل مباشر للتركيب الوراثي للحيوان للحصول على دقة اكبر في التقييم الوراثي مقارنة باستخدام الشكل الظاهري للصفة فقط، وهذا المفهوم يسمي بـ Marker-assisted selection (MAS) لأن المعلومات المستخدمة لحساب القيم التربوية تعتمد على خدمة معلومات

من معلمات (DNA markers) وهذه التقنية تزيد من دقة التقييم الوراثي للحيوانات وتختصر الوقت اللازم لتحديد الحيوانات المتفوقة وراثيا، وهذا يعتمد على معرفة مواقع الجينات والذي أمكن الحصول عليه بنشر الخارطة الوراثية genetic linkage maps لكثير من الحيوانات الزراعية عام ١٩٩٤م، وفيها يتم تحديد المسافات بين المورثات (الجينات) وترتيبها على الكروموسوم وان كانت هذه التقنية جيدة في التحكم في الصفات المتأثرة بعدد قليل من الجينات مثل بعض الأمراض الوراثية فإنها لازالت تحتاج إلى الكثير من الدراسة في الصفات الاقتصادية التي يتحكم بها عدد كبير من الاليلات.

٧- الهندسة الوراثية ونقل الجينات بين أفراد الجنس الواحد أو بين أجناس مختلفة كان ومازال مصدرا لكثير من الأحلام والتخيلات التي يمكن أن يتحقق البعض منها في المستقبل، فنقل جين مرغوب لحيوانات من نفس الجنس يتغلب على كثير من المشاكل التي تنتج عند الخلط وظهور صفات غير مرغوبة بالإضافة إلى اختصار الوقت اللازم لنقل هذه الصفة، وهناك عدة تقنيات لنقل الجينات داخل الجنس الواحد لازالت في طور الدراسة والتجربة. نقل الجين بين أفراد من جنسين مختلفين لاتتزاوج تواجهه مصاعب عديدة ولازال تحت التطوير تقنيا. وأخيرا فان الحيوانات التي تحمل أي جزء من الـ DNA ليست أصلا من تركيبها الوراثي تسمى بالحيوانات المعدلة وراثيا Transgenic animals. ولازالت الفائدة من نقل الجين محدودة وذلك يرجع إلى قلة المعلومات عن الجينات وتأثيراتها وكيف تتحكم بالصفات بدقة وكيف يعبر الجين عن نفسه في الحيوانات المنقول إليها، ومستقبلا بالدراسات التي تعني بالجينات وتأثيراتها وأسباب التباين وبتطوير تقنية نقل الجين بفعالية أكثر وتكلفة اقل سيكون لها تأثير كبير في إنتاجية الحيوان الزراعي.