

تربية وتحسين الحيوان الزراعى

(الجوانب التطبيقية والبيتكولوجية الحديثة)

تأليف

دكتور

عادل صلاح خطاب

أستاذ تربية الحيوان

كلية الزراعة جامعة طنطا

دكتور

حسن غازى العوضى

أستاذ تربية الحيوان

كلية الزراعة جامعة كفرالشيخ

دكتور

محمد نجيب العريان

أستاذ تربية الحيوان

كلية الزراعة جامعة المنصورة

الطبعة الأولى ٢٠١٧

اسم الكتاب: تربية وتحسين الحيوان الزراعى
إعداد: أ.د./ عادل صلاح خطاب ا.د / محمد نجيب العريان
أ.د./ حسن غازى العوضى

الموزع: دار العلوم للنشر والتوزيع



العنوان: ١١ شارع منصور- القاهرة

ت: ٠٢/٢٧٩٣٠٣٦٠ ت: ٠١٢٢٦١٢٢٢١٢

البريد الإلكتروني

daralaloom@hotmail.com

الموقع الإلكتروني

www:darelaloom.com

الناشر: دار جوانا للنشر والتوزيع



العنوان: ٢٣ أبراج الأمل الاوتستراډ المعادى

ت: ٠١٠٠٣١٨٢٦١٥ ت: ٠١٤٠٢٧٥٠٥٠

البريد الإلكتروني

dar_farha_2020@yahoo.com

dargwana2050@yahoo.com

رقم الإيداع ٢٠١٦/١٧٠٦٥

الترقيم الدولي 978- 977- 6469-33-4

خطاب ، عادل صلاح
تربية وتحسين الحيوان الزراعى : الجوانب التطبيقية والبيتكولوجية
الحديثة /عادل صلاح خطاب ، محمد نجيب العريان ، حسن غازى العوضى
:- القاهرة : دار جوانا للنشر والتوزيع ، ٢٠١٦

ص ، سم

١- الإنتاج الحيوانى

٢- الإنتاج الزراعى ٣- الكيمياء التطبيقية

أ- العريان ، محمد نجيب (مؤلف مشارك)

ب- العوضى ، حسن غازى (مؤلف مشارك)

ج- العنوان ٦٣٦.٨

طبعة ٢٠١٧

فهرس المحتويات

الصفحة	الموضوع
٢٦	المقدمة
٣١	قائمة الجداول
٣٤	قائمة الأشكال
٣٩	الباب الأول نشأة علم تربية الحيوان والسلالات النقية
٤١	علم تربية الحيوان
٤٢	الاستئناس
٤٥	أهمية الاستئناس
٤٧	منشأ واستئناس الماشية
٤٨	مراحل تطور تربية الحيوان
٤٨	تربية الحيوان القديمة
٤٩	تربية الحيوان خلال القرن الثامن عشر
٥٠	نشأة السلالات النقية
٥٢	تطور جمعيات الأنواع والسلالات
٥٣	التلقيح الصناعي
٥٥	نقل الأجنة
٥٦	البيتكولوجى (التكنولوجيا الحيوية)
٥٦	الوضع الحالى والمشاكل
٥٨	مربى الحيوان

الصفحة	الموضوع
٦١	الباب الثاني التعديل (التصحيح) للعوامل الغير الوراثية
٦٣	وراثه الصفات
٦٣	التباين الوراثي والبيئي
٦٥	الصفات الوصفية
٦٥	الصفات الكمية
٦٦	الصفات الحدية
٦٦	مكونات التباين البيئي
٦٧	التقسيم الأول بيئة خارجية وبيئة داخلية
٦٧	البيئة الخارجية
٦٧	البيئة الداخلية
٦٧	التقسيم الثاني بيئة عامة وبيئة خاصة
٦٧	البيئة العامة
٦٨	البيئة الخاصة
٦٨	البيئة الأمية
٦٩	التأثير البيئي الدائم والبيئي المؤقت
٦٩	التأثير البيئي الدائم
٦٩	التأثير البيئي المؤقت
٦٩	التداخل بين الوراثة والبيئة
٧٠	صفات الخصوبة

الصفحة	الموضوع
٧٠	الصفات الإنتاجية (الاقتصادية)
٧٠	صفات الجودة
٧١	صفات النموذج أو الشكل
٧١	الصفات السلوكية
٧٢	التعديل (التصحيح) للعوامل البيئية
٧٢	ماشية اللبن
٧٣	التعديل للعمر
٧٥	التعديل لطول موسم الحليب
٧٦	طريقة النسب
٧٦	طريقة الانحدار
٧٨	التعديل لعدد مرات الحليب فى اليوم
٧٩	التعديل لطول فتره التلقيح المخصب
٨٠	التعديل لطول فترة الجفاف
٨١	التعديل للفترة بين ولادتين
٨٣	التعديل للقطيع و فصل الولادة وسنة الوضع
٨٣	ماشية اللحم
٨٤	الأغنام
٨٥	الباب الثالث التكوين الوراثى للعشيرة
٨٧	الفروض الخاصة بتربية ووراثة الحيوان والدواجن

الصفحة	الموضوع
٨٨	التكرار الجيني
٩٠	التكرار الجيني في حالة وجود موقع وراثي واحد One locus ذو أليلين وعدم وجود سيادة
٩٤	التلقيح العشوائي
٩٤	اتزان هاردي -واينبرج
٩٨	حساب التكرار الجيني في حالة السيادة التامة
٩٩	تكرار الجين لموقع وراثي واحد ذو أليلات متعددة
١٠٠	تكرار الجين في حالة أكثر من موقع وراثي واحد
١٠٢	اتزان العشيرة في حالة أكثر من موقع وراثي
١٠٣	اتزان العشيرة في حالة أكثر من موقع وراثي وبينهما ارتباط وراثي
١٠٣	تكرار الجين في حالة الجينات المرتبطة بالجنس
١٠٦	اتزان العشيرة في حالة الجينات المرتبطة بالجنس
١٠٧	الاستفادة من حالة اتزان العشيرة
١٠٩	العوامل التي تؤثر على الخصائص الوراثية للعشيرة
١٠٩	المتوسط والتباين في العشيرة التي تتزاوج عشوائيا
١١٠	القيمة الوراثية
١١٢	المعنى الكمي (الإحصائي) لتعبيرات الجين
١١٤	متوسط العشيرة
١١٤	في حالة موقع وراثي واحد
١١٦	تباين العشيرة

الصفحة	الموضوع
١١٧	حساب متوسط تأثير الجين
١١٨	حساب أثر الجين
١١٩	متوسط أثر إحلال الجين
١٢٠	القيمة التربوية
١٢٣	الباب الرابع العوامل التي تغير من تكرار الجين
١٢٥	الطفرة
١٢٦	معدل حدوث الطفرة وأهميتها
١٢٩	الهجرة
١٣١	الصدفة
١٣١	الانتخاب
١٣٦	الانتخاب ضد الجين المتنحي
١٣٧	الانتخاب ضد الجين السائد
١٣٨	الانتخاب للأفراد الخليطة
١٤٠	التكرارات الجينية في الأفراد وعلاقتها بالتربية الداخلية
١٤٣	الباب الخامس نظم التربية
١٤٦	التربية الداخلية
١٤٦	التربية المقفلة أو المغلقة
١٤٧	التربية الطرزية

الصفحة	الموضوع
١٥٠	علاقة التربية الداخلية بالصفات الإنتاجية والتناسلية
١٥١	مزايا التربية الداخلية
١٥١	التربية الطرزية
١٥٢	نشوء العائلات
١٥٢	زيادة التباين الوراثي بين العائلات
١٥٢	التخلص من العوامل المتنحية غير المرغوبة
١٥٣	التمائل وطبع النسل
١٥٥	الأسباب (الحالات) التي تستخدم فيها التربية الداخلية
١٥٧	عيوب التربية الداخلية
١٥٧	درجات القرابة
١٥٨	علاقة مباشرة
١٥٨	علاقة جانبية
١٥٩	العلاقة بين الأب وابنه
١٦٠	علاقة القرابة بين الفرد X وجده C
١٦٠	علاقة القرابة بين الأخوة الأشقة الكاملة
١٦١	العلاقة بين الأخوة أنصاف الأشقة
١٦١	العلاقة بين أبناء عم من الدرجة الأولي
١٦٢	معامل التربية الداخلية

الصفحة	الموضوع
١٦٤	التربية الخارجية
١٦٥	الخلط داخل النوع
١٦٥	الخلط بين السلالات
١٦٦	طرق الخلط بين السلالات
١٦٦	الخلط المتبادل
١٦٧	الخلط الدوري
١٧٠	الخلط الرجعى
١٧١	التدريج
١٧٣	نظام لبرشات
١٧٤	مزايا طرق خلط السلالات
١٧٥	عيوب هذه الطريقة
١٧٥	تكوين أنواع جديدة عن طريق خلط السلالات
١٧٥	الماشية
١٨٢	الأغنام
١٨٣	الماعز
١٨٧	التهجين بين الأنواع المختلفة
١٨٧	التهجين بين الفصيلة الخيلية والحُمُر العادية
١٩٠	خلط الماشية الأوربية مع الجاموس الأمريكى

الصفحة	الموضوع
١٩٩	قوة الهجين أو الخليط
٢٠٢	التفسير الوراثي لقوة الهجين
٢٠٥	المكونات الوراثية للفرد الخليط الناتج من خلط السلالات
٢٠٥	التأثيرات التجمعية المباشرة في الفرد الخليط نفسه
٢٠٦	تأثيرات قوة الهجين أى قوة الخلط
٢٠٧	تأثيرات الفاقد الاندماجي
٢٠٧	النزاج المظهرى
٢٠٩	الباب السادس التباين الوراثى المشترك بين الأقارب وطرق تقدير المكافئ الوراثى للعشيرة
٢١١	أساسيات المعالم الوراثية
٢١١	التشابه بين الأقارب
٢١٢	التباين المشترك الوراثي
٢١٢	التأثير الوراثي التجمعي
٢١٢	التأثير الوراثي السيادي
٢١٦	المكافئ الوراثي
٢٢٣	صفات منخفضة المكافئ الوراثي
٢٢٤	صفات متوسطة المكافئ الوراثي
٢٢٤	صفات مرتفعة المكافئ الوراثي

الصفحة	الموضوع
٢٢٤	أهمية تقدير المكافئ الوراثي
٢٢٥	التصحيح للعوامل البيئية
٢٢٦	عدد القياسات
٢٢٧	نظم التزاوج
٢٢٧	عدد الأبناء لكل أب
٢٢٨	نظم التحليل
٢٢٨	نموذج الحيوان
٢٣٠	طرق تقدير المكافئ الوراثي
٢٣٠	العلاقة بين الأب والابن
٢٣١	الأب ومتوسط الأبناء
٢٣٥	انحدار الأبناء علي الأمهات في وجود الآباء
٢٣٥	تحليل الأخوة
٢٣٥	أنصاف الأشقة
٢٤٢	الأخوة الأشقة الكاملة
٢٤٤	النظام الشبكي
٢٤٦	حالة تساوي عدد الأبناء لكل أب وكذلك تساوي عدد الأبناء لكل أم وتساوي عدد الأمهات لكل أب
٢٥٤	حالة عدم تساوي عدد الأمهات لكل أب وكذلك عدد الأبناء لكل أم . .

الصفحة	الموضوع
٢٥٥	التصميم العائلي
٢٥٥	نظام الخلط المتبادل
٢٥٧	الباب السابع المعامل التكراري والارتباط الوراثي للصفات في العشيرة
٢٥٩	المعامل التكراري
٢٦١	تقدير المعامل التكراري
٢٦١	في حالة تساوي عدد القياسات لكل حيوان
٢٦٥	في حالة عدم تساوي عدد القياسات لكل حيوان
٢٦٧	أهمية تقدير المعامل التكراري
٢٦٨	تقدير المقدرة (الكفاءة) الإنتاجية للأبقار
٢٦٨	في حالة وجود سجل واحد
٢٦٨	في حالة وجود أكثر من سجل
٢٧٠	بعض تقديرات المعامل التكراري
٢٧٤	الارتباطات
٢٧٤	الارتباط الوراثي
٢٧٥	الارتباط البيئي
٢٧٦	بعض تقديرات معاملات الارتباطات
٢٨١	طرق تقدير الارتباط الوراثي
٢٨١	في حالة أنصاف الأشقة

الصفحة	الموضوع
٢٨٥	في حالة الأخوة الأشقاء الكاملة (النظام الشبكي أو العنقودي)
٢٩٣	الباب الثامن الانتخاب
٢٩٥	طرق الانتخاب
٢٩٥	الانتخاب الطبيعي
٢٩٥	الانتخاب الصناعي
٢٩٧	تجاوب الانتخاب
٢٩٧	الفارق الانتخابي
٢٩٧	العوامل التي تؤثر علي الفارق الانتخابي
٢٩٨	العلاقة بين تجاوب الانتخاب و الفارق الانتخابي
٢٩٩	التنبؤ بتجاوب الانتخاب (متوسط الأبناء)
٣٠٣	فترة الجيل
٣٠٦	الانتخاب المباشر للصفة
٣٠٦	الانتخاب الغير مباشر
٣٠٨	الانتخاب لأكثر من صفة
٣٠٨	الانتخاب المتوالي (المتعاقب أو المتسلسل)
٣٠٩	الانتخاب بطريقة المستوي الاستبعادي (أو المستويات المستقلة)
٣٠٩	المجموع الكلي أو الأدلة الانتخابية
٣١١	المعلومات اللازمة لعمل الأدلة الانتخابية

الصفحة	الموضوع
٣١١	القيمة الاقتصادية
٣١٤	التباين والتغاير المظهري
٣١٥	التباين و التغاير الوراثي
٣١٥	فكرة عمل الأدلة الانتخابية
٣١٨	درجة الدقة
٣٢٤	الأدلة الانتخابية الجزئية
٣٢٦	طرق الانتخاب للأفراد ذات القرابة
٣٢٦	الانتخاب الفردى
٣٢٦	الانتخاب الفردى فى حالة وجود سجل واحد للحيوان
٣٢٨	الانتخاب الفردى فى حالة تعدد القياسات (السجلات) للحيوان
٣٣١	الانتخاب للمصفات المرتبطة
٣٣٣	الانتخاب العائلى
٣٣٨	الانتخاب داخل العائلة
٣٣٩	الانتخاب المشترك أو المزدوج
٣٣٩	الانتخاب تبعاً للنسب
٣٤١	الباب التاسع التقييم الوراثى لحيوانات المزرعة
٣٤٣	محددات معدل التحسين الوراثى
٣٤٤	التباين الوراثى

الصفحة	الموضوع
٣٤٥	المكافئ الوراثي
٣٤٥	شدة الانتخاب
٣٤٦	طول مدة الجيل
٣٤٦	دقة الانتخاب
٣٤٧	عدد الصفات التي يجري على أساسها الانتخاب
٣٤٧	مصادر المعلومات (مصادر التحسين الوراثي)
٣٤٨	الفرد نفسه
٣٤٩	نسل الحيوان
٣٤٩	الأسلاف
٣٥٢	الأقارب الجانبية
٣٥٤	الفروض الواجب توافرها لتقدير القيمة التربوية للفرد من سجلات الأقارب
٣٥٥	المعادلة العامة لتقدير القيمة التربوية للفرد باستخدام سجلات الأقارب
٣٥٧	حالة توفر سجل الفرد نفسه فقط
٣٥٧	حالة توافر سجل الفرد نفسه وسجل أمه
٣٥٩	حالة توافر سجل الفرد نفسه وسجل أبيه
٣٦٢	حالة توافرت سجلات الأم والأب
٣٦٢	حالة توافرت سجلات الأم وجدة الفرد من الأم
٣٦٤	حالة توفر سجل الأم وجدة الفرد من الأم وجدة الفرد من الأب

الصفحة	الموضوع
٣٦٦	تقدير القيمة التربوية للفرد من سجلات الأخوة الأشقاء وأنصاف الأشقاء
٣٦٧	إذا توفر سجل الأم وسجلات لأنصاف الأشقة الأمية
٣٦٧	إذا توفر سجل الأب وسجلات لأنصاف الأشقة الأبوية
٣٦٧	إذا توفر سجل الفرد نفسه وسجل الأم وسجلات لأنصاف الأشقة الأبوية
٣٧٢	حالة توفر سجل الفرد نفسه وسجل أمه وسجلات لأنصاف الأشقة الأمية
٣٧٢	حالة توفر سجل الفرد نفسه وسجل أبيه وسجلات لأنصاف الأشقة الأبوية
٣٧٢	حالة توفر سجل الفرد نفسه وسجل أبيه وسجلات لأنصاف الأشقة الأمية
٣٧٣	حالة توفر سجلات الأخوة
٣٧٣	حالة توفر سجل الفرد نفسه وسجل الأخوة
٣٧٤	في حالة عدم توفر سجل الفرد نفسه وتوفر سجلات الأخوة
٣٧٤	تقدير القيمة التربوية للفرد من سجلات النسل
٣٧٤	حالة استخدام سجل الفرد نفسه وسجل نسله
٣٧٥	حالة استخدام سجل نسل الفرد فقط
٣٧٥	اختبار النسل
٣٧٧	الأمور التي يجب أخذها في الاعتبار عند الاختبار بالنسل
٣٧٨	العقبات التي تواجه اختبار النسل
٣٧٩	اختبار النسل في حالة الصفات الوصفية
٣٨٢	طرق تقييم طلائق ماشية اللبن (انتخاب الطلائق)

الصفحة	الموضوع
٣٨٣	الخطوات العلمية والعملية لاختبار الطلائق في ماشيه اللبن
٣٨٤	أدلة الطلائق
٣٨٤	دليل جيفورد
٣٨٤	مقارنة البنات بالأمهات
٣٨٥	دليل ماونت هوب
٣٨٦	دليل بونير
٣٨٧	دليل رايس (أو دليل الاعتماد)
٣٨٩	المقارنات المعاصرة
٣٨٩	النظام البريطاني لتقييم الطلائق
٣٩٢	النظام الامريكى لتقييم الطلائق
٣٩٥	تقدير القيمة التربوية بواسطة أفضل انحدار خطي غير متحيز
٣٩٥	في حالة صفة واحدة وعامل عشوائي واحد
٣٩٦	تقدير القيمة التربوية من النموذج الأبوى
٤٠٤	تقييم أبقار اللبن
٤٠٥	استخدام نموذج الحيوان في تقدير القيمة التربوية
٤٠٦	نموذج الحيوان لصفة واحدة
٤١٦	نموذج الحيوان في حالة تعدد القياسات
٤٢٦	نموذج الحيوان مع التأثير البيئي المشترك

الصفحة	الموضوع
٤٢٧	نموذج الحيوان للصفات المتعددة
٤٢٨	أهمية دراسة الصفات المتعددة
٤٣١	مقارنة بين نموذج الحيوان للصفة الواحدة ونموذج الحيوان لعدة صفات
٤٣٢	التأثيرات الوراثية الأمية
٤٣٣	العوامل البيئية العشوائية
٤٣٧	الباب العاشر أهم التقنيات الحيوية فى الإنتاج الحيوانى
٤٤٠	تكنولوجيا التناسل
٤٤١	تقنية التلقيح الصناعى
٤٤٣	تقنية نقل الأجنة
٤٤٩	تقنية تحديد الجنس (التحكم فى الجنس)
٤٥١	تقنية الاستنساخ
٤٥٢	طرق الاستنساخ
٤٥٢	استنساخ الجينات
٤٥٤	استنساخ الخلايا
٤٥٤	الاستنساخ الجنينى
٤٥٥	الاستنساخ بواسطة النقل النووى
٤٦٢	الاستنساخ العلاجى
٤٦٣	الخلايا الجذعية

الصفحة	الموضوع
٤٦٥	العوامل التي تؤثر على الاستنساخ
٤٦٧	فوائد (مميزات) الاستنساخ
٤٧٠	عيوب (مخاطر) الاستنساخ
٤٧٤	الفرق بين الهندسة الوراثية والاستنساخ
٤٧٥	الباب الحادى عشر التكنولوجيا الحيوية وتربية الحيوان
٤٧٨	الجينوم (المادة الوراثية)
٤٨٣	البروتيوم
٤٨٤	البصمة الوراثية (بصمة الجينات)
٤٨٦	الخرائط الوراثية والفيزيائية للمورثات
٤٩١	الـ بى سى آر
٤٩٧	الباب الثانى عشر استخدام الواسمات فى تربية الحيوان
٤٩٩	الواسمات ومواقع الصفات الكمية
٥٠٠	الواسمات المورفولوجية
٥٠٠	الواسمات الكيميائية الحيوية
٥٠٠	الواسمات الجزيئية (الوراثية)
٥٠١	الواسمات الوراثية المباشرة
٥٠٢	الواسمات الوراثية الغير مباشرة

الصفحة	الموضوع
٥٠٥	أهم أنواع الواسمات الوراثية الغير مرتبطة بالشكل المظهرى
٥٠٥	تقنية المكررات المتسلسلة المتباينة العدد
٥٠٦	تقنية شظايا (قطع) التحديد متعددة الأشكال والأطوال
٥٠٧	تقنية التضاعف العشوائى للأشكال المتعددة
٥٠٨	تقنية التضاعف المتعدد لأطوال القطع
٥٠٩	تقنية شظايا الأشكال المتعددة للنيوكليوتيدة الواحدة
٥٠٩	الانتخاب المعاون بالواسمات (المرقمات)
٥١١	ماذا لو استخدمت الواسمات والـ QTL فى التحسين الوراثى
٥١٧	الباب الثالث عشر الهندسة الجينية
٥٢٠	أهداف الهندسة الوراثية
٥٢١	نقل الجين
٥٢٥	مجالات استخدام وتطبيق الهندسة الوراثية
٥٢٥	بعض تطبيقات التقنيات الحيوية فى مجال الإنتاج الحيوانى
٥٢٥	استخدام التقنيات الحيوية لإنتاج بروتين وحيدة الخلية
٥٢٦	إنتاج لقاحات عن طريق استخدام تقنية الهندسة الوراثية
٥٢٧	استخدام التقنيات الحيوية لإنتاج حيوانات ذات صفات مرغوبة عالية الإنتاج
٥٢٩	إنتاج سلالات حيوانية جديدة بطريقة المعالجة الوراثية (نقل الجينات)
٥٣٠	رسم خرائط لكروموسومات الحيوانات للمحافظة على التنوع البيولوجى وتخزينها

الصفحة	الموضوع
٥٣١	استخدام التقنيات الحيوية في الكشف عن الأمراض
٥٣١	إنتاج أغذية حيوانية معدلة وراثياً
٥٣٢	تطبيق التكنولوجيا الحيوية في زيادة إنتاج اللبن
٥٣٥	بعض تطبيقات التكنولوجيا الحيوية في مجال الإنتاج النباتي
٥٣٧	أهم المخاطر التي تنتج عن الهندسة الوراثية
٥٤١	الباب الرابع عشر التقييم الوراثي واسع المجال
٥٤٣	مفهوم تربية الحيوان بشكل عام
٥٤٤	التقييم الوراثي واسع المجال
٥٤٥	أهمية التقييم الوراثي واسع المجال
٥٤٦	البدائل المتاحة للتقييم الوراثي واسع المجال
٥٤٧	قطعان الأنوبة
٥٤٨	قطعان النواة المفتوحة والمغلقة
٥٥١	نماذج من قطعان النواة
٥٥٣	التركيب العمري لقطعان النواة
٥٥٥	الملحق الأول المبادئ الإحصائية اللازمة لتربية الحيوان الزراعي
٥٥٧	مقاييس التمرکز (النزعة المركزة)

الصفحة	الموضوع
٥٥٩	الوسط (أو المتوسط الحسابي)
٥٦٠	المتوسط الحسابي المرجح أو الموزون
٥٦١	الوسيط
٥٦٢	المنوال
٥٦٢	المتوسط الهندسي
٥٦٢	مقاييس التشتت
٥٦٣	التباين (أو الاختلاف)
٥٦٥	الانحراف القياسي (المعياري)
٥٦٥	الخطأ القياسي
٥٦٦	معامل الاختلاف
٥٦٧	المدى
٥٦٩	مقاييس التلازم
٥٦٩	معامل الانحدار (الاعتماد) البسيط
٥٧٠	معادلة أو نموذج الانحدار الخطي
٥٧٢	معادلة تقدير معامل الانحدار
٥٧٤	الارتباط الخطي
٥٧٦	حساب معامل الارتباط الخطي
٥٧٩	تحليل التباين واختبار المعنوية

الصفحة	الموضوع
٥٨٣	الملحق الثانى المبادئ الأساسية فى علم الوراثة اللازمة لتربية الحيوان
٥٨٦	التركيب الوراثى
٥٨٦	الشكل المظهرى (المظهر الخارجى)
٥٨٧	تعبيرات الجين (تأثيرات الجين)
٥٨٧	التأثير التجمعى (المضيف)
٥٨٧	التأثير السيادةى
٥٨٨	التأثير التفوقى (تفاعل أو تداخل الجينات)
٥٩٠	الانقسام الميتوزى
٥٩٠	الانقسام الميوزى (الاختزالى)
٥٩٢	الجينات
٥٩٣	الطفرة
٥٩٥	التوائم المتماثلة (المتطابقة)
٥٩٨	التوائم الغير متماثلة (الغير متطابقة)
٥٩٩	التأسل (أو الارتداد)
٦٠٠	التأثير الأمي (تأثير الأم)
٦٠١	الـ Telegony
٦٠٢	الصفات المكتسبة
٦٠٢	الدم

الصفحة	الموضوع
٦٠٢	الاحتمالات وعلاقتها بالوراثة
٦٠٣	مفهوم الاحتمال
٦٠٤	الحدث البسيط
٦٠٤	الحدث المركب
٦٠٤	الحدث المستحيل
٦٠٤	الحدث المؤكد
٦٠٥	الأحداث المتنافية
٦٠٦	الأحداث الغير متنافية
٦٠٧	الملحق الثالث بعض الدراسات العملية والتطبيقية على بعض أبواب الكتاب
٦٠٩	بعض الدراسات لمحاولة التعديل لعمر الحيوان
٦١٧	طريقتي النسب والانحدار لتعديل طول موسم الحليب
٦١٩	بعض المحاولات لتعديل طول فتره التلقيح
٦٢١	نتائج بعض الأبحاث التي أجريت على تأثير التربية الداخلية في حيوانات المزرعة
٦٢٩	بعض التجارب التي أجريت على تأثير قوة الهجين علي الصفات المختلفة في الحيوانات المزرعية
٦٣١	بعض الأبحاث التطبيقية لتقدير الانتخاب المباشر والغير مباشر
٦٣٢	بعض الأبحاث التطبيقية علي الأدلة الانتخابية في مصر

الصفحة	الموضوع
٦٤١	الملحق الرابع أسئلة متنوعة على أبواب الكتاب
٦٤٣	أسئلة الباب الأول
٦٤٣	أسئلة الباب الثاني
٦٤٥	أسئلة الباب الثالث والرابع
٦٤٧	أسئلة الباب الخامس
٦٥٠	أسئلة الباب السادس والسابع
٦٥٦	أسئلة الباب الثامن
٦٥٧	أسئلة الباب التاسع
٦٥٩	المراجع
٦٥٩	مراجع باللغة العربية
٦٦١	مراجع باللغة الأجنبية

المقدمة

الحمد لله والصلاة والسلام على خير خلق الله سيدنا محمد وعلى آله وصحبه ومن والاه - سبحانه ربنا لا علم لنا إلا ما علمتنا إنك أنت العليم الحكيم - نحمدك ربنا على أن وفقتنا لإتمام هذا المؤلف ونسألك ربنا أن تجعله نبراسا لنا نتفجع به ولجميع المهتمين بدراسة التحسين الوراثي في الحيوانات المزرعية في مصر خاصة وفي جميع أرجاء الوطن العربي عامة وبعد :

إن وراثـة الحيوان (أى محتواه الجينى) تعتبر كالأعمدة للبناء - ولذلك فإنه بدون وجود تركيب وراثى جيد للحيوان لا تُجـدى العمليات الفسيولوجية والتغذوية أى نفع فى زيادة كفاءة الأداء للحيوان وبناءً عليه لا تُجـدى أيضا عمليات الانتخاب أو التحسين الوراثى ولقد تعلمنا من أساتذتنا ومن الواقع أن المربى فى بعض الأحيان يضطر إلى انتخاب التراكيب الوراثية الرديئة تحت الظروف البيئية السيئة نتيجة للعلاقة الهامة بين الوراثة والبيئة . فأداء الحيوان الإنتاجى هو مزيج من تركيبه الوراثى والعوامل البيئية المحيطة به - بالإضافة إلى تغذيته وعمل أجهزته الفسيولوجية المختلفة فى جسمه . والوراثة والبيئة تلعبان دوراً هاماً فى تحديد الأداء الإنتاجى والتناسلى للحيوان الزراعى ، مما يؤدى إلى وجود اختلافات بين الحيوانات سواء داخل القطيع أو بين القطعان المختلفة وهذه الاختلافات يمكن فهمها وتقديرها إحصائياً لكثير من الصفات الإنتاجية حسب أهميتها الاقتصادية .

لقد بدأ التحسين الوراثى والبيئى المستمر فى إنتاجية حيوانات المزرعة منذ زمن بعيد وقبل أن يُعرف ما يسمى بعلم تربية الحيوان ومنذ أن بدأ الإنسان فى

استئناس الحيوانات ومحاولته تحسينها لتناسب احتياجاته . ومن هنا صُنِفَتْ أيضا إلى حيوانات لبن ، لحم ، صوف وبيض الخ .

وتربية الحيوان هو أحد فروع علوم الإنتاج الحيوانى وهو أيضا أحد العلوم البيولوجية والتي تعتمد على التحسين الوراثى Genetic improvement وذلك عن طريق استخدام الطرق المختلفة للتربية ، الانتخاب الوراثى للحيوان ، تقدير القيمة الوراثية للحيوان ، واستخدام البيوتكنولوجى الحديث الذى يساعد في تحسين الحيوانات المزرعية . كما يعتبر تربية الحيوان من العلوم الحديثة نسبيا . وفي خلال الأربعة عقود الأخيرة تم الحفاظ على السجلات على الحاسبات الآلية والتي كان لها الفضل الكبير فى التحسين الوراثى للحيوانات المزرعية ، وتم ذلك عن طريق العديد من جمعيات السلالات . ومهمة مربى الحيوان هو إنتاج المحصول الاقتصادى سواء كان لبن - لحم - صوف - بيض بأقل التكاليف مع زيادة تلك التنتاجات جيلا بعد جيل .

ويمثل الإنتاج الحيوانى الركيزة الأساسية في تحقيق الأمن الغذائى حيث أنه المصدر الأساسى للبروتين الحيوانى والذي تتعدد وظائفه في جسم الإنسان . كما أنه أحد القطاعات الاقتصادية الهامة في الزراعة المصرية . كل ذلك يدعو إلى تنمية الثروة الحيوانية بهدف تأمين البروتين الحيوانى اللازم لحياة الإنسان ، وخاصة مع تنامى استهلاك البروتين الحيوانى لزيادة الوعي الصحى وارتفاع مستوى المعيشة . ولذا تعتبر تنمية الثروة الحيوانية في مصر أمراً ضروريا تحتمه الحاجة الملحة إلى تغطية

النقص في المنتجات الحيوانية ولذا فإن الإدارة السليمة للثروة الحيوانية تعتبر ضرورة ملحة .

ولأن الزراعة (وأحد شقيها هو الإنتاج الحيواني) هي الأمل والمستقبل لمصر فإنه يجب النهوض بها والعمل علي تقدمها حتى نستطيع توفير الغذاء . ووجوب وضع استراتيجيات تربية تأخذ في الاعتبار السلالات المحلية والوافدة والخليط بينهما بما يسمح بزيادة الإنتاج والمحافظة على الأصول الوراثية متمثلة في السلالات المحلية ذات التأقلم العالى للظروف المحلية لكل قطر من الأقطار . كما يجب أن تكون هناك هياكل وتكوينات وتنظيمات وتشريعات معينة خاصة بهذا الأمر ، على أن تكون هذه التكوينات محلية تتصل ببعضها على هيئة شبكة قومية . ويعتبر توافر هذه البنى التحتية اللازمة لاختيار وانتخاب الحيوانات ونشر وراثته المتميز منها هي الأساس لعمل برامج فاعلة ومخططة للتحسين الوراثي .

وكل هذا يتطلب ضرورة تفعيل دور البحث العلمي في الزراعة وربط مراكز البحوث بكلية الزراعة ، التوسع في مشروعات الإنتاج الحيواني والدواجن خاصة في الأراضي الصحراوية غير المستصلحة وذلك للبعد عن الكتلة السكنية من ناحية وعدم نقل الأمراض المشتركة بين الحيوان والإنسان من ناحية أخرى . كما أن إنشاء مزارع الإنتاج الحيواني في الأراضي الصحراوية يساعد علي استصلاح أراضي جديدة ومن ثم تكوين مجتمعات جديدة وحل مشكلة البطالة ، بالإضافة إلي توفير الأمن الغذائي . والأهم من ذلك كله لابد أن نعتمد علي أنفسنا وتنمية

قدراتنا ومهاراتنا وخلق فرص عمل جديدة للشباب وغلق الفرصة أمام كل من يتاجر بقوت الشعب .

لقد تناول هذا المؤلف كيفية التصحيح للعوامل البيئية (الباب الثانى) بالأبحاث التطبيقية والتي ذكرناها فى الملحق الثالث كما تناول الكتاب فى الأبواب من الثالث حتى التاسع التكوين الوراثى للعشائر الحيوانية ونظم التزاوج والمعايير الوراثية وطرق انتخاب الحيوان وعمل الأدلة الانتخابية بالتفصيل وتناول الباب التاسع التقييم والتحسين الوراثى للحيوان المزرعى باستخدام مصدر واحد ومصادر متعددة من السجلات ومعلومات الأسلاف .

تضمن أيضا هذا المؤلف خمسة أبواب (من الباب العاشر حتى الرابع عشر) تبين بشكل علمى وعملى وتطبيقى أهم التقنيات الحيوية فى الإنتاج الحيوانى واستخدام البيوتكنولوجيا والهندسة الوراثية الجبلى بكل جديد والتي أحدثت وتحديث وستحدث الكثير من التقدم فى تربية وتحسين الحيوانات المزرعية . وبين الباب الثالث عشر كيفية استخدام الواسمات فى مجال التحسين الوراثى للأداء الإنتاجى للحيوان وفى الباب الرابع عشر تم إعطاء القارئ فرصة فهم التقييم الوراثى واسع المجال والبدائل المتاحة له فى حالة عدم القدرة على تطبيقه لأى ظرف من الظروف فى بلد ما .

إننا نأمل أن يلبي هذا الكتاب حاجة أبنائنا طلبة وطالبات المرحلة الجامعية والدراسات العليا والهيئات البحثية الحكومية فى مصر والوطن العربى فى صياغة وفهم أهداف برامج التربية والتحسين الوراثى وكذلك التقنيات الحيوية الحديثة

للحيوانات المزرعية بطريقة تعمل على تحقيقها فى مجال التطبيق العلمى والعملى
السليم والبسيط فى نفس الوقت .

كما أن من أهم الأهداف التربوية والذى اهتم هذا المؤلف بتحقيقه هو
إدراك كيف تؤثر كل من الوراثة والبيئة وأجهزة الحيوان الفسيولوجية والتناسلية
المختلفة على الاختلافات بين الأفراد ، وبهذا يمكن للمربى أو للمشتغل فى مجال
التحسين الوراثى للحيوان كيفية اختيار حيوانات التربية بدقة وطرق تزاوجها وعلى
أسس علمية سليمة وعلى ضوء ذلك يتمكن من العمل على زيادة الإنتاجية ورفع
معدل التحسين والإنتاج من جيل لآخر .

وفى ختام هذه المقدمة نتوجه بالشكر لله عز وجل على أن وفقنا لإتمام
هذا المؤلف ثم الشكر موصولاً أيضاً لكل من شجعنا على إتمامه ولجميع
الجهات والأساتذة والزملاء اللذين استعنا بمراجعهم أو دورياتهم فى هذا المؤلف .
وإننا لندرجو من الله العلى العظيم أن يجعل هذا الكتاب فى ميزان حسناتنا وكل من
يقرأه وأن ينفع به وأن يجعله إضافة علمية لجميع المكتبات العربية ودار الكتب
المصرية .

والله المستعان وهو ولى التوفيق

• ج .م .ع - أغسطس ٢٠١٦م

المؤلفون

قائمة الجداول

رقم الجدول	عنوانه	الباب	الصفحة
٢-١	تأثير ترتيب موسم الحليب (العمر) على كمية اللبن	الثاني	٧٤
٢-٢	معاملات التعديل لطول موسم الحليب لكل فصل ولادة على حدة وجميع فصول الولادة لإحدى قطعان الفريزيان	الثاني	٧٧
٢-٣	معاملات التعديل إلى مرتين حليب يومياً	الثاني	٧٩
٢-٤	العلاقة بين إنتاج اللبن في ٣٠٥ يوماً وطول فتره الجفاف في قطع من أبقار الفريزيان	الثاني	٨١
٤-١	الأثر الناتج عندما يزيد معامل التربية الداخلية بمقدار ١٪ على بعض الصفات في بعض أنواع الحيوانات	الرابع	
٥-١	نظم التربية المختلفة	الخامس	١٤٥
٦-١	صياغة التباين الوراثي التلازمي كما ذكره Beecker (1975)	السادس	٢١٦
٦-٢	بعض تقديرات المكافئ الوراثي للصفات المختلفة في الحيوانات المزرعية المختلفة	السادس	٢١٨
٧-١	بعض تقديرات لمعامل التكراري لبعض الصفات الإنتاجية والتناسلية في الحيوانات المزرعية	السابع	٢٧٢
٧-٢	بعض قيم معامل الارتباط الوراثي، البيئي، البيئي الدائم، المظهري لبعض الصفات في الحيوانات المزرعية	السابع	٢٧٦
٨-١	العلاقة بين النسبة المنتخبة (p) وشدة الانتخاب (i)	الثامن	٣٠٢

رقم الجدول	عنوانه	الباب	الصفحة
٩-١	مقدار مساهمة كل مصدر من مصادر التحسين الوراثى فى ماشية اللبن	التاسع	٣٤٨
٩-٢	عوامل الوزن للمكافئ الوراثى عند استخدام أعداد مختلفة من السجلات وقيم مختلفة من المعامل التكرارى	التاسع	٣٥٥
٩-٣	العلاقة بين معامل الانحدار (b) وعدد البنات (n) للطلوقة المراد تقيمه	التاسع	٣٩١
٩-٤	كيفية استخدام النظام الأمريكى المبنى على أساس المقارنات المعاصرة وتقدير التميز الوراثى للطلائق من خلال بناتها	التاسع	
١١-١	عدد الكروموسومات فى الخلايا الجنسية والجسمية لبعض الأنواع المختلفة	الحادى عشر	٤٨٠
١	معاملات تعديل كمية اللبن فى ٣٠٥ يوم للعمر فى فصول السنة المختلفة ولجميع فصول السنة معا	ملحق ٣	٦١٢
٢	معاملات التعديل لطول موسم الحليب إلى ٣٠٥ يوما ومقارنة النتائج بنتائج أخرى	ملحق ٣	٦١٨
٣	تأثير فترة التلقيح على كمية اللبن فى ٣٠٥ فى أبقار الفريزيان	ملحق ٣	٦١٩
٤	تأثير التربية الداخلية على بعض صفات إنتاج اللبن فى الجاموس المصرى	ملحق ٣	٦٢٣

رقم الجدول	عنوانه	الباب	الصفحة
٥	تأثير التربية الداخلية على كل من إنتاج اللبن في ٣٠٥ يوم/ كجم ، طول موسم الحليب/ يوم والعمر عند أول ولادة/ بالشهر في الجاموس المصرى	ملحق ٣	٦٢٦
٦	تأثير التربية الداخلية على بعض الصفات الاقتصادية في الأغنام	ملحق ٣	٦٢٨

قائمة الأشكال

رقم الشكل	عنوانه	الباب	الصفحة
١-١	تطور أنواع الماشية الحديثة من الماشية البرية عن طريق الاستئناس	الأول	٤٥
٢-١	أهم العوامل البيئية والوراثية التي تؤثر على إنتاج اللبن من الحيوان	الثاني	٧٣
٤-١	تأثير درجة خصوبة وحيوية الأفراد على الانتخاب الطبيعي	الرابع	١٣٢
٥-١	التربية الطرزية نحو الأب (الفرد) X	الخامس	١٤٨
٥-٢	ظاهرة طبع النسل في خليط الهيرفورد مع الأنجس	الخامس	١٥٤
٥-٣	نظام الخلط بين نوعين	الخامس	١٦٧
٥-٤	نظام الخلط الدوري بين ثلاثة أنواع (سلالات)	الخامس	١٦٨
٥-٥	نظام الخلط الدوري بين خمسة أنواع	الخامس	١٦٩
٥-٦	نظام الخلط بين أربع أنواع (سلالات)	الخامس	١٧٠
٥-٧	الخلط الرجعي	الخامس	١٧١
٥-٨	الخلط بنظام لبرشات	الخامس	١٧٤
٥-٩	نشأة الأنواع المختلفة من الدواجن نتيجة عمليات الخلط	الخامس	١٨٦
٥-١٠	النغل الناتج عن تزاوج ذكر الحصان مع أنثى الحمار الأهلى	الخامس	١٨٧
٥-١١	البغل الناتج عن تزاوج ذكر الحمار الأهلى مع أنثى الحصان	الخامس	١٨٨

رقم الشكل	عنوانه	الباب	الصفحة
٥-١٢	ال Zonkey الناتج عن تزاوج ذكر الحمار الأهلى مع أنثى الحمار الوحشى	الخامس	١٨٨
٥-١٣	الزيرويد الناتج عن تزاوج أنثى الحصان مع ذكر الحمار الوحشى	الخامس	١٨٩
٥-١٤	الناتج عن تزاوج ذكر الحصان مع أنثى الحمار الوحشى	الخامس	١٩٠
٥-١٥	خلط الماشية الأوربية مع الجاموس الأمريكى	الخامس	١٩١
٥-١٦	البيزون الأمريكى	الخامس	١٩٢
٥-١٧	حيوانات الكاتلو	الخامس	١٩٢
٥-١٨	حيوانات البيفالو	الخامس	١٩٣
٥-١٩	حيوانات الياك	الخامس	١٩٤
٥-٢٠	حيوانات البين نيو نتيجة للخلط بين الماشية والياك	الخامس	١٩٥
٥-٢١	حيوانات البين نيو نتيجة للخلط بين الفريزيان والياك	الخامس	١٩٥
٥-٢٢	حيوان الكاما الناتج من الخلط بين الجمل واللاما	الخامس	١٩٦
٥-٢٣	حيوانات الدزو نتيجة للخلط بين الماشية والياك	الخامس	١٩٧
٥-٢٤	حيوانات الجيبب نتيجة الخلط بين الماعز والأغنام	الخامس	١٩٨
١٠-١	استنساخ الأجنة لإنتاج التوائم المتطابقة والاستنساخ بالتقل النووى	العاشر	٤٤٨
١٠-٢	خطوات استنساخ الجينات	العاشر	٤٥٣

رقم الشكل	عنوانه	الباب	الصفحة
١٠-٣	خطوات الاستنساخ الجيني بواسطة الشطر	العاشر	٤٥٥
١٠-٤	خطوات الاستنساخ بتقنية النقل النووي	العاشر	٤٥٨
١٠-٥	خطوات الاستنساخ العلاجي	العاشر	٤٦٣
١٠-٦	الخلايا الجذعية	العاشر	٤٦٥
١٠-٧	الفرق بين متوسط القطيع العادي والمستنسخ	العاشر	٤٦٨
١١-١	تركيب الخلايا متميزة النواة Eukaryote	الحادى عشر	٤٧٨
١١-٢	تركيب الخلايا غير متميزة النواة Prokaryote	الحادى عشر	٤٧٩
١١-٣	الكروموسومات وكيفية ارتباط سلاسل الـ DAN	الحادى عشر	٤٨٣
١-١١-٤	الخريطة الوراثية فى حالة تماثل الفأر والإنسان فى بعض مواقع الجينوم	الحادى عشر	٤٨٩
٢-١١-٤	الكاربوتايب (الكروموسومات) فى الماشية الفيتنامية	الحادى عشر	٤٩٠
٣-١١-٤	صورة الكروموسومات فى الإنسان	الحادى عشر	٤٩٠
١١-٥	مراحل تفاعل إنزيم البلمرة (PCR)	الحادى عشر	٤٩٤
١١-٦	نواتج الـ PCR وقرأتها على الجل	الحادى عشر	٤٩٥
١٢-١	اسمة وراثية مرتبطة بالجين	الثانى عشر	٥٠١
١٢-٢	الواسمات الوراثية المباشرة	الثانى عشر	٥٠٢
١٢-٣	تأثير ارتباط الواسمة بالجين	الثانى عشر	٥٠٣
١٢-٤	تتابعات الميكروساتلايت	الثانى عشر	٥٠٦
١٢-٥	يبن واسمات الأشكال المتعددة لأشكال القطع	الثانى عشر	٥٠٧

رقم الشكل	عنوانه	الباب	الصفحة
١٢-٦	مواقع صفات كمية QTL معينة يمكن التعرف عليها عمليا	الثاني عشر	٥١١
١٢-٧	الفرق التحسين الوراثي بالانتخاب العادي وبإدخال معلومات الوراثة الجزيئية MGI فى الأدلة الانتخابية	الثاني عشر	٥١٣
١٢-٨	استخدام الانتخاب المعاون بالواسمات (جيبسون ٢٠٠٣)	الثاني عشر	٥١٥
١٣-١	آلية نقل وهندسة الجينات	الثالث عشر	٥٢٣
١٣-٢	نزع النواة بواسطة إبرة زجاجية دقيقة	الثالث عشر	٥٢٤
١٤-١	رسم توضيحي للتربية النواتية	الرابع عشر	٥٤٩
١٤-٢	أفراد ممتازة من قطيع النواة للجاموس بمحلة موسى فى مصر	الرابع عشر	٥٥٢
١	منحنى التوزيع الطبيعي	ملحق ١	٥٥٨
٢	معادلة خط الانحدار بيانيا	ملحق ١	٥٧١
٣	درجات قوة معامل الارتباط	ملحق ١	٥٧٤
٤	أشكال العلاقات الارتباطية المختلفة	ملحق ١	٥٧٥
١	كيفية حدوث الانقسام الميتوزى	ملحق ٢	٥٩٠
٢	كيفية حدوث الانقسام الميوزى	ملحق ٢	٥٩١
٣	طفرات حدثت فى DNA الموجود فى الميتوكوندريا	ملحق ٢	٥٩٤
٤	نشأة سلالة أنكون قصيرة الأرجل فى الأغنام نتيجة للطفرات	ملحق ٢	٥٩٥

رقم الشكل	عنوانه	الباب	الصفحة
٥	يبيّن كيفية تكوين التوائم المتطابقة والغير متطابقة .	ملحق ٢	٥٩٦
٦ (٦-١)	التوائم المتماثلة (المتطابقة)	ملحق ٢	٥٩٧
١-٧	التوائم الغير متطابقة	ملحق ٢	٥٩٨
٢-٧	التوائم الغير متطابقة	ملحق ٢	٥٩٩

الباب الأول
نشأة علم تربية الحيوان
والسلالات النقية
Animal breeding science
and breeds origin

الباب الأول

نشأة علم تربية الحيوان والسلالات النقية

Animal breeding science and breeds origin

١-١. علم تربية الحيوان Animal breeding

نشأ علم تربية الحيوان كما ذكر رايس وآخرون (1957) Rice et al., كأحد الفنون التي يمكن تعلمها بالممارسة والتطبيق وهو يهتم بتحسين الحيوان وراثياً ثم تطور إلى علم له أسسه وقواعده الثابتة بالإضافة إلى العلوم الأخرى ذات العلاقة الوثيقة به وخاصة علوم الإحصاء والوراثة. ويعد الإنتاج الحيواني والنباتي الشقين الأساسيين للإنتاج الزراعي فإذا اختلف أحدهما اختلف التوازن بينهما ولم تحقق الزراعة الأهداف المرجوة منها. ولذا وجب أن نوجه اهتماماً كبيراً لتحقيق زيادة الطاقة الإنتاجية الزراعية من خلال التوسع الأفقي والرأسي للإنتاج الزراعي بشقيه النباتي والحيواني وزيادة أعداد الحيوانات.

ويعتبر التوسع الأفقي للطاقة الإنتاجية الزراعية من الأمور التي يصعب تحقيقها نظراً للمساحة المحدودة من الرقعة الزراعية وعدم إمكانية زيادة المساحة المنزوعة بمواد العلف حالياً للإلتزام بإتباع دورة زراعية معينة تنال فيها محاصيل الحبوب مساحات شاسعة. لذا فإن معظم مشاريع الإنتاج الحيواني تعتمد أساساً على إتباع سياسة التوسع الرأسي عن طريق رفع الكفاءة الإنتاجية للحيوانات المحلية وذلك بتحسين التراكيب الوراثية لها إلى جانب تحسين الظروف البيئية المحيطة بها.

وتلعب الوراثة دوراً هاماً في تحسين الطاقة الإنتاجية الزراعية عن طريق تحسين الحيوانات الزراعية وسد الفجوة الغذائية من حيث البروتين الحيواني

اللازم للسكان فى معظم بلاد العالم حيث أنه من المعروف أن من أهم مميزات الحيوانات الزراعية أنها تحول فائض الحاصلات الزراعية والمواد ذات القيمة المنخفضة إلى منتجات حيوانية عالية القيمة الغذائية وذات قيمة اقتصادية عالية من لحوم وألبان وأصواف وجلود... الخ من المنتجات الحيوانية . ويعتبر علم تربية الحيوان أحد العلوم التى تهدف إلى تحقيق التوسع الرأسى عن طريق التحسين الوراثى للحيوانات الزراعية والإكثار من التراكيب الوراثية ذات الإنتاج العالى والتى تحقق عوائد اقتصادية عالية للمربى . مع الأخذ فى الاعتبار أن هذا التحسين ليس مطلقاً ولكنه يكون فى إطار ظروف اقتصادية تتمشى مع خطة واقتصاد وظروف كل قطر من الأقطار .

٢-١ الاستئناس Domestication

لقد أضفت الحياة على الإنسان الأول الذى ظهر بها سلوكاً محدوداً فى تعامله بما يحيطه من ظروف وكائنات وأفراد وصار يتعامل مع هذه الظروف المحيطة بإمكانياته الفردية المحدودة وفى نطاق يكاد يكون دون مساعدة من الآخرين . ولقد جعل الله سبحانه وتعالى الطبيعة سبباً لتقديم الكثير من العون والإمكانات للإنسان خلال تنقلاته فى الغابات والسهول والبقاع حيث قدم الله له من خلال تلك الطبيعة أشكالاً من الحيوانات والطيور يقوم باصطيادها أو نواتج نباتية استغلها الإنسان فى مأكله وملبسه أو فى الدفاع عن نفسه .

ومع تقدم عجلة الزمن هدى الله الإنسان للتفكير فى إيجاد مسكن له يؤويه ويحميه من قسوة الطبيعة أو مهاجمة الحيوانات والأعداء . وبعد ارتباط الإنسان بهذا المسكن الذى يهرع إليه فى المساء أو هرباً من الحيوانات المتوحشة احتاج الإنسان ألا يتعد عنه كثيراً ففكر فى إنتاج احتياجاته من نباتات وحيوانات فى

المنطقة وبالتالي بدأ بتسوية وفلاحة المناطق القريبة منه وتربية واستئناس عدداً من الحيوانات التى جمعها خلال عمليات الصيد واحتفظ بها حية .

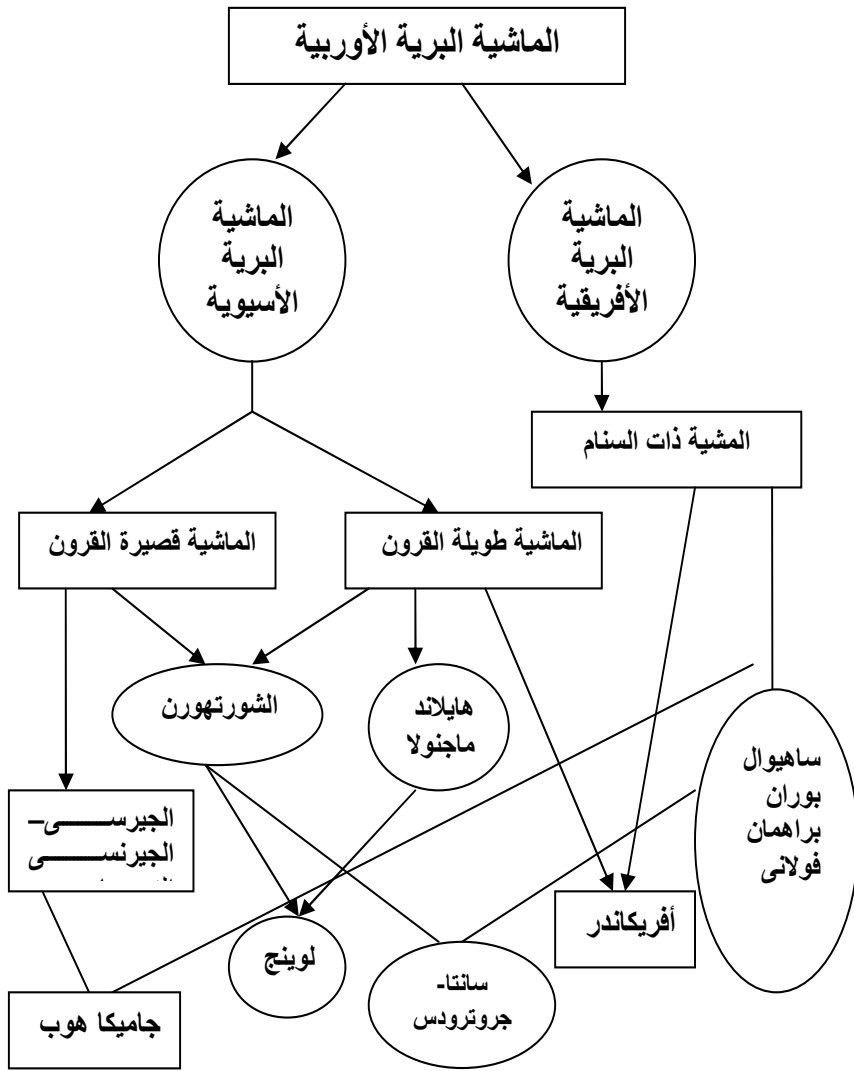
وبهذه الوسيلة بدأت حرفة الزراعة عموماً بفرعيها الإنتاج الحيوانى والنباتى فى الظهور وتعتبر أول حرفة أو صناعة توصل تفكير الإنسان لتأسيسها وتعلمها وممارستها . وأصبح من الضرورى وجود الحيوان بعد أن انصرف الإنسان وترك حرفة الصيد وبدأ يمارس حرفة الزراعة . ومن خلال الممارسة زادت المعرفة المتكونة لدى الإنسان عن تلك الحيوانات وكيفية تربيتها وبدأ يهتم بتغذيتها ولاحظ أن بعضها يتميز فى صفات عن الآخر وبدأ الإنسان يجرى مبدأ الانتخاب الطبيعى لإنتاج الكثير منها والمتعدد الصفات والمميزات جاهداً فى تكوين سلالات نقية ذات كفاءة إنتاجية عالية .

وقد دلت الحفريات وخاصة الآثار المصرية والرومانية على أن الإنسان قد استطاع اصطياد الكلاب واستئناسها قبل أكثر من خمسة آلاف سنة وقد ساعدته فى عمليات الصيد المختلفة التى كان يقوم بها .

وتشير معظم الدلائل وتاريخ الحيوان إلى أن الأغنام تعتبر ثانى حيوان تم استئناسه بعد الكلب وأنها بصفة عامة قد استؤنست قبل الأبقار وباقى الحيوانات المزرعية الأخرى . ويعتقد أن الخيول تعتبر من آخر الحيوانات التى تم استئناسها من قبل الإنسان ومع هذا لا يعرف بالضبط زمان ولا مكان استئناسها . كما أنه يعتقد بوجود ثلاثة أنواع من الخيول البرية التى ساهمت فى تكوين الخيول الحالية وهى الحصان الوحشى Steppe horse وكان صغير الحجم قصير الأرجل متوسط الطول كبير الرأس وحصان الصحراء وهو شبيهة بخيول التاربان Tarpan

(أو ما يسمى بالحصان المنغولى Mongolian horse) والنوع الثالث وهو حصان الغابة ويتميز بأنه طويل ضيق الجسم .

وقد أوضح Hammond (1983) أن الأجناس والأنواع المستأنسة من حيوانات المزرعة قد نشأت مبكراً ثم انتشرت عندما امتدت الحضارات إلى كل العالم . وقد دلت الحفريات وكتب التاريخ الخاصة بالحيوانات أن حقبة الماشية البرية كانت منذ أكثر من ١٤٠٠٠ ألف سنة إلى ٥٠٠٠ سنة مضت وتلتها حقبة الماشية ذات السنام وهى منذ أكثر من ٧٠٠٠ آلاف سنة ثم أنواع الماشية طويلة وقصيرة القرون وهى من حوالى ٤٥٠٠ سنة تقريبا ثم أنواع السلالات الأصلية ويعتبر وجودها من حوالى أكثر من ٣٠٠ سنة ومنها وجدت الأنواع الكثيرة من الماشية الموجودة حالياً فى أنحاء العالم كما هو موضح فى شكل (١-١) .



شكل (١-١) تطور أنواع الماشية الحديثة من الماشية البرية عن طريق الاستئناس

كما ذكره هاموند ١٩٨٣ .

١.٢.١- أهمية الاستئناس

الاستئناس هو عكس الحالة التي تكون عليها الحيوانات في الحالة البرية أي أنها تكون في حالة يمكن من خلالها تربيتها وتداولها وانتخابها بواسطة الإنسان .

أو بتعريف آخر هو علاقة تبادل منفعة بين الإنسان والحيوان حيث يقوم الإنسان بتغذيته ورعايته ثم يحصل من الحيوان على إنتاجه بنواحيه المختلفة . ولقد بدأت عملية استئناس الحيوان منذ بدأ الإنسان يتحول من الاعتماد على الصيد فى غذائه إلى حياة مستقرة وبدأ فى تقسيم الحيوانات التى تفيض عن حاجته الغذائية إلى حيوانات يستفيد منها فى اللبن وأخرى للحم وحيوانات يعتمد عليها فى العمل . وكان لعملية الاستئناس الفوائد التالية :

١- تخصص الحيوانات فى الإنتاج (لبن - لحم - صوف الخ . . . من أنواع الإنتاج).

٢- كان بداية لعملية تركيز (تكثيف) Intensification الإنتاج الحيوانى أى الحصول على أقصى فائدة (ربح) من الحيوان بأقل التكاليف المتاحة .

٣- زيادة التربية الداخلية نتيجة وجود الحيوانات فى منطقة واحدة أو مكان واحد . ولذلك فإن تلك العملية جعلت الحيوانات الموجودة فى كل منطقة صلة القرابة بينها أكبر من المناطق الأخرى .

٤- التحكم فى التربية الخارجية وإجراء التزاوج على أساس التشابه فى المظهر الخارجى .

٥- تسهيل عملية انتقال الحيوانات من مكان إلى آخر ووصولها إلى بيئات لم تكن تستطيع الوصول إليها لو تركت فى بيئتها البرية . ومن الأمثلة الواضحة على ذلك :

أ- انتشار أغنام المرينو من أسبانيا إلى أماكن عديدة من العالم .

ب- انتقال ماشية الشورتهورن من بريطانيا إلى الأرجنتين وأستراليا .

ج- انتقال الماشية من هولندا إلى إنجلترا .

د- انتقال ماعز الأنقراوى من تركيا إلى جنوب أفريقيا وإلى أمريكا .

هـ- انتقال الحيوانات مع القبائل المهاجرة والجيوش التي كانت تحارب إلى أماكن كثيرة من العالم .

و- انتقال ماشية الزيرو الهندية إلى الولايات المتحدة وإلى البرازيل .

ى- دخول الحصان العربى إلى البلاد الأوربية بعد الحروب الصليبية .

وبالرغم من عدم معرفة المكان أو التاريخ الفعلى الذى تم استئناس الحيوانات فيه فى بادئ الأمر إلا أنه بدأ بالتأكيد قبل أن يستطيع الإنسان أن يسجل تاريخه . ويحتمل أن الاستئناس بدأ فى نهاية العصر الحجري القديم ولقى الكثير من العزم والتصميم خلال العصر الحجري الحديث . وكان لكل حيوان مستأنس منشأ محدود وضيق جداً ولكن خلال الانتخاب المستمر لصفة أو لأخرى أصبح هناك أشكالاً متميزة من حيوانات العمل والإنتاج أو كليهما معاً وكذلك حيوانات للزينة وهكذا... واستطاع الإنسان أن ينقل حيوانات إلى بيئات ومناطق لم تكن باستطاعتها الوصول إليها لو بقيت بدون استئناس .

٢-٢-١- منشأ واستئناس الماشية

يبدو أن استئناس الماشية قد حدث خلال العصر الحجري الحديث فى كل من أوروبا وآسيا . ويعيش حالياً نوعان من الماشية الأليفة بعضها من نوع الماشية ذات السنم *Bos indicus* وعادة توجد فى المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية والنوع الآخر هو الماشية الأوربية *Bos taurus* التي تعيش فى المناطق المعتدلة . وتشير الدلائل إلى أنه تم استئناس الأبقار ذات السنم فى حدود آلاف الثانى قبل الميلاد ولقد لعبت الماشية دوراً كبيراً فى الديانات الأفريقية وكان يقدم لها القرابين

فى كثر من الحضارات الإنسانية القديمة كما أن ذبحها كان محرماً . ويعتبر الثور الأوربى المتوحش واسمه العلمى Bos Primigenius والذى ذكر فى كتابات القيصر ، أحد المشاركين فى تكوين الأنواع الحديثة الحالية . وحجم تلك الأنواع كان يعادل حجم الفيل . كما ساهم وبقدر أقل من الأول ثيران Bos Longitrons فهو ذو حجم اصغر من الأول ووجه مفلطح . وتعود ماشية الشورتهورن السلتيّة إلى هذا الأصل وكانت تعيش فى الجزر البريطانية لغاية القرن الخامس قبل الميلاد حين جلب الأنجلو- ساكسون الثور البلدى الشهير Aurochs من أوروبا . ولقد لعب هذا الثور دورا بارزا فى تطور الفنون الإنسانية ويشهد على ذلك الآثار العمرانية المنقوشة على جدران المعابد والتى كانت تعتبر مصدر الهام للشعر . وكانت تقدم أفضل ذكور هذه السلالة للتقرب إلى الآلهة كما كان يوضع على رؤوسها وحول قرونها باقات وتيجان الورد والزينة أثناء الاحتفالات بالأعياد . ولقد كان الرومان يطلقون على النقود كلمة Pecunia المشتقة من كلمة Pecus وتعنى الماشية وكان يقاس غنى الرجل فى تلك الأزمان بما يملكه من ماشية .

٣-١- مراحل تطور تربية الحيوان

١-٣-١- تربية الحيوان القديمة

يعود تاريخ النشاط الإنسانى إلى حوالى (٥٠٠٠-٦٠٠٠) سنة حيث دلت الرسوم والآثار للحضارات البابلية والآشورية والمصرية على أن الحيوانات لعبت دوراً مهماً فى الأنشطة التى زاولها الإنسان فى الأزمنة الغابرة وكان لهذه الشعوب قطعان من الأبقار والأغنام والماعز كما كانوا يستعملون الحمير للنقل والخيول لعربات القتال والحروب وكانت الماشية تستعمل لإنتاج اللبن واللحم

وكذلك لبعض الأعمال الحقلية وكانت الزراعة وتربية الحيوان من بين المصادر المهمة والرئيسية للثروة فى اليونان القديمة . وعندما قدم الإسكندر الإغريقى إلى أسيا الصغرى ومصر فإن أكثر من ٣٠ ألف حصان محسن وقطعان كثيرة من الجمال والماشية قد هلكت تحت أقدام الغزاة وقد تطورت أساليب الإنتاج الحيوانى والنباتى خلال تصاعد الإمبراطورية الرومانية . ولكن بسقوط روما عام ٥٠٠ تلتها حوالى ١٠٠٠ سنة عرفت بالعصور الوسطى أو المظلمة تأخرت فيها الزراعة وتربية الحيوان كثيراً ولم يجرى أى تحسين للإنتاج خلالها .

١-٣-٢. تربية الحيوان خلال القرن الثامن عشر

أخذت عملية تربية الحيوان بعض الأهمية فى إنجلترا فى حدود عام ١٧٠٠ وخلال ذلك الوقت كان ثلث إلى نصف الأرض لا يزال يتبع فيه نظام الحقول المفتوحة فى زراعتها حيث كان من المستحيل تماماً لأى فرد من تحسين قطع أغنامه أو ماشيته وذلك لكون الأغنام والأبقار ترعى سنوياً فى نفس الأراضى المشاعة المزدهمة . وتدهور النظام الإقطاعى وبانحدار مالكى الأرض وبالتحول إلى الملكية الفردية والحقول المقفلة المحدودة أصبحت إدارة المزارع الجيدة سهلة وقرية المنال . وتطورت الفلاحة بإدخال المحاصيل العلفية البقولية والحشائش المحسنة والمحاصيل الجذرية وأدى ذلك إلى تأمين الغذاء للحيوانات خلال موسم الشتاء بصورة أفضل . فلقد زاد وزن الحيوانات عند التسويق بمعدلات عالية . فقد ذكر Rice (1962) فى كتاب تربية وتحسين الماشية أنه بعد أن كان وزن الحيوانات فى سوق Smithfield الشهير عام ١٧١٠ لعجول التسمين ١٧٠ كجم والعجول الصغيرة ٢٢ كجم والأغنام ١٢,٥ كجم والحملان ٨ كجم

أصبحت هذه الأوزان عام ١٧٩٥ لنفس هذه المجموعات الحيوانية هي ٣٦٠ ، ٦٧ ، ٣٦ ، ٥ ، ١٢ كجم على التوالي . كما أن المحاولات الفردية وتسييج المساحات الخاصة بالمراعى وإنتاج أنواع النفل Clovers كالبرسيم بالإضافة إلى أعمال بعض المزارعين الماهرين مثل Tull و Townshend كل ذلك أدى وبشكل كبير إلى حدوث تحولات كبيرة فى مجال تربية وتحسين الحيوان .

٣-٣-١. نشأة السلالات النقية Origin breeds

كما أشرنا سابقا - أن تاريخ تحسين الحيوانات الزراعية يعود إلى القرن الثامن عشر والذي يبدأ فى إنجلترا من خلال الأعمال التى قام بها المربي الإنجليزي روبرت باكويل Robert Bakewell المولود عام ١٧٢٥ ويعتبر من أوائل الذين وضعوا أسس علم تربية الحيوان وقد بدأ باكويل عام ١٧٦٠ بالتحسين الوراثى فى منطقة Dishley فى إنجلترا مبتدأً بالتربية فى الخيول والماشية والأغنام وقد عاش باكويل حتى عام ١٧٩٥ ومن أهم الإسهامات التى قام بها روبرت باكويل فى مجال تربية الحيوان :

- ١- إنه يعتبر أول من ادخل إلى إنجلترا زراعة المحاصيل الجذرية مما كان له أكبر الأثر فى تحسين المستوى الغذائى للحيوانات وبالتالي زيادة معدلات نموها .
- ٢- أول من ادخل فكرة استعمال السجلات فى مجال الإنتاج الحيوانى .
- ٣- كان يحتفظ بالهياكل العظمية للحيوانات الممتازة فى قطعانه لدرايته بعلم التشريح واستخدامها كمستويات قياسية Standard يقارن بها حيواناته .
- ٤- كان يتحكم فى أسلوب التزاوج بين حيواناته فمن قائل انه كان يتبع أسلوب التربية الداخلية Inbreeding وهذا الأسلوب كانت تحرمه الكنيسة التى كانت تسيطر على مجريات الأمور فى هذا الوقت مما جعله يحتفظ بهذا الأسلوب سرّاً

حتى لا يبطش به رجال الكنيسة من جهة والحفاظ على سمعة قطعانه التجارية من جهة أخرى ومن قائل أنه كان يتبع أسلوب تربية خارجية Outbreeding وكان يحتفظ بإسلوبه سرّاً لأنه كان يستخدم حيوانات بعيدة كل البعد عن حيوانات المنطقة فى التزاوج مع حيواناته ويخشى أن يعرف ذلك فيسئ إلى سمعة قطعانه التجارية وحتى يستفيد بما عرف فيما بعد بقوة الهجين الناتجة عن الخلط .

٥- اهتم بماشية اللونجهورن Longhorn وأغنام الليسستر Leicester وخيول الشير Shire ونجح نجاحاً كبيراً فى تحسين هذه الأنواع فى إنجلترا .

٦- ابتدع فكرت تأجير الكباش Ram letting حيث كان يؤجر الكباش الموجودة فى قطعانه إلى القطعان المجاورة وتعود إليه فى نهاية السنة فيستبقى الممتاز منها وهذا الأسلوب عرف حديثاً بأسلوب الانتخاب بالنسل Progeny test .

٧- كان له عددٌ من المبادئ والأسس الماثورة عنه من أشهرها :

أ- تزاوج الأحسن بالأحسن Breed the best to the best

ب- تشابه الأبناء مع أنسابها Like produces like or the likeness of some ancestors

ج- التربية الداخلية تزيد النقاوة والمقدرة على طبع النسل Inbreeding produce prepotency and refinement

ونتيجة لتقدير باكويل الشديد لأسلوب التربية الداخلية فإن ذلك كان له أثر كبير فى تربية الحيوان لأن تلك العملية عملت على تنقية وتثبيت السلالات المختلفة .

ظهر بعد ذلك عدد من المقلدين لباكويل كما جاء بعدة كثيرين ليأخذوا عنه ويتلمذوا عليه ومن هؤلاء الأخوان كولنجز Collings brothers اللذين يرجع إليهم الفضل فى تكوين سلالة ماشية الشورتهورن Shorthorn وبتزايد الاهتمام بأسلوب باكويل فى التربية انتشر الاهتمام بالحيوانات المحسنة وازداد الطلب على تربيتها وللحفاظ على أنسابها انتشر تسجيل هذه الحيوانات فى كتب خاصة عرفت بسجلات النسب Herd books كل منها يختص بنوع زراعى معين وكان ذلك بداية لتكوين العديد من الجمعيات الخاصة بالأنواع الزراعية المختلفة Breed Associations وصدر أول سجل نسب سنة ١٧٩٦ خاصة بنوع من خيول السبق يسمى ثوروبرد Thoroughbred وفى عام ١٨٢٢ صدر أول سجل نسب لماشية الشورتهورن ثم توالى بعد ذلك سجلات نسب الأنواع الأخرى فى الظهور .

١-٣-٤. تطور جمعيات الأنواع والسلالات

لقد كان لتكوين جمعيات السلالات المختلفة خلال الفترة من ١٨٧٠ وحتى ١٩٠٠ الأثر الكبير فى تحسين الحيوانات الزراعية خاصة بعد أن زاد أعداد المربين وأصبح من الصعب تتبع أنساب الحيوانات وأصبح من الضرورى حفظ سجلات الأنساب للسلالات الأصلية .

ساهمت جمعيات الأنواع فى المقام الأول فى الحفاظ على نقاوة الأنواع المختلفة كما أنها تقوم بإصدار كتب النسب باسمها وتحت إشرافها وتعمل أيضا على حماية مصالح مربى الأنواع الزراعية المختلفة باستخدام كافة الوسائل الفنية والدعائية المختلفة .

فى حوالى منتصف القرن التاسع عشر وضع العالم مندل Mendel الأسس العامة للتوارث من خلال تجاربه الناجحة على نبات البسلة الذى كان له كبير الأثر فى فتح مجال علمى منظم لتربية الحيوان ومع مطلع القرن العشرين وبعد إعادة اكتشاف نتائج أبحاث العالم مندل توالى الاكتشافات الجديدة وفتحت مجالات لم يطررها أحد من قبل . وفى الدنمارك وضع جوهانسون Johanson نظرية السلالة النقية Pure line . وفى السويد وضع نيلسون Nilson أسس توارث الصفات الكمية . وفى المانيا اكتشف العالمان كورنز وباور Correns & Baur ظاهرة الارتباط بين الجينات Gene linkage ... وهكذا .

كان للعالمان هاردى وواينبرج Hardy & Weinberg سنة ١٩٠٨ الفضل فى وضع الأسس لما يعرف الآن بوراثنة العشائر Genetic population . ثم تلى هؤلاء جيل جديد من العلماء قاموا بوضع الأسس العلمية والقواعد والنظريات الخاصة بتربية الحيوان منهم العلماء يتس Yates ، هازل Hazel ، روبرتسون Robertson ، كمبثورن Kempthorne ، لش Lush وبعد الاثنين الأخيرين مؤسسان علم تربية الحيوان الحديث وتعتبر قوة الهجين Hybrid Vigor or Heterosis الناتجة عن الخلط بين السلالات من أهم الاكتشافات الحديثة لدفع عجالات الإنتاج الحيوانى دفعة كبيرة إلى الأمام .

٥-٣-١. التلقيح الصناعى Artificial insemination

يعتبر التلقيح الصناعى بدون شك أعظم ما تم تحقيقه بعد تأسيس جمعيات السلالات الأصلية ويعد أول رائد فى إجراء عمليات التلقيح الصناعى الحديثة هو العالم Spllanzani وذلك على الكلاب عام (١٧٨٠) . وفى سنة (١٧٩٩) استطاع Hunter أن يحقق التلقيح الصناعى وتحقيق الحمل فى المرأة ثم استعمل

ولكن بصورة متقطعة من قبل مربى الخيول فى الولايات المتحدة فى بداية هذا القرن . كما أن العالم إيفانوف Ivanov بدأ بتجربة التلقيح الصناعى على حيوانات المزرعة فى روسيا وذلك عام (١٨٩٩) ولم يحل عام (١٩٣٠) إلا وقد أصبح لهذه الطريقة سمعة عالمية وانتشاراً واسعاً وخاصة فى البلدان الأوربية .

وتعتبر محطة تجارب كليبتون Clinton فى ولاية جرسى الجديدة New Jersey الأمريكية أول مؤسسة تستعمل التلقيح الصناعى على نطاق واسع فى ماشية الحليب فى عام (١٩٣٨) وكان يرأسها فى ذلك الوقت الأستاذ بيرى E. J. Beriyy وبعددها انتشرت الفكرة كالنار فى الهشيم فى عدة مؤسسات حكومية وأهلية .

وفى عام (١٩٦٤) استعمل (٢٣١٦) ذكراً فى تلقيح (٧٧٤٧٩٥٣) بقرة أى بمعدل يزيد على ٣٠٥٣ بقرة لكل ثور . وقد كان عدد أبقار الحليب التى لقحت بهذه الطريقة (٧٢٨٢٩٩٤) بقرة بينما تم تلقيح (٤٦٤٩٥٩) بقرة لحم من ثيران تابعه لسلاسل اللحم .

كما تم ممارسة التلقيح الصناعى فى الماعز والخيول والدواجن ولكن ليس بنفس القدر الذى يستعمل فى الماشية .

وفى مصر استعمل التلقيح الصناعى فى الأبقار فى النصف الأول من القرن العشرين وتشير الإحصائيات الى أن الجاموس المصرى قد تم استعمال التلقيح الصناعى فيه فى وقت متأخر عن الأبقار حيث تم تلقيح أول جاموسة فى شطانوف بمحافظة المنوفية فى عام ١٩٥٩ ثم انتشر بعد ذلك فى باقى المحافظات ولكن جدير بالذكر أنه انتشر بنسبة ضئيلة لا تتجاوز عشرة بالمائة .

ويجب لفت الانتباه الى أنه قبل إتباع عملية التلقيح الصناعى فى أى منطقة فإنه يجب عمل مسح شامل لهذه المنطقة ومعرفة الأمراض المنتشرة فيها وإتباع نظام التسجيل الجيد لأنه بدون تسجيل للحيوانات لا قيمة للتلقيح الصناعى .

إن عملية التلقيح الصناعى عملت على زيادة الأداتين الوحيدتين التى يستعملها مربى الحيوان المتوفرة لديه وهما الانتخاب ونظم التربية . ففى طريقة التلقيح الصناعى يمكن التأكد من الذكور قبل أن توضع فى الاستعمال المكثف كما يمكن استعمالها لفترات طويلة حتى بعد موتها . ويوجد الآن ذكر له أكثر من (٢٠٠٠٠٠) من الأبناء وكان قد احتفظ بسائلة المنوى لمدة (٨ الى ٩) سنوات ثم استعمل بنجاح فى التلقيح بعد ذلك . وبالإمكان إتباع طريقة تربية الأبعاد (التربية الخارجية) أو تربية الأقارب (التربية الداخلية) بواسطة التلقيح الصناعى بسهولة .

والى الآن فإن المتبع هو التركيز على الذكور الجيدة وراثيا وباستعمالها يمكن تطوير هذه النظرة بالبحث عن الإناث المتفوقة التى تترك كثيراً من النسل خلال التبويض الصناعى . وبهاتين الطريقتين فإن استعمال المواد الوراثية يكون فى أقصى مداه .

٦.٣.١- نقل الأجنة Embryos transfer

لقد كانت أول محاولة ناجحة لنقل الأجنة فى بداية القرن العشرين فى الأرانب . وقد تمكن العاملون فى كامبردج ١٩٤٩ باستخدام تقنية تنشيط المبايض للحصول على بويضات خلال الفترة من ١٩٣٠-١٩٤٠ من الحصول على ولادة أول عجل بقرى باستخدام نقل الأجنة . ومما هو جدير بالذكر أيضاً أن تلك التقنية قد دخلت حيز التطبيق التجارى فى السبعينات حيث نجحت هذه التقنية

فى الأبقار والأفراس بشكل كبير بينما ما تزال التجارب مستمرة فى الجاموس .
وتهدف تقنية نقل الأجنة بصفة أساسية إلى الإسراع من عمليات التحسين
الوراثى عن طريق الحصول على عدد من الأجنة (أو البويضات) من الإناث
المتميزة وراثيا فى نواحى الأداء الإنتاجى .

وعادة يكون التلقيح الصناعى فى صالح تقييم الذكور بينما يكون نقل
الأجنة فى جانب الإناث حيث يسمح التلقيح الصناعى للذكر أن يكون له آلاف
من الأبناء فى حين تسمح تقنية نقل الأجنة للأنثى أن يكون لها فقط العشرات من
النسل .

١-٣-٧. البيوتكنولوجى (التكنولوجيا الحيوية):

تسمى أيضا باستخدام معلومات الوراثة الجزيئية فى تحسين الحيوان . فلقد
تطور مجال الوراثة الجزيئية فى النصف الأخير من القرن العشرين تطوراً كبيراً
وسريعاً خاصة بعد اكتشاف إنزيمات التحديد وقطع ولصق الـ DNA ثم
التعرف على مجموعه العوامل الوراثية فى الأنواع المختلفة وهو ما يسمى بالجينوم
Genome . وعن طريق الوراثة الجزيئية أو ما يسمى بالهندسة الوراثية يمكن
إعادة برمجة المعلومات التى يحملها الكائن الحي سواء كان خلية واحدة أو كائن
متكامل ، حتى لو كان خلية جرثومية لا ترى بالعين المجردة .

وسوف نتناول هذه التكنولوجيات وعلاقتها بتربية وتحسين الحيوان بشئ من
التفصيل فى الأبواب الأخيرة من هذا المؤلف بإذن الله .

١-٤. الوضع الحالى والمشاكل

إن عدداً لا بأس به من الحيوانات لا تزال منخفضة الإنتاج وتربيتها غير
اقتصادية ، ويعود السبب فى ذلك إلى عدم العناية وسوء التغذية لهذه الأفراد . إن

تهيئة الظروف المثالية التى تشتمل كذلك السيطرة على الأمراض والطفيليات المختلفة التى تصيب الحيوانات تعمل على تقليل المفقودات وتوقف الخسائر السنوية التى تقدر بالملايين عن طريق خفض الكفاءة الإنتاجية وأعمال التربية والتحسين . كما أن المشاكل التى تواجه المنتجين تشتمل على الأمور الإدارية والتغذية ومحاولة جعلها بكفاءة عالية وكذلك رفع الطاقة الإنتاجية عن طريق التربية الممتازة بدقة .

وينحصر الهدف الوراثى فى حقل تربية وتحسين الحيوان إلى شقين :

(١) معرفة التراكيب الوراثية لحيوانات المزرعة من خلال السجلات الإنتاجية عن طريق تحليلها .

(٢) رفع الكفاءة الإنتاجية بإيجاد التراكيب الوراثية الجيدة وذلك عن طريق التربية والانتخاب .

وقد أمكن تحقيق معدلات عالية من التحسين الوراثى (تنفيذ برنامج فعال للانتخاب داخل النوع) فى كثير من البلاد ومنها بعض البلاد النامية عن طريق إتباع الأتى:

١- الترقيم الدقيق للحيوانات .

٢- نظام لتسجيل الإنتاج يشارك فيه نسبة عالية من المزارع والحيوانات على المستوى القومى .

٣- استعمال التلقيح الصناعى على من طلائق مختبرة على غالبية القطعان وذلك لتحقيق معدلات عالية من التحسين الوراثى .

٤- إنشاء نظام للاختبار بالنسل لإنتاج طلائق محسنة تشارك فيه نحو ٣٠-٤٠٪ من القطعان المسجلة لزيادة معدل التحسين الوراثى .

٥- إمكانيات لتحليل البيانات على الحاسبات الالكترونية حتى يتم التوصل الى تقديرات دقيقة للقيم التربوية للذكور والإناث وإعادة حساباتها كلما توفرت بيانات جديدة .

٦- وجود روابط قوية ومستمرة بين جهات تسجيل الإنتاج والتلقيح الصناعي وجميعيات السلالات وتعتبر هذه النقطة مهمة جدا فى برنامج التحسين لتحقيق أكبر قدر من التحسين الوراثى .

7- الاستفادة من التقنيات الحديثة فى التلقيح الصناعي والتبويض المتعدد ونقل الأجنة (Multiple Ovulation and Embryo Transfer (MOET وتقسيم الأجنة Embryo splitting واستخدام الوراثة الجزيئية Molecular genetic information فى عمليات التحسين الوراثى للحيوان .

٥.١- مربى الحيوان Animal breeder

ينقسم مربى الحيوان إلى أصحاب قطعان تجارية وأصحاب قطعان أصيلة حيث أن الأول غرضه إنتاج سلعة حيوانية للاستهلاك المباشر مثل اللبن واللحم والبيض والصوف . . . الخ أما الثانى فغرضه إنتاج حيوانات للتربية من ذكور وإناث يزود بها أصحاب القطعان الأخرى .

ولابد لصاحب أى قطيع أن يحدد هدفا معينا يضعه نصب عينه ويحاول الوصول إليه . ويختلف الغرض من إنشاء القطيع باختلاف ظروف كل منها - فمثلا مزارع الألبان القريبة من مناطق الاستهلاك كالمدين الكبيرة يهتمها محصول اللبن أكثر مما يهتمها نسبة الدهن فيه . كما أن بعض مربى الأغنام يهتمون بمحصول الصوف أكثر من اهتمامهم بنسبة التوائم والعكس صحيح فى حالات أخرى .

أيضا من أسباب الاختلاف ظروف القطيع نفسه فقد لا يكون الغذاء متوفرا بدرجة تسمح بالعناية بالتوائم في الأغنام مثلاً. كذلك أيضا طبيعة المنطقة فقد تكون وعرة مما يتطلب حيوانات ذات قدرة عالية على الاحتمال والتسلق والسير لمسافات طويلة وكل هذه عوامل تستلزم صفات مغيرة لما يتطلب من حيوانات تعيش في وديان أو أراضي منبسطة وافرة الغذاء. والأمثلة كثيرة على اختلاف أهداف المربين من منطقة إلى أخرى أو من بيئة إلى أخرى وهذا هو السبب في وجود سلالات متعددة داخل النوع الواحد وكذلك طرز كثيرة داخل السلالات الواحدة فهناك الفريزيان الهولندي والبريطاني والأمريكي وهناك المرينو الأسباني والنيوزيلندي والأسترالي والروسي والألماني.

وأخيراً فقد يختلف المربون حسب ميولهم ورغباتهم الشخصية. إذ قد يتفق مربيان على الصفات التي ستكون موضع اهتمامهم ولكن من المتوقع أن يختلفا في مدى اهتمام كل منهما بكل من هذه الصفات فربما رأى أحدهما أن يطبع قطيعه بطابع معين أو صفة معينة سواء كانت إنتاجية أو شكلية بينما يرى الآخر أن يعرف قطيعه أو يشتهر بصفة أخرى مغيرة.

الباب الثانى
التعديل (التصحيح) للعوامل
الغير الوراثية
Adjustment
(correction) for non
genetic factors

الباب الثانى

التعديل (التصحيح) للعوامل الغير الوراثية

Adjustment (correction) for non genetic factors

٢-١- وراثية الصفات

إن القيمة التى تلاحظ عند قياس أي صفة من الصفات على أي فرد من الأفراد تعتبر قيمة الشكل الظاهري phenotypic value لهذا الفرد ولذلك نجد أن مشاهدات كل من المتوسطات والتباين التلازمي لابد وأن تبنى على المقاييس الخاصة بقيمة الشكل الظاهري وعلى ذلك فلا بد من تقسيم قيمة الشكل الظاهري إلى أجزاء ومعرفة مسببات هذه الأجزاء من الاختلافات وكذلك تقسيم المحتويات الوراثية لأي صفة من الصفات .

٢-٢- التباين الوراثي والبيئي Genetic and environment variance

هناك العديد من العوامل الوراثية مسئولة عن التباين (الاختلاف) الوراثي في الحيوانات إلا أن هذا التباين الوراثي يعبر عنه في صورة نهائية نتيجة التأثيرات في الظروف والعوامل البيئية .

إن البيئة لا تؤثر على التركيب الوراثي للفرد بصورة مباشرة ولكن الظروف والعوامل البيئية المحيطة بالحيوان هي التى تحدد المقدار (المدى) الذى يمكن للتركيب الوراثي أن يعبر عن نفسه فكثيراً ما نجد تركيباً وراثياً معيناً يعطى تعبيراً معيناً في بيئة ما بينما يعطى تعبيراً آخر في بيئة أخرى مختلفة وهذا ما يسمى بالتداخل بين البيئة والوراثة.

إن هناك العديد من الأمثلة التى تشير إلى عدم تأثير البيئة على التركيب الوراثى للحيوان بصورة مباشرة فعلى سبيل المثال عند قطع ذيل الأغنام فإن صفة الذيل المقطوع لا تنتقل إلى نسل هذه الأغنام مقطوعة الذيل وكذلك الحال عند إزالة القرون فى الأبقار أو ذبول الخيول أو قطع أذنان الكلاب وهكذا وتجدر الإشارة أيضا إلى أن عملية الختان مثلا فى الإنسان والتى تمارس منذ مئات السنين لم تنتقل هذه الصفة (الختان) إلى الأبناء وراثيا من الآباء بل تجرى بواسطة العملية الجراحية .

وللتدليل أيضا على أن العوامل البيئية لا تورث فقد قام العالم الألمانى أوجست وايزمان (Weisman, 1887) بقطع ذبول الفئران على مدى تسعة عشرة جيلا بصورة مستمرة ولم يلاحظ أنه قد قصر أو فقد ذيلا واحداً لهذه الفئران فى أى جيل من الأجيال المتعاقبة .

وبالرغم من عدم انتقال العوامل البيئية وراثيا إلا أن هذا لا يمنع أنه يجب أن تهيب الظروف الملائمة لتجعل الحيوان يعبر عن أقصى طاقته الإنتاجية التى تتيحها له عوامله الوراثية (تركيبه الوراثى) على أن لا تكون هذه العملية تسبب ضرراً اقتصادياً للمربى فى العمل على تهيتها حيث أن المربى قد يجد صعوبة فى إيجاد الظروف البيئية الملائمة لكل نوع من حيوانات المزرعة حيث تكون العوامل البيئية متداخلة مع بعضها ولا يمكن فصل أو عزل أثر كل عامل بذاته (على انفراد) ولذا فإن المربى يعمل بقدر جهده لتوفير العوامل البيئية الملائمة وبخاصة العوامل ذات الأهمية الكبرى على الحيوان .

وتتأثر كل صفة فى الحيوان بجيناته التى يحملها وبالبيئة الموجود بها هذا الحيوان وتعتمد دراسة الصفات الكمية بالدرجة الأولى على دراسة تباين هذه الصفات فإذا كانت الصفة هى عبارة عن وراثه الفرد + البيئة المحيطة به فإن مظهر أى صفة على الحيوان يعبر عنه بالآتي :-

مظهر الصفة على الفرد = الوراثة + البيئة + التداخل بينهما
وبصفة عامة فإن الصفات الوراثية يمكن تقسيمها إلى ثلاث أقسام هى :-

أ. الصفات الوصفية Qualitative traits

١- صفات بسيطة قليلة الأهمية الاقتصادية مثل: اللون - القرون إلخ وهذه لا يمكن قياسها بالمقاييس الكمية (سم - حجم - لتر إلخ) ويتحكم فى توارثها عدد قليل من الجينات Few genes وتتأثر بدرجة قليلة من المحورات (العوامل البيئية) .

٢- التباين فيها قليل حيث يمكن تحديدها (وضعها) فى مجاميع واضحة منفصلة عن بعضها (ملون - غير ملون - قرون موجودة - قرون غائبة) وهكذا وهى تخضع للتوزيع المتقطع فى توزيعها Discontinuous (discarded) distribution .

ب. الصفات الكمية Quantitative traits

١- صفات هامة من الناحية الاقتصادية وتشمل كل الصفات الإنتاجية مثل :- إنتاج اللحم واللبن والصوف والبيض - نسبة الدهن - معدلات النمو إلخ .
٢- يمكن قياسها بالمقاييس الكمية السابقة .

٣- يتحكم فى توارثها عدد كبير من الجينات Multi genes وتتأثر بدرجة كبيرة بالمحورات البيئية .

٤- التباين فيها واسع ومستمر وبالتالي لا يمكن تقسيمها إلى مجاميع واضحة منفصلة عن بعضها وهي تخضع للتوزيع الطبيعي في توزيعها Normal distribution. مما سبق يتضح أن كلا النوعين من الصفات يعد معكوس تقريبي للأخر.

ج- الصفات الحدية Threshold traits

صفات ذات أهمية بيولوجية واقتصادية وتعتمد في توارثها على العوامل المتعددة Multi-genes وهي بذلك تماثل الصفات الكمية إلا أنها تتبع التوزيع المتقطع في توزيعها وهي بذلك تماثل الصفات الوصفية ونظراً لهذا التداخل أطلق عليها العالم (1952) Gruebborg اسم الصفات ذات التباين المستمر الكاذبة Quasi-continuous-variation traits ومن أمثلتها:

١- القدرة على النجاة من أحد الأمراض وهي صفة يعبر عنها بالحياة أو الموت دون وجود حالة وسطية.

٢- صفة حجم البطن في الحيوانات الثديية الكبيرة والتي تعطى عادة فرداً واحداً في البطن ولكن أحياناً تعطى أكثر من فرد واحد في البطن.

٣- وكذلك صفة وجود أو غياب أحد التراكيب أو الأعضاء.

إن وسيلة فهم توارث هذه الصفات يعتمد على فكرة أن هذه الصفات لها أساس مستمر ذو حدود ونفترض التقطع على المظهر الخارجى للصفة.

٢-٣ مكونات التباين البيئي Environmental variance components

يشتمل التباين البيئي على كل الـ Non genetic origin أى كل ما

هو غير وراثي ومن هنا نجد أن هناك اختلافات كبيرة في أسباب التباين البيئي ويعتبر هذا التباين هو مصدر الخطأ الذى يختزل دقة الدراسات الوراثية ويعتبر

تقليل التباين البيئي هدف للمجرب وللمربي للحصول على نتائج دقيقة ويمكن تحقيق ذلك من خلال :

أ- العناية بأساليب الرعاية والإدارة .

ب- التصميم السليم للأبحاث والتجارب العلمية .

وتعتبر التغذية والظروف المناخية أهم هذه العوامل البيئية التي ينشأ عنها التباين البيئي . والبيئة متنوعة ولها أشكال عديدة ويصعب تقسيمها إلى مكونات محددة .

ويمكن تقسيم البيئة بصفة عامة إلى عدة تقسيمات:

١- التقسيم الأول : بيئة خارجية وبيئة داخلية

أ- البيئة الخارجية Outer environment

وهي تمثل العوامل المحيطة بالحيوان من حرارة ورطوبة وأمطار ورياح وتغذية وسقاية ومعاملة الخ .

ب- البيئة الداخلية Inner environment

وهي عوامل داخل الحيوان نفسه خاصة بالناحية الفسيولوجية وهي تختلف من حيوان لآخر ومن نوع لآخر .

٢- التقسيم الثانى : بيئة عامه وبيئة خاصه

أ- البيئة العامة Common (Macro) environment

هى العوامل التى تؤثر على مجموعة كبيرة من الحيوانات الموجودة فى منطقة معينة ويتعرض لها جميع حيوانات المنطقة مثل :

١- معدل سقوط الأمطار فى الساحل الشمالى الغربى مثلاً لجمهورية مصر العربية والذى يعد مؤثر بيئى عام يؤثر على كل مجموعات الأغنام البرقى التى تعيش فى المنطقة التى تعتمد كلية على الأمطار لنمو المراعى المنتشرة بها وبالتالي فإن قلة معدل سقوط الأمطار يؤثر على جميع الأغنام الموجودة بهذه المنطقة .

٢- انتشار أحد الأمراض الوبائية بمنطقة معينة يؤثر على جميع الحيوانات الموجودة بالمنطقة .

٣- السنة أو الموسم التى ولدت فيها الحيوانات أو التى قيست فيها الصفة محل الدراسة تعتبر مؤثر بيئى عام وكلمة السنة تشمل كل الظروف الغير محسوبة والتى تختلف من سنة إلى أخرى وهى تعد الشماعة التى يعلق عليها المتخصصون بشئون الزراعة كثير من مشكلاتهم حيث يمكن التحكم فى كل الظروف البيئية ماعدا السنة فلا يمكن توحيدها فهى تختلف من وقت إلى آخر مثل اختلاف درجة الحرارة - الرطوبة - معدل سقوط الأمطار - انقطاع المياه لفترة معينة - تغيير العاملين القائمين بالرعاية..... الخ .

بـ البيئة الخاصة : Special (Micro) environment

هى العوامل التى تؤثر على أحد الأفراد دون أن تؤثر على جميع الأفراد مثال:
تعرض أحد الحيوانات إلى الإصابة بمرض معين دون إصابة بقية الحيوانات . أو
نسيان القائم برعاية قطيع من الأبقار الحلابة سقاية المياه لأحد البقرات مما يؤثر على إنتاجها من اللبن بينما لا تتأثر بقية الأبقار الموجودة بالقطيع .

البيئة الأمية Maternal environment

تعتبر الأم مؤثر بيئى عام وتؤثر على أبنائها فى مرحلتين :
المرحلة الأولى : من وقت حدوث الإنفراس للبويضة المخصبة فى جدار الرحم وحتى موعد الولادة وهذه المدة تختلف باختلاف الأنواع الحيوانية ويسمى هذا التأثير بالتأثير الأمى قبل الولادة prenatal maternal effects حيث يتعرض الأبناء إلى البيئة الرحمية للام خلال مرحلة النمو الجنينى وهناك تباينات بين الأمهات فى مدى توفير الحماية للأجنة داخل الرحم حتى موعد الولادة .

المرحلة الثانية: وتمتد من بعد الولادة وحتى موعد الفطام وهذه المدة تختلف باختلاف الأنواع الحيوانية كما تختلف باختلاف نظم الفطام المتبعة ويسمى هذا التأثير بالتأثير الأمي في مرحلة ما بعد الولادة Postnatal maternal effects حيث يتعرض الأبناء للبيئة الأمية خلال مرحلة الرضاعة وأيضا توفير الحماية لهم حتى الفطام وهناك تباينات كثيرة بين الأمهات في توفير اللبن اللازم لرضاعة الصغار وأيضا توفير الحماية لهم من الأعداء المحيطة وهو ما يعرف بخاصية الأمومة Mothering ability.

٣- التقسيم الثالث: تأثير بيئي دائم وبيئي مؤقت:

أ- البيئي الدائم Permanent environment

وهذه التأثيرات تلازم الحيوان طوال حياته الإنتاجية وتنتقل معه من موسم إلى آخر ولكنها لا تورث لأبنائه - مثل إصابة أحد الأبقار بمرض التهاب الضرع مما يؤثر على إنتاج اللبن لهذه البقرة طوال حياتها الإنتاجية، ولكن لا تنتقل هذا التأثيرات إلى الأجيال المتتالية.

ب- التأثير البيئي المؤقت Temporary environment

وهي تلازم الحيوان فترة من الوقت وقد تلازمه (أيضا طول حياته الإنتاجية في بعض الأفراد لعدم زوال المؤثر البيئي) وغالبا ما تتأثر من موسم إلى آخر وتزول بزوال المؤثر مثل: التغيرات الجوية - اختلاف مستويات التغذية والمعاملة. الخ.

٤-٢ التداخل بين الوراثة والبيئة Genetic environmental interaction

تداخل الوراثة والبيئة معناه أن الفرق بين مجموعة من التراكيب الوراثية المختلفة في بيئة معينة ليس بالضرورة هو الفرق في بيئة أخرى .

وجدير بالذكر أن Willis (1998) قد صنف الصفات في الحيوانات المستأنسة Traits in domestic animals إلى خمس أنواع من الصفات هي :

أ. صفات الخصوبة Fitness traits

وتشمل الصفات التناسلية والحيوية Reproductive and traits viability مثل معدل الخصوبة conception rate - حجم الخلفة litter size الفترة بين ولادتين calving interval - مدة الحمل gestation - length فترة الأيام المفتوحة (التلقيح المخصب) days open - عدد التلقيحات اللازمة للإخصاب number of service per conception الخ من هذه الصفات .

ب. الصفات الإنتاجية (الاقتصادية) Productive traits

وهي معظم الصفات الاقتصادية في الحيوانات المزرعية مثل محصول اللبن milk yield - معدل النمو growth rate - الكفاءة الغذائية feed-efficiency الوزن عند الميلاد والفطام body weight at birth and weaning - كذلك الوزن من الفطام حتى الذبح body weight from weaning to slaughter - وزن الجزء fleece weight - وزن البيضة egg weight الخ من هذه الصفات .

ج. صفات الجودة Quality traits

وهي الصفات التي تبين جودة أو نوعية الصفة على الحيوان مثل مكونات الذبيحة carcass composition - حجم العضلة العينية في الذبيحة eye muscle area in carcass - جودة اللحم meat quality - نسبة الدهن في اللبن milk fat percent - سمك دهن الظهر back fat thickness .

د- صفات النموذج أو الشكل Types traits

هى الصفات التى تخضع للشكل أو للجمال الطبيعى aesthetic nature والتي تخضع للتفضيل الشخصى وفى بعض الأحيان يعتمد عليها المربي عند الانتخاب مثل لون الفروة coat color - شكل الضرع shape udder - صفات نموذج حيوان اللبن واللحم فى الماشية .
وحالياً بدأ الاتجاه للاعتماد على مثل هذه الصفات وذلك بسبب الارتباط الوراثي بين صفات نموذج حيوان اللبن واللحم والصفات الإنتاجية وإن كان ضعيفاً ولكن يجب ألا يستهان به .

هـ الصفات السلوكية Behavioral traits

مثل مقدرة كلاب الحراسة على أن تقود قطع من الأغنام . فالكلاب أكثر فطنة وذكاءاً من الأغنام ولذا يستخدمها الرعاة فى قيادة قطعانهم وهذا يدل على أن الأغنام فى هذه الحالة تمارس سلوك الإتياع وهذه صفة سلوكية .
ويعكس السلوك Behavioral الحالة المزاجية (النفسية) للحيوان ومن أمثلته فى الماشية السلوك الجنسي ، سلوك الحنان مع المواليد ، سلوك التجمع والسلوك العدائى الخ من هذه الأنواع من الصفات السلوكية . إن معرفة المربي لسلوك حيواناته يساعده كثيراً على دراسة حالتها والاهتمام بها .
هذا ويعتبر أول من كتب عن الصفات السلوكية فى الحيوان هو أرسطو قبل الميلاد (٣٥٠ قبل الميلاد) ويعتبر كتاب نشأة الأنواع (١٨٥٩) وكتاب أصل الحيوان وعلاقته بالجنس (١٨٧١) لدارون من أهم الكتب التى من خلالها تم إرساء علم سلوك الحيوان .

٢-٤. التعديل (التصحيح) للعوامل البيئية

Adjustment (correction) for non genetic factors

كما أشرنا فى بداية هذا الباب فإن الصفات الاقتصادية economic traits (الصفات الإنتاجية productive traits والصفات التناسلية reproductive traits) تتأثر بكل من العوامل البيئية والعوامل الوراثية ولذا فإنه عند دراسة أو تقدير المعالم الوراثية genetic parameters ولكى نحصل على أفضل تقدير فإنه يلزمنا التعديل (التصحيح) للعوامل البيئية المؤثرة على الصفة تحت الدراسة. وتختلف العوامل البيئية التى يجب التعديل لها من سلالة لأخرى.

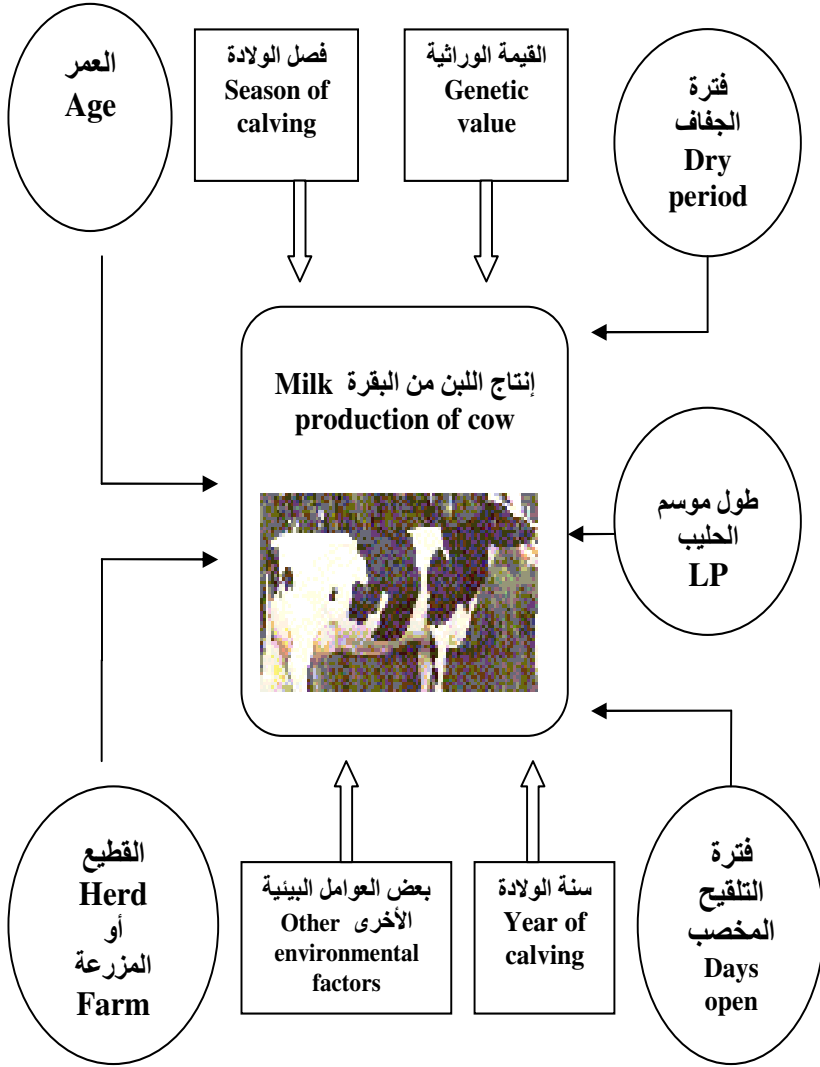
فمن أهم العوامل البيئية التى تؤثر على الصفات الاقتصادية فى ماشية اللبن Dairy cattle (العمر - ترتيب موسم الولادة - سنة وفصل الولادة - القطيع - فترة الجفاف - فترة التلقيح المخصب).

وفى ماشية اللحم Beef cattle (العمر - فصل أو شهر الولادة).

وفى الأغنام (عمر الأم - سنة الولادة - شهر أو فصل الولادة - نوع الولادة سواء مفرد أو توائم - الجنس).

١-٢-٤. ماشية اللبن Dairy Cattle

الشكل (١-٢) التالى يوضح أهم العوامل البيئية والوراثية التى تؤثر على إنتاج اللبن فى ماشية اللبن.



شكل (٢-١) أهم العوامل البيئية والوراثية التي تؤثر على إنتاج اللبن من الحيوان

١.١.٢.٤ التعديل للعمر Adjustment for age

يعتبر عمر البقرة age of cow من أهم العوامل البيئية التي تؤثر على كمية اللبن حيث أن كمية اللبن تزيد مع تقدم البقرة في العمر حتى تصل إلى عمر معين ثم تبدأ كمية اللبن في الانخفاض إلى أن يتم التخلص من البقرة. وتصل

الأبقار المصرية Native cows والأبقار الأجنبية إلى أقصى إنتاج عند عمر من (٦-٥ سنوات) أى فى موسم الحليب الثالث بينما يصل الجاموس المصرى Egyptian buffaloes الى أقصى إنتاج عند عمر من (٨-٩ سنوات) أى فى موسم الحليب الخامس تقريبا ثم تبدأ كمية اللبن فى الانخفاض تدريجيا بعد ذلك . ويوضح جدول (٢-١) تأثير العمر عند الولادة على كمية اللبن فى كل من أبقار الفريزيان والجاموس المصرى تحت الظروف المصرية .

كمية اللبن فى ٣٠٥ يوم بالكيلوجرام		ترتيب موسم الحليب
الجاموس المصرى Mourad et al (1986)	الفريزيان Khattab and Ashmawy (1990)	
1147	2728	1
1450	2869	2
1540	2882	3
1632	2803	4
1633	2632	5
1646		6
1672		7
1698		8
1587		9

جدول (٢-١) يبين تأثير ترتيب موسم الحليب (العمر) على كمية اللبن

يلاحظ من جدول (٢-١) أن كمية اللبن تصل إلى أقصاها فى الموسم الثالث فى أبقار الفريزيان بينما تصل إلى أقصاها عند الموسم الثامن فى الجاموس المصرى .

وتجدر الإشارة إلى أن هذه الأرقام يجب أن تؤخذ بتحفظ حيث أنها أجريت على قطع الفريزيان بمزرعة سخا بكفرالشيخ ومزرعة محلة موسى

للجاموس المصرى بمحافظة كفرالشيخ التابعتان لمعهد بحوث الإنتاج الحيوانى
بوزارة الزراعة وللتعميم فى المتوسطات الإنتاجية يجب أخذ عدد كبير من المزارع
ومن الحيوانات .

ومما سبق يتضح أن العمر عند الولادة من أهم العوامل البيئية التي تؤثر
على كمية اللبن ويرجع السبب فى زيادة كمية اللبن مع تقدم البقرة فى العمر إلى
زيادة حجم الجسم body size وزيادة الكفاءة الهضمية للكرش function
of digestive وزيادة كفاءة الضرع function of udder وزيادة كفاءة
الجهاز الدورى circulatory system وباقي أجهزة الجسم . لذا فعند المقارنة
بين مجموعة من الأبقار تختلف فى عمرها فيجب التعديل للعمر عند اكتمال
النضج Mature Age (ME) لكي تكون المقارنة سليمة وبدون تحيز
unbiased . وقد أجريت بعض المحاولات للتعديل للعمر عند اكتمال النضج
تحت الظروف المصرية سوف نذكرها فى ملاحق هذا المؤلف بإذن الله تعالى .

٢-١-٢-٤. التعديل لطول موسم الحليب إلى ٣٠٥ يوما

Adjustment for lactation period to 305 day milk yield
من المعروف أنه أتفق عالميا علي أن طول موسم الحليب عشرة شهور أى
٣٠٥ يوما ويعتبر ذلك منطقيا حيث أن البقرة تعطى أقصى عائد (ريج) إذا ولدت
مرة كل سنة (٣٦٥ يوم) وطول موسم الحليب ٣٠٥ يوم عندما يتبعه فتره جفاف
شهرين وبذا نستطيع الحصول على ولادة من الحيوان كل عام ، كذلك فإن أخذ
إنتاج اللبن فى ٣٠٥ يوما الأولى من موسم الحليب يقلل من تأثير الحمل
pregnancy على كمية اللبن الناتج فى نفس الوقت الذي يقلل فيه من تأثير
الاختلافات فى طول موسم الحليب ، لذا يجب التعديل لطول موسم الحليب إلى

٣٠٥ يوم . هذا ويمكن التعديل أو التصحيح لطول موسم الحليب إلى ٣٠٥ يوما أو التنبؤ prediction بالإنتاج في ٣٠٥ يوما من الإنتاج الشهري بطريقتين :

١- طريقة النسب Ratio method

وهي عبارة عن قسمة إنتاج اللبن في ٣٠٥ يوم علي إنتاج اللبن في شهور الحليب المختلفة (إنتاج اللبن التراكمي Cumulative milk yield) وذلك بعد التعديل للعوامل البيئية المختلفة .

٢- طريقة الانحدار Regression method

وهي تقدير معامل انحدار إنتاج اللبن في ٣٠٥ يوم علي الإنتاج في الأشهر المختلفة . وقد أجريت بعض الأبحاث للتعديل لطول موسم الحليب منها على سبيل المثال : (Ashmawy et al 1985)

أجريت هذه الدراسة على ٢٢٠٥ سجلا إنتاجيا لقطيع أبقار الفريزيان بمحطتي سخا والقرضا التابعتين لمعهد بحوث الإنتاج الحيواني خلال الفترة من ١٩٦٧ إلى ١٩٧٩ وذلك بهدف التعديل لطول موسم الحليب بطريقتي النسب Ratio factor ومعامل الانحدار Regression factor لكل فصل ولادة season of calving على حدة (الفصل الأول من ديسمبر إلى مايو) ، (الفصل الثاني من يونيو وحتى نوفمبر) ولكل فصول الولادة معا وذلك بعد التعديل للعوامل البيئية المتمثلة في (المزرعة - موسم الولادة- سنة الولادة - التداخل بين المزرعة وفصل الولادة) .

ويوضح جدول (٢-٢) تلك المعاملات المستخرجة بطريقة النسب . وبضرب كمية اللبن المتحصل عليها في أشهر الحليب المختلفة في الرقم المقابل له (معامل التصحيح) نحصل على إنتاج اللبن في ٣٠٥ يوما والمعدل لطول موسم

الحليب . كذلك يوضح الجدول أيضا أن هذه المعاملات التي تم الحصول عليها لا تقل بل تتساوى مع المعاملات العالمية التي حصل عليها بعض الباحثين مثل (Lamb and Mc Gillard 1967) وجمعية تحسين قطعان اللبن الأمريكية (DHIA).

جدول (٢-٢) يوضح معاملات التعديل لطول موسم الحليب لكل فصل ولادة على حدة وجميع فصول الولادة لإحدى قطعان الفريزيان ومقارنتها بنتائج بعض الباحثين الآخرين .

CM	Season1 Dec - May	Season2 Jun - Nov	All season	Lamb and Mc Gillard (1967)	DHIA
1	7.54	7.63	7.61	7.81	7.69
2	3.77	3.89	3.92	3.92	3.84
3	2.59	2.70	2.69	2.69	2.61
4	2.02	2.11	2.08	2.08	2.01
5	1.68	1.75	1.72	1.72	1.66
6	1.45	1.51	1.48	1.48	1.43
7	1.29	1.33	1.31	1.31	1.27
8	1.17	1.20	1.18	1.18	1.15
9	1.08	1.09	1.09	1.09	1.07

حيث أن $CM = \text{إنتاج اللبن التراكمي من الشهر الأول و الشهر الأول والثاني والشهر الأول والثاني والثالث وهكذا} \dots \dots \dots$ حتى إنتاج اللبن خلال تسعة أشهر .

فمثلا : إذا ولدت بقرة في فصل الشتاء وأعطت كمية لبن في الشهر الأول ولتكن ٥٠٠ كجم فنضرب كمية اللبن في معامل ٧,٥٤ أي $(٧,٥٤ \times ٥٠٠)$ نحصل على كمية اللبن في ٣٠٥ يوما (٣٧٧٠ كجم).

وقدر معامل الارتباط البسيط بين كمية اللبن التراكمية الحقيقية actual milk yield وكمية اللبن التراكمية المتنبأ بها predicted values فكانت ٠,٨٨, ٠,٨٧ لكل من طريقتي معامل الانحدار وطريقه النسب على التوالي وكانت الاختلافات بين الطريقتين غير معنوية مما يتضح منه أن استخدام أى من الطريقتين تعطي نفس النتائج وإن كانت طريقه النسب أسهل في التقدير.

٣-١-٢-٤. التعديل لعدد مرات الحليب فى اليوم

Adjustment for times milked per day

في معظم مزارع الإنتاج الحيواني يتم حلب الأبقار مرتين يوميا (صباحا ومساءً) ولكن بعض الأبقار عاليه الإدرار يتم حلبها ثلاث أو أربع مرات ولكن عددها بسيط جدا لذا فعند مقارنة الأبقار ببعضها وقبل دراسة الشق الوراثي فإنه يجب التعديل لهذا العامل البيئي حيث أن حلب الأبقار ثلاثة أو أربع مرات يزيد من كميته اللبن في اليوم بمقدار ١٠ - ٢٠٪ كما ذكر ذلك كل من Schmidt and Van Vleck (1988) وترجع الزيادة في إنتاج اللبن كنتيجة لزيادة عدد مرات الحليب عن مرتين يوميا إلى :

١- زيادة عدد مرات التنبيه العصبي (التحنين) وبالتالي زيادة إفراز الهرمونات التي تساعد على إفراز اللبن.

٢- التخفيف المتوالى للضغط داخل الضرع على فترات قصيرة نسبيا . وقد وجد أن الأبقار صغيرة السن والأبقار عالية الإدرار تستجيب لزيادة عدد مرات الحليب اليومية عن الكبيرة فى السن ومنخفضة الإدرار .

وعموما حلب الأبقار أكثر من مرتين يتوقف على الناحية الاقتصادية وتكاليف الحليب وفى حالة حلب بعض الأبقار أكثر من مرتين يجب التعديل

لهذا العامل ويبين جدول (٢-٣) التالى معاملات التعديل لعدد مرات الحليب فى الأبقار .

جدول (٢-٣) معاملات التعديل إلى مرتين حليب يوميا

معاملات التعديل		عمر البقرة عند الوضع
من ٤ مرات إلى مرتين	من ٣ مرات إلى مرتين	
0.74	0.83	٢ لأقل من ٣ سنوات
0.77	0.85	٣ لأقل من ٤ سنوات
0.79	0.87	٤ سنوات فأكثر

المصدر أحمد عبد العزيز وعلى نجم (١٩٨٢)

ويطلق على كميات اللبن المعدلة إلى العمر (معامل النضج ME) وطول الموسم الحليب ٣٠٥ يوم وعدد مرات الحليب إلى مرتين حليب يوميا (2x) اسم سجلات إنتاج اللبن المعدلة إحصائيا (305 day, 2x, ME).

٤.١.٢.٤ التعديل لطول فترة التلقيح المخصب Adjustment for days open

فتره التلقيح المخصب (فترة الأيام المفتوحة) هى الفترة من الولادة parturition وحتى التلقيح النهائية المخصبة conception وهى تتراوح ما بين ٣٠ إلى ٩٠ يوما فى الأبقار الأجنبية وما بين ١٢٥ إلى ١٧٠ يوما فى الأبقار الأجنبية تحت الظروف المصرية (Khattab and Ashmawy (1988) ويلاحظ أن فتره التلقيح تكون أطول فى القطعان الحكومية عن المزارع التجارية وذلك نظراً لدقه كشف الشيع والتلقيح فى الوقت المناسب والرعاية الجيدة فى المزارع التجارية. وقد تزيد فى الجاموس المصري فترة التلقيح حيث قدرت بواسطة Mourad et al., (1989) بحوالى ٢٧٩ يوما على قطع الجاموس المصري بمحطة محله موسى التابعة لمعهد بحوث الإنتاج الحيواني .

أيضا وجد (1991) Ashmawy فى قطع الجاموس المصرى التابع لمزرعة محلة موسى أن متوسط طول فترة التلقيح ٢٢٨ يوما ويجب أخذ هذه الأرقام بتحفظ حيث أن (1986) Nigm et al., وجد أن متوسط طول فتره التلقيح لدى صغار المربين كانت ١٠١ يوما وذلك من واقع بيانات الحصر الميداني وعموما فإن طول فترة التلقيح تؤدي إلى زيادة كمية اللبن وذلك نظراً لطول موسم الحليب إلى حد معين تعتبر الزيادة بعد هذا الحد زيادة غير اقتصادية مقارنة بالتكاليف اللازمة للإنتاج وكذلك نظرا لقلة عدد المواسم المأخوذة من الحيوان إجمالاً.

٥.١.٢.٤- التعديل لطول فترة الجفاف Adjustment for dry period

فترة الجفاف هي الفترة التي تبدأ بنهاية موسم الحليب وحتى بداية موسم الحليب التالي وهذه الفترة ضرورية جدا لإعادة بناء الحويصلات اللبنية في الضرع وكذلك لتعويض جسم البقرة بالمواد الغذائية والتي استنفذت خلال موسم الحليب وخاصة العناصر المعدنية مثل الكالسيوم والفسفور .

وتؤثر فتره الجفاف على كمية اللبن الناتجة خلال الموسم حيث أنها تؤدي إلى زيادة كمية اللبن نظراً لزيادة طول موسم الحليب ، بينما تؤدي زيادة طول فترة الجفاف إلى قلة كمية اللبن في الموسم التالي ويرجع ذلك إلى ميل الأبقار إلى ترسيب الدهون في الجسم والضرع وكذلك نقص كفاءة الضرع على تمثيل اللبن .

وفى دراسة قام بها كل من (1988) Khat tab and Ashmawy لدراسة تأثير فترة الجفاف على كمية اللبن في ٣٠٥ يوم فوجدا أن أنسب فترة جفاف هي ٦٠ يوم حيث أعطت أعلى كمية لبن فى ٣٠٥ يوم، بينما انخفضت كمية اللبن في ٣٠٥ يوما بزيادة طول فتره الجفاف كما هو موضح في جدول

(٢-٤). ويلاحظ أيضا من جدول (٢-٤) أن أعداد الحيوانات كانت أكبر عند فترة جفاف ٦٠ يوما.

جدول (٢-٤) العلاقة بين إنتاج اللبن في ٣٠٥ يوما وطول فترة الجفاف في قطيع من أبقار الفريزيان

متوسط كمية اللبن في ٣٠٥ يوما بالكيلو جرام	عدد الأبقار	طول فترة الجفاف باليوم
2905	43	≤ 30
3236	349	60 -
3218	523	90 -
3138	321	120 -
3032	162	150 -
2990	97	180 -
2891	74	210 -
2956	50	≥ 240 -

كذلك في دراسة على تأثير فترة الجفاف على كمية اللبن السنوية (AMY) وجد كل من Ashmawy and Khattab (1991) أن معامل الانحدار الخطي لكمية اللبن السنوية على طول فترة الجفاف كان سالبا (-١,٧٤ ± ٠,٩٦ / يوم) بينما كان معامل الانحدار الخطي قوسي غير معنوي مما يدل أيضا على انخفاض كمية اللبن السنوية بزيادة طول فترة الجفاف.

٦.١.٢.٤- التعديل للفترة بين ولادتين Adjustment for calving interval (CI)
تعرف الفترة بين ولادتين إنتاجيا بأنها عبارة عن طول موسم الحليب مضافا إليها فترة الجفاف وتعرف تناسليا بأنها عبارة عن طول فترة التلقيح مضافا إليها طول مدة الحمل pregnancy period وإذا اعتبرنا أن طول فترة الجفاف ٦٠ يوما فإن زيادة الفترة بين ولادتين متتاليتين تعني زيادة طول موسم الحليب

وبالتالي زيادة كمية اللبن التي تنتجها البقرة، وبما أن طول مدة الحمل ثابتة وهى حوالي ٢٨٠ يوما في الأبقار (٩ شهور) وحوالي ٣١٧ يوما في الجاموس (١٠ شهور) فإن زيادة الفترة بين ولادتين متتاليتين تعنى زيادة طول فترة التلقيح ومن الناحية العملية والاقتصادية فإن الأبقار التي تنتظم في الوضع على فترات مناسبة تكون أفضل للمربي حيث أن النسل الناتج يعتبر ضمن إيراداتها كما أنه يتيح فرصة أكبر للانتخاب والتحسين وقدرت طول الفترة بين ولادتين في أبقار الفريزيان في مصر ما بين ٤٠٣ إلى ٤١٥ يوما (El- Nady, 1996 and Noweir 2006) وكذلك قدرت في الجاموس المصري التابع لمحطة محلة موسى التابعة لمعهد بحوث الإنتاج الحيواني بواسطة (Mourad et al., 1989) حيث وجدوا أن متوسط طول الفترة بين ولادتين ٥٩٤ يوما بينما وجد Nigm et al., (1986) أن متوسط طول الفترة بين ولادتين في الجاموس المصري لدى صغار المربين (٤٠٠) يوما.

وقد يغفل كثير من الباحثين عن التعديل للفترة بين ولادتين في حين أن Schmidt and Van Vleck (1988) اعتبر ان أهم العوامل البيئية التي يجب التعديل لها هي العمر age والفترة بين ولادتين calving interval وذلك نظراً لأن الفترة بين ولادتين تختلف من موسم لآخر.

ففى دراسة قام بها Noweir (2006) على قطيع من أبقار الفريزيان بمزرعة سخا التابعة لمعهد بحوث الإنتاج الحيواني وجد أن ترتيب موسم الحليب له تأثير معنوي على طول الفترة بين ولادتين وأن الفترة بين ولادتين تزيد مع تقدم الحيوان في العمر.

٢.٤-١-٧. التعديل للمقطيع و فصل الولادة وسنة الوضع

Adjustment for Herd-Year-Season

يمكن دراسة تأثير كل من المقطيع وفصل الولادة وسنة الوضع كعوامل ثابتة Main effects = Fixed effects فى التحليل الإحصائى أو دراستها معا فيما يسمى (HYS) Herd – Year – Season .

٢.٤-٢-٥. ماشية اللحم Beef Cattle

معظم الصفات الاقتصادية فى ماشية اللحم متمثلة فى (الوزن عند الميلاد Birth weight – الوزن عند الفطام weaning weight - الوزن النهائى عند ٤٠٠ يوما – صفات الذبيحة carcass traits الخ – تتأثر ببعض العوامل البيئية والتى يجب التعديل لها مثل العمر – الجنس – نوع الولادة (مفرد أو توأم) ، شهر وسنة الولادة بالإضافة إلى العمر عند الفطام حيث يتم فطام عجول ماشية اللحم تقريبا عند عمر ٢٠٠ يوما نظرا لاختلاف الأوزان عند هذا العمر . لذا من الضروري التعديل للعمر عند الفطام وذلك باستخدام المعادلة التالية والتى تناولها (Willis 1998) :

$$\text{الوزن عند الفطام - الوزن عند الميلاد} \times 200 + \text{الوزن عند الميلاد} = \text{الوزن عند 200 يوم} + \frac{\text{العمر عند الفطام}}{\text{الوزن عند الفطام}}$$

كذلك أوضح (Willis 1998) أن الوزن عند ٤٠٠ يوما يؤثر فيه كل من الوزن عند الميلاد و الوزن عند الفطام بالإضافة إلى العوامل البيئية التى تؤثر على كل من الوزن عند الميلاد والفطام .

٢-٢-٥- الأغنام Sheep

في الأغنام والماعز يتم التعديل أو التصحيح لكل من عمر الأم Age of ewe وترتيب موسم الولادة parity of ewe وشهر وسنة الولادة - الجنس - نوع الولادة (مفرد - توائم - متعددة).

ويعتبر العمر أيضا من أهم العوامل التي تؤثر على الصفات الإنتاجية في الأغنام (خاصة صفات الأوزان في الأعمار المختلفة) لذا يجب التعديل للعمر وقد وضع (Dalton 1980) المعادلة التالية للتعديل للعمر.

فمثلا عند التعديل للوزن عند ٦٠ يوما يكون كالتالى :

Adjusted body weight at 60 day

$$= (WW - BW) / \text{Actual age of lamb} * 60 + BW$$

التعديل للوزن عند ٦٠ يوم =

(الوزن عند الفطام - الوزن عند الميلاد) X ٦٠

----- + الوزن عند الميلاد

عمر الحمل

حيث $WW =$ الوزن عند الفطام .

$BW =$ الوزن عند الميلاد .

و $\text{actual age of lamb} =$ عمر الحمل .

الباب الثالث
التكوين الوراثى للعشيرة
Genetic constitution
of a population

الباب الثالث

التكوين الوراثى للعشيرة Genetic constitution of a population

٣-١. الفروض (الأساسيات) الخاصة بتربية ووراثة الحيوان والدواجن:

تعتمد وراثة وتربية الحيوان والدواجن على عدة فروض أهمها:

١- أن الوراثة فى الحيوانات المستأنسة تعتمد على وجود الجينات التى تتحكم فى الصفات الكمية وهى صفات إنتاجية اقتصادية وهذه الجينات عددها كبير جدا لذلك تسمى Polygene.

٢- التركيب الوراثى للحيوانات المستأنسة زوجي ناتج من مجموعتين من الكروموسومات يأتى أحدهما من الأب والآخر من الأم.

٣- الجاميطات وهى عبارة عن عينات عشوائية من المجموعات الكروموسومية للأباء تتحد عشوائيا لإنتاج الزيجوتات.

٤- ترتيب الجينات على الكروموسومات ينتج عنه الارتباط مما يؤثر على التركيب الوراثى للعشيرة.

٥- الاختلافات الظاهرية بين الأفراد تتحدد بالعوامل الوراثية الموجودة على الكروموسومات بالإضافة إلى التفاعل بين العوامل الوراثية والبيئة.

٦- التباين الوراثى يتكون من جزئين:

١- تباين تجمعى (Additive Variance (VA).

٢- تباين لا تجمعى (Non additive variance (Non VA).

وتأثيرات الجينات التجمعية هو الذى يؤدى مباشرة الربح الوراثى (عن طريق الانتخاب - لان العوامل الوراثية التجمعية هى التى تنتقل من الآباء إلى الأبناء مباشرة).

٧- التباين البيئي يقسم إلى جزء عام لكل العشيرة وجزء خاص لجزء من أفراد العشيرة وليس كل العشيرة. مثال ذلك التأثير الأموي maternal effect (وهذا هو الذى يؤدي إلى التشابه بين أبناء العائلة الواحدة ولكن لا يؤدي إلى التشابه بين أفراد العم) ويستمر إلى الفترة قبل الفطام pre-weaning .

٨- متوسط القيمة الوراثية التجمعية واللاتجمعية للعشيرة تعتمد على تكرار الجين .

٩- التغيرات المهمة في تكرار الجين في قطيع مستأنس تعتمد على ثلاث أنواع من القوى:

١- القوى المنظمة وهي الهجرة - الطفرة - والانتخاب .

٢- قوى عشوائية (التشتتية) والمتمثلة في الصدفة (الأشياء الغير متحكم فيها) .

٣- وقوى فريدة. حيث أن تكرار الجين هو الهدف من التربية والتحسين ومهمة مربى الحيوان أن يعرف القوى المتحكممة في تغيير الجين ويحاول أن يستغلها .

٣-٢- التكرار الجيني Gene Frequency

من المعلوم أن الحيوان الزراعي زوجي الكروموسومات الأليلات كما اتضح من الفروض السابقة والتي تعتمد عليها تربية الحيوان والدواجن أى أنه يوجد في الخلايا الجسمية أليلين لكل جين ومهمة مربى الحيوان أن يعمل على تجميع الأليلات المرغوبة وخلطها بنسب خاصة وتحليل القطيع من غير المرغوب فيها ليرتفع مستوى الإنتاج أى أن مهمته تنحصر في تغيير نسبة الجين وإيجاد تراكيب وراثية مختلفة من هذه الجينات التي تكون في صالحه. إذا ماذا يقصد بالتكرار الجيني G. frequency في العشيرة؟

عرف كل من طنطاوى (١٩٧٧) حسن جلال (١٩٨٣) و Falconer and Mackay (1966) تكرر الجين بانه توضيح ما إذا كان هذا الجين نادراً فى العشيرة أو متوفراً بالنسبة لأليلاته الأخرى الموجودة فى نفس العشيرة . وعادة ما يرمز للتكرار الجيني بالرمز (P) أو (q) وتتراوح قيمته ما بين صفر وواحد صحيح . فإذا فرضنا أنه يوجد زوج من الأليلات هما A ، a فإن هناك ثلاثة تراكيب وراثية ممكنة بالنسبة لهذا الزوج من الأليلات - وإذا فرضنا أنه يوجد N من الأفراد فإن :

D = عدد الأفراد منها ذات التركيب الوراثي المتماثل للعامل السائد Dominant
R = عدد الأفراد منها ذات التركيب الوراثي المتماثل للعامل المتنحي Recessive .

H = عدد الأفراد منها ذات التركيب الوراثي Hetero .

وعلى ذلك يمكن تمثيل هذه العشيرة بالاتي :

التركيب الوراثي	AA	Aa	Aa	مجموع الأفراد
عدد الأفراد	D	H	R	N

ويشاهد من ذلك وجود ثلاثة تراكيب وراثية مختلفة فى حين لا يوجد إلا أليلين فقط هما A ، a .

ولمعرفة التكرار الجيني لكل من الجينين (الأليلين) A ، a يؤخذ فى الاعتبار أن كل فرد من الأفراد المتماثلة للجين السائد A يحتوى فى تركيبه على اثنين من الأليلات أى تركيبه AA وأن الأفراد غير المتماثلة ذات التركيب الوراثي Aa تحتوى على أليل واحد فقط A ولذلك فإن التكرار الجيني يكون كالتالي فى هذه المجموعة:

$$P \text{ or } (q)_A = \frac{D + \frac{1}{2}H}{N} = \frac{2D + H}{2N}$$

$$q \text{ or } (1 - q)_a = \frac{R + \frac{1}{2}H}{N} = \frac{2R + H}{2N}$$

ويلاحظ أن مجموع التكرار الجيني لكل من الأليل A، a لابد وأن يساوى واحد صحيح وذلك تحت ظروف التزاوج العشوائى أى أن:

$$p + q = 1$$

$$\text{or } q + (1 - q) = 1$$

١-٣-٣. أولاً تكرار الجين فى حالة وجود موقع وراثى واحد One locus ذو الأليلين وعدم وجود سيادة:

يمكن حساب تكرار الجين فى موقع ما بمعرفة أعداد أو نسب الأفراد الحاملين للتركيب الوراثية المختلفة لهذا الجين وبالتالي يمكن حساب نسبة المواقع المشغولة بالأليل ما إلى نسب مواقع الجين الكلية (فى الموقع الوراثى الواحد). وتكون هذه النسبة تكرار الجين أى تكرار هذا الأليل . ويرمز لتكرار أحد الأليلات بالرمز (p) وتكرار الأليل الآخر بالرمز (q) أو بالرمز (q) للأليل الأول وبالرمز (1-q) للأليل الآخر .

مثال ١: ذكر Falconer and Mackay (1996) المثال التالى

قطيع (عشيرة) مكونة من ١٠٠ فرد (حيوان) ويكون تكوينها الوراثى على

النحو التالى :

التركيب الوراثى	A ₂ A ₂	A ₁ A ₂	A ₁ A ₁	المجموع
عدد الأفراد:	١٠	٦٠	٣٠	١٠٠
عدد الأليلات A ₁ :	-	٦٠	٦٠	١٢٠
عدد الأليلات A ₂ :	٢٠	٦٠	-	٨٠

ويكون تكرار الجين (الأليل) $(p) = A_1$

$$= \frac{2 \times \text{عدد الأفراد الأصلية لهذا الأليل} + \text{عدد الأفراد الخليطة}}{2 \times \text{العدد الكلي لأفراد العشيرة}}$$

$$= \frac{2 \times 30 + 60}{200} = \frac{120}{200} = 0.6 \text{ أى } 60\%$$

ويكون تكرار الجين (الأليل) $q = A_2$

$$= \frac{2 \times 10 + 60}{200} = \frac{80}{200} = 0.4 \text{ أى } 40\%$$

ويمكن كتابة معادلة تكرار الجين على هذه الصورة :

$$\text{تكرار الجين} = \frac{\text{عدد الأفراد الأصلية لهذا الأليل} + \frac{1}{2} \text{ عدد الأفراد الخليطة}}{\text{عدد الأليلات الكلية}}$$

وتكون هذه المعادلة فى حالة وجود الأفراد فى صورة أعداد .

أما وجود التركيب الوراثى للأفراد على صورة نسب فيجعل هذه المعادلة

على الصورة التالية:

تكرار الجين = نسبة الأفراد الأصلية لهذا الأليل + $\frac{1}{2}$ نسبة الأفراد الخليطة له .

فمثلا لو أن العشيرة السابقة على هذه الصورة :

A_1A_1	A_1A_2	A_2A_2
0.30	0.60	0.10

فيكون تكرار الجين $p = A_1 = 0.30 + 0.60 \times \frac{1}{2} = 0.6$

وتكرار الجين $q = A_2 = 0.4$

وكما ذكرنا سابقا فإنه يلاحظ أن مجموع تكرار التراكيب الوراثية = الواحد

الصحيح دائما . وكذلك مجموع تكرار الجين $(p + q) =$ الواحد الصحيح دائما

وذلك تحت التزاوج الاعباطى .

وفى العشائر التى يكون تركيبها الوراثى متماثل (أصيلة لتركيب معين) يكون تكرار الجين بها إما واحد صحيح أو صفر . حيث سيكون جميع الأفراد ذو تركيب إما A_1A_1 أو A_2A_2 .

مثال ٢:

فى أبقار الشهورتهورن فى عشيرة عددها ١٠٠ فرد كان توزيعهم كالتالى:

١- عدد الأفراد الحمراء $WW = 70$

٢- عدد الأفراد الطوية $Ww = 20$

٣- عدد الأفراد البيضاء $ww = 10$ - احسب تكرار الأليل W والأليل w

الحل

♀ \ ♂	W	w
WW	140	Zero
Ww	20	20
ww	Zero	20
Σ	160	40

$$(q) W = \frac{2D + H}{2N} = \frac{160}{200} = 0.8$$

$$(1 - q) w = \frac{2R + H}{2N} = \frac{40}{200} = 0.2$$

أو بتطبيق الحالة الثانية:

$$p = \frac{D + \frac{1}{2}H}{N} = \frac{70 + 10}{100} = 0.8$$

$$q = \frac{R + \frac{1}{2}H}{N} = \frac{10 + 10}{100} = \frac{20}{100} = 0.2$$

$$\therefore p + q = q + (1 - q) = 0.8 + 0.2 = 1$$

أى أن تكرار الأليل W هو q ويساوى نسبة عدد المواقع المشغولة بالأليل W إلى المواقع الكلية ويساوى 0.8 .

وتكرار الأليل w يساوى $(1-q)$ ويساوى نسبة عدد المواقع المشغولة بالأليل w إلى عدد المواقع الكلية ويساوى ٢, ٠ .

$$q + (1 - q) = 1 \text{ ومجموع تكرار الأليلين هو}$$

ومهمة مربى الحيوان هو تغير نسبة المواقع المشغولة بالأليلات أى زيادة نسبة المواقع المشغولة بالأليل الذي يظهر الصفة المرغوبة وتقليل نسبة المواقع المشغولة بالأليل الغير مرغوب فمثلا لتحسين وزن الجسم فى الفئران يجب أن نقلل نسبة المواقع المشغولة بالأليل (d) الذي يسبب القزامة ولإنتاج أبقار شورتهورن حمراء يجب التخلص من المواقع المشغولة بالأليل (w) الذي يظهر اللون الأبيض ولإنتاج دجاج له عرف وردى يجب التخلص من المواقع المشغولة بالأليل (I) الذي يظهر العرف المفرد .

وبلاحظ أن مثال أبقار الشورتهورن السابق يمثل التكرار الجينى فى حالة انعدام السيادة - كما يلاحظ أيضا أن عدد التراكيب الوراثية مساويا لعدد الأشكال المظهرية .

مثال ٢:

وجدت النسب الآتية فى قطيع من أبقار شهورتهورن اللحم ٦٤, ٠ WW + ٣٢, ٠ Ww + ٠٤, ٠ ww - فهل هذه العشيرة متزنة أم لا؟

الحل

$$qW = 0.8 \quad (1-q)w = 0.2$$

وفى حالى التزاوج العشوائى بين مجموعتين من تلك الحيوانات

$$(0.8W+0.2w) \text{ نحصل على نسبة التراكيب الوراثية التالية}$$

$$(0.8W+0.2w)^2 = (0.64WW+0.32Ww+0.04ww)$$

وهى نفس النسب التى بدأنابها فى المثال .

وتسمى $(0.8 W + 0.2 w)$ التوزيع الجاميطى او الجينى Gametic array وبتربيعها نحصل على ما يسمى بتوزيع التراكيب الوراثية Genotypic array أو التوزيع الزيجوتى Zygotic array و $(0.64 WW + 0.32 Ww + 0.04 ww)$. وإذا كان التزاوج عشوائى بين أفراد العشيرة فان التكرار الجينى يظل ثابتا من جيل إلى آخر فى حالة انعدام القوى التى تؤثر على التكرار الجينى وهى (الطفرة -الصدفة -الهجرة -الانتخاب).

٤.٣- التلقيح العشوائى Random mating

وهو تزاوج جميع أفراد العشيرة بنفس الفرصة أى أن لكل ذكر فى المجموعة نفس الفرصة أن يلقح أى بقرة ولكل بقرة نفس الفرصة أن تتلقح من أى ذكر بدون تحيز . وعليه يكون مربع التوزيع التزاوجى (الجاميطى) Mating array مساويا للتوزيع الزيجوتى Zygotic array

٤.٣-١. ائزان هاردى - واينبرج Hardy-Weinberg Rule

بني علم وراثية العشائر على أساس قاعدة وضعها كل من هاردى بانجلترا و واينبرج بألمانيا كل على حدة عام ١٩٠٨ وتختص هذه القاعدة بالتكرار الجينى لجين معين وتنص على أنه يظل التكرار الجينى ثابتا من جيل إلى آخر فى حالة انعدام العوامل التى تؤثر على تكرار الجين وهى (الطفرة - الصدفة - الهجرة - الانتخاب) والتزاوج يتم عشوائيا بين أفراد العشيرة وتسمى العشيرة فى هذه الحالة عشيرة متزنة (أو فى حالة ائزان هاردى - واينبرج).

ويمكن معرفة أن العشيرة متزنة أم لا كما يلي:

إذا كانت نسبة الأفراد الخليطة في العشيرة مساوية للقيمة $2pq$ أو القيمة

$2q(1-q)$ حيث q محسوبة كما سبق فإن العشيرة تكون في حالة اتزان .

وبتطبيق ذلك على مثال أبقار شورتهورن اللحم (مثال ٣) السابق نجد أن :

$$2q(1-q) = 2(0.8)(0.2) = 0.32$$

وبما أن الـ $2q(1-q)$ مساوية لنسبة الأفراد الخليطة ∴ العشيرة متزنة

مثال ٤: عشيرة مكونة من $aa=30$ $Aa=50$ $AA=30$ - هل هذه

العشيرة متزنة أم لا ؟

الحل

$$q_A = \frac{2D + H}{2N} = \frac{2(30) + 50}{220} = \frac{110}{220} = 0.5$$

$$(1 - q)_a = \frac{2R + H}{2N} = 0.5$$

وبمقارنة الخليط بالقيمة $2q(1-q)$ نجد أن العشيرة متزنة .

ويلاحظ أن:

١- التوزيع الجامطي $(A^0, 5 + A^0, 5 + a^0, 5)$ - فإذا حدث تزاوج عشوائي بين أفراد

هذه العشيرة نحصل على التوزيع الزيجوتي الآتي :

$$0.25 AA + 0.50 Aa + 0.25 aa$$

وهو مختلف عن التوزيع الزيجوتي الذي بدأنا به وهو AA^{30} ، Aa^{50} ، aa^{30}

ولو تركت هذه العشيرة $(A^0.5 + a^0.5)$ تتزاوج عشوائيا لمدة جيل واحد

ستصل إلى حالة الاتزان وهو $0.25AA + 0.50Aa + 0.25aa$ وستظل

هكذا طالما أن التلقيح عشوائي ولم يتغير تكرار الجين .

٢- مقارنة نسبة الخليط بالقيمة $2q(1-q)$ قد لا تكون قاعدة ثابتة فى كل الأحوال حيث نجد أننا لو قارنا نسبة الخليط فى المثال السابق AA^{30} ، Aa^{50} ، aa^{30} بالقيمة $2q(1-q)$ لوجدناهما متساويتان .

مثال ٤:

هل العشيرة $aa^{50} + Aa^{20} + AA^{30}$ متزنة؟

الحل

$$qA = \frac{D + \frac{1}{2} H}{N} = \frac{30 + 10}{100} = 0.4$$

$$\therefore (1 - q) = 0.6$$

$$2q(1 - q) = 0.48$$

وبما أن الـ $2q(1-q)$ لا تساوى نسبة الأفراد الخليط $\therefore$ العشيرة غير متزنة .
ولكن فى حالة ترك تلك العشيرة تتزاوج عشوائيا فانها سوف تصل الى حالة الاتزان بعد جيل .

إذا أخذت الذكور من عشيرة والإناث من عشيرة أخرى فيتم حساب تكرار الجين للذكور وللإناث ثم يتم مزاجتهما عشوائيا وحساب التوزيع الجاميى والزيجوتى كما هو موضح فى المثال التالي:

مثال ٥:

إذا أخذت الذكور من عشيرة توزيعها الزيجوتى هو :

$$0.20AA + 0.20Aa + 0.60aa$$

بينما أخذت الإناث من عشيرة أخرى توزيعها الزيجوتى هو :

$$0.16AA + 0.48Aa + 0.36aa$$

فما هو التوزيع الجاميطى والزيجوتى للعشيرة الناتجة من تزاوجهما عشوائيا؟ وهل هذه العشيرة فى حالة اتزان هاردى - واينبرج أم لا؟

الحل

عشيرة الذكور	$qA = 0.3$	$(1-q)_a = 0.7$
عشيرة الإناث	$qA = 0.4$	$(1-q)_a = 0.6$

وبوضع الذكور والإناث فى توزيع هندسي كالتالي :

♀	♂	$qA = 0.3$	$(1-q)_a = 0.7$
$qA = 0.4$	AA	0.12	Aa 0.28
$(1-q)_a = 0.6$	Aa	0.18	Aa 0.42

AA	Aa	Aa	∴
q^2	$2q(1-q)$	$(1-q)^2$	
0.12	0.46	0.42	

التوزيع الزيجوتى هو $aa \cdot ٠.٤٢ + Aa \cdot ٠.٤٦ + AA \cdot ٠.١٢$

∴ التوزيع الجاميطى هو $a \cdot ٠.٦٥ + A \cdot ٠.٣٥$

$$A = AA + \frac{1}{2} Aa = 0.12 + 0.23 = 0.35$$

$$a = aa + \frac{1}{2} Aa = 0.42 + 0.23 = 0.65$$

وفى المثال السابق نجد ان نسبة الخليط فى العشيرة الناتجة هى ٠.٤٦، وهى

تختلف عن نسبة الخليط فى عشيرة الاباء ولا تساوى $2q(1-q)$ والتي تساوى

٠.٤٥، وعلى ذلك فان العشيرة الناتجة ليست فى حالى اتزان ولكن سوف يحدث

الاتزان فى الجيل التالى اذا كان التزاوج عشوائى

٢-٣-٣. ثانيا حساب التكرار الجيني فى حالة السيادة التامة:

والتي يلاحظ فيها مجموعتين من الأشكال المظهرية (وليس ثلاثة كما فى حالة انعدام السيادة) أحدهما خاص بالتركيب الوراثى المتنحى المتماثل والآخر خاص بالتركيب الوراثى السائد المتماثل وغير المتماثل (أى الخليط لأنه يظهر بنفس مظهر الأفراد المتماثلة فى هذه الحالة).

والمثال عليها هو اللون فى ماشية الأبردين أنجس حيث يتحكم فى اللون زوج من الأليلات أحدهما R الخاص باللون الأسود والآخر r الخاص باللون الأحمر. مع العلم أن الأليل R سائد سيادة تامة على الأليل r ولذلك تكون التراكيب الوراثية كالتالى:

المجموع	Rr	RR	التركيب الوراثى
G	R	D	تراكيب الشكل المظهرى

يقدر التكرار الجيني للأليل المتنحى كالتالى:

$$(1 - q)_r = \sqrt{\frac{R}{G}} \quad \text{مندور وشرف (٢٠١٠)}$$

$$\frac{R}{G} = (1 - q)^2 \quad \text{وتكون}$$

بينما التكرار الجيني للأليل السائد يكون تكراره:

$$q_R = 1 - \sqrt{\frac{R}{G}}$$

مثال ٧:

فى إحدى سلالات الأبقار وجد أنه يولد عجل أعمى لكل ٢٠٠ عجل مولود فى العشيرة - فإذا علمنا أن صفة عدم وجود العمى P سائدة سيادة تامة على وجود العمى p - فما هو التكرار الجاميضى والزيجوتى لهذه العشيرة؟

الحل:

المجموع	pp	Pp	PP	التركيب الوراثي
G200	R1	D199		تراكييب الشكل المظهرى

$$(1-q)_p = \sqrt{\frac{R}{G}} = \sqrt{\frac{1}{200}} = 0.071$$

$$\frac{R}{G} = (1-q)^2 \text{ وتكون}$$

بينما التكرار الجينى للأليل السائد يكون تكراره:

$$q_p = 1 - \sqrt{\frac{R}{G}} = 1 - 0.071 = 0.929$$

ويمكن معرفة اتران العشيرة من عدمه فى هذه الحالة من المعادلة التالية:

$$\frac{H}{\sqrt{D \times R}} = 2$$

$$\therefore H = 2 \sqrt{D \times R}$$

حيث أن:

D = نسبة الأفراد المتماثلة السائدة .

R = نسبة الأفراد المتماثلة المتنحية .

H = نسبة الأفراد الخليطة .

أى أنه إذا كان حاصل قسمة نسبة الأفراد الخليطة على حاصل ضرب جذر

الأفراد المتماثلة = ٢ فإن العشيرة تكون فى حالة اتران والعكس صحيح .

٣.٣.٣- ثالثا تكرار الجين لموقع وراثى واحد ذو أليالات متعددة -Poly allelic

ويكون تكرار الجين فى هذه الحالة هو نسبة وجود هذا الجين (الأليل) إلى

نسبة وجود الأليالات كلها فى الموقع .

مثال ٨:

لو وجد جين A وله ثلاثة أليلات هي A_1, A_2, A_3 فتكون التراكيب الوراثية لهذه الأليلات الثلاثة - ومع حصر عدد الأفراد الحاملة لكل تركيب منهم كما يلي:

A_1A_1	A_2A_2	A_3A_3	A_1A_2	A_1A_3	A_2A_3
٢٥	١٥	٢٠	١٠	٢٠	١٠

ويكون إجمالي عدد أفراد العشيرة هو ١٠٠ فرد ويكون مجموع الأليلات الثلاثة هو ٢٠٠ أليل .

وهنا يحسب تكرار الجين لأى منهم كما يلي:
تكرار الجين (الأليل)

$$= \frac{\text{عدد الأفراد الأصلية لهذا الأليل} + \frac{1}{2} \text{ عدد الأفراد الخليطة لهذا الأليل}}{\text{عدد الأفراد الكلية}}$$

$$P_1 = A_1 = \frac{25 + \frac{1}{2}(20 + 10)}{100} = 0.40$$

$$P_2 = A_2 = \frac{15 + \frac{1}{2}(10 + 10)}{100} = 0.25$$

$$P_3 = A_3 = \frac{20 + \frac{1}{2}(20 + 10)}{100} = 0.35$$

يلاحظ أن مجموع تكرار الأليلات للموقع الواحد $(A_1 + A_2 + A_3) = 1$ صحيح.

٣-٤. تكرار الجين فى حالة أكثر من موقع وراثى واحد More than one locus

حساب تكرار الجين فى هذه الحالة يكون بنفس الطريقة فى حالة موقع واحد ولكن بعد جمع التراكيب الأصلية وكذلك الخليطة لهذا الجين كما يلي:

مثلا لو فرض أن هناك موقعان A, B كل منهما له أيلان أى , (A_1, A_2) و (B_1, B_2) وتكون الجاميطات الناتجة كما يلي :

$A_1 A_1, A_1 A_2, A_2 A_2$ وعلى ذلك تنتج ٩ تراكيب وراثية فلو فرض أن قطيع عدده ١٠٠ حيوان موزعة على التسع تراكيب الناتجة كما يلي:

$A_1 A_1 B_1 B_1$	10	$A_1 A_2 B_1 B_2$	5	$A_2 A_2 B_2 B_2$	10
$A_1 A_1 B_1 B_1$	15	$A_1 A_2 B_1 B_2$	10	$A_2 A_2 B_2 B_2$	20
$A_1 A_1 B_1 B_1$	10	$A_1 A_2 B_1 B_2$	5	$A_2 A_2 B_2 B_2$	15

ويكون عدد الأفراد الأصلية فى الجين A_1 مثلا $35 = 10 + 15 + 10$
فرد والأصلية للجين $A_2 = 45$ فرد ومجموع الأفراد الأصلية للأليلين A_1
 $A_2 = 20$.

$$\text{وبذلك يكون تكرار الجين } A_1 = \frac{20 \times 1/2 + 35}{100} = 0.45$$

$$\text{ويكون تكرار الجين } A_2 = \frac{20 \times 1/2 + 45}{100} = 0.55$$

ومجموع تكرار الجين للموقع الأول $0.55 + 0.45 = 1$ وبنفس الطريقة يمكن حساب تكرار الجين للموقع الثانى كما يلي :

حيث عدد الأفراد الأصلية فى الجين B_1 مثلا $25 = 10 + 15$ والجين $B_2 = 30$ فرد ومجموع الأفراد الخليطة لهم 45 .

$$\text{ويكون تكرار الجين } B_1 = \frac{25 \times 1/2 + 45}{100} = 0.475$$

$$\text{ويكون تكرار الجين } B_2 = \frac{30 \times 1/2 + 45}{100} = 0.525$$

ويلاحظ إننا نتعامل مع كل موقع وراثى على حدة بغض النظر عن وجود الموقع الآخر أو المواقع الأخرى . أى أن تكرار الجين يتم حسابه فى كل موقع على حدة لكل جين من المعادلة التالية:

$$\text{تكرار الجين} = \frac{\text{عدد الأفراد الأصلية لهذا الأليل} + \frac{1}{2} \text{ عدد الأفراد الخليطة}}{\text{عدد الأليلات الكلية}}$$

٢.٤.٢. **اتزان العشيرة فى حالة أكثر من موقع وراثى** More than one locus

بفرض وجود موقعين A, B وبهما الأليلين (A_1, A_2) (B_1, B_2)

A_1B_1	A_1B_2	A_2B_1	A_2B_2	ويكون الجاميطات الناتجة هى
r	s	T	U	وتكرار الجاميطات هو

وتتزن هذه العشيرة فى هذه الحالة عند $ru = st$ أى عند تساوى حاصل ضرب تكرارات الجاميطات النقية مع حاصل ضرب تكرارات الجاميطات الخليطة . ويكون الفرق بين هاتين المقدارين أى $d = ru - st$ معبرا عن البعد فى حالة الاتزان لهذه العشيرة .

ومع حدوث التزاوج العشوائى لهذه العشيرة يقل الفرق بمقدار النصف كل جيل من أجيال التزاوج . ويراعى أنه كلما زاد عدد المواقع موضع الاعتبار تقل سرعة وصول العشيرة إلى الاتزان (Falconer and Mackay 1996) .

٣-٤-٣. اتزان العشيرة فى حالة أكثر من موقع وراثى وبينهما ارتباط وراثى:

تناسب سرعة وصول العشيرة إلى حالة الاتزان ($d = ru - st$) عكسياً مع درجة الارتباط الموجودة بين الموقعين . وذلك لان زيادة الارتباط يقلل من معدل العبور وبالتالي تقل سرعة الوصول إلى الاتزان .

ويحسب البعد عن حالة الاتزان فى هذه الحالة كما يلى:

$$dt = (1-c)t \quad d \quad t-1 \quad \text{حيث } c \text{ هى نسبة الاتحادات الجديدة بين الموقعين ، } t$$

هو رقم الجيل ، $t-1$ رقم الجيل السابق وعلى ذلك فلو كانت $c = 1/4$ فإننا نحتاج إلى أربع أجيال للوصول إلى الاتزان . وإذا كانت $c = 1$ ، فإننا نحتاج الى عشرة أجيال للوصول إلى حالة الاتزان . أى أنه لابد من وصول العشيرة إلى حالة الاتزان (وجود التزاوج العشوائى) مهما كانت درجة الارتباط بين جينين معينين على حسب معدل العبور .

٣-٥-٣. خامسا تكرار الجين فى حالة الجينات المرتبطة بالجنس Sex - Linked genes

من المعلوم أن الذكر فى معظم الحيوانات الزراعية يكون غير متمائل الأليلات بالنسبة لكروموسوم الجنس حيث يكون تركيبه (XY) ومن المعروف ان الكروموسوم Y لا يحمل جينات وبالتالي فإن الجينات المرتبطة بالجنس تكون على الكروموسوم X . وحيث أن تركيب الأنثى يكون متمائل (XX) ولذا فإن الذكر يحصل على الجينات المرتبطة بالجنس من أمه . ولكن الأنثى تحصل على الجينات المرتبطة بالجنس من كلا الأبوين بالتساوى وعلى ذلك فإن تكرار الجين المرتبط بالجنس يكون نفس تكرار الجين فى الإناث فى الجيل السابق (أمهاتهم) وذلك للذكور أما الإناث فإن تكرار الجين المرتبط بالجنس لها فيساوى متوسط تكرار

الجين في ذكور وإناث الجيل السابق (الأبوين). أى $P_{f1} = P_{m2}$ (حيث P_{m2} تكرار الجين لذكور الجيل الثانى وحيث P_{f1} = تكرار إناث الجيل الأول)

ويكون $P_{f2} = \frac{P_{m1} + P_{f1}}{2}$ (حيث P_{f2} تكرار الجين لإناث الجيل الثانى، P_{m1} تكرار ذكور الجيل الأول).

أى أن ثلثي الجينات المرتبطة بالجنس تحملها الإناث والثلث فقط من هذه الجينات يحمله الذكر غالبا ولحساب الجين المرتبط بالجنس نفرض أن الجنس غير متماثل الجينات هو الذكور كما فى الحيوانات فإذا فرض أن الأليلان هما A_1 , A_2 فى الفرد الغير متماثل التركيب (الذكور) وأن تكرار كل منهما هو p , q على التوالى وأن تكرار التراكيب الوراثية للجنسين بالنسبة لهذا الجين المرتبط بالجنس هى كما ذكر (Falconer and Mackay (1996) كما يلى :

الذكور	الإناث	الجنس
A_1, A_2	$A_1 A_1, A_1 A_2, A_2 A_1, A_2 A_2$	التركيب الوراثي
R, S	P, H, Q	تكرار التراكيب الوراثية

وحيث أن الجين A_1 هو الذى يحمل الجينات المرتبطة بالجنس ولذا فإن:

تكرار الجين فى الذكور $R =$ نفس تكرار إناث الجيل السابق أى $P_{m1} =$

P_{f1} ويكون تكرار نفس الجين فى الإناث $P_{f2} = P + \frac{1}{2} H$ أى يساوى

متوسط تكرار الجين فى ذكور وإناث الجيل السابق .

وعلى ذلك فإن تكرار الجين المرتبط بالجنس فى هذه العشيرة (P) كما ذكر

Pirchner, (1980) يكون كالتالى :

$$P = \frac{2}{3} (P_{f2}) + \frac{1}{3} (P_{m2}) = \frac{1}{3} (2P_{f2} + P_{m2})$$

$$= \frac{1}{3} (2P + H + R)$$

وعند وجود التزاوج العشوائى فى العشيرة وفى حالة تساوى تكرار الجين فى كل من الإناث والذكور فإن تكرار التراكيب الوراثية يكون على النحو التالى :

الجنس	الإناث			الذكور	
التركيب الوراثى	$A_1 A_1$	$A_1 A_2$	$A_2 A_2$	A_1	A_2
تكرار التراكيب الوراثية	P^2	$2pq$	q^2	p	Q

حيث p تكون تكرار الجين A_1 ، q تكرار الجين A_2 .
مثال ٩:

لحساب تكرار الجين المرتبط بالجنس فى العشيرة التالية :

الجنس	الإناث			الذكور	
التركيب الوراثى	$A_1 A_1$	$A_1 A_2$	$A_2 A_2$	A_1	A_2
تكرار التراكيب الوراثية	0.36	0.48	0.16	0.60	0.40

ويكون تكرار الجين A_1 المرتبط بالجنس فى الإناث = $36 + 48 \times \frac{1}{2}$

$$= 60, ٤٨$$

ويكون تكرار الجين A_1 المرتبط بالجنس فى الذكور = 60 ،

ويكون التكرار لهذا الجين فى هذه العشيرة عامة = $\frac{1}{3}$

$$= (٢ \times ٣٦ + ٤٨ + ٦٠) = ٦٠$$

وذلك حسب القوانين السابقة .

وفى حالة تساوى تكرار الجين المرتبط بالجنس فى الإناث والذكور وليكن

تكرار الجين ٥ ، مثلا فتكون نسبة التراكيب الوراثية كما يلى:

الجنس	الإناث			الذكور	
التركيب الوراثى	$A_1 A_1$	$A_1 A_2$	$A_2 A_2$	A_1	A_2
تكرار التراكيب الوراثية	P^2	$2pq$	q^2	p	Q
أى	0.25	0.50	0.25	0.50	0.50

ويمكن حساب تكرار الجين في هذه العشيرة بنفس الطريقة السابقة ويكون
٥, ٠ (لأنه يوجد تزاوج عشوائي).

٣-٤-٤. اتزان العشيرة في حالة الجينات المرتبطة بالجنس - Sex linked gene

إذا كانت تكرارات الجينات المرتبطة بالجنس في الذكور (pm) تختلف عنه
في الإناث (pf) فإن العشيرة تكون في حالة عدم اتزان. ويمثل البعد عن حالة
الاتزان الفرق بين تكرار الجين المرتبط بالجنس في كلا من الجنسين.

أى $d = pf - pm$ حيث أن (pm , pf) تكرار الجين المرتبط بالجنس في عشيرة
الأبناء) وعلى ذلك فإن :

$$d = pf - pm = \frac{1}{2} (pm_1 + pf) - pf_1 = \frac{1}{2} (pf - pm_1)$$

(Pirchner, 1980)

(حيث أن pm_1, pf_1 هو تكرار الجين المرتبط بالجنس في عشيرة الأباء).

ويقل مقدار هذا الفرق بمقدار النصف في كل جيل من التزاوج العشوائي
حتى تصل العشيرة إلى الاتزان عند تساوى تكرار هذا الجين في كلا الجنسين.

مثال ١١:

احسب عدد الأجيال اللازمة للوصول بالعشيرة إلى حالة الاتزان إذا علمت أن
تكرار الجين المرتبط بالجنس في الإناث والذكور هو ١ ، صفر على الترتيب
(التزاوج العشوائي). **الحل**

حيث أن تكرار الجين المرتبط بالجنس $pf = 1$, $pm = 0$ وحيث أن الابن الذكر
يكون تكرار الجين به هو نفس تكرار الجين في أمه **فيكون كما يلي:**

الفرق d	Pf	pm	
+1	1	0	قطيع الأبناء
-0.5	0.5	1	الجيل الأول
+0.25	0.75	0.5	الجيل الثانى
0.01	0.67	0.66	وهكذا يكون الجيل السادس

وأن تكرار هذا الحين فى الإناث يكون متوسط تكرار الجين فى كلا الأبوين ، ومن الواضح إننا نحتاج إلى حوالى ٨ أجيال للوصول إلى تساوى التكرار فى الجنسين أى الاتزان بالعشيرة . ويلاحظ أن الفرق فى هذا المثال أكبر ما يمكن ولذا فإن عدد الأجيال اللازمة فى أى حالة أخرى من عدم الاتزان ستكون أقل من هذا المثال .

٣-٥-٥. الاستفادة من حالة اتزان العشيرة :

من المعروف أن تكرار التراكيب الوراثية (التوزيع الزيجوتى Zygotic array) فى العشائر يساوى مربع (تربيع) تكرار الجاميطات (تكرار الجين) Gametic array وهكذا من جيل إلى آخر .

ويمكن الاستفادة من هذه القاعدة فى العشائر التى لا يمكن التمييز بين أفرادها التى تحمل التراكيب الوراثية الثلاثة مظهريا (المظهر الخارجى للأفراد) كما فى حالة السيادة التامة حيث يكون المظهر الخارجى واحد للتركيبين الأصيل السائد والخليط . وفى وجود حالة الاتزان ومعرفة تكرار أحد التركيبين الوراثيين الأصيلين ذلك يكفى لمعرفة تكرار الجين بالعشيرة وهذا يفيد فى:

- ١ . معرفة تكرار الجينات المتنحية التى تعتبر فى معظم الأحوال عوامل مميتة أو شبة مميتة أو ضارة بصفة عامة (q2) .

٢. أيضا معرفة تكرار التراكيب الوراثية الخليطة ($2pq$) أى الحاملة للعامل المتنحى وهو الأهم حتى يمكن استبعادها من العشيرة.

مثال ١٢:

إذا علمت أنه يوجد جين متنحى فى موقع وراثى فى الماشية وهو يسبب مرض الاستسقاء فى العجول الحديثة الولادة. ومعدل حدوث هذا المرض هو عجل واحد من بين كل عجل والمطلوب حساب تكرار الجين المسبب لهذا المرض وتحديد أفضل طريقة يمكن بها التخلص من هذا المرض بالعشيرة.

الحل:

بافتراض أن هذه العشيرة تتزاوج عشوائيا وأنها متزنة فإن تكرار الجين المتنحى q يكون مساويا للجزر التربيعى لتكرار حدوث هذا التركيب الوراثى المتنحى وتكون قيمه تكرار هذا الجين هى :

$$q = \sqrt{0.04} = 0.2$$

وتكرار الجين السائد $p = (1-q) = 0.8$

وتكون نسبة الأفراد الحاملة لهذا الجين (الخليطة) $2pq = 2 \times 0.2 \times 0.8 = 0.32$

وعلى ذلك فإن فى كل ١٠٠ عجل مولود يكون بهم ٤ عجل مصابين بهذا المرض فى حين أنه يوجد عدد ٣٢ عجل تحمل هذا المرض بصورة خليطة. ولذا فإن أفضل طريقة هى التخلص من الأفراد الخليطة الحاملة للمرض. لأن هذه الطريقة أفضل فاعلية من التخلص من العجل المريض بهذا المرض فقط. يمكن معرفة الأفراد الحاملة لهذا المرض بصورة خليطة عن طريق استخدام التلقيح مع التركيب المتنحى أى $A_1A_2 \times A_2A_2$ حيث ينتج من هذا التلقيح أفراد متنحية أصيلة A_2A_2 .

٣-٤-٦. العوامل التي تؤثر على الخصائص الوراثية للعشيرة من جيل إلى آخر:
١- حجم العشيرة: حيث يتعرض تكرار الجين للتباين العيني (Sampling variance) بين الأجيال المتعاقبة والذي يتناسب حجمه عكسيا مع حجم عشيرة الأباء . ويعرف هذا التأثير بتأثير الصدفة chance ويمكن التغلب عليه بزيادة حجم العشيرة .

٢- الهجرة والطفرة والانتخاب (سيأتى ذكر ذلك فيما بعد).

٣- اختلاف الأفراد فى درجة الخصوبة والحيوية: حيث تؤثر الخصوبة Fertility ودرجة الحيوية Viability على مقدار ما يساهم به كل مجموعة من الأفراد فى أعداد الجاميطات التى يتكون منها أفراد الجيل الثانى وأيضا درجة خصوبة ودرجة حيوية الأفراد الناتجة حيث يسبب ذلك نوع من الانتخاب الطبيعى .

٤- نظام التزاوج: إذا لم يكن نظام التزاوج عشوائيا فى العشيرة فإن ذلك سوف يحدث تغيير فى العشيرة الوراثية وذلك لان التركيب الوراثى للأباء المتزاوجة هو الذى يحدد تركيب الأبناء الناتجة .

٣-٤-٧. المتوسط والتباين فى العشيرة التى تتزاوج عشوائيا:

Mean and variance in a random mating population
تعتبر القيمة المظهرية هى القيمة الملاحظة لصفة ما عند قياسها على الفرد . وهذه القيمة هى محصلة العوامل الوراثية المؤثرة على الصفة وكذلك العوامل البيئية المؤثرة على الصفة بالإضافة الى التفاعل بين الوراثة والبيئة وغالبا ما نجد ان التأثير الوراثى يخلف من بيئة الى أخرى فمثلا أبقار الهولشتين فريزيان الامريكية فد تعطى كمية لبن فى ٣٠٥ يوما فى موطنها فى المتوسط ١٠٠٠٠ طن

فى الموسم بينما تعطى هذه الابقار فى مصر فى حدود ٥٠٠٠ طن فى الموسم لذا فان هذا الفرق يرجع الى الظروف البيئية حيث ان التركيب الوراثى واحد .

وعلى ذلك فإذا رمزنا للمظهر الخارجى (القيمة المظهرية) Phenotype بالرمز (P) وللتركيب الوراثى (ما يحمله الفرد من وراثة) Genotype بالرمز (G) وللبيئة (تأثير الظروف البيئية) Environment بالرمز (E) فإنه يمكن التعبير عن المظهر الخارجى لأى فرد كما يلى :

$$P = G + E \dots \dots \dots (1) \text{ Falconer and Mackay (1996)}$$

٨.٤.٣ القيمة الوراثية Genotypic value

القيمة الوراثية هى الجزء الذى يحدد التركيب الوراثى للفرد من القيمة المظهرية لهذا الفرد . أما الجزء المتبقى من القيمة المظهرية للفرد فتعرف بأنها انحراف البيئة . وعلى ذلك فلا بد أن تتساوى القيمة المظهرية لأى فردين إذا تساوت البيئة والوراثة لهما . وفى العشائر الكبيرة الحجم والمتزنة (اتزان هاردى واينبرج) فإن انحرافات البيئة فى مثل هذه العشائر يكون متوسطها مساويا للصفر وذلك لأنها انحرافات عشوائية . وعلى ذلك فإن القيمة الوراثية للتركيب الوراثية المختلفة فى هذه العشائر تكون مساوية للقيم المظهرية لهذا التركيب (الأفراد ذات التركيب المختلفة) وذلك لان انحرافات البيئة بين هذه الأفراد يكون متوسطها مساويا للصفر . ويمكن كتابة المعادلة السابقة فى هذه الحالة كما يلى :

$$P = G + 0$$

ويمكن تقسيم القيمة الوراثية حسب التعبيرات المختلفة للجينات وهى التجمعى والسيادى والتفوقى وإذا رمزنا للتأثير التجمعى Additive بالرمز

(A) وللتأثير السيادي Dominance بالرمز (D) وللتأثير التفوقى Epistasis بالرمز (I) فإنه يمكن وضع المعادلة الأولى على الشكل التالى :

$$P = A + D + I + E \dots\dots\dots(2)$$

وكثيرا ما تتفاعل أو تتداخل البيئة مع الوراثة لتنتج اثر معين مشترك بينهما يمكن أن نرمز له بالرمز (GE) وهذا الجزء يضاف إلى المعادلة السابقة ولكن لتبسيط الشرح لا نضيفه للمعادلة السابقة .

والمعادلة السابقة تبين مكونات المظهر الخارجى لأى فرد بالنسبة لأى صفة من الصفات وباختلاف هذه المكونات تختلف الأفراد عن بعضها وعلى ذلك يمكن تقسيم تباين القيم المظهرية للأفراد (التباين الظاهرى) أو التباين الكلى بين الأفراد إلى المصادر الآتية كما تناولها كل من (Becker, 1984 and Falconer and Mackay, 1996) :-

- تباين تجمعى Additive variance ويرمز له بالرمز 6_2A

- تباين سيادى Dominance variance ويرمز له بالرمز 6_2D

- تباين تفوقى Epistatic variance ويرمز له بالرمز 6_2I

- تباين بيئى Environmental variance ويرمز له بالرمز 6_2E

ومجموع التباين التجمعى والتباين السيادى والتباين التفوقى يعرف بالتباين الوراثةى Genetic variance ويرمز له بالرمز 6_2G . وعلى ذلك يمكن كتابة معادلة التباين الظاهرى 6_2P Phenotypic variance كما يلى :

$$6_2P = 6_2A + 6_2D + 6_2I + 6_2E \quad (3)$$

$$6_2G = 6_2A + 6_2D + 6_2I$$

$$6_2P = 6_2G + 6_2E \quad (4)$$

وسوف نتناول مكونات التباين الوراثةى والبيئى بشيء من التفصيل فى

الباب الخامس والخاص بالمعالم الوراثةية للعشيرة .

٩.٤-٣. المعنى الكمي (الإحصائي) لتعبيرات الجين Quantitative aspects of gene expression

لكي يتم الربط بين التكرار الجيني وتكرار التراكيب الوراثية من جهة والاختلافات في الصفات الكمية من جهة أخرى لابد أن نضع في الاعتبار القيم المظهرية للأفراد ومن المعروف أن حساب المتوسطات أو التباين المشترك يتم من خلال القيم المظهرية للأفراد . ولذلك فلا بد من فهم المعنى الإحصائي لتعبيرات الجين المختلفة لأنها هي السبيل لتقدم وفهم علم تربية الحيوان .

ولسهولة دراسة الصفات من جيل إلى آخر يجب أن نفترض أن التأثيرات البيئية ثابتة من جيل إلى آخر . ولذلك فإننا نفترض أننا ندرس موقع وراثي واحد وأن جميع متوسط التأثيرات البيئية مساويا للصفر (أي العشيرة متزنة وتزواج عشوائي) .

ويمكن توضيح المعنى الإحصائي لتعبيرات الجين من خلال هذا المثال:
مثال ١٣:

كما ذكر Falconer and Mackay (1996) أنه إذا فرض أن هناك موقع وراثي واحد يؤثر فيه أليلان هما A_1 , A_2 فإنه يوجد ثلاث تراكيب وراثية في العشيرة هي A_1A_1 , A_1A_2 , A_2A_2 وأن هذه الثلاث تراكيب أمكن التعرف عليها وأمكن حصرها من العشيرة بناء على قيمها المظهرية المقاسة على الأفراد (باعتبار أن متوسط التأثيرات البيئية مساويا للصفر) ، وبذلك يمكننا أن نعتبر أن القيم المظهرية للأفراد تكون مساوية لقيم التراكيب الوراثية لهؤلاء الأفراد .

ويمكن أن نستخدم أحد طرق اختزال القيم الوراثية وذلك لسهولة التوضيح والشرح ولتكن طريقة Falconer and Mackay (1996) حيث نفترض أن :

القيمة الوراثية للتركيب الوراثي A_1A_1 $+a$

والقيمة الوراثية للتركيب الوراثي A_2A_2 $-a$

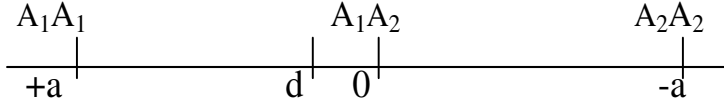
أما القيمة الوراثية للتركيب الوراثي A_1A_2 d

وأن نقطة الوسط بين التركيبين الأصليين هي الصفر .

وعلى ذلك تكون المسافة بين التركيبين الأصليين $2a$

ويفترض أيضا أن التركيب الوراثي A_1A_2 هو الذى يزيد من القيمة كما فى

الرسم التالى :



A_1A_2 والتى تساوى القيمة d يعتمد وقوعها على هذا المقياس على درجة السيادة .

ففى حالة السيادة التامة لأحد الأليلين على الآخر فإن القيمة d تساوى $-a$ أو $+a$. وتكون قيمة d موجبة إذا كان الأليل A_1 سائد سيادة غير تامة على الأليل A_2 . وتكون قيمة d سالبة إذا كانت السيادة الغير تامة للأليل A_2 . وتكون قيمة $d = 0$ صفر إذا كان الأثر تجمعى (أى انعدام السيادة) . أما إذا كانت درجة السيادة فائقة فإن قيمة d تكون أكبر من $(+a)$ أو أقل من $(-a)$ وفى الرسم السابق توضح قيمة d عن وجود سيادة غير تامة للأليل A_1 على الأليل A_2 .

٣-٤-١٠. متوسط العشيرة Population Mean:

٣-٤-١٠-١. أولاً: فى حالة موقع وراثى واحد One locus case :

لمعرفة كيفية تأثير تكرار الجين على متوسط العشيرة نفترض أن تكرار الأليل (A1) هو (p) وتكرار الأليل (A2) هو (q) ، وعلى ذلك فإن متوسط العشيرة يمكن الحصول عليه بضرب القيمة الوراثية لكل تركيب وراثى فى تكرار هذا التركيب ثم الجمع وقسمة الناتج على مجموع تكرارات التركيب الوراثية فى العشيرة كما ذكرها Falconer and Mackay (1996) كالتالى:

التركيب الوراثى	التكرار	القيمة الوراثية	التكرار مضروباً فى القيمة الوراثية
A ₁ A ₁	P ²	+a	+p ² a
A ₁ A ₂	2pq	d	2pqd
A ₂ A ₂	q ²	-a	-q ² a

وبذلك تكون قيمة متوسط العشيرة كالتالى: $\sum F = 1$ (أى مجموع التكرارات) $\sum FX = a(p - q) + 2dpq$

$$\begin{aligned} M &= p^2a + 2pqd - q^2a \\ &= a(p^2 - q^2) + 2pqd \\ &= a(p+q)(p-q) + 2pqd \\ &= a(p-q) + 2pqd \end{aligned} \quad (5)$$

وإذا أضفت قيمة المتوسط (μ) إلى قيمة نقطة المنتصف نحصل على المتوسط الفعلى للعشيرة ويلاحظ ما يلى :

١- أن تأثير أى موقع جينى على متوسط العشيرة يعتمد على جزئين هامين: أولهما الجزء الراجع إلى التركيب الوراثية الأصلية $[a(p-q)]$ وثانيها هو الجزء الراجع إلى التركيب الوراثية الخليطة $(2pqd)$.

٢- متوسط العشيرة فى حالة عدم وجود سيادة يساوى $\mu = a(1 - 2q)$

٣- إن متوسط العشيرة فى حالة وجود سيادة تامة يساوى $\mu = a(1 - 2q^2)$

أى أن متوسط العشيرة يتناسب مع تكرار الجين فى حالة عدم وجود سيادة ويتناسب مع مربع تكرار الجين فى حالة وجود سيادة تامة بالعشيرة .

مثال ١٤؛ ذكر Falconer and Mackay (1996) **المثال التالى:**

يوجد جين (أليل) فى الفئران يسبب وجود صفة القزمية وهذا الجين هو الجين القزمى *dwarfing gene* ويعرف بالاسم *Pygmy* وهو يسبب هذه الصفة إن وجد بصورة متنحية . وقد وجد العالم King عام ١٩٥٥ أن متوسط وزن الفئران التى تحمل هذا الجين للتراكيب الوراثية الثلاثة عند عمر ستة أسابيع كما يلى :

التركيب الوراثى	A_1A_1	A_1A_2	A_2A_2
الوزن بالجرام	14	12	6

حيث أن A_2 ترمز للأليل المسبب للقزمية وأن تكراره = ٠.١ .

الحل :

نظرا لان هذه الأوزان هى متوسطات لأعداد كبيرة من الفئران الموضوعة تحت الظروف البيئية العادية ولذا فإن يمكن اعتبار أن هذه القيم المظهرية هى القيم الوراثية للتراكيب المختلفة (حيث أن متوسط انحراف البيئة = صفر) . وبذلك يمكن حساب القيمة الوراثية للتراكيب الوراثية الثلاثة كانحراف عن نقطة الوسط كما يلى :

$$\text{نقطة الوسط} = (14 + 6) / 2 = 10$$

$$+a: 14 - 10 = 4$$

$$-a : 6 - 10 = -4$$

$$d : 12 - 10 = 2$$

وحيث أن تكرار جين القزمية $A_2 = 0.1$ فيكون تكرار $A_1 = 0.9$.

فيكون متوسط العشيرة كانحراف عن نقطة الوسط هو :

$$\begin{aligned} \mu &= a (p - q) + 2dpq \\ &= 4 (0.9 - 0.1) + 2(2) (0.9) (0.1) \\ &= 13.56 \text{ gram} \end{aligned}$$

ويكون المتوسط الفعلي للعشيرة هو : $M = 10 + 3.56 = 13.56$

ويمكن التأكد من ذلك بحساب المتوسط بطريقة أخرى وهى ضرب كل تكرار لتركيب وراثي بقيمته ثم الجمع والقسمة على مجموع التكرارات (مجموع التكرارات = واحد) أي :

ويمكن التأكد من ذلك بحساب المتوسط بطريقة أخرى وهى ضرب كل تكرار لتركيبي وراثي بقيمته ثم الجمع والقسمة على مجموع التكرارات (مجموع التكرارات = واحد) أي:

$$\begin{aligned} M &= \sum F_x / \sum F \\ &= (0.9)^2 (14) + 2(0.9)(0.1)(12) + (0.1)^2 (6) \\ &= (0.81)(14) + (0.18)(12) + (0.01)(6) \\ &= 13.56 \text{ gram.} \end{aligned}$$

$$= (0.9)^2 (14) + 2(0.9) (0.1) (12) + (0.1)^2 (6)$$

$$= (0.81) (14) + (0.18) (12) + (0.01) (6)$$

$$= 13.56 \text{ gram.}$$

وهو نفس المتوسط المحسوب من قبل ويلاحظ أن مجموع تكرارات التراكيب الوراثية الثلاثة = ١ أى $p^2 + 2pq + q^2 = 1$.

الوراثية الثلاثة = ١ أى $p^2 + 2pq + q^2 = 1$.

١١-٤-٣. تباین العشرة Population variance

فى العشيرة المترنة يكون تباين القيم المظهرية (المقاسة على الأفراد) هو التباين الوراثى للتراكيب الوراثية المختلفة حيث أن تباين الانحرافات البيئية يكون مساويا للصفر ولتوضيح تأثير تكرار الجين على تباين العشيرة فى حالة موقع وراثى واحد فإنه يمكننا حساب تباين العشيرة (التباين هو متوسط مربع الانحرافات عن المتوسط) كما يلى :

التباين الوراثي للتراكيب الوراثية المختلفة حيث أن تباين الانحرافات البيئية يكون

مساويا للصفر ولتوضيح تأثير تكرار الجين على تباين العشيرة في حالة موقع

وراثی واحد فإنه يمكننا حساب تباين العشيرة (التباين هو متوسط مربع

الانحرافات عن المتوسط) كما يلي:

التركيب الوراثي	التكرار (F)	القيمة الوراثية (x)	القيمة x التكرار (Fx)	مربع القيمة $(x)^2$	مربع القيمة x التكرار
A_1A_1	P^2	+a	$+ap^2$	a^2	a^2p^2
A_1A_2	$2pq$	D	$2pqd$	d^2	$2pqd^2$
A_2A_2	q^2	-a	$-aq^2$	a^2	a^2q^2
المجموع	1		$M = a(p - q) + 2dpq$		

وعلى ذلك يمكن حساب التباين كما يلي:

$$\text{Variance} = \sum F_x^2 - \frac{(\sum F_x)^2}{\sum F} \quad (\text{Gala and Kram, 2003})$$

وهنا يكون التباين هو (التباين الوراثي) و=

$$\begin{aligned} \sigma^2_G &= a^2 p^2 + 2pqd^2 + a^2 q^2 - [a(p-q) + 2pqd]^2 \\ &= 2pq[a + d(q-p)]^2 + (2pqd)^2 \end{aligned} \quad (7)$$

مثال ١٥:

فى عشيرة الفئران (صفة القزمية) السابق الإشارة إليه فى المثال رقم (٣) -
المطلوب حساب التباين الوراثي لهذه الصفة؟

الحل:

حيث القيم التالية $p = 2$, $d = 4$, $a = 0.1$, $q = 0.9$ فى هذه العشيرة
فإن قيم تباين العشيرة لهذه الصفة يكون :

$$\begin{aligned} \sigma^2_G &= 2pq[a + d(q-p)]^2 + (2pqd)^2 \\ &= 2(0.9)(0.1)[4 + 2(0.1 - 0.9)]^2 + [2(2)(0.9)(0.1)]^2 \\ &= 0.18(2.4)^2 + (0.36)^2 = 1.1664 \text{ square gram.} \end{aligned}$$

١٢.٤.٣- حساب متوسط تأثير الجين Average gene effect عرف كل
من Falconer and Mackay (1996) and Galal and karam (2003)
(2003) متوسط أثر الجين هو متوسط الزيادة عن متوسط العشيرة لجميع
الأفراد التى تحمل هذا الجين . وهو يقيس أثر الجين (الأليل) نفسه وليس أثر
التركيب الوراثي كله ، وذلك لان الأباء تنقل إلى أبنائها الجينات (الأليلات)
وليس التركيب الوراثي كله (حيث أن التركيب الوراثي يظهر جديدا كل جيل).
فإذا فرض أن عدد من الجاميطات التى تحمل أليل معين تتحد عشوائيا مع
جاميطات أخرى من العشيرة . فإننا نجد أن متوسط الانحراف - عم متوسط
العشيرة - لتركيب الوراثية الناتجة يكون مساويا لمتوسط أثر الجين .

وهذا المقياس يعتمد على تكرار الجين (p , q) وعلى القيمة التى ترجع إلى التركيب الوراثى (a, d) وهو يعتبر خاصية من خصائص العشيرة وله علاقة وثيقة بمتوسطها وتباينها.

ويمكن حساب أثر الجين كما فى الجدول التالى:

نوع الجاميطات	القيم والتكرارات للتكرارات الوراثية			متوسط قيم التراكيب الوراثية الناجمة
	A_1A_1 a	A_1A_2 a	A_2A_2 -a	
A_1	p	q		$Pa + qd$
A_2		p	q	$-qa + pd$

٣-٤-١٣. حساب أثر الجين:

(أولاً) للجين A_1 وسنرمز له بالرمز α_1 - ونلاحظ من الجدول أنه إذا تحدثت الجاميطات التى تحمل الأليل A_1 مع جاميطات (عشوائية) من العشيرة فإن تكرار التراكيب الوراثية الناتجة يكون p للتركيب A_1A_1 ويكون q للتركيب A_2A_2 ، وسيكون متوسط هذه الجاميطات هو $ap + dq$. ويكون الفرق بين هذا المتوسط ومتوسط العشيرة هو أثر الجين (α_1). وبحسب كما يلى:

$$\alpha_1 = [ap + qd] - [a(p-q) + 2pqd]$$

$$= q [a + d (q-p)] \quad (8)$$

(ثانياً) حساب أثر الجين A_2 والذي سيرمز له بالرمز α_2

$$\alpha_2 = [-aq + pd] - [a(p-q) + 2pqd]$$

$$= -p [a + d (q-p)] \quad (9)$$

مثال ١٦:

فى عشيرة الفئران (صفة القزمية) والسابق الإشارة إليها فى المثال رقم (٣)

احسب متوسط أثر الجين للجين A1 وللجين A2 ؟

نحسب α_1 كما يلى:

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= q [a + d(q-p)] \\ &= (0.1) [4 + 2(0.1 - 0.9)] \\ &= (0.1) (2.4) \\ &= 0.24\end{aligned}$$

وذلك لأن $a = 4$, $d = 2$, $p = 0.9$, $q = 0.1$ فى هذه العشيرة .

ونحسب α_2 كما يلى :

$$\begin{aligned}\alpha_2 &= -p [a + a(q-p)] \\ &= (-0.9) [4 + 2(0.1 - 0.9)] \\ &= (-0.9) (2.4) \\ &= -2.16\end{aligned}$$

١٤-٤-٣. متوسط أثر إحلال الجين Average effect of gene substitution :

وهو يعنى أثر إبدال جين (أليل) بجين (أليل) آخر فى العشيرة على متوسط هذه العشيرة . فمثلا إذا أمكن تغيير الجينات (الأليلات) A2 إلى A1 بطريقة عشوائية فى العشيرة وملاحظة التغير فى قيمة متوسط هذه العشيرة فإن هذا التغير هو ما يعرف بمتوسط أثر إبدال الجين A2 بـ A1 . وهذا الأثر فى الواقع يساوى الفرق بين تأثير الجينين (الأليلين) الداخلين فى عملية الاستبدال . وهذا الأثر يعتمد على تكرار الجين ويعتبر خاصية من خصائص العشيرة .

ويرمز لمتوسط أثر إبدال الجين بالرمز (α) ويحسب على أنه الفرق بين تأثير

الجينين (الأليلين) أى الفرق بين α_1 , α_2 وعلى ذلك :

فإن متوسط أثر إبدال الجين A1 بدلا من A2 يساوى :

$$\alpha = \alpha_1 - \alpha_2 \text{ (Falconer and Mackay(1996) (10)}$$

ويكون متوسط أثر إبدال الجين A2 بالجين A1 مساويا نفس القيمة مع تغيير

الإشارة فقط .

مثال ١٧ :

في مثال صفة القرمزية في الفئران والسابق ذكره في المثال رقم (٣) احسب

متوسط أثر إبدال الجين A2 بالجين A1 والعكس .

الحل:

متوسط أثر إبدال الجين A2 بالجين A1 يساوى

$$\begin{aligned} \alpha &= \alpha_1 - \alpha_2 \\ &= 0.24 - (-2.16) \\ &= 2.40 \end{aligned}$$

ويكون متوسط أثر إبدال الجين (العكس) A1 بـ A2 يساويا:

$$\begin{aligned} \alpha &= \alpha_2 - \alpha_1 \\ &= -2.16 - 0.24 \\ &= -2.40 \end{aligned}$$

١٥٤.٣- القيمة التربوية Breeding value

القيمة التربوية بأنها قيمة الفرد والتي ترجع إلى متوسط قيم أبنائه . فإذا لقح

فرد من الأفراد المأخوذة عشوائيا من العشيرة فإن قيمة هذا الفرد الوراثية

(التربوية) تساوى ضعف متوسط انحراف أبنائه عن متوسط العشيرة . ومن

المعروف أن الابن يحصل فقط على نصف وراثته من أحد أبوية ويحصل على

نصف وراثته الآخر عشوائيا من العشيرة .

ولذا فإن عند حساب القيمة التربوية لهذا يجب مضاعفته متوسط انحراف

أبنائه عن متوسط العشيرة .

ويمكن أيضا تعريف القيمة التربوية للفرد بأنها تساوى مجموع متوسطات تأثيرات الجينات التى يحملها الفرد . والقيمة التربوية خاصة وراثية للفرد وللعشيرة المأخوذة منها الأفراد التى يتزاوج معها الفرد .

واوضح (Falconer and Mackay 1996) أنه فى حالة وجود موقع وراثى معين يؤثر فيه أليلان هما A_1 , A_2 فإن القيمة الترفوية للتركيب الوراثية الثلاثة تساوى ضعف أثر الجين لكل تركيب منهم أى :

التركيب الوراثى	القيمة التربوية
A_1A_1	$2\alpha_1$
A_1A_2	$\alpha_1 + \alpha_2$
A_2A_2	$2\alpha_2$

مثال ١٨ :

أحسب القيمة التربوية للتركيب الوراثية الثلاثة لعشيرة الفئران (صفة القزمة) والسابق الإشارة إليها فى المثال رقم (١٦).

$$\begin{aligned} 2\alpha_1 &= 2(0.24) \text{ تساوى } A_1A_1 \\ &= 0.48 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_1 + \alpha_2 &= (0.24) + (-2.16) \text{ تساوى } A_1A_2 \\ &= -1.92 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2\alpha_2 &= 2(-2.16) \text{ تساوى } A_2A_2 \\ &= -4.32 \end{aligned}$$

وبلاحظ أن القيمة التربوية لأى تركيب وراثى ما هى إلا مجموع القيم الوراثية لكل المواقع الوراثية . ويمكن أن يقال على القيمة التربوية أحيانا بأنها الأثر التجمعى للجينات Additive genetic effects . وبلاحظ أيضا أن

القيمة التربوية لأى تركيب وراثى تعتمد على تكرارات الجينات مباشرة وعلى قيمة d, a فى العشيرة .

وفى العشائر التى ينطبق عليها قانون اتزان هاردى - واينبرج نجد أن متوسط القيم التربوية لها تساوى صفر . أما إذا أخذت القيم المطلقة للقيم التربوية يتساوى مع متوسط القيمة الوراثية والقيمة المظهرية للعشيرة .

ويمكن أن نلاحظ أيضا أن متوسط نسل التراكيب الوراثية الثلاثة فى العشيرة لابد أن يساوى متوسطها العام . وذلك لان متوسط نسل كل تركيب وراثى قد أخذ كانهراف عن متوسطها العام .

الباب الرابع
العوامل التي تغير من
تكرار الجين

Factors affecting gene
frequency

الباب الرابع العوامل التي تغير من تكرار الجين

Factors affecting gene frequency

سبق أن أوضحنا أن التكرار الجيني لجين معين ونسبة التراكيب الوراثية تبقى ثابتة من جيل الى آخر أى فى حالة اتزان طالما أن التزاوج بين الأفراد هو تزاوج عشوائى وأيضا فى حالة غياب القوى او العوامل التي تغير من تكرار الجين .
إذا ما هى القوى أو العوامل التي تغير من تكرار الجين فى أى عشيرة؟ - القوى التي تغير من تكرار الجين هى الهجرة والصدفة والطفرة والانتخاب . وقد تناول كل من طنطاوى (١٩٧٧)، Falconer and Mackay (1996)، جلال وكرم (٢٠٠٣) هذه القوى

ويمكن تقسيم هذه القوى حسب قوتها وأهميتها الى:

أولاً: قوى رئيسية ولها تأثير قوى أى أنها قوى ذات تأثير محدد أو منظم Systematic وهذه القوى تحدث تغير فى تكرار الجين فى قيمته (كميته) وفى اتجاهه أيضا بدرجة يمكن حسابها وهذه القوى تشمل الهجرة والانتخاب ثم الطفرة مرتبة حسب أهميتها فى تغيير تكرار الجين .

ثانياً: قوى غير رئيسية وهى تؤثر فى العشائر صغيرة الحجم فقط ويكون تأثيرها عشوائى Dispersive ويمكن تقدير كمية تأثيرها ولكن اتجاه هذا التأثير يكون عشوائيا وهى ذات تأثير غير فعال فى تغيير تكرار الجين مثل الصدفة. وفيما يلى سوف نوضح بشئ من التفصيل أثر هذه القوى على تكرار الجين فى العشائر الحيوانية.

٤-١ الطفرة Mutation

وهى تغير مفاجئ فى الصفات الوراثية للكائن الحي ، والذي يحتفظ به خلال عملية إعادة تركيبه أو تضاعفه ، على ألا يكون هذا التغير فى التركيب الوراثي ناتجا عن اتحادات وراثية أو انتقال الحامض النووي (DNA) من

خلية إلى أخرى . وتحدث الطفرة نتيجة تغير في ترتيب القواعد النيتروجينية بالفقد أو الاضافة أو الإستبدال ، مما يؤدي إلى تغير في تركيب المورثة وبالتالي تغير في تكوين البروتين الذي تشفره ، فينتج عنه تغير في الصفات .
قد تكون الطفرات في الخلايا تلقائية Spontaneous mutation وهي التي تحدث طبيعيا بدون سبب معلوم أو طفرات مستحدثة Induced mutation التي تحدث نتيجة معاملة ما مثل الأشعة أو الحرارة أو بعض المواد الكيميائية .

١-٤-١. معدل حدوث الطفرة وأهميتها:

الطفرة غالبا ضارة ولكن بعضها مفيد ومعدل حدوثها نادر (حوالي مرة واحدة كل ١٠٠٠٠ إلى مليون مرة تقريبا لكل جيل على حدة) ومعدل حدوثها مختلف من جيل إلى آخر ورغم أن معدل حدوث الطفرة يعتبر ضئيلا في نظر مربى الحيوان ولكنه مهم جدا للتطور حيث أن هذا الأثر يتراكم على مدى الأجيال لينتج المادة الوراثية الخام التي يعمل عليها الانتخاب وطرق التربية المختلفة لتغيير الكائنات الموجودة لتتنسج مع الظروف البيئية المتغيرة أيضا .

ويمكن تغير معدل الطفرات بعوامل بيئية متطرفة مثل أشعة اكس والراديو وغاز المستارد وأشعة جاما ولكن لا يمكن التنبؤ بأنواع الطفرات التي ستحدث . أى أنه لا يمكن إحداث طفرة معينة بتأثير معين حتى الآن .

قسم Falconer and Mackay (1996) الطفرات إلى نوعين :

أولا: الطفرات نادرة الحدوث Non- recurrent mutation وفى هذا النوع يعتبر قليل الأهمية فى تغير تكرار الجين أى يمكن إهماله نظرا لضعف احتمال بقاؤه فى العشائر الكبيرة ، فمثلا عند ظهور الطفرة (A_1A_2) فى عشيرة ما يحمل

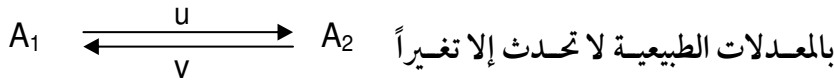
أفرادها التركيب الوراثي (A1A1) فإن تكرار الجين الطافر (A2) سيكون ضئيلاً جداً فانه يفقد من العشيرة بعد عدة أجيال ولا يكون له أى تأثير فى تغيير التكرار الجيني .

ثانياً: الطفرات المتكررة Recurrent mutation وهذا النوع من الطفرات التى يُهْتَمُّ بها كسبب لتغيير التكرار الجيني .

ومن المعروف أن كل طفرة تحدث بمعدل معين يسمى معدل الطفور Mutation rate وهو يتفاوت من صفة لأخرى ومن عشيرة لأخرى .

بعض الصفات تكون ذات معدل طفور منخفض ويطلق عليها جينات ثابتة Stable genes أى أن الطفرة هنا نادرة جداً . وبعض الجينات ذات معدل طفور مرتفع ويطلق عليها جينات غير ثابتة Unstable genes أى أن الطفرة تتكرر ويمكن أن تحدث تغيرات فى تكرار الجين نتيجة لكثرة حدوثها .

وتشير الدراسات فى هذا المجال أن قيم معدلات تتراوح بين ١٠-٤ إلى ١٠-٨ فى الجيل الواحد ولهذا فإن الطفرات وحدها



بطيئاً جداً فى تكرار الجين . وبالنسبة إلى التوازن بين الطفرات فى الاتجاهين فإن دراسات الطفرة المرتدة (من النوع الطافر إلى النوع البرى) توضح أنها فى العادة أقل تكراراً من الطفرة الأمامية ((من النوع البرى إلى النوع الطافر)) وبصفة عامة فإن الأرقام تشير إلى أن تكرارها يساوى (١ / ١٠) من تكرار الطفرة الأمامية .

إذاً تكرار الجينات عند التوازن لمثل هذه المواقع الوراثية والناتج عن الطفرة وحدها سيكون حوالي ١ , ٠ للأليل البرى و ٩ , ٠ للأليل الطافر وبعبارة أخرى فإن النوع

الطافر سيكون الصورة الأكثر شيوعا والنوع البرى سيكون النوع النادر – وبما أن هذه ليست الحالة فى العشائر الطبيعية فمن الواضح أن تكرار مثل هذه الجينات ليس نتيجة للطفرة وحدها .

لنفرض أن الجين A_1 الذي تكراره $po =$ يتغير بسبب الطفرة إلى أليله A_2 فى كل جيل وبمعدل طفور $U =$ وبذا يصبح تكراره الجديد فى العشيرة مساويا لـ

$$po - upo$$

وبنفس الكلام فإن الجين A_2 الذي تكراره qo يمكن أن يحدث له طفور إلى أليله A_1 وبمعدل طفور $V =$ لكل جيل وبذا يكون النقص فى تكرار ذلك الأليل $Vpo =$ وأن التغير فى تكرار الجين بعد جيل واحد كنتيجة للطفرة والطفرة العكسية يكون :

$$\Delta q = Upo - Vqo \text{ Falconer and Mackay (1996)}$$

وهذه الحالة تؤدي إلى التوازن بسبب أن التغير فى الأليل الواحد يعوض بوساطة الطفرة العكسية للأليل الآخر وفى هذه المرحلة من التوازن أى عندما $q = 0$ فإن :

$$pu = qv$$

أى أن حالة التوازن تحدث عندما تكون :

$$\frac{p}{q} = \frac{v}{u}$$

أو

$$\frac{1 - q}{q} = \frac{v}{u}$$

$$u - uq = vq$$

$$q = \frac{u}{v + u}$$

ولتوضيح عدم أهمية الطفرة في تغير تكرار الجين على مستوى التربية والتحسين نفرض أن في عشيرة ما تكرار الجين $A_2 = 0.80$ وأن معدل حدوث الطفرة والطفرة العكسية لكلا الأليلين 0.000001 وعليه فإن حالة الفرق في تكرار الجين الأصلي A_2 وحالة التوازن عندما $qo = 0.50$.

$$\Delta q = Upo - Vqo$$

$$= 0.000001(0.20) - 0.000001(0.8) = -0.00000066$$

من هذا يتضح عدم أهمية الطفرات في تغير تكرار الجين كعامل يستعان به في خطط التربية والتحسين الوراثي.

٢-٤-٢. الهجرة Migration

المقصود بالهجرة انتقال مجموعة من الأفراد من عشيرة إلى أخرى لم تكن تتبعها من قبل (أى إدخال عدد من الأفراد إلى القطيع وخلطها مع أفراد القطيع الأصلي وهو ما يطلق عليه بالقطعان المفتوحة Open herds) وتلعب الهجرة دورا هاما وفعالا في تحسين بعض الصفات الاقتصادية الهامة عن طريق تغير تكرار الجين عندما تكون الأفراد المهاجرة وأفراد القطيع الأصلي مختلفين في تكرار الجين المعنى وعليه فإن معدل التغير في تكرار الجين يتوقف على معدل الهجرة أى نسبة الأفراد المهاجرة إلى نسبة أفراد القطيع الأصلي وكذلك على مقدار الفرق في تكرار الجين بين المجموعتين من الأفراد. فمثلا فى الدواجن هجرة بعض الأفراد من الليجهورن إلى السلالات المحلية أدى إلى تحسين ملموس فى إنتاج البيض فى هذه السلالات المحلية.

أما في حالة أن تكون الأفراد المهاجرة عبارة عن عينة عشوائية وان تكون المجموعتان متساويتين في تكرار الجين فلا تأثير لعامل الهجرة على تغير تكرار الجين .
 لنفرض أنه في مجموعة كبيرة من الحيوانات نسبة تساوى m من الأفراد المهاجرة immigrants وبذا تكون نسبة أفراد القطيع الأصلي في تلك المجموعة تساوى $(1 - m)$ ولنفرض أن تكرار جين معين يساوى q_m و q_o بين أفراد المجموعة المهاجرة والأصلية على التوالي وبالتالي يكون تكرار الجين في المجموعة المتضمنة الحيوانات المهاجرة والأصلية كالتالى:

$$\begin{aligned} q_1 &= m q_m + (1 - m) q_o \\ &= m q_m + q_o - m q_o \\ &= m (q_m - q_o) + q_o \quad \text{Falconer and Mackay (1996)} \end{aligned}$$

وأن مقدار التغير في تكرار الجين Δg بعد جيل واحد سوف يساوى الفرق بين تكرار الجين قبل وبعد الهجرة أى أن :

$$\begin{aligned} \Delta q &= q_1 - q_o \\ &= m (q_m - q_o) + q_o - q_o \\ &= m (q_m - q_o) \end{aligned}$$

وكمثال على ذلك نفرض أن في القطيع الأصلي تكرار الجين $A_1 = 0.30$ وتكراره في المجموعة المهاجرة $= 0.40$ فإذا كانت نسبة الأفراد المهاجرة إلى أفراد القطيع الأصلي $= 20\%$ فيكون تكرار الجين A_1 في القطيع الخليط يساوى q_1 ويساوى :

$$q_1 = 0.20 (0.40 - 0.30) + 0.30 = 0.32$$

وأن معدل التغير في تكرار الجين كنتيجة للهجرة :

$$\Delta q = q_1 - q_o = 0.32 - 0.30 = +0.02$$

٣.٤.٣. الصدفة Chance

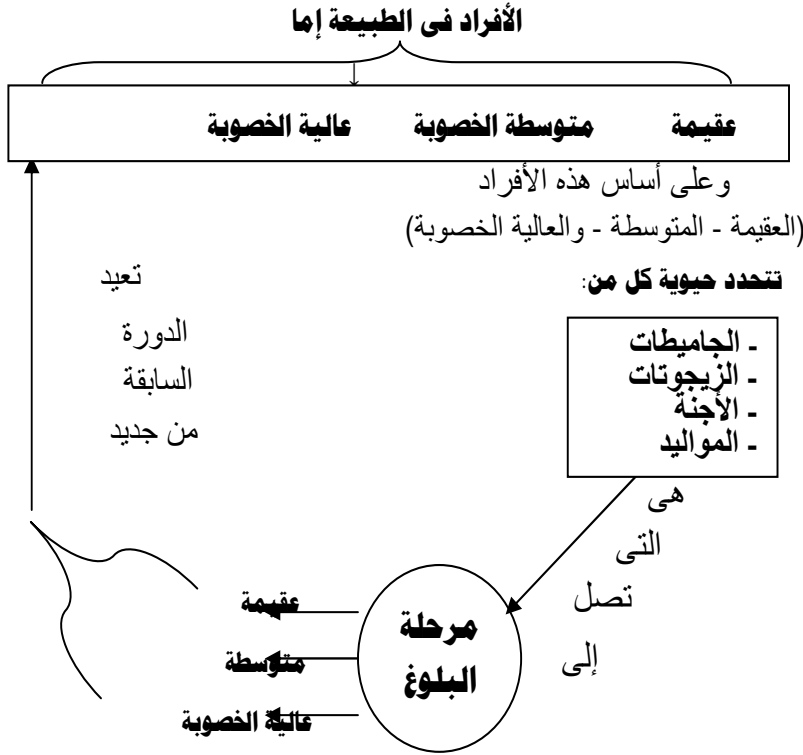
كما جاء فى قوانين مندل الوريائية عن عملية انعزال الأليلات وحدوثها فى الجاميطات بصورة مستقلة وتوزيع عشوائى فإن للصدفة دورها فى تقرير حدوث كل أليل فى الجاميطات ولأزواج الجينات المختلفة أى أن عملية انعزال الأليلات واتحاد الجاميطات ببعضها يخضع لعامل الصدفة .

إن مدى تغير تكرار الجين بواسطة الصدفة قد يكون جوهرياً فى مجاميع الحيوانات القليلة العدد ولما كانت تربية الحيوانات والدواجن يغلب عليها طابع القطعان الكبيرة العدد فلا يمكن الاعتماد على الصدفة فى تغيير تكرار الجين .

٣.٤.٤. الانتخاب Selection

هو تزواج تفاضلى بين افراد القطيع أى الاحتفاظ بمجموعة معينة من أفراد القطيع لتكن أباء وأمهات الجيل القادم أى تعنى أيضاً حالة استبعاد بعض الأفراد خارج القطيع . والانتخاب سواء صناعي يقوم به الإنسان أم طبيعي لا يتدخل فيه الإنسان فإنه يؤثر تأثيراً كبيراً على معدلات التكرار الجيني .

إن اختلاف الأفراد فى درجة الخصوبة والحيوية يعطى فرصة للانتخاب الطبيعي أن يأخذ مجراه - حيث تؤثر الخصوبة Fertility ودرجة الحيوية Viability على مقدار ما تساهم به كل مجموعة من الأفراد فى أعداد الجاميطات التى يتكون منها أفراد الجيل الثانى وأيضاً درجة خصوبة وحيوية الأفراد الناتجة حيث يسبب ذلك نوع من الانتخاب الطبيعي كالتالى:



شكل (١-٤) يوضح تأثير درجة خصوبة وحيوية الأفراد على الانتخاب الطبيعي

- إذا هناك أفراد ← وهذه لا تشارك فى نسبة التناج الجديد.
- أفراد متوسطة الخصوبة وتعطى جاميطات حيويتها تختلف من ١٠ إلى أقل من ١٠٠٪. فالأفراد (الجاميطات) التى حيويتها ٢٠٪ يحدث لها إجهاض فى الشهرين الأولين من الحمل وغالبا هذا لا يلاحظه المربى. بينما الجاميطات التى حيويتها تصل إلى ٦٠٪ قد تموت عند الشهر الرابع أو الخامس وهذا يلاحظه المربى.
- الجاميطات أو الأفراد التى تصل حيويتها ٨٠-٩٠٪ من الممكن أن تموت قبل الولادة بأيام أو أثناء الولادة (وهذه التى تسمى بال-Birth steel) وحتى لو

عاشت هذه الأفراد بعد الولادة فإنها تتأخر فى البلوغ ويكون معدل نموها بطئاً وبالتالى فى النهاية ستشارك بنسبة قليلة من الأفراد فى الطبيعة أما العكس فهو صحيح فى الأفراد ذات الخصوبة العالية والحياة العالية وهذا هو معنى الانتخاب الطبيعى وهو مشابه لقول داروين بأن الأفراد الأقوى هى التى تعيش وتنتج نسل أكثر (البقاء للأقوى).

ولتوضيح فعل الانتخاب فى تغير تكرار الجين ومن ثم تغير معدل الأداء الإنتاجى نفترض وجود العشيرة الوراثية والمراد دراسة حالة زوج واحد من الجينات ومدى تأثير الانتخاب فى تكرار الجين ومعدل الإنتاج وطبقاً للمواصفات التالية :

Genotype	BB	Bb	bb	التركيب الوراثي
Performance	2.5	2.5	2.0	الأداء الإنتاجى
Frequency	720	960	320	التكرار

تكرار الجين B

$$q_B = \frac{D + \frac{1}{2} H}{N} = \frac{720 + 480}{2000} = \frac{1200}{2000} = 0.60$$

كما أن متوسط (معدل) إنتاج القطيع Herd Average يكون كالتالى:

$$FA = \frac{720 \times 2.5 + 960 \times 2.5 + 320 \times 2.0}{2000} = 2.42$$

وإذا فرضنا أنه تم استبعاد جميع الأفراد التى مستوى إنتاجها ٢ كجم أى انتخاب الأفراد التى مستوى إنتاجها ٥ , ٢ كجم لتكون أباء وأمهات الجيل القادم فسوف يكون القطيع المنتخب كما يأتى :

Genotype	BB	Bb	التركيب الوراثي
Performance	2.5	2.5	الأداء الإنتاجى
Frequency	270	960	التكرار

وعلية يكون تكرار الجين B بين أفراد المجموعة المنتخبة كالتالى :

$$qB = \frac{2 \times 720 + 960}{2(720 + 960)} = 0.70$$

أى أن الانتخاب أدى إلى رفع تكرار الجين المرغوب أو المنتخب له بمقدار 0.1 ومن ناحية أخرى عند تزواج الأفراد المنتخبة فإن التركيب الوراثي والمواصفات الإنتاجية لأفراد الجيل القادم تكون كالتالى :

		B	0.70	b	0.30
B	0.70	BB	0.49	Bb	0.21
b	0.30	Bb	0.21	bb	0.09

أى أن نسبة الأفراد المختلفة والأداء الإنتاجى ومعدل إنتاج الجيل القادم هى :

Genotype	BB	Bb	bb	التركيب الوراثي
Performance	2.5	2.5	2.0	الأداء الإنتاجى
Frequency	0.49	0.42	0.09	التكرار

$$FA = 0.49 \times 2.5 + 0.42 \times 2.5 + 0.09 \times 2.0 = 2.455$$

وهكذا فإن الزيادة فى تكرار الجين المرغوب والمنتخب له أدت إلى زيادة فى متوسط إنتاج القطيع للجيل القادم قدرها ٠,٣٥ كجم وعليه فإن السبب البيولوجى فى زيادة معدل الإنتاج للأجيال اللاحقة وعند ممارسة الانتخاب هو الزيادة فى تكرار الجينات المؤثرة فى الصفة .

وكما هو الحال فى حالة زوج واحد من الجينات فإن الانتخاب له نفس التأثير على بقية أزواج الجينات المؤثرة فى الصفة ولتوضيح ذلك نفرض أن صفة وزن الجسم فى المثل السابق تتأثر بزوجين من الجينات المتفاعلة Epistatic وبافتراض أن تكرار الجينات المرغوبة يساوى ٠,٦ وكان لدينا العشيرة التالية :

Genotype	A-B-	A-bb	aaB-	aabb	التركيب الوراثي
Performance	3	2	2	2	الأداء الإنتاجي
Frequency	0.706	0.134	0.134	0.026	التكرار

وعليه يكون متوسط إنتاج القطيع قبل الانتخاب = ٢,٧٠٢ وعند استبعاد جميع الأفراد التي لها إنتاج يساوي ٢ كجم والاحتفاظ بالأفراد التي تنتج ٣ كجم يكون تكرار الجين المرغوب بين أفراد الآباء والأمهات المنتخبة والأفراد الناتجة يساوي ٠,٧١٤ ويكون متوسط إنتاج قطيع الجيل القادم هو ٢,٨٤.

والحقيقة التي يجب الإشارة إليها في مجال الانتخاب كعامل مهم في تغيير نسبة الجينات المرغوبة والمنتخب لها أنه كلما زاد عدد الجينات المؤثرة في الصفة ذات الاهتمام قلت نسبة التحسين الوراثي لمعدل الإنتاج كنتيجة للتغير الأقل في تكرار الجينات المؤثرة في الصفة. وكذلك فإن لفعل الجينات ودرجة السيادة تأثيراً مباشراً على مقدار التحسين الوراثي حيث أن السيادة والتفوق يؤديان إلى انخفاض مقدار التحسين عن المتوقع بواسطة الانتخاب.

كما أن الأفراد المنتخبة لإنتاج الجيل القادم تنتج نسلاً بأعداد مختلفة، حيث أن بعضها ينجب بمعدلات أكبر من الأفراد الأخرى وذلك لتباين القابلية الحيوية ودرجة الخصوبة كما تم توضيحه سابقاً - وطبقاً لما جاء به Falconer and Mackay, (1996) فإن نسبة أفراد الجيل القادم من الآباء والأمهات يطلق عليها درجة الصلاحية Fitness التي تختلف بين الأفراد وعليه يجب أن تؤخذ هذه الدرجة في الاعتبار بالنسبة لأفراد المجموعة المنتخبة. وللوصول إلى استنتاج عام لنفرض أن زوجاً من الأليلات A_1 و A_2 وأن تكرار تلك الأليلات هو p و q على التوالي - وعليه وعند اختيار الآباء بنسب متفاوتة لكل من التراكيب الوراثية المختلفة فإن تفاوت تلك النسب يعد بمثابة معامل الانتخاب والذي يطلق عليه

شدة الانتخاب Selection intensity ويرمز له بالرمز S وبما أن لدرجة السيادة تأثيراً في مقدار تكرار الجين بين أفراد الجيل القادم فسوف نتناول حالات التغير في تكرار الجين بين أفراد الجيل القادم تبعا لسيادة الجين المنتخب كالتالي:

١-٤-٤-٤. الانتخاب ضد الجين المتنحي Selection against the recessive.

إذا افترضنا أن الأليل A_1 سائد على الأليل A_2 وكان لدينا العشيرة التالية :

Genotype	A_1A_1	A_1A_2	A_2A_2	التركيب الوراثي
Frequency	P^2	$2pq$	q^2	التكرار
Fitness	1	1	$1-s$	درجة الصلاحية

فإن التغير الوراثي (العطاء الوراثي) Genetic contribution للجيل القادم يكون كالتالي :

$$\begin{aligned}
 GC &= p^2 + 2pq + q^2(1-s) \\
 &= p^2 + 2pq + q^2 + sq^2 \\
 &= (p^2 + 2pq + q^2) - sq^2 \\
 &= (p+q)^2 - sq^2 \\
 &= 1 - sq^2
 \end{aligned}$$

أي أنه هنالك نسبة فقد في تكرار الجين المتنحي قيمتها sq^2 وأن تكرار الجين A_2 بين أفراد الجيل القادم يتحصل عليه من إضافة التغير الجاميطي للتركيب الوراثي A_2A_2 مضاف إليه نصف التغير الجاميطي للتركيب الوراثي A_1A_2 مقسوما على المجموع الجديد أي أن تكرار الجين A_2 والذي يرمز له q_1 يكون :

$$q_I = \frac{q^2(1-s) + \frac{1}{2}(2pq)}{1-sq^2} = \frac{q^2(1-s) + pq}{1-sq^2}$$

وعليه يكون التغير في تكرار A2 بعد جيل واحد من الانتخاب كالتالى :

$$\Delta q = q_I - q$$

$$\Delta q = \frac{q^2(1-s) + pq}{1-sq^2} - q$$

$$= -\frac{sq^2(1-q)}{1-sq^2} \text{ (Falconer and Mackay, 1996)}$$

٢.٤.٤.٤. الانتخاب ضد الجين السائد Dominant gene

في حالة السيادة التامة وان يكون الانتخاب ضد الجين السائد A₁ بصورة

مطلقة أى أنه يتم استبعاد جميع الأفراد الحاملة A₁ وكان لدينا العشيرة التالية :

Genotype	A ₁ A ₁	A ₁ A ₂	A ₂ A ₂	التركيب الوراثي
Frequency	P ²	2pq	q ²	التكرار
Fitness	1-s	1-s	1	درجة الصلاحية

فان مقدار التغير في تكرار الجين A2 وكما سبق من مبادئ التغير الجاميضى

$$\Delta q = q_1 - q \text{ يكون :}$$

وبما أن q₁ تساوى :

$$\frac{q^2 + (1 - 1)}{q^2} = 1$$

$$\therefore \Delta q = 1 - q$$

وعندما يكون الانتخاب بصورة غير تامة ضد الأليل السائد أى ضد الأفراد

A₁ فإن الافتراضات الوراثية تكون كالتالى :

Genotype	A_1A_1	A_1A_2	A_2A_2	التركيب الوراثي
Frequency	P^2	$2pq$	q^2	التكرار
Fitness	$1-s$	$1-s$	1	درجة الصلاحية

وعلية يكون التغير الوراثي كالتالي :

$$\begin{aligned}
 GC &= p^2 (1 - s) + 2pq (1 - s) + q^2 \\
 &= p^2 - sp^2 + 2pq - 2pqs + q^2 \\
 &= (p + q)^2 - sp(p + 2q) \\
 &= 1 - s(1 - q)(1 - q + 2q) \\
 &= 1 - s(1 - q)(1 + q) \\
 &= 1 - s(1 - q)^2
 \end{aligned}$$

ويكون التكرار q_1 يساوى :

$$q_1 = \frac{q^2 + pq(1 - s)}{1 - s(1 - q^2)}$$

وان مقدار التغير في تكرار الجين A_1

$$\begin{aligned}
 \Delta q &= q_1 - q \\
 &= \frac{sq^2(1 - q)}{1 - s(1 - q^2)}
 \end{aligned}$$

٣-٤-٤-٤ الانتخاب للأفراد الخليطة

إذا كانت صلاحية الفرد الخليط التركيب الوراثي A_1A_2 أعلى من صلاحية الأفراد النقية التراكيب الوراثية أى حالة فوق السيادة فعندئذ تكون درجة صلاحية الفرد الخليط = ١ وأن للأفراد النقية التراكيب الوراثية شدة انتخاب مختلفة كالاتي :

Genotype	A_1A_1	A_1A_2	A_2A_2	التركيب الوراثي
Frequency	P^2	$2pq$	q^2	التكرار
Fitness	$1-s_1$	1	$1-s_2$	درجة الصلاحية

وعلية يكون مجموع التغير الوراثي :

$$\begin{aligned}
 GC &= p^2 (1 - S_1) + 2 pq + q^2 (1 - S_2) \\
 &= p^2 - S_1 p^2 + 2 pq + q^2 - S_2 q^2 \\
 &= p^2 + 2 pq + q^2 - S_1 p^2 - S_2 q^2 \\
 &= 1 - S_1 p^2 - S_2 q^2
 \end{aligned}$$

$$\therefore \Delta q = q_1 - q$$

$$= \frac{pq (S_1 p - S_2 q)}{1 - S_1 p^2 - S_2 q^2}$$

أما في حالة غياب السيادة وأن يكون الانتخاب ضد الأليل المتنحي A_2

فتكون درجة الصلاحية للأفراد الخليطة $1 - \frac{1}{2}s$ وللأفراد المتنحية A_2A_2

$1 - s$ أى أن التركيب الوراثي وشدة الانتخاب في العشيرة يكونان كما يلي :

Genotype	A_1A_1	A_1A_2	A_2A_2	التركيب الوراثي
Frequency	p^2	$2pq$	q^2	التكرار
Fitness	1	$1 - \frac{s}{2}$	$1 - s$	درجة الصلاحية

ويكون مجموع التغير الوراثي :

$$\begin{aligned}
 GC &= p^2 + 2 pq \left(1 - \frac{s}{2}\right) + q^2 (1 - s) \\
 &= p^2 + 2 pq - pqs + q^2 - sq^2 \\
 &= p^2 + 2 pq + q^2 - pqs - sq^2 \\
 &= (p + q)^2 - sq (p + q) \\
 &= 1 - sq
 \end{aligned}$$

$$\therefore q_1 = \frac{q^2 (1 - s) + pq \left(1 - \frac{s}{2}\right)}{1 - sq}$$

وبالتالى فإن

$$\Delta q = q_1 - q = \frac{-\frac{1}{2} pqs}{1 - sq} = \frac{-\frac{1}{2} sq (1 - q)}{1 - sq}$$

٥.٤.٤. التكرارات الجينية فى الأفراد وعلاقتها بالتربية الداخلية:

القانون التالي يعبر عن العلاقة بين نسبة الأفراد الخليط أو الأصلية ومعامل

التربية الداخلية (أى وجود معامل التربية الداخلية F)

	التركيب الوراثي		
	AA	Aa	Aa
التكرارات			
F = >zero and <1	Fq(1-q)+q ²	2q(1-q) (1-F)	Fq(1-q)+(1-q) ²
F = 1	q	0	(1-q)
F = zero	q ²	2q(1-q)	(1-q) ²

ويلاحظ الظاهرة المهمة التى تؤثر بها التربية الداخلية على التكرارات وهى

أن مقدار النقص فى تكرار الأفراد الخليطة هو 2Fq(1-q) يذهب نصفه وهو Fq

إلى (1-q) إلى AA بينما يذهب الجزء الآخر إلى aa كما هو موضح من الحالة التى

بها F = نسب مختلفة تزيد عن الصفر وتقل عن الواحد الصحيح (أى لم تصل إلى ١٠٠٪).

بينما عندما يصل معامل التربية الداخلية إلى ١٠٠٪ أى ١ صحيح فإن

العشيرة تنفصل إلى تحت عشيرتين كل منهما أصيل وتختفى الأفراد الخليطة .

مثال ١:

إذا علم أن F = ٠,٢ فى عشيرة تكوينها

AA	Aa	aa
0.49	0.42	0.09

فما هو التكرار الزيجوتى فى الجيل التالى؟

الحل

طالما هناك تربية داخلية
إذا القانون

$$q_A = 0.49 + 0.21/100 = 0.70$$

$$(1-q)_a = 0.30$$

$$\begin{aligned} AA \text{ تكرار} &= Fq(1-q) + q^2 \\ &= 0.2(0.7)(0.3) + (0.7)^2 \\ &= 0.2(0.21) + 0.49 \\ &= 0.042 + 0.49 = 0.532 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Aa \text{ تكرار} &= 2q(1-q)(1-F) \\ &= 2(0.7)(0.3)(1-0.2) \\ &= 2(0.21)(0.8) = 0.42(0.8) = 0.336 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} aa \text{ تكرار} &= Fq(1-q) + (1-q)^2 \\ &= 0.2(0.7)(0.3) + (0.3)^2 \\ &= 0.042 + 0.09 = 0.132 \end{aligned}$$

مع ملاحظة أن نصف المقدار الخليط ذهب إلى AA والنصف الآخر ذهب إلى aa
وهو المقدار $Fq(1-q)$.

مثال ٢:

بفحص قطيع مقفل مكون من ٥٠٠ حيوان وجدت التكرارات الآتية:

AA = 128, Aa = 144, aa = 288 فما هي قيمة F في هذا القطيع ؟

الحل

$$q_A = 128 + (1/2)(144) = 200/500 = 0.4$$

$$(1-q)_a = 0.6$$

$$\text{إذا الأفراد الخليط} \quad 2q(1-q)(1-F) = 0.144$$

$$2(0.4)(0.6)(1-F) = 0.144$$

$$0.48(1-F) = 0.144$$

$$0.48 - 0.48F = 0.144$$

$$0.48 - 0.144 = 0.48F$$

$$0.336 = 0.48F$$

$$\therefore F = 0.336/0.48 = 0.7$$

وسوف نتناول في الباب الخامس بإذن الله التربية الداخلية بشئ من التفصيل
وأثرها على الصفات التناسلية والإنتاجية في الحيوان .

الباب الخامس
نظم التربية
Breeding
systems

الباب الخامس

نظم التربية Breeding systems

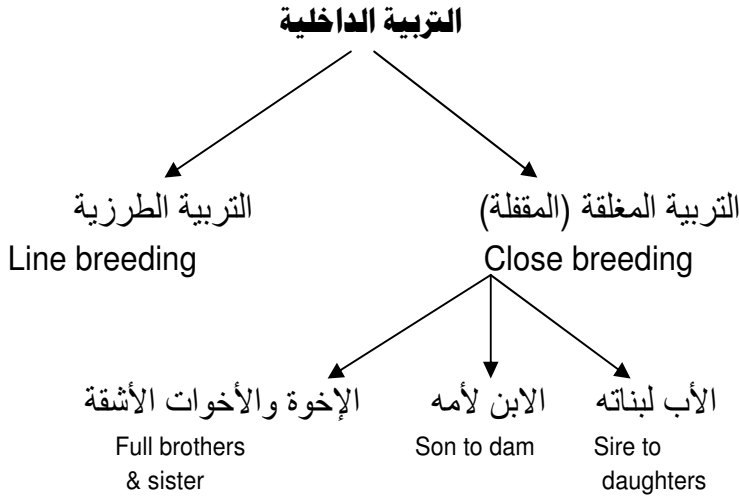
إن من أهم أهداف المربين هو الحصول على الحيوانات الصفوة أو المتفوقة أو المحسنة التي تستطيع أن تعطي أعلى أداء للمربي . ويعتبر الانتخاب وطرق التربية هي الأدوات أو الوسائل الميسرة للمربين لتحسين حيواناتهم حيث أن الجينات الجديدة لا يمكن استخدامها ولكن الجينات يمكن أن تدخل في تراكيب جديدة تكون مرغوبة أكثر لدى المربين ويستطيع مربى الحيوان breeder أن يقرر إما تزاوج حيوانات من نفس السلالة same breed أو باستخدام سلالات مختلفة different breeds وفي الحالة الأولى عليه أن يقرر إما تزاوج حيوانات ذات قرابة related أو حيوانات ليس بينها قرابة unrelated وعموماً يمكن وضع نظم التربية كما هو موضح في جدول (٥-١) كما تناولها Willis (1998).

جدول (٥-١) يبين نظم التربية المختلفة :

١- التزاوج بين حيوانات من نفس السلالة: Mating the same breed	٢- التزاوج باستخدام سلالات مختلفة: Mating different breeds	٣- التزاوج بين الأنواع المختلفة: Mating different species
تزاوج الأقارب: Mating relatives - التربية الداخلية: Inbreeding - التربية الطرزية: Linbreeding - تزاوج الأبعاد: Mating unrelated - التربية الخارجية: Outbreeding - التزاوج على أساس التشابه: Mating likes - التزاوج على أساس عدم التشابه: Mating unlike	خلط السلالات: Cross breeding - التدرج Grading up - الخلط الرجعى Back crossing - الخلط المتبادل Crisscrossing - الخلط الدورى Rotational crossing - نظام ليبيرشات Lauprecht system (1961) - بنك الدم Gene pool	خلط الأنواع: Species crossing

٥.١- التربية الداخلية Inbreeding

تعنى التربية الداخلية (تربية الأقارب) تزواج أفراد بينها درجة قرابة أعلى من متوسط درجة القرابة في النوع أو العشيرة التي تنتمي إليها هذه الأفراد فكل حيوان له والدان (أب وأم) ، ٤ أجداد ، ٨ أجداد لجد ، وهكذا ففي الجيل العاشر (١٠) يكون للحيوان ١٠٢٤ سلف ، وعندما نصل إلى الجيل العشرين (٢٠) يكون لهذا الحيوان ١٠٤٨٥٧٦ سلف . ولكي نكون أكثر واقعية فإننا نتبع التربية الداخلية حتى ٤-٦ أجيال وذلك لأن مساهمة الأجيال فى درجة القرابة بعد ذلك تكون بسيطة جدا ويمكن إهمالها . وتقسم التربية الداخلية إلى :-



١.٥.١- التربية المقفلة أو المغلقة Close breeding

وتعنى التزاوج بين أخوات أو أخوه أشقة كاملة أو التزاوج بين الأب وبناته أو الأمهات مع أبنائها وهذه الأشكال من التزاوج يجب أن تتبع فقط عندما تكون الآباء أفراد منتقاة (ممتازة) وعندما يمكن تحمل مخاطر عزل الجينات المتنحية والغير مرغوبة بصورة نقية في بعض الأبناء . ومن أهم مزايا هذه الطريقة:

١- يمكن عن طريقها الكشف عن الجينات المتنحية والغير مرغوبة بصورة نقية وإمكان استبعادها .

٢- التناجات (الأنسال) progenies تكون أكثر تشابها واتحاداً في الصفات عن تناجات التربية الخارجية .

أما أهم عيوب هذه الطريقة:

١- تكثيف الصفات الغير مرغوبة في التناج إذا حدث انعزال للجينات الغير مرغوبة .

٢- تصبح الأفراد (التناجات) اقل مقاومة للأمراض أو حساسة لها .

٣- تعمل على زيادة مشاكل التربية والمشاكل التناسلية .

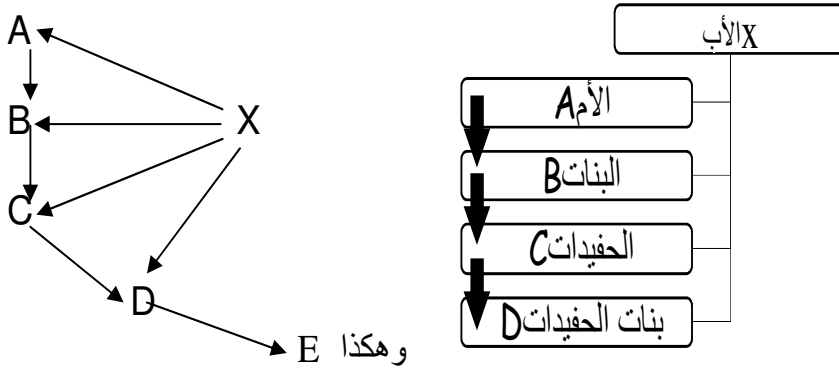
٤- يكون من الصعب تحديد مرحلة التربية التي يجب أن نتوقف عندها لتجنب التأثيرات الضارة .

١-٢.٥- التربية الطرزية Line breeding

وتعنى التزاوج بين حيوانات درجه العلاقة أو القرابة بينها أكبر من تلك التي استخدمت في حالة التربية المقفلة (أي استخدام سلف مشترك مثل أبناء وأحفاد وأبناء أحفاد أحد الآباء في التلقيح خلال أجيال متعاقبة) .

ويؤدي استخدام التربية الطرزية إلى ظهور التماثل في الصفات إلا أنها لا تؤدي لحدوث التماثل في التركيب الوراثي Homozygote بسرعة كما في التربية المقفلة close breeding وأيضاً لا تظهر الصفات المرغوبة والغير مرغوبة بسرعة وتعتبر طريقه بطيئة في تثبيت العوامل الوراثية للأفراد الممتازة مثل الطلائق الممتازة أو الأبقار أو التناجات والتي تعتبر طرزيه بالنسبة إلى أسلاف معينه ويلجأ اليها المربي عند ظهور فرد ممتاز جداً في قطيعه ولذا يحاول المربي

تركيز أكبر قدر ممكن من وراثه (جينات) هذا الفرد فى حيوانات أخرى فى القطيع كما هو واضح فى شكل (٥-١) التالى :



شكل (٥-١) يوضح التربية الطرزية نحو الأب (الفرد) X

ومن مزايا هذه الطريقة :

تزيد التماثل

وفيهما تقل المخاطر عن التربية المقفلة

العيب الرئيسى للتربية الطرزية أن المربي سوف ينتخب الحيوان لنسبه pedigree دون إعطاء قدر حقيقي لجدارة (قيمة) الفرد نفسه . وهذا قد يؤدي فى بعض الحالات فى أجيال معينة إلى عدم الحصول على أى مكاسب للانتخاب .

وبصفة عامة فإن تأثير كل من التربية المقفلة أو التربية الطرزية متشابهة ولكن الاختلاف الوحيد يكون فى درجة القرابة أو التركيز "intensity" فدرجة القرابة تكون أشد فى التربية المقفلة عن الطرزية .
ومما تقدم يتضح لنا :

أن التربية الداخلية تعنى تزاوج حيوانات درجة القرابة بينها أعلى من متوسط درجة القرابة السائد في القطيع .

وتعمل التربية الداخلية على زيادة المجاميع المتماثلة التركيب الوراثي Homozygote في العشيرة وهذا هو أهم اثر من الآثار المترتبة على التربية الداخلية . وتأثير التربية الداخلية على التماثل الوراثي بين الأفراد تجمعي وكل تحت عشيرة تكون أفرادها متماثلة ولكنها تختلف عن أفراد العشيرة الأخرى . وأشد أنواع التربية الداخلية هو التلقيح الذاتي في النباتات حيث يكون معامل القرابة بين الآباء واحد صحيح ويلاحظ أنه بدوام واستمرار عملية التلقيح الذاتي لعدة أجيال تختفي الأفراد الخليطة وتصبح العشيرة الأصلية مكونة من مجموعتين أو تحت عشيرتين كل منها أصيل بالنسبة لأليلاتها (متنحى أصيل وسائد أصيل) .

أي أن التربية الداخلية تقسم العشيرة إلى مجاميع أو تحت عشائر أكثر تجانساً فيما بينها من العشيرة الأصلية وبالتالي فإن التباين داخل المجاميع يقل بزيادة التربية الداخلية ومعاملها إلى أن يصل للواحد الصحيح .

وجدير بالذكر أنه يجب أن يكون معلوماً أن معدل الزيادة في المجاميع المتماثلة التركيب الوراثي Homozygote مع التربية الداخلية يعتمد على القرابة الشديدة بين الأفراد التي تتزاوج وعلى الأخص في حالة تزاوج الأخوات الأشقاء والذي يعتبر من أشد درجات القرابة في الحيوانات المزرعية .

كما يجب أن نعرف أن معامل التربية الداخلية في حالة الإخوة الأشقاء أقل عنه في حالة التلقيح الذاتي حيث أنه يلزم ٦ أجيال من تزاوج الإخوة الأشقاء

نصل إلى معامل تربيته داخلية يمكن أن نصل إليه بعد جيلين فقط من التلقيح الذاتي .

إن التربية الداخلية تكون أكثر انتظاما في حالة حيوانات التجارب المعملية أما في حالة التربية العملية فإن التربية الداخلية لا يمكن أن تكون منتظمة أو دورية وإلى فترات طويلة .

كما أنه في حالة وجود طلوقة واحد في القطيع فإنه لا يمكن تجنب أثر التربية الداخلية الشديدة ولذا فإن أثر التربية الداخلية يمكن خفضه بتجنب تزواج أفراد شديدة القرابة بان يقوم المربين بإجراء تزواج بين إناث ناتجة من طلوقة مع طلوقة ناتج من طلائق أخرى وإذا كانت خطة التزاوج منظمة لتعطى أقصى تجنب للتربية الداخلية فإن معدل الزيادة في المجاميع المتماثلة التركيب الوراثي ينخفض بمقدار ٥٠٪ عن النسبة المتوقعة .

فمثلا في قطيع من ماشية اللبن مكون من ٦ طلائق وحوالي ٢٠ أنثى ومع أقصى تجنب للتربية الداخلية فإنه بعد ٥ أجيال يصل معامل التربية الداخلية إلى ٦, ٥ ٪ أى حوالي ١٪ تقريبا كل جيل .

٥.٢- علاقة التربية الداخلية بالصفات الإنتاجية والتناسلية:

أولا تأثيرها على معدل النمو Effect on growth rate

لوحظ أن للتربية الداخلية تأثيرها على معدلات النمو فزيادة معدل التربية الداخلية في الأمهات أدى إلى نقص أوزان العجول النامية .

ثانيا تأثيرها على الأداء التناسلي Effect on reproductive performance

من خلال الدراسات تبين أنه بزيادة معامل التربية الداخلية أدى ذلك الى خفض الكفاءة التناسلية وقد يكون ذلك بالبطء في نمو الخصيتين أو تأخر البلوغ

في كلا الجنسين أو بإنخفاض عدد البويضات الناتجة من الإناث أو زيادة معدل النفوق المبكر للأجنة أو بالعقم في الذكور.

ثالثا تأثيرها على ماشية اللبن Effect on dairy cattle

تعمل التربية الداخلية على خفض صفات اللبن (إنتاج اللبن - الدهن - البروتين - طول موسم الحليب - طول الحياة الإنتاجية - فترة الجفاف - الفترة بين ولادتين).

رابعا تأثيرها على النشاط أو الحيوية Effect on viability

وُجِدَ أن التربية الداخلية تؤدي الى خفض الحيوية كما ظهر ذلك في بعض الطرز الناتجة عن التربية الداخلية حيث وُجِدَ أنها يزيد بها معدل النفوق بزيادة معامل التربية الداخلية وقد لاحظ العاملون بمزارع يزيد فيها معامل التربية الداخلية أن تلك الحيوانات تكون أكثر حساسية للتغيرات البيئية بالمقارنة بالحيوانات غير المرباة تربية داخلية .

٥-٣- مزايا التربية الداخلية

ينتج عن التربية الداخلية بعض الأشياء (الحالات) من أهمها :

١- التربية الطرزية Line breeding

تصير التربية الداخلية تربية طرزية line breeding عندما يرغب المربي في زيادة القرابة نحو حيوان ممتاز حيث أنه بدون إتباع التربية الداخلية فإنه لا يمكن أن يزيد معامل القرابة بين الحيوانات عن (0.50) ولذا يلجأ المربون إلى إتباع أسلوب التربية الداخلية للحصول على أفراد ذات قرابة عالية من هذا الفرد (الحيوان) الممتاز لان مدة بقاء مثل هذا الحيوان بالقطيع محدودة مهما طالت ولهذا يلجأ المربي إلى تركيز أكبر قدر من جينات هذا الحيوان في حيواناته عن طريق تلقيح هذا الحيوان الممتاز لبناته ثم لحفيدات ثم

لبنات حفيداته وهكذا أى يزيد درجة قرابة حيواناته إلى مثل هذا الحيوان الممتاز ويعرف هذا الأسلوب بالتربية الطرزية .

٢- نشوء العائلات Development of families

يؤدي إتباع أسلوب التربية الداخلية إلى نشوء وتكوين طرز متماثلة في تركيبها الوراثي ومرباة تربيته داخلية أى أن العائلة أو العشيرة تنقسم إلى تحت عائلات أو تحت عشائر وخلق مثل هذه العائلات مع بعضها البعض يؤدي لزيادة إنتاجها وذلك للاستفادة من قوة الهجين أو قوة الخليط Heterosis or Hybrid vigor ولذا فالتربية الداخلية خطوة أولى تسبق تربية الأبعاد (التربية الخارجية) .

٣- زيادة التباين الوراثي بين العائلات Increase genetic variance

نتيجة لنشوء وتكون العائلات أو الطرز الجديدة من العائلة الأصلية نجد أن التباين داخل كل عائلة أو عشيرة يقل بزيادة درجة التماثل إلا أنه على العكس من ذلك يزداد التباين بين العائلات المتكونة ونتيجة لزيادة التباين بين العائلات نجد أنه تزيد فاعلية الانتخاب .

٤- التخلص من العوامل المتنحية غير المرغوبة

Elimination of undesirable recessive genes

يؤدي إتباع أسلوب التربية الداخلية لإظهار هذه العوامل المتنحية الغير مرغوبة في حالة أصيلة متنحية وغالبا ما تكون هذه العوامل ضارة أو سيئة إلا أن هذه الطريقة مكلفة ولا يستطيع أن يتحملها إلا المربين أصحاب القطعان الكبيرة .

٥. التماثل وطبع النسل Homozygote & prepotency

إتباع أسلوب التربية الداخلية يؤدي لزيادة التماثل في التركيب الوراثي ولذا تكون الجاميطات الناتجة من مثل هذه الحيوانات أكثر تماثلا من تلك المتحصل عليها من حيوانات أخرى أقل تماثلا في تركيبها الوراثي أى خليطة التركيب الوراثي والحيوانات المرباة تربية داخلية تكون أبنائها كما لو كانت صوره طبق الأصل " prepotency " وصفة طبع النسل prepotency هي صفة تدل على مقدرة الأباء في طبع خصائصها في أبنائها ولهذا فالتربية الداخلية هي الطريقة الوحيدة لزيادة القدرة على طبع النسل .

وظاهرة أو خاصية طبع النسل بطابع معين هي قدرة الفرد على إنتاج نسل مشابه له بدرجة كبيرة ولبعضه البعض في نفس الوقت وتتفاوت هذه الظاهرة كثيرا فهي توجد في أفراد ولا توجد في أخرى كما تتميز بها أنواع (سلالات) دون أخرى أيضاً وتوضح خاصية طبع النسل في الأبردين أنجس والهيرفورد (والسلالتان للحم) كما يلي (شكل ٥-٢) :

Aberdeen Angus	x	Herford
لون الجسم أسود	↓	لون الجسم أحمر أو بنى
عديم القرون	↓	ذو وجه أبيض بقرون

(نسل ذو وجه أبيض مثل الهيرفورد ولون جسم أسود وعديم القرون مثل الأبردين أنجس)

وفى هذه الحالة يقال إن الهيرفورد له المقدرة الوراثية على طبع النسل بصفة لون الوجه الأبيض وأن الأبردين أنجس له المقدرة الوراثية على طبع النسل باللون الأسود وعدم وجود القرون .

ويمكن تفسير ظاهرة طبع النسل بصفات أبوية وراثية كالآتي:

١ . وجود العوامل الوراثية الخاصة بالصفة فى صورة متجانسة Homozygosity مما يتيح للفرد الأصيل فى عوامله الوراثية أن يعطى جميع نسله العوامل المسئولة عن هذه الصفة .

٢ . السيادة التامة Complete dominance لعوامل الصفات فى الفرد تتيح لأن تنتج مشابها له فى تلك الصفات وتورث هذه الخاصية لجميع أبنائه إذا كانت العوامل موجودة فى تركيبه الوراثي فى صورة نقية

٣ . وجود الارتباط Linkage بين بعض الصفات الوراثية الموجود عواملها على كروموسوم واحد أو على كروموسومات مختلفة يجعلها تورث كمجموعة واحدة مما يزيد التشابه بين الآباء التي تحتوى على مثل هذه الصفات وأبنائها .



Hereford-Angus cross



شكل (٢-٥) ظاهرة طبع النسل فى خليط الهيرفورد مع الأنجس.

هذا وتقاس القدرة على طبع النسل بصفات أبوية بحساب معامل التلازم Correlation Coefficient بين مظاهر الصفات فى الآباء وأبنائها التي تعيش تحت ظروف بيئية واحدة ولا يمكن إجراء ذلك بالنسبة للصفات التي لا تظهر إلا فى احد الجنسين مثل إنتاج اللبن .

وتبدو أهمية خاصة طبع النسل فى القطعان فى تماثل الحيوانات فى شكلها المظهرى وفى حجمها مما يسهل على المربي سياسة القطيع وبخاصة فى التغذية . كذلك فإن القطعان التى تتميز بهذه الخاصية تكون ذات أسعار عالية أى أن القيمة الاقتصادية لأفرادها تكون مرتفعة .

٥-٤- الأسباب (الحالات) التي تستخدم فيها التربية الداخلية:

- ١- تزيد درجة التماثل داخل الأبقار مما يجعل النسل نقيا أو متماثلا وراثيا .
- ٢- الكشف عن الجينات المتنحية الغير مرغوب فيها .
- ٣- تثبيت الجينات أو الصفات المرغوبة من خلال زيادة تماثل الجينات فى الأفراد وبالتالي تثبيت الصفات المرغوب فيها فى القطيع .
- ٤- إيجاد خطوط أو طرز من الحيوانات المتشابهة فى النوع والصفات إذا استخدمت لفترة طويلة من الزمن .
- ٥- المحافظة على أعلى درجة من القرابة مع أى سلف مرغوب .
- ٦- تؤدي إلى زيادة التماثل وقوة التوريث (طبع النسل) نتيجة زيادة نسبة التراكيب الوراثية المتماثلة .
- ٧- تحسين الأبقار من خلال إنتاج الخطوط أو العائلات ومن الأفضل إتباع التربية الداخلية فى قطعان أبقار الحليب ذات الإنتاج العالي للمحافظة على ذلك المستوى من الإنتاج لعدة سنوات .

٨- تستخدم التربية الخطية فى الصفات التى يتحكم فيها الجينات ذات التأثير التوفى Epistatic effect والتى يكون فيها الانتخاب غير مُجدى وفى هذه الحالة تتبع التربية الطرزى كعلاج للموقف على أن يستمر فى الانتخاب بين الأفراد المرباه تربية طرزى حتى لا يتدهور الموقف بسرعة .

٩- عندما يصل المربى بإنتاج قطيعه إلى مستوى أعلى من متوسط السلالة التى منها قطيعه فيكون من الصعب عليه استعمال طلائق خارجى خلاف الطلائق من قطيعه لأن استعمال الطلائق الخارجى فى هذه الحالة سوف يؤدى إلى خفض الإنتاج فى قطيعه .

١٠- يتحدد أيضا تأثير التربية الداخلية بتحديد نوع (نمط) تأثيرات الجين فى الصفات الإنتاجية المختلفة . فإذا كان تأثير التربية الداخلية كبيرا فإنها تتأثر بجينات أغلبها ذات تأثير غير تجمعى Non additive effect بينما إذا كان تأثير التربية الداخلية صغيرا جدا أو غير موجود فإن هذه الصفة تتأثر بجينات أغلبها ذات تأثير تجمعى Additive effects .

والتربية الخطية (الطرزى) قد تستخدم على نطاق واسع باستخدام طلوقة معين دون مخاطرة بالنسبة لقطعان الأبقار الصغيرة والمتوسطة العدد والتربية الداخلية قد يترتب عليها أضرار حيث تزيد من فرصة ظهور الجينات المتنحية خلال الأجيال المبكرة ويترتب على ذلك وجود حيوانات صغيرة الحجم - وانخفاض الخصوبة وضعف عام فى الحيوية إلى جانب ظهور الجينات المميتة وحدوث تشوهات وراثية .

٥.٥- عيوب التربية الداخلية:

تؤدي التربية الداخلية إلى ظهور العوامل والجينات الغير مرغوبة في حاله أصيلة. ولذا لا ينصح بإتباع التربية الداخلية في الحالات التالية:

١- القطعان التجارية .

٢- القطعان التي يكون متوسط إنتاجها أقل من متوسط السلالة .

٣- القطعان التي يوجد بها طلوقه واحد والمربي ليس على دراية بعلم الوراثة .

٤- تؤدي التربية الداخلية إلى انخفاض مستوى الإنتاجية بصفة عامة وعلى الأخص الصفات التي ترتبط بالكفاءة الفسيولوجية والتناسلية وهذا ما يعبر عنه بالتدهور الناتج عن التربية الداخلية Inbreeding depression كما ذكر ذلك (Dickerson, 1973).

٥- تؤدي التربية الداخلية في الطرز المرباة داخليا إلى أن يكون التباين بين الأفراد كله أو معظمه بيئيا وليس وراثيا وهذا يجعل الانتخاب داخل هذه الطرز غير مجدى .

٥.٦- درجات القرابة Types of the relationship

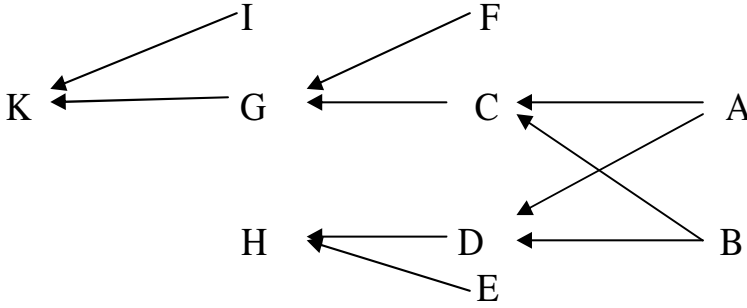
علاقة القرابة بين حيوانين يمكن أن تعرف علي أنها الجزء من الجينات المتحصل عليها من الآباء المشتركة. فقد يوجد حيوانين متتميان لنفس النوع ولكن علاقة القرابة بينهما (صفر) لو لم تكن بينهما آباء مشتركة وإذا وجد حيوانين توأمين في تركيبهما الوراثي فإن علاقة القرابة بينهما تكون (١٠٠٪) لأنهما يكونان متشابهين في (١٠٠٪) من الجينات الخاصة بهما مثل التوائم المتطابقة ولهذا نلاحظ أن معامل أو علاقة القرابة تتراوح ما بين (صفر إلى واحد صحيح). ويوجد نوعين من علاقات القرابة:

أ. علاقة مباشرة Direct relation

عندما يكون أحد الأفراد للفرد جد Ancestors مثل العلاقة بين الفرد وأبيه فإن الجينات المشتركة بين الأب والابن (٥٠٪) وبالمثل فإن نصف جينات الفرد تكون متطابقة لجينات أمه. وكما هو مبين في شكل (١) فإن الأفراد $(A, G), (K, A)$ مثال علي العلاقة المباشرة للقرابة.

ب. علاقة جانبية

مثل علاقة قرابة بين أنصاف الأشقة - الأشقة الكاملة - علاقة الفرد وابن عمه وذلك لوجود بعض الأسلاف المشتركة كما في الرسم التالي فإن (D, C) مثال للعلاقة بين الأشقة الكاملة حيث أن الآباء المشتركة هي (B, A) كما يلي :



العلاقة المباشرة والجانبية بين الأقارب

وتعتمد طريقة قياس علاقة القرابة علي عدد الأجيال (الأسهم) بين الحيوانات لنفس الآباء المشتركة ومعادلة حساب علاقة أو درجة القرابة أو معامل القرابة بين الأفراد (Y, X) تحسب من المعادلة التي افترضها Wright (1921 and 1922) التالية :

$$R_{XY} = \sum \left(\frac{1}{2} \right)^{n + \bar{n}} \dots \dots \dots (1)$$

حيث $\sum$ = مجموع كل مساهمات الآباء المشتركة

= معامل التوريث لكل جيل (سهم) $\frac{1}{2}$

n = عدد الأجيال أو الأسهم Intervening generation بين

الفرد X والآب المشترك Common Ancestors.

$\bar{n}$ = عدد الأجيال أو الأسهم بين الفرد Y والآب المشترك

الآخر (الأم).

وذلك بفرض أن الأب المشترك غير مربى داخليا بينما في حالة وجود

تربية داخلية فإن معامل القرابة بين X, Y يحسب من المعادلة

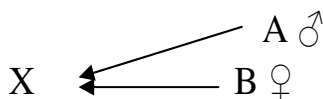
(٢)

$$R_{XY} = \sum \left(\frac{1}{2} \right)^{n + \bar{n}} (1 + Fa) \dots \dots \dots (2)$$

حيث Fa = معامل التربية الداخلية للأب أو الجد المشترك.

أمثلة علي حساب معامل القرابة:

١- العلاقة بين الأب وابنه



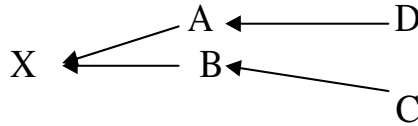
الأب المشترك (Ancestors)	n	$\bar{n}$	$1 + Fa$
A	1	0	0

$$R_{XA} = \left(\frac{1}{2} \right)^{1 + 0} = \frac{1}{2} = 50 \%$$

ملحوظة :

كل سهم يشير إلى جيل ولأنه يوجد جيل أو سهم واحد بين الأب A والابن X ونصف العوامل الوراثية تنتقل من الأب A إلى الابن X ولا يوجد رابطة بين الفرد وأمه لذا فإن $n^- = 0$ صفر.

٢- علاقة القرابة بين الفرد X وجده D



الأب المشترك (Ancestors)	n	$\bar{n}$	$1 + Fa$
C	2	0	0 = 2

$$R_{XD} = \left(\frac{1}{2}\right)^{2+0} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4} = 25\%$$

٣- علاقة القرابة بين الأخوة الأشقة الكاملة:



الأب المشترك (Ancestors)	n	$\bar{n}$	$1 + Fa$
A	1	0	0
B	1	0	0

$$R_{XD} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \left(\frac{1}{4}\right) + \left(\frac{1}{4}\right) = \frac{1}{2} = 50\%$$

بعبارة أخرى:

١- نحدد أولاً الآباء المشتركة في هذه الحالة وهي (A, B).

٢- نحدد العلاقة عن طريق كل أب مشترك.

٣- ثم نجمع مجموع معاملات القرابة عن طريق كل أب مشترك. وهذا راجع لقانون جمع الاحتمالات حيث أنها احتمالات مستقلة (غير متنافية) أى أن حدوث أحدهما لا يمنع حدوث الآخر

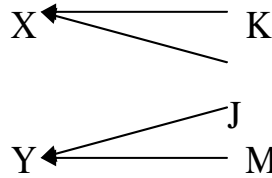
$$R_{XY}(A) = \left(\frac{1}{2}\right)^{1+1} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4} = 25\%$$

$$R_{XY}(B) = \left(\frac{1}{2}\right)^{1+1} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4} = 25\%$$

•• معامل القرابة بين X, Y

$$R_{XY} = 0.25 + 0.25 = 0.50$$

٤- العلاقة بين الأخوة أنصاف الأشقة:



الأب المشترك (Ancestors) n $\bar{n}$ $1 + Fa$

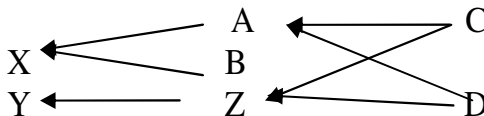
A 1 1 0

$$R_{XY} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4} = 25\%$$

وهذا راجع الى قانون ضرب الاحتمالات حيث أنها احتمالات غير مستقلة

(متنافية أى أن حدوث احدهما يمنع حدوث الآخر)

٥- العلاقة بين أبناء عم من الدرجة الأولى (Y, X):



الأب المشترك (Ancestors)	n	$\overline{n}$	$1 + Fa$
C	2	2	$0 = \sum \left(\frac{1}{2}\right)^4$
D	2	2	$0 = \sum \left(\frac{1}{2}\right)^4$

∴ معامل القرابة بين X,Y

$$R_{XY} = \left(\frac{1}{2}\right)^4 + \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \left(\frac{1}{2}\right)^8 = 12.5 \%$$

ويعني الرقم ١٢,٥٪ أنه من المحتمل أن يمتلك الفردين (Y, X) $\frac{1}{8}$ أي حوالي ١٢,٥٪ جينات متماثلة أكثر من أفراد آخري والتي لا توجد بينها علاقة في السلالة أو النوع.

٥.٧ معامل التربية الداخلية Coefficient of inbreeding

عندما تتزاوج الأفراد التي بينها جينات مشتركة أي بينها علاقة قرابة فإن التماثل الجيني يزيد في الأبناء عن معدله في أفراد القطيع الأساسى . ولهذا فإن التربية الداخلية تزيد من التماثل الوراثي وتقلل من الأفراد الخليطة التركيب الوراثي .

ومعدل نسبة الزيادة المتوقعة فى الأفراد المتماثلة في تركيبها الوراثي أو النقصان في الأفراد الخليطة التركيب الوراثي في الأفراد المرباه تربية داخلية بالنسبة لمعدلها في القطيع الأساسى يعرف بمعامل التربية الداخلية .

ونحصل على معامل التربية الداخلية بضرب معامل القرابة بين الآباء

للفرد المقدّر له معامل القرابة $\times \frac{1}{2}$ أي أن معامل التربية الداخلية للفرد $= \frac{1}{2}$

معامل القرابة بين أبويه كما ذكر Wright (1922) (إذا لم تكن الآباء مرباة تربية داخلية).

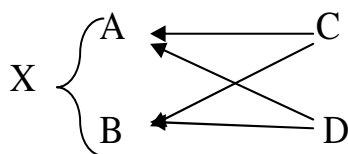
$$F_x = \frac{1}{2} R_{AB} = \frac{1}{2} \sum \left(\frac{1}{2} \right)^{n + \bar{n}}$$

n = عدد الأجيال أو الأسهم من الأب إلى الأب المشترك

$\bar{n}$ = عدد الأجيال أو الأسهم من الأم إلى الأب المشترك

مثال ١:

احسب معامل التربية الداخلية للفرد X

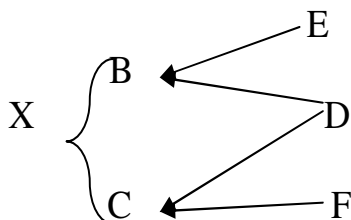


(Ancestors)	n	$\bar{n}$	$1 + Fa$
C	1	1	$1 + 0 = \sum \left(\frac{1}{2} \right)^{1+1+1} = 12.5$
D	1	1	$1 + 0 = \frac{1}{2} \sum \left(\frac{1}{2} \right)^{1+1} = 12.5$

$$F_x = 25 \%$$

مثال ٢:

احسب معامل التربية الداخلية للفرد X



١- القرابة بين (C,B) :

(Ancestors) الأب المشترك	n	$\bar{n}$	$1 + Fa$
D	1	1	0

$$R_{BC} = \left(\frac{1}{2} \right)^2 = \frac{1}{4} = 25 \%$$

$$F_X = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{4} \right) = 12.5 \%$$

ماذا يعنى الرقم ١٢, ٥ ٪، يعنى ذلك أن الحيوان (X) اقل في نسبة التراكيب الوراثية الخليطة ١٢, ٥ ٪ عن معدل الحيوانات الأخرى بالقطيع التي لا توجد بينها قرابة .

ولو فرضنا أن الحيوانات F & D & E بها (٥٠٪) تراكيب وراثية متماثلة و(٥٠٪) تراكيب وراثية خليطة فيكون الحيوان X محتوى على ١٢.٥٪ اقل من نسبة التراكيب الخليطة أو (٥٠٪) من ١٢, ٥ ٪ أي ٦, ٢٥ ٪ أقل في نسبة التراكيب الخليطة أو بمعنى آخر أن الحيوان (X) سوف يحتوي فقط على ٤٣, ٧٥ ٪ تراكيب وراثية خليطة .

٥.٧- التربية الخارجية Out breeding

التربية الخارجية هي عبارة عن تزاوج حيوانات ليس بينها علاقة قرابة أو درجة القرابة بينها اقل من متوسط القرابة الموجودة في القطيع ونتيجة لهذا التزاوج فان النسل progeny الناتج يحتوى على عوامل وراثية مختلفة من كل من الأب والأم وهذا يؤدي إلى زيادة نسبة الأفراد الخليطة heterozygous individual وقله نسبة الأفراد الأصلية Homozygous individuals .

١.٥.٧. الخلط داخل النوع Out crossing

يتم هذا النوع من التربية الخارجية بتزاوج حيوانات نقيه Pure ليس بينها علاقة قرابة داخل نفس النوع مثل (الفريزيان) ويجب ألا يكون هناك أسلاف مشتركه بين هذه الحيوانات لمدة تصل إلى أربعة إلى ستة أجيال .

مزايا هذه الطريقة Advantages

- ١- هذه الطريقة عالية الكفاءة في الصفات التي تكون محكومة بعدد كبير من الجينات ذات التأثير الوراثي التجمعي مثل إنتاج اللبن ومعدل النمو في ماشيه اللحم الخ.
- ٢- تعد من أكفأ نظم التربية للتحسين الوراثي وذلك إذا كانت مقرونة بالانتخاب .

٣- تعتبر من أحسن الطرق المتبعة في أغلب القطعان .

٢.٥.٧. الخلط بين السلالات Cross breeding

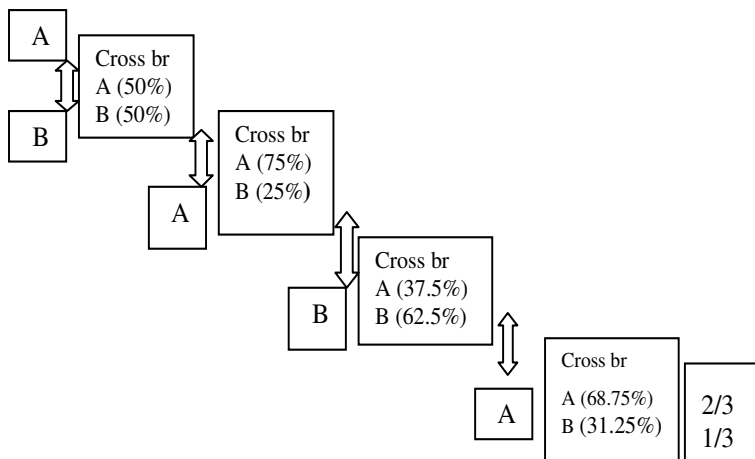
عبارة عن تزاوج حيوانات من سلالات مختلفة وتستعمل هذه الطريقة في الحالات التالية :

- ١- إنتاج القطعان التجارية commercial herds عندما يتم تسويق الخليط الناتج مباشرة ولا يستخدم في برامج التربية والتحسين وأصبحت هذه الطريقة شائعة في إنتاج الخنازير والدواجن تجاريا . كما تتبع هذه الطريقة في ماشيه اللحم لحد معين وقد أجريت محاولات للخلط بين الأنواع المختلفة لإنتاج اللبن ولكن بدرجات مختلفة من النجاح .

٢- تستعمل هذه الطريقة بصفه عامه فى إنتاج الأنواع الجديدة new breeds والتي يكون من أهم خواصها تحمل الظروف المناخية فى القطر (البلد) بجانب تحسين خواصها الإنتاجية كمثال لذلك أنواع الماشية فى المناطق الحارة.

٥٨- طرق الخلط بين السلالات Methods of cross breeding
١-٥٨. الخلط المتبادل Crisscrossing أو خلط نوعين Tow way crosses
وفى هذه الطريقة يتم الخلط بين نوعين نقين Tow pure breeds بالتبادل Alternatively وتعرف هذه الطريقة أيضا بالخلط المتبادل ويؤدى إتباع هذه الطريقة من الخلط إلى الاستفادة من قوه الخلط (قوه الهجين) Heterosis فى كل من الأمهات والآباء.

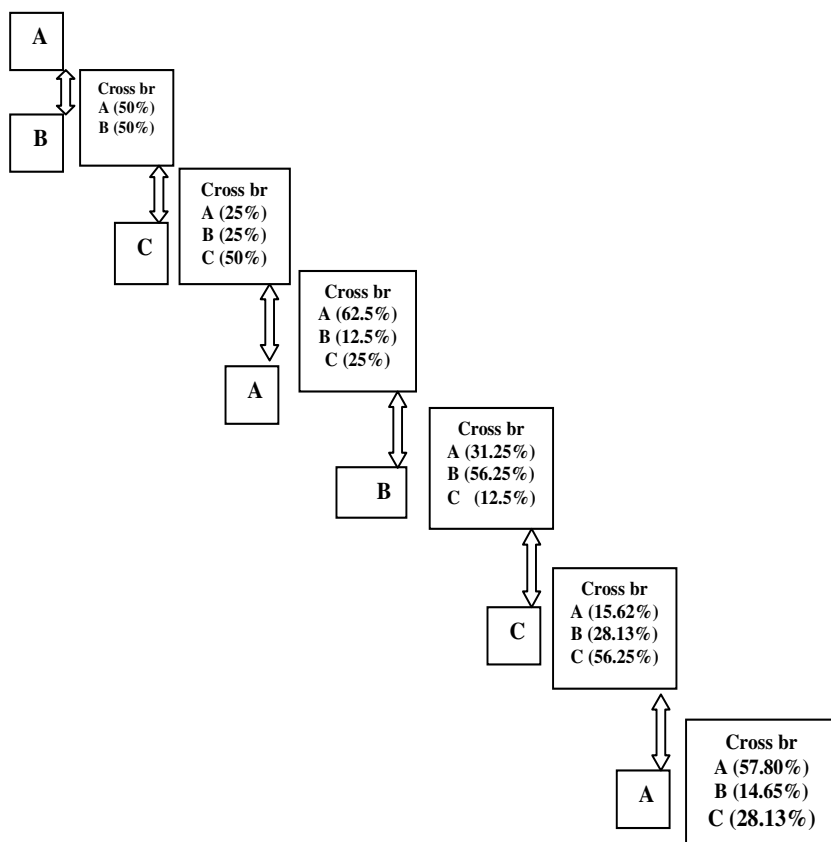
فمثلا :- يتم الخلط بين إناث النوع (♀A) مع أباء من النوع (♂B) ثم يتم خلط أمهات الخليط الناتج (الإناث) (♀ AB) مع أباء من النوع (♂ A) وهكذا وفى هذه الطريقة يصل النوع الخليط الناتج إلى التحسين المطلوب بسرعة لأنه تصل نسبه العوامل الوراثية إلى حوالى $\frac{2}{3}$ من العوامل الوراثية للأب المستعمل، $\frac{1}{3}$ من العوامل الوراثية من النوع الآخر المستعمل فى الخلط. يستعمل هذا النوع من الخلط فى إنتاج سلالات الخنازير الأمريكيه American Breeds of Pigs كما موضح فى الشكل رقم (٣-٥)



شكل (٥-٣) يوضح نظام الخلط بين نوعين Tow way cross

٢-٥٨. الخلط الدوري Rotational crossing

في هذا النظام يتم خلط ٣ سلالات (Triple strains) أو أربعة أو أكثر من السلالات النقية بصفة دورية (Rotational manner) وأيضا في هذا النظام تكون الإناث دائما خليطة ويكون الذكر من نوع نقى بصفة دورية وبالتالي يكون الخليط الثلاثي الناتج يمتلك ٥٨٪ من العوامل الوراثية للذكر المستخدم، ٢٨٪ من العوامل الوراثية للام الأكثر عددا و ١٤٪ من العوامل الوراثية من النوع الثالث كما موضح في شكل (٥-٤) التالي :

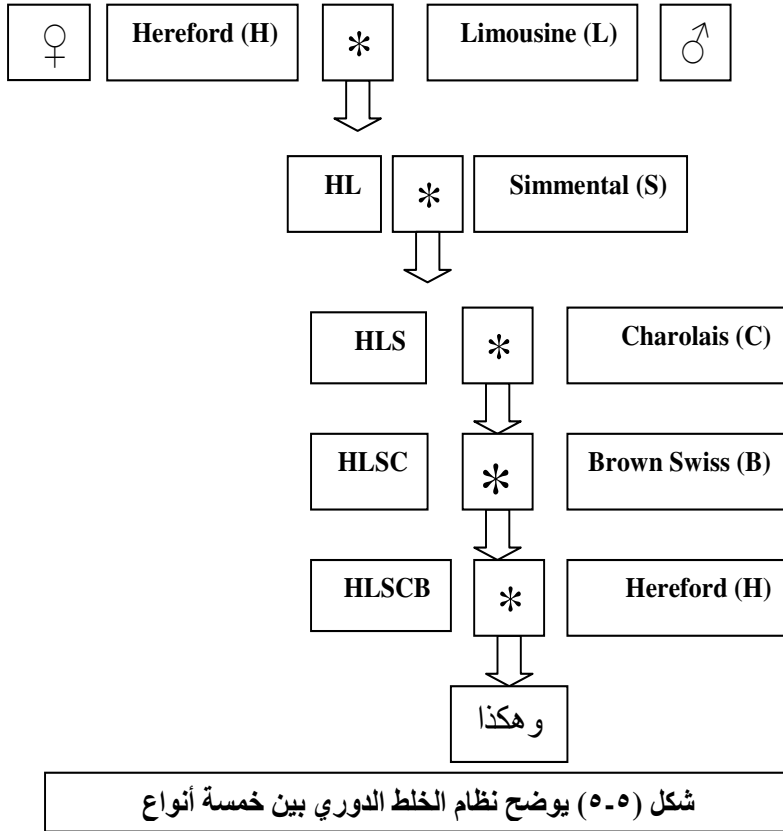


شكل (٥-٤) يوضح نظام الخلط الدوري بين ثلاثة أنواع (سلالات) Triple Crossing

وأشار Willis (1998) في بعض الدراسات على الماشية والخنازير إلى أن الخلط الثلاثي يتفوق على السلالات النقية بمقدار ٢٥٪.

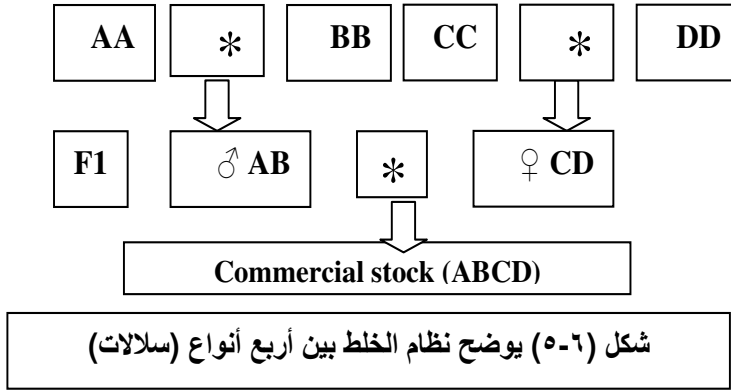
وقد يجري الخلط الدوري باستخدام خمسة سلالات ومثال على ذلك خلط إناث هيرفورد (H) Hereford بذكور من الليموزين (L) Limousine ثم خلط الإناث الناتجة (HL) بذكور من السيميتال (S) Simmental ثم خلط الإناث الناتجة (HLS) بذكور من الشاروليز (C) Charolais ثم خلط الإناث الناتجة (HLSC) مع ذكور من البراون سويس (B) Brown Swiss

ثم خلط الإناث الناتجة (HLSCB) مره أخرى بذكور من الهيرفورد (H) كما هو موضح فى شكل (٥-٥).



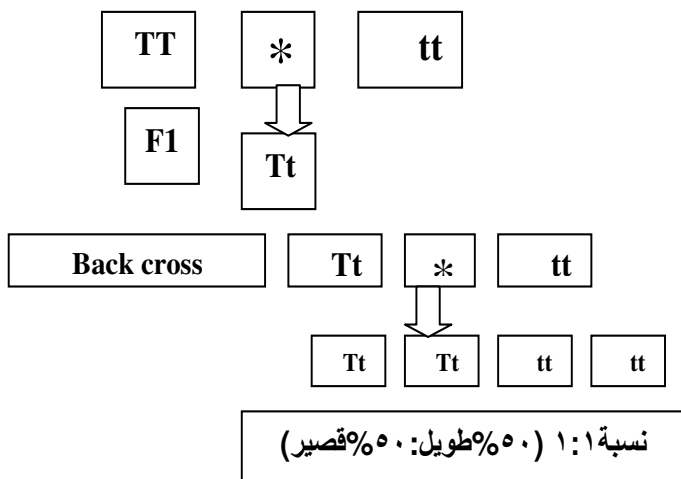
والغرض من ذلك هو الحصول على حيوانات تجمع فى تكوينها بين صفات اللحم الجيدة وصفات اللبن الجيدة. ويعتبر هذا هو الاتجاه المطلوب فى الوقت الحالى عند تكوين السلالات حيث يخلط عدة سلالات مع الاحتفاظ بالخطوط النقية وذلك للحصول على سلالات عالية الإنتاج متأقلمة مع الظروف البيئية ومقاومة للأمراض. وكذلك يمكن خلط أربعة أنواع (Four way crossing) حيث يتم الخلط بين النوع (A) مع النوع (B) وتؤخذ

ذكور الجيل الأول $F_1 \text{ } \sigma\sigma(AB)$ كذلك يتم خلط النوع (C) مع النوع (D) وتؤخذ إناث الجيل الأول $F_1 \text{ } \text{♀♀}(CD)$ وبتهجين الجيلين ذكور $F_1 \text{ } \sigma\sigma(AB)$ مع إناث $F_1 \text{ } \text{♀♀}(CD)$ ينتج الخليط الرباعي ويعرف الناتج بالقطيع التجاري . كما هو موضح فى شكل (٥-٥).



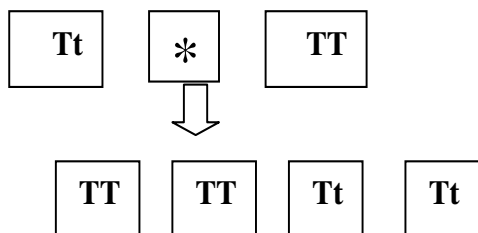
٣-٥٨- الخلط الرجعى Back crossing

يتم هذا النوع من الخلط بتزاوج حيوانات خليطة ثانياً إلى أحد الآباء النقية المستخدمة في تكوينها ويستخدم هذا النوع من الخلط في الدراسات الوراثية ولكن لا يستخدم على نطاق واسع بواسطة المربين . وبالتالي تكون الأفراد الخليطة في الجيل الأول (F_1) عند خلطها مع الآباء النقية الأصلية المتنحية توزيعها تبعاً لنسبه الشكل الظاهري (1:1) فى الجيل الثانى كما هو موضح فى شكل (٥-٦).



شكل (٥-٧) يوضح الخلط الرجعي

أما عند خلط أفراد الجيل الأول (F1) مع الآباء النقية السائدة الأصلية فإن كل الأفراد تكون ذات شكل ظاهري واحد نظراً لأن جميع الأفراد الناتجة تكون حاملة للجين السائد.



ولذا فإن هذا النوع من الخلط يستخدم في الكشف عن الآباء السائدة الأصلية أو المتنحية الأصلية.

٤-٥-٨ التدرج Grading up

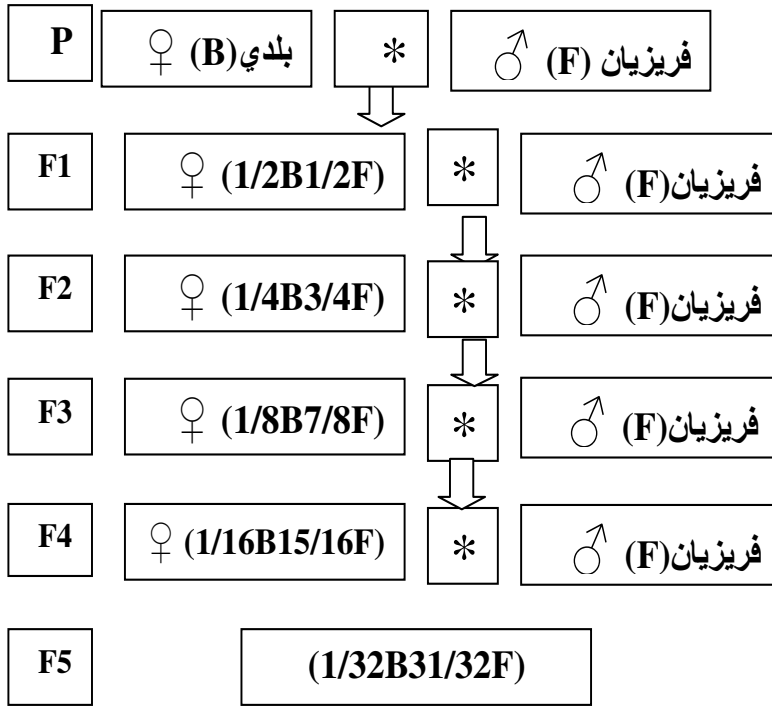
يقصد بالتدرج محاولة رفع المقدرة الإنتاجية لمجموعه من الحيوانات المنخفضة في الإنتاج بخلط الأجيال الناتجة منها مع ذكور أصلية ذات الصفات الممتازة أى يتم إدخال جينات جديدة من حيوانات ممتازة إلى هذه الحيوانات منخفضة الإنتاج

ويتم هذا الإدخال بالتدريج جيل بعد جيل حتى نصل بعد عدة أجيال إلى قطيع له صفات أحد الآباء الممتازة في القطيع المنخفض الإنتاج كما هو مبين بالمثال التالي :

الآباء	♂ أب عالي المقدرة الإنتاجية	♀ أم منخفضة الإنتاج
الجيل الأول	50% من الحيوانات عالية الإنتاج	50% من الحيوانات منخفضة الإنتاج
الجيل الثاني	75%	25%
الجيل الثالث	87.5%	12.5%
الجيل الرابع	93.75%	6.25%
الجيل الخامس	96.87%	3.125%
الجيل السادس	98.44%	1.56%
الجيل السابع	99.22%	0.78%

أى أنه بعد الجيل الخامس أو السادس فإن الأفراد المدرجة تحمل ما يقرب من ٩٦, ٩ إلى ٩٨, ٤ من العوامل الوراثية للأب النقي .

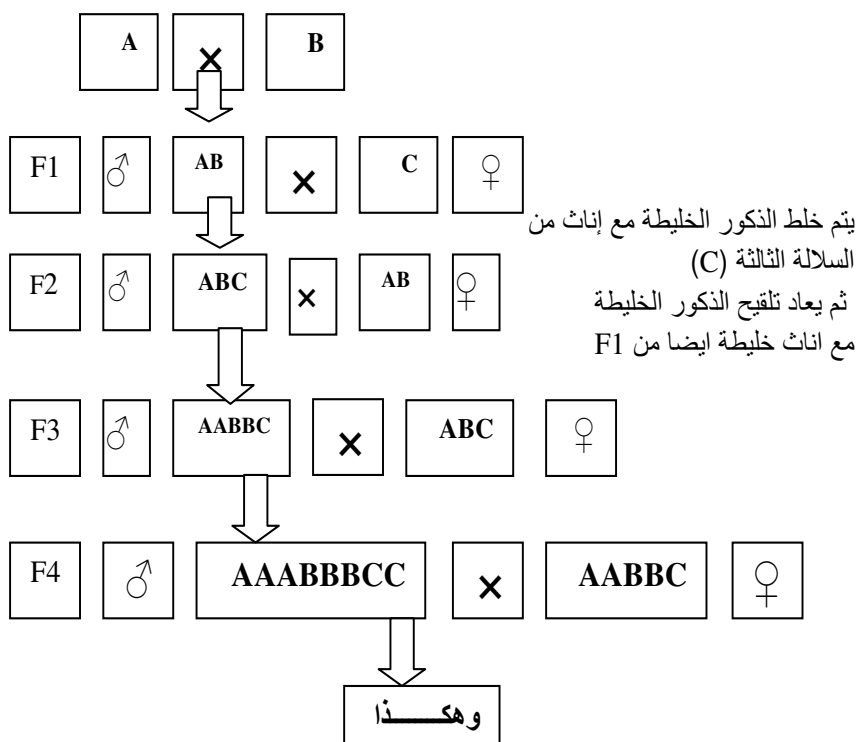
ومن الأمثلة على استخدام هذه الطريقة (تدريج Grading up) الأبقار المصرية البلدية – المحلية (Native cattle) باستخدام إناث من الأبقار المحلية مع طلائق Bulls فريزيان بهدف العمل على زيادة وتحسين إنتاجيه الأبقار المصرية كالتالي :



حيث بعد خمسة أجيال نحصل على حيوانات تقترب في إنتاجها و في شكلها الخارجي من أبقار الفريزيان إلا أن أعلى عائد أو استجابة (Response) نحصل عليه في الجيل الأول حيث يتفوق في إنتاج أفراد الجيل الأول تفوقا ملحوظا عن الأبقار المصرية .

٥-٥-٨. نظام ليبيرشات lauprechats system

صاغ العالم الألماني (1961) Lauprechats نظام من الخلط يعتمد علي خلط ثلاثة سلالات A, B, C وذلك علي النحو التالي (شكل ٥-٧) :



شكل (٨-٥) يوضح الخلط بنظام ليبرشات

لاحظ أن النسل الناتج في الجيل الرابع و الأجيال التالية يشتمل على ثلث السلالات المستخدمة في التزاوجات .

٥.٩ مزايا طرق خلط السلالات Advantages of cross breeding

تفيد هذه الطريقة في إدخال صفات مرغوبة في سلالة معينة لم تكن موجودة فيها من قبل .

١- تستخدم هذه الطريقة في تكوين أنواع جديدة عن طريق تكوين تراكيب جديدة في الخلايا Germplasm مسببه وجود تباين . ثم استخدام الانتخاب بعد ذلك ثم تثبيت التباين المناسب بالعشيرة .

٢- تعتبر أداة فعالة عند دراسة سلوك الصفات الوراثية وأسلوب انتقالها .

٣- تُظهر الحيوانات الخليطة قوة الخليط والتي تنتج عند تجميع الجينات السائدة في النوعين المتزاوجين في الجيل الأول وتكون مثل هذه الجينات أفضل من الآباء حيث تنمو بسرعة بجانب التحسين في الصفات الإنتاجية مثل إنتاج كميات لبن أكثر أو صوف أو بيض أكثر مما هو متوقع في أسلافها وتظهر الصفات الإنتاجية أفضل قدر من التحسين الوراثي عند أتباع أسلوب خلط الأنواع.

٥.١٠- عيوب هذه الطريقة

- ١- جدارة الحيوانات الخليطة قد تنخفض ببطء نتيجة لطبيعة التراكيب الوراثية الخليطة في تركيبها الوراثي .
- ٢- خلط الأنواع يتطلب المحافظة على وجود نوعين من الحيوانات النقية في التراكيب الوراثية اللازمة لإنتاج الأنواع الخليطة وهذا يتطلب بلا شك استثمار قدر كبير من رأس المال .

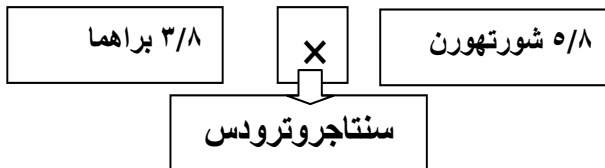
٥.١١- تكوين أنواع جديدة عن طريق خلط السلالات

أمكن الاستفادة من طريقه خلط السلالات للحصول على أنواع جديدة في الحيوانات المزرعية كما في الأمثلة التالية :

١.٥.١١- الماشية

أ- السنتاجروتروdis Santagertrudis

أمكن الحصول على هذا الخليط في ولاية تكساس بأمريكا وذلك بخلط ماشيه الشورتهورن مع البراهما كالتالى :



براهما



شورتهورن



السنـتـاجـر و تـرودس

وهو حيوان يطابق شكله العام نموذج حيوان اللحم ويتميز بالموائمة للبيئة والنضج المبكر كما أن الذكور لها قابلية للتسمين ولها كفاءة اقتصادية عالية في تحويل الغذاء ونوعية الذبيحة جيدة حيث تصل نسبة التصافي إلى ٦٠٪ وأوزان العجول عند الميلاد (٤٥ كجم) أما أوزان الذكور البالغة تصل إلى ٩٠٠ كيلو جرام ويشغل هذا النوع مركزا ممتازا بين الأنواع الأوربية المحسنة وذلك من حيث الإنتاج في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية .

بد البيف ماستر Beef master أو سيد اللحم

أمكن الحصول عليه أيضا في ولاية تكساس الأمريكية وذلك بخلط ثلاثة أنواع وهي (1/4 شورتهورن و 1/4 هي رفورد و 1/2 براهما) وتتميز ذكور هذا النوع بسرعة النمو حيث تصل ذكور هذا النوع عند ٦ شهور لوزن ٤٥٠ كيلو جرام والأبقار عالية الخصوبة يمكن لها الإنتاج عند عمر سنتين .



<http://www.doubledeucebeefmasters.com/cows.html> البيف ماستر



<http://www.wynneranch.com>

البرانجس



http://www.dandglivestock.com.au/2009Charolais_CharbraySale_Photos2.html

الشاربرى

ج- البرانجس Brangus

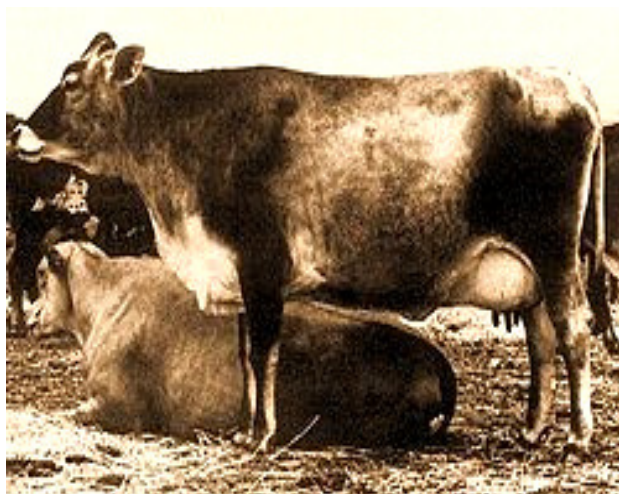
أمكن الحصول عليه في الولايات المتحدة الأمريكية بالخلط بين الأبردين أنجس والبراهما (5/8 الأبردين أنجس مع 3/8 براهما) ويتميز هذا النوع بتحمل الظروف الجوية الصعبة وكذلك يتميز بخصائص اللحم الجيد وأوضحته الدراسات التي قامت على هذا النوع أن ذكور البرانجس تكون ذات وزن أكبر عند الميلاد والقطام عن مثيلاتها من الأبردين أنجس حيث أن الوزن عند ٦ شهور ٤٠٠ كيلو جرام وعند البلوغ ٦٥٠ كجم .

د- الشاربى Charbray

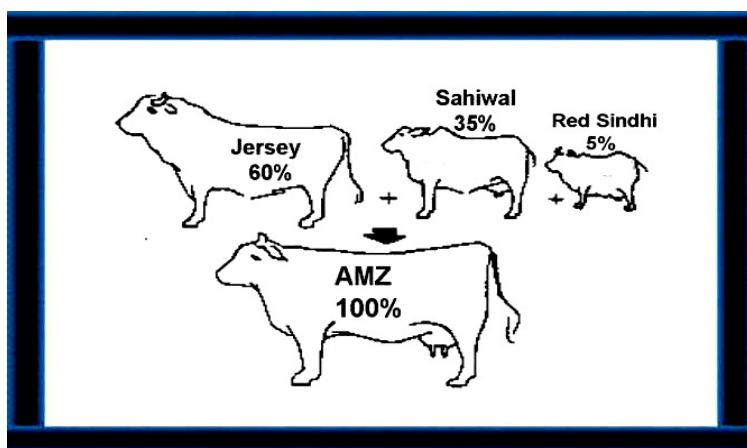
أمكن الحصول عليه في الولايات المتحدة الأمريكية من خلط (7/8 شاروليز مع 1/8 براهما) ويتميز هذا النوع لتحمله لدرجة الحرارة العالية وسرعة نمو عالية وإنتاج لبن عالي ويتراوح وزن الذكور البالغة من ١٢٠٠ إلى ١٦٠٠ كيلو جرام والأبقار البالغة من ٧٠٠ إلى ١٠٠٠ كيلو جرام .

هـ- زيبو اللبن الاسترالي Australian Milking Zebu dairy cow (AMZ)

أمكن الحصول عليه في استراليا فى منتصف ١٩٥٠م من خلط ماشية الزيبو مع الجيرسى وكذلك من خلط الساهيوال مع الرديندى من باكستان مع ماشية الجيرسى . Sahiwal and Red Sindhi cattle from Pakistan with Jersey cattle ويتميز هذا النوع بتحمل الحرارة والمقاومة للأمراض والإنتاج العالي من اللبن والدهن (٣٠٠٠ كيلو جرام لبن - نسبة الدهون من ٣,٥ إلى ٤ ٪) .

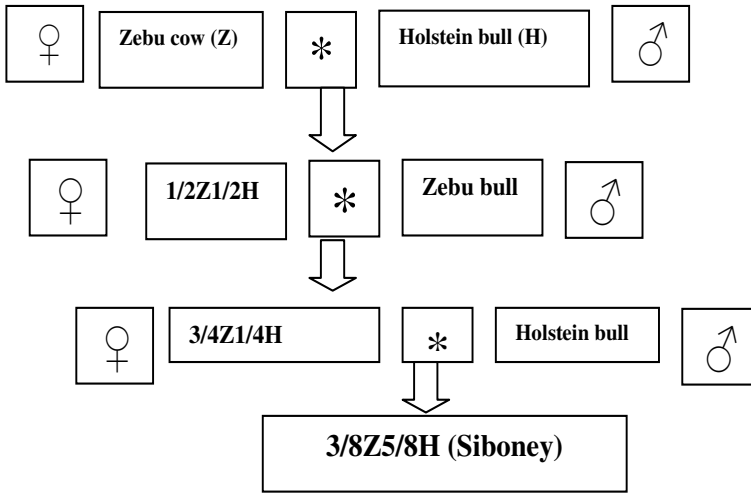


http://en.wikipedia.org/wiki/File:AMZ_cattle.jpg
 Australian Milking Zebu dairy cows زيبو اللبن الاسترالي



و- سيبوني Siboney

آمكن الحصول عليه في كوبا Cuba وهو خليط بين الهولشتين والزيبو
باستخدام 5/8 هولشتين مع 3/8 زيبو واستخدام طريقة الخلط المتبادل
Crisscrossing ويتميز هذا النوع بالإنتاج العالي من اللبن والمقاومة
للأمراض والأقلية على البيئة الاستوائية والشبه الاستوائية كالتالى :





<http://www.ansi.okstate.edu/breeds/cattle/siboney/index.htm>

أبقار السيبوني



Jamaica Hope Pure-bred Bull of Artificial Insemination Centre
Shooters Hill, Montserrat

جاميكا هوب

<http://www.niherst.gov.tt/icons/profiles/thomas-lecky.htm>

أبقار جاميكا هوب Jamaica Hope

١٠- جاميكا هوب Jamaica Hope

أمكن الحصول عليه في جاميكا من خلط الجيرسى والساهيوال والهولشتين وتتميز أبقار هذا النوع بالإدرار العالي من اللبن حيث يصل إلى ٣٠٠٠ كيلو جرام وقد سجلت بعض الأفراد إدرار لبن حوالي ٩٠٠٠ كيلو جرام بجانب انتظامها في الولادات وتتميز الذكور بسرعة النمو حيث يصل وزن الذكور البالغة حوالي ٧٠٠-٨٠٠ كيلو جرام والأبقار حوالي ٥٠٠ كيلو جرام.

١١-٢-٥- الأغنام

تكونت أنواع كثيرة من الأغنام نتيجة الخلط نذكر منها الآتي :

١- الكولبرد Colbred

تم الحصول عليه في إنجلترا نتيجة الخلط بين أربعة أنواع هي (East Friesland - Forest - Border Leicester – Dorset Horn) وقد استخدم في الخلط نوع الإيست فريزيان الألمانية وذلك بغرض تحسين صفة الخصوبة وإدرار اللبن العالي وتتميز أغنام الـ Colbred بسرعة النمو حيث يصل وزن الكباش الناضجة حوالي ٦٠ كيلو جرام – ووزن الجوزة ٤ كيلو جرام وكمية اللبن ٣٢٥ كيلو جرام ونسبه الخصوبة ٢٠٠٪.

٢- الفنش دروست Finn Dorset

نشأ هذه النوع في اسكتلندا وهو ناتج من خلط الكباش الفنلندي Finnish Landrace مع نعاج دروست عديمة القرون Dorset Horn وذلك للاستفادة من ارتفاع نسبه الخصوبة في الأغنام الفنلندي والتي يصل معدلها إلى ٢٤٠ – ٣٠٠٪ بالإضافة إلى الاستفادة من سرعة النمو من (نعاج دروست هورن).

٣- كولومبيا Columbia

وهو نوع ناتج من خلط كباش الـ Lincon مع نعاج الـ Rambola.

٤- بناما Panama

وهو نوع ناتج من خلط كباش الـ Rambola مع نعاج الـ Lincon.

٥- هيساردال Hisardal

أنتج هذا النوع في ولاية البنجاب في الهند وهو ناتج من خلط بيكانيري Bikaneri مع كباش المرينو Marino Ram.

١١- ٣-٥- الماعز

وفي الماعز تكونت بعض السلالات نتيجة الخلط منها على سبيل المثال

ماعز البورنوا Bornowa goat

وقد نشأ في قسم علوم الحيوان - كلية الزراعة - جامعة الأبحه برونوة بأزمير في تركيا وهي تتكون من ٧٥٪ ماعز الأنجلونوبيان Anglo-Nubian و ١٢,٥٪ ماعز الملطي Maltese و ١٢,٥٪ الماعز الألماني الأبيض White German ويوجد تباين في لون ماعز البورنوا من البني الغامق إلى الرمادي وتتميز بالصفات التالية :

الوزن عند الميلاد	٣.٥ - ٤ كجم
الوزن عند الفطام	١٢ - ١٥ كجم
معدل الزيادة اليومية	١٣٥ جم
وزن الذكور البالغة	٨٠ - ٩٠ كجم
وزن الأمهات	٥٠ - ٦٠ كجم
طول موسم الحليب	٢٠٠ يوما
كمية اللبن في الموسم	٤٠٠ كجم
متوسط كمية اللبن / يوم	٢ كجم
نسبة الخصوبة	١.٧٣٠ ٪

ويظهر التساؤل هو متي يمكن الحصول علي أنواع جيدة فتكون الإجابة أن ذلك عندما لا نرضي عن إنتاجية الأنواع الموجودة من ناحية قيمتها الاقتصادية أو عندما نشعر بأنه من الممكن زيادة قيمتها عن طريق تكوين تراكيب وراثية جديدة - من نوعين متوقع أن يكمل كل منهما الآخر في صفات مختلفة.

جدير بالذكر أيضا أنه في جمهورية مصر العربية قد حظيت كل من أنواع الدجاج والأرانب بإنتاج بعض الأنواع المحلية المحسنة والتي لم تكن موجودة من قبل وقد يرجع ذلك إلي قصر فترة الجيل Generation interval والتي قد تصل إلي (٥, ١) سنة في الدجاج (وسنه) في الأرانب مما يجعل من الممكن استخدام طرق الخلط المختلفة.

فمثلا:

في الأرانب قد استنبطت وزارة الزراعة سلالة الجيزة الأبيض. فقد ذكر (Afifi et al., 2000) أن هذه السلالة استنبطت بواسطة فرع تربية الحيوان - كلية الزراعة - جامعة القاهرة حيث تم البدء في إنشاء قطيع أرانب محلي Native stock rabbits وذلك بأحجام وألوان مختلفة ثم بعد ذلك بعزل الألوان المختلفة وباستخدام طرق التربية المختلفة بغرض الحفاظ علي اللون الأبيض الألبينو مع تحسين سرعة النمو وحجم الخلفة في القطيع وأطلق عليه الجيزة الأبيض ويتميز بلون العيون القرمزية وتعطي الأنثى (٤-٥) في البطن الواحدة وحجم الخلفة ٧ أفراد ويزن الأرنب البالغ ٥, ٣ كجم.

كما استنبطت وزارة الزراعة سلالة البلدي الأحمر والأسود وهي محلية محسنة ناتجة من خلط ذكور الجيانت فلاندر مع إناث من البلدي وهذا الهجين أضاف إلى

النوع البلدى زيادة فى الوزن وتحمل الظروف الطبيعية وإعطاء عدد أكبر فى البطن الواحدة.

١١-٥-٤ فى الدجاج:

١- الإسكندرانى Alexandria

هذه السلالة تكونت بالخلط بين أربع أنواع هي : (الفيومي - الرود أيلاند - اللجهورن - البليموث روك المخطط) وقد أخذ فى الاعتبار أن الرود أيلاند والبليموث روك دجاج لحم وأن الفيومي لمقاومته الأمراض واللجهورن لإنتاج البيض .

٢- دقي ٤ Dokki4

أنتجت وزارة الزراعة هذه السلالة سنة ١٩٦٦ بهدف إنتاج شكل مرغوب نظرا للون الأزرق الذي يشوب الجسم فى الفيومي ويرجع ذلك لوجود صبغة الميلانين . وقد نشأت هذه السلالة بالخلط بين الفيومي والبليموث روك المخطط .

٣- المنتزه الذهبي والفضي

نشأ هذا النوع بالخلط بين الرود أيلاند ودقي ٤ وذلك بمزرعة المنتزه التابعة لوزارة الزراعة عام ١٩٧٤ .

٤- مطروح Matrouh

أنتجت هذه السلالة ببرج العرب التابعة لمركز البحوث الزراعية ١٩٧٤ م بالخلط بين اللجهورن الأبيض ودقي ٤ .

٥- الجميزة Gimmiza

نشأ فى مركز البحوث بالجميزة ١٩٧٤ م بالتهجين بين دقي ٤ والبليموث روك المخطط .

٦- المعمورة El- Maamora

نشأ في مركز البحوث بالمنتزه ١٩٧٩م بالخلط بين ذكور إسكندراني وإناث دقي ٤ .

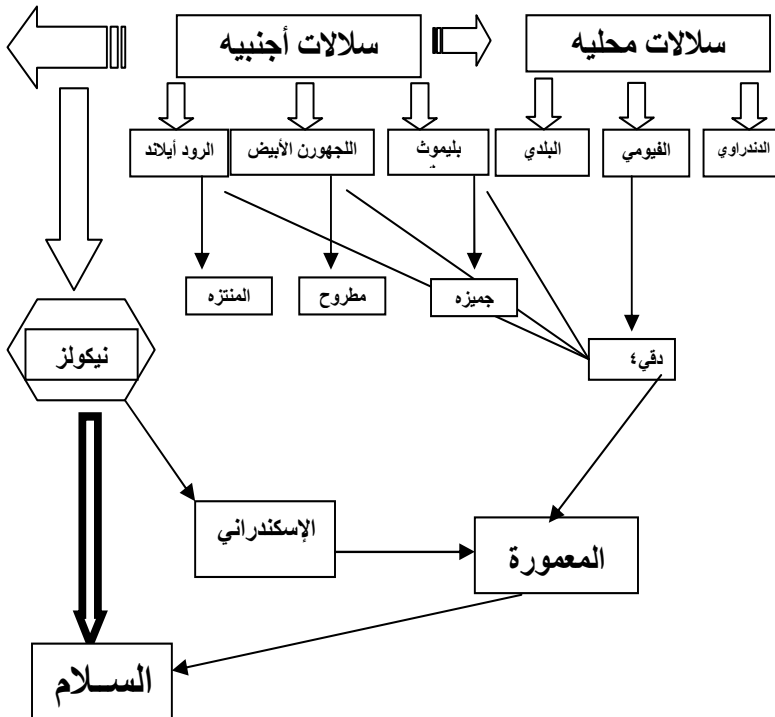
٧- السلام El-Salam

نشأ بالخلط بين ذكور نيكولز وإناث معمورة .

٨- نورفا Norfa

نشأ في كلية الزراعة جامعة المنوفية ١٩٩٢م بالخلط بين الفيومي واللجهورن الأبيض .

ويوضح الشكل (٨-٥) التالي نشأة تلك الأنواع نتيجة عمليات الخلط:



شكل (٩-٥) يوضح نشأة الأنواع المختلفة من الدواجن نتيجة عمليات الخلط:

٥-١٢. التهجين بين الانواع المختلفه Species Hybridization

وهو التزاوج الذى يتم بين حيوانات تتبع أنواع حيوانات مختلفة ويعتبر هذا النوع من الخلط من أوسع طرق التربية الخارجية الممكنة وتظهر فيه قوة الهجين بشكل كبير وواضح جداً نظراً للاختلافات الكبيرة بين الأنواع والحيوانات الناتجة تكون ضخمة وتتحمل الظروف البيئية ومقاومة للأمراض ومن أشهر الأمثلة عليها ما يلى:
أ- التهجين بين الفصيلة الخيلية والخمر العادية (الجمال الأهلية) والخمر الوحشية والنتائج تكون كالتالى
ذكر الحصان + أنثى الحمار الأهلى = الهينى أو النغل (السيسى).



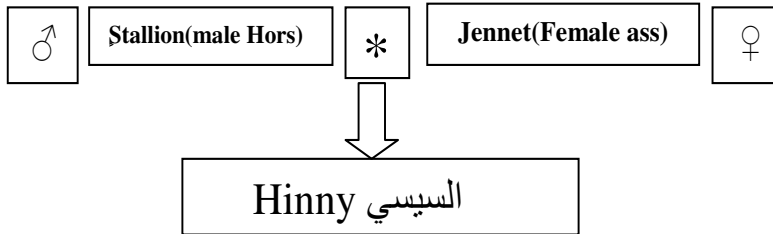
<http://www.miniaturehorsetalk.com/index.php?showtopic=83119&page=2>



http://www.maulesel.info/Bildergalerie_casper.htm

شكل (١٠-٥) النغل الناتج عن تزاوج ذكر الحصان مع أنثى الحمار الأهلى.

A male horse (Equus caballus) bred with a female donkey (Equus asinus) will yield a Hinny.



ويستخدم النغل للركوب وحمل الأمتعة ويتحمل الظروف الجوية الصعبة والسيئة وقلة التغذية ويسمى في بعض اللهجات بـ السيسى والفرق بين البغل والنغل هو أن

النغل أصغر حجما وأقل قوة من البغل لذلك يعرّف الفلاحون عن تهجين هذا الحيوان ومن ثم أيضا فهو أندر من البغال . وعادة ما تكون النغال أكثر ذكاء من الخيول ، وأكثر تعاوننا من الحمير . وكلاهما أيضا (النغال والبغال) يتمتع بصحة وقوة وأقل تكلفة في تغذيته والحفاظ عليه من الخيول . وهذه الصفة في هذه الهجن يحصلون عليها من الجزء الوراثي الذي ينتقل إليهم من الحمار .

١. ذكر الحمار الأهلي + أنثى الحصان = البغل . ونلاحظ أن البغال عقيمة ولكنها تتميز بقوة التحمل ولذلك تستخدم في العمل .

A female horse (Equus caballus) bred with a male donkey (Equus asinus) will yield a Mule.

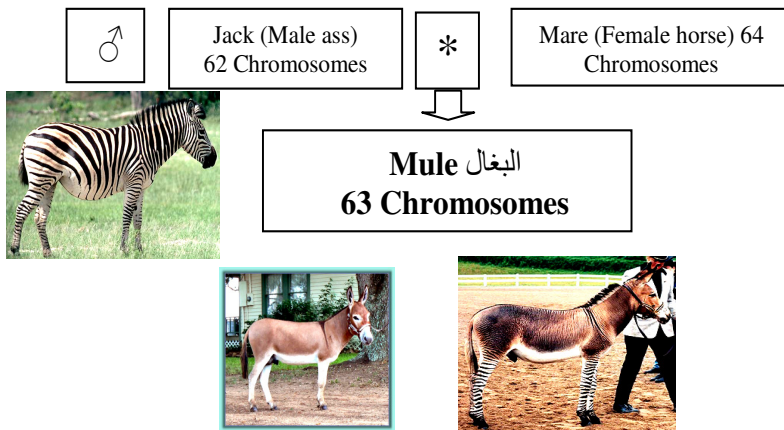


<http://www.forumsains.com/biologi/hybrid/15/>



http://www.heelfirstlandings.com/story_minnie.htm

شكل (١١-٥) البغل الناتج عن تزاوج ذكر الحمار الأهلي مع أنثى الحصان.



<http://www.bio.miami.edu/dana/dox/equus.html>

شكل (١٢-٥) الـ Zonkey الناتج عن تزاوج ذكر الحمار الأهلي مع أنثى الحمار الوحشي.

٢. ذكر الحمار الأهلى + أنثى الحمار الوحشى = Zeedonk أو Zonkey
حيث يحتوى التاج على ٥٠٪ من كل منهما والاسم Zonkey من الاسمين
Zebra للحمار الوحشى و Donkey للحمار الأهلى .
٣. ذكر الحمار الوحشى + أنثى الحصان = Zorse حيث يحتوى التاج على
٥٠٪ من كل منهما والاسم Zorse من الاسمين Zebra للحمار الوحشى و
Horse للحصان .

ويسمى التهجين رقم ٣ و ٤ الزيبرويد Zebroids وفي معظم الحالات ،
آباء الـ Zebroids هي الحمر الوحشية و الأمهات هي الخيول والحمر الأهلية .
وفي بعض الأحيان ، تكون الأم هي أنثى الحمار الوحشى ، ولكن يعتبر هذا من
الحالات النادرة كما فى شكل (٥-١٢) و (٥-١٣) .

ويفضل الـ Zebroids عن الحمار الوحشى للاستخدامات العملية مثل
الركوب بسبب شكل الجسم ، على الرغم من أنه مزاجي الطبع ويمكن أن يكون
من الصعب التعامل معه. والزيبرويد Zebroid الناتج عن تهجين الحمار
الوحشى مع الخيول مقبول فى المناطق الحارة ومقاوم للأمراض والحرارة العالية .



شكل (٥-١٣) الزيبرويد الناتج عن تزاوج أنثى الحصان مع ذكر الحمار الوحشى
<http://secondhandhorsestuff.com/shop/glossary-term/zebroid/>



<http://putinviet.wordpress.com/2012/05/04/10-loai-dong-vat-lai-doc-dao/>

شكل (٤-٥) الناتج عن تزاوج ذكر الحصان مع أنثى الحمار الوحشى وهذه تكون أندر من التزاوج العكسى.

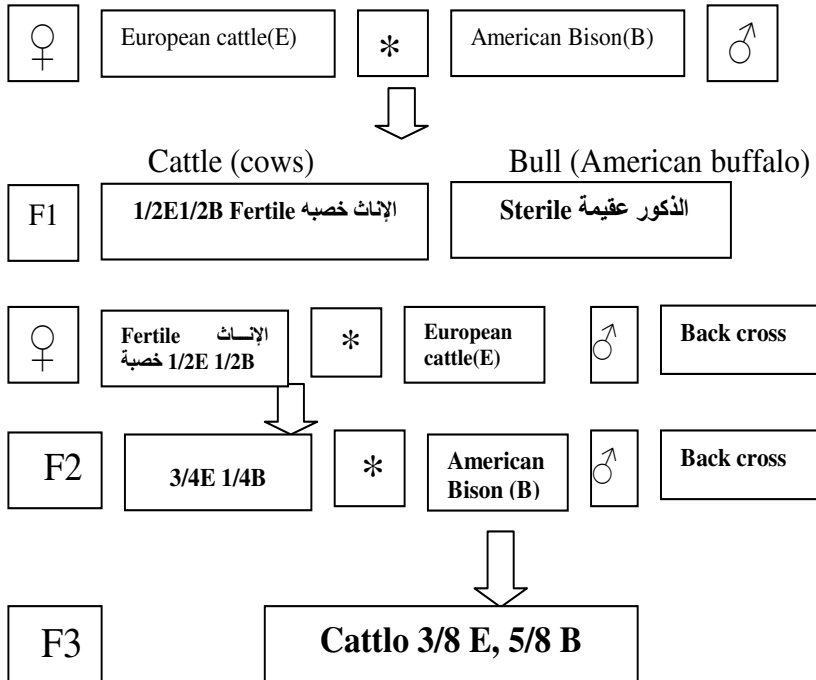
بد خلط الماشية الأوربية مع الجاموس الأمريكى European cattle with American Bison وينتج عن هذا الخلط:

١- الكاتلو Catalo – وهو ناتج تزاوج إناث الماشية المستأنسة مع ذكور البيزون Bison أو العكس - ونلاحظ أن الذكور الناتجة من F1 عادة ما تموت عند الميلاد وإذا بقيت تكون عقيمة sterile بينما الإناث تكون خصبة fertile وتعطي إنتاج وعموما فان ماشية الـ Cattlo (كاتلو) والتي تتكون من $3/8 E + 5/8 B$ تنتج اللحم كما أنها يمكن أقلمتها في المناطق الباردة وشبه الاستوائية .

٢- البيفالو Beefalo وهو ناتج تهجين البيزون الأمريكى مع إناث ماشية الزيبو أو الماشية الهندية المستأنسة أو إناث شاروليز (وكما قلنا فإن ذكور الجيل الأول إما تموت أو تكون عقيمة) .

مثال: تهجين ذكور Bison مع إناث شاروليز ثم يتم تلقيح إناث الجيل الأول بذكور من الـ Hereford ثم تلقح ذكور الجيل الثاني مع إناث الجيل الأول

(1/2 ييزون X 1/2 شاروليز) وبذلك يكون الناتج البيفالو ويتكون من (1/4 هيرفورد X 3/8 ييزون X 3/8 شاروليز) ووزن البيفالو عند الميلاد من ٢٠ إلى ٣٠ كجم وعند الفطام (سنة أشهر) يتراوح من ٢٠٠ إلى ٣٠٠ كجم أما الوزن عند عمر سنه فيصل إلى ٤٥٠ كجم ومعدل النمو وسرعته فيه عالية والإناث الناتجة هنا خصبة أما الذكور فتكون عقيمة. ويعود أول ظهور لهذا الهجين إلى عام ١٩٧٤ في المستعمرات الإنجليزية بأمريكا الشمالية. ويتميز إنتاجه من اللحوم الحمراء بانخفاض الكولسترول والدهون عن اللحم البقري كما أن لها نكهة أخف وأكثر ثراء عن اللحم البقري. والشكل التالي (١٤-٥) يبين هذه التهجينات:



شكل (١٥-٥) خلط الماشية الأوروبية مع الجاموس الأمريكي



<http://s1.zetaboards.com/anthroscape/topic/5198932/1/>

شكل (١٦-٥) البيزون الأمريكي



<http://www.freewebs.com/draagonfliir/apps/photos/photo?photoid=36156908>

Beefalo Cow and Cattalo Calf

http://en.wikipedia.org/wiki/Bovid_hybrid

شكل (١٧-٥) حيوانات الكاتلو



<http://offthewater.com/2010/08/22/where-the-beefalo-roam/>



<http://www.ibda3world.com/wp-content/uploads/2011/05/tahjeen.jpg>

شكل (١٨-٥) حيوانات البيفالو

٣- البين نيو Pien niu نتيجة خلط الماشية بصفة عامة (الأبقار) مع حيوانات

الياك Yak

(Bos + taurum x Bos graunnies) → pien niu



شكل (١٩-٥) حيوانات الياك <http://foxloft.tumblr.com/>



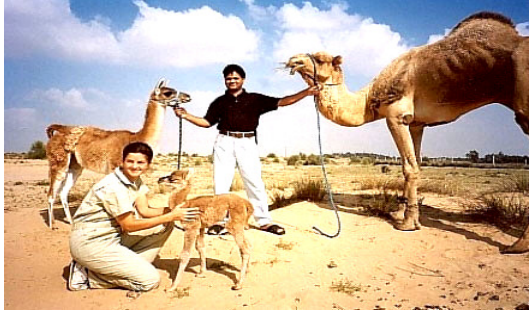
Figure 7.2 "Improved" hybrid (*Pian Niu*) being milked
<http://www.fao.org/docrep/006/ad347e/ad347e0i.htm>
 شكل (٢٠-٥) حيوانات البين نيو نتيجة للخلط بين الماشية والياك



Figure 7.3 "Black" *Pian Niu* (F1 from yak dam and Holstein sire)
<http://www.fao.org/docrep/006/ad347e/ad347e0i.htm>
 شكل (٢١-٥) حيوانات البين نيو نتيجة للخلط بين الفريزيان والياك

٤- الكاما Cama

ينتج من تهجين بين ذكر الجمل وأنثى اللاما عن طريق التلقيح الصناعي ، وقد ولدت أول كاما في الرابع عشر من يناير عام ١٩٩٨ داخل مركز توليد الجمال في دبي Camel Reproduction Centre in Dubai. وكان الهدف من هذا التهجين هو الحصول على كائن في حجم وقوة تحكم الجمل والطبيعة التعاونية وكثرة إنتاج الصوف كاللاما. وتعتبر الكاما كائناً نباتياً يتغذى على جميع النباتات والشجيرات مثل الجمل ويمكنه شرب كميات هائلة من المياه والاحتفاظ بها لأوقات طويلة.



<http://www.ibda3world.com/wp-content/uploads/2011/05/tahjeen.jpg>

شكل (٢٢-٥) حيوان الكاما الناتج من الخلط بين الجمل واللاما

٥- الدزو Dzo

هجين من الياك و الماشية المستأنسة ويوجد في بلاد التبت . وكلمة dzo تشير من الناحية الفنية لهجين من الذكور ، في حين تعرف الاناث بإسم Dzomo أو Zhom .

و Zhom تستخدم بديلا للأسماء التبتية Tibetan names والتي تشمل أيضا أسماء ZHO و ZO .



<http://www.forumsains.com/biologi/hybrid/15/>

شكل (٢٣-٥) حيوانات الدزو (أو الزو) نتيجة للخلط بين الماشية والياك

٦- الجيبب Geep

على الرغم من الأغنام والماعز تبدو متشابهة ويمكن تزاوجهما معا ، إلا أنهم ينتمون إلى أجناس مختلفة . فالماعز تنتمي إلى جنس كابرا Capra وعدد الكروموسومات في الخلايا الجسمية بها هو ٦٠ كروموسوم ، بينما الأغنام تنتمي إلى

جنس أوفيز Ovis وعدد الكروموسومات فى الخلايا الجسمية بها هو ٥٤ كروموسوم. وعدم التطابق الكروموسومى هذا يعني أن أي نسل من تزاوجهما (الأغنام مع الماعز) عموما يكون ميتا. على الرغم من اتساع نطاق الرعي المشترك بينهما، ولكن الهجين يفتقر إلى الثقة - مما يدل على المسافة الوراثية بين النوعين.

ويسمى أحيانا الهجين بالوهم chimeras ولا يمكن إنتاجه بطرق التربية البسيطة أو لدى المربي العادى ولكنها تجرى فى نطاق الأبحاث بواسطة علماء وشركات كبيرة تقوم على تكاليفها. وقد تم إنشاء أنواع من الخلط بين الأغنام والماعز (المعروف باسم geeps) والتهجين بين الأغنام والماعز يعطى ما يسمى بالـ geep

الأغنام × الماعز
↓
Geep

وليس هناك داعي للتهجين بين الأغنام والماعز لان هناك اختلافات وراثية كافية داخل كل نوع منهما إلا أنها تستعمل أساسا للاهتمامات الحيوانية متمثلة فى حدائق الحيوانات والمعارض.



<http://www.forumsains.com/biologi/hybrid/15/>

<http://putinviet.wordpress.com/2012/05/04/10-loai-dong-vat-lai-doc-dao/>

شكل (٢٤-٥) حيوانات الـ Geep نتيجة الخلط بين الماعز والأغنام

١٢-٥. قوة الهجين أو الخليط Hetrosis, or Hybrid vigor

ظاهرة تعني أنه عند خلط أفراد بعيدة القرابة أو لا يوجد بينها قرابة unrelated فإن الأبناء (النسل) progeny يزيد نشاطها (أي يزيد إنتاجها ممثلاً في زيادة الخصوبة - زيادة الحيوية - معدل النمو - كمية اللبن - كمية الصوف - إنتاج البيض الخ) وبالتالي تكون أجود من الآباء في الأداء . والأبناء الناتجة قد تكون ناتجة من خلط سلالات أو أنواع أو أصناف وأول من صاغ معادلة قوة الهجين هو Shull (1914) **وتحسب قوة الهجين من المعادلة** التي أساسها هو حساب الفرق بين الهجين (أى النسل الناتج) وما يتوقع من الآباء (متوسط الآباء) منسوباً إلى المتوقع كما في المعادلة التالية :

$$\text{قوة الهجين} = \frac{\text{وزن الخليط الفعلى} - \text{متوسط الأداء المتوقع}}{100 \times \text{متوسط الأداء المتوقع}}$$

$$\text{أى} = \frac{\text{متوسط أداء النسل} - [(\text{أداء الآباء} + \text{أداء الأمهات}) \div 2]}{100 \times [(\text{أداء الآباء} + \text{أداء الأمهات}) \div 2]}$$

وقيمة الهجين الناتج في الجيل الثاني = $1/2$ قيمة الهجين في الجيل الأول .

مثال ١:

إذا لقح طلوقة من سلالة A متوسط كفاءته الإنتاجية ٥٠٠٠ كجم لبن في الموسم سلالة B متوسط إنتاجها من اللبن ١٥٠٠ كجم فى الموسم فكان متوسط إنتاج الخليط ٣٨٠٠ كجم لبن فى الموسم - احسب قوة الهجين لهذا الخليط .

$$\text{قوة الهجين} = \frac{\text{متوسط أداء النسل} - [(\text{أداء الآباء} + \text{أداء الأمهات}) \div 2]}{100 \times [(\text{أداء الآباء} + \text{أداء الأمهات}) \div 2]}$$

$$= \frac{100 \times \frac{2}{(1500 + 5000)} - 3800}{2 / (1500 + 5000)}$$

$$= \frac{100 \times 3250 - 3800}{3250}$$

$$= \frac{100 \times 550}{3250}$$

$$= 16.92\%$$

وإذا لقح A إناث الجيل الأول وكان إنتاج إناث الجيل الثاني ٤٦٠٠ كيلو جرام لبن في الموسم فتكون قوة الهجين تساوى :

$$100 \times \frac{2/(3250+5000) - 4600}{2/(3250+5000)} =$$

$$100 \times \frac{475}{4125} =$$

$$11.52\%$$

ونلاحظ هنا أن الخليط في الجيل الثانى سيكون رבעه (٤/١) من B وثلاثة أرباعه (٤/٣) من A ولو طبقنا ذلك فى الحسابات سوف نحصل على نفس النتيجة السابقة كالتالى :

$$100 \times \frac{(1500)4/1 + (5000)4/3 - 4600}{(1500)4/1 + (5000)4/3} =$$

$$100 \times \frac{475}{4125} =$$

$$11.52\%$$

مثال ٢

إذا فرض وأن متوسط إنتاج اللبن في احدي أبقار الفريزيان (F) = ٢٥٠٠ كجم ومتوسط إنتاج اللبن في احدي الأبقار البلدية (المصرية B) = ١٢٠٠ كجم و متوسط إنتاج اللبن فى إحدى الأبقار الخليطة (F X B) = ٢٦٥٠ كجم ومتوسط إنتاج اللبن في إحدى الأبقار الخليطة (B X F) = ٢١٠٠ كجم

١- احسب مقدار الخليط الناتج في كلا من البقرتان الخليط .

٢- احسب متوسط الإنتاج في الجيل الثانى .

الحل

$$F= 2500 \quad B=1200 \quad FB=2650 \quad BF=2100$$

١ - النسبة المئوية لقوة الهجين في البقرة الأولى (F X B)

$$H \% (FB) = \frac{\boxed{2650 - (2500 + 1200/2)}}{\boxed{(2500 + 1200/2)}} \times 100 = 43.24\%$$

٢ - النسبة المئوية لقوة الهجين في البقرة الثانية (B X F)

$$H \% (BF) = \frac{\boxed{2100 - (2500 + 1200/2)}}{\boxed{(2500 + 1200/2)}} \times 100 = 13.51$$

٣ - مقدار قوة الهجين في الجيل الاول F X B = 2650 - (2500 + 1200/2) = 800 kg

٤ - مقدار قوة الهجين في الجيل الثانى F2 (F X B) = 1/2 X 800 = 400 kg

٥ - متوسط الإنتاج في الجيل الثانى = متوسط الأبوين + قوة الهجين في الجيل الثانى أى يساوى F2 (FX B) = 1850 + 400 = 2250 kg وكذلك بالنسبة للبقرة الثانية فان:

٦ - مقدار قوة الهجين في الجيل الاول F1 (B XF) 2100 - [(2500 + 1200)/2] = 250 kg

٧ - مقدار قوة الهجين في الجيل الثانى F2 (B X F) = 1/2 X 250 = 125 kg

٨ - متوسط الإنتاج في الجيل الثانى F2 (b X F) = 1850 + 125 = 1975 kg

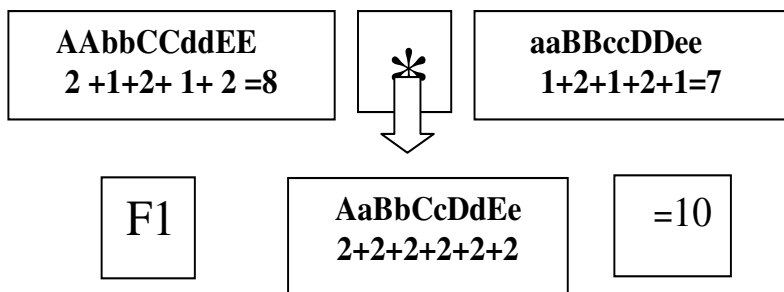
١٣-٥-١- التفسير الوراثي لقوة الهجين

١- نظرية السيادة Dominance theory

تفسر قوة الهجين علي أن الجينات الخاصة بالتناسل والخصب تكون عادة سائدة فعند خلط نوع مع نوع آخر فإن أحد الأباء يعطي جين سائد والنوع الآخر يعطي جين متنحي والعكس بالعكس .

I	II
AA	aa
bb	BB
cc	CC
dd	DD
I X II	
Aa	
Bb	
Cc	
Dd	

والنتاج الناتج يحتوي علي عدد كبير من المواقع الجينية ذات التأثير السيادي .
وعلى سبيل المثال : إذا فرض وان هناك خمس مواقع Loci تساهم في صفة ما والجين المتنحي Recessive gene يساهم بمقدار واحد في الشكل الظاهري phenotypic value والجين السائد Dominance gene يساهم بمقدار ٢
في الشكل الظاهري فعند تزاوج سلالتين فإن النسل الناتج يكون كالتالي :-



٢- نظرية فوق السيادة Over Dominance theory

أقترح Hull (1948) نظرية فوق السيادة: فإذا كان الخليط الناتج له تأثير فوق سيادي

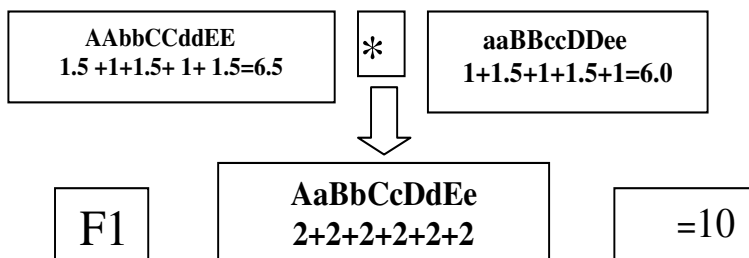
فيكون التركيب الخليط اقوي وأفضل من الفرد الأصيل أي أن التركيب Aa

يكون أفضل من AA ، aa

في المثال السابق إذا فرض وأن الجين المتنحي يساهم بمقدار واحد في الشكل

الظاهري والجين الخليط يساهم بمقدار ٢ والجين السائد يساهم بمقدار ١,٥ في

الشكل الظاهري فإن:



ويستفاد من قوة الهجين في إنتاج قطعان تجارية ذات أفراد عالية الجودة

وتعتمد قوة الهجين علي مدى ان تكون الأفراد الخليطة متفوقة علي الأنواع النقية

وما هي تكاليف الاحتفاظ بالأنواع النقية لاستخدامها في الإحلال ولهذه الأسباب

فان هذا الأسلوب يمكن تطبيقه بسهولة أكثر في صناعة إنتاج الدواجن وإنتاج

الأغنام والخنازير أي في الأنواع عالية الخصوبة والتي تكون تكاليف الاحتفاظ بالقطعان النقية فيها منخفضة.

وقد قام كل من العالمان (1998) Willis و Falconer and Mackay

(1996) بصياغة قوة الهجين في المعادلة الآتية:

$$HF_1 = \sum dy^2$$

حيث ان :-

HF قوة الهجين في الجيل الأول.

d درجة السيادة.

y^2 مربع الاختلافات في تكرار الجين من الأبوين.

وتقل قوة الهجين في الجيل الثاني بمقدار ٥٠ ٪ عن الجيل الأول

ونلاحظ ان قوة الهجين تكون بمقدار كبير عندما تكون الصفة تحت الدراسة تقع

تحت التباين السیادي وكذلك عندما يختلف تكرار الجين في السلالات تحت

الدراسة. مثال علي ذلك عند خلط الأبقار الاوربية (Bos taurus) والتي

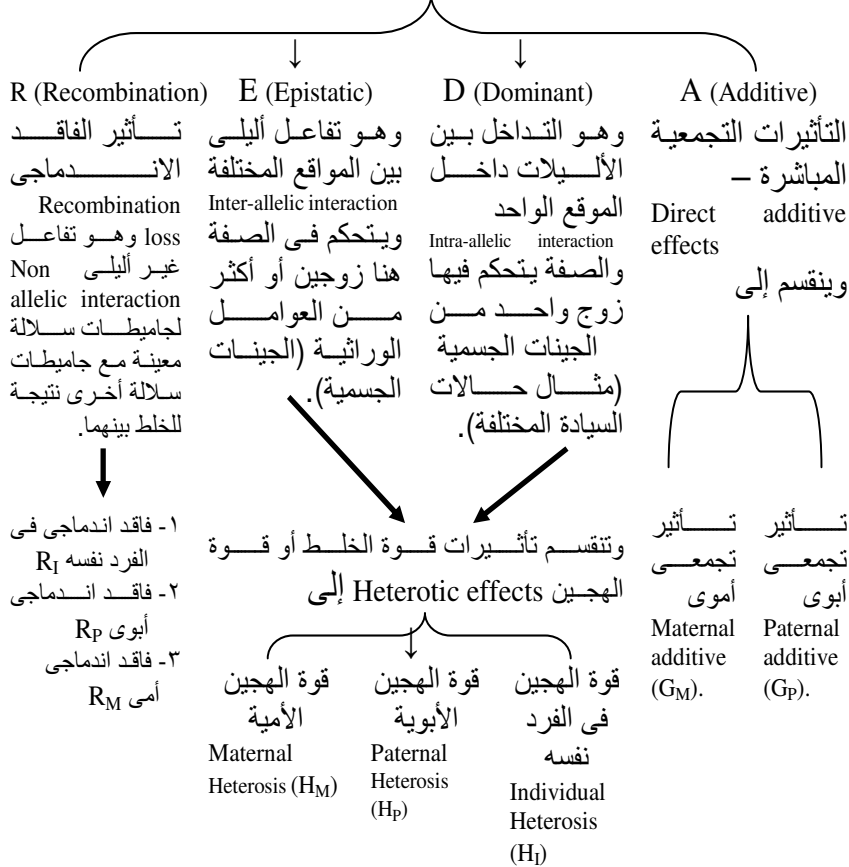
تعيش في المناطق الباردة مع الأبقار الهندية وماشية الزيبو (Bos indicus)

والتي تتأقلم تحت الظروف الجوية الاستوائية والشبه الاستوائية.

١٣-٥-٢. المكونات الوراثية للفرد الناتج من خلط السلالات

ذكر كل من هندرسون ١٩٨٤ ودكرسون ١٩٩٢ (Henderson, 1984 and Dickerson, 1992) أن التركيب الوراثي (G) للفرد الخليط يحتوى

على الآتى:



وقد أوضح كل من Sheriden, 1981; Fimland, 1983; Henderson, 1984 and Dickerson, 1992 أن المكونات الوراثية الناتجة من خلط السلالات

تنقسم كما هو موضح فى التقسيم السابق إلى:

١- التأثيرات التجمعية المباشرة Direct additive effects فى الفرد الخليط

نفسه - وهذا التأثير عبارة عن:

أ- التأثير التجمعى الأبوى Paternal additive effect الذى ينتقل من الأب
(أى الـ Sire transmitting ability) للفرد الخليط .

ب- التأثير التجمعى الأموى Maternal additive effect أى مساهمة الأم
الوراثية فى نسلها والتى تسمى أيضا بالقيمة الوراثية أو التربوية للأم Dam
breeding value .

٢- تأثيرات قوة الهجين أى قوة الخلط Heterotic effects وهى تنقسم إلى:

أ- قوة الخلط المباشرة فى الفرد نفسه Direct individual heterosis وقد
أوضح (Dickerson, 1969) أن قوة الهجين فى الفرد عبارة عن انحراف أداء
الفرد عن متوسط أداء الأباء Average of parents والنتيجة من خلط سلالة
A مع سلالة B فى الجيل الأول . ويشتمل على أى تداخل أليلى Allelic
interaction داخل الموقع الواحد أو بين المواقع المختلفة لجاميطات السلالة A
مع السلالة B .

وقد ذكر (Sheriden, 1981) أن مقدار التحسين فى أداء الفرد بالنسبة لمتوسط
أبويه يرجع إلى اتحاد أو اندماج أزواج الجينات الجسمية فقط Pairs of
somatic genes ولا يرجع إلى تأثير الجينات المرتبطة بالجنس Sex-linked
gene effects .

ب- قوة الخلط الأبوية Paternal heterosis و التى تنتج من أن الأب يكون
خليط Crossbred sires .

ج- قوة الخلط الأمية Maternal heterosis و التى تنتج من أن الأم تكون
خليطة Crossbred dams .

٣. تأثيرات الفاقد الاندماجى Recombination loss effect

وهو إعادة التركيب الجيني (توليفات الجينات) فى الفرد وبالتالي إنتاج نسل له مجموعات من الصفات (أداء إنتاجى) التي تختلف عن تلك التي وجدت فى أي من الآباء. أو كما عرفه (Dickerson, 1992) هو التغير فى تأثيرات التفاعلات غير الأليلية فى الأفراد الخليطة بالجيل الثانى مقارنة بأفراد خليطة من الجيل الأول والناتجة من إعادة التوليف الجاميطى فى كروموسومات سلالات الآباء.

وتنقسم تأثيرات الفاقد الاندماجى إلى ثلاثة مكونات:

أ- الفاقد الاندماجى فى الفرد نفسه Individual recombination loss وهذا يظهر فى الأفراد بدءا من الجيل الثانى للخلط.

ب- الفاقد الاندماجى الأبوى Paternal recombination loss وهو الفقد فى قوة الخلط الذى يظهر فى الأفراد بدءا من الجيل الثالث للخلط.

ج- الفاقد الاندماجى الأمى Maternal recombination loss وهو أيضا الفقد فى قوة الخلط الذى يأتى فى الأفراد اعتبارا من الجيل الثالث للخلط.

٥.١٤ طرق أخرى للتربية

تزاوج حيوانات متشابهة Mating likes ويطلق عليه أيضا التزاوج على أساس الشكل المظهري Assortive mating وهى طريقة قديمة وتعنى تزاوج الأحسن مع الأحسن أو المتوسط مع المتوسط.

أو تزاوج حيوانات غير متشابهة Mating un likes ويطلق عليه Negative assortive mating أو التزاوج التعويضى حيث تعادل العيوب فى صفات حيوان بصفات متفوقة فى حيوان آخر.

الباب السادس
التباين الوراثى المشترك بين
الأقارب وطرق تقدير المكافئ
الوراثى للعشيرة

الباب السادس

التباين الوراثي المشترك بين الأقارب وطرق تقدير المكافئ الوراثي للعشيرة

٦-١. أساسيات المعالم الوراثية Principles of genetic parameters

٦-١-١. التشابه بين الأقارب Relationship between relatives

يعتبر التشابه بين الأقارب ظاهرة مهمة في دراسة الصفات الكمية حيث أن منه يمكن حساب كمية التباين التجمعي وعليه يمكن حساب المكافئ الوراثي الذي عن طريقه يمكن أن نحدد أحسن طريقة لتحسين الصفة .

وقياس درجة التشابه والاختلاف بين الأقارب يكون عن طريق البدء بتركيب وراثي معين مثل عائلات الأخوة أنصاف الأشقة والأشقة الكاملة ثم قياس التباين الكلي والذي يقسم إلى :

أ- تباين بين المجموع (بين العائلات) ويرمز له بالرمز (6₂B)

Between groups components

والتباين بين العائلات (6₂B) عبارة عن تباين متوسطات العائلات حول متوسط العشيرة .

ب- تباين داخل المجموع (العائلات) ويرمز له بالرمز (6₂W)

Within groups components

وهو عبارة عن تباين أفراد العائلة حول متوسط العائلة نفسها .
ومن هذه المكونات يمكن إيجاد درجة العلاقة الوراثية أو التشابه عن طريق حساب معامل الارتباط داخل المجموع (معامل التشابه) والذي يرمز له بالرمز t
Intra-class correlation

$$t = \frac{\sigma^2 B}{\sigma^2 B + \sigma^2 W}$$

٢-٦-١. التباين المشترك الوراثي Genetic covariance

هو عبارة عن التباين التلازمي الراجع الي المسببات الوراثية مهملين العوامل البيئية مؤقتا . كذلك فعلينا أن نستنبط التباين المشترك والقيمة التربوية للأقارب وقد وضع (1948) Malecot, المعادلات التالية لاستخراج هذا التباين :

١. التأثير الوراثي التجمعي (α) Additive genetic effects

$$\alpha = \frac{\Phi + \overline{\Phi}}{2}$$

حيث :

α (الفا) = معامل التأثير الوراثي التجمعي

Φ فا (Fa) = احتمال أن الأليل الناتج من الأب paternal allele يكون متطابق مع أليل آخر في أحد الأقارب .

$\overline{\Phi}$ فا برايم (Fa prim) = احتمال أن الأليل القادم من الأم Maternal allele يكون متطابق مع أليل آخر في أحد الأقارب .

٢. التأثير الوراثي السيادي β Dominance genetic effect

$$\beta \text{ or } \sigma = \Phi \overline{\Phi}$$

حيث β معامل التأثير الوراثي السيادي coefficient of dominance genetics وبذلك يمكن حساب التباين الوراثي المشترك بين الأقارب كما يلي :

أولا العلاقة بين الأب والابن Parent and offspring

في العشائر التي تتزاوج عشوائياً فإن الأب يعطي نصف عوامله الوراثية (نصف الكروموسومات) إلى الإبن والمقصود بالأب هو bull = sire بينما يأتي النصف الآخر من الأم لذا فإن العلاقة بين الأب والإبن $= \frac{1}{2}$ وهذا ينتج من قانون

الإنعزال للمندل وبطريقة أخرى كما تناولها (1981) Pirchner وباستعمال نفس الرموز التي استخدمها فإن:

Parent a b



offspring c d

وبفرض أن الجين (d) يأتي من الأب الثاني وعلى ذلك

$$\Phi = P(c = a) + P(c = b) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$$

$$\overline{\Phi} = P(d = a) + P(d = b) = 0$$

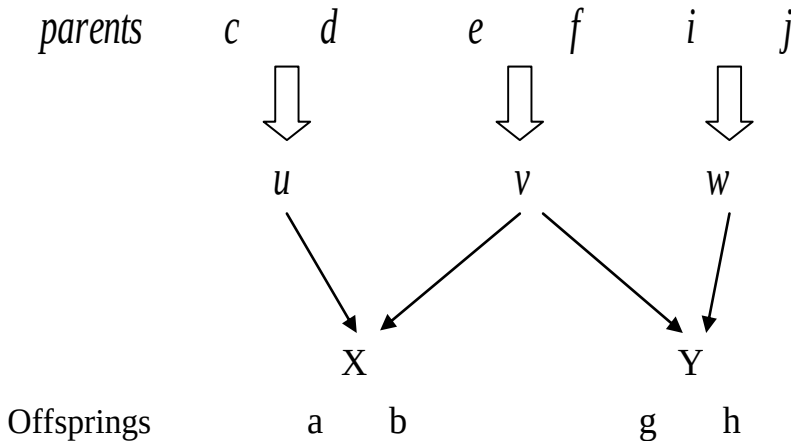
$$\therefore \alpha = \frac{\Phi + \overline{\Phi}}{2} = \frac{1+0}{2} = \frac{1}{2}$$

$$\delta = \Phi \overline{\Phi} = (1)(0) = 0$$

• العلاقة بين الأب والابن = نصف التباين الوراثي التجمعي.

ثانياً العلاقة بين أنصاف الأشقة Half-sibs

الأخوة أنصاف الأشقة هم الأخوات المشتركين في أب واحد وهو الـ sire أو الـ bull فإذا تزواج طلوقة V مع بقرتين (W,U) وأنجبت كل بقرة أبناً. فإن التباين التلازمي الوراثي يحسب كما يلي:



وبفرض أن الإبن (y, x) أنصاف أشقة من الأب فإن:

$$\Phi = p(a = c = g) + p(a = d = g) = \frac{1}{2}$$

$$\overline{\Phi} = 0$$

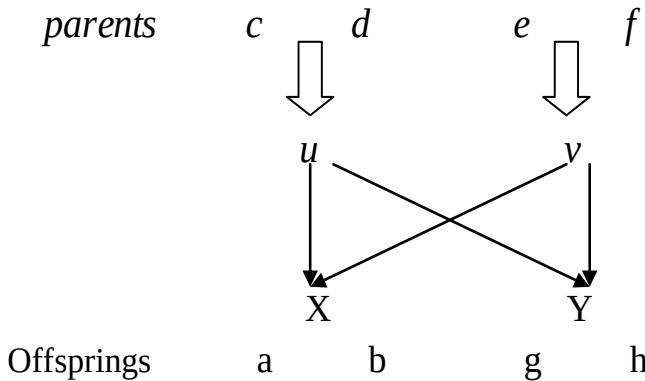
$$\therefore \alpha = \frac{\Phi + \overline{\Phi}}{2} = \frac{\frac{1}{2} + 0}{2} = \frac{1}{4}$$

$$\sigma = \Phi \overline{\Phi} = \left(\frac{1}{2}\right)(0) = 0$$

أي أن التباين التلازمي الوراثي التجمعي بين أنصاف الأشقة = $\frac{1}{4}$ التباين الوراثي التجمعي .

ثالثا العلاقة بين الأخوة الأشقة الكاملة Full-sibs

الأخوة الأشقة هم الأخوات المشتركين في كل من الأب (Sire) والأم (Dam) فمثلا بفرض أن الأب U تزوج مع الأم V ونتج عن هذا التزاوج فردان هما Y, X فإنه يمكن إستنتاج التباين التلازمي الوراثي كما يلي :



وبفرض أن الأب U يعطي الجينات a, g والأم V تعطي جينات b, h فإن :

$$\Phi = p(a = c = g) + p(a = d = g) = \frac{1}{2}$$

$$\overline{\Phi} = P(b = c = h) + p(b = f = h) = \frac{1}{2}$$

$$\therefore \alpha = \frac{\Phi + \overline{\Phi}}{2} = \frac{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}}{2} = \frac{1}{2}$$

$$\beta = \Phi \overline{\Phi} = \left(\frac{1}{2}\right)\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{1}{4}$$

∴ التشابه بين الأخوة الأشقة الكاملة = $\frac{1}{2}$ التباين الوراثي التجمعي بالإضافة

إلى $\frac{1}{4}$ التباين الوراثي السيادي .

رابعا العلاقة بين التوائم المتطابقة Monozygotic twins or clones

$$\alpha = \frac{\Phi + \overline{\Phi}}{2} = \frac{1 + 1}{2} = 1$$

$$\beta = \Phi \overline{\Phi} = 1 \times 1 = 1$$

ويمكن وضع العلاقات السابقة في جدول (٦-١) كما يلي وتكون المعادلة العامة

للتباين الوراثي هي :

$\text{COV relative} = \alpha \text{ VA} + \sigma \text{ VD} + \dots\dots\dots$

ومن ذلك يمكن إعادة صياغة التباين الوراثي التلازمي كما في جدول (٦-١)

التالي (Becker (1984)

Relationship		α	β
Monozygotic twins	التوائم المتطابقة	1	1
Dizygous twins or Full sibs	الأشقة الكاملة	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$
Half sibs	أنصاف الأشقة	$\frac{1}{4}$	---
Parent-offspring	الأب والابن	$\frac{1}{2}$	---
First cousin	أولاد العم	$\frac{1}{8}$	---
Double First Cousin	أولاد العم درجة أولى	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{16}$
Grand parent	الجد أو الجدة	$\frac{1}{4}$	---

٦.٢- المكافئ الوراثي (h²) Heritability

المكافئ الوراثي أو معامل التوريث أو العمق الوراثي هو مقياس إحصائي يوضح دور الوراثة في الصفة تحت الدراسة، فمعظم الصفات الاقتصادية تتأثر بكل من الوراثة والبيئة بالإضافة إلى التداخل بينهما وإذا استخدمنا الرموز التي استخدمها كل من Falconer (1981), Pirchner and Mackay (1996) فإن المظهر الخارجي للصفة (P) phenotype يساوي كلا من الوراثة (G) Genotype والبيئة (E) Environmental بالإضافة إلى التفاعل بينهما GE Cov أي أن:

$$P = G + E + \text{cov}_{GE} \dots\dots\dots (1)$$

وبذلك يمكن تقسيم التباين الكلي أو المظهرى إلى مكوناته المختلفة

$$V_P = V_G + V_E + V_{GE} \dots\dots\dots (2)$$

حيث:

VP = التباين الكلي Phenotype variance

$VG =$ التباين الوراثي .

$VE =$ التباين البيئي .

$VGE =$ التداخل بين الوراثة والبيئة .

ويعرف المكافئ الوراثة بأنه نسبة التباين الوراثي الي التباين الكلي أو المظهري ويطلق علي المكافئ الوراثي في هذه الحالة أسم المكافئ الوراثي بمعناه الشامل أو الواسع أو العريض Heritability in the broad sense ويرمز له بالرمز

$$h^2_b = \frac{V_G}{V_P}$$

ويمكن تقسيم التباين الوراثي الكلي الي مسبباته المختلفة وهى :

١- تباين وراثي تجمعي اومضيف (VA) Additive genetic variance

٢- تباين وراثي سيادي (VD) Dominance genetic variance

٣- تباين وراثي تفوقي (VI) Epistatic genetic variances

وبذلك يمكن كتابة المعادلة رقم (٢) كما يلي :

$$V_P = V_A + V_D + V_I + V_E + V_{EG} \dots \dots \dots (3)$$

وحيث أن التباين الوراثي التجمعي ينتقل من الاب الي الإبن وهو يمثل أكبر مكون من مكونات التباين الوراثي ، لذلك يمكن قسمه التباين الوراثي التجمعي علي التباين المظهري لنحصل علي المكافئ الوراثي بمعناه الضيق أو المحدد

Heritability in the narrow sense ويرمز له بالرمز h^2_n

$$h^2_n = \frac{V_A}{V_P}$$

وقيمة المكافئ الوراثي بمعناه الشامل (الواسع) أكبر من قيمة المكافئ الوراثي بمعناه الضيق وتتراوح قيمته ما بين صفر الي واحد صحيح والرمز (h²) يمثل المكافئ الوراثي وليس مربعه والرمز مأخوذ من مصطلح (Wright 1921) حيث h تمثل النسبة من الانحراف القياسي المظهري الذي يعود الي الانحراف القياسي لأثر العوامل التجمعية .

وأيضاً عرف (Falconer and Mackay 1996) المكافئ الوراثي بأنه عبارة عن معامل انحدار (b) القيمة الوراثية التجمعية Additive value علي المظهر الخارجي Phenotype value للفرد .

ويوضح جدول (٦-٢) التالي بعض تقديرات المكافئ الوراثي للصفات المختلفة في الحيوانات المزرعية المختلفة .

جدول (٦-٢) بعض تقديرات المكافئ الوراثي للصفات المختلفة في الحيوانات المزرعية المختلفة .

Dairy cows ماشية اللبن				
الباحث	السلالة	الصفة	المكافئ الوراثي	طريقة التقدير
Gacula et al. (1968)	Guernsey	نسبة الدهن	0.60	SM
		نسبة البروتين	0.25	
		الجوامد الصلبة اللادهنية	0.46	
		الجوامد الكلية	0.57	
Hargrove et al. (1981)	Friesian	نسبة الدهن	0.71	SM
		نسبة البروتين	0.64	
Khattab (1984)	Friesian	كمية اللبن ٧٠ يوم	0.45	SM
		أقصى انتاج لبن شهري	0.46	
		المتابرة	- 0.1 0.14	
		كمية اللبن الكلية	.044	
		طول موسم الحليب	0.10	
Pedersen (1985)		نسبة الدهن	0.71	SM
		نسبة البروتين	0.64	
Cue et al. (1987)	Holstein	كمية اللبن	0.36	AM

	0.56	كمية الدهن		
	0.52	كمية البروتين		
	0.10	عدد الخلايا الجسدية		
SM	0.27	كمية اللبن في ٣٠٥ يوماً (X٢، م ن) مع التعديل لطول فترة التلقيح	Friesian	Khattab (1987)
	0.28	كمية اللبن في ٣٠٥ يوماً (X٢، م ن) بدون التعديل لطول فترة التلقيح		
SM	0.17	كمية اللبن في ٦٠ يوم	Egyptian buffaloes	Kassab (1988)
	0.33	كمية اللبن في ٣٠٥ يوماً		
SM	0.28	كمية اللبن في الموسم الأول	Friesian	Sultan and Khattab (1989)
	0.37	كمية اللبن في الموسم الأخير		
	0.36	كمية اللبن في اليوم		
	0.8	طول مدة الحياة الإنتاجية		
	0.17	طول مدة الحليب الكلية		
	0.07	عدد مواسم الحليب		
SM	0.38	كمية اللبن في ٣٠٥ يوماً	Friesian	Khattab and Sultan (1991)
	0.27	طول موسم الحليب		
	0.39	العمر عند أول ولادة		
	0.19	كمية اللبن		Mourad et al (1992)
	0.16	عدد أيام الحليب الكلية		
	0.05	العمر عند الاستبعاد		
	0.04	العمر الإنتاجي		
	0.03	عدد مواسم الحليب		
SM	0.44	كمية اللبن في ٣٠٥ يوماً	Native cattle	Khalifa (1994)
	0.22	كمية اللبن الكلية		
	0.42	طول موسم الحليب		
	0.28	طول المياه الإنتاجية		
	0.05	عدد مواسم الحليب		
AM	0.30	كمية اللبن	Holstein Friesian	Suzuki and Van Vleck (1994)
	0.30	كمية الدهن		
	0.26	كمية البروتين		
SM	0.22	كمية اللبن في ٩٠ يوم	Holstein Friesian	Hussein (1996)
	0.29	كمية اللبن في ١٨٠ يوم		
	0.25	كمية اللبن في ٣٠٥ يوم		
	0.19	كمية اللبن في السنوية		
SM	0.33	كمية اللبن في ٣٠٥ يوم	Holstein Friesian	EL-Nady (1996)
	0.19	طول موسم الحليب		
	0.11	فترة الجفاف		
	0.01	فترة التلقيح		
	0.02	الفترة بين ولادتين		

	0.01	عدد التلقيحات		
AM	0.40	كمية اللبن	Holstein Friesian	Hadarmideen et al. (2000)
	0.40	كمية الدهن		
	0.39	كمية البروتين		
	0.02	الفترة بين ولادتين		
	0.01	فترة التلقيح		
	0.01	عدد التلقيحات اللازمة للإخصاب		
	0.05	عسر الولادة		
AM	0.38	كمية اللبن	Murrah Buffaloes	Tonhati et al. (2000)
	0.01	طول موسم الحليب		
	0.1	الفترة بين ولادتين		
	0.2	العمر عند أول ولادة		
AM	0.05	نسبة التوائم	Friesian	Afanasenba (2001)
	0.02	الإجهاض		
AM	0.241	الوزن عند الميلاد	Holstein Friesian	Oudha and El-Awady (2002)
	0.279	الوزن عند الفطام		
	0.281	معدل الزيادة اليومية		
AM	0.25	كمية اللبن المعدلة	Holstein Friesian	Abdellah and McDaniel (2002)
	0.28	كمية اللبن		
	0.03	فترة التلقيح		
	0.17	وزن البقرة عند الولادة		
AM	0.17	كمية اللبن في ٣٠٥ يوماً	Friesian	Gohneim (2002)
	0.10	طول موسم الحليب		
	0.01	طول فترة الجفاف		
AM	0.14	كمية اللبن	River buffaloes	Rosati and Van Vleck (2002)
	0.11	كمية الدهن		
	0.17	كمية البروتين		
	0.16	أدهن %		
	0.10	البروتين %		
	0.13	Mozzarella موزريلا		
AM	0.11	الإجهاض	Danish Holstein	Hansen et al. (2003)
	0.10	مشاكل الولادة		
SM	0.32	كمية اللبن في ٣٠٥ يوماً	Holstein Friesian	EL-Arian et al. (2003)
	0.07	طول موسم الحليب		
	0.03	طول فترة الجفاف		
AM	0.39	كمية اللبن في ٣٠٥ يوماً	Friesian	Khattab et al. (2003)
	0.24	كمية الدهن في ٣٠٥ يوماً		
	0.29	كمية البروتين في ٣٠٥ يوماً		
	0.35	العمر عند أول ولادة		
AM	0.39	كمية اللبن في ٣٠٥ يوماً	Friesian	Hussein (2004)
	0.24	كمية الدهن في ٣٠٥ يوماً		
	0.29	كمية البروتين في ٣٠٥ يوماً		
	0.35	العمر عند أول ولادة		

AM	0.26	كمية اللبن	Holstein	Atil and Khattab (2005)
	0.09	الفترة بين ولادتين	Friesian	
AM	0.22	كمية اللبن في الموسم الأول	Holstein Friesian	Amin et al (2005)
	0.21	عدد الخلايا الجسدية في الموسم الأول		
AM	0.17	كمية اللبن	Egyptian buffaloes	Mourad and Khattab (2009)
	0.13	طول موسم الحليب		
	0.056	الوزن عند الميلاد		
	0.26	الوزن عند الفطام		
ماشية اللحمBeef cattle				
AM	0.20	الوزن عند الميلاد	Egyptian buffaloes calves	Omer (1994)
AM	0.58	العضلة العينية	Hereford	Birchmeier et al. (2001)
	0.19	دهن الكفل		
	0.22	الدهن المتخلل في العضلات		
SM	0.36	الوزن عند الميلاد	Friesian	Badawy et al. (2002)
	0.125	الوزن عند الفطام		
	0.942	الوزن عند ١٨٠ يوم		
	0.161	الوزن عند ٣٦٥ يوم		
الدواجنPoultry				
SM	-0.42	وزن الجسم من مكونات	البط البكيني	El – Said (1979)
	0.47	تباين الأب		
	-0.30	وزن الجسم من مكونات		
	0.82	تباين الأم		
	-0.23	وزن الجسم من مكونات		
SM	0.89	تباين الأب والأم	دجاج اسكندراني	Zeweile (1979)
	-0.01	لحم الصدر		
	0.71			
	-0.10	الطاقة الممثلة المعدلة لوزن الجسم عنده أسابيع		
	0.43	الطاقة الممثلة المعدلة لوزن الجسم عنده أسابيع		
SM	-0.01	وزن الجسم من مكونات	أنواع مختلفة من الدواجن	Pirchner (1981)
	0.16	تباين الأب والأم		
	-0.05	عدد البيض		
	0.15			
	-0.15	معدل إنتاج البيض		
	0.30			
SM	-0.20	النضج الجنسي		
	0.50			
	-0.30	وزن الجسم		
	0.70			
SM	-0.40	وزن البيض		

	0.70			
	-0.30	سمك البيض		
	0.50			
SM	-0.158 0.272	العمر عند النضج الجنسي	Dokki4	Hanafi and Labban (1989)
	-0.348 0.103	الوزن عند النضج الجنسي		
	-0.469 0.300	معدل إنتاج البيض		
	-0.329 0.274	حجم عنقود البيض		
SM	-0.14 0.31	وزن الجسم من مكون الالب	البط البكيني	Younes (1992)
	-0.18 0.44	وزن الجسم من مكون الام		
	-0.14 0.18	دهن جلد الظهر		
	-0.02 0.12	الكورسترول		
SM	-0.09 0.20	وزن الجسم من مكون الالب	دجاج دقي ٤	Amer (1999)
	-0.36 0.55	وزن الجسم من مكون الام		
SM	0.16	وزن الجسم عند ٤ أسابيع	دجاج دقي ٤	Amer (1999)
	0.10	وزن الجسم ٨ أسابيع		
	0.11	وزن الجسم ١٢ أسبوع		
	0.15	وزن الجسم ١٦ أسبوع		
AM	0.39	وزن البيضة	خليط دجاج سعودي مع اللجهورن	Khalil et al (1999)
	0.25	وزن البياض		
	0.24	وزن الصفار		
AM	0.17	وزن الجسم عند ٨ أسابيع	سلالات مختلفة من الدجاج	Grosu et al. (2001)
	0.46	وزن البيضة		
	0.19	عدد البيض		
	0.05	نسبة الفقس		
الأغنام Sheep				
AM	0.29	الوزن عند الميلاد	مربنو	Abdel Aziz et al. (1979)
	0.28	الوزن عند ٤ شهور		
	0.29	الوزن عند عمر سنة		
	0.39	وزن الجزء النظيفة		
AM	0.10	كمية اللبن الكلية	Valle del Belice dairy	Portolano et al. (2001)
	0.16	كمية الدهن		
	0.14	كمية البروتين		
	0.16	نسبة الدهن		
	0.21	نسبة البروتين		

	0.01	طول موسم الحليب		
	0.12	الفترة بين ولادتين	D'Man	Bedhief et al (2002)
	0.06	العمر عند أول ولادة	ewes	
SM	0.325	الوزن عند الميلاد	رحماني	Oudha (2002)
	0.363	الوزن عند ٣ شهور		
	0.418	الوزن عند ٦ شهور		
	-0.383 0.478	معدل الزيادة اليومية		
AM	0.06	معدل الخصوبة	أنواع مختلفة من الأغنام	Rosati et al. (2002)
	0.10	عدد الحملان المولودة		
	0.05	عدد الحملان المولودة الحية		
	0.01	عدد الحملان عند الفطام		
AM	-0.28 0.36	مقاييس الصوف	Lama	Wurzinger et al. (2004)
AM	0.44	الوزن عند الميلاد		Edriss and Edriss (2006)
	0.19	الوزن عند الفطام		
AM	0.28	الكفاءة الغذائية		Eilami and Safdarian (2006)
AM	0.01	معدل الخصوبة	Lori Bakhiari	Vatankhah et al. (2006)
	0.05	عدد الحملان المولودة		
	0.04	عدد الحملان المولودة الحية		
	0.02	عدد الحملان عند الفطام		

SM = sire model

AM = animal model

يتضح من الجدول السابق أنه يمكن تقسيم الصفات تبعا لقيمة المكافئ الوراثي إلى الأقسام التالية:

١-٦-٢- صفات منخفضة المكافئ الوراثي

وتتراوح قيمة المكافئ الوراثي لها من أكبر من الصفر الى حوالى ٠.١٥ . وقد تزيد قليلا عن ذلك في بعض الحالات مثل فترة التلقيح المخصب - الفترة بين ولادتين - عدد التلقيحات اللازمة للإخصاب - نسبة التوائم- عسر الولادة Dystocia - الإجهاض Steel birth - عدد مواسم الحليب - العمر عند الإستبعاد - عدد الحملان المولودة - عدد الحملان المولودة الحية - عدد الحملان عند الفطام - حجم الخلفة - نسبة الفقس - صفات الطباع (المزاج) . Temperament

٢-٦-٢. صفات متوسطة المكافئ الوراثي

وتتراوح قيمة المكافئ الوراثي لها من ٠.١٥ الى ٠.٥٠ مثل معظم الصفات الانتاجية (كمية اللبن - كمية الدهن- كمية البروتين - عدد الخلايا الجسدية Somatic cell count - الوزن عند الميلاد - الوزن عند الفطام - معدل الزيادة اليومية - وزن جزة الصوف - صفات الصوف - وزن البيضة - عدد البيض- صفات الذبيحة) .

٢-٦-٢. صفات مرتفعة المكافئ الوراثي

وفى معظم الاحيان فإن قيمة المكافئ الوراثي لها يزيد عن (٠.٥) أو يقل قليلاً مثل نسبة الدهن - نسبة البروتين - نسبة الجوامد الصلبة اللآدهنية - نسبة الجوامد الكلية - العضلة العينية Longissimus dorsi area - معدل الزيادة اليومية في ماشية اللحم بعد الفطام Feed lat وكذلك الوزن عند ٤٠٠ يوم . ونظرا لأن قيمة المكافئ الوراثي لصفات إنتاج اللبن (كمية اللبن والدهن والبروتين) متوسطة وقيمة المكافئ الوراثي لصفات (نسبة الدهن والبروتين والجوامد الصلبة اللآدهنية والجوامد الكلية) مرتفعة لذا فإنه يعتمد علي إنتخاب طلائق ماشية اللبن للصفات السابقة ونظرا لإرتفاع قيمة المكافئ الوراثي لصفة العضلة العينية لذا يعتمد علي إنتخاب طلائق ماشية اللحم علي صفة العضلة العينية .

٦-٣. أهمية تقدير المكافئ الوراثي:

معرفة مقدار أو قيمة المكافئ الوراثي تعطي فكرة عن إمكانية التحسين الوراثي للصفة وذلك لأن قيمته تدخل في حساب:

١- الإنتخاب المباشر للصفة Direct selection

٢- الإنتخاب الغير مباشر للصفة Indirect selection

٣- الأدلة الإنتخابية Selection indices

٤- إنتخاب طلائق ماشية اللبن واللحم Selection dairy and beef bulls

٥- الدراسات النظرية (أو المحاكاتية أو الفرضية) Simultaneously study

كأساس لتقدير التحسين الوراثي المتوقع .

٦- في حالة الإنتخاب الفردي والذي ينتخب فيه الأفراد من العشيرة علي أساس

قيمتها المظهرية فإن دقة الإنتخاب تقاس أو يعبر عنها بمقدار التلازم أو الارتباط

بين القيمة التربوية والقيمة المظهرية .

٧- الجذر التربيعي للمكافئ الوراثي (h) يعبر عن درجة الدقة في القيمة الوراثية

كمؤشر عن القيمة التربوية .

ومما سبق يتضح لنا أن قيمة المكافئ الوراثي للصفة الواحدة تختلف من تقدير الي

آخر وذلك لعدة أسباب منها:

٣-٦-١ التصحيح للعوامل البيئية

Adjustment for non genetic factors

حيث أن المكافئ الوراثي عبارة عن نسبة التباين الوراثي الي التباين الكلي وهذا

لا يقدر الا بعد التعديل أو التصحيح للعوامل الغير وراثية (البيئية) مثل (القطيع -

العمر - سنة وشهر الولادة - ترتيب موسم الحليب - المزرعة -

الجنس) . . . الخ وكلما استطاع الباحث أن يضع يده علي معظم العوامل البيئية

الرئيسية المؤثرة علي الصفة تحت الدراسة كلما استطاع الحصول علي تقدير دقيق

فمثلا:

(1987) Khat tab et al. قدر المكافئ الوراثي لصفة كمية اللبن في ٣٠٥ يوم

(2x , م ن) بعد التعديل لطول فترة التلقيح المخصب Days open فكانت

٠.٢٧ . بينما كانت قيمة المكافئ الوراثي ٠.٢٨ . بدون التعديل لطول تلك الفترة .
كذلك (Mohamed 1986) في دراسة علي قطيع الجاموس المصري حيث
استخدم عدة نماذج Models لتقدير المكافئ الوراثي لصفتي كمية اللبن المبدئي
(٦٠ يوم) وكمية اللبن في ٣٠٥ يوم فكانت قيمة المكافئ الوراثي ٠.١٩ ، ٠.١٨
علي التوالي بدون التعديل للعوامل البيئية بينما كانت قيمة المكافئ الوراثي
٠.٠٢ ، ٠.٠٧ . بعد التعديل لكلا من شهر وسنة الولادة وترتيب موسم
الحليب . كذلك فإن عدم أخذ العمر في الاعتبار يقلل من قيمة المكافئ الوراثي
(Khan and Singh, 2002).

تتأثر قيمة المكافئ الوراثي أيضا بمستوي إنتاج القطيع ففي دراسة قام بها
Van Vleck et al. (1988) علي أبقار الهولشتين الأمريكية حيث قسم
القطيع تبعا لمستواها من الإنتاج الي منخفضة الإنتاج Low ، متوسطة الإنتاج
Middle ، ومرتفعة الإنتاج High ووجد أن قيمة المكافئ الوراثي لصفة كمية
اللبن كانت ٠.٢٣ ، ٠.٢٩ ، و ٠.٣٦ علي التوالي و كذلك وجد أن المكافئ
الوراثي لكمية الدهن ٠.٢٣ ، ٠.٢٨ ، و ٠.٣٦ علي التوالي لنفس المستويات
الإنتاجية السابقة .

٢.٦.٣- عدد القياسات Number of observations

تؤثر قيمة خطأ العينة Sampling error في قيمة المكافئ الوراثي حيث
تزداد قيمة المكافئ الوراثي في حالة قلة عدد أفراد العينة ، وبالعكس فإن زيادة عدد
أفراد التجربة يؤدي الي الحصول علي تقدير دقيق للمكافئ الوراثي .

٣-٦-٣. نظم التزاوج Mating design

تختلف قيمة المكافئ الوراثي تبعاً لنظام التزاوج سواء كان مقدراً من العلاقة بين الأب والإبن ، أنصاف الأشقة أو الأشقة الكاملة .

٤-٦-٣. عدد الأبناء لكل أب Number of progeny per sire

كلما زاد عدد الأبناء لكل أب كلما كانت قيمة المكافئ الوراثي والقيمة التربوية أكثر دقة فقد وجد (Khattab et al., (1987 أن أعلى قيمة تربوية لكمية اللبن في ٣٠٥ يوم كانت للذكور التي لها ٢٠ بنتاً فأكثر وكذلك أستخدم (El-Said et al., (2005 ثلاثة مستويات من المكافئ الوراثي (٠.١ ، ٠.٢٥ ، ٠.٥٠) وكذلك أربع مجاميع من عائلات أنصاف أشقة (٥ ، ١٠ ، ١٥ ، و ٢٠ بنتاً) ووجد أن متوسط الخطأ مربعا كان أكثر عند استخدام خمس بنات لكل أب مقارنة بالمجاميع الأخرى (١٠ ، ١٥ ، ٢٠ بنتاً) كذلك كان أقل متوسط الخطأ مربعا هو للمجموعة الأخيرة (٢٠ بنتاً)، لذا أوصى الباحثون أن ٢٠ بنتاً يعتبر العدد الأمثل وفي دراسات أخرى أجراها (El-Awady et al., (2007 في دراسة تطبيقية علي أبقار الفريزيان بمحطة سخا التابعة لمعهد بحوث الإنتاج الحيواني- وزارة الزراعة حيث قسم الطلائق إلى خمس مجموعات تبعاً لعدد البنات (٥ بنات ، ١٠ فأقل ، ٢٠ فأقل ، ٣٠ فأقل ، ٤٠ فأكثر). بلغت قيمة المكافئ الوراثي المقدرة من نموذج الحيوان (AM) Animal Model لصفة كمية اللبن في ٣٠٥ يوم (٠.١٤ ، ٠.١٣ ، ٠.١٤ ، ٠.١٢ ، ٠.١٣) علي التوالي لتلك المجاميع من البنات لكل أب .

وكذلك قدرت القيمة التربوية لصفة كمية اللبن في ٣٠٥ يوم للخمسة مجاميع وقد وجد الباحثون أن درجة الدقة قد زادت مع زيادة عدد البنات لكل أب

ولكن كانت الاختلافات طفيفة بين الأربع مجاميع الأولى وقد أوصى الباحثون أنه يمكن اعتبار أن خمس بنات يعتبر حد أدنى لكل أب لتقدير المعايير الوراثية للصفات .

٥-٦-٣. نظم التحليل Methods of analysis

يقدر المكافئ الوراثي بإستخدام عدة نظم (برامج) للتحليل أهمها :

١- نموذج الطلوق (الأب) Sire Model (SM)

وهو تقدير المكافئ الوراثي من مكونات تباين الأب Sire components أو مكونات تباين الأم Dam components أو من مكونات تباين الأب والأم معا وقد تناول Harvey, 1977, 1987, 1990 عدة أنماط مختلفة لتقدير المكافئ الوراثي من خلال الـ SM وكذلك يمكن تقدير المعالم الوراثية من خلال الـ SM بإستخدام برنامج الـ SAS.

٢- نموذج الحيوان Animal Model (AM)

هو تقدير المكافئ الوراثي من خلال تقدير التباين الوراثي من جميع مصادر النسب المتاحة All available sources of pedigree (الابن أو البنت (البقرة) - الأب- الأم والأجداد) وقد تناول كل من Boldman et al. (1993 - 1995) و Groeneveld et al. (1998) عدة برامج احصائية لتقدير بعض المعالم الوراثية (المكافئ الوراثي - المعامل التكراري - الارتباط الوراثي) بالإضافة إلى تقدير القيمة التربويه Breeding value ودرجة الدقة .
ويقدر المكافئ الوراثي من خلال برنامج الـ AM من المعادلة التالية :

$$h^2 = \frac{\sigma^2 A}{\sigma^2 A + \sigma^2 E} = \frac{\sigma^2 A}{\sigma^2 P} = \frac{VA}{VP}$$

ويعتبر المكافئ الوراثي المقدر من AM أكثر دقة من المكافئ الوراثي المقدر من SM وذلك لأن أي خطأ في تقدير المكافئ الوراثي من نموذج الطلوق (الاب) SM يتضاعف إما مرتين (العلاقة بين الأب والابن) أو يتضاعف أربعة مرات في حالة (العلاقة بين أنصاف الأشقة) كذلك قيمة المكافئ الوراثي المقدر من AM لنفس الصفة أقل من قيمة المكافئ الوراثي المقدر من SM كما هو موضح في جدول (٦-٢).

أيضا يمكن من خلال برنامج الـ AM فصل مكونات التباين (تباين وراثي تجمعي $\sigma^2 A$) وكذلك يمكن حساب التباين البيئي الدائم Permanent environmental variance $\sigma^2 Pe$ والتباين البيئي المؤقت $\sigma^2 e$ Temporary environmental variance وعلى ذلك يمكن حساب المكافئ الوراثي من خلال ذلك كما يلي :

$$h^2 = \frac{\sigma^2 A}{\sigma^2 A + \sigma^2 P_e + \sigma^2 e}$$

كذلك يمكن فصل مكونات التباين الوراثي الأمي Maternal genetic variance وعلى ذلك يمكن حساب المكافئ الوراثي الأمي من

$$h^2_m = \frac{\sigma^2 m}{\sigma^2 A + \sigma^2 m + \sigma_{am}^2 + \sigma^2_{pe} + \sigma^2_e} \quad \text{المعادلة التالية:}$$

حيث أن $\sigma^2 A, \sigma^2 Pe, \sigma_{am}^2, \sigma^2 m, \sigma^2 e$ عبارة عن التباين الوراثي التجمعي (المباشر)، التباين الوراثي التجمعي الأمي، التباين بين التأثير الوراثي التجمعي والأمي، التباين البيئي الدائم و التباين البيئي المؤقت (المتبقى) على التوالي.

وتعتبر قيمة كل من $\sigma^2_{am}, \sigma^2_m$ (التباين الوراثي الامي والتغاير بين الوراثي التجمعي والامي) مقداره بسيطاً في صفات اللبن مقارنة بصفات إنتاج اللحم.

٦.٤ طرق تقدير المكافئ الوراثي Methods for estimating heritability

يعتمد تقدير مكونات التباين Variance component والمكافئ الوراثي Heritability علي دراسة التشابه بين الأقارب وقد تناول كل من :

Ragab and Asker (1958), Mostagger (1966), Becker (1984), Pirchner (1981), Khan and Singh (1992) , Falconer and Mackay (1996) and Galal and Karm (2003) الطرق المختلفة لتقدير المكافئ الوراثي والتي من أهمها ما يأتي:

١.٦.٤ العلاقة بين الأب والابن Offspring and parents

من المعلوم أن معامل الانحدار Regression coefficient يحسب

من المعادلة التالية :

$$b_{y \cdot x} = \frac{\text{التغاير بين } y, x}{\text{تباين } x} = \frac{\text{COV}_{xy}}{\text{var}_x}$$

وعلى ذلك فإن انحدار الأبناء (O) على الآباء (P) يحسب من المعادلة التالية :

$$b_{OP} = \frac{\text{COV}_{OP}}{V_P}$$

وسبق أن ذكرنا أن التباين التلازمي الوراثي Genetic covariance

بين الأب والابن COV (op) هو عبارة عن (نصف التباين الوراثي التجمعي) =

$$b_{OP} = \frac{1/2 V_A}{V_P} = 1/2 h^2 \text{ وعلى ذلك فإن } 1/2 V_A$$

أي أن انحدار الأبناء على الآباء يساوي نصف قيمة المكافئ الوراثي .
وفي العشائر التي تتزاوج عشوائيا فإن الابن يحصل على نصف وراثته من الأب
والنصف الآخر يأتي عشوائيا من الأم وبذلك فإن المكافئ الوراثي المقدر من
العلاقة بين الأب والابن هو ضعف معامل انحدار الابن على الأب أو ضعف
معامل الارتباط بين الأب والابن $h^2 = 2b = 2r$

ويقدر المكافئ الوراثي من العلاقة بين الأب والابن بإحدى الطرق التالية:

أ. الأب ومتوسط الأبناء Parent – offspring mean (op)
يستخدم في حالة انحدار الابن علي الأب أو البنت علي الأب (sire –
son and daughter) حيث أن الأب يتزاوج مع عدة أمهات وكل أم
تعطي فرداً واحداً، كذلك يمكن إستخدام هذا النظام مع أزواج التزاوج الفردي
(Single pair mating) أي إنحدار الإبن علي الأب أو البنت علي الأب -
الإبن علي الأم أو البنت علي الأم .

(dam – son and dam – daughter), (sire – son and sire – daughter).

النموذج الرياضي Statistical Model

$$Y_i = B_{X_i} + e_i \quad (\text{Becker, 1984})$$

حيث Y_i = متوسط التاج mean of offspring

X_i = الصفة التي تقاس على الأب .

B_i = معامل إنحدار الأبناء Y على الآباء X .

e_i = الخطأ القياسي .

النموذج الوراثي Genetic Model

(Becker,1984)

$$Cov_{op} = \frac{\alpha}{2} \quad \frac{\beta}{2}$$

حيث COV_{OP} هو التباين التلازمي الوراثي بين الأب والابن .

α هو معامل التباين الوراثي التجمعي .

β هو معامل التباين الوراثي السيادي .

Source	Component	VA	VD	VAA	VAD	VDD	VAAA	VM	VE
Sire	COV_{xy}	1/2	0	1/4	0	0	1/8	0	0
Dam	COV_{xy}	1/2	0	1/4	0	0	1/8	1/2	0

حيث VM (التباين الوراثي الأمي) وباقي مكونات التباين سبق ذكرها.

طريقة الحساب

$$COV_{OP} = \frac{1}{2} V_A + \frac{1}{4} V_{AA} + \frac{1}{8} V_{AAA}$$

$$\sum y^2 = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} = \sigma^2 y$$

$$\sum x^2 = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} = \sigma^2 x$$

$$\sum xy = \sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n} = cov_{xy}$$

حيث $\sum y^2$ هو التباين المصحح للأبناء، $\sum x^2$ هو التباين المصحح للآباء،

$\sum xy$ هو التباين المصحح بين الابن والاب، n هو عدد الأزواج من x، y

$$\hat{COV}_{xy} = \frac{\sum xy}{N - 1}$$

$$b_{op} = \frac{COV_{xy}}{\sum x^2} = \frac{COV_{xy}}{\sigma^2_x}$$

حيث b_{op} = معامل انحدار الابن على الأب

$$r_{op} = \frac{COV_{xy}}{\sqrt{\sum x^2} \sqrt{\sum y^2}} = \frac{COV_{xy}}{\sqrt{\sigma^2_x} \sqrt{\sigma^2_y}}$$

$$h^2 = 2r = \frac{2COV_{xy}}{\sqrt{\sigma^2_x} \sqrt{\sigma^2_y}}$$

$$h^2 = 2b = \frac{2COV_{xy}}{\hat{\sigma}^2_x}$$

وفي حالة أخذ متوسط الأبوين Mid Parents فإن المكافئ الوراثي يكون عبارة عن معامل إنحدار الابن علي متوسط الأبوين دون مضاعفته.

$$h^2 = b_{OP}$$

حساب الخطأ القياسي Standard error (SE) بواسطة (Steel and Torrie, 1984)

$$S^2_b = \frac{\sum y^2 - \frac{(\sum xy)^2}{\sum x^2}}{n - 2}$$

$$S.E = \sqrt{\frac{S^2_b}{\sum x^2}}$$

$$S.E(h^2) = 2S.E(b)$$

مثال ١

البيانات التالية تمثل عينة عشوائية لصفة وزن الجسم عند الفطام في سلالة أرانب الفلندر بمزرعة سخا (Kassab , 2004) - معهد بحوث الإنتاج الحيواني وبفرض أن الأب (X) والناتج Progeny (Y) - احسب المكافئ الوراثي مقدراً من انحدار الأبناء Y علي الآباء X مع حساب الخطأ القياسي؟

No	X (Sire), gm	Y (Progeny), gm	No	X	Y
1	300	450	11	470	510
2	350	490	12	470	540
3	400	490	13	480	485
4	400	530	14	490	490
5	410	540	15	500	550
6	420	520	16	500	520
7	425	520	17	520	515
8	440	510	18	350	490
9	440	500	19	400	490
10	445	515	20	425	520

$$\sum X^2 = 3788675 \quad \sum X = 8635 \quad n = 20$$

$$\sum Y^2 = 5187075 \quad \sum Y = 10175$$

$$\sum XY = 4406575$$

$$\sum xy = \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n} = 4406575 - \frac{(8635)(10175)}{20} = 13519$$

$$\sum x^2 = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} = 3788675 - \frac{(8635)^2}{20} = 60514$$

$$\sum y^2 = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{N} = 5187075 - \frac{(10175)^2}{20} = 10544$$

$$b = \frac{\sum xy}{\sum x^2} = \frac{13519}{60514} = 0.223$$

$$h^2 = 2b = 2 \times 0.223 = 0.447$$

حساب الخطأ القياسي (SE)

$$S^2_b = \frac{\sum y^2 - \frac{(\sum xy)^2}{\sum x^2}}{n-2} = \frac{10544 - \frac{(13519)^2}{60519}}{20-2} = 417.99$$

$$S.E = \sqrt{\frac{S^2_b}{\sum x^2}} = \sqrt{\frac{417.99}{60519}} = 0.0831$$

$$S.E(h^2) = 2b = 2 \times 0.0831 = 0.166$$

$$h^2 \pm S.E = 0.447 \pm 0.166$$

بد انحدار الأبناء على الأمهات في وجود الآباء (ISR)

Intra-sire regression offspring on dam

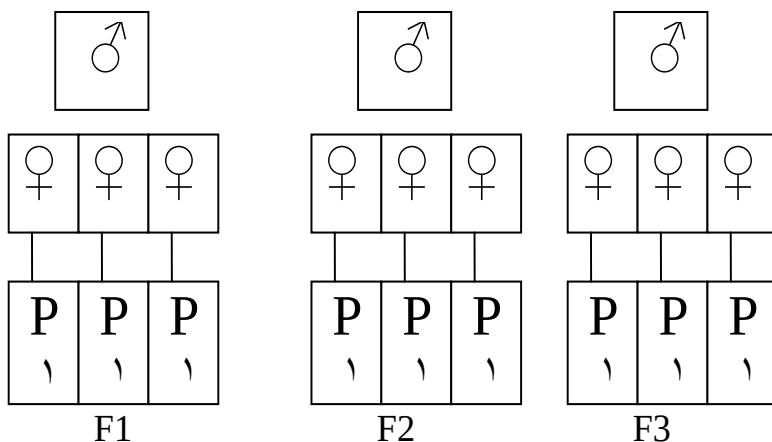
في كثير من الأحيان نجد أن الذكور (الآباء) تتزاوج مع مجموعة من الأمهات وكل أم تعطي مجموعة من النسل كما هو الحال في الدواجن (الدجاج - البط - الأرناب) وكذلك الأغنام حيث يمكن الحصول على عدة أفراد في البطن الواحدة في كل تزاوج وقد تناول (Becker 1984) في مؤلفه كيفية تقدير المكافئ الوراثي من انحدار الأبناء على الأمهات داخل مجاميع الآباء (ISR) بالتفصيل .

٢-٦-٤. تحليل الأخوة Sib analysis

تنقسم الأخوة Sibs إلى أنصاف أشقة (Half-sibs) وهم الأخوة المشتركين في أب واحد سواء كان الأب أو الأم أو الأشقة الكاملة (Full sibs) وهم الأخوة المشتركين في كل من الأب والأم .

١. أنصاف الأشقة Half Sibs (HS)

يطلق على هذا النموذج one way classification or Sire model أى التصميم الأحادي الاتجاه أو نموذج الأب وهو يستخدم في حالة الحيوانات وحيدة الأجنة Uniparous animals وهي الحيوانات التي تعطي فرداً واحداً في البطن الواحدة مثل الأبقار - الجاموس وفي بعض الأحيان الأغنام، حيث أن كل أب يتزاوج مع مجموعة من الأمهات وكل أم تعطي فرداً واحداً وبذلك تتكون عائلات من أنصاف الأشقة وغالباً ما تكون مشتركة في الأب bull sire = كما هو موضح بالشكل :



فالعائلات F1 و F2 و F3 أفرادها أنصاف أشقة لإشتراكها في نفس الأب بالرغم من أن الأمهات مختلفة وتتم طريقة الحساب كالتالي:

١. في حالة تساوي عدد الأبناء لكل أب

Equal numbers of progeny per sire group (balanced design)

في هذه الحالة يفترض أن كل أب تزاوج مع عدد متساوي من الأمهات وكل أم تعطى فرداً واحداً ولذا فإن عدد أبناء كل أب متساوي مع الأب الآخر.

النموذج الرياضي Statistical Model

$$Y_{ij} = \mu + S_i + e_{ij}$$

حيث μ = المتوسط العام للصفة S_i = تأثير الأب Sire كعامل عشوائي

Random effect e_{ij} = الخطأ العشوائي Random error وغالبا ما

يحتوي النموذج السابق على كثير من العوامل البيئية والتي يجب التعديل لها كما

سبق ذكر ذلك في الباب الثاني .

جدول تحليل التباين ANOVA

S.O.V	d.f	S.S	M.S	E.M.S
Between sires	S - 1	SS_s	MS_s	$\sigma^2W + K\sigma^2S$
Progeny within sires	n. - s	SS_w	MS_w	σ^2W

حيث أن S = عدد الآباء، n . العدد الكلي للأبناء، K متوسط عدد الأبناء لكل أب، SS_s = مجموع مربع الانحرافات بين الآباء، SS_w مجموع مربع الانحرافات داخل الآباء، MS_s متوسط مربع الانحرافات بين الآباء، MS_w متوسط مربع الانحرافات داخل الآباء، σ^2S التباين بين الآباء، σ^2W = التباين داخل الآباء.

النموذج الوراثي Genetic Model

σ^2S = التباين بين الآباء (الطلائق Bulls) وهو يساوي التباين التلازمي الوراثي بين أنصاف الأشقة Genetic Covariance between half sibs والمعادلة العامة هي :

$$COV = \alpha V_A + \beta V_D + \alpha^2 V_{AA} + \alpha\beta V_{AD} + \beta^2 V_{DD} + \dots etc$$

حيث α, β هي معامل التأثير الوراثي التجمعي والسيادي على التوالي وعلى ذلك فإن التباين التلازمي الوراثي بين أنصاف الأشقة.

$$Cov HS = \frac{\alpha \beta}{\frac{1}{4} \quad 0}$$

$$\therefore Cov_{HS} = \frac{1}{4} V_A + \frac{1}{16} V_{AA} + \frac{1}{64} V_{AAA} \dots etc$$

أي أن التباين التلازمي الوراثي بين أنصاف الأشقة $\frac{1}{4}$ التباين الوراثي التجمعي، $\frac{1}{16}$ التباين الوراثي التجمعي بين موقعين وهكذا ولا يشمل التباين التلازمي الوراثي على التباين السيادي ويحسب التباين داخل الطلائق (Error) من المعادلة التالية :

$$\sigma^2 W = \sigma^2 T - Cov HS$$

ويمكن كتابة النموذج الوراثي كما يلي (Becker1984)

Components	V_A	V_D	V_{AA}	V_{AD}	V_{DD}	V_{AAA}	V_E
$\sigma^2 S = COV_{HS}$	1/4	0	1/16	0	0	1/64	0
$\sigma^2 W = \sigma^2 T - COV_{HS}$	3/4	1	15/16	1	1	63/64	1

حيث $\sigma^2 S$ = التباين بين القيمة الحقيقية للطلائق وهي تساوي $\frac{1}{4}$

التباين الوراثي التجمعي، $\sigma^2 W = \frac{3}{4}$ التباين الوراثي بالإضافة التباين البيئي وعلي ذلك فإن المكافئ الوراثي يحسب من مكونات التباين التي تم حسابها من جدول تحليل التباين كما يلي:

$$\sigma^2 W = MS_W$$

$$\sigma^2 S = \frac{MS_S - MS_W}{k}$$

$$\therefore \sigma^2 S = \frac{1}{4} V_A$$

$$\therefore 4\sigma^2 S = V_A$$

$$\sigma^2 S + \sigma^2 W = \sigma^2 P$$

$$\therefore h^2 = \frac{V_A}{V_P}$$

$$\therefore h = \frac{4\sigma^2 S}{\sigma^2 S + \sigma^2 W}$$

حيث h^2 = المكافئ الوراثي المقدر من مكون تباين الأب أي أن المكافئ

الوراثي المقدر من العلاقة بين أنصاف الأشقة = ٤ أضعاف معامل الارتباط بين أنصاف الأشقة .

$$h^2 = 4t = 4r$$

الخطأ القياسي (SE) Standard error

يحسب من المعادلة التالية تبعا لـ (Becker (1984)

$$S.E_{h^2} = 4 \sqrt{\frac{2(1-t)^2 [1 + (k-1)t]^2}{k(k-1)(s-1)}}$$

حيث t = معامل الارتباط داخل المجموع Intra-class correlation وهو

$$t = \frac{\sigma^2_s}{\sigma^2_s + \sigma^2_w} = \frac{1}{4} h^2 \quad \text{يساوي:}$$

مثال ٢

أخذت خمسة طلائق bulls عشوائيا من قطيع الفريزيان بمزرعة سخا - التابعة لمعهد بحوث الإنتاج الحيواني (Hussein, 2004) وتزاوج كل طلوقة مع ثمانية عجلات Heifers وسجلت كمية اللبن لكل بقرة في ٣٠٥ يوم (كجم) كما في الجدول التالي- احسب كل من المكافئ الوراثي لكمية اللبن في ٣٠٥ يوما وكذلك الخطأ القياسي .

Heifers	Bull = Sires				
	1	2	3	4	5
1	3425	3090	3090	3000	3585
2	3455	3400	3435	3285	3290
3	3965	2960	3815	3345	3370
4	3375	3415	3735	3030	3055
5	3500	3155	3390	3590	3390
6	3765	3455	3685	3465	3940
7	3520	3460	3655	3345	3250
8	3585	3660	3015	3290	3450
Zxi	28590	26595	27820	26350	27330

$$xi. = 136695 \quad n. = 40 \quad ni. = k = 8 \quad Zx^2_i = 469594025$$

لحساب المكافئ الوراثي

$$C.F = \frac{(136695)^2}{40} = 467138076$$

$$T.SS = (3435^2 + 3455^2 + \dots + 3450^2) - C.F$$

$$= 469594025 - 467138076 = 2455949$$

$$B.Sire(B.SS) = \left[\frac{(28590)^2}{8} + \frac{(26595)^2}{8} + \dots + \frac{(27330)^2}{8} \right] - C.F$$

$$= 4675577229 - C.F = 419153$$

مجموع مربع الانحرافات داخل الطلائق (الخطأ) (Progeny Within Sire or error)

$$Error = TSS - BSS$$

$$= 2455949 - 419153 = 2036796$$

جدول تحليل التباين ANOVA

S.O.V	d.f	S.S	M.S	E.M.S
Between sires (B.SS)	5-1=4	419153	104788	$\sigma^2_w + k\sigma^2_s$
Progeny within sires	40-5=35	2036796	58194	σ^2_W

$$\sigma^2 W = MS_w = 58194$$

$$\sigma^2 S = \frac{MS_s - MS_w}{K} = \frac{104788 - 58194}{8} = 5824$$

$$h^2 s = \frac{4\sigma^2 S}{\sigma^2 S + \sigma^2 W} = \frac{4 \times 5824}{5824 + 58194} = 0.36$$

حساب الخطأ القياسي (S.E)

$$S.E(h^2_s) = \sqrt{\frac{2(1-t)^2[1+(k-1)t]^2}{k(k-1)(S-1)}}$$

$$t = \frac{h^2}{4} = \frac{0.36}{4} = 0.0909$$

$$S.E(h^2_s) = \sqrt{\frac{2(1-0.0909)^2[1+(8-1)0.0909]^2}{8(8-1)(5-1)}} = 0.57$$

المكافئ الوراثي $\pm$ الخطأ القياسي

$$h^2 \pm S.E = 0.36 \pm 0.57$$

ومعني ذلك أن ٣٦٪ من الإختلافات في كمية اللبن يرجع إلي التأثير الوراثي وأن ٦٤٪ ترجع إلي العوامل البيئية المختلفة ويلاحظ أيضا أن قيمة الخطأ القياسي أكبر في هذه الحالة ويرجع ذلك إلي قلة عدد أفراد التجربة .

٢- في حالة عدم تساوي عدد الأبناء لكل أب (Unbalanced design)

Unequal numbers of progeny per sire

غالبا ما تعطي الآباء أو الذكور عددا من الأبناء يختلف من أب إلى آخر وفي هذه الحالة تحسب قيمة متوسطة تقريبية لمتوسط عدد الأبناء لكل أب ويرمز لها بالرمز k_0 وتحسب من المعادلة التالية : (Becker (1984

$$k_0 = \frac{1}{S-1} (n. - \frac{\sum n_i^2}{n.})$$

حيث S = عدد الآباء $n.$ = العدد الكلي للحيوانات

$$n_i^2 = \text{مجموع مربع الأبناء لكل أب}$$

مثال ٣

البيانات التالية تمثل خمسة آباء (طلائق - فريزيان) وكل ذكر تزواج مع عدد مختلف من الأمهات وكل أم أعطت عدد مختلف من الأبناء - احسب متوسط عدد الأبناء لكل أب

الآباء Sires	الأبناء Progeny
A	10
B	6
C	5
D	7
E	4

$$k_0 = \frac{1}{4} (32 - \frac{10^2 + 6^2 + 5^2 + 7^2 + 4^2}{32}) = 6.2$$

ويحسب الخطأ القياسي في حالة عدم تساوي الأبناء من المعادلة التالية

Swiger et el (1964)

$$S.E(h^2) = 4 \sqrt{\frac{2(n-1)(1-t)^2[1+(k_1-1)t]^2}{k_1^2(n-S)(S-1)}}$$

بد الأخوة الأشقة الكاملة (F.S) Full sibs

الأخوة الأشقة الكاملة Full sibs هم الأخوات المشتركين في كل من الأب

والأم ويأخذ هذا النوع من التزاوج النظم التالية:

١- التزاوج الفردي Single per mating

يستخدم هذا النظام في الحيوانات عديدة الأجنة Multiparous animals مثل

الفئران Mice – الخنازير Swine. وكذلك الطيور التي تنتج مجموعة كبيرة من

البيض في فترة قصيرة مثل السمان Coturnix Quail – الدجاج Chicken –

الرومي Turkey وكذلك حشرة الدروسوفلا Drosophila.

النموذج الرياضي Statistical Model

$$Y_{ij} = \mu + S_i + e_{ij}$$

حيث μ = المتوسط العام S_i = تأثير التزاوج Mating، e_{ij} = الخطأ العشوائي

(العوامل البيئية الغير متحكم فيها بالإضافة إلى التأثيرات الوراثية داخل

التزاوجات الفردية).

جدول تحليل التباين ANOVA

S.O.V	d.f	S.S	M.S	E.M.S
Between mating(B.M)	S-1	SS_S	MS_S	$\sigma^2_w + k\sigma^2_s$
Between progeny/mating	n.-S	SS_W	MS_W	σ^2W

حيث S = عدد الآباء n. = العدد الكلي للأفراد K = متوسط عدد الأفراد الناتجة من كل تزاوج .

النموذج الوراثي Genetic Model

$$Cov FS = \frac{\alpha}{2} \frac{\beta}{4} \quad (\text{Becker, 1984})$$

$$COV_{FS} = \frac{1}{2}V_A + \frac{1}{4}V_D + \frac{1}{8}V_{AD} + \frac{1}{4}V_{AA} + \frac{1}{16}V_{DD} \dots \dots \dots etc$$

Component	Covariance	V_A	V_D	V_{AA}	V_{AD}	V_{DD}	V_{AAA}	V_M	V_E
σ^2_S	COV_{FS}	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	1	0
σ^2_W	$\sigma^2_T - COV_{FS}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{15}{16}$	$\frac{7}{8}$	0	1

التباين الوراثي بين التزاوجات σ^2_S يحتوي علي $\frac{1}{2}$ التباين الوراثي التجمعي، $\frac{1}{4}$ التباين الوراثي السيادي بالإضافة إلي التداخل Epistasis أما σ^2_W فتشتمل علي المتبقي من التباين الوراثي بالإضافة الي التباين البيئي وهو عبارة عن الفرق $\sigma^2_P - COV_{FS}$ ويحسب المكافئ الوراثي من المعادلة الآتية :

$$h^2_s = \frac{2\sigma^2 S}{\sigma^2 S + \sigma^2 W}$$

Additive ويشتمل البسط علي كل التباين الوراثي التجمعي

Half of genetic variance ونصف التباين الوراثي السيادي

Maternal dominance genetic variance بالإضافة إلي التباين الأمي variance

$$V_A + \frac{1}{2} V_D + 2V_M$$

equal حساب الخطأ القياسي في حالة تساوي عدد الأفراد لكل تزاوج

numbers

$$S.E(h^2) = 2\sqrt{\frac{2(1-t)^2[1+(k-1)t]^2}{k(k-1)(S-1)}}$$

حساب الخطأ القياسي في حالة عدم تساوي عدد الأفراد لكل تزاوج

Unequal numbers كما ذكرها (Swiger et al. (1964

$$S.E(h^2) = 2\sqrt{\frac{2(n-1)(1-t)^2[1+(k_1-1)t]^2}{k_1^2(n-S)(S-1)}}$$

وكذلك يطلق علي تقدير المكافئ الوراثي من أنصاف الأشقة اسم نظام

التزاوج الفردي أو مايسمي بالتصميم الأحادي One way classification .

٢- النظام الشبكي أو العنقودي Nested or hierarchical design

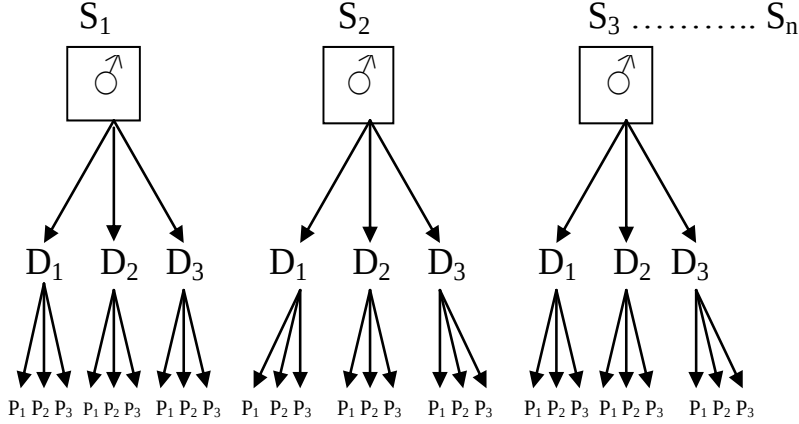
Multiparous animals يستخدم في الحيوانات عديدة الأجنة

(تعطى أكثر من فرد في البطن الواحدة) مثل الأرانب - الخنازير - الأغنام - الماعز

وكذلك الدجاج حيث يمكن لكل أب أن يلقح مجموعة من الأمهات وكل أم

تعطي مجموعة من الأبناء في نفس البطن أي أشقة وبذلك تتكون عائلات أشقة

كاملة وكذلك يمكن تطبيق هذا التصميم في حالة حيوانات اللبن في حالة وجود أكثر من موسم حليب للبقرة الواحدة كما سيأتي شرح ذلك ويوضح الشكل التالي نظام التزاوج العنقودي :



حيث أن $S_1, S_2, \dots, S_n$ (Sires) تشير إلى الأب ١ ، ٢ ، إلى n من الأباء و D_1, D_2 (Dam) إلى n من الأمهات التي لُقحت من الأباء .
 p (Progeny) وتشير إلى الأبناء حيث تكون أخوة أشقاء للأم الواحدة (الأم رقم ١ مثلاً) حيث لها نفس الأب و نفس الأم بينما تكون أخوة أنصاف أشقاء مع أبناء الأم رقم ٢ (D_2) حيث لهما نفس الأب بينما الأمهات مختلفة كما هو مبين أعلاه .

أ. في حالة تساوي عدد الأبناء لكل أب وكذلك تساوي عدد الأبناء لكل أم وتساوي عدد الأمهات لكل أب Equal numbers per subclasses (Balanced design)

١. النموذج الرياضي Statistical Model

$$y_{ijk} = \mu + S_i + b_{ij} + e_{ijk}$$

حيث μ = المتوسط العام للصفة، S_i = تأثير الآباء، b_{ij} = تأثير الأمهات داخل مجاميع الآباء، e_{ijk} = الخطأ العشوائي والنموذج السابق يفترض أن العوامل البيئية المؤثرة على الصفة تحت الدراسة تم التعديل لها.

٢. جدول تحليل التباين ANOVA

S.O.V	d.f	S.S	M.S	EMS
Between sires بين الآباء	S -1	SS_S	MS_S	$\sigma^2_w + k_2\sigma^2_D + k_3\sigma^2_S$
Between dams/sires بين الأمهات داخل الآباء	D -S	SS_D	MS_D	$\sigma^2_w + k_1\sigma^2_D$
Between progeny/dams/sires بين الأبناء/الأمهات/الآباء	n.-D	SS_W	MS_W	σ^2_w

حيث S = عدد الآباء، D = عدد الأمهات، n = العدد الكلي للأبناء وفي حالة تساوي عدد الأمهات لكل أب وعدد الأبناء لكل أم فإن $K_1=K_2$ (حيث أن K_1 = عدد الأمهات لكل أب و K_2 = عدد الأبناء لكل أم) أما K_3 = عدد الأبناء لكل أب.

٣. النموذج الوراثي Genetic Model

σ^2_s = التباين بين الطلائق وهي عبارة عن التباين بين أنصاف الأشقة وهي تحتوي على $\frac{1}{4}$ التباين الوراثي التجمعي، σ^2_D = التباين بين الأمهات وهي تساوي الفرق بين التباين بين الأشقة الكاملة والتباين بين أنصاف الأشقة أي أن:

$$(\sigma^2 D = Cov_{FS} - Cov_{HS}) \quad (\text{Becker, 1984})$$

$$\begin{array}{ccc} Cov_{HS} & \frac{\alpha}{4} & \beta \\ Cov_{FS} & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} \end{array}$$

ويمكن صياغة النموذج الوراثي السابق كما يلي :

Component	Covariance	V_A	V_D	V_{AA}	V_{AD}	V_{DD}	V_{AAA}	V_M	V_E
$\sigma^2 S$	COV_{HS}	1/4	0	1/16	0	0	1/64	0	0
$\sigma^2 D$	$COV_{FS} - COV_{HS}$	1/4	1/4	3/16	1/8	1/16	7/64	1	0
$\sigma^2 W$	$\sigma^2 T - COV_{FS}$	1/2	3/4	3/4	7/8	15/16	7/8	0	1
$\sigma^2 S + \sigma^2 D$	COV_{FS}	1/2	1/4	1/4	1/8	1/16	1/8	1	0

وتقدر مكونات التباين كما يلي :

$$\sigma^2 W = MS_w$$

$$\sigma^2 D = \frac{MS_D - MS_w}{K_1}, \sigma^2 S = \frac{MS_S - MS_D}{K_3}$$

وذلك في حالة تساوي $K_1 = K_2$ وفي حالة عدم تساوي K_1, K_2 فإن :

$$\sigma^2 S = \frac{MS_S - (MS_w + K_2 \sigma^2 D)}{K_3}$$

وعلى ذلك فإن كل من التباين الوراثي والبيئي يمكن تقديره كما يلي :

$$4\sigma^2 s = 4cov HS = V_A + \frac{1}{4}V_{AA} + \frac{1}{16}V_{AAA}.....etc$$

$$4\sigma^2 D = 4(COV_{FS} - COV_{HS}) = V_A + V_D + \frac{3}{4}V_{AA} + \frac{1}{2}V_{AD} + \frac{1}{4}V_{DD} + \frac{7}{16}V_{AAA} + 4V_M.....etc$$

$$2(\sigma^2 s + \sigma^2 D) = 2cov_{FS} = V_A + \frac{1}{2}V_{AD} + \frac{1}{2}V_{AA} + \frac{1}{4}V_{AD} + \frac{1}{4}V_{DD} + \frac{1}{4}V_{AAA} + 2V_M...etc$$

٤. حساب المكافئ الوراثي

تقدير المكافئ الوراثي من مكونات تباين الأب h^2_s

$$h^2_s = \frac{4\sigma^2 S}{\sigma^2 S + \sigma^2 D + \sigma^2 W = \sigma^2 P}$$

تقدير المكافئ الوراثي من مكونات تباين الأم h^2_D

$$h^2_D = \frac{4\sigma^2 D}{\sigma^2 S + \sigma^2 D + \sigma^2 W = \sigma^2 P}$$

تقدير المكافئ الوراثي من مكونات تباين الأب و الأم h^2_{S+D}

$$h^2_{S+D} = \frac{2(\sigma^2 S + \sigma^2 D)}{\sigma^2 S + \sigma^2 D + \sigma^2 W = \sigma^2 P}$$

٥. دقة التقدير Reliability of estimating

١. تقدير التباين والخطأ القياسي بمكونات التباين

Variance and standard error of variance component

المعادلة العامة General formula لحساب تباين التباين والتي وصفها

Anderson and Bancroft, (1952) والتي تناولها Becker, (1984) في مؤلفه:

$$Var(\sigma^2 g) = \frac{2}{k^2} \sum_g \frac{MS_g^2}{fg + 2}$$

$$S.E.(\sigma^2 g) = \sqrt{\hat{Var}(\sigma^2 g)}$$

حيث أن:

K = معامل مكون التباين الذي تم تقديره .

Msg = متوسط مربعات الجزء الوراثي g المستخدم في تقدير مكون التباين .

fg = درجات الحرية لمتوسط مربعات الجزء الوراثي g .

وعلى ذلك فإن تباين القيمة الحقيقية للطلائق تحسب من المعادلة التالية :

$$\hat{V}ar(\sigma^2 S) = \frac{2}{K_3} \left(\frac{MS_S^2}{d.f.(S) + 2} + \frac{MS_D^2}{d.f.(D) + 2} \right)$$

$$S.E.(\sigma^2 S) = \sqrt{\hat{V}ar(\sigma^2 S)}$$

$$S.E.(h^2_s) = \frac{4S.E.(\sigma^2 S)}{\sigma^2 P}$$

٢- تبين القيمة الحقيقية للأمهات داخل الطلائق $\hat{V}ar(\sigma^2 D)$ يحسب من المعادلة التالية:-

$$\hat{V}ar(\sigma^2 D) = \frac{2}{K_1^2} \left(\frac{MS_D^2}{d.f.(D) + 2} + \frac{MS_W^2}{d.f.(W) + 2} \right)$$

$$S.E.(\sigma^2 D) = \sqrt{\hat{V}ar(\sigma^2 D)}$$

$$S.E.(h^2_D) = \frac{4S.E.(\sigma^2 D)}{\sigma^2 P}$$

تبين القيمة التربوية لكل من الطلائق والأمهات $Var(\sigma^2 S + \sigma^2 D)$

$$C\hat{O}V(\sigma^2 S + \sigma^2 D) = [Var \sigma^2 w - k_1^2 Var^2 D] / K_1 K_3$$

$$= \left[2MS_D^2 / d.f.(dams) + 2 \right] k_1 k_3$$

$$S.E.(h^2_{s+d}) = \frac{2\sqrt{\hat{V}ar(\sigma^2 S) + \hat{V}ar(\sigma^2 D) + 2C\hat{O}V(\sigma^2 S \sigma^2 D)}}{\sigma^2 P}$$

مثال ٤

أخذت عينة عشوائية من أرانب الفلندر التابعة لمزرعة سخا - التابعة لمعهد بحوث الإنتاج الحيواني (Kassab, 2004) حيث أخذت خمس ذكور Bucks وتزاوج كل ذكر مع ثلاثة أمهات Does وكل أم أعطت ثلاثة نتاجات Progenies وقدر وزن الجسم عند الفطام عند أربعة أسابيع بالجرام على النتاج كما في الجدول التالي :

الآباء Bucks	Does	Progenies وزن النّاتج			Y_{ij}	$Y_{i..}$
		1	2	3		
A	1	480	410	385	1275	
	2	400	320	360	1080	
	3	320	380	350	1050	
						3405
B	4	370	400	470	1240	
	5	350	420	450	1220	
	6	455	400	430	1285	
						3745
C	7	350	400	400	1150	
	8	375	440	370	1185	
	9	340	420	400	1160	
						3495
D	10	490	400	400	1290	
	11	450	440	385	1275	
	12	400	360	385	1145	
						3710
E	13	400	380	390	1170	
	14	450	470	470	1390	
	15	440	410	465	1315	
						3875

والمطلوب :

- ١- حساب المكافئ الوراثي من مكون تباين الأب h^2S ؟
- ٢- حساب المكافئ الوراثي من مكون تباين الأم h^2D ؟
- ٣- حساب المكافئ الوراثي من مكون تباين الأب والأم معا $h^2S + D$ ؟
- ٤- حساب الخطأ القياسي من المكونات السابقة ؟

$$X \dots = 18230$$

$$\sum X_{ijk} = 7465750$$

$$K_1 = K_2 = 3 \quad k_3 = 9$$

$n_{...} = 45$	العدد الكلي للأبناء
$n_{i.} = 9$	عدد الأبناء لكل أب
$n_{ij} = 3$	عدد الأمهات لكل أب
$S = 5$	عدد الآباء
$D = 15$	عدد الأمهات

$$1 - C.F = \frac{(18230)^2}{45} = 7385176$$

$$2 - T.S.S = (480^2 + 410^2 + \dots + 465^2) - C.F$$

$$= 7465750 - 7385176 = 80574$$

$$3 - B.sires = \left(\frac{(3405)^2}{9} + \frac{(3745)^2}{9} + \dots + \frac{(3875)^2}{9} \right) - C.F$$

$$= 16356.8 = 16357$$

$$4 - B.Dams / sires$$

$$= \left(\frac{(1275)^2}{3} + \frac{(1080)^2}{3} + \dots + \frac{(1315)^2}{3} \right) - C.F - B.sires$$

$$= 23483.$$

$$5 - Error = T.S.S - (B.Sires + B.Dams)$$

$$= 40734$$

جدول تحليل التباين ANOVA

S.O.V	d.f	S.S	M.S	E.M.S
B. S	5-1=4	16357	4089	$\sigma^2w + k_2\sigma^2D + k_3\sigma^2s$
B. D/S	15-5=10	23483	2348	$\sigma^2w + k_1\sigma^2D$
B. P/D/S	45-15=30	40734	1358	σ^2w

$$\sigma^2w = MS_w = 1358$$

$$\sigma^2D = \frac{MS_D - MS_w}{K_1} = \frac{2348 - 1358}{3} = 330$$

$$\sigma^2S = \frac{MS_S - MS_D}{K_3} = \frac{4089 - 2348}{9} = 193$$

$$\begin{aligned}\sigma^2P &= \sigma^2w + \sigma^2s + \sigma^2D \\ &= 1358 + 193.4 + 330 = 1881\end{aligned}$$

$$h^2S = \frac{4\sigma^2S}{\sigma^2s + \sigma^2D + \sigma^2w} = \frac{4 \times 193.4}{1881} = 0.41$$

$$h^2D = \frac{4\sigma^2D}{\sigma^2s + \sigma^2D + \sigma^2w} = \frac{4 \times 330}{1881} = 0.70$$

$$\begin{aligned}h^2(S + D) &= \frac{2(\sigma^2S + \sigma^2D)}{\sigma^2s + \sigma^2D + \sigma^2w} \\ &= \frac{2(193 + 330)}{1881} = 0.56\end{aligned}$$

حساب الخطأ القياسي للمكافئ الوراثي من مكونات التباين الأبي $S.E(h^2S)$

$$\hat{V}ar(\sigma^2s) = \frac{2}{9^2} \left(\frac{(4089)^2}{4+2} + \frac{(2348)^2}{10+2} \right) = \frac{2}{81} (278654 + 459425) = 18224$$

$$S.E(\hat{\sigma}^2S) = \sqrt{\hat{V}ar(\sigma^2S)} = 135$$

$$S.E.(h^2s) = \frac{4 \times 135}{1881} = 0.29$$

حساب الخطأ القياسي للمكافئ الوراثي من مكونات تباين الأمي $S.E(h^2 D)$

$$\hat{V}ar(\sigma^2 D) = \frac{2}{3^2} \left(\frac{(2348)^2}{10+2} + \frac{(1358)^2}{30+2} \right) = \frac{2}{9} (459425 + 57630) = 114901$$

$$S.E(\hat{\sigma}^2 D) = \sqrt{\hat{V}ar(\sigma^2 D)} = 339$$

$$S.E.(h^2 D) = \frac{4 \times 339}{1881} = 0.72$$

حساب الخطأ القياسي للمكافئ الوراثي من مكونات تباين الأب والأم

$$C\hat{O}V(\sigma^2 S + \sigma^2 D) = [Var \sigma^2 w - k_1 Var^2 D] / K_1 K_3$$

$$\hat{V}ar \sigma^2 w = 2(MS_w)^2 / d.f(w) + 2 = 2(1358)^2 / (30+2) = 115260$$

$$C\hat{O}V(\sigma^2 S + \sigma^2 D) = [115260 - 3^2(114901)] / (3)(9)$$

$$= [115260 - 1034109] / 27 = -34031$$

$$S.E.(h^2_{S+D}) = \frac{2\sqrt{\hat{V}ar(\sigma^2 S) + \hat{V}ar(\sigma^2 D) - 2C\hat{O}V(\sigma^2 S \sigma^2 D)}}{\sigma^2 P}$$

$$\frac{2\sqrt{18224 + 114901 - 2(34031)}}{1881} = \frac{510}{1881} = 0.27$$

$$S.E(h^2_{S+D}) = 0.27$$

وبالاحظ مما سبق :

١- أن المكافئ الوراثي المقدر من مكونات تباين الأب $h^2 S$ لا يشمل علي كل

من التأثير السيادي والأمي Dominance and Maternal effects

٢- أن المكافئ الوراثي المقدر من مكونات تباين الأم $h^2 D$ يشمل علي كل من

التأثير السيادي وأربعة أضعاف التأثير الأمي Dominance and Maternal

effects وهذا يفسر دائما ارتفاع قيمة المكافئ الوراثي المقدر من مكونات الأم .

٣- أن المكافئ الوراثي المقدر من مكونات تباين الأب والأم h^2_{S+D} يشمل علي

نصف التباين السيادي وضعف التأثير الأمي .

٤- يرجع ارتفاع قيمة الخطأ القياسي في التقديرات الثلاثة إلى قلة عدد أفراد العينة .

بـ في حالة عدم تساوي عدد الأمهات لكل أب وكذلك عدد الأبناء لكل أم
Unequal numbers of dams per sire, and progeny per dam

تُحسب معاملات لكل من K_1, K_2, K_3 من المعادلات التالية لـ Becker (1984)

K_1 = متوسط عدد الأبناء لكل أم وفي ماشية اللبن = متوسط عدد السجلات.

$$K_1 = \left(n_{..} - \sum_1 \frac{\sum n_{ij}^2}{ni} \right) / d.f.(dams)$$

k_2 = متوسط عدد الأمهات لكل أب

$$K_2 = \left(\sum_i \sum_j \frac{n_{ij}^2}{ni} - \frac{\sum_i \sum_j n_{ij}^2}{n_{..}} \right) / d.f(sires)$$

$$K_3 = \left(n_{..} - \frac{\sum_i ni^2}{n_{..}} \right) / d.f(sires)$$

k_3 = متوسط عدد الأبناء لكل أب = متوسط عدد السجلات لكل أب

مثال أخذت خمس ذكور تزاوج كل أب مع عدد مختلف من الأمهات وكل أم

أعطت عدد مختلف من النتائج احسب كل من k_1, k_2, k_3 Becker(1984)

Number	Sire				
	A	B	C	D	E
Dams	2	4	5	3	4
Progeny/Dam	6,5	9,7,6	1,2,4,5,7	8,7,6	5,6,4,3
Progeny/sires	11	22	19	21	18

$$n_{..} = 91$$

$$\begin{aligned}
K_1 &= \left(n_{..} - \sum_{i.} \frac{\sum_{ij} n_{ij}^2}{n_{i.}} \right) / d.f.(dams) \\
&= 91 - \left(\frac{5^2 + 6^2}{11} + \frac{6^2 + 7^2 + 9^2}{22} + \frac{7^2 + 5^2 + 4^2 + 2^2 + 1^2}{19} + \frac{6^2 + 7^2 + 8^2}{21} + \frac{5^2 + 6^2 + 4^2 + 3^2}{18} \right) \\
&= \frac{91 - 29.97}{12} = 5.086 \\
K_2 &= \frac{29.97 - \frac{5^2 + 6^2 + 6^2 + 7^2 + \dots + 3^2}{91}}{4} = \frac{29.97 - \frac{557}{91}}{4} = \frac{29.97 - 6.12}{4} = 5.96 \\
K_3 &= \frac{91 - \frac{11^2 + 22^2 + 19^2 + 21^2 + 18^2}{91}}{4} = \frac{91 - \frac{1731557}{91}}{4} = \frac{91 - 19.02}{4} = 17.995
\end{aligned}$$

٦.٥- التصميم العائلي Factorial design

يستخدم هذا النظام من التزاوج في كل من الحيوانات والنباتات حيث أن كل أب (Paternal plant) يتزاوج مع كل أم (Maternal plant) ومن كل تزاوج نحصل علي مجموعة من التتاج.

ففي بعض الحيوانات مثل الحيوانات البحرية (Marine animals) حيث تضع الأنثى Female مجموعة كبيرة من البيض الغير مخصب Non fertilized eggs ويتم إخصاب البيض بأكثر من ذكر وبذلك تتكون عائلات من الأشقة الكاملة Unequal numbers of full sib progeny per sire وتناول (1984) Becker في مؤلفه بالتفصيل كيفية حساب المكافئ الوراثي في مثل هذه الحالة .

٦.٦- نظام الخلط المتبادل Diallel crosses

ويمكن الرجوع الى (1984) Becker لمعرفة المزيد عن كيفية حساب مكونات التباين في نظام الخلط المتبادل .

الباب السابع
المعامل التكرارى والارتباط
الوراثى للصفات فى العشيرة

الباب السابع

المعامل التكراري والارتباط الوراثي للصفات فى العشيرة

٧-١. المعامل التكراري (r أو t) Repeatability

وهو عبارة عن معامل الارتباط البسيط Simple correlation أو ال Product moment correlation بين سجلين أو قياسين أو أكثر داخل المجاميع Intra class correlation بين المظاهر المتكررة (السجلات) على نفس الحيوان. حيث أن معظم الصفات الإقتصادية يتكرر حدوثها على مدار حياة الحيوان فمثلاً:

في حيوانات اللبن Dairy cattle محصول اللبن والدهن والبروتين - ترتيب موسم الحليب - الفتره بين ولادتين - فترة الجفاف - طول موسم الحليب - فترة التلقيح - أوزان العجول والعجلات في مراحل العمر المختلفة الخ .

في حيوان اللحم Beef cattle وزن الجسم في مراحل العمر المختلفه .

في الأغنام والماعز Sheep and goats عدد الأفراد في البطن الواحد (حجم الخلفه Litter Size) - محصول الصوف - محصول اللبن والدهن والبروتين - أوزان الجسم في مراحل العمر المختلفه .

في الدواجن Poultry محصول البيض - وزن البيض - وزن الجسم في مراحل العمر المختلفه .

في الأرانب Rabbits حجم الخلفة - وزن الجسم في المراحل المختلفه من العمر - ترتيب موسم الولادة .

ولحساب المعامل التكراري بين سجلين (قياسين) على نفس الحيوان

مثال على ذلك صفة كمية اللبن في موسم الحليب الأول والثاني (Y, X) فيحسب معامل الارتباط البسيط بينهما من المعادلة التالية :

$$r_{xy} = \frac{\sum XY - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n}}{\sqrt{\sum X^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} \sqrt{\sum Y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}}}$$

حيث X, Y كمية اللبن في الموسم الأول والثاني على التوالي ، n = عدد أزواج الصفات. وفي حالة وجود أكثر من سجلين أو قياسين على نفس الحيوان، يستخدم جدول تحليل التباين Analysis of variance في حساب قيمة المعامل التكراري كما سيأتي ذكر ذلك فيما بعد.

ولذا فإن المعامل التكراري يقيس درجة الارتباط أو التلازم بين السجلات المتكررة لنفس الحيوان وهو عبارة عن الجزء من التباين الكلي بين سجلات الفرد الراجع إلى الاختلافات المستديمة أو دائمة التأثير بين الأفراد (وراثية وبيئية).

وكما ذكرنا سابقا أن التباين الكلي هو عبارة عن محصلة التفاعل بين البيئة والوراثة :

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

كما ذكرنا سابقا أيضا في باب التصحيح للعوامل البيئية تقسيم التباين البيئي الى تباين بيئي دائم ومؤقت ولذا فإن المعامل التكراري للصفة (t أو T) يعرف بأنه نسبة التباين الوراثي $\sigma^2 G$ مضاف إليه التباين الراجع إلى العوامل البيئية

ذات الطبيعة المستديمة $\sigma^2 P_e$ إلى التباين الكلي .

$$r = t = \frac{\sigma^2 G + \sigma^2 P_e}{\sigma^2 P} =$$

ويمكن كتابة المعادلة السابقة كما ذكر في (1984) Becker كما يلي :

$$r = t = \frac{\sigma^2 W}{\sigma^2 W + \sigma^2 E}$$

حيث $\sigma^2 W$ = التباين بين الأفراد أو المجاميع (تباين وراثي وبيئي دائم) .

$\sigma^2 E$ = التباين داخل الأفراد أو المجاميع (تباين بيئي) .

١-٧-١- تقدير المعامل التكراري:

سبق أن ذكرنا أن المعامل التكراري هو عبارة عن معامل الارتباط البسيط

(r) بين سجلين علي نفس الحيوان وفي حالة وجود أكثر من سجلين أو قياسين،

يقدر المعامل التكراري من جدول تحليل التباين . وقد تناول (1984) Becker

الخطوات التفصيلية لحساب المعامل التكراري .

أولا في حالة تساوي عدد القياسات لكل حيوان:

Equal number of measurements per individual (Balanced Design)

أ- النموذج الرياضي Statistical model

$$Y_{km} = \mu + \alpha_k + e_{km}$$

حيث μ = المتوسط العام للصفة

α_k = تأثير الأفراد أو الاختلافات بين القياسات

e_{km} = تأثير الخطأ العشوائي أو الاختلافات داخل القياسات

بد جدول تحليل التباين Analysis of variance

S.O.V	d.f	S.S.	M.S.	E.M.S
Between individuals	(N- 1)	SS_B	MS_B	$\sigma^2 E + K\sigma^2 B$
Between measurements/ individuals	N (M-1)	SS_E	MS_E	$\sigma^2 E$

حيث $N =$ عدد الأفراد، $K = M =$ عدد القياسات لكل فرد .

$SS_B =$ مجموع مربع الانحرافات بين الأفراد .

$SS_E =$ مجموع مربع الانحرافات داخل الأفراد .

$MS_B =$ متوسط مربع الانحرافات بين الأفراد .

$MS_E =$ متوسط مربع الانحرافات بين القياسات .

ب - النموذج الوراثي Genetic model

S.O.V	V_A	V_D	V_{AA}	V_{AD}	V_{DD}	V_{EG}	V_{ES}
$\sigma^2 B$	1	1	1	1	1	1	0
$\sigma^2 E$	0	0	0	0	0	0	1

حيث $\sigma^2 B$ التباين بين الأفراد (الحيوانات) Variance between animals

وهو يحتوي علي التباين الوراثي Genetic variance بالإضافة إلي التباين

البيئي الدائم permanent environmental variance و $\sigma^2 E =$ التباين

داخل الأفراد variance within animals وهو يحتوي علي التباين البيئي

المؤقت Temporary environmental variance.

ج- تحليل التباين Analysis of Variance

S.O.V	d.f	S.S	M.S	EMS
Between individuals	(N-1)	$\sum_K \frac{Y^2_{K.}}{mK.} - CF$	$\frac{SS_B}{(n-1)}$	MS_B
Between measurements /individuals	N(M-1)	$\sum_K \sum_m Y^2_{Km} - \sum_K \frac{Y^2_{K.}}{mK}$	$\frac{SS_E}{n(m-1)}$	MS_E

حيث أن $mk =$ عدد القياسات لكل حيوان، $N =$ عدد الأفراد

ويقدر كل من $\sigma^2 B$ ، $\sigma^2 E$ ، r من المعادلات الآتية:

$$\sigma^2 E = MS_E$$

$$\sigma^2 B = \frac{MS_W - MS_E}{K}$$

$$r = t = \frac{\sigma^2 B}{\sigma^2 B + \sigma^2 E}$$

د- تقدير الخطأ القياسي للمعامل التكراري (SE)

الخطأ القياسي للمعامل التكراري (SE) هو عبارة عن الجذر التربيعي لتباين

معامل الارتباط داخل المجموع Intra-class correlation تبعاً لمعادلة

(Fisher 1954).

$$S.E = \sqrt{\frac{2(1-r)^2 [1 + (k-1)r]^2}{k(k-1)(N-1)}}$$

مثال ١

البيانات التالية تمثل Y إنتاج اللبن في الـ ٣٠ يوماً الأولي لعشرة بقرات فريزيان

وذلك خلال ثلاثة مواسم حليب - إحسب المعامل التكراري لصفة إنتاج اللبن

مع تفسير قيمته.

الأبقار	مواسم الحليب			المجموع
	1	2	3	
1	300	320	330	950
2	290	300	310	900
3	320	340	360	1020
4	280	310	320	910
5	315	325	350	990
6	285	320	330	935
7	305	315	300	920
8	315	300	370	985
9	320	330	330	980
10	290	330	340	960
Total	3020	3190	3340	9550

$$\Sigma y = 9550 \quad \Sigma y^2 = 3053050 \quad K=3 \quad n = 30$$

خطوات الحساب:

1- معامل التصحيح

$$C.F = \frac{(\sum y)^2}{n} = \frac{(9550)^2}{30} = 3040083$$

2- مجموع مربع الانحرافات الكلية. Total sum of squares.

$$T.S.S = (300^2 + 290^2 + \dots + 340^2) - C.F = 3053050 - 3040083 = 12967$$

3- مجموع مربع الانحرافات بين مواسم الحليب Sum of squares between lactations (B. Lactations)

$$B.Lactations = \frac{(3020)^2 + (3190)^2 + (3340)^2}{10} - C.F$$

$$= (912040 + 1017610 + 1115560) - C.F = 5127$$

4- مجموع مربع الانحرافات بين الأبقار Sum of squares between cows (B. cows)

$$B.COWs = \left[\frac{(950)^2}{3} + \frac{(900)^2}{3} + \dots + \frac{(960)^2}{3} \right] - C.F$$

$$= 3044650 - 3040083 = 4567$$

٤- التداخل بين مواسم الحليب والأبقار (Error (Interaction cows and lactations)

$$\begin{aligned} \text{Error} &= T.S.S - (B.lactations + B.Cows) \\ &= 12967 - (5117 + 4567) = 3273 \end{aligned}$$

ANOVA

S.O.V	d.f	S.S	M.S	E.M.S
Between lactations	2	5127	2563	$\sigma^2 E + K_1 \sigma^2 B + k_2 \sigma^2 L$
Between cows	9	4567	507	$\sigma^2 E + K_1 \sigma^2 B$
Error	18	3273	182	$\sigma^2 E$

$$\sigma^2 E = MS_E = 182$$

$$\sigma^2 B = \frac{MS_B - MS_E}{k} = \frac{507 - 182}{3} = 109$$

$$r = t = \frac{\sigma^2 B}{\sigma^2 B + \sigma^2 E} = \frac{109}{109 + 182} = 0.374$$

$$S.E = \sqrt{\frac{2(1-r)^2 [1 + (k-1)r]^2}{k(k-1)(n-1)}}$$

$$S.E = \sqrt{\frac{2(1-0.374)^2 [1 + (3-1)0.374]^2}{3(3-1)(30-1)}} = 0.117$$

$$r \pm S.E = 0.374 \pm 0.117$$

وقيمة المعامل التكرارى تبين أنه يمكن التنبأ بإنتاج الحيوان فى المستقبل.

ثانياً: فى حالة عدم تساوى عدد القياسات لكل حيوان:

Unequal numbers of measurements per individual (unbalanced design)

غالبا ما يكون عدد القياسات لكل حيوان مختلف وفى هذه الحالة تحسب

قيمة متوسطه تقريبية لمتوسط عدد السجلات أو مواسم الحليب (متوسط توافقى

(Harmonic mean) لكل فرد ويرمز له بالرمز k_1 وتحسب من المعادلة التالية تبعاً لـ (Becker 1984).

$$k_o = \frac{1}{(N-1)} \left(m - \frac{\sum mk^2}{m} \right)$$

حيث أن N = عدد الحيوانات (الأفراد)، m = المجموع الكلي للقياسات (السجلات).

K_o = عدد سجلات أو قياسات كل حيوان.

مثال ٢:

أخذت خمسة بقرات ولكل بقرة عدد مختلف من سجلات الحليب كما هو موضح في المثال التالي. إحصى متوسط عدد السجلات لكل بقرة k_o .

عدد السجلات (مواسم) Cows	No. of lactations
1	8
2	7
3	5
4	6
5	4

$$\sum m = 30$$

$$k_o = \frac{1}{N-1} \left(m - \frac{\sum mk^2}{m} \right)$$

$$= \frac{1}{4-1} \left(30 - \frac{8^2 + 7^2 + 5^2 + \dots + 4^2}{30} \right) = 5.92$$

وتحسب قيمة الخطأ القياسي للمعامل التكراري في حالة عدم تساوي عدد القياسات (السجلات) لكل حيوان من المعادلة التالية تبعاً لـ Swiger et al. (1964):

$$S.E(t) = \sqrt{\frac{2(m_1 - 1)(1 - r)^2 [1 + (k - 1)r]^2}{k_1(m_1 - N)(N - 1)}}$$

ملحوظة:

في ماشيه اللبن وفي الأغنام والماعز أيضاً وفي حالة وجود أكثر من موسم حليب واحد يمكن حساب المعامل التكراري من عائلات أنصاف الأشقة كما يلي:

$$r(t) = \frac{\sigma^2 S + \sigma^2 C : S}{\sigma^2 S + \sigma^2 C : S + \sigma^2 e}$$

حيث $\sigma^2 S$ التباين بين الطلائق ، $\sigma^2 C : S$ = التباين بين الأبقار داخل مجاميع الطلائق ، $\sigma^2 e$ = التباين الراجع إلي الخطأ العشوائي . ويمكن أيضاً حساب المعامل التكراري من المعادلة التالية :

$$r(t) = \frac{\sigma^2 C}{\sigma^2 C + \sigma^2 e}$$

حيث أن $\sigma^2 C$ = التباين بين الأبقار ، $\sigma^2 e$ = التباين داخل الأبقار .

٢-٧-١. أهمية تقدير المعامل التكراري

١- يمثل المعامل التكراري الحد الأعلى (الأقصى) لقيمة المكافئ الوراثي Upper estimates of heritability حيث أنه في حالة انعدام التباين البيئي الدائم ، فإن قيمة المعامل التكراري تتساوي مع قيمة المكافئ الوراثي ولذا فعند عدم معرفة قيمة المكافئ الوراثي فإنه يمكن الاعتماد على قيمة المعامل التكراري كتقدير أولي أو مبدئي عن المكافئ الوراثي .

- ٢- قيمة المعامل التكراري تعطي مؤشر قوي عن مدى إمكانية الإستفادة من سجلات أداء الحيوان المبكرة في الحكم على أداء الأفراد في المواسم المتأخرة .
- ٣- تفيد قيمة المعامل التكراري في التعديل لسجلات الحيوان المختلفة في عددها لإمكان المقارنة (المفاضلة) بين هذه الحيوانات فى القطيع ويمكن المقارنة بين الحيوانات بعد تقدير قيمة لكل حيوان تعرف بالمقدرة الإنتاجية للأبقار (أقصى احتمال للكفاءة الإنتاجية) Most Probable (MPPA) Producing Ability والتي وصفها (Lush 1945).

٢-٧-١- تقدير المقدرة (الكفاءة) الإنتاجية للأبقار (MPPA)

يساعد هذا المقياس علي التنبؤ بالإنتاج المستقبلي للبقرة من إنتاجها الحالي منسوباً إلي متوسط القطيع وتقدر الكفاءة الإنتاجية باستخدام المعادلة التالية:

١- فى حالة وجود سجل واحد

$$MPPA = \bar{x} + r(x - \bar{x})$$

حيث أن r = المعامل التكرارى.

٢- فى حالة وجود أكثر من سجل

$$MPPA = \bar{x} + \frac{nr}{1 + (n-1)r}(x - \bar{x})$$

حيث $\bar{X}$ = متوسط القطيع ، X = متوسط إنتاج البقرة المعدل إلي (305, 2X, ME)

أى (معامل النضج - مرتين حليب - ٣٠٥ يوم) ، r = المعامل التكرارى ويسمى المقدار

$$\frac{nr}{1 + (n-1)r}$$

بمعامل انحدار (b) وهو يبين مقدرة أداء الحيوان أثناء حياته كلها

علي متوسط عدد الملاحظات (السجلات) .

و n = عدد السجلات .

مثال ٣:

ثلاثة أبقار أ ، ب ، جـ الأولي كان متوسط الإدرار لثلاثة مواسم حليب هو ٣٠٠٠ كجم ، والثانية متوسط سجلين (موسمين حليب) هو ٢٥٠٠ كجم والثالثة لها موسم واحد وقدره ٢٧٠٠ كجم - المطلوب حساب الكفاءة الإنتاجية للثلاث بقرات مع ترتيبها حسب الكفاءة الإنتاجية إذا علمت أن متوسط القطيع ١٩٠٠ كجم وقيمة المعامل التكراري لصفة إنتاج اللبن هو ٠.٤٠

١- الكفاءة الإنتاجية للبقرة الأولي (أ)

$$MPPA = \bar{x} + \frac{nr}{1 + (n-1)r}(x - \bar{x})$$
$$= 1900 + \frac{2 \times 0.4}{1 + (3-1)0.4}(3000 - 1900) = 2633kg$$

٢- الكفاءة الإنتاجية للبقرة (ب)

$$MPPA = 1900 + \frac{2 \times 0.4}{1 + (2-1)0.4}(2500 - 1900) = 2243kg$$

٣ - الكفاءة الإنتاجية للبقرة (جـ)

$$MPPA = 1900 + 0.4(2700 - 1900) = 2220kg$$

أي أن ترتيب الأبقار هو أ ثم ب ثم جـ .

وقد أجريت بعض الأبحاث علي تقدير الكفاءات الإنتاجية للأبقار نذكر منها ما يلي:

Khatab et al. (2000) حلل ٣٢٠٠ سجلا انتاجيا لأبقار الهولشتين فريزيان التابعة لمزارع دله بجمهورية مصر العربية وذلك بهدف تقدير الكفاءة الانتاجية لأبقار الفريزيان باستخدام طريقة أفضل انحدار خطي غير متحيز BLUP لصفتي إنتاج اللبن في ٩٠ يوم وإنتاج اللبن في ٣٠٥ يوم . أوضحت طريقة الحد الأدنى للمربعات تأثيرا معنويا لكل من شهر وسنة الولادة وترتيب موسم الحليب

كعوامل ثابتة علي صفتي إنتاج اللبن في ٩٠ يوماً، ٣٠٥ يوماً وكذلك تأثير كل من الآباء و الابقار داخل مجاميع الآباء كتأثيرات عشوائية علي صفتي إنتاج اللبن في ٩٠، ٣٠٥ يوماً كانت معنوية وبلغت قيمة المعامل التكراري ٠.٢٥، ٠.٣٤ لكل من صفتي إنتاج اللبن في ٩٠ يوماً وإنتاج اللبن في ٣٠٥ يوم علي التوالي وبالنسبة لقيم الكفاءة الإنتاجية BLUP تراوحت ما بين -٥١٣ إلي +٥٢٦ كجم لبن لصفة إنتاج اللبن في ٩٠ يوماً وما بين -٩٨٩ إلي +١٧٥٤ كجم لبن في ٣٠٥ يوم وبلغت قيمة معامل الارتباط البسيط للمقدرة العبورية للأبقار بين صفتي إنتاج اللبن في ٩٠ يوماً، و ٣٠٥ يوماً (٠.٩٢) مما يدل علي أن الاعتماد علي تقدير المقدرة العبورية للأبقار لإنتاج اللبن في ٩٠ يوماً يعتبر كمؤشر جيد للانتخاب المبكر.

١-٧-٤. بعض تقديرات المعامل التكراري

تختلف قيمة المعامل التكراري من صفة إلي أخرى ، كما أنها ليست ثابتة للصفة الواحدة وكذلك تختلف من تقدير إلي آخر ويرجع ذلك إلي:-

- ١ - دقة الباحث في التصحيح (التعديل) Correction للعوامل البيئية المؤقتة - فقد ذكر (Pirchner 1981) أن الاختلافات في العوامل البيئية مثل Environmental conditions تؤدي إلى زيادة العوامل البيئية المؤقتة Environmental temporary مما يؤدي إلى انخفاض المعامل التكراري فمثلاً وجد (Castle and Searle 1957) أن المعامل التكراري لكمية اللبن ٠.٤٤ بينما في حالة التحكم في جميع العوامل البيئية المؤقتة زادت قيمة المعامل التكراري لصفة كمية اللبن إلى ٠.٤٩ وكذلك (Shrode et al. 1960) وجد أن قيمة المعامل التكراري لكل من كمية

اللبن - كمية الدهن - نسبة الدهن كانت ٠.٣٧ ، ٠.٣٢ ، ٠.٧٠ على التوالي بينما زادت قيمة المعامل التكراري للصفات السابقة في حالة التحكم أو التعديل للعوامل البيئة المؤقتة فبلغت قيم المعامل التكراري ٠.٤٩ ، ٠.٤٤ ، ٠.٧١ على التوالي وعلي العكس من ذلك فقد وجد (1987) Khattab et al. أن قيمة المعامل التكراري لصفة إنتاج اللبن في ٣٠٥ يوماً، مرتين حليب، ومعامل النضج (305, 2X, ME) كانت ٠.٣٨ في حالة عدم التعديل لطول فترة التلقيح المخصب بينما انخفضت قيمة المعامل التكراري إلي ٠.٣١ عند التعديل لطول فترة التلقيح المخصب.

٢ - **العوامل البيئية الدائمة:** فزيادة العوامل البيئية الدائمة تؤدي إلى زيادة المعامل التكراري فقد وجد (2003) El-Arian et al. أن المعامل التكراري لصفات كمية اللبن في ٣٠٥ يوماً، طول موسم الحليب وطول فترة الجفاف كانت ٠.٩٣ ، ٠.٧٨ ، ٠.٢٧ على التوالي وقد أرجع الباحثون ارتفاع قيمة المعامل التكراري لزيادة العوامل البيئية الدائمة.

٣ - **طريقة التقدير:** يقدر المعامل التكراري إما من نموذج الأب Sire model وذلك من خلال العائلات أنصاف الأشقة أو الأخوة الأشقة أو بطريقة نموذج الحيوان Animal model ويبين جدول رقم (١-٧) بعض التقديرات للمعامل التكراري لبعض الصفات الإنتاجية والتناسلية في الحيوانات المزرعية Livestock

جدول (٧-١) بعض تقديرات المعامل التكراري لبعض الصفات الإنتاجية

والتناسلية في الحيوانات المزرعية Livestock

الماشية				
الباحث	السلالة	الصفة	التقدير	طريقة التقدير
Khattab (1984)	Friesian	كمية اللبن في ٦٠ يوم	٠.٢٥	SM
		كمية اللبن في ٣٠٥ يوم	٠.٢٧	
		طول موسم الحليب	٠.٢٣	
		المثابرة علي الحليب	-٠.٠٨	
			٠.١٤	
Kassab (1988)	Egyptian buffaloes	كمية اللبن في ٦٠ يوم	٠.٣٨	SM
		كمية اللبن في ٣٠٥ يوم	٠.٣٤	
		كمية اللبن الكلية	٠.٣٥	
Ashmawy (1991)	Egyptian buffaloes	كمية اللبن في ٦٠ يوم	٠.٤٨	SM
		طول فترة الجفاف	٠.٢٦	
		طول فترة التلقيح	٠.١٥	
Rege (1991)		كمية اللبن في ٣٠٥ يوم	٠.٥٤	SM
		نسبة الدهن	٠.٣٧	
		كمية اللبن السنوية	٠.٤٣	
		الفترة بين ولادتين	٠.٢٥	
Khalil et al(1994)	Native cattle	كمية اللبن في ٣٠٥ يوم	٠.٤٥	SM
		كمية اللبن الكلية	٠.٥٣	
		طول موسم الحليب	٠.٢٨	
		طول فترة الجفاف	٠.٠٤	
Suzuki and VanVleck (1994)	Holstein	كمية اللبن الكلية	٠.٥٤	AM
		كمية الدهن	٠.٥٢	
		كمية البروتين	٠.٥٣	
Afifi et al (1992)	Egyptian buffaloes	الوزن عند الميلاد	٠.٢٣	SM
		طول فترة التلقيح	٠.٠٣	
		الفترة بين ولادتين	٠.٢٤	
Gad (1995)	Friesian	كمية اللبن في ٣٠٥ يوم	-٠.٣٣	
			٠.٤٢	
		طول موسم الحليب	-٠.٠٢	
			٠.١	
		طول فترة التلقيح	-٠.٠٧	
			٠.٠٥	
		الفترة بين ولادتين	-٠.٠٤	
			٠.٠٥	

SM	٠.١٣	الوزن عند الميلاد	Beef cattle	Moline (1999)
	٠.١٦	الوزن عند ٩٠ يوم		
	٠.٣١	الوزن عند ١٢٠ يوم		
	٠.٣٦	الوزن عند ١٨٠ يوم		
	٠.٣٤	الوزن عند الفطام		
AM	٠.٥٠	كمية اللبن الكلية	Murrah buffaloes	Tonhati et al. (2000)
	٠.١٣	طول موسم الحليب		
	٠.٢٠	الفترة بين ولادتين		
SM	٠.٢٥	كمية اللبن في ٩٠ يوم	Friesian	Khattab et al (2000)
	٠.٣٤	كمية اللبن في ٣٠٥ يوم		
AM	٠.٣٥	كمية اللبن في ٣٠٥ يوم	Holstein	Abdel Salam et al. (2001)
	٠.٢٦	كمية اللبن السنوية		
	٠.٧٦	كمية اللبن اليومية		
AM	٠.٤٧	كمية اللبن المعدلة إلى ٤% دهن	Holstein	Abdellah and Mc Daniel (2002)
	٠.٤٨	كمية اللبن الكلية		
	٠.٠٧	طول فترة التلقيح		
	٠.٣٥	وزن البقرة عند الوضع		
SM	٠.١٠	الوزن عند الميلاد	Friesian	Badawy et al. (2002)
	٠.٢٢	الوزن عند الفطام		
	٠.٢٤	الوزن عند ١٨٠ يوم		
	٠.٤١	الوزن عند ٣٦٥ يوم		
AM	٠.٩٣	كمية اللبن في ٣٠٥ يوم	Friesian	El-Arian et al (2003)
	٠.٧٨	طول موسم الحليب		
	٠.٢٧	طول فترة الجفاف		
AM	٠.٣٧	كمية اللبن في ٣٠٥ يوم	Friesian	Hussein (2004)
	٠.٤٤	كمية الدهن		
	٠.٥٠	كمية البروتين		
AM	٠.٢١	حجم الخلفة عند الميلاد	D'Man ewes	الأغنام Bedhiah et al. (2002)
	٠.١٦	حجم الخلفة عند الفطام		
	٠.١٢	العمر عند الولادة		
AM	٠.٤٠	الوزن عند الفطام	Khorassan Kordian	Shiri (2006)
	٠.٢٥	معدل النمو قبل الفطام		
	٠.١٣	وزن الجزء في الحملان		

	٠.٢٨	وزن الجزء في الكباش		
AM	-٠.٢٠	حجم الخلفة عند الميلاد	Different breeds of rabbits	Kassab (2004)
	٠.٣٥			
	-٠.٤٠	وزن الخلفة عند الميلاد		
	٠.٥٦			
	-٠.٤١	الوزن عند الفطام		
	٠.٦٠			
	-٠.٣٥	الوزن عند التسويق		
	٠.٥٩			

٧.٢- الارتباطات Correlations

الارتباط البسيط أو الارتباط المظهري (Phenotypic correlation (r_p) هو عبارة عن العلاقة بين متغيرين Two variables يعاملان على قدم المساواة أي لا يكون هناك متغير مستقل Independent variable أو متغير تابع variable dependent ويحسب من المعادلة الآتية :

$$r_{P_{XY}} = \frac{COV_{P_{XY}}}{\sqrt{\sigma^2_{P_X}} \sqrt{\sigma^2_{P_Y}}}$$

والارتباط المظهري يشمل كل من الارتباط الوراثي والارتباط البيئي.

١.٧.٢- الارتباط الوراثي Genetic correlation $r_A = r_g$

هو الارتباط بين صفتين وينشأ عن التأثير المتعدد للجين Polytopic أي أن الجين يكون له تأثير على صفتين أو أكثر . فإذا أثر جينا على صفة إنتاج اللبن وأثر هذا الجين علي صفة كمية الدهن فينشأ بين هاتين الصفتين ارتباطا وراثيا قد يكون موجبا أي أن الزيادة في صفة (كمية اللبن مثلاً) يتبعها زيادة الصفة الثانية (كمية الدهن مثلاً) وقد يكون سالبا حيث أن الزيادة في الصفة الأولى يتبعه نقص في

الصفة الثانية وبعبارة أخرى أن الارتباط الوراثي هو عبارة عن الارتباط بين القيم التربوية Breeding value بين صفتين وقد يحدث الارتباط نظراً لقرب الجينات من بعضها علي الكروموسوم .

٢-٧-٢. الارتباط البيئي (Environmental correlation (r_e)

هو الارتباط الذي ينشأ بين صفتين نتيجة تلازم الانحرافات البيئية مع الانحرافات الوراثية للاتجمعيه . وإذا استخدمنا الرموز الذي أستخدمها كل من Falconer (1996) و Becker (1984) فإن:

X, Y ترمز للصفتين تحت الدراسة .

r_P : معامل الارتباط المظهري بين الصفتين X, Y .

r_A : معامل الارتباط الوراثي بين الصفتين X, Y .

r_E : معامل الارتباط البيئي بين الصفتين X, Y .

COV_P : التباين المظهري المشترك بين الصفتين X, Y .

COV_A : التباين الوراثي المشترك بين الصفتين X, Y .

COV_E : التباين البيئي المشترك بين الصفتين X, Y .

وغالباً ما يستخدم الرمز $r_A = r_g$ للتلازم الوراثي ولكن بما أن التلازم يشير إلى تلازم القيم التربوية فسوف يستخدم الرمز r_A وعلى ذلك فإن التلازم أياً كانت طبيعته هو نسبة التباين المشترك إلي حاصل ضرب الانحرافات القياسية للصفتين وعلى ذلك فإن :

$$r_{P_{XY}} = \frac{COV_{P_{XY}}}{\sqrt{\sigma^2_{P_X}} \sqrt{\sigma^2_{P_Y}}}$$

$$r_{A_{XY}} = \frac{COV_{A_{XY}}}{\sqrt{\sigma^2_{A_X}} \sqrt{\sigma^2_{A_Y}}}$$

$$r_{E_{XY}} = \frac{COV_{E_{XY}}}{\sqrt{\sigma^2_{E_X}} \sqrt{\sigma^2_{E_Y}}}$$

كما أن كل من الارتباط الوراثي والبيئي يتلاقيان معاً ليعطيا معامل الارتباط المظهري (الكلي).

٢-٧-٣. بعض تقديرات معاملات الارتباطات:

جدول رقم (٧-٢) يوضح بعض نتائج التجارب علي الحيوانات المزرعية والتي قدرت فيها كل من معامل الارتباط الوارثي r_A البيئي r_E ، البيئي الدائم r_{Pe} ، المظهري r_P .

جدول (٧-٢) يوضح بعض قيم معامل الارتباط الوارثي r_A ، البيئي r_E ، البيئي الدائم r_{Pe} ، المظهري r_P لبعض الصفات علي الحيوانات المزرعية.

طريقة التقدير	الارتباطات				الصفة	السلالة	الباحث
	r_E	r_{Pe}	r_P	r_A			
SM			0.87	0.97	كمية اللبن في ٦٠ يوم x ٣٠٥	Friesian	أولا الماشية Khattab (1984)
			0.63	0.90	كمية اللبن في ٦٠ يوم x كمية اللبن الكلية		
			0.63	0.44	كمية اللبن في ٦٠ يوم x طول موسم الحليب		
			0.83	0.97	كمية اللبن في ٣٠ يوم x كمية اللبن الكلية		
			0.28	0.59	كمية اللبن ٣٠٥ يوم x		

					طول موسم الحليب		
			0.69	0.76	طول موسم الحليب × كمية اللبن الكلية		
			0.13- 0.30	0.13- 0.33	المثابرة × كمية اللبن في ٦٠ يوم		
			0.12- 0.30	0.30- 0.56	المثابرة × كمية اللبن في ٦٠ يوم		
			0.10- 0.45	0.60- 0.70	المثابرة × كمية اللبن الكلية		
			0.10- 0.51	0.23- 0.74	المثابرة × طول موسم الحليب		
SM			0.40	0.66	كمية اللبن × طول موسم الحليب	Friesian	Khattab and Sultan (1991)
			0.10	- 0.1	كمية اللبن × العمر عند أول ولادة		
			0.02	0.34	طول موسم الحليب × العمر عند أول ولادة		
SM			0.35	1.00	كمية اللبن × طول موسم الحليب	Native cattle	Khalifa (1994)
			0.30	1.00	كمية اللبن ٣٠٥ يوم × طول موسم الحليب		
			0.27	1.00	طول موسم الحليب × الحياة الإنتاجية		
			0.11	1.00	طول موسم الحليب × عدد مواسم الحليب		
SM			0.89	0.89	كمية اللبن × كمية الدهن	Fleckvic h	Afifi et al (1995)
			0.83	0.90	كمية اللبن × كمية البروتين		
SM			- 0.12	0.70	كمية اللبن × فترة الجفاف	Holstein	El-Nady (1996)
			0.37	0.40	كمية اللبن × فترة التلقيح		
			0.04	0.31	كمية اللبن × عدد مرات التلقيح		
			0.06	0.13	طول موسم الحليب × فترة الجفاف		
			0.55	0.63	طول موسم الحليب × فترة التلقيح		
			0.82	0.85	كمية اللبن × كمية اللبن السنوية	Holstein	Abdel Salam et al (2001)
			0.74	0.85	كمية اللبن × كمية اللبن في اليوم		
			0.63	0.54	كمية اللبن في اليوم × كمية اللبن السنوية		

AM	0.52	0.73	0.56	0.39	كمية اللبن × طول موسم الحليب	Friesian	Ghonem (2002)
	0.40 -	0.68	0.12	- 0.59	كمية اللبن × كمية اللبن في اليوم		
	-0.0	0.- 15	0.13-	- 0.97	كمية اللبن × كمية اللبن السنوية		
SM			0.10	0.27	الوزن عند الميلاد × الوزن عند الفطام	Friesian	Badawy et al. (2002)
			0.20	0.44	الوزن عند الميلاد × الوزن عند ١٨٠ يوم		
			0.40	0.23	الوزن عند الميلاد × الوزن عند ٣٦٥ يوم		
			0.75	0.85	الوزن عند الفطام × الوزن عند ١٨٠ يوم		
			0.63	0.65	الوزن عند الفطام × الوزن عند ٣٦٥ يوم		
			0.75	0.91	الوزن عند ١٨٠ يوم × الوزن عند ٣٦٥ يوم		
SM				0.97	كمية اللبن × طول موسم الحليب	Friesian	El-Arian et al. (2003)
				- 0.51	كمية اللبن × فترة الجفاف		
				0.70	طول موسم الحليب × فترة الجفاف		
AM				0.29	كمية اللبن × التهاب الضرع	Holstein	Hinrichs et al. (2003)
				0.30	كمية اللبن × كمية الدهن		
				0.20	كمية اللبن × نسبة الدهن		
				0.34	كمية اللبن × كمية البروتين		
				0.20	كمية اللبن × نسبة البروتين		
				0.13	كمية اللبن × عدد الخلايا الجسدية	Ayrshire	Koivula et al. (2003)
				- 0.35	حجم العضلة العينية × كمية الدهن	Nelore	Albuquerque and Oliveira (2003)
AM	0.28	0.37	0.41	0.94	كمية اللبن × كمية الدهن	Friesian	Hussein (2004)
	0.25	0.97	0.47	0.88	كمية اللبن × كمية البروتين		

	0.22	0.36	0.15	-0.11	كمية اللبن × العمر عند أول ولادة		
	0.24		0.16	0.02	كمية اللبن × الفترة بين ولادتين		
	0.98		0.95	0.65	كمية الدهن × كمية البروتين		
	-0.01		-0.04	-0.09	العمر عند أول ولادة × الفترة بين ولادتين		
AM			0.89	0.84	الوزن عند الميلاد× الوزن عند الفطام	Friesian	Khattab et,al (2005)
AM			0.80	1.00	حجم الخلفة عند الميلاد× حجم الخلفة عند الفطام	D'Man ewes	ثانيا الأغنام Bedhiaf et al (2002)
AM			0.31	0.56	الوزن عند الميلاد× الوزن عند ٩ شهور	Baluchi	Hossein pour (2006)
			0.50	0.59	الوزن عند الميلاد× الوزن عند سنة		
ثالثا الدواجن							
			0.71	-0.56	وزن لحم الصدر× طول عظم القفص	Ducks	El-Said (1979)
			0.79	-0.10	وزن لحم الصدر× الوزن عند ٨ أسابيع		
				-0.13	الوزن عند الفقس× الوزن عند ٨ أسابيع	Dokki 4	Amer (1999)
					الوزن عند الفقس× معدل الزيادة اليومية		
			0.90	0.93	وزن الببيضة × وزن البياض	Different breeds of chicken	Khalil et al. (2002)
			0.89	0.86	وزن الببيضة × وزن الصفار		
			0.69	0.43	وزن البياض × وزن القشرة		
			0.78	0.62	وزن الصفار × وزن القشرة		
			0.59	0.21	وزن البياض × وزن الصفار		
			0.53	0.22	وزن الصفار × وزن القشرة		
			0.61	0.63	حجم الخلفة عند الميلاد×وزن الخلفة عند الميلاد	Rabbits	El-Kelany (2005)

		0.32	0.31	حجم الخلفة × الوزن عند الفطام		
		0.39	0.38	حجم الخلفة × الوزن عند التسويق		
		0.20	0.30	وزن الخلفة × الوزن عند الفطام		
		0.23	0.30	وزن الخلفة × الوزن عند التسويق		
		0.61	0.64	الوزن عند الفطام × الوزن عند التسويق		

يتضح من الجدول السابق أنه غالبا ما يكون معامل الارتباط الوراثي والبيئي مختلفين جدا في القيمة وأحيانا يكون أحدهما موجبا والآخر سالبا . وكما ذكر (Falconer and Mackay 1996) أن اختلاف العلامة بين معاملي الارتباط يوضح أن مصادر التباين الوراثية والبيئية يؤثران علي الصفتين من خلال آلية فسيولوجية Physiological system .

كذلك أوضح (Khan and Singh 2002) أنه في حالة وجود ارتباط وراثي سالب Negative genetic correlation بين صفتين كما هو الحال بين حجم البيضة (وزن البيضة) Egg size وعدد البيض Egg number في الدجاج البالغ حيث يتراوح ما بين (- ٠.٢٥ إلى -٠.٥٠) لأنه عند الانتخاب لعدد أكبر من البيض فسوف يعطي بيض صغيرا في الحجم (الوزن)؛ ومهمة مربّي الدواجن أنه يرغب في انتخاب بيض ذو حجم أكبر في نفس الوقت وبسبب هذا الارتباط الوراثي السالب يكون التحسين الوراثي منخفضا لذا فإن تحسين الصفتين يأخذ أحد المسارين التاليين :

١- المسار الأول: عمل دليل انتخابي Selection Index (I) يشتمل علي الصفتين معا مع إعطاء عامل وزن لكل صفة

$$I = b_1 X_1 + b_2 X_2$$

٢- المسار الثاني: الانتخاب لكتلة البيض Egg Mass وهو عبارة عن (وزن البيضة x النسبة المئوية للإنتاج) حيث أن كتلة البيض ذو ارتباط وراثي موجب مع حجم البيضة وعدد البيض لذا فعند انتخاب الطائر علي أساس كتلة البيض سوف يؤدي إلي تحسين كل من صفتي حجم (وزن) البيضة وعدد البيض .

٧.٢-٤ طرق تقدير الارتباط الوراثي Methods of genetic correlation
يستخدم جدول تحليل التباين في حساب معامل الارتباط الوراثي طبقاً لنظم التزاوج المختلفة . وذلك كما تناولها (Becker(1984

أ- في حالة أنصاف الأشقة Half – sibs أو One way layout
سبق أن ذكرنا أن أنصاف الأشقة هم الأخوات المشتركين في أحد الآباء وغالباً ما يكون الأب Sire فمثلاً يكون هناك مجموعه من الآباء أو الطلائق Bulls وكل أب تزواج مع مجموعه من الأمهات Cows وكل أم أعطت فرد واحد وبذلك تتكون عائلات أنصاف أشقة أي مشتركين في الأب كما في الأبقار – والجاموس ولحساب معامل الارتباط الوراثي بين صفتين (Y, X) في مثل هذه الحالة:

يحسب التباين بين الطلائق σ^2_s لكل صفة علي حدة أي $\sigma^2_{s_x}$ ؛ $\sigma^2_{s_y}$
وكذلك يحسب التباين داخل مجاميع الطلائق أو الخطأ العشوائي σ^2_w لكل

صفه ($\sigma^2_{w_x}$ ، $\sigma^2_{w_y}$) وكذلك يحسب التباين التلازمي الوراثي Genetic
covariance بين الصفتين ، ($COV S_{xy}$)

١- النموذج الرياضي: Statistical model
سبق الحديث عنه عند حساب المكافئ الوراثي.

٢- جدول تحليل التباين Analysis of covariance

S.O.V	d.f	Mean Cross Product (MCP)	Expected Mean cross Product (EMCP)
Between sires	S-1	MCP_S	$COV_W + KCOV_S$
Within Sires	n.-s	MCP_W	COV_W

حيث $S =$ عدد الذكور (الطلائق)، $n =$ العدد الكلي للأبناء، $MCP_S =$ متوسط التباين التلازمي الوارثي بين الصفتين، $MCP_W =$ متوسط التباين التلازمي الوارثي داخل الطلائق.

٣- النموذج الوراثي Genetic Model

يمكن كتابة النموذج الوراثي كما في الجدول التالي:

Component	COV_A	COV_D	COV_{AA}	cov_{DD}	COV_{AD}	COV_{AAA}	COV_E
COV_S	1/4	0	1/16	0	0	1/64	0
COV_W	3/4	1	15/16	1	1	63/64	1

حيث $COV_S =$ التباين التلازمي الوراثي بين الطلائق، $COV_W =$ الخطأ العشوائي. وعلي ذلك فإن التباين التلازمي بين الطلائق COV_S يحتوي علي 1/4 التباين الوراثي التجمعي + 1/16 التباين الوراثي التجمعي بين موقعين + 1/64 التباين الوراثي التجمعي بين ثلاثة مواقع وهكذا.

٤- طريقة التقدير

S.O.V	Sum of Cross Product <i>SCP</i>	Mean of Cross Product <i>MCP</i>
Between sires	$\frac{\sum x_i y_i}{ni} - C.F$	$SCP_s / (S - 1) = MCP_s$
Between progeny/sirs	$\sum_i \sum_k X_{ik} Y_{ik} - \sum_i \frac{Xi.Yi.}{ni}$	$SCP_w / (n - s) = MCP_w$

$$C\hat{O}V_w = MCP_w$$

$$C\hat{O}V_s = \frac{MCP_s - MCP_w}{K}$$

$$r_A = \frac{4C\hat{O}V_{s_{xy}}}{\sqrt{4\hat{\sigma}^2 s_x} \sqrt{4\hat{\sigma}^2 s_y}} = \frac{C\hat{O}V_{s_{xy}}}{\sqrt{\sigma^2 S_x} \sqrt{\sigma^2 S_y}}$$

ويحسب الارتباط البيئي (r_e) Environmental correlation من المعادلة التالية (Becker, 1984):

$$r_E = \frac{C\hat{O}V_w - 3C\hat{O}V_s}{\sqrt{\hat{\sigma}^2 W - 3\hat{\sigma}^2 S_x} \sqrt{\hat{\sigma}^2 W - 3\hat{\sigma}^2 S_y}}$$

ويحسب الارتباط المظهري (r_p) Phenotypic correlation من المعادلة التالية (Becker, 1984):

$$r_P = \frac{C\hat{O}V_w + C\hat{O}V_s}{\sqrt{\hat{\sigma}^2 W + \hat{\sigma}^2 S_x} \sqrt{\hat{\sigma}^2 W + \hat{\sigma}^2 S_y}}$$

مثال: في دراسة أجراها (Khattab and Sultan (1991 علي قطع من أبقار الفريزيان باستخدام بيانات عن ١٣١٧ سجلا لإنتاج اللبن في الموسم الأول ناتجة من ١٤٧ أباً ولكل أب ٨.٤ بنتاً تم دراسة صفتي كمية اللبن في ٣٠٥ يوماً طول

موسم الحليب كما في جدول تحليل التباين التالي :

S.O.V	d.F	MS		MCP
		كمية اللبن (X)	طول موسم الحليب (Y)	كمية اللبن x طول موسم الحليب (XY)
Sires	145	870601	12577	51687
Progeny	1150	465035	7893	22921

$$K = 8.4$$

المطلوب حساب كل من معامل الارتباط الوراثي- البيئي - والمظهري .

يمكن حساب مكونات التباين الوراثي والتباين التلازمي الوراثي كما يلي :

كمية اللبن X	كمية اللبن X طول موسم الحليب (XY)	طول موسم الحليب Y
$\sigma^2 S_x = 48282$	$COV_s = 3425$	$\sigma^2 S_y = 558$
$\sigma^2 W_x = 465035$	$COV_w = 22921$	$\sigma^2 W_y = 7893$
$\sigma^2 P_x = 513316$	$COV_p = 26345$	$\sigma^2 P_y = 8451$

حساب معامل الارتباط الوراثي (r_A)

$$r_A = \frac{C\hat{O}V_{S_{xy}}}{\sqrt{\hat{\sigma}^2 S_x} \sqrt{\hat{\sigma}^2 S_y}} = \frac{3425}{\sqrt{48282} \sqrt{558}}$$

$$= \frac{3425}{5189} = 0.66$$

ب - حساب معامل الارتباط البيئي (r_E)

$$r_e = \frac{C\hat{O}V_W - 3C\hat{O}V_S}{\sqrt{\hat{\sigma}^2W - 3\hat{\sigma}^2S_x} \sqrt{\hat{\sigma}^2W - 3\hat{\sigma}^2S_y}}$$

$$= \frac{22921 - 3(3425)}{\sqrt{465035 - 3(48282)} \sqrt{7893 - 3(558)}}$$

$$= \frac{12647}{566 \times 83} = 0.28$$

ج - حساب معامل الارتباط المظهري (r_P) Phenotypic correlation

$$r_P = \frac{C\hat{O}V_W + C\hat{O}V_S}{\sqrt{\hat{\sigma}^2W + \hat{\sigma}^2S_X} \sqrt{\hat{\sigma}^2W + \hat{\sigma}^2S_Y}}$$

$$r_P = \frac{3425 + 22921}{\sqrt{465035 + 48282} \sqrt{7893 + 558}}$$

$$= \frac{26345}{716 \times 92} = \frac{26345}{65864} = 0.40$$

بد في حالة الأخوة (الأشقة الكاملة) Full Sibs أو النظام الشبكي (العنقودي) (Nested design)

الأخوة الأشقة الكاملة - هم الأخوة المشتركين في كل من الأبوين كما في الدواجن - الأرانب - الخنازير - ولحساب معامل الارتباط الوراثي في مثل هذه الحالة يحسب كل من التباين بين الذكور الطلائق لكل صفه (σ^2_{sx} ، σ^2_{sy}) وكذلك التباين بين الأمهات (σ^2_{DX} ، σ^2_{DY}) وكذلك التباين بين الأبناء

داخل مجاميع الأمهات داخل الآباء (σ^2_{wx} ، σ^2_{wy}) بالإضافة إلى حساب التباين (التباين التلازمي الوراثي لكل من الطلائق – الأمهات – الأبناء – كما يلي :

جدول تحليل التباين التلازمي Analysis of covariance

S.O.V	d.f	Mean Cross Product MCP	Expected mean cross product (EMCP)
B. Sires	s-1	MCP_S	$COV_W + K_2COV_D + K_3COV_S$
B. Dams/sires	D-s	MCP_D	$COV_W + K_1COV_D$
Progeny/ sires	n.-D	MCP_W	COV_W

١ - النموذج الرياضي :

سبق الحديث عنه عند حساب المكافئ الوراثي .

١ - النموذج الوراثي :

الجدول التالي يوضح النموذج الوراثي

Covariance component	COV_A	COV_D	COV_{AA}	COV_{AD}	COV_{DD}	COV_{AAA}	COV_E
COV_S	1/4	0	1/16	0	0	1/64	0
COV_D	1/4	1/4	3/16	1/8	1/16	7/64	0
COV_W	1/2	3/4	3/4	7/8	15/16	7/8	1
$COV_S + COV_D$	1/2	1/4	1/8	1/8	1/16	1/8	0

٣- طريقة التقدير:

تحليل التباين التلازمي Analysis of covariance

S.O.V.	Sum of Cross Product (SCP)	MCP
Sires	$\sum_i \frac{x_{i..} y_{i..}}{n_i} - C.F$	$SCP_S / (S - 1) = MCP_S$
Dams	$\sum_i \sum_j \frac{x_{ij} y_{ij}}{n_{ij}} - \frac{\sum_i x_{i..} y_{i..}}{n_{i..}}$	$SCP_D / (D - s) = MCP_W$
progeny	$\sum_i \sum_j \sum_k X_{nij} y_{nij} - \sum_i \sum_j \frac{x_{ij} y_{ij}}{n_{ij}}$	$SCP_W / (n - D) = MCP_W$

وبذلك يمكن حساب التباين التلازمي الوراثي والبيئي علي النحو التالي:

$$Cov W = MCP_W$$

$$Cov D = \frac{MCP_D - MCP_W}{K_1}$$

$$Cov_S = \frac{MCP_S - MCP_D}{K_3}$$

أ- حساب معامل الارتباط الوراثي (Becker, 1984):

١- من مكون تباين الأب:

$$r_{AS} = \frac{4C\hat{O}V_{S_{xy}}}{\sqrt{4\hat{\sigma}^2 S_x} \sqrt{4\hat{\sigma}^2 S_y}}$$

١- من مكون تباين الأم:

$$r_{AD} = \frac{4C\hat{O}V_{D_{xy}}}{\sqrt{4\hat{\sigma}^2 D_x} \sqrt{4\hat{\sigma}^2 D_y}}$$

٢- من مكون تباين الأب والأم معا:

$$r_{A(S+D)} = \frac{C\hat{O}V_S + C\hat{O}V_D}{\sqrt{\hat{\sigma}^2 S_x + \hat{\sigma}^2 D_x} \sqrt{\hat{\sigma}^2 S_y + \hat{\sigma}^2 D_y}}$$

٢ - حساب معامل الارتباط البيئي من مكون تباين الأب:

$$r_{E(S)} = \frac{C\hat{O}V_W - 2C\hat{O}V_S}{\sqrt{\hat{\sigma}^2 W_x - 2\hat{\sigma}^2 S_x} \sqrt{\hat{\sigma}^2 W_y - 2\hat{\sigma}^2 S_y}}$$

١- حساب معامل الارتباط البيئي من مكون تباين الأم:

$$r_{E(D)} = \frac{C\hat{O}V_W - 2C\hat{O}V_D}{\sqrt{\hat{\sigma}^2 W_x - 2\hat{\sigma}^2 D_x} \sqrt{\hat{\sigma}^2 W_y - 2\hat{\sigma}^2 D_y}}$$

٢- حساب معامل الارتباط البيئي من مكون تباين الأب والأم معا:

$$r_{E(S+D)} = \frac{C\hat{O}V_W - C\hat{O}V_S - C\hat{O}V_D}{\sqrt{\hat{\sigma}^2 W_x - \hat{\sigma}^2 S_x - \hat{\sigma}^2 D_x} \sqrt{\hat{\sigma}^2 W_y - \hat{\sigma}^2 S_y - \hat{\sigma}^2 D_y}}$$

٣ - حساب معامل الارتباط المظهري:

$$r_P = \frac{C\hat{O}V_W + C\hat{O}V_S + C\hat{O}V_D}{\sqrt{\hat{\sigma}^2 W + \hat{\sigma}^2 S_x + \hat{\sigma}^2 D_x} \sqrt{\hat{\sigma}^2 W + \hat{\sigma}^2 S_y + \hat{\sigma}^2 D_y}}$$

مثال:

في دراسة قام بها Kassab (2004) على أرانب النيوزلندي الأبيض حيث استخدم ٤٩ أبا sires وتزاوج كل أب مع مجموعة من الأمهات does وكل أم أعطت مجموعة من النتاجات، درس الباحث صفات وزن الخلفة X_1 عند الميلاد و حجم الخلفة عند الميلاد X_2 كما في جدول تحليل التباين والتغاير التالي:

S.O.V	d.f	MS		MCP
		X1	X2	X1X2
Between Sires	48	1556910	90.40	6340
Between D./ S.	245	1133390	40.50	4350
Between P./ D./ S.	1470	920551	30.50	4001

ومن الجدول السابق يمكن حساب مكونات التباين الوراثي والتباين التلازمي الوراثي كما يلي :

Component	X_1 وزن الخلفة عند الميلاد	X_2 حجم الخلفة	X_1X_2
σ^2_s	11744	1.39	55.28
σ^2_D	35473.1	1.67	58.17
σ^2_w	920551	30.50	4001

أ- الارتباط الوراثي من مكون تباين الأب :

$$r_{AS} = \frac{55.28}{\sqrt{11744} \sqrt{1.39}} = 0.43$$

ب - حساب الارتباط الوراثي من مكون تباين الأم :

$$r_{AD} = \frac{58.17}{\sqrt{35473.1} \sqrt{1.67}} = 0.24$$

ج- حساب الارتباط الوراثي من مكون تباين الأب والأم معا :

$$r_{A(S+D)} = \frac{55.28 + 58.17}{\sqrt{11744 + 35473.1} \sqrt{1.39 + 1.67}} = 0.34$$

د- حساب الارتباط البيئي من مكون تباين الأب :

$$r_{E(S)} = \frac{C\hat{O}V_W - 2C\hat{O}V_S}{\sqrt{\hat{\sigma}^2W_x - 2\hat{\sigma}^2S_x} \sqrt{\hat{\sigma}^2W_y - 2\hat{\sigma}^2S_y}}$$

$$= \frac{4001 - 2 \times 55.28}{\sqrt{920551 - 2 \times 11744} \sqrt{30.50 - 2 \times 1.39}} = 0.78$$

هـ- الارتباط البيئي من مكون تباين الأم :

$$r_{E(D)} = \frac{C\hat{O}V_W - 2C\hat{O}V_D}{\sqrt{\hat{\sigma}^2W_x - 2\hat{\sigma}^2D_x} \sqrt{\hat{\sigma}^2W_y - 2\hat{\sigma}^2D_y}}$$

$$= \frac{4001 - 2 \times 85.17}{\sqrt{920551 - 2 \times 35473.16} \sqrt{30.50 - 2 \times 1.76}} = 0.80$$

و- حساب الارتباط البيئي من مكون تباين الأب والأم معاً :

$$r_{E(S+D)} = \frac{C\hat{O}V_W - C\hat{O}V_S - C\hat{O}V_D}{\sqrt{\hat{\sigma}^2W_x - \hat{\sigma}^2S_x - \hat{\sigma}^2D_x} \sqrt{\hat{\sigma}^2W_y - \hat{\sigma}^2S_y - \hat{\sigma}^2D_y}}$$

$$= \frac{4011 - 55.28 - 58.17}{\sqrt{920551 - 11744 - 35473.16} \sqrt{30.50 - 1.39 - 1.67}} = 0.79$$

ى - حساب الارتباط المظهري :

$$r_P = \frac{C\hat{O}V_W + C\hat{O}V_S + C\hat{O}V_D}{\sqrt{\hat{\sigma}^2W + \hat{\sigma}^2S_x + \hat{\sigma}^2D_x} \sqrt{\hat{\sigma}^2W + \hat{\sigma}^2S_y + \hat{\sigma}^2D_y}}$$

$$= \frac{4001 + 55.28 + 58.17}{\sqrt{920551 + 11744 + 35473.16} \sqrt{30.50 + 1.39 + 1.67}}$$

$$= 0.72$$

حساب الخطأ القياسي لمعامل الارتباط الوراثي :

تقدير الارتباط الوراثي يخضع في العادة إلى خطأ العينة sampling error وهى بالتالي ما تكون دقيقه جدا. لذا يلزمنا حساب الخطأ القياسي لمعامل الارتباط

الوراثي ويحسب من المعادلة التالية تبعاً لـ Robertson (1959)

$$S.E(r_A) = \sigma(r_A) = \frac{1 - r^2_A}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{S.E(h^2)_x \times S.E(h^2)_y}{h^2_x h^2_y}}$$

حيث:

الخطأ القياسي للمكافئ الوراثي للصفة X.	$S.E(h^2)_x$
الخطأ القياسي للمكافئ الوراثي للصفة y.	$S.E(h^2)_y$
المكافئ الوراثي للصفة X.	$h^2(X)$
المكافئ الوراثي للصفة Y.	$h^2(Y)$
مربع معامل الارتباط الوراثي بين الصفتين X, Y.	$r^2 (A)$

الباب الثامن

الانتخاب Selection

الباب الثامن

الانتخاب Selection

يعتبر الانتخاب من أفضل طرق تربية وتحسين الحيوانات المزرعية وهو أحد الوسائل التي يمكن للمربي من خلالها تغيير تكرار الجين فى الحيوان لأنه يشمل تزاوج ذكور وإناث منتخبة وجيدة في صفاتها مما يؤدي في النهاية إلي تحسين إنتاجية جيل الأبناء .

٨-١ طرق الانتخاب

١- من حيث القوة المسببة له forth يقسم الانتخاب إلى:

أ. الانتخاب الطبيعي Natural selection

طبيعيا أي لا يتدخل فيه الإنسان حيث يكون البقاء للأقوى والاستبعاد للأفراد الضعيفة (الأقل جودة وحيوية) . مثال علي ذلك القذفة المنوية بها ٢٥٠ مليون حيوان منوى أو أكثر والذي يصل منها للبويضة كمية قليلة ولا يلحق البويضة سوى حيوان منوى واحد فقط .

أيضا الأجنة بعضها يموت ولا ينمو سوى الأقوى ولا يعيد الدورة سوى الأقوى ، حتى بعد الولادة لا يستمر سوى الأفضل ولا يصل الى البلوغ والنضج الجنسى سوى القليل . وبالتالي فان الانتخاب الطبيعي له دوره في كل مرحلة من المراحل وهو اقوي من الصناعي ويضاد فعله .

ب. الانتخاب الصناعي Artificial selection

و هو الذى يقوم به الإنسان مستخدما الطرق الحديثة من نظم التزاوج المختلفة و البرامج الإحصائية المختلفة خاصة فيما يتعلق بالأدلة الانتخابية وعلي ذلك فان الانتخاب الصناعي هو عبارة عن تزاوج تفاضلي بين أفراد القطيع أي إعطاء

الفرصة لبعض الذكور لتلقيح بعض الإناث وحرمان البعض من تلك الفرصة . ويعتبر هدف المربي هو انتخاب حيوانات ممتازة دائماً تماثل أبويها في الصفات بل يعمل المربي جاهداً علي تفوق جيل الأبناء عن الآباء ويطلق علي ذلك التحسين الوراثي المتوقع Expected response to selection أو ما يسمى بالعائد أو الاستجابة للانتخاب Genetic gain (ΔG).

والغرض من الانتخاب الصناعي هو:

١- العمل على تغيير متوسط العشيرة.

ويعرف هذا النوع من الانتخاب بالانتخاب الموجه directional selection وهو أهم طرق تحسين الصفات الكمية . حيث انه يعمل على تغيير متوسط الصفة ويطلق علي ذلك تجاوب الانتخاب response to selection والذي يعرف بالفرق بين متوسط جيل الآباء قبل الانتخاب و الأبناء المُنتَجَة .

٢- يؤدي الانتخاب الصناعي إلى خفض التباين .

وهذا يعرف بالانتخاب المثبت stabilizing selection وفيه يظل متوسط العشيرة ثابتاً من جيل إلي آخر وذلك لانتخاب الأفراد التي يدور متوسطها حول متوسط العشيرة وتستبعد الأفراد الأعلى و الأقل عن الحد المقرر الانتخاب له ولهذا نلاحظ أن أفراد الجيل التالي يكون لها نفس متوسط جيل الآباء ولكن الفرق بينها هو انخفاض التباين في الأفراد الناتجة .

٣- عند تزاوج أفراد من طرفي منحنى توزيع أي تزاوج فرد كبير مع فرد صغير ينتج عن ذلك تكوين منحنى ذو قمتين في جيل الآباء أي أن هذا النوع من الانتخاب والمعروف بالانتخاب ذو الاتجاهين bidirectional selection

يؤدي إلى تمزق أو انفصال العشيرة أو السلالة الأصلية إلى عشيرتين أو سلالتين جديدتين .

والانتخاب الصناعي لا يخلق تباين وراثي جديد ألا أنه يلعب دوره على التباين الوراثي الموجود ويكون للانتخاب القدرة فقط على تغيير تكرار الجين وبالتالي يخلق تراكيب وراثية (جينية) جديدة من الجينات الموجودة أصلا في العشيرة .

ويجب أن نعلم جيدا أن الانتخاب الطبيعي اقوي من الانتخاب الصناعي . أي أن للانتخاب الطبيعي دورا هاما في خفض اثر الانتخاب الصناعي كما أن الطفرات الطبيعية الضارة قد تكون ذات اثر ضار علي ناتج الانتخاب الصناعي .

٨.٢ تجاوب الانتخاب Response to selection

الانتخاب لا يخلق أي تباين وراثي جديد ولكن يعمل علي ما هو موجود في المجموع الكلي للجينات ويطلق على ذلك اصطلاح تجاوب الانتخاب Response to selection ويرمز له بالرمز (R) ويعرف بأنه عبارة عن الفرق بين متوسط القيمة المظهرية للأبناء الناتجة من آباء منتخبة ومتوسط جيل الآباء قبل الانتخاب ويهتم المربي دائما بزيادة متوسط الآباء المنتخبة عن المتوسط العام للعشيرة أو القطيع وهذا ما يطلق عليه الفارق الانتخابي .

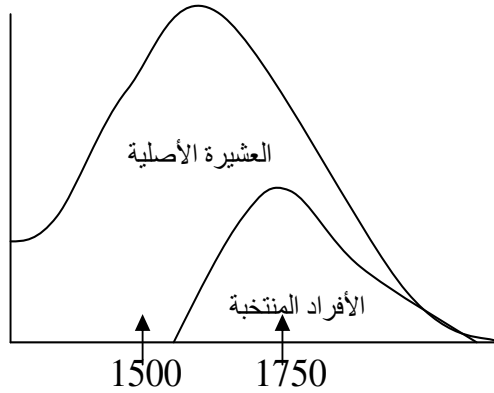
٨.٣ الفارق الانتخابي Selection differential (S)

هو عبارة عن الفرق بين متوسط الآباء المنتخبة Selected parents ومتوسط القطيع المنتخب منه الآباء Herd average .

٨.٣.١ العوامل التي تؤثر علي الفارق الانتخابي:

- ١- كلما زاد التباين في الصفة زاد التحسين الوراثي .
- ٢- كلما زادت شدة الانتخاب زاد التحسين الوراثي .

- ٣- معدل الاستبدال والتناسل والنمو وعدد الحيوانات المنتخبة .
- ٤- كلما قل عد الأفراد المنتخبة زادت شدة الانتخاب وكلما زادت شدة الانتخاب زاد التحسين الوراثي .
- ٥- كذلك زيادة المكافئ الوراثي يزيد التحسين الوراثي وذلك لزيادة التباين الوراثي وقلة التباين البيئي .
- ٢٨٣- العلاقة بين تجاوب الانتخاب والفارق الانتخابي (العلاقة بين S & R)
إذا فرضنا وجود جيلين متتالين من عشيرة تتزاوج عشوائياً ؛ كما هو موضح في الشكل التالي :



الفرق بين متوسط الآباء المنتخبة عن متوسط افراد العشيرة المنتخبة منها الآباء يعطي الفارق الانتخابي للصفة تحت الدراسة .

إذا كان متوسط الآباء المنتخبة ١٧٥٠ كجم ومتوسط العشيرة ١٥٠٠ كجم
إذن الفارق الانتخابي = ١٧٥٠ - ١٥٠٠ = ٢٥٠ كجم .

لذا يعتبر الفارق الانتخابي من أهم العوامل التي تؤثر على نتيجة الانتخاب طالما أن جميع أفراد العشيرة تحت نفس الظروف البيئية ؛ فإذا كانت الصفة تحت الدراسة تعتمد اعتماداً كلياً على الأثر التجميعي للجينات فيكون متوسط الآباء المنتخبة

دليلا قويا على تركيبها الوراثي . لذا فان التأثير التجمعي Additive effect يعتبر من أهم العوامل التي تساعد علي الانتخاب .

٣-٨-٣. التنبؤ بتجاوب الانتخاب (متوسط الأبناء) prediction of selection response

إذا عرفنا زيادة الآباء المنتخبة عن متوسط جيلها وإذا عرفنا قيمة المكافئ الوراثي للصفة يمكن حساب التحسين الوراثي المنتظر الحصول عليه من الانتخاب . وفي الحقيقة نجد أن الزيادة في الصفة تساوي حاصل ضرب قيمة المكافئ الوراثي (h^2) $\times$ الفارق الانتخاب (s) وبذلك نجد أن التغير المنتظر أو المتوقع (ΔG) أو العائد أو التحسين أو المكسب الوراثي نحصل عليه من ضرب المكافئ الوراثي في الفارق الانتخابي كما هو مبين في المعادلة التالية :

$$\Delta G = h^2 * s$$

وعلى ذلك فان المكافئ الوراثي المحقق (Rh^2) realized heritability هو عبارة عن قسمة العائد من التحسين الوراثي علي الفارق الانتخابي :

$$Rh^2 = \frac{\Delta G}{S}$$

ويسمى المكافئ الوراثي المحقق لأنه هو الذى حددته تجارب الانتخاب حيث يدل على الجزء من الفارق الانتخابي الخاص بالتأثيرات التجمعية التى انتقلت الى الأبناء لأنه من المعلوم أن مقدار التحسين الوراثي في الأبناء ليس كله راجع الى العوامل الوراثية فقط في الفارق الانتخابي ولكن هناك جزء بيئي أيضا . والذي ينتقل خلال الأجيال الى الأبناء هو الجزء الوراثي التجمعي .

ونظرا لأن الفارق الانتخابي هام في الحصول علي تجاوب الانتخاب لذلك يجب معرفة العوامل التي تؤثر عليه وأهمها:

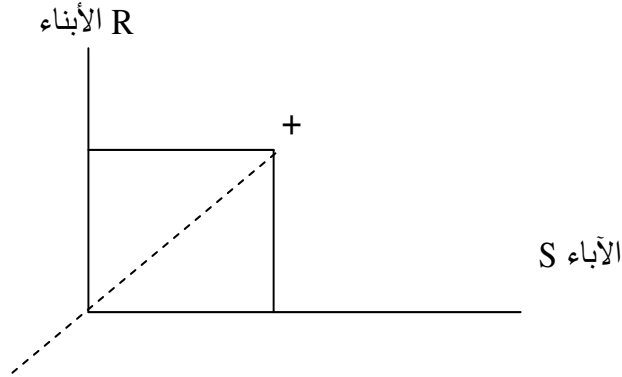
- ١- نسبة الأعداد المنتجة إلى عدد أفراد العشيرة .
- ٢- التباين القياسي المظهري (σ^2_P) Phenotypic standard deviation فإذا عرفنا قيمة كل من (R, σ^2_P) نجد أن النسبة $\frac{R}{\sigma^P}$ تقيس تجاوب الانتخاب و النسبة $\frac{S}{\sigma^P}$ تقيس عموماً الفارق الانتخابي وذلك عند مقارنة مجموعات بعضها ببعض ويطلق علي النسبة $\frac{S}{\sigma^P}$ اصطلاح قوة أو شدة الانتخاب selection intensity (I) ويرمز له بالرمز i وهو عبارة عن الفارق الانتخابي معبرا عنه في صورة وحدات من الانحراف القياسي ويسمي أيضا بالفارق الانتخابي القياسي؛ حيث أنه يعبر عن متوسط الأفراد المنتخبة بوحدات من الانحراف القياسي :

$$i = \frac{s}{\sigma p}$$

(Falconer and Mackay ,1996) $\therefore S = i \sigma p$

- ٣- ويوضح الشكل التالي العلاقة بين تجاوب الانتخاب (R) و الفارق الانتخابي (S) . فالعلامة (+) تمثل متوسط الآباء المنتخبة وأبنائها وهذه تقع علي خط الارتداد . وبالتالي يمكن القول أن معامل انحدار (ارتداد) Regression coefficient الأبناء علي الآباء (bop) يساوي $\frac{R}{s}$ وعلى ذلك فان العلاقة بين تجاوب الانتخاب والفارق الانتخابي S هي :

$$R = b_{op} \times s$$



وسبق أن ذكرنا أن المكافئ الوراثي h^2 هو عبارة عن معامل انحدار الأبناء على الآباء
أي أن:

$$\therefore b_{op} = h^2$$

$$\therefore R = h^2 . S$$

٤- أي أن تجاوب الانتخاب أو الاستجابة response أو العائد أو التحسين
الوراثي المتوقع Expected genetic gain ويطلق عليه أيضا الانتخاب
المباشر للصفة direction selection ويساوى المكافئ الوراثى مضروباً فى
الفارق الانتخابى .

$$\Delta G_x = R_x = h^2 . S$$

$$\therefore i = \frac{S}{\sigma P}$$

$$\therefore S = i \sigma P$$

$$\text{و } \therefore R = S h^2$$

$$\therefore R = i \sigma P h^2$$

$$\text{و } \therefore h^2 = \frac{\sigma^2 A}{\sigma^2 P} = \frac{\sigma A \cdot \sigma A}{\sigma p \cdot \sigma p}$$

$$\therefore R = i \sigma p \frac{\sigma A \cdot \sigma A}{\sigma p \cdot \sigma p}$$

$$\therefore \frac{\sigma A}{\sigma p} = \sqrt{h^2} \text{ و}$$

$$\therefore R = i * \sigma A * h$$

حيث i = شدة الانتخاب و σA = الانحراف القياسي للقيمة التربوية (التأثيرات التجمعية) حيث يعبر عن قيمة متوسط الأفراد المنتخبة بوحدات من الانحراف القياسي أي أن:

$$i = \frac{S}{\sigma P}$$

وعندما يكون توزيع الصفة توزيعاً طبيعياً تبعاً لمنحني التوزيع الطبيعي، يلاحظ وجود علاقة رياضية بين النسبة المنتخبة و الفارق الانتخابي القياسي أي عمق الانتخاب أو شدة الانتخاب وبذلك يمكن تحديد الفارق الانتخابي القياسي أو شدة الانتخاب (i) لمعرفة النسبة المنتخبة من العشيرة وذلك بواسطة جداول خاصة يطلق عليها العلاقة بين النسبة المنتخبة وشدة الانتخاب كما في الجدول التالي:

جدول رقم (٨١) يوضح العلاقة بين النسبة المنتخبة (p) وشدة الانتخاب (i):

النسبة المنتخبة Percentage selected (p)	الفارق الانتخابي في صورة وحدات من الانحراف القياسي (i) (شدة الانتخاب) Mean of superiority (in standard deviation)
0.90	0.20
0.80	0.35
0.70	0.50
0.60	0.64
0.50	0.80
0.40	0.97
0.30	1.16
0.25	1.27
0.20	1.40

1.55	0.15
1.76	0.10
1.80	0.09
1.86	0.08
1.92	0.07
1.99	0.06
2.06	0.05
2.15	0.04
2.27	0.03
2.42	0.02
2.67	0.01
2.89	0.005
3.37	0.001

المصدر: Mukherjee and Banerjee (1992), and Willis (1998).

ومن المعروف أن النسبة المنتخبة تختلف في الذكور عن الإناث وكذلك تختلف من نوع من الحيوانات إلى آخر . فمثلاً في حيوانات اللبن يحتفظ بنسبة ٣٪ من الذكور لكي تُعدَّ كحيوانات للتربية بينما فى الأبقار (كإناث) فإن نسبة الإحلال تكون من ٥٠-٦٠٪، وعلى ذلك فإن الفارق الانتخابي يجب أن يحسب لكل من الذكور والإناث علي حدة ويقدر التحسين الوراثي لمدة جيل .

٤.٤ فترة الجيل Generation interval

وهى فترة تربط بين جيلين مختلفين كل منهم وصل لمرحلة إنتاجية معينة . وتعرف بأنها الفترة من بلوغ الحيوان جنسيا حتى بلوغ نتاجه جنسيا وتحسب من أب لأبن أو بنت أو من أم لأبن أو بنت حيث يؤخذ متوسط أربعة فترات من الأب للابن، من الأب للبنت، من الأم للابن، من الأم للبنت وفى كل الأحوال فإن الفترة تقاس بين مرحلتين متشابهتين على الفرد (أب أو أم) ونتاجه وفى العادة تقاس بمتوسط عمر الآباء عند الولادة .

وهي تختلف من نوع إلي آخر و أيضا في داخل النوع من عشيرة إلى أخرى فمثلا متوسط فترة الجيل في الإنسان حوالى ٢٥ سنة وفي الخيل من ٩-١٣ سنة وماشية اللبن من ٥-٧ سنوات وماشية اللحم من ٤-٦ سنوات وفي الأغنام من ٣-٤ سنوات وفي الخنازير من ١-٢ سنة وفي الكلاب من ٤-٥ سنوات وفي القطط من ٣-٤ سنوات وفي الدواجن حوالى ٥, ١ سنة وفي السمان ٤٥ يوم ويحسب مقدار التحسين الوراثي المتوقع أو الاستجابة للانتخاب لمدة جيل من المعادلة التالية :

العائد أو التحسين الوراثي لمدة جيل =

$$\frac{\text{المكافئ الوراثي} \times \text{الفارق الانتخابي}}{\text{فترة الجيل}}$$

مثال ١

إذا كان المكافئ الوراثي لصفة كمية اللبن ٣٠, ٠ والانحراف القياسي لها ٣٥٠ كجم فإذا أريد الاحتفاظ بـ ٦٠٪ من الإناث (الأبقار)، ٣٪ من الذكور. احسب مقدار التحسين الوراثي المتوقع في كل من الإناث و الذكور والجيل .

الحل:

$$\Delta G_x = h^2 . S \quad , \quad S = i \sigma P$$

وبما أن شدة الانتخاب عند الجزء المستبقى ٦٠٪ = ٠.٦٤ و عند الجزء ٣٪ = ٢.٢٧ فيكون:

$$\text{الفارق الانتخابي للذكور} = ٢.٢٧ \times ٣٥٠ = ٧٩٤.٥ \text{ كجم}$$

$$\text{الفارق الانتخابي للإناث} = ٠.٦٤ \times ٣٥٠ = ٢٢٤ \text{ كجم.}$$

$$\text{الفارق الانتخابي للجيل} = \frac{٢٢٤ + ٧٩٤.٥}{٢} = ٥٠٩.٢٥ \text{ كجم.}$$

$$\text{التحسين الوراثي للذكور} = ٠.٣ \times ٧٩٤.٥ = ٢٣٨.٣٥ \text{ كجم.}$$

$$\text{التحسين الوراثي للإناث} = ٠.٣ \times ٢٢٤ = ٦٧.٢ \text{ كجم.}$$

$$\text{التحسين الوراثي للجيل} = ٠.٣ \times ٥٠٩.٢٥ = ١٥٢.٧٨ \text{ كجم.}$$

ويلاحظ أن أقصى عائد أو تحسين وراثي يمكن الحصول عليه يكون في حالة ارتفاع كل من قيمة المكان الوراثي و الفارق الانتخاب وكذلك انخفاض فترة الجيل .

أي انه كلما طالت فترة الجيل كلما قلت كمية التحسين الوراثي وهذا يفسر بطء التحسين الوراثي في حيوانات اللبن ، اللحم و الأغنام بينما يلاحظ سرعة التحسين الوراثي في الدواجن وهذا يفسر أيضا التقدم الملموس في صناعة الدواجن والذي أدى إلي زيادة في إنتاج البيض من حيث العدد والوزن وكذلك زيادة وزن الجسم . وغالبا ما يقدر التغير الوراثي (الاتجاه الوراثي) Genetic trend من جيل إلي آخر ولأهمية ذلك الموضوع سوف نتناوله فيما بعد من حيث طرق التقدير وكذلك بعض الأبحاث العلمية التي أجريت علي تقدير التغير الوراثي .

وعموما فان مربّي الحيوان Breeder يعطي اهتماما لمقدار التحسين الوراثي لمدة زمنية ولتكن سنة فضلا عن الانتظار لتقدير فترة الجيل وقد أوضح Willis (1998) أن بعض الصفات التي يمكن تقديرها علي الحيوان مثل معدل الزيادة اليومية يمكن التحكم في فترة الجيل فيها وخفضها . بينما في صفات أخرى مثل صفات اللبن حيث أن الطلائق لا تعطي نتاجا إلا بعد مرور عدة سنوات فإن هذا يؤدي إلي زيادة فترة الجيل generation interval ويمكن محاولة خفض فترة الجيل في هذه الحالة باستخدام التبويض المتعدد ونقل الأجنة Multiple ovulation and embryo transfer (MOET) .

٨.٥ الانتخاب المباشر للصفة Direct selection

الانتخاب المباشر للصفة هو عبارة عن مقدار التحسين الوراثي المتوقع عند إجراء

الانتخاب بطريقة مباشرة وبحسب من المعادلة التالية :

$$\Delta G_x = R_x = i h^2 \sigma P$$

حيث أن $R_x = \Delta G$ = التحسين الوراثي المباشر Genetic gain

i = شدة الانتخاب Selection intensity، h^2 = المكافئ الوراثي للصفة،

σP = الانحراف القياسي أو المعياري للصفة. ويمكن كتابة المعادلة السابقة كما

ذكرها (Falconer and Mackay (1996).

$$R_x = i \sigma P \frac{\sigma A}{\sigma P} \times h_x$$

$$\therefore R_x = i h_x \sigma A_x$$

حيث h_x = الجذر التربيعي للمكافئ الوراثي، σA_x = الجذر التربيعي للتباين

الوراثي التجمعي.

٨.٦ الانتخاب الغير مباشر Indirect selection

سبق أن ذكرنا أن الارتباط الوراثي Genetic correlation هو اتجاه صفتين

لانتقال من جيل إلى آخر معا أو فى اتجاهين متضادين وقد يكون الارتباط

الوراثي موجبا بمعنى أن الزيادة في صفة يتبعه زيادة في الصفة الثانية وقد يكون

سالبا بمعنى أن الزيادة في صفة يتبعها نقصا في الصفة الأخرى. وغالبا ما يحدث

عند الانتخاب لصفة أولية (أساسية) ولتكن وزن الجسم في الأغنام مثلا (x) أن

يؤثر هذا الانتخاب في صفات أخرى ثانوية ولتكن طول خصلة الصوف (y).

فإذا اجري الانتخاب مثلا لصفة (x) كصفة أساسية - فما هو تأثير ذلك على

الصفة (y) كصفة ثانوية. ويطلق على الانتخاب الغير مباشر ما يسمى بالانتخاب للصفات المرتبطة أو التجاوب المتوقع للصفة (y) Correlated response (أى أنه هو التغير فى صفة ما زيادة أو نقصا نتيجة للانتخاب فى صفة أخرى) ويمكن تقدير التجاوب المتوقع للصفة (y) باستخدام الرموز التي استخدمها Falconer and Mackay (1996) كما يلي :

سبق أن ذكرنا أن الانتخاب المباشر للصفة (x) يحسب بالمعادلة التالية

$$\therefore R_x = ih_x \sigma A_x$$

والتجاوب للصفة Y يمكن الحصول عليه من معامل اعتماد القيمة الوراثية y علي القيمة الوراثية للصفة X :

$$\therefore b_{A_{xy}} = \frac{\text{cov } A_{xy}}{\sigma^2 A_x}$$

$$= rA \frac{\sigma A_y}{\sigma A_x}$$

$$\therefore R = ih_x \cdot \sigma A_x$$

$$\therefore CR_y = b_{A_{xy}} \cdot R_x$$

$$\therefore CR_y = ih_x \sigma A_x rA_{xy} \frac{\sigma A_y}{\sigma A_x}$$

$$\therefore CR_y = ih_x rA_{xy} \sigma A_y$$

$$\therefore \sigma A_y = h_y \cdot \sigma P_y$$

$$\therefore CR_y = ih_x h_y rA_{xy} \sigma P_y$$

حيث أن CR_y = التجاوب أو الانتخاب للصفة (y) ، i = شدة الانتخاب ،

h_x و h_y = الجذر التربيعي للمكافئ الوراثي للصفة (x) والصفة (y) على

الترتيب، r_{Axy} الارتباط الوراثي بين الصفتين x, y و σP_y = الانحراف القياسي أو المعياري للصفة y .

وبذلك نجد أنه يمكن تقدير التجاوب للصفة المتلازمة إذا ما عرفت قيمة معامل الارتباط الوراثي بين الصفتين والمكافئ الوراثي لكل صفة علي حدة وكذلك الانحراف القياسي للصفة الثانوية .

ومما تقدم يمكن القول أنه في بعض الحالات يمكن الوصول إلي تحسين صفة ما بدون الانتخاب لها مباشرة عندما ينتخب لصفة أخرى كصفة أولية . فمن المشاهد أنه إذا أريد تحسين الصفة x فمن الممكن الانتخاب للصفة y والحصول علي التحسين العام للصفة y خلال التجاوب المتلازم .

٨-٦ الانتخاب لأكثر من صفة

وهو انتخاب عدة صفات في آن واحد وفكرتها مطروقة منذ زمن بعيد وحتى قبل أن تطبق في مجال الحيوان الزراعي قد تناولها العالم Smith في مجال النبات وقد تناولها في مجال الحيوان كل من : Hazel and Lush 1942, Hazel (1943), Pirchner, 1981, Falconer and Mackay 1996 and Golal and krom (2003) وسوف نتناول طرق الانتخاب لأكثر من صفة بشئ من التفصيل وهي:

أ- الانتخاب المتوالي Tandem selection أو المتعاقب أو المتسلسل:

يعتمد المربي في هذا النوع من الانتخاب على الانتخاب لصفة واحدة لعدة أجيال وبعد أن يصل إلى المستوي المطلوب في تحسين هذه الصفة يبدأ في الانتخاب لصفة ثانية وهكذا .

عيوب هذا النوع من الانتخاب :

١- يأخذ وقت طويل .

٢- في بعض الأحيان يحدث تدهور في الصفة الأولى بعد تحسينها وعند الانتخاب للصفة الثانية وقد يرجع ذلك لوجود ارتباط وراثي سالب بين الصفتين .

٣- لا يصلح للصفات التي يستلزم فيها ذبح الحيوان .

بـ الانتخاب بطريقة المستوى الاستبعادي (أو المستويات المستقلة) Independent culling levels

وفيها ينتخب المربي لعدة صفات في آن واحد ولكن بشرط وهو وضع حد أدنى لكل صفة من الصفات ويستبعد الأفراد التي تقل في أي صفة من الصفات التي تحت الانتخاب مثال على ذلك انتخاب أبقار اللبن التي تعطي ٤٠٠٠ كجم في الموسم ، نسبة الدهن ٤٪ وطول موسم الحليب ٣٠٥ يوما ، وتستبعد الأفراد التي تقل في أي من الصفات الثلاثة السابقة .

عيوب هذه الطريقة :

١- استبعاد حيوانات رديئة في صفة ولكنها متفوقة في صفة أخرى وبذلك تعتبر خسارة للمربي .

جـ- المجموع الكلي أو الأدلة الانتخابية Total score or selection indexes
وقد أشار إليها كل من (Hazel and Lush (1942 ، Hazel (1943) ويعتبر الانتخاب تبعا للأدلة الانتخابية أفضل طرق الانتخاب لأكثر من صفة في الحيوانات المزرعية Farm Animal حيث أنها تتميز على طريقة الانتخاب علي التوالي (المتعاقب) عن طريق دراسة جميع الصفات في آن واحد وكذلك تتميز على طريقة الانتخاب تبعا للمستوي الاستبعادي (المستقل) حيث أنها

تسمح للصفات الممتازة أن تعوض الصفات الرديئة بالإضافة إلى إعطاء عامل وزن weight لكل صفة ولذا فهي طريقة تعتمد في حسابها علي ما يلي:

١- تقدير القيمة الاقتصادية (Economic value) لكل صفة والقيمة الاقتصادية هي عبارة عن القيمة النسبية للصفة بالنسبة للصفات الأخرى الموجودة في الدليل الانتخابي.

٢- تقدير التباين المظهري والوراثي لكل صفة وكذلك التباين المظهري والتغاير الوراثي بين كل صفتين وبذلك تعتمد على حساب المكافئ الوراثي لكل صفة والارتباط الوراثي والمظهري بين كل صفتين ويمكن بواسطتها عمل تقييم شامل لكل حيوان وبذلك يمكن عمل ترتيب ranking للحيوانات وتدرجها من الممتازة إلى الرديئة حسب أدلتها الانتخابية.

عيوب هذه الطريقة :

١- استعمال الدليل لأكثر من صفة وراثية يقلل من شدة الانتخاب الذي يمكن إجراؤه بالنسبة لصفة واحدة منتخبة ولذا فعند وضع خطة الانتخاب يجب حذف أو عدم وضع الصفات الغير هامة في الدليل .

٢- زيادة الصفات المنتخبة يؤدي إلى زيادة صعوبة الانتخاب وكذلك صعوبة حساب دليل انتخابي دقيق .

٣- القيمة الاقتصادية للصفات تتغير من فترة زمنية إلى أخرى وهذا يتطلب تغيير الحسابات الخاصة بالدليل حتى يكون الدليل دقيق .

وهناك عدة شروط يجب مراعاتها عند تكوين الدليل الانتخابي:

١- يجب إن يكون الدليل الانتخابي بسيط وكامل التطبيق حتى يمكن للمربي العادي من استخدامه عند الانتخاب في قطيعه .

- ٢- يجب أن تكون السجلات والمعلومات المستخدمة في إيجاد الدليل دقيقة جدا .
- ٣- يجب جمع السجلات اعتباريا (عشوائيا) بدون تحيز معين لأفراد معينة .
- ٤- يجب أن تكون الظروف البيئية موحدة .
- ٥- يجب أن لا يحتوي الدليل علي صفتين لهما نفس القيمة الاقتصادية .
- ٦- يجب أن يكون الدليل ذو كفاءة عالية عند استعماله ويؤدي إلي تحسين وراثي ملموس عند التطبيق .

٨.٧ المعلومات اللازمة لعمل الأدلة الانتخابية:

أولا القيمة الاقتصادية Economic value:

تختلف كل صفة في قيمتها الاقتصادية لذا يلزم عمل حساب دقيق للقيمة الاقتصادية أي تحويل كل صفة إلى عائد نقدي ويمكن للباحث إما أن يقدر القيمة الاقتصادية بنفسه أو يستخدم بعض نتائج الأبحاث السابقة التي قام بها آخرون في حسابها، ويمكن حساب القيمة الاقتصادية بالطرق التالية:

أ. العائد الصافي Net profit

وهو تحويل كل صفة إلي عائد نقدي إما عن طريق استخدام بعض طرق الإحصاء أو حساب دقيق لكل صفة ومن الأمثلة على حساب القيمة الاقتصادية لبعض الصفات نذكر بعض الأبحاث التالية:

Khattab and Sultan (1991)

استخدم الباحثان عدد ١٣١٧ سجلا إنتاجيا لموسم الحليب الأول لأبقار الفريزيان التابعة لمعهد البحوث الحيواني بسخا - محافظة كفر الشيخ وذلك بهدف عمل مجموعة من الأدلة الانتخابية وقدر الباحثان القيمة الاقتصادية لكل من ١ كجم من اللبن البقري ، طول موسم الحليب والعمر عند أول ولادة على النحو التالي :

١- القيمة الاقتصادية لـ ١ كجم من اللبن حيث بلغ تكاليف إنتاج ١ كجم من اللبن البقرى عام ١٩٩١ (٤٠) قرشا وسعر البيع لـ ١ ك من اللبن البقرى ٦٠ قرشا وعلي ذلك فان العائد الصافي أو الربح الناتج من ١ كجم من اللبن = ٢٠, ٠ L.E (جنيه مصرى).

٢- قدر الباحثان معامل انحدار كمية اللبن في ٣٠٥ يوما علي طول موسم الحليب حيث بلغ ٦, ٢٢ كجم/ يوم وعلي ذلك فان القيمة الاقتصادية لطول موسم الحليب = ٦, ٢٢ × ٢٠, ٠ = ١, ٢٤ جنيه مصرى .

٣- بلغت قيمة تكاليف تغذية ورعاية العجلات لمدة شهر حوالي ٦٠ جنية . لذا فان القيمة الاقتصادية للعمر عند أول ولادة تساوي - ٦٠ جنية أي أن تأخير العمر عند أول ولادة يعتبر خسارة للمربي ، وعلي ذلك فإن القيمة الاقتصادية لكل من ١ كجم من اللبن البقرى ، طول موسم الحليب ، العمر عند أول ولادة (٢, ٠ ، ٢٤, ١ ، - ٦٠ جنيه مصرى علي التوالي).

كذلك في دراسة أخرى قام بها El-Arian et al., (2001) علي سجلات إنتاج اللبن في الموسم الأول للجاموس المصري ، قدرت القيمة الاقتصادية لكل من ١ كجم من اللبن الجاموسى و طول موسم الحليب ، العمر عند أول ولادة بـ (٤, ٠ ، ٢٧, ١ ، - ٩٠ جنيه مصرى علي التوالي).

وقامت وحدة تدريب إنتاج اللبن بسخا التابعة لمعهد بحوث الإنتاج الحيواني بوزارة الزراعة بدراسة دقيقة وحقيقية لتقدير القيمة الاقتصادية لكل من ١ كجم من اللبن الجاموسى و ١ كجم من الوزن الحي للعجول عند الميلاد مع الأخذ في الاعتبار التكاليف الثابتة و المتغيرة مثل (استهلاك المباني ، تكاليف التغذية ،

التكاليف الإدارية، تكاليف الوقود واستهلاك المعدات والأجور والحوافز) ومن خلال تلك الدراسة قدرت القيمة الاقتصادية لكل من ١ كجم من الوزن عند الميلاد بمقدار ٠,٤٠ ، ٠,٨٧ جنيه على التوالي .

وفي دراسة أخرى قام بها (Hussein 2004) في دراسة على قطع أبقار الفريزيان بمزرعة سخا التابعة لمعهد بحوث الإنتاج الحيواني بوزارة الزراعة حيث استخدم الباحث ٢١٨١ سجلا إنتاجيا وذلك لتقدير القيمة الاقتصادية لكل ١ كجم من اللبن، ١ كجم من الدهن، ١ كجم من البروتين وذلك من خلال تقدير التكاليف الكلية الثابتة والمتغيرة ووجد الباحث أن القيمة الاقتصادية هي ٠,٣٥ ، ٠,٤ ، ٠,٤ ، ٢,٢ جنيه لكل من ١ كجم من كل من اللبن، الدهن و البروتين علي التوالي (أي بنسبة ١ : ١٢,٦ : ٦,٢٩) وهى تقريبا نفس النسبة التي حصل عليها (Peterson 1975) فى دراسة لتقدير القيمة الاقتصادية لكل ١ كجم من اللبن والدهن والبروتين فى قطع من أبقار الـ Danish cows فى الدانمارك . ويلاحظ مما سبق أنه على مدار خمسة عشر عاما قد اختلفت قيمة القيمة الاقتصادية ما بين ٠,٢ إلى ٠,٣٥ جنيه لكل ١ كجم من اللبن البقرى وحيث أن دقة الأدلة الانتخابية تعتمد علي دقة حساب القيمة الاقتصادية لذا لابد من محاولة إيجاد طريقة يعتمد عليها الباحثين في تقدير القيمة الاقتصادية .

بدوحدة واحدة من الانحراف المعياري للتباين المظهري

One phenotypic standard deviation ($1 \sigma p$)

أشار إلي استخدام هذه الطريقة (Falconer and Mackay 1996) حيث أعطى مثالا لكيفية استخدام وحدة واحدة من الانحراف القياسي، حيث درس الباحثان الانتخاب لصفيتين في الفئران Mice، الصفة الأولى (X1) صفة وزن

الجسم و الصفة الثانية طول الذيل (X2) وكان الانتخاب أساسا لزيادة وزن الجسم وقصر الذيل ، وقد حصل الباحث علي النتائج التالية :

الصفة	h^2	h	$\sigma^2 P$	σP	rA	rP
X1 وزن الجسم بالجرام	0.36	0.60	6.37	2.52	0.29	0.40
X2 طول الذيل بالسم	0.44	0.67	0.28	0.53		

يتضح من الجدول السابق أن σp الانحراف القياسي ٥٢, ٢ ، ٥٣, ٠ لكل من وزن الجسم وطول الذيل - لذا فان اخذ وحدة واحدة من الانحراف القياسي هي $\frac{1}{2.52} = 0.40$ ، $\frac{1}{0.53} = 1.89$ وعلي ذلك فان القيمة الاقتصادية لكل من وزن الجسم وطول الذيل هي ٤٠, ٠ ، ٨٩ - عل التوالى وعلي أساس أن الانتخاب ضد طول الذيل .

وبنفس هذه الفكرة قام Hussein (2004) بتقدير القيمة الاقتصادية لكل من ١ كجم من اللبن ، الدهن والبروتين باستخدام وحدة واحدة من الانحراف القياسي وكانت ٨98 ، 45.61 ، 35.14 أي بنسبة (١ : ٢٠ : ٥ : ٢٥) علي التوالى .

ج- الانحراف القياسي الوراثى Genetic standard deviation استخدم هذه الطريقة كل من Rogers (1993) and El-Awady (2009) وذلك بضرب قيمة الانحراف القياسي الوراثى لكل صفة فى التكاليف الفعلية لكل صفة .

ثانيا التباين والتغاير المظهري Phenotypic variance and covariance أى التباين المظهري لكل صفه والتغاير المظهري بين كل صفتين فى الدليل الانتخابى .

ثالثا التباين والتغاير الوراثي Genetic variance and covariance

أى التباين الوراثي لكل صفة والتغاير الوراثي بين كل صفتين . ومن خلال التباين المظهري والوراثي يمكن حساب المكافئ الوراثي لكل صفة ومن خلال التغاير الوراثي والتغاير المظهري يمكن حساب كل من الارتباط الوراثي والارتباط المظهري بين كل صفتين .

وبعبارة أخرى فان الأدلة الانتخابية تعتمد في حسابها علي المكافئ الوراثي فالصفات ذات المكافئ الوراثي المتوسط والمرتفع تستجيب بسرعة للتحسين عن الصفات ذات المكافئ الوراثي المنخفض ، كذلك إذا كان الارتباط الوراثي بين الصفتين موجبا فان الانتخاب للصفة الأولى يتبعه تحسين في الصفة التالية ، كما أن الارتباط المظهري يوضح قيمة الارتباط البيئي أيضا بين كل صفتين .

٨٨ فكرة عمل الأدلة الانتخابية

تتلخص طريقة الأدلة الانتخابية والتي تناولها كل من Hazel (1943) Becker (1984), Mrode (1996) and Galal and Karam (2003) في جمع جميع الصفات المرغوب فيها في دليل (I) Index معين وذلك عن طريق حساب معامل لكل صفة وليكن (b) وهذا المعامل يحسب على أساس التباين الوراثي والمظهري للصفة والمكافئ الوراثي أيضا وكذلك التغاير الوراثي والمظهري بين كل صفتين في الدليل وإعطاء وزن (قيمة اقتصادية) لكل صفة . فإذا رمزنا للصفة الأولى بالرمز X1 والصفة الثانية بالرمز X2 والصفة n بالرمز Xn فإن الدليل يكون :

$$I = b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + ... + b_nx_n$$

حيث $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ هي الصفة الأولى و الثانية و الثالثة و الصفة n ، و $b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$ هي المعاملات المختلفة لكل صفة و تحسب على أساس المعلومات السابقة و بضرب كل معامل في قيمة الصفة المقابلة له على الفرد ثم جمع حاصل الضرب يمكن حساب دليل ذلك الفرد و على أساس ذلك الدليل يمكن اختيار أفضل و أحسن الأفراد بعد ترتيبها حسب أدلتها الانتخابية .

و من ناحية أخرى عبر Hazel (1943) عن وراثته الحيوان الكلية (وراثته الحيوان الفعلية) وهو ما أطلق عليها Aggregate genotype (H) و هي عبارة عن القيمة التربوية الكلية Aggregate breeding value و هي تحسب من المعادلة التالية :

$$H = W_1 G_1 + W_2 G_2 + W_3 G_3 + \dots + W_n G_n$$

حيث أن W_1 = عامل الوزن (القيمة الاقتصادية) للصفة الأولى و G_1 = العوامل الوراثية التجمعية (القيمة التربوية) للصفة الأولى و W_2 = عامل الوزن للصفة الثانية G_2 = العوامل الوراثية التجمعية للصفة الثانية و W_n = عامل الوزن للصفة n G_n = العوامل الوراثية التجمعية للصفة n .

و يجب أن يتوافر في دليل الانتخاب ما يلي:

١- أن يكون معامل الارتباط بين القيمة التربوية الحقيقية True breeding

value و الدليل $R_{IH} = (r_{a,l}) = (r_{ai, \hat{a}i})$ أكبر ما يمكن وهو ما يسمى

بدرجة الدقة (دقة الدليل) Accuracy of index .

٢- أن يكون متوسط الخطأ average square prediction error أقل ما

يمكن $(a_i - \hat{a}_i)^2$

ويمكن استخدام جبر المصفوفات في حساب كل من RIH والمعاملات وذلك من خلال المعادلات التالية :

$$VP(X_1)b_1 + \text{cov}P(X_1, X_2)b_2 + \dots + \text{cov}P(X_1, X_n)b_n = VA(X_1)a_1 + \text{cov}(X_1, X_2)a_2 + \dots + \text{cov}(X_1, X_n)b_n$$

$$\text{cov}P(X_2, X_1)b_2 + VP(X_2)b_2 + \dots + \text{cov}P(X_n, X_2) = \text{cov}A(X_2, X_1)a_1 + VA(X_2)a_2 + \dots + \text{cov}A(X_2, X_n)b_n$$

$$\text{cov}P(X_n, X_1)b_1 + \text{cov}P(X_n, X_1)b_2 + \dots + VP(X_n)b_n = \text{cov}A(X_n, X_1)a_1 + \text{cov}A(X_n, X_2)a_2 + \dots + VA(X_n)a_n$$

ويمكن وضع الصفوف (المعادلات) السابقة كما يلي:

$$\begin{bmatrix} VP_{x_1} & \text{cov}P_{x_1x_2} & \text{cov}P_{x_1x_n} \\ \text{cov}P_{x_2x_1} & VP_{x_2} & \text{cov}P_{x_2x_n} \\ \text{cov}P_{x_nx_1} & \text{cov}P_{x_nx_2} & VP_{x_n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} VA_{x_1} & \text{cov}A_{x_1x_2} & \dots \text{cov}A_{x_1x_n} \\ \text{cov}A_{x_2x_1} & VA_{x_2} & \text{cov}A_{x_2x_n} \\ \text{cov}A_{x_nx_1} & \text{cov}A_{x_nx_2} & \dots VA_{x_n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix}$$

P b G a

$$Pb = Ga$$

$$\hat{b} = \frac{Ga}{P} = GaP^{-1}$$

حيث P = مصفوفة التباين والتغاير المظهري ، b = معاملات الانحدار الجزئية المراد حسابها ، G = مصفوفة التباين والتغاير الوراثي ، a = مصفوفة القيم الاقتصادية .

وبذلك يمكن ضرب مصفوفة (G x a) للحصول علي الـ Ga ويمكن الحصول علي المعاملات من المعادلة التالية :

$$Pb = Ga$$

$$\hat{b} = \frac{Ga}{P} = GaP^{-1}$$

حيث أن P^{-1} = مقلوب inverse المصفوفة P وبذلك يمكن حساب المعاملات كما ذكر Becker (1984) من المعادلة السابقة .

٨-٩ درجة الدقة (r_{a,I}) Accuracy of index

دقة الدليل هو معامل الارتباط بين القيمة التربوية (a) والدليل (I) وكلما ارتفع معامل الارتباط كلما دل ذلك علي أفضلية الدليل ويحسب من المعادلة التالية :

$$R_{al} = \frac{COV(a, I)}{\sigma_a \sigma_I} = \frac{\sigma_I}{\sigma_H}$$

لذا يلزمنا أولاً تقدير كل من تباين الدليل $\sigma^2 I$ وكذلك التباين بين القيمة التربوية والدليل Cov a, I . وقد تناول كل من Becker (1984) and Mrode (1996) كيفية حساب تباين الدليل كما يلي :

تباين الدليل ويساوى $\sigma^2 I = b'Ga$ حيث b' هو معكوس Transpose المصفوفة b (مصفوفة المعاملات الجزئية) .

تباين الوراثة الكلية للحيوان ويساوى $\sigma^2 H = a'Ga$ حيث a' هي معكوس Transpose المصفوفة a (مصفوفة القيم الاقتصادية) .

ومعامل الارتباط بين الدليل والوراثة الكلية للحيوان ويساوى الانحراف القياسى للدليل مقسوماً على الانحراف القياسى للوراثة الكلية للحيوان .

$$R_{al} = \frac{COV(a, I)}{\sigma_a \sigma_I} = \frac{\sigma_I}{\sigma_H}$$

ويمكن حساب مقدار التحسين الوراثي (ΔG) Genetic gain أو العائد من الانتخاب Genetic improvement لكل صفة في الدليل من المعادلة التالية تبعاً لـ (Tabler and Touchbery 1955).

$$\Delta G_{x_1} = (VA_{x_1} + \text{cov } A_{x_1 x_2} + \dots \text{cov } A_{x_1 x_n}) \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_n \end{bmatrix} \div \sigma I$$

كما يمكن حساب الأهمية النسبية لكل صفة في الدليل من المعادلة التالية تبعاً لـ (Cunningham 1970)، الـ وبرنامج الـ الخ:

$$V \% = 100 - \left[\left(\frac{b'pb - b_i^2 / wii}{b'pb} \right) \times 100 \right]$$

حيث wii تمثل عناصر المحور (القطر) لمقلوب المصفوفة P.

b_i^2 مربع عناصر المصفوفة العمود لمعاملات الانحدار الجزئية.

وتوجد بعض البرامج الإحصائية المخصصة لحساب الأدلة الانتخابية مثل برنامج (Cunningham 1972)، الـ (Matlab 2002) والـ SI (2011)، الخ من البرامج.

والمثال التالي يوضح فكرة حساب الأدلة الانتخابية:

البيانات التالية تمثل التباين والتغاير الوراثي وكذلك التباين والتغاير المظهري لصفات كمية اللبن X1، كمية الدهن X2 وكمية البروتين X3 والتي حصل عليها (Hussein 2004) في دراسة على قطيع أبقار الفريزيان بمحطة بحوث الانتاج الحيواني بسخا - محافظة كفر الشيخ.

والمطلوب حساب:

١- المعاملات الجزئية b's

٢- معامل الارتباط بين الدليل والوراثة الكلية للحيوان (R_{IH})

٣- كمية التحسين الوراثي المتوقع لكل صفه بطريقتي :

أ- القيمة الاقتصادية المقدرة Actual economic value

ب- وحدة واحدة من الانحراف القياسي One standard deviation

إذا علمت أن القيمة الاقتصادية النسبية المقدرة (التي قدرها الباحث) لكل ١

كجم من اللبن: الدهن : البروتين هي (١ : ٦, ١٢ : ٣٠, ٦) وفيما يلي

مصفوفات التباينات والتغايرات الوراثية والمظهرية :

أولاً :- التباين والتغاير الوراثي :

X_1	X_2	X_3
233103	10709	9131
10709	492	420
9131	420	358

ثانياً :- التباين والتغاير المظهري :

806419	21067	16422
21067	2081	1541
16422	1541	1235

أولا باستخدام القيمة الاقتصادية المقدرة Actual economic value

$$\begin{bmatrix} 806419 & 21067 & 16422 \\ 21067 & 2081 & 1541 \\ 16422 & 1541 & 1235 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 233103 & 10709 & 9131 \\ 10709 & 492 & 420 \\ 9131 & 420 & 358 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 12.6 \\ 6.30 \end{bmatrix}$$

$p \qquad \qquad \qquad b \qquad \qquad \qquad G \qquad \qquad \qquad a$

$$Ga = \begin{bmatrix} 425562 \\ 19554 \\ 16678 \end{bmatrix}$$

$$P^{-1} = \begin{bmatrix} 0.0000017 & -0.0000062 & -0.0000149 \\ -0.0000062 & 0.0063445 & -0.0078338 \\ -0.0000149 & -0.0078338 & 0.0107832 \end{bmatrix}$$

$$b = P^{-1}Ga$$

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.3556 \\ -9.2394 \\ 20.3051 \end{bmatrix}$$

$$I = 0.355(305M - \mu_{305M}) - 9.2394(305F - \mu_{305F})$$

$$+ 20.3051(305P - \mu_{305P})$$

$$b' = [0.355 \quad -9.2394 \quad 20.3051]$$

$$\sigma^2 I = b'Ga = 309314.5312$$

$$\therefore \sigma I = 556.16$$

$$\sigma^2 H = a'Ga$$

$$a' = [1 \quad 12.6 \quad 6.30]$$

$$\sigma^2 H = 777018.5625$$

$$\therefore \sigma H = 881.49$$

$$RIH = \frac{\sigma I}{\sigma H} = 0.63$$

كمية التحسين المتوقع لكمية اللبن في ٣٠٥ يوم

$$\Delta G \ 305 \ MY = (233103 \quad 10709 \quad 9131) \begin{bmatrix} 0.3556 \\ -9.2394 \\ 20.3051 \end{bmatrix} \div \sigma I$$

$$\Delta G \ 305 \ MY = \frac{169352.48}{556.16} = 304.50 \ Kg$$

كمية التحسين المتوقع لكمية الدهن في ٣٠٥ يوم

$$\Delta G 305 F = (10709 \quad 492 \quad 420) \begin{bmatrix} 0.3556 \\ -9.2394 \\ 20.3051 \end{bmatrix} \div \sigma I$$

$$\Delta G 305 F = \frac{7790.4092}{556.16} = 14.00 \text{ Kg}$$

كمية التحسين المتوقع لكمية البروتين في ٣٠٥ يوم

$$\Delta G 305 P = (9131 \quad 420 \quad 358) \begin{bmatrix} 0.3556 \\ -9.2394 \\ 20.3051 \end{bmatrix} \div \sigma I$$

$$\Delta G 305 P = \frac{6635.6614}{556.16} = 11.93 \text{ Kg}$$

ثانياً باستخدام وحده واحده من الانحراف المعياري للتباين المظهرى:

$$\sigma^2 p = (806419 \quad 2081 \quad 1235)$$

$$\sigma p = \begin{matrix} 898.010 & 45.62 & 35.14 \\ MY & FY & PY \end{matrix}$$

$$\sigma P = \begin{matrix} 1 & 19.69 & 25.56 \end{matrix}$$

$$\begin{bmatrix} 806419 & 21067 & 16422 \\ 21067 & 2081 & 1541 \\ 16422 & 1541 & 1235 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 233103 & 10709 & 9131 \\ 10709 & 492 & 420 \\ 9131 & 420 & 358 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 19.69 \\ 25.56 \end{bmatrix}$$

$$\begin{matrix} p & b & G & \frac{1}{\sigma p} \end{matrix}$$

$$G \frac{1}{\sigma p} = \begin{bmatrix} 677245 \\ 31127 \\ 26547 \end{bmatrix}$$

$$p^{-1} = \begin{bmatrix} 0.0000017 & -0.0000062 & 0.0000149 \\ -0.0000062 & 0.0063445 & -0.0078338 \\ -0.0000149 & -0.0078338 & 0.0107832 \end{bmatrix}$$

أى أنه باعتبار أن الـ MY هو الوحدة فيكون σp كالسابق (1: 19.69)

(25.56) وذلك بقسمة الانحراف القياسى لكمية اللبن فى ٣٠٥ يوم على

الانحراف القياسى لكمية الدهن ، كمية البروتين ثم استخدام هذه الانحرافات القياسية بدلا من القيم الاقتصادية فى الحساب .

$$b = P^{-1}G \frac{1}{\sigma p} = \begin{bmatrix} 0.5659 \\ -14.6937 \\ 32.3091 \end{bmatrix}$$

$$\sigma^2_I = b'G \frac{1}{\sigma p} = (0.5659 \quad -14.6937 \quad 32.3091) \begin{bmatrix} 677245 \\ 31127 \\ 26547 \end{bmatrix} = 783697$$

$$\therefore \sigma_I = 885.27$$

$$\sigma^2_H = \frac{1}{\sigma p} G \frac{1}{\sigma p} = [1 \quad 19.69 \quad 25.56] \begin{bmatrix} 677245 \\ 31127 \\ 26547 \end{bmatrix} = 1968365.68$$

$$\therefore \sigma_H = 1402.98$$

$$R_{IH} = \frac{\sigma_I}{\sigma_H} = 0.63$$

كمية التحسين المتوقع لكمية اللبن في ٣٠٥ يوم

$$\Delta G 305 MY = (233103 \quad 10709 \quad 9131) \begin{bmatrix} 0.5659 \\ -14.6937 \\ 32.3091 \end{bmatrix} \div \sigma_I$$

$$\Delta G 305 MY = \frac{269573}{885.27} = 304.51 Kg$$

كمية التحسين المتوقع لكمية الدهن في ٣٠٥ يوم

$$\Delta G 305 FY = (10709 \quad 492 \quad 420) \begin{bmatrix} 0.5659 \\ -14.6937 \\ 32.3091 \end{bmatrix} \div \sigma_I$$

$$\Delta G 305 FY = \frac{12400.75}{885.27} = 14.01 Kg$$

كمية التحسين المتوقع لكمية البروتين في ٣٠٥ يوم

$$\Delta G_{305} P = \begin{pmatrix} 9131 & 420 & 358 \end{pmatrix} \begin{bmatrix} 0.5659 \\ -14.6937 \\ 32.3091 \end{bmatrix} \div \sigma_I$$

$$\Delta G_{305} P = 11.93 \text{ kg}$$

كما سبق يتضح أنه لا توجد فروق في تقدير التحسين الوراثي المتوقع بطريقة القيمة الاقتصادية المقدرة وطريقة وحدة واحدة من الانحراف القياسي للتباين المظهري للصفة - وإن كانت طريقة وحدة واحدة من الانحراف القياسي أسهل في الحساب .

٨-١٠ الأدلة الانتخابية الجزئية Sub indexes

الدليل الانتخابي الجزئي هو انتخاب صفه ما أو تقدير القيمة التربوية لصفه ما مع الأخذ في الاعتبار التغيرات المظهري والوراثي بين هذه الصفة والصفات الأخرى في الدليل .

ففي المثال السابق للانتخاب لصفات كمية اللبن في ٣٠٥ يوم وكمية الدهن في ٣٠٥ يوم وكمية البروتين في ٣٠٥ يوم فإن الدليل الجزئي لكمية اللبن في ٣٠٥ يوم

يحسب من المعادلات التالية:

$$b_1 VP_{11} + b_2 VP_{12} + \dots \dots \dots b_n VP_{1n} = g_{11}$$

$$b_1 VP_{21} + b_2 VP_{22} + \dots \dots \dots b_n VP_{2n} = g_{21}$$

.

.

$$b_1 VP_{n1} + b_2 VP_{n2} + \dots \dots \dots b_n VP_{nn} = g_{1n}$$

$$p_b = G$$

$$b = P^{-1} G$$

$$I = \hat{a} = P^{-1} . G (y - u) \\ = b' (y - u)$$

$$r(a, I) = \frac{\sigma_I}{\sigma_a}$$

وهكذا بالنسبة لباقي الصفات وبالرجوع إلى المثال السابق فإن:

حساب المعاملات في حالة الانتخاب الجزئي لكمية اللبن في ٣٠٥ يوما

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} g_{11} \\ g_{12} \\ g_{13} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 806419 & 21067 & 16422 \\ 21067 & 2081 & 1541 \\ 16442 & 1541 & 1235 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 233103 \\ 10709 \\ 9131 \end{bmatrix}$$

$$b_1 = 0.1949 \quad b_2 = -5.0364 \quad b_3 = 11.0868$$

$$I_{305M} = 0.1949(1)(305M - \mu_{305M}) + (-5.0364(1)(305F - \mu_{305F}))$$

$$+ 11.0868(1)(305P - \mu_{305P})$$

$$I_{305M} = 0.1949(305M - \mu_{305M}) - 5.0364(305F - \mu_{305F})$$

$$+ 11.0868(305P - \mu_{305P})$$

$$I_{305F} = 0.0089(12.6)(305M - \mu_{305M}) - 2.46478(12.6)(305F - \mu_{305F})$$

$$+ 0.514726(12.6)(305P - \mu_{305P})$$

$$I_{305F} = 0.112(305M - \mu_{305M}) - 2.96478(305F - \mu_{305F})$$

$$+ 6.48322(305P - \mu_{305P})$$

وبجمع b في الثلاث أدله الانتخابية الجزئية:-

$$b_1 = 0.1949 + 0.112 + 0.04788 = 0.355$$

$$b_2 = -5.0364 - 2.96478 - 1.23858 = -9.239$$

$$b_3 = 11.0868 + 6.48522 + 2.7394 = 20.311$$

أي أن الدليل الشامل على الثلاث صفات معا:

$$I = 0.355(305M - \mu_{305M}) - 9.239(305F - \mu_{305F}) + 20.311(305P - \mu_{305P})$$

وهو نفس الدليل الذي تم حسابه سابقا.

١١-٨ طرق الانتخاب للأفراد ذات القرابة:

١١-٨-١ Individual Selection الانتخاب الفردي

فى هذا النوع من الانتخاب يقارن المربى بين الأفراد على أساس قيمة مظهر الصفة المرغوبة فى كل فرد (القيمة الشكلية) أى أن هذا النوع من الانتخاب يعتمد على مظهر الفرد Phenotype value.

وحيث أن وحدة الانتخاب هى الفرد فيطلق عليه الانتخاب الفردي (وتتلخص فى اختيار الأفراد الأكثر تفوقاً فى مظهر الصفة المراد تحسينها لتكون آباء الجيل التالى باختيار الأفراد التى يتفوق متوسطها عن متوسط العشيرة. ويطلق على الانتخاب الفردي (الانتخاب المباشر للصفة) direct selection والذى سبق الحديث عنه.

١١-٨-١-١ الانتخاب الفردي فى حالة وجود سجل واحد للحيوان

Single record

فى حالة الانتخاب الفردي لصفة واحدة فان القيمة التربوية المقدرة Estimate Breeding values ($\hat{a}$) للحيوان تحسب كما تناولها (Mrode 1996) كالتالى :

$$\hat{a}_i = b (y_i - u) \quad (1.1)$$

حيث b هو معامل انحدار القيمة التربوية الحقيقية True breeding value على المظهر الخارجى للصفة Phenotypic value و u متوسط القطيع.

$$b = \text{cov} (a, y) / \text{var} (y) = \text{cov} (a, a + e) / \text{var}(y) \quad (1.2)$$

$$b = \sigma^2 a / \sigma^2 y = h^2 \quad (1.3)$$

أى أن معامل الانحدار فى هذه الحالة هو المكافئ الوراثى .

Accurancy of prediction (ra,y) درجة الدقة

درجة الدقة هي عبارة عن معامل الارتباط بين القيمة التربوية الحقيقية والمظهر الخارجى للصفة .

$$r_{a,l} = COV(a, y) / \sigma_a \sigma_y \quad (1.4)$$

$$COV(a, y) = \sigma^2 a \quad (1.5)$$

$$r_{a,l} = \sigma^2 a / \sigma_a \sigma_y = \sigma_a / \sigma_y = h \quad (1.6)$$

أى أن درجة الدقة هي عبارة عن الجذر التربيعى للمكافئ الوراثى .

ومعامل دقة التقدير Coefficient of determination أو Reliability هو عبارة عن المكافئ الوراثى .

$$r^2 = h^2$$

ومقدار التحسين الوراثى المتوقع أو الاستجابة للانتخاب Response to selection (R) لصفة واحدة يحسب من المعادلة التالية (Falconer and Mackay, 1996)

$$R = i r^2_{a,y} \sigma_y = i h^2 \sigma_y \quad (1.7)$$

حيث i هي شدة الانتخاب Selection intensity وهو عبارة عن مدى تفوق الأفراد المنتخبة عن متوسط القطيع معبرا عنه في صورة وحدة من الانحراف القياسى (σ_{2Y}) Standard deviation وهو ما سبق تعريفه أيضا بالانتخاب المباشر .

مثال إذا كان وزن الجسم عند الميلاد فى إحدى عجول الجاموس المصرى 35 kg و متوسط القطيع 33 kg وإذا علمت أن المكافئ الوراثى للوزن عند الميلاد $h^2 = 0.30$. أحسب القيمة التربوية لهذا الحيوان وكذلك درجة الدقة .

١ - القيمة التربوية

$$\begin{aligned}\hat{a}_i &= b (y_i - u) \\ \therefore b &= h^2 \\ \therefore \hat{a}_i &= 0.30 (35 - 33) = 0.60 \text{ kg}\end{aligned}$$

٢ - درجة الدقة

$$r_{a,y} = h = \sqrt{0.30} = 0.55$$

أي أن القيمة التربوية لهذا الحيوان ٦٠ , ٠ كجم .

١١-١-٢. الانتخاب الفردي فى حالة تعدد القياسات (السجلات)

للحيوان Repeated records

عند تعدد القياسات على نفس الحيوان مثل صفة إنتاج اللبن فى ماشية اللبن وحجم الخلفة فى الحيوانات عديدة الأجنة فان القيمة التربوية تحسب عن طريق متوسط سجلات (قياسات) الحيوان وفى مثل هذه الحالة ينشأ تباين تلازمى Covariance بين سجلات الحيوان ويرجع الى العوامل البيئية الدائمة - non genetic permanent environmental ويرجع على ذلك فان التباين بين الأفراد Variance between individuals يرجع جزء منه إلى كل من الوراثة والبيئة (البيئى الدائم) بينما التباين داخل الأفراد Within individuals يرجع الى العوامل البيئية المؤقتة Temporary environmental والتي تختلف من سجل الى آخر .

وبذلك يمكن تقسيم التباين المظهرى (var (y)) Phenotypic variance تبعاً للمعادلة التالية (Mrode 1996) .

$$\text{var (y)} = \text{var (g)} + \text{var (p}_e\text{)} + \text{var (t}_e\text{)} \quad (1.8)$$

حيث أن:

$\text{var}(g)$ التباين الوراثي (تجمعي وغير تجمعي).

$\text{var}(p_e)$ التباين البيئي الدائم (مثل مرض التهاب الضرع).

$\text{var}(t_e)$ التباين البيئي المؤقت (مثل درجة الحرارة - الرطوبة - التغذية .. الخ).

والنسبة بين التباين بين الأفراد الى التباين المظهري هو عبارة عن معامل الارتباط داخل المجاميع أو المعامل التكرارى .

$$t = \{ \text{var}(g) + \text{var}(p_e) \} / \text{var}(y) \quad (1.9)$$

$$1-t = \text{var}(t_e) / \text{var}(y) \quad (1.10)$$

وفي حالة القياسات المتعددة يفترض أن الارتباط الوراثي بين كل سجلين (two pairs) يساوى الواحد الصحيح وأن كل من التباين والارتباط البيئي بين كل زوجين من السجلات متساوى . وبفرض أن $\bar{y}$ هو متوسط عدد من السجلات (n) فان القيمة التربوية عبارة عن :

$$\hat{a}_i = b (\bar{y} - u) \quad (1.11)$$

$$b = \text{cov}(a, \bar{y}) / \text{var}(\bar{y}) \quad (1.12)$$

$$\text{cov}(a, \bar{y}) = \text{cov}(a, g + p_e + \sum_n t_e/n) = \text{cov}(a, g) = \sigma^2 a \quad (1.13)$$

$$\text{var}(\bar{y}) = \text{var}(g) + \text{var}(p_e) + \text{var}(t_e)/n \quad (1.14)$$

وباستخدام المعادلة (1.9, 1.10) فإن:

$$\text{var}(\bar{y}) = [t + (1 - t)/n] \sigma^2 y \quad (1.15)$$

$$b = \sigma^2 a / [t + (1 - t)/n] * \sigma^2 y \quad (1.16)$$

$$b = nh^2 / [1 + (n - 1) t] \quad (1.17)$$

أى أن b تعتمد على كل من المكافئ الوراثي والمعامل التكرارى وعدد القياسات .

Accuracy of prediction **درجة الدقة**

$$\begin{aligned} r_{a, y} &= \text{cov}(a, \bar{y}) / \sigma_a \sigma_y \\ &= \sigma_a^2 / \left(\sigma_a \sqrt{[t + (1 - t) / n] \sigma_y^2} \right) \\ &= h \sqrt{[n / (1 + (n - 1) t)]} \\ &= \sqrt{nh^2 / (1 + (n - 1) t)} = \sqrt{b} \end{aligned}$$

ومقدار التحسين الوراثي المتوقع أو الاستجابة للانتخاب فى حالة تعدد القياسات

يحسب من المعادلة التالية (Mrode 1996):

$$R = i r_{a, y} \sigma_y \sqrt{t + (1 - t) / n}$$

مثال: بفرض أن متوسط إنتاج بقرة هولشتاين فريزيان فى موسمين حليب (الأول

والثانى) هو ٧٠٠٠ كجم وإذا كان المكافئ الوراثي ومعامل الارتباط بين

الموسمين ٠,٢٥, ٠,٦٠, ٠ على التوالي. أحسب القيمة التربوية لهذه البقرة

وكذلك درجة الدقة إذا علمت أن متوسط القطيع ٤٥٠٠ كجم.

الحل:

$$\hat{a}_{\text{cow}} = b (y - u)$$

$$b = nh^2 / [1 + (n - 1) t]$$

$$b = 2 (0.25) / (1 + (2 - 1) 0.60) = 0.3125$$

$$\hat{a}_{\text{cow}} = 0.32 (7000 - 4500) = 781.25 \text{ kg}$$

$$r_{a, l} = \sqrt{b} = \sqrt{0.3125} = 0.56$$

ويطلق على هذه الطريقة أحياناً اسم الانتخاب الجماعى (أو الكتلى) mass

selection خاصة إذا تركت الأفراد المراد انتخابها للتزاوج مع بعضها البعض

كما فى حالة الدروسوفيل.

ولا يمكن للمربي استخدام الانتخاب الفردي فى جميع الحالات فهناك عدة

عوامل يتوقف عليها استخدام الانتخاب الفردي تنحصر فيما يلى:

١- قيمة المكافئ الوراثي للصفة:

من الواضح أن انخفاض قيمة المكافئ الوراثي للصفة سيؤدي لانخفاض مقدار التحسين الوراثي ولذا لا تصلح طريقة الانتخاب الفردي في حالة الصفات ذات المكافئ الوراثي المنخفض مثل صفات المواءمة أو الصلاحية fitness، إنتاج البيض والفقس . . . الخ بينما يكون الانتخاب الفردي فعالاً في حالة الصفات ذات المكافئ الوراثي المرتفع مثل صفة وزن الجسم .

٢- طبيعة الصفة:

هناك صفات لا يمكن قياسها على الفرد وانتخابه على أساسها ومنها نسبة التصافي التي تستلزم ذبح الفرد ففي هذه الحالة لا يمكن استعمال الانتخاب الفردي .

كما أن هناك بعض الصفات التي تظهر في أحد الجنسين فقط مثل إنتاج اللبن وإنتاج البيض فنضطر إلى إهمال الجنس الذي لا تظهر فيه الصفة .

وقد تناول مستجير (١٩٨٠) بعض العوامل الأخرى التي تؤثر على مقدار التحسين الوراثي المتوقع في حالة الانتخاب الفردي (تداخل الأجيال - النسبة المنتخبة - العمر التي تظهر فيه الصفة) .

٨-١٢ الانتخاب للصفات المرتبطة Selection for correlated response
يمكن الانتخاب وتقدير القيمة التربوية لأحد الصفات عن طريق الانتخاب أو تقدير القيمة التربوية لصفة أخرى مرتبطة معها وراثياً . فإذا أريد تقدير القيمة التربوية للصفة Y وإذا كانت هذه الصفة مرتبطة وراثياً مع الصفة X ، فإن القيمة التربوية للصفة X تحسب من المعادلة التالية :-

$$\hat{a}_i x = b (y - u) \dots\dots\dots(1)$$

حيث b هو معامل انحدار القيمة التربوية (الوراثية) للصفة Y على القيمة التربوية للصفة X أى أن :

$$b = \text{cov} (a_x, a_y) / \text{var } y = \text{cov} (a_x, a_y) / \sigma_y^2 \dots\dots\dots(2)$$

وبما أن الصفتين X, Y مرتبطتين وراثيا معا فإن :

$$r_{a_x y} = \text{cov} (a_x, a_y) / \sigma_{a_x} \sigma_{a_y} \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{cov} (a_x, a_y) = r_{a_x y} \cdot \sigma_{a_x} \cdot \sigma_{a_y} \dots\dots\dots(4)$$

بالتعويض بالمعادلة رقم ٣ فى المعادلة رقم ٢ فإن :

$$b = r_{a_x y} \sigma_{a_x} \sigma_{a_y} / \sigma_y^2 \dots\dots\dots(5)$$

وحيث أن الجذر التربيعى للمكافئ الوراثى لكل من صفتى X, Y هو

$$h_x = \sigma_{a_x} / \sigma_x \quad h_y = \sigma_{a_y} / \sigma_y \dots\dots\dots(6)$$

$$\sigma_{a_x} = h_x \sigma_x \quad \sigma_{a_y} = h_y \sigma_y \dots\dots\dots(7)$$

بالتعويض بقيم المعادلة ٧ فى المعادلة ٥ فإن :

$$b = r_{a_x y} \sigma_x \sigma_y h_x h_y / \sigma_y^2$$

$$b = r_{a_x y} h_x h_y \sigma_x / \sigma_y$$

أى أن معامل الانحدار b يعتمد على كل من :

١- الارتباط الوراثى بين الصفتين .

٢- المكافئ الوراثى لكل صفة .

٣- الانحراف القياسى للصفة y .

ودرجة الدقة تحسب من المعادلة التالية:

$$\begin{aligned} r_{a_x y} &= \text{cov} (a_x, a_y) / \sigma_{a_x} \sigma_{a_y} \\ &= r_{a_x y} \sigma_{a_y} \sigma_{a_x} / \sigma_{a_x} \sigma_{a_y} \\ &= r_{a_x y} \end{aligned}$$

مثال: فى الدراسة التى قام (Younis (1992 على البط البكىنى لصفتى الوزن عند ٨ أسابيع (BW, gm (Y) وكمية دهن البطن (Abdominal fat, gm X) فإذا كان الانحراف القياسى و المكافئ الوراثى لصفة الوزن عند ٨ أسابيع ٢٤٤ جرام و ٣٢,٠ على التوالى. وإذا كان الانحراف القياسى و المكافئ الوراثى لكمية دهن البطن ٩٢,٦ جرام و ٣٨,٠ على التوالى. وإذا كان الارتباط الوراثى بين صفتى الوزن عند ٨ أسابيع و كمية دهن البطن ٨٨,٠, وإذا كان متوسط القطيع لصفة الوزن عند ٨ أسابيع ١٧٦٠ جرام - أحسب القيمة التربوية لكمية دهن البطن لهذا الطائر وكذلك درجة الدقة إذا كان وزن الطائر ١٩٩٠ جرام.

$$A \text{ abdominal fat} = b (Y - u)$$

$$b = \text{cov} (BW, \text{Abdo}) / \text{var} (BW)$$

$$b = r_{a_{xy}} h_x h_y \sigma_x / \sigma_y$$

$$= 0.88 \times 0.566 \times 0.616 \times 6.92 / 244 = 0.0087$$

$$A \text{ abdominal} = b (Y - u)$$

$$= 0.0087 (1990 - 1760) = 2.00 \text{ gm}$$

$$R = r_{a_{xy}} h_y = 0.88 \times 0.32 = 0.498$$

١٣-٨ الانتخاب العائلى Family Selection

فى هذه الطريقة إما أن ننتخب العائلة بأكملها كوحدة أو تستبعد كوحدة على أساس قيمة متوسطها المظهرى.

والعائلة عبارة عن مجموعة من الأفراد تربطها ببعضها البعض علاقة أو درجة قرابة عن طريق نسب معينة. وفى تربية الحيوان مثلاً يوجد نوعين من العائلات.

(١) عائلة الأخوة الأشقة Full Sibs أو عائلة الأم dam family

٢) عائلة الأخوة أنصاف الأشقة Half Sibs أو عائلة الأب Sire family .
حيث يقارن متوسط الصفة بين العائلات وبعضها البعض وتستبقى الأفراد التى تنتمى الى أعلى المتوسطات.

ومثال على ذلك الانتخاب فى البط خاصة الانتخاب لوزن الصدر - كما فى الدراسة التى قام بها El-Said (1979) على البط البكىنى بمزرعة بحوث الدواجن بكلية الزراعة بكفر الشيخ . حيث أستخدم جيلين من البط حيث أخذت الآباء عشوائيا (٧٢ أنثى و ١٢ ذكر) عند عمر ٤٨ أسبوع ، ثم تم جمع البيض وتفرخه وأخذ ١١٦٠ كتكوت بط بكينى وتم اعتبارهم العشيرة الأساسية ثم انتخبت العائلات التى يزيد متوسط وزن الصدر بها عن المتوسط العام للعشيرة لتصبح آباء الجيل الأول . ثم أخذت ثلاث تفرخات بها حوالى ٨٥٠ كتكوت بط بكينى من الإحدى عشر عائلة منتخبة ومن هذا العدد تم ذبح ٣٣٠ كتكوت بط بكينى عند عمر ٨ أسابيع ولوحظ فى هذه التجربة أن الاستجابة للانتخاب لوزن الصدر عند ٨ أسابيع فى الذكور كانت سالبة بعد جيل واحد من الانتخاب . بينما فى الإناث فقد زاد وزن لحم الصدر فى العشيرة المنتخبة عن العشيرة المقارنة بمقدار ٨ , ٤ جرام . كذلك كان وزن لحم الصدر فى الإناث سواء كان وزن مطلق أو نسبى دائما أثقل من الذكور وكانت الاختلافات بين الجنسين عالية المعنوية لوزن لحم الصدر أدى إلى وزن أثقل عند الذبح .

ويمكن قياس كمية التحسين الوراثى المتوقع أو الاستجابة للانتخاب Response to selection (R) فى حالة الانتخاب العائلى من المعادلة

$$R = i \sigma_{pf} h^2 f$$

التالية :

حيث i شدة الانتخاب و σ^2 الانحراف القياسي المظهري لمتوسطات العائلات و $h^2 f$ المكافئ الوراثي لمتوسطات العائلات للصفة المرغوبة وهى عبارة عن النسبة بين التباين التجمعي لمتوسطات العائلات مقسوماً على التباين المظهري لمتوسطات العائلات وبعبارة أخرى عبارة عن انحدار القيمة التربوية للعائلة على متوسط العائلة المظهري .

ويمكن إجراء الانتخاب العائلي على متوسطات العائلة أو على اختبارات الأخوة الأشقة أو الأخوة أنصاف الأشقة أو على اختيار النسل .

ولا تصالح طريقة الانتخاب العائلي فى جميع الأحوال وأهم الحالات التى تستخدم فيها هذه الطريقة:

١- الصفات ذات المكافئ الوراثي المنخفض كما فى حالة صفات المواءمة fitness لأنه يلاحظ أن الانحرافات البيئية بين أفراد العائلة قد تلاشت نتيجة استعمال المتوسط العام للعائلة الذى يكون قريباً جداً من متوسطها حسب تركيبها الجيني .

٢- فى حالة وجود اختلافات بيئية قليلة أو منخفضة بين الأفراد فى العائلة .

٣- عندما يكون عدد أفراد العائلة كبيراً . حيث أنه كلما زاد عدد أفراد العائلة كلما قرب المتوسط الظاهري للعائلة من متوسطها حسب تركيبها الوراثي .

ومن الصعوبات التى تواجه استخدام هذه الطريقة:

١- لا يمكن تفادى حدوث تربية داخلية بين الأفراد (يجب خفض معامل التربية الداخلية جداً بين أفراد العائلة) .

٢- تحتاج هذه الطريقة إلى مساحات معملية واسعة مما يؤدى الى تحديد عدد الأفراد المستعملة فى التجربة .

وتعتبر طريقة اختبار النسل Progeny testing أهم طرق الانتخاب العائلى المطبقة فى طرق تربية الحيوان والذي يعتبر فترة الجيل فيها العقبة الرئيسية حيث لا يمكن انتخاب الآباء إلا بعد تقدير مظاهر الصفات فى أبنائها .

ففى بعض الصفات التى تظهر على الإناث (الصفات المحددة بالجنس) (Sex – limited traits) وهى الصفات التى تظهر فى أحد الجنسين (only one sex) أى أن الجينات تظهر أثرها فى جنس واحد فقط بالرغم من وجودها فى كل من الجنسين مثل صفة إنتاج اللبن فى الماشية وصفة إنتاج البيض فى الدجاج حيث تظهر الصفة فى الإناث على الرغم من أن الذكور تحمل العوامل الوراثية الخاصة بتلك الصفة .

كذلك صفة نزول الخصية فى كيس الصفن Cryptorchidism فى الإنسان حيث تظهر هذه الصفة فى الذكور . وهذا يفسر نظرية اختبار النسل لذكور ماشية اللبن وديوك الدجاج Progeny testing of dairy bulls and cockerels .

ففى صفة إنتاج اللبن فإن القيمة التربوية للآباء يمكن قياسها عن طريق قياس الصفة على أبناء الآباء (متوسط إنتاج النسل) وبفرض أن Y' هو متوسط الصفة لعدد (n) من أبناء الأب المراد تقدير القيمة التربوية له وبفرض أن هذه الأبناء أنصاف أشقة أى مشتركين فى أحد الآباء وليكن الأب – Paternal half-sibs فإن القيمة التربوية لهذا الأب (âi) Sire (âi) يمكن تقديرها باستخدام معادلة : Mrode (1996)

$$\hat{a}_i = b (y - u)$$

$$b = \text{cov} (a, \bar{y}_1) / \text{var} (y_1)$$

$\text{cov} (a, y_1) = \text{cov} (a, 1/2 \sigma_s + 1/2 \sigma_d + \Sigma n e/n)$
حيث σ_s, σ_d هما القيمة التربوية للأب والأم على التوالي وعلى ذلك فإن :

$$\text{Cov} (a, \bar{y}) = 1/2 \text{cov} (a, \sigma_s) = 1/2 \sigma_a^2$$

$$\text{Var} (\bar{y}) = [t + (1 - t) / n] \sigma_y^2$$

وبفرض عدم وجود تباين تلازمى بيئى Environmental covariance بين

أنصاف الأشقة فان معامل الارتباط داخل المجاميع يكون كالتالى :

$$1/4 h^2 = t$$

$$1/4 h^2 =$$

$$\frac{\sigma_a^2}{\sigma_y^2} = \frac{\text{Variance between groups}}{\text{Variance between groups} + \text{Variance within groups}} = t$$

$$b = \text{cov} (a, \bar{y}) / \text{var} (\bar{y})$$

$$b = 1/2 \sigma_a^2 / [t + (1 - t) / n] \sigma_y^2$$

$$b = 1/2 h^2 \sigma_y^2 [1/4 h^2 + (1 - 1/4 h^2) / n] \sigma_y^2$$

$$b = 2n h^2 / n h^2 + (4 - h^2)$$

$$b = 2n / n + (4 - h^2) / h^2$$

$$b = 2n / (n + k)$$

$$b = 2n / (n + \sigma_e^2 / \sigma_s^2)$$

حيث أن k هو عامل الوزن وهو يعتمد على المكافئ الوراثى وعدد أبناء كل أب .

درجة الدقة وتحسب من المعادلة التالية:

$$R_{a, \bar{y}} = \text{cov} (a, \bar{y}) / \sqrt{(\text{var}(a) \text{var}(\bar{y}))}$$

$$R_{a, \bar{y}} = \sqrt{n / (n + k)}$$

مثال : إذا كان متوسط إنتاج اللبن لبنات طلوقة (٣٠ عائلة أنصاف أشقة) هو

٥٠٠٠ كجم وإذا كان متوسط القطيع والمكافئ الوراثى لكمية اللبن هما ٤٨٠٠

و ٣٠، ٠ على التوالي . أحسب القيمة التربوية لهذا الطلوقة bull وكذلك درجة

الدقة ثم تنبأ بمتوسط إنتاج بنات الطلوقة فى المستقبل .

$$\hat{a}_{\text{bull}} = b (y' - u)$$

$$b = 2n / (n + k)$$

$$\frac{4 - h^2}{h^2} = k \text{ حيث}$$

$$b = \frac{2 \times 30}{30 + (4 - 0.25) / 0.25} = \frac{60}{45} = 1.33$$

$$\hat{a}_{\text{bull}} = 1.33 (5000 - 4800) = 266 \text{ kg}$$

$$r_{a, y} = \sqrt{n / (n + K)} = \sqrt{30 / (30 + 15)} = 0.82$$

ومتوسط إنتاج بنات الأب

$$Y'' = (0.50) \hat{a}_{\text{bull}} + \text{herd average}$$

$$Y' = \frac{1}{2} (266) + 4800 = 133 + 4800 = 4933 \text{ kg}$$

٨.١٤ الانتخاب داخل العائلة Selection within family

فى هذه الطريقة يتم الانتخاب بين الأفراد على أساس انحراف كل فرد عن متوسط عائلته حيث تقارن مظاهر الصفة بين أفراد العائلة وتستبقى الأفراد التى تتفوق فى مظهرها عن متوسط الصفة فى العائلة .

وتستخدم طريقة الانتخاب داخل العائلات فى الأحوال التالية:

١- فى حالة وجود كمية أو قدر كبير من التباين المشترك بين أفراد العائلة وذلك مثل صفة الوزن عند الفطام فى الأرانب حيث أن الجزء الأكبر من التباين يكون راجعاً إلى التأثير وهذا التأثير متساوى بين جميع أفراد العائلة ويؤدى الانتخاب داخل العائلة إلى تلاشى جزء كبير من هذا التباين البيئى المشترك .

فمثلاً: إذا أخذنا عائلة أشقة كبيرة من الأرانب ولدت فى بطن واحدة فإنها ستعتمد فى تغذيتها حتى الفطام على لبن الأم . فإذا كان لبن الأم قليلاً فإن متوسط العائلة سينخفض ويعنى ذلك وجود سبب بيئى مشترك داخل العائلة بسبب جزء من التشابه بين أفراد العائلة الواحدة ويطلق عليه التأثير الأموى .

٢- عند إجراء التجارب على حيوانات المعمل حيث يكون هدف الباحث تقليل أثر التربية الداخلية حيث تشغل التجارب حيزاً أقل من تلك المستخدم فى حالة التطبيق أسلوب الانتخاب العائلى .

٨-١٥ الانتخاب المشترك أو المزدوج Combined Selection

هذه الطريقة مبنية أساساً على مظهر الفرد والمتوسط المظهرى للعائلة حيث تعتمد على انحراف الفرد عن متوسط القطيع وكذلك انحراف متوسط العائلة عن متوسط القطيع . وعند تطبيق الانتخاب المشترك تواجه المربي مشكلتين أساسيتين هما :

- ١- ما مدى الاهتمام الذى يوجه إلى مظهر الفرد بالنسبة إلى متوسط العائلة ؟
 - ٢- ما هو التحسين المتوقع الحصول عليه من تطبيق هذه الطريقة ؟
- نلاحظ أن التحسين الوراثى المتوقع فى حالة استخدام هذه الطريقة يكون أكبر من التحسين الوراثى المتوقع عند استخدام طريقة الانتخاب الفردى أو العائلى . واستخدام الانتخاب المشترك يحتاج إلى تكاليف كبيرة ويتوقف استخدامه على مدى التحسين الوراثى الذى يمكن أن يحصل عليه المربي وهل مقدار الزيادة فى التحسين الوراثى تقابل الزيادة فى التكاليف أم لا ؟

٨-١٦ الانتخاب تبعاً للنسب Pedigree selection

فى حالة عدم وجود سجل إنتاج للحيوان يمكن انتخاب الفرد وكذلك تقدير القيمة التربوية له من خلال قيم كل من الأب والأم ، حيث أن كل أب يساهم بنصف وراثته لنسله وعلى ذلك فإن القيمة التربوية للنسل (o) offspring تحسب من المعادلة التالية :

$$\sigma \hat{a} = (\hat{a}_s + \hat{a}_d)/2$$

وتحسب درجة الدقة من معادلة (1996) Mrode التالية :

$$r \hat{a}_{o,f} = \frac{1}{2} \sqrt{(r^2 s + r^2 d)}$$

مثال إذا فرض أن القيمة التربوية لأب Sire وأم Dam لإحدى عجلات الفريزيان لصفة وزن الجسم عند عمر سنة هي ٦٠ و ١٥٠ على التوالي . وإذا كان درجة الدقة للقيمة التربوية للأب والأم هي ٠,٨١ و ٠,٦٢ على التوالي . أحسب القيمة التربوية لهذه العجالة heifer عند عمر سنة و كذلك درجة الدقة .

$$\hat{a}_{heifer} = 0.5 (150 + 60) = 105 \text{ kg},$$

$$\begin{aligned} r \hat{a}_{o,f} &= \frac{1}{2} \sqrt{(r^2 s + r^2 d)} \\ &= 1/2 \times 1.0200 \\ &= 0.51 \end{aligned}$$

الباب التاسع

التقييم الوراثي

لحيوانات المزرعة

الباب التاسع

التقييم الوراثى لحيوانات المزرعة

تعتبر معرفة المميزات الوراثية أو القيمة التربوية لكل حيوان أول مرحلة فى التحسين الوراثى للصفات المراد تحسينها . لذا يعد التعرف على القيمة الوراثية للحيوانات من أهم عمليات تربية الحيوان ولكى تقترب هذه القيم من التراكيب الوراثية للحيوانات لابد من إزالة اثر العوامل الغير الوراثية والتي قد تحجب وراثه الأفراد ويتم ذلك من خلال تصحيح السجلات للعوامل غير الوراثية أو استخدام السجلات المتعددة للفرد أو الاستعانة بسجلات الأقارب والتي تشمل الأسلاف والأقارب الجانبية والنسل والعائلات .

ولقد تطرقنا فى الباب الثانى من هذا المؤكف إلى التصحيح للعوامل الغير وراثية التى يمكن التصحيح لها فى الحيوانات الزراعية .

ويحتاج المربى إلى التعرف على القيمة الوراثية لحيواناته ليستخدمها فى المفاضلة بين حيواناته لانتخابها لتكون آباء الجيل القادم . وحيث أن وراثه الحيوان ككل لن تكون معروفة فهو يحاول الوصول إليها عن طريق المظهر الخارجى له (أدائه) phenotype .

٩.١- محددات معدل التحسين الوراثى

إن الهدف من التحسين الوراثى هو إنتاج أفضل تركيب وراثى ممكن يعمل بأعلى كفاءة فى البيئة التى يوضع فيها لأجل الحصول على أعلى ربح ممكن .
والتحسين الوراثى للصفات الكمية يتم على خطوتين :

الأولى تقدير القيمة التربوية لكل حيوان بحيث يمكن تحديد الحيوانات ذات التراكيب الوراثية المتفوقة - ومن الطبيعي تكون عملية تقدير القيمة التربوية سهلة لو تم معرفة الجينات التي يمتلكها الحيوان .

أ- الاستغلال الأمثل لأغراض التربية للحيوانات التي تم تحديدها فى الخطوة الأولى وبذلك يمكن الوصول إلى أقصى سرعة للتحسين الوراثي .

وقد يتساءل سائل - إلى أى حد يمكن عمل تحسين وراثي من خلال استخدام المعلومات المتوفرة عن الحيوان (أى الفرد وأقاربه) لتقدير قيمته التربوية . والإجابة عن ذلك قد تكون سهلة مبدئيا حيث أنه قد لا يبدو أن هناك حدوداً للتحسين الوراثي فى المستقبل القريب - ففى ماشية اللبن مثلاً يوجد معدل تحسين وراثي سنوى لصفة إنتاج اللبن من ٢ - ٥٪ - إلا أن هذا المعدل يمكن أن يزيد إلى الضعفين أو الثلاثة أضعاف من خلال استخدام تكنولوجيا الهندسة الوراثية والتقنيات الحيوية الحديثة فى الانتاج الحيواني بصفة عامة (مثل التلقيح الصناعي - نقل الأجنة - الاستنساخ الخ) .

إن الحديث عن محددات معدلات التحسين الوراثي فى الحيوان لابد وأن يجعلنا نتحدث عن العوامل (أو المكونات) التي يعتمد عليها معدل التحسين الوراثي فى الحيوانات المزرعية وهى:

١- التباين الوراثي Genetic Variation

حيث أنه إذا لم يكن هناك اختلافات وراثية بين الحيوانات - فإنه لا يكون هناك تحسين وراثي مهما كانت شدة الانتخاب . ولحسن الحظ أن التباين الوراثي لمعظم الصفات الإنتاجية مثل إنتاج اللبن - الدهن - صفات اللحم - الصوف - إنتاج البيض فى الدواجن الخ من هذه الصفات مرتفع مقارنة بصفات

التناسل والخصوبة – مما يعطى الفرصة للتحسين الوراثى لهذه الصفات الإنتاجية فى معظم الحيوانات المزرعية .

٢- المكافئ الوراثى Heritability

المكافئ الوراثى هو جزء من التباين الكلى الذى ينتج عن عوامل وراثية . وبالتالي فإذا كان المكافئ الوراثى عاليا فإن ذلك يعنى أن سجل الحيوان يدل على القيمة الوراثية للحيوان . أما إذا كان منخفضا نسبيا (٢٥ , ٠ أو أقل) فإن سجل الحيوان لا يساهم إلا قليلا فى تقدير قيمته الوراثية . فمثلا لو افترضنا أن متوسط إنتاج اللبن فى القطيع هو ٦٠٠٠ كجم ومتوسط إنتاج الأباء المنتخبة لتكون أباء للجيل الجديد هو ٥٠٠ كجم أعلى من متوسط إنتاج القطيع – فنتوقع انتقال ١٢٥ كجم من ذلك التفوق إلى النسل (٥٠٠ x ٢٥ , ٠) على اعتبار أن المكافئ الوراثى لصفة إنتاج اللبن هو ٢٥٪ .

أيضا تبدو لنا أهمية قيم المكافئ الوراثى إذا علمنا أن :

التحسين الوراثى / سنة = المكافئ الوراثى x الفارق الانتخابى

مدة الجيل (سنة)

وبالتالى فكلما كان المكافئ الوراثى للصفة عاليا كلما حصلنا لها على تحسين وراثى أعلى فى السنة .

٣- شدة الانتخاب Selection intensity

يتوقف معدل التحسين الوراثى للحيوان فى المقام الأول على قيمة الفارق الانتخابى المفروض تحقيقه من خلال شدة الانتخاب المستخدمة أى على الفرق بين متوسط الأباء المنتخبة ومتوسط القطيع . ومن الطبيعى أنه كلما كانت شدة الانتخاب أكبر كلما كان الفارق الانتخابى أكبر وبالتالي يكون معدل التحسين

الوراثى المتوقع أسرع . ومن خلال التلقيح الصناعى يمكن ممارسة شدة انتخاب أعلى بالنسبة للطلائق عن الأبقار .

٤- طول مدة الجيل Generation interval

تؤثر مدة الجيل على كمية التحسين فى السنة الواحدة - حيث كلما كانت مدة الجيل أقصر كلما زادت سرعة إحلال الأبناء محل الآباء وبالتالي كلما كان التحسين الوراثى أعلى / سنة .

٥- دقة الانتخاب Accuracy of selection (دقة التنبؤ بالقيمة التربوية)

وهى تعنى قيمة الارتباط بين القيمة الوراثية المقدرة والقيمة الوراثية الحقيقية للحيوان . فإذا كانت دقة الانتخاب المقدرة تساوى صفرا فيعنى ذلك أننا نضمن حيث أن هذا يعنى أن المكافئ الوراثى = صفرا وبالتالي يعنى ذلك أن التحسين الوراثى مستحيلا بسبب أن جميع الحيوانات لها نفس القيمة الوراثية (أى ليس هناك أى اختلافات بينها) .

بينما إذا وصلت دقة الانتخاب إلى ١٠٠٪ فيعنى ذلك أننا نعرف بالضبط القيمة الوراثية الحقيقية للحيوان - وهذه الحالة مستحيلة التحقيق طالما هناك تأثير للعوامل البيئية . إذ أن هذه الحالة تعنى أن المكافئ الوراثى ١٠٠٪ وبذلك فإن مظهر الحيوان أو سجلاته تقيس بصورة ممتازة القيمة الوراثية له . وعموما تزداد دقة الانتخاب كلما زاد المكافئ الوراثى وبالتالي يزداد أيضا معدل التحسين الوراثى - والعكس صحيح .

٦- عدد الصفات التي يجرى على أساسها الانتخاب

عندما ينتخب المربي لصفة واحدة فقط فإنه يركز ١٠٠٪ من أهمية الانتخاب على هذه الصفة. بينما عند زيادة عدد الصفات إلى اثنين وثلاثة أو أكثر يقل تأثير الانتخاب - لذلك فكلما كان عدد الصفات أقل كلما كان التحسين الوراثي أسرع والعكس صحيح.

٩-٢ مصادر المعلومات الخاصة بالقيمة الوراثية (مصادر التحسين الوراثي)

يمكن القول أن هناك أربعة مصادر رئيسية للمعلومات عن القيمة الوراثية (التربوية) للفرد (الحيوان) وهى :

١- الفرد نفسه .

٢- نسل الفرد .

٣- أسلاف الفرد (الحيوان) .

٤- الأقارب الجانبية للفرد .

وتستغل هذه المصادر للمعلومات بحيث تمكننا من معرفة القيمة التربوية للفرد - ومن البديهيات أنه كلما توفرت جميع هذه المصادر أمكن معرفة القيمة التربوية للفرد بدقة عالية. إلا أنه قد يختلف مدى توافر هذه المعلومات باختلاف الحيوان نفسه والدرجة العمرية له - فمثلا العجلة المولودة ليس لها أداء فى إنتاج اللبن مثلا وإنما لها أسلاف وبالتالي فإن دقة تقدير القيمة العنبرية Transmitting ability لها ستكون أقل إذا قورنت بقياسها عندما تتوافر معلومات عنها عند وصولها للنضج .

ومعنى ذلك أنه بصفة عامة كلما زادت المعلومات المتوفرة عن الفرد كلما زادت دقة التنبؤ بقيمة الفرد الوراثية .

والجدول (٩-١) التالى يبين مقدار مساهمة كل مصدر من مصادر التحسين الوراثى فى ماشية اللبن والتي قدرت بواسطة Robertson and Rendel (1950) . ويمكن حساب التحسين لكل مصدر من هذه المصادر على حدة ثم يجمع التحسين السنوى الاجمالى فى النهاية .

المصدر	نسبه التحسين%
أباء الأبقار (من الطلائق للبنات)	١٨
أباء الطلائق (من الطلائق للأبناء)	٤٣
أمهات الطلائق (من الأمهات للأبناء)	٣٣
أمهات الأبقار (من الأمهات للبنات)	٦

ومن ذلك يتضح أن الأباء تلعب دورا هاما فى عمليه التحسين الوراثى تصل نسبته إلى ٧٦٪ من أباء الطلائق و ٢٤٪ من أباء الأبقار .

وسوف نتناول مصادر المعلومات عن القيمة الوراثية للحيوان بشئ من التفصيل فى هذا الباب قبل الحديث عن طرق تقدير القيمة التربوية له .
أولا الفرد نفسه :

بما أن وراثه الحيوان ككل لن تكون معروفة – لذا فإن المربى يحاول الوصول إليها عن طريق المظهر الخارجى للحيوان Phenotype . ولذلك يعتبر مظهر الحيوان نفسه أول مصدر عن القيمة التربوية للحيوان – ومن المعروف أن العلاقة بين مظهر الحيوان وقيمته التربوية تساوى الجذر التربيعى للمكافئ الوراثى – وترتفع قيمة مظهر الحيوان عند استعمالها لتقدير تركيبه الوراثى كلما ارتفعت قيمة المكافئ الوراثى للصفة موضع الاهتمام فى هذا الشأن . وعلى ذلك فكلما

ارتفعت قيمة المكافئ الوراثي كلما قلت الحاجة إلى استخدام معلومات أخرى ويكتفى بمظهر الحيوان . وحيث أن معظم الصفات الكمية ذات الأهمية الاقتصادية في حيوانات اللبن ذات مكافئ وراثي منخفض فإنه لابد وأن نأخذ في الاعتبار مصادر المعلومات الأخرى بجانب مظهر الحيوان نفسه عند تقدير القيمة التربوية (الوراثية) للحيوان .

ثانياً نسل الحيوان Progenies

وهو المصدر الثاني من مصادر المعلومات عن القيمة التربوية للحيوان – حيث من المعروف أن نسل الفرد يأخذ عينة منه عبارة عن نصف تركيبه الوراثي . ولكن هذا النصف من جينات الفرد التي تم مرورها للنسل يكون غير معروف بالتحديد . وتزداد أهمية نسل الفرد كمصدر لتقدير القيمة التربوية للحيوان كلما زاد عدد أفراد النسل للفرد . وسوف نُفَصِّل ذلك عند الحديث عن اختبار النسل في هذا الباب بإذن الله تعالى .

ثالثاً الأسلاف Ancestors:

الأسلاف هي الأفراد التي تمت بصلة قرابة مباشرة للفرد وهي تشمل الآباء والجدود وجدود الجدود الخ حيث يمكن الاستفادة من تلك السجلات عند تقييم سجل الفرد . مع الأخذ في الاعتبار أنه لابد من أخذ معلومات الفرد نفسه والمتمثلة في قيمته المظهرية . ويسمى هذا النوع اختيار الفرد على أساس مظهر الأسلاف Performance of ancestors or Pedigree selection أو اختبار الأسلاف والأقارب Ancestors and relatives test وفي هذا النوع فإن الفرد يقدر القيمة التربوية للفرد عند توافر سجلات الأقارب والأسلاف أي ينتخب على أساس تفوق أسلافه – وهو مقياس لأقارب

الفرد Pedigree من خلال أبويه أو أجداده . والأساس فى استخدام مظهر الأسلاف للتعبير عن الفرد هو أن كل فرد فى المجتمع يحمل نصف العوامل الوراثية من الأب والنصف الآخر من الأم ويوجه الاهتمام ناحية الآباء الأقرب فى الصفة لان الجينات التى تنتقل للفرد تقل إلى النصف كل جيل جديد - ويمكن الرجوع الى ٣ أو ٤ أجيال فقط . وهذا النوع من التقييم يكون مفيد فى الحالات الآتية :-

١- بالنسبة للصفات ذات المكافئ الوراثي المنخفض .

٢- بالنسبة للانتخاب المبكر قبل النضج الجنسي .

٣- الصفات المحددة بالجنس .

٤- عند مقارنة أفراد لها نفس المظهر .

إن دقة التقدير للقيمة التربوية للذكور تعتمد على إزالة اثر العوامل الغير وراثية والتى تؤثر على الصفة أو الصفات الإنتاجية المدروسة . ومن الممكن تقدير هذه القيم التربوية لصفة واحدة أو عدة صفات كمية كما يمكن أن تقدر على أساس معيار واحد أو عدة معايير . ويعبر عن دقة تقدير القيم الوراثية إحصائيا بالارتباط الموجود بين التركيب الوراثي والمظهر الخارجى للصفة والتى تساوى الجذر التربيعي للمكافئ الوراثي $\sqrt{h^2}$.

فإذا استطعنا معرفة كل جينات الأب والأم معرفة تامة وهذا من الأمور

المستحيلة فإن دقة التنبؤ للنسل لن تزيد عن $\sqrt{\frac{1}{2}}$ أى ٠,٧١ وذلك راجع لعملية الانعزلات المندلية التى تحدث . ويختلف الوزن النسبي الذى يعطى لكل سلف باختلاف علاقته بالفرد موضع الاعتبار فكلما زادت درجة القرابة بين الأسلاف

والفرد زادت أهميته بوجه عام فالأب والأم مثلاً كليهما يحظى بنفس الأهمية بينما يحظى الجد والجددة بأهمية أقل وهكذا . . . ونادراً ما يذهب المربي إلى أبعد من جيلين في سجل نسب الحيوان لمحاولة معرفة معلومات عن وراثته - وإذا تم انتخاب الأفراد على أساس أسلافها فقط فإن التحسين الوراثي المتوقع يحسب من العلاقة :

$$R = r * h^2n * s\Delta$$

حيث أن : r = معامل القرابة بين الفرد والسلف .

S = الفارق الانتخابي .

h^2n = المكافئ الوراثي للصفة .

وهذا التحسين الوراثي يكون أقل من التحسين المتوقع إذا ما جرى الانتخاب على أساس خصائص الفرد نفسه وتقرب النتيجتان من بعضهم كلما كبرت قيمة معامل القرابة (r) حيث يزيد التحسين المتوقع بزيادة معامل القرابة. **الاعتبارات الهامة التي تؤخذ في الحسبان عند استخدام معلومات عن الأسلاف:** لقد تناول كل من Walsh and Lynch (2009) في كتاب نظرية دليل الانتخاب بالفصل الثامن والثلاثين تحت عنوان Using information from relatives and ancestors أهم الاعتبارات التي يجب أخذها في الاعتبار عند استخدام المعلومات لتقييم الفرد من الأسلاف وهي :

١- كلما انخفضت قيمة المكافئ الوراثي للصفة - فإنه يزيد الاهتمام بالأسلاف .

٢- بعض الصفات لا يمكن قياسها على الفرد نفسه وبالتالي لابد من أخذها من الأسلاف أو الأقارب الجانبية مثل صفة إدراج اللبن بالنسبة للذكور - أو القدرة على الوثب بالنسبة للأمهات وإنتاج البيض بالنسبة للديوك .

٣- فى حالة الصفات التى يتطلب فيها ذبح الحيوان لقياسها مثل صفات الذبيحة ففي هذه الحالات تنتخب الأفراد تبعاً للمعلومات المستقاة من أسلافها أو أقاربها الجانبية .

٤- فى حالة الانتخاب فى سن مبكرة للحيوان - فإنه يمكن الاستفادة من سجلات أسلافه مثل انتخاب العجلات فى عمر سنه مثلاً لصفة إنتاج الحليب - ففي هذه الحالة يجب أن يُفاضل بين العجلات المنتخبة على أساس إدراج أمهاتها (وأسلافها) من الحليب .

٥- إعطاء الأهمية النسبية لكل مصدر من المصادر .
بعض العوامل التى تقلل من الاعتماد على سجلات الأسلاف فى تقدير قيمة الوراثة للحيوان :

١- قد تُسجل المعلومات عن بعض الأسلاف بتحيز ما - كما أنها قد تكون غير كاملة .

٢- عدم معرفة سجلات الأسلاف بدقة تامة .

٣- عشوائية الانعزالات المتبدلية تعوق معرفه الأبناء معرفة تامة من آبائها .

رابعاً الأقارب الجانبية

وهى أقارب الفرد عن طريق علاقة مباشرة مثل الاخوة - أبناء العم والأعمام - العمات - والأخوال والحالات - الخ . فالحيوان فى هذه الحالة يُختار

على أساس مظهر أقاربه . وفى هذا النوع من التقييم لابد من الأخذ فى الاعتبار النقاط الآتية :

- ١- مراعاة الدقة فى المعلومات المتاحة .
 - ٢- لابد من الاهتمام بالأفراد الأكثر قرابة .
 - ٣- لابد من وجود عدد كبير من الأقارب (الإخوة - الأشقاء - أنصاف الأشقاء) والمعلومات الكافية تعطى فكره عن وراثة الحيوان .
- وعند توافر هذه المعلومات لا ضرورة لدراسة الأسلاف ancestors .
- ويمكن استخدام هذا النوع من مصادر المعلومات (أى الأقارب الجانبية) فى بعض الحالات والتي من أهمها :
- الصفات منخفضة المكافئ الوراثي حيث أن متوسط هذه الأفراد يعطى فكره جيده عن القيمة التربوية للفرد خاصة إذا كان عدد الأفراد كبير .
 - فى الصفات التى تحتاج إلى ذبح الحيوان (إنتاج اللحم) .
 - فى الصفات المحددة بالجنس .
 - فى الانتخاب المبكر للصفات التى لا تظهر إلا بعد النضج الجنسي (العجلات الصغيرة على سبيل المثال) .
 - يمكن أن يستخدم هذا النوع كدعامة للانتخاب الفردى .
 - وقد أوضح كل من Walsh and Lynch (2009) فى كتابهما Selection index أنه إذا كان التحسين المتوقع من الانتخاب الفردى هو ١ فإن التحسين الوراثي المتوقع من الانتخاب على أساس الأقارب الجانبية هو :

$$\Delta R = \frac{1 + (n - 1)t}{\sqrt{n [1 + (n - 1)t]}} \quad \text{or} = r \sqrt{\frac{n}{1 + (n - 1)t}}$$

حيث n عدد الأفراد التى بينها معامل قرابة قدره t (أو r) .

٩.٤- الفروض الواجب توافرها لتقدير القيمة التربوية للفرد من سجلات الأقارب
أورد (1984) Becker أنه يمكن تقدير القيمة التربوية لأي صفة لأي فرد من
سجلات أقاربه إذا توافرت الفروض Assumptions التالية :

- ١- ألا يكون هناك ارتباط بالجنس .
- ٢- ألا توجد صلة قرابة بين الحيوانات المتزاوجة .
- ٣- أن يكون التباين الوراثي التجمعي ذو أهمية فى الصفة .
- ٤- ألا يوجد تأثير للقطيع على الصفة موضع التقييم .
- ٥- أن لا يوجد أثر للعوامل البيئية التى تسمى بالتأثيرات البيئية المشتركة
Common environmental effects والتأثيرات الأمية غير الوراثية
Non-genetic maternal effects .
- ٦- أن تصحح البيانات التى ستستخدم فى تقدير القيمة التربوية للعوامل البيئية
مثل شهر وموسم الولادة - العمر - عدد المواسم . . . الخ حيث أن قيمة
المكافئ الوراثى تزداد بزيادة عدد هذه السجلات المصححة - كما هو موضح من
المعادلة التالية:

$$h^2_n = h^2_1 \left[\frac{n}{1 + (n - 1) R} \right]$$

حيث أن :

h^2_n = المكافئ الوراثى محسوب على أساس n من السجلات للفرد .

h^2_1 = المكافئ الوراثى محسوب على أساس سجل واحد .

n = عدد السجلات للفرد .

R = المعامل التكرارى للصفة .

والمقدار $\left[\frac{n}{1 + (n - 1) R} \right]$ هو عامل وزن للمكافئ الوراثي والتي يمكن

استخراجها من الجدول رقم (٩-٢) كما أورده (1984) Becker باستخدام أعداد مختلفة من السجلات وقيم مختلفة من المعامل التكرارى .

جدول رقم (٩-٢) يبين عوامل الوزن للمكافئ الوراثي عند استخدام أعداد مختلفة من السجلات وقيم مختلفة من المعامل التكرارى .

عدد السجلات n	المعامل التكرارى (R or t) Repeatability								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.82	1.67	1.54	1.43	1.33	1.25	1.18	1.11	1.05
3	2.50	2.14	1.88	1.67	1.50	1.36	1.25	1.15	1.07
4	3.08	2.50	2.11	1.82	1.60	1.43	1.29	1.18	1.08
5	3.57	2.78	2.27	1.92	1.67	1.47	1.32	1.19	1.09
6	4.00	3.00	2.40	2.00	1.71	1.50	1.33	1.20	1.09

٩.٥- المعادلة العامة لتقدير القيمة التربوية للفرد باستخدام سجلات الأقارب
طبقا للمعادلة العامة التي أوردها (1984) Becker فإن القيمة التربوية للفرد تقدر من سجلات أقاربه كالتالى :

$$BV = b_1(\bar{x}_I - \bar{x}_p) + b_2(\bar{x}_D - \bar{x}_p) + b_3(\bar{x}_S - \bar{x}_p) + b_4(\bar{x}_{MD} - \bar{x}_p) + b_5(\bar{x}_{SD} - \bar{x}_p) + b_6(\bar{x}_{HS} - \bar{x}_p) + b_7(\bar{x}_{FS} - \bar{x}_p) + b_8(\bar{x}_O - \bar{x}_p)$$

حيث أن:

BV = القيمة التربوية للفرد معبرا عنها كانحراف عن متوسط القطيع.

$\bar{x}_I$ = متوسط سجلات أداء الفرد Individual.

$\bar{x}_D$ = متوسط سجلات أداء الأم Dam.

$\bar{x}_S$ = متوسط سجلات أداء الأب Sire.

$\bar{x}_{MD}$ = متوسط سجلات أداء جدة الفرد من الأم Maternal grand-dam
(ويمكن استخدام أداء جد الفرد من الأم Maternal grand-sire ويرمز له بالرمز $\bar{x}_{MS}$).

$\bar{x}_{SD}$ = متوسط سجلات أداء جدة الفرد من الأب Paternal grand-dam
(ويمكن استخدام أداء جد الفرد من الأب Paternal grand-sire ويرمز له بالرمز $\bar{x}_{PS}$).

$\bar{x}_{HS}$ = متوسط أداء أنصاف الأشقة Half-sibs،

$\bar{x}_{FS}$ = متوسط أداء الأخوة الأشقة Full sibs.

$\bar{x}_O$ = متوسط أداء النسل للفرد Progeny.

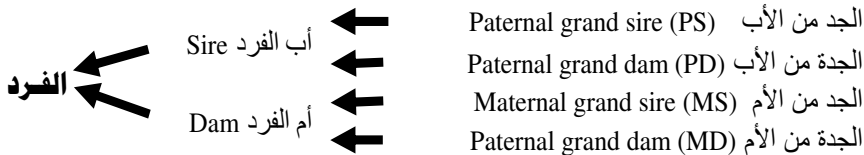
$\bar{x}_P$ = متوسط القطيع المظهري Phenotypic mean of the herd.

b = معامل الانحدار الجزئي للقيمة التربوية للفرد على أحد أقاربه.

وتحسب قيمة b من خلال سجلات الفرد وأسلافه كما أوضحها كل من

Jardine, (1958), Young, (1961), Becker (1975 & 1984)

and Walsh and Lynch (2009) في تسع حالات هي كالتالي :



١. إذا توفر سجل الفرد نفسه فقط تحسب b_1 كالتالى:

$$b_1 = h^2_I$$

حيث أن:

b_1 = معامل الانحدار الجزئى للقيمة التربوية لسجل الفرد نفسه سجله
Individual's record.

h^2_I = المكافئ الوراثى محسوب على أساس n من سجلات الفرد نفسه. ثم يعوض بقيمة b فى المعادلة العامة لحساب القيمة التربوية للفرد كالتالى:

$$BV = b_1 (\bar{x}_I - \bar{x}_P)$$

٢. إذا توافر سجل الفرد نفسه وسجل أمه تحسب b_1 و b_2 كالتالى:

$$b_1 = h^2_I \left[\frac{(4 - h^2_D)}{(4 - h^2_I h^2_D)} \right]$$

حيث أن:

b_1 = معامل اعتماد (انحدار) القيمة التربوية على سجل الأم (البقرة).

h^2_D = المكافئ الوراثى محسوب على أساس n من سجلات أم الفرد.

h^2_I = المكافئ الوراثى محسوب على أساس متوسط سجل أداء الفرد نفسه

Individual. و h^2_I عبارة عن المكافئ الوراثى مضروباً فى عامل الوزن

للمكافئ $\left[\frac{n}{1 + (n-1)R} \right]$ والذى تم شرحه سابقاً ويمكن أيضاً استخراج هذا

المعامل من الجدول رقم (٩-٢) السابق. وكذلك الحال مع h^2_D .

بينما b_2 تكون كالتالى:

$$b_2 = h^2_D \left[\frac{2(1 - h^2_I)}{(4 - h^2_I h^2_D)} \right]$$

حيث أن b_2 = معامل الانحدار الجزئى للقيمة التربوية للفرد على سجل أمه.

ثم تقدر القيمة التربوية (BV) للفرد عند توافر سجله وسجل أمه من المعادلة التالية كما هو موجود في المعادلة العامة السابقة لتقدير القيمة التربوية للفرد :

$$BV = b_1(\bar{x}_I - \bar{x}_P) + b_2(\bar{x}_D - \bar{x}_P)$$

مثال ١: في دراسة قام بها (E-L-Awady and oudah, 2011) وجد أن بقرة متوفر لأمها ثلاث سجلات بمتوسط محصول لبن سنوى قدره ٥١٠٠ كجم ومتوسط إنتاج للقطيع قدره ٤٥٠٠ كجم - كما توفر خمس سجلات للبقرة نفسها بمتوسط إنتاج لبن سنوى لهذه السجلات الأربعة مقداره ٥٠٠٠ كجم ومتوسط إنتاج القطيع الذى منه هذه السجلات هو ٤٤٠٠ كجم . فإذا علمت أن قيمة المكافئ الوراثي والمعامل التكرارى لصفة محصول اللبن هي ٠,٣٨ و ٠,٢٥ على الترتيب - فما هى القيمة التربوية لهذه البقرة إذا توافر سجل البقرة نفسها وسجل أمها؟

الحل

1- نحسب قيم المكافئ الوراثي في حالة عدد n من سجلات البقرة نفسها وسجل أمها باستخدام الجدول رقم (٩-٢) السابق كما يلى :

$$h^2_I = 0.25(1.67) = 0.418$$

$$h^2_D = 0.25(1.92) = 0.480$$

2- نحسب قيمة معاملات الانحدار الجزئية b1 ، b2 كما يلى :

$$b_1 = h^2_I \left[\frac{(4 - h^2_D)}{(4 - h^2_I h^2_D)} \right] = 0.418 \left(\frac{(4 - 0.480)}{4 - (0.418)(0.480)} \right) = 0.387$$

ويلاحظ هنا أن معامل اعتماد القيمة التربوية على سجل البقرة نفسها (الفرد نفسه) كبير مما يدل على أهمية ذلك في حساب القيمة التربوية .

$$b_2 = h^2_D \left[\frac{2(1-h^2_I)}{(4-h^2_I h^2_D)} \right] = 0.480 \left(\frac{2(1-0.418)}{4-(0.418)(0.480)} \right) = 0.147$$

وهنا نلاحظ أن اعتماد القيمة التربوية علي سجل الفرد نفسه أعلى من الاعتماد علي سجل أمه .

3- تقدر القيمة التربوية (BV) للبقرة عند توافر سجلها وسجل أمها باستخدام المعادلة العامة الآتية :

$$BV = b_1(\bar{x}_I - \bar{x}_P) + b_2(\bar{x}_D - \bar{x}_P)$$

$$= 0.387(5000 - 4400) + 0.147(5100 - 4500) = 320.4kg.$$

وبذلك تكون القيمة التربوية المقدرة لهذه البقرة كانهرفاء موجب عن متوسط القطيع هي ٤ , ٣٢٠ كجم من الحليب .

٣- إذا توافر سجل الفرد نفسه وسجل أبيه تحسب b_1 و b_3 كالتالى:

تحسب أولا قيم المكافئ الوراثى فى حالة n من سجلات الفرد نفسه وسجل أبيه

$$h^2_n = \left[\frac{n}{1 + (n - 1) R} \right] h^2_I \quad \text{كالتالى:}$$

وبالتالى نحسب كلا من h^2_I و h^2_S من المعادلة العامة السابقة مع الأخذ فى الاعتبار أن قيمة المعامل التكرارى والمكافئ الوراثى يكونان معلومان فى المسألة للصفة موضع تقدير القيمة التربوية لها فى الفرد .

$$b_1 = h^2_I \left[\frac{(4 - h^2_S)}{(4 - h^2_I h^2_S)} \right]$$

ثم

$$b_3 = h^2_s \left[\frac{(4 - h^2_I)}{(4 - h^2_I h^2_s)} \right] \quad \text{و}$$

حيث أن :

b_3 = معامل اعتماد القيمة التربوية للفرد على سجل أبيه Sire record .

h^2_s = المكافئ الوراثي محسوب على أساس n من سجلات أب الفرد .

ثم تقدر القيمة التربوية (BV) للفرد عند توافر سجله وسجل أبيه من المعادلة التالية كما هو موجود في المعادلة العامة السابقة لتقدير القيمة التربوية للفرد :

$$BV = b_1(\bar{x}_I - \bar{x}_P) + b_3(\bar{x}_S - \bar{x}_P)$$

مثال ٢: في دراسة قام بها EL-Awady (2009) على قطيع الفريزيان نجما وجد أن طلوقة من الأبقار ثلاثة سجلات لإنتاج بناته من اللبن السنوى متوسطها ٧٠٠٠ كجم وكان متوسط إنتاج القطيع الذي منه هذا الطلوقة من محصول اللبن السنوى هو ٦٥٠٠ كجم . وإذا توفر سجلان لأب هذا الطلوقة بمتوسط إنتاج لبن سنوى قدره ٦٣٠٠ كجم ومتوسط إنتاج القطيع (في الوقت المعاصر لسجلات الأب) الذي منه هذا الأب هو ٦٠٠٠ كجم فإذا علمت أن قيمة المكافئ الوراثي والمعامل التكرارى لصفة إنتاج اللبن هى ٣٠ , ٤٥ , ٠ على التوالى ، فما مقدار القيمة التربوية لهذا الطلوقة إذا توفر سجله وسجل أبيه؟

الحل

1- نحسب قيم المكافئ الوراثي في حالة تعدد n من سجلات الطلوقة نفسه وسجل أبيه كما يلي :

$$= h^2_n \left[\frac{n}{1 + (n - 1) R} \right] h^2_I$$

$$h^2_I = 0.30 \left[\frac{3}{1 + (3 - 1)0.35} \right] = 0.30 (1.76) = 0.53$$

$$h^2_S = 0.30 \left[\frac{2}{1 + (2 - 1)0.35} \right] = 0.30 (1.48) = 0.44$$

2- نحسب قيمة معاملات الانحدار الجزئية b1 ، b3 كما يلي :

$$b_1 = h^2_I \left[\frac{(4 - h^2_S)}{(4 - h^2_I h^2_S)} \right] =$$

$$= 0.53 \left[\frac{(4 - 0.44)}{(4 - (0.53)(0.44))} \right] = 0.53 (0.95) = 0.50$$

$$b_3 = h^2_S \left[\frac{(4 - h^2_I)}{(4 - h^2_I h^2_S)} \right] =$$

$$= 0.44 \left[\frac{(4 - 0.53)}{(4 - (0.53)(0.44))} \right] = 0.44 (0.92) = 0.41$$

3- تقدر القيمة التربوية (BV) للطلوقة عند توافر سجله وسجل أبيه

باستخدام المعادلة الآتية :

$$BV = b_1 (\bar{x}_I - \bar{x}_P) + b_3 (\bar{x}_S - \bar{x}_P)$$

$$= 0.53 (7000 - 6500) + 0.41 (6300 - 6000)$$

$$= 265 + 123 = 388 \text{ kg} .$$

أى أن القيمة التربوية لهذا الطلوقة هى ٣٨٨ كجم من اللبن كإخراف (موجب)
عن متوسط العشيرة . كما يمكن ملاحظة أن مساهمة الفرد نفسه في قيمته التربوية
أعلى (٢٦٥ كجم) من مساهمة أبيه (١٢٣ كجم) .

٤. إذا توفرت سجلات الأم والأب فتحسب b_2 و b_3 كالتالى:

$$b_2 = 0.5h^2_D$$

$$b_3 = 0.5h^2_S$$

حيث أن :

b_2 = معامل الانحدار الجزئى للقيمة التربوية للفرد على سجل أمه Dam
.record

b_3 = معامل الانحدار الجزئى للقيمة التربوية للفرد على سجل أبيه Sire
.record

h^2_D = المكافئ الوراثى محسوب على أساس n من سجلات أم الفرد .

h^2_S = المكافئ الوراثى محسوب على أساس n من سجلات أب الفرد .

٥. إذا توفرت سجلات الأم وجدة الفرد من الأم فتحسب b_2 و b_4 كالتالى:

$$b_2 = h^2_D \left[\frac{(4 - h^2_{MD})}{2(4 - h^2_D h^2_{MD})} \right]$$

$$b_4 = h^2_{MD} \left[\frac{2(1 - h^2_D)}{2(4 - h^2_D h^2_{MD})} \right] \text{ or}$$

$$b_4 = h^2_{MD} \left[\frac{(1 - h^2_D)}{4 - h^2_D h^2_{MD}} \right]$$

حيث أن :

b_4 = معامل الانحدار الجزئي للقيمة التربوية للفرد على سجل جدته من الأم
. Maternal grand-dam

h^2_{MD} = المكافئ الوراثي محسوب على أساس n من سجلات جدة الفرد من
الأم.

مثال ٣: فى نفس الدراسة السابقة (E-L-Awady (2009 وجد أن طلوقة ما
من ماشية الحليب له أربعة سجلات لجدته من أمه حيث كان متوسط محصول
الحليب السنوى لهذه السجلات الأربعة هو ٥٥٠٠ كجم بينما كان متوسط إنتاج
القطيع الذي منه جدة الفرد من الأم هو ٤٥٠٠ كجم وإذا كان هناك سجلان لأم
هذه الطلوقة بمتوسط إنتاج قدره ٥٠٠٠ كجم ومتوسط إنتاج القطيع الذى منه
هذه الأم هو ٤٠٠٠ كجم . فإذا علمت أن قيمة المكافئ الوراثي والمعامل
التكرارى لصفة إنتاج الحليب هي ٣, ٠, ٤, ٠ علي الترتيب ، فما هى قيمة
القيمة التربوية لهذه الطلوقة؟

الحل

1- نحسب قيمة المكافئ الوراثي فى حالة تعدد n من سجلات أم الطلوقة وجدة
الطلوقة من الأم باستخدام الجدول رقم (٢-٩) السابق كما يلى :

$$h^2_D = 0.3(1.43) = 0.429$$

$$h^2_{MD} = 0.3(1.82) = 0.546$$

2- نحسب قيم معاملات الانحدار الجزئية (b_2 & b_4) كما يلى :

$$b_2 = h^2_D \left[\frac{(4 - h^2_{MD})}{2(4 - h^2_D h^2_{MD})} \right]$$

$$\begin{aligned}
b_2 &= 0.429 \left[\frac{(4 - 0.546)}{2(4 - (0.429)(0.546))} \right] \\
&= 0.429 \frac{3.454}{7.532} = 0.197 = 0.20 \\
b_4 &= h^2_{MD} \left[\frac{(1 - h^2_D)}{4 - h^2_D h^2_{MD}} \right] \\
b_4 &= 0.546 \left[\frac{(1 - 0.429)}{4 - (0.429)(0.546)} \right] \\
&= 0.546 \frac{0.312}{3.766} = 0.546 (0.083) = 0.045
\end{aligned}$$

3- تقدر القيمة التربوية (BV) لهذه الطلوقة عند توافر سجلات أم الطلوقة وجدة الطلوقة من الأم باستخدام المعادلة العامة الآتية :

$$\begin{aligned}
BV &= b_2 (\bar{x}_D - \bar{x}_P) + b_4 (\bar{x}_{MD} - \bar{x}_P) \\
&= 0.20 (5000 - 4000) + 0.045 (5500 - 4500) \\
&= 200 + 45 = 245 \text{ kg} .
\end{aligned}$$

وبذلك تكون القيمة التربوية المقدرة لهذه الطلوقة هي ٢٤٥ كجم من الحليب كإخلاف (موجب) عن متوسط العشيرة .

٦- إذا توفر سجل الأم وجدة الفرد من الأم وجدة الفرد من الأب:
فبحسب b2 و b4 كما في حالة سجل الأم Dam's records وجدة الفرد من الأم Maternal grand dam السابق توضيحه - بينما تحسب قيمة b5 كالتالي :

$$b_5 = 0.25 h^2_{PD}$$

$$h^2_{PD} = h^2 \left[\frac{n}{1 + (n - 1) R} \right]$$

حيث أن:

b_5 = معامل الانحدار الجزئي للقيمة التربوية للفرد على سجل جدته من الأب
 b_2 Paternal grand dam = معامل الانحدار الجزئي للقيمة التربوية للفرد
 على سجل أمه Dam record .

h^2_{PD} = المكافئ الوراثي محسوب على أساس n من سجلات جدة الفرد من
 الأب.

ثم تقدر القيمة التربوية للفرد بعد حساب قيم b_2 و b_4 و b_5 من المعادلة العامة
 التالية:

$$BV = b_2(\bar{x}_D - \bar{x}_P) + b_4(\bar{x}_{MD} - \bar{x}_P) + b_5(\bar{x}_{PD} - \bar{x}_P)$$

مثال ٤: في نفس الدراسة السابقة (EL-Awady (2009 إذا فرض وجود ثلاثة
 سجلات لجدة الطلوقة من الأب (PD) Paternal grand-dam حيث كان متوسط
 إنتاج اللبن السنوي لهذه السجلات الثلاثة هو ٥٠٠ كجم وأن متوسط إنتاج القطيع
 الذي منه هذه السجلات هو ٤٥٠ كجم . فما هي القيمة التربوية لهذا الطلوقة ؟

الحل

1- نحسب قيم المكافئ الوراثي في حالة تعدد n من سجلات جدة الطلوقة من
 الأب باستخدام الجدول رقم (٩-٢) السابق كما يلي:

$$h^2_{PD} = 0.3(2.11) = 0.633$$

2- نحسب قيمة معامل الانحدار الجزئي (b_5) كما يلي:

$$b_5 = 0.25 h^2_{PD} = 0.25 (0.633) = 0.158$$

3- تقدر القيمة التربوية (BV) لهذه الطلوقة عند توافر سجلات أم الطلوقة وجدة الطلوقة من الأم والأب باستخدام المعادلة العامة الآتية :

$$BV = b_2(\bar{x}_D - \bar{x}_P) + b_4(\bar{x}_{MD} - \bar{x}_P) + b_5(\bar{x}_{PD} - \bar{x}_P)$$

$$= 200 + 22.5 + 0.158(5000 - 4500) = 301.5kg.$$

٧- تقدير القيمة التربوية للفرد من سجلات الأخوة الأشقاء وأنصاف الأشقاء:

فى هذه الحالة يجب تقدير قيمة N أولاً والتي تعد كعامل وزن للمكافئات الوراثية المحسوبة على أساس n من سجلات الأخوة أنصاف الأشقاء للفرد المراد تقدير قيمته الوراثية .

$$N = \frac{nd}{[1 + (nd - 1)t]}$$

حيث أن:

N = عدد الأخوة الأشقاء للفرد المراد تقدير قيمته الوراثية .

n = عدد الأخوة الأشقاء لكل عائلة .

d = عدد الأمهات والتي تتزوج مع أب معين لإنتاج نسل أشقاء .

t = المعامل التكرارى أى معامل الارتباط داخل المجموعات وقيمته تساوى ربع المكافئ الوراثى أى أن :

$$t = rh \frac{1}{4}h^2$$

عندما تكون n تساوى واحد صحيح . وعلى ذلك يكون لدينا الحالات الآتية:

أ- إذا توفر سجل الأم وسجلات لأنصاف الأشقة الأمية يكون:

$$b_2 = 0.5 h^2_D$$

و

$$b_6 = 0.25 h^2_{MHS}$$

حيث أن:

h^2_{MHS} = المكافئ الوراثي محسوب على أساس n من سجلات الأخوة أنصاف الأشقة الأمية للفرد Maternal half sibs.

ب- إذا توفر سجل الأب وسجلات لأنصاف الأشقة الأبوية يكون:

$$b_3 = h^2_S \left[\frac{(4 - h^2_{PHS} N)}{2(4 - h^2_S h^2_{PHS} N)} \right] \quad b_3$$

$$b_6 = h^2_{PHS} N \left[\frac{(1 - h^2_S)}{2(4 - h^2_S h^2_{PHS} N)} \right] \quad b_6 \text{ و}$$

حيث أن:

h^2_{PHS} = المكافئ الوراثي محسوب على أساس n من سجلات الأخوة أنصاف الأشقة الأبوية للفرد Paternal half sibs.

ج- إذا توفر سجل الفرد نفسه وسجل الأم وسجلات لأنصاف الأشقة الأبوية يكون:

$$b_1 = h^2_I \left[\frac{(16 - 4 h^2_D - h^2_{PHS} N)}{(16 - 4 h^2_D - h^4_{PHS} N)} \right] \quad b_1$$

$$b_2 = h^2_D \left[\frac{8(1 - h^2_I)}{(16 - h^4_D - h^4_{PHS} N)} \right] \quad b_2 \text{ و}$$

و b_6

$$b_6 = h^2_{PHS} N \left[\frac{4(1 - h^2_I)}{(16 - 4h^4_S - h^4_{PHS} N)} \right]$$

مثال ٥: قام بها (E-L-Awady etd (2010)

فى دراسة لتقييم الأغنام الرحمانى بمزرعة محلة موسى توفرت بيانات عن ثلاثة كباش لصفة الوزن عند ستة أشهر كما هو مبين بالجدول التالى:

عدد هذه الأشقاء التي أنتجت	عدد أنصاف الأشقاء	متوسط سجلات					عدد السجلات المفردة	الكباش
		الأم من الأم x_{MD}^-	الأب من الأب x_{PD}^-	x_D^-	x_S^-	القطيع x_P^-		
٥	٦	---	---	٣٠	---	٢٩	---	١
---	---	٣٥	٣٢	٣٤	---	٣٠	٢	٢
---	---	٣٦	٣٤	---	٣٠	٣٢	٢	٣

والمطلوب تقدير القيمة التربوية (الوراثية) للكباش الثلاثة إذا علمت أن المكافئ

الوراثي والمعامل التكرارى للصفة هو ٠,٢٥ و ٠,٣٥ على التوالى؟

الحل

****الكباش الأول:**

١- تقدير قيمة N والتي تمثل متوسط عدد أنصاف الأشقاء للفرد المراد تقدير قيمته

التربوية :

$$N = \frac{nd}{[1 + (nd - 1)t]} = \frac{(6)(5)}{1 + (30 - 1)0.35} \frac{30}{11.15} = 2.69$$

٢- نحسب قيمة المكافئ الوراثى فى حالة تعدد سجلات الفرد نفسه وسجل أمه وسجلات إخوته أنصاف الأشقاء الأبوية كما يلى :

$$h^2_D = h^2_I \left[\frac{n}{1 + (n-1)R} \right] = 0.25 \frac{3}{1 + (3-1)0.35} = 0.44$$

$$h^2_{PHS} = h^2_I \left[\frac{n}{1 + (n-1)R} \right] = 0.25 \frac{6}{1 + (6-1)0.35} = 0.56$$

ثم يحسب معاملات الانحدار الجزئية b_2 و b_6 كما يلى :

$$b_2 = 0.5h^2_D = 0.50(0.44) = 0.22$$

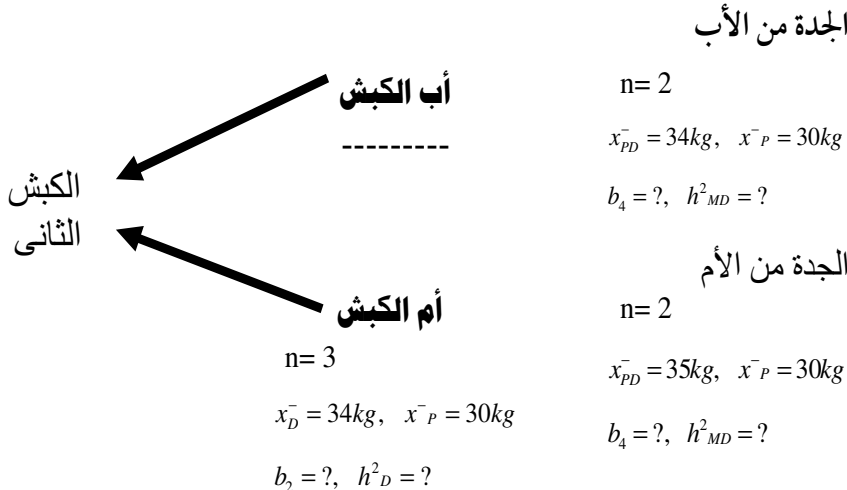
$$b_6 = 0.25(h^2_{PHS} N) = 0.25(0.56)(2.69) = 0.37$$

ثم نقدر القيمة التربوية للكباش الأول من المعادلة العامة :

$$BV = b_2(\bar{x}_D - \bar{x}_P) + b_6(\bar{x}_{HS} - \bar{x}_P)$$

$$= 0.22(30 - 29) + 0.38(32 - 28) = 0.22 + 1.52 = 1.74kg.$$

****الكباش الثانى:** يمكن تلخيص بياناته كالتالى :



$$h^2_D = h^2_I \left[\frac{n}{1 + (n-1)R} \right] = 0.25 \frac{2}{1 + (2-1)0.35} = 0.37$$

وبما أنه قد توافر سجل الأم وجدة الفرد من الأم:

$$\therefore h^2_D = h^2_{MD} = h^2_{PD} = 0.37$$

$$b_2 = h^2_D \left[\frac{(4 - h^2_{MD})}{2(4 - h^2_D h^2_{MD})} \right]$$

$$b_2 = 0.37 \left[\frac{(4 - 0.37)}{2(4 - (0.37)(0.37))} \right] = 0.37 (0.469) = 0.174$$

$$b_4 = h^2_{MD} \left[\frac{(1 - h^2_D)}{4 - h^2_D h^2_{MD}} \right]$$

$$b_4 = 0.37 \left[\frac{(1 - 0.37)}{4 - (0.37)(0.37)} \right] = 0.37 (0.163) = 0.060$$

$$b_5 = 0.25 h^2_{PD} = 0.25 (0.37) = 0.093$$

$$BV = b_2(\bar{x}_D - \bar{x}_P) + b_4(\bar{x}_{MD} - \bar{x}_P) + b_5(\bar{x}_{PD} - \bar{x}_P)$$

$$= 0.174(34 - 30) + 0.060(35 - 30) + 0.093(32 - 30) = 1.182 \text{ kg.}$$

**** الكباش الثالث: يمكن تلخيص بياناته كالتالى:**

الجدة من الأب n= 2

$$\bar{x}_{PD} = 34 \text{ kg}, \quad \bar{x}_P = 32 \text{ kg}$$

$$b_5 = ?, \quad h^2_{MD} = ?$$

أب الكباش n= 2

$$\bar{x}_S = 30 \text{ kg}, \quad \bar{x}_P = 32 \text{ kg}$$

$$b_2 = ?, \quad h^2_S = ?$$

الكباش

الثالث

الجدة من الأم n= 2

أم الكباش

$$x_{PD}^- = 36kg, \quad x_h^- = 32kg$$

$$b_4 = ?, \quad h_{MD}^2 = ?$$

$$h_s^2 = h_I^2 \left[\frac{n}{1 + (n-1)R} \right] = 0.25 \frac{2}{1 + (2-1)0.35} = 0.37$$

وبما أنه قد توافر سجل الأب وجدة الفرد من الأب:

$$\therefore h_s^2 = h_{MD}^2 = h_{PD}^2 = 0.37$$

$$b_3 = h_s^2 \left[\frac{(4 - h_{MD}^2)}{2(4 - h_s^2 h_{MD}^2)} \right]$$

$$b_3 = 0.37 \left[\frac{(4 - 0.37)}{2(4 - (0.37)(0.37))} \right] = 0.37(0.469) = 0.174$$

$$b_4 = h_{MD}^2 \left[\frac{(1 - h_s^2)}{4 - h_s^2 h_{MD}^2} \right]$$

$$b_4 = 0.37 \left[\frac{(1 - 0.37)}{4 - (0.37)(0.37)} \right] = 0.37(0.163) = 0.060$$

$$b_5 = 0.25 h_{PD}^2 = 0.25(0.37) = 0.093$$

$$BV = b_3(\bar{x}_D - \bar{x}_P) + b_4(\bar{x}_{MD} - \bar{x}_P) + b_5(\bar{x}_{PD} - \bar{x}_P)$$

$$= 0.174(30 - 32) + 0.060(36 - 32) + 0.093(32 - 32) = 0.078kg.$$

•• القيمة التربوية هي ١,٧٤٠ كجم، ١,١٨٢ كجم و ٠,٠٧٨ كجم
للكبش الأول والثاني والثالث على الترتيب. وبذلك يكون أعلاهم وأفضلهم
هو الأول يليه الثاني يليه الثالث في صفة الوزن عند ٦ شهور.

د. إذا توفر سجل الفرد نفسه وسجل أمه وسجلات لأنصاف الأشقة الأمية يكون:

$$b_1 = h^2_I \left[\frac{(16 - 4h^2_D - h^2_{MHS} N)}{(16 - 4h^4_D - h^4_{MHS} N)} \right] \quad b_1$$

$$b_2 = h^2_D \left[\frac{8(1 - h^2_I)}{(16 - h^4_D - h^4_{MHS} N)} \right] \quad b_2 \text{ و}$$

$$b_6 = h^2_{MHS} N \left[\frac{4(1 - h^2_I)}{(16 - 4h^4_D - h^4_{MHS} N)} \right] \quad b_6 \text{ و}$$

هـ. إذا توفر سجل الفرد نفسه وسجل أبيه وسجلات لأنصاف الأشقة الأبوية يكون:

$$b_1 = h^2_I \left[\frac{(16 - 4h^2_S - h^2_{PHS} N)}{(16 - 4h^4_S - h^4_{PHS} N)} \right] \quad b_1$$

و b₃

$$b_3 = h^2_S \left[\frac{8(1 - h^2_I)}{(16 - 4h^4_S - h^4_{PHS} N)} \right]$$

و b₆

$$b_6 = h^2_{PHS} N \left[\frac{4(1 - h^2_I)}{(16 - 4h^4_S - h^4_{PHS} N)} \right]$$

و. إذا توفر سجل الفرد نفسه وسجل أبيه وسجلات لأنصاف الأشقة الأمية يكون:

$$b_1 = h^2_I \left[\frac{(16 - 4h^2_S - h^2_{MHS} N)}{(16 - 4h^4_S - h^4_{MHS} N)} \right] \quad b_1$$

$$b_3 = h^2_s \left[\frac{8(1 - h^2_I)}{(16 - 4h^4_s - h^4_{MHS} N)} \right] \quad \text{و } b_3$$

$$b_6 = h^2_{MHS} N \left[\frac{4(1 - h^2_I)}{(16 - 4h^4_s - h^4_{MHS} N)} \right] \quad \text{و } b_6$$

حيث أن: MHS أنصاف الأشقة الأمية و PHS أنصاف الأشقة الأبوية.
٨. فى حالة توفر سجلات الأخوة:

أ. فى حالة توفر سجل الفرد نفسه وسجل الأخوة:

كما ذكر بيكر ١٩٨٤ - فى هذه الحالة يوضع سجل الفرد ضمن متوسط الأخوة

Individual record is included in the mean of the sibs

ويستخدم سجل الفرد مع سجلات الأخوة الأشقة وأنصاف الأشقة لتقدير قيمته

التربوية - وبناءً عليه يتم حساب كل من معاملات الانحدار الجزئية b_1, b_6

.b7

$$b_1 = \frac{h^2}{(2 - h^2)}$$

$$b_6 = \frac{[4ndh^2(1 - h^2)]}{[4 + (n - 2)h^2][4 + n(d + 1) - 2]h^2}$$

$$b_7 = \frac{h^2[2n(1 - h^2)]}{(2 - h^2)[4 + (n - 2)h^2]}$$

حيث أن:

$n =$ عدد الأخوة .

d = عدد الأمهات التي تتزاوج مع أب معين لإنتاج نسل أشقاء.

b6 = معامل الاعتماد الجزئي للقيمة التربوية للفرد على سجلات الأخوة أنصاف الأشقة .

b7 = معامل الاعتماد الجزئي للقيمة التربوية للفرد على سجلات الأخوة الأشقة .

بد في حالة عدم توفر سجل الفرد نفسه وتوفر سجلات الأخوة فتحسب b6 و b7 كالتالى:

$$b_6 = \frac{[2ndh^2(2 - h^2)]}{[4 + (n - 2)h^2][4 + n(d + 1) - 2]h^2}$$

$$b_7 = \frac{nh^2}{[4 + (n - 2)h^2]}$$

وقد تم تعريف كل من b6 و b7 سابقاً.

٩- تقدير القيمة التربوية للفرد من سجلات النسل:

فى هذه الحالة يمكن استخدام N التى تم تعريفها من قبل - وعندما يكون هناك خليط من الأخوة الأشقة وأنصاف الأشقة يكون المعامل التكرارى t كالتالى :

$$t = \frac{[n(d + 1) - 2]h^2}{4(dn - 1)}$$

أ- فى حالة استخدام سجل الفرد نفسه وسجل نسله:

$$b_1 = \frac{[2ndh^2(1 - h^2)]}{[1 + (n - 1)2h^2 + n(d - 1)h^2] - dnh^4}$$

$$b_8 = (1 - \frac{1}{2}b_1)h^2$$

حيث أن:

n = عدد الأخوة الأشقة وهي في هذه الحالة متساوية لكل عائلة .

d = عدد الأمهات التي تتزوج مع الطلوقة .

b_8 = معامل الاعتماد الجزئي للقيمة التربوية للفرد على سجلات نسله .

بد في حالة استخدام سجل نسل الفرد فقط:

فيمكن حساب b_8 في هذه الحالة كما يلي :

$$b_8 = \frac{1}{2} h^2_P N$$

حيث أن: h^2_P = المكافئ الوراثي للنسل Progeny .

b_8 = كما سبق.

٩-٦. اختبار النسل Progeny test

اختبار النسل هو الحكم علي الآباء (Sires or Bulls) من واقع إنتاج بناتها

ويستخدم أساسا في تقدير القيمة التربوية لذكور حيوانات اللبن - اللحم -

والدواجن - حيث أن بعض الصفات مثل إنتاج اللبن أو إنتاج البيض (من

الصفات المحددة بالجنس Sex limited traits) ولا يمكن قياسها علي الآباء

لذا يستخدم بنات الأب في الحكم عليه ، حيث أن الطلوقة يمكن أن تلحق عدد

كبير من الأبقار Cows وكل بقرة (أم) تعطي فرداً واحداً One progeny .

ومن المعلوم أن الفرد يحصل على نصف وراثته أى نصف كروموسوماته من أبيه

والنصف الآخر من أمه و بعبارة أخرى فهو يأخذ عينه من وراثته أبيه أو أمه وعلى

ذلك فإن

وراثته الطلوقة =

وراثته الطلوقة = ٢ (متوسط الأبناء - متوسط الأمهات) .

والمقصود هنا بمتوسط الأمهات أى متوسط القطيع .

وتعتبر وراثه الطلوقة المقدرة فى المعادلة السابقة هى عبارة عن تفوق (تميز) أو (عدم تفوق إذا كانت القيمة هذه بالسالب) الطلوقة عن متوسط القطيع .

مثال ٦:

إذا كان متوسط إنتاج بنات طلوقة من إنتاج اللبن هو ٥٠٠٠ كجم بينما متوسط الأمهات هو ٤٦٠٠ كجم فيكون:

$$\text{وراثه الطلوقة (تميزه الوراثى)} = 2(5000 - 4600)$$

$$= 2(400) = 800 \text{ كجم}.$$

أى أن وراثه الطلوقة (دليل الطلوقة)

$$= \text{تميزه} + \text{متوسط القطيع (أى الأمهات)}.$$

$$= 800 + 4600 = 5400 \text{ كجم}.$$

كما يمكن الحصول على متوسط قيمة وراثه الطلوقة الكلية من المعادلة :

$$\text{وراثه الطلوقة (دليل الطلوقة)} = 2 * (\text{متوسط الأبناء} - \text{متوسط الأمهات} \div 2).$$

مع ملاحظة أن هذه المعادلة نفترض فيها تساوى عدد البنات لكل أم تزوجت مع الطلوقة موضع الحساب .

وإذا طبقنا هذه المعادلة على المثال السابق وبافتراض تساوى عدد البنات لكل أم تزوجت مع الطلوقة موضع التقدير تكون وراثه الطلوقة تساوى :

$$= 2 * (5000 - (4600 \div 2))$$

$$= 2 * (5000 - 2300)$$

$$= 2 * (2700) = 5400 \text{ كجم}.$$

وللتأكد من الخطوات السابقة نحسب متوسط أداء أبناء الطلوقة والذي يساوى :

$$= 2/1 \text{ دليل الطلوقة } + 2/1 \text{ متوسط الأمهات .}$$

$$= 2/1 (5400) + 2/1 (4600) = 5000 \text{ كجم .}$$

وهو نفسه الموجود بالمثال الذى أسلفناه .

وقد استعملت المعادلة الأخيرة كثيرا كدليل للطلوقة منذ سنوات عديدة والمعادلات السابقة تعطى دلالة كافية على أن الأساس فى اختبار النسل هو أن تكون الأعداد كافية بالنسبة لكل طلوقة وأن تكون الإناث التى يلقحها الطلوقة ممثلة حتى يمكن تقدير قيمة سليمة للطلوقة فإذا كان هناك عدة طلائق يراد اختبارها للانتخاب فإننا نحتاج إلى أعداد كبيرة من الأبناء لعمل مثل هذا الاختبار .

أما إذا اختلف عدد البنات لكل أم لكل طلوقة يراد حساب وراثته فتصبح معادلة دليل الطلوقة تساوى :

$$= 2 \text{ * متوسط الأبناء - (متوسط الأمهات } \div 2 \text{ ن) *}$$

حيث ن = عدد البنات لكل أم تم تزواجها مع الطلوقة.

٦-٩-١. الأمور التى يجب أخذها فى الاعتبار عند الاختبار بالنسل كما أوضحها Willis, 1998 :

١- يجب مراعاة ألا يقل عدد الذكور Bulls المستخدمة فى التقييم عن عشرة ذكور .

٢- الحد الأدنى لبنات كل طلوقة لا يقل عن عشرة بنات وفى بعض الصفات مثل عسر الولادة (Dystocia) تتراوح عدد البنات من ٢٠٠ - ٣٠٠ بنت .

٣- استخدام التلقيح العشوائي Random mating حتى نضمن عدم تلقيح ذكور معينة بأبقار معينة .

٤- عدم إجراء انتخاب للنجاح أثناء فترة الاختبار .

٥- يجب وضع النتائج في ظروف بيئية موحدة .

٦-٩-٢. العقبات التي تواجه اختبار النسل:

١- طول المدة الزمنية بين الأجيال وبعضها وهذا بالطبع سوف يسبب نقص فى كميته التحسين الوراثي فى فترة زمنية محدودة (عام مثلا) حيث أن انتخاب الآباء لا يمكن تحقيقه إلا إذا وصل أبناؤها إلى العمر الذى تقاس عنده الصفة .

٢- يسبب تداخل الأجيال Generations overlapping مع بعضها البعض صعوبات كثيرة عند تقييم الانتخاب بطريقة الاختبار بالنسل حيث يصعب مثلا تحديد أى الأجيال يجرى عليها الانتخاب وذلك لان الأبناء التى تم استخدام متوسطها فى الحكم على الآباء تكون قد وصلت إلى مرحلة استخدامها كأباء فى نفس الوقت الذى اختبرت فيه أبنائها وتنتظر إنتاجها هى أيضا وقد يمكن التغلب على هذه الصعوبة لحد ما إذا اعتبرنا أن الاختبار بالنسل هو صورة محدودة للانتخاب العائلى .

٣- يستغرق الاختبار بالنسل وقتا طويلا يكون بعدة الحيوان المطلوب اختباره قد كبر فى السن وتكون الفترة الباقية له لاستخدامه فى التربية محدودة ويمكن التغلب على ذلك باستخدام التلقيح الصناعى حيث يمكن جمع وحفظ كميات كبيرة من السائل المنوى للطلائق المختبرة بالنسل والتي تثبت جدارتها فى الإنتاج العالى .

٤- يحد من استخدام اختبار النسل تكاليفه العالية ألأزمه حيث لا يستطيع المربى العادي تحمل تكاليفه لذا فانه هذه الطريقة تكون قاصرة على محطات الأبحاث والجهات الحكومية المختصة .

٦-٩-٣- اختبار النسل فى حالة الصفات الوصفية:

غالبا ما يستخدم اختبار النسل فى الصفات الكمية إلا انه يمكن استخدامه أيضا فى حالة الصفات الوصفية ويعتبر من أفضل الطرق للكشف عن التركيب الوراثى للفرد وبصفة خاصة الكشف عن الجينات الغير مرغوب فيها والتي قد تكون مخبأة فى الفرد بصورة خليطة بسبب سيادة أليلاتها سيادة تامة .

وفى حالات عديدة خاصة مثل حالات وجود بعض العوامل المميثة أو شبه المميثة تزداد الحاجة إلى معرفة مدى نقاوة طلوقة من مثل هذه الجينات الضارة خاصة إذا كان هذا للطلوقة سوف يستخدم لتلقيح عدد كبير من الإناث فى برامج التلقيح الصناعي .

ومن المعلوم أن معظم العيوب الوراثية فى الماشية (تعتبر صفات متنحية) . فعلى سبيل المثال صفة القزامة فى الحيوانات نجد أن فيها تظهر أفراد قزميه وأفراد أخرى عاديه (أصيلية + خليطة) والعجول القزمية تنمو ببطء شديد وعندما تصل إلى سن النضج الجنسي يكون وزنها صغير جدا وعادة ما تكون كأنها هياكل عظمية وهذه الصفة غير مرغوب فيها وقد زاد الاهتمام حديثا بهذه الصفة فى حيوانات اللحم مثل الهيرفورد والأبردين أنجس خاصة بعد نجاح التلقيح الصناعي فى ماشيه اللحم واستلزم الأمر اختبار الطلائق للتأكد من نقاوتها من هذا الجين الغير مرغوب فيه قبل استخدامها على نطاق واسع فى عمليات التلقيح .

وكان من الاقتراحات القديمة للكشف عن الجينات الغير مرغوب فيها فى الماشية ليتسنى للمربي التخلص منها هو أن تختبر الطلائق بتلقيحها مع ٢٠ من بناتها على الأقل وهنا يكون احتمال أن تكشف هذه التلقيحات عن الجين الغير مرغوب فيه هو ٩٥٪.

وعموما هناك ثلاث طرق يمكن استخدامها لاختبار النسل فى حاله الصفات الوصفية وهى:
١- تلقيح الطلوقة المراد اختباره (المشكوك فيه) مع إناث متنحية وتستخدم هذه الطريقة فى الأحوال التى يكون فيها التركيب الوراثى المتنحى خصب وحي .

فإذا كان التركيب الوراثى للطلوقة (A1A2) فان احتمال الحصول على أفراد متنحية أو سائدة نتيجة التلقيحات يكون متساويا أى ٥٠٪ لكل منها ويكون احتمال أن الطلوقة الخليط ينتج عدد (n) من الأفراد السائدة وبذلك يمر من الاختبار دون أن يُكشَف انه حامل للجين الغير مرغوب فيه وهو يساوى $(\frac{1}{2})^n$

حيث ن عدد الإناث الخليطة - أى أن الطلوقة الذى ينتج (٥) أفراد خليطه دون وجود أى فرد متنحى فهذا يعنى أن احتمال هروب الطلوقة من الاختبار هو (١ / ٢) ٥ أى ٣٢ / ١ أى = ٣٪

Parents : A₁A₂ x A₂A₂

Gametes : A₁, A₂, A₂

F1 : A₁A₂ (50%), A₂A₂ (50%)

بينما إذا كان التركيب الوراثى للطلوقة (A1A1) فان كل الأفراد الناتجة من تلقيحها مع إناث متنحية (A2A2) يكون تركيبها الوراثى خليط (A1A2) ولا تظهر أفراد متنحية وبالتالي يستدل من ذلك على نقاوة الطلوقة من الجين الوراثى الغير مرغوب فيه .

Parents : $A_1A_1 \times A_2A_2$

Gametes : A_1, A_2

F1 : A_1A_2 (100%)

٢- تلقيح الطلوقة المراد اختباره (المشكوك فيه) مع إناث يكون معروف أن تركيبها الوراثي خليط (A_1A_2) ويعتبر تلقيح الطلوقة مع إناث معروف أنها خليطة من أدق طرق الاختبار للعوامل الوراثية الغير مرغوب فيها .

فإذا كان الطلوقة المختبر يحمل التركيب الوراثي الخليط (A_1A_2) وتم تلقيحه مع إناث خليطة فإن المتوقع أن يكون ٧٥٪ من النسل الناتج ذو مظهر عادى (منهم السائد و منهم الخليط) و ٢٥٪ متنحى .

وهذا يعنى أن احتمال هروب الطلوقة من الاختبار دون أن يُكشَف أنه حامل للعامل الوراثى المتنحى هو (٣ / ٤) ن حيث (ن) هى عدد الإناث الخليطة المستخدمة فى التلقيح مع الطلوقة فإذا لقح الطلوقة (١١) أنثى خليطة وأنثى (١١) نسل عادى دون وجود أى فرد متنحى فان احتمال هروب الطلوقة من الاختبار هو ٤٪ تقريبا .

Parents : $A_1A_1 \times A_1A_2$

Gametes : A_1, A_1, A_2

F1 : A_1A_1 (50%), A_1A_2 (50%)

Parents : $A_1A_2 \times A_1A_2$

Gametes : A_1, A_2, A_1, A_2

F1 : A_1A_1 (25%), A_1A_2 (50%), A_2A_2 (25%)

٣- تلقيح الطلوقة المراد اختباره (المشكوك فيه) مع بناته - وهم بالرغم من أنهم إناث عادية إلا أنها تكون سائدة أو خليطة (لأنه لو كان هناك أحدى البنات متنحية فى تركيبها الوراثى فهذا يعنى أن الطلوقة خليط فى تركيبه الوراثى ولا

داعى لاختباره . وتستخدم هذه الطريقة بالنسبة لجميع العوامل الوراثية المتنحية الغير مرغوب فيها والتي قد يحملها الطلوقة بينما نجد أن الطريقتين السابقتين يستعملان فقط مع عوامل وراثية معينة .

وفى حالة استخدام بنات الطلوقة للكشف عن تركيبه الوراثى فإنه من الناحية النظرية يكون احتمال ولادة نسل عادى (سائد أو خليط) هو ٠,٨٧٥, ونسل متنحى ٠,١٢٥ - وهذا يعنى أن احتمال هروب الطلوقة من الاختبار دون أن يُكشَف أنه حامل للعوامل الوراثية الغير مرغوب فيها (أى ينتج نسل كله عادى) هو (٨/٧)ن حيث (ن) هي عدد البنات المستخدمة فى التلقيح فإذا ما لقح الطلوقة ٢٣ من بناته مثلا وكان النسل الناتج كله عادى فان احتمال هروب الطلوقة من الاختبار يساوى ٥٪ تقريبا .

(1)	(2)
Parents : $A_1A_1 \times A_1A_1$	$A_1A_2 \times A_1A_2$
Gametes : A_1, A_1	A_1, A_2, A_1, A_2
F1 : $A_1A_1(100\%)$	$A_1A_1 (25\%), A_1A_2 (50\%), A_2A_2 (25\%)$

٩-٧- طرق تقييم طلائق ماشية اللبن (انتخاب الطلائق):

يستخدم اختبار النسل فى تقييم وانتخاب طلائق ماشية اللبن حيث أن صفة إنتاج اللبن لا يمكن قياسها مباشرة على الطلائق فإن المحاولات التى تتبع لاختبار الطلائق تعتمد بصفة أساسية على الاختبار بالنسل .

والأساس فى ذلك هو مقارنة متوسط إنتاج بنات الطلوقة بمتوسط إنتاج أمهاتها أو متوسط القطيع أو متوسط إنتاج النوع الزراعى الذى يتبعه الطلوقة أو كلها معا .

يتوقف عدد البنات اللازمين لاختبار طلوقة معين على مدى درجة الدقة المطلوبة حيث تزداد درجة الدقة كلما زاد عدد البنات غير أن إمكانيات المربى قد تكون دون استخدام عدد كبير من البنات فى اختبار الطلوقة - بالإضافة إلى أن قلة عدد البنات سيقبل من قوة الانتخاب بالنسبة للطلائق وقد ثبت علميا وبعد أخذ الظروف السابقة فى الاعتبار أن العدد الكافي من البنات لاختبار الطلوقة يكون بين ٥ إلى ١٠ بنات .

١.٩.٧- الخطوات العلمية والعملية لاختبار الطلائق فى ماشيه اللبن:

١- يستخدم فى الاختبار سجلات الإنتاج المتوفرة فى القطيع دون التحيز لاختبار بعضها .

٢- تصحح (تعديل) سجلات الإنتاج على أساس إنتاج بقرة بالغة النمو تحلب مرتين فى اليوم فى موسم حليب طوله ٣٠٥ يوم ويستخدم لذلك وسائل تصحيح مناسبة كما سبق بيانه فى الباب الثانى .

٣- لا تستخدم سجلات الإنتاج التى تمثل فترة حليب اقل من ١٠٥ يوم فى الأبقار .

٤- يحسب الاختبار الأولى للطلوقة عندما يتوفر سجلات إنتاج خمسة من بناته فقط ويجب أن تشمل بطاقة الاختبار الأولى للطلوقة على بيانات تضم رقم واسم الطلوقة - تاريخ ميلاده - اسم ورقم الأب والأم - اسم وعنوان صاحب القطيع الذى تتبعه الطلوقة المختبرة - عدد البنات المختبرين - ومتوسط إنتاج أمهات البنات والفرق بين متوسط إنتاج الأمهات .

٥- الاختبار النهائي للطلوقة يحسب عندما يتوفر سجلات عشرة سجلات أو أكثر من بناته وتشمل بطاقة الاختبار النهائي كل البيانات السابقة الإشارة إليها فى الاختبار الأولى .

٩.٨ أدلة الطلائق Sires indexes

دليل الطلوقه (دليل الثور) Bull index هو عبارة عن معيار (رقم) يعبر عن كفاءة الطلوقه الإنتاجية وراثيا (أى المقدرة الوراثية للطلوقه) ويعتمد فى تقدير هذه القيمة على إنتاج بنات الطلوقه من الناحية العامة. وأهم هذه الأدلة:

١- دليل جيفورد Gifford index - هذا الدليل يعبر عن المقدرة الوراثية للطلوقه بأنها عبارة عن المتوسط الحسابي لإنتاج بناته جميعا المعدل (daughters average) إلى ٣٠٥ يوما ، مرتين حليب ، ومعامل النضج (305dMY, 2X, ME).

ويعاب على هذه الطريقة (الدليل) أنها لا تعبر أو لا تعطى أى أهمية لتراكيب الأمهات الوراثية التى لقحها الثور ومقدار مساهمة هذه الأمهات فى التراكيب الوراثية لبنات الطلوقه.

٢- مقارنة البنات بالأمهات Comparison between dam and daughters وفى هذه الطريقة يؤخذ انحراف متوسط البنات المعدل Adjusted daughters average عن متوسط الأمهات المعدل Adjusted dams average ليمثل مقدرة الطلوقه العنبرية (التمريرية) (STA) Sire transmitting ability إلى بناته :

$$STA = (\bar{x} \text{ Daughters} - \bar{x} \text{ Dams})$$

إلا أن هذه الطريقة لها بعض الأخطاء التي ترجع إلى مستوى الرعاية وسنوات الانتاج للبنات والأمهات التي قد تؤدي إلى خطأ في حساب الدليل بالإضافة إلى أنه قد لا تتوفر معلومات عن الأمهات مما يتسبب في فقدان هذه البيانات .

٣- دليل ماونت هوب Mount Hope index ١٩٣٢م وقد أطلق عليه اسم الدليل الأمريكي (١٩٣٧) أو دليل تساوى الأبين Equal parents index وهذا الدليل مبنى على أساس تساوى وراثه البنت من كل من الأب والأم حيث أن :

$$\frac{\text{الأب} + \text{الأم}}{2} = \text{البنت}$$

وبحسب دليل الثور في هذه الحالة بأنه عبارة عن ضعف متوسط إنتاج البنات مطروحا منه متوسط إنتاج الأمهات .

أى أن دليل الثور = ٢ (متوسط إنتاج البنات) - متوسط إنتاج الأمهات .

مثال ٧:

ثور له ٥ بنات متوسط إنتاجها من اللبن ٦٠٠٠ كجم ومتوسط أمهاتها ٥٠٠٠ كجم - احسب دليل الثور بطريقة دليل ماونت هوب (دليل تساوى الأبين) .

الحل:

دليل الثور = ٢ (متوسط إنتاج البنات) - متوسط إنتاج الأمهات .

$$= ٢ (٦٠٠٠) - ٥٠٠٠ = ٧٠٠٠ \text{ كجم}$$

ويمكن الحصول عليه أيضا عن طريق حساب الفرق بين إنتاج البنات والأمهات ثم جمع هذا الفرق على متوسط البنات .

$$\text{الفرق} = ٦٠٠٠ - ٥٠٠٠ = ١٠٠٠ \text{ كجم}$$

$$\text{دليل الثور} = ٦٠٠٠ + ١٠٠٠ = ٧٠٠٠ \text{ كجم}$$

جدير بالذكر أن دليل ماونت هوب قد سمي بعد ذلك باسم دليل هانسون Hansson عام ١٩٩٣م وذكر أيضا أن الدليل مبني على أساس أن متوسط إنتاج النسل يكون في منتصف المسافة بين متوسط إنتاج الأمهات ومتوسط إنتاج الأباء وفي الدليل نفترض أن النسل يحصل على جيناته الوراثية بالنسبة لصفه ما من كلا الأبوين بالتساوي أي لا يوجد ارتباط بالجنس بالنسبة لبعض العوامل وكذلك فإن الأثر الوراثي للعوامل يكون من النوع التجمعي وعليه فإن :
متوسط إنتاج النسل = متوسط إنتاج الأب والأمهات مقسوما على ٢ أي أن :

$$\frac{X + Z}{2} Y =$$

$$Z = 2Y - X$$

أي أن الدليل هو : ضعف متوسط إنتاج النسل مطروحا منه متوسط إنتاج الأمهات .

٤. دليل بونير Bonnier وهو مشتق من نظريه جالتون Galton

وقد استخدمه بونير Bonnier ١٩٣٦ ويبنى هذا الدليل على أن مظهر الصفة في النسل يشبه كل من الأبوين بمقدار الربع أما النصف الباقي فهو يشبه متوسط الصفة في النوع وعليه فإن :

$$Y = \frac{M + Z}{4} + \frac{A}{2}$$

حيث أن :

A = متوسط إنتاج النوع .

Y = متوسط إنتاج النسل .

M = متوسط إنتاج الأمهات ، Z = المقدرة الإنتاجية للطلوقة .

ويمكن كتابه المعادلة السابقة في الصورة الآتية :

$$Z = 4Y - M - 2A$$

أى أن :

دليل الطلوقة هو ٤ أضعاف متوسط النسل مطروحا منه متوسط إنتاج الأمهات و ضعف متوسط إنتاج القطيع .

٥- دليل رايس Rice 1944 أو دليل الاعتماد Regression index

هذا الدليل يضع فى الاعتبار أن متوسط إنتاج النسل عادة ما ينحدر نحو متوسط إنتاج القطيع أو النوع الذى يتبعه وعليه فإن متوسط إنتاج النسل يقع فى منتصف المسافة بين إنتاج الأمهات ومتوسط إنتاج النوع ويكون الدليل هنا كالتالى:

دليل الثور =

$$\text{متوسط النوع} + (\text{متوسط البنات الفعلي} - \text{متوسط البنات المتوقع}).$$

$$= \text{متوسط البنات} - \frac{1}{2} (\text{متوسط الأمهات} - \text{متوسط النوع}).$$

مثال ٨:

تزاوج طلوقة مع عدد من الأبقار كان متوسط إنتاجها ١٢٠٠٠ كجم لبن/موسم وكان متوسط إنتاج بناته الفعلي ١١٥٠٠ كجم فإذا كان متوسط النوع الذى ينتمى إليه الطلوقة هو ١٠٠٠٠ كجم فكم يكون متوسط إنتاج البنات المتوقع وكم يكون دليل الطلوقة (أو احسب دليل رايس).

الحل

$$\text{متوسط البنات المتوقع} = \frac{1}{2} (10000 + 12000) = 11000 \text{ كجم}$$

لبن/موسم .

دليل الطلوقة = ١٠٥٠٠ = (١١٥٠٠ - ١١٠٠٠) + ١٠٠٠٠ كجم لبن/موسم .

ولا يختلف هذا الدليل عن دليل ماونت هوب إلا فى ناحية واحدة وهى أن طريقة الماونت هوب تفترض أن فرق البنات عن الأمهات كله راجع إلى ما ورثته البنات

عن أبيها من عوامل وراثية وهذا ليس صحيحا - إذ أن البنات لا تأخذ من أبائهما كل تراكيبها الوراثية - فهي لا تأخذ في الواقع إلا نصف هذه التراكيب مما يمثله معامل الانحدار البنات على الأمهات .

معامل الانحدار = الفرق بين الأمهات ومتوسط النوع مقسوما على ٢ .

ومعامل الانحدار هذا إذا جمع على متوسط النوع يعطى إنتاج البنات الفعلى .

ولذلك فالفرق بين متوسط مظهر الأمهات ومتوسط مظهر البنات نصفه فقط هو المنتظر زيادته عن متوسط النوع أما النصف الآخر فيأتى عشوائيا عن طريق الأب - ويعتبر إنتاج البنات المنتظر كأنه عامل يصحح لإنتاجها الفعلى وحاصل هذا التصحيح سيضاف جبريا إلى متوسط النوع لاستخراج قيمة الثور . فإذا كان بالزائد كان الثور أفضل من متوسط النوع والعكس بالعكس كما هو موضح فى المثال السابق .

هذا وقد أجريت محاولات أخرى متعددة لقياس القدرة الإنتاجية للطلائق شملت عدة اعتبارات لزيادة الدقة فى التقدير خاصة بعد الأهمية الكبرى للطلائق فى التلقيح الصناعي وساعدها فى ذلك تطور وانتشار نظم تسجيل الإنتاج التى تشرف عليها الجمعيات والهيئات التى تقوم بانتخاب الطلائق الممتازة وأدى هذا إلى وجود عدة نظم لاختبارات النسل ظهرت فى بلدان متعددة مثل إنجلترا وفرنسا ونيوزيلندا وأستراليا وأمريكا وكانت إحدى هذه المحاولات ما قام به جوهانسون وروبرتسون ١٩٥٣ وتطورت هذه المحاولات بعد ذلك وتبلورت عنها اختبارات الطلائق على نطاق واسع التى عرفت باسم مقارنة المعاصرات وفى هذه الطريقة يقارن متوسط إنتاج بنات كل طلوقة بمتوسط

بنات الطلائق الأخرى الموجودة معها فى نفس المزرعة وفى نفس الموسم مما يساعد فى تقدير القيمة التربوية للطلائق المختلفة وبالتالي المقارنة بينها مما يساعد على زيادة درجة الدقة عند انتخاب هذه الطلائق .

وسوف نتناول بالشرح النظامين البريطانى (الإنجليزى) والأمريكى.

٩-٩- المقارنات المعاصرة (CCS) Contemporary comparisons

وقد تم استحداثها بالولايات المتحدة الأمريكية بواسطة هندرسون وتلاميذه Henderson et al., 1954 وفى بريطانيا بواسطة كل من Johansson (1953) and Robertson - وفى كلا الطريقتين (النظام البريطانى والأمريكى) يتم مقارنة إنتاج بنات الطلوقة Bull daughters بنات طلائق أخرى ولكن بشرط أن تحلب معها فى نفس الوقت وفى نفس السنة وفى نفس القطيع ومتقاربة معها فى كل من العمر (أى فى نفس الموسم) والوزن .

وجدير بالذكر أن Mcarthur (1954) قد ذكر أنه بدأ تطبيق هذه الطريقة فى ألمانيا بواسطة العالم Von Patow (1930) ثم فى نيوزلندا بواسطة Ward, (1947) ثم فى السويد بواسطة Anonymous (1953) . ولكى تعمل هذه الطريقة بكفاءة عالية يجب أن تكون معاصرات بنات الطلائق تحت المقارنة وأيضا الأبقار التى تزوجت مع الطلائق من نفس المستوى الوراثى . كما أن هذه الطريقة لا يمكن من خلالها مقارنة طلائق من أجيال انتخابية مختلفة .

٩-٩-١- النظام البريطانى لتقييم الطلائق:

كما أشرنا - فإن هذا النظام يقوم على المقارنات المعاصرة وقد وضع كل من جوهانسون وروبرتسون ١٩٥٣ الأسس النظرية للمقارنات المعاصرة أو ما يسمى

بالقيمة الوراثية النسبية (RGV) وتُحسب من
المعادلة التالية :

$$RGV = \left(\frac{2b(\bar{y} - \bar{A}_1) + h^2 \bar{A}(\bar{A} - \bar{P}) + \bar{P}}{\bar{P}} \right) \times 100$$

حيث أن :

$\bar{Y}$ = متوسط البنات Daughter average

$\bar{A}$ = متوسط القطيع Herd average

$\bar{A}_1$ = متوسط المعاصرات Contemporary average

$\bar{P}$ = متوسط السلالة Breed average for the country

b = Regression of future daughters on present test daughters

معامل انحدار البنات المستقبلية علي متوسط البنات الحالية

= Heritability of herd average for milk yield $h^2_{\bar{A}}$

المكافئ الوراثي لمتوسط القطيع لصفة إنتاج اللبن .

ويحسب معامل انحدار البنات المستقبلية علي متوسط البنات الحالية (b) من

المعادلة التالية :

$$(Robertson and Rendel, 1950) b = \frac{n \cdot 0.25 h^2}{1 + (n - 1) \cdot 0.25 h^2}$$

مع العلم أن قيمة معامل الانحدار تزيد مع زيادة عدد البنات ، ويوضح جدول

رقم (٩-٣) التالي العلاقة بين معامل الانحدار (b) وعدد بنات الطلقة (n) .

جدول رقم (٣-٩) يبين العلاقة بين معامل الانحدار (b) وعدد البنات (n) للطلوقة المراد تقييمه .

N	b	N	B
3	0.20	15	0.55
4	0.25	20	0.62
5	0.29	30	0.71
6	0.33	40	0.76
7	0.36	50	0.80
8	0.39	60	0.83
9	0.42	70	0.85
10	0.45	100	0.89

ويمكن كتابة المعادلة السابقة (BV) Breeding value في الصورة التالية كما ذكرها (جلال وكرم ٢٠٠٣):

$$BV = BA + 2bDw + 0.2(\overline{HA} - BA)$$

مثال ٩:

البيانات التالية لطلوقة يراد تقدير قيمته التربوية النسبية المبنية على أساس بنات الطلوقة - وله عشرة بنات في (٥) قطعان بالأعداد التالية ١, ٢, ٢, ٣, ٣ وكانت هناك أبقار معاصرة من طلائق أخرى في نفس القطعان بالأعداد الآتية ٩, ٦, ٨, ٩, ٧، على التوالي وكان متوسط إنتاجها من اللبن بالكجم في ٣٠٥ يوم كما هو مبين في الجدول التالي . مع العلم أن متوسط السلالة ١٠٠٠٠ كجم ومتوسط المقارنات ١١٢٠٠ كجم والمكافئ الوراثي لإنتاج اللبن هو ٣٠, ٠.

Herd	عدد بنات الطلائق	عدد المعاصرات	عامل الوزن W_j	متوسط الإنتاج DA_j, kg	متوسط إنتاج المعاصرات CA_j, kg	الفرق DCD_j	$W_j \times DCD_j$
1	1	9	0.90	4420	4500	-100	-90
2	2	6	1.5	6000	5000	1000	1500

3	2	8	1.6	5400	4900	500	800
4	3	9	2.25	5400	5300	100	225
5	3	7	2.1	5200	5300	200	420
Σ			8,35				2855

حيث أن W_j = عامل الوزن

$$W_j = \frac{nd_j \times nc_j}{nd_j + nc_j} = \Sigma W_j = 8,35$$

ومتوسط فرق إنتاج بنات الطلائق DCD

$DCD = \Sigma [W_j \times (DA_j - CA_j)] / \Sigma W_j = 2855 / 8,35 = 341.92$
وعلى ذلك فإن القيمة التربوية للطلوقة (أى الأفضلية الوراثية للطلوقة) تكون كالتالى :

$$EBV = 2W / (W + 12.33) \times DCD = 276.12 \text{ kg}$$

حيث أن $2w / (w + 12.33)$ = معامل انحدار أنصاف الأشقة المستقبلية على أنصاف الأشقة المختبرة كما ذكر ذلك (McArlhur, 1954).

٩-٢. النظام الأمريكى لتقييم الطلائق

وفيه أيضا يتم تصحيح جميع السجلات الإنتاجية للفرد (البقرة) على أساس إنتاجها. ♀ بقرة تامة النمو تحلب مرتين فى اليوم ولمدة ٣٠٥ يوم وهو ما يعبر عنه بـ $(305dMY, 2X, ME)$.

ويطبق هذا النظام فى الولايات المتحدة الأمريكية وذلك من خلال جمعية قطعان اللبن الأمريكية لتسجيل الانتاج Dairy Herd Improvement Association (DHIA) وذلك عن طريق مشرفين يقومون بزيارة مزارع الانتاج الحيوانى مرة كل شهر لتسجيل كمية اللبن ونسبة الدهن ونسبة البروتين فى حلبة المساء والصباح و تسجيل كل اوجة النشاط المختلفة فى المزرعة ثم

ارسال تاك المعلومات الى معمل مركزى للتحليل تلك البيانات وكذلك التقييم الوراثى للطلائق وبعد التقييم الوراثى يتم عمل قوائم يدون فيها الميزة الوراثية لكل طلوقة مع تحويل تلك القيمة الوراثية الى عائد نقدى . ويتم التقييم الوراثى من خلال تقدير التفوق الوراثى الوراثى المتوقع Predicted differences أو المقدرة العبوية للطلائق Sire Transmitting ability ,

(STA) باستخدام المعادلة التالية والى صاغها (Dickinson et al. (1972

$$\text{Adj. HA} = \text{Reginoal. YS. Avg} + \{nH/(nH+1)\}X$$

$$(HA.Reg.-YS Avg.)$$

$$\text{Adj. DA} = \text{DA} - \text{Adj. HA} + 0.1 (\text{adj. HA} - \text{BA})$$

$$\text{PD} = \text{STA} = (nDh^2) / \{4 + (nD - 1)h^2 + 4\sum ni(ni-1)c^2/nD\} \times$$

$$\text{adj. DA}$$

حيث أن :

PD = التميز الوراثى = المقدرة العبوية للطلائق

ni = عدد البنات فى القطيع i

Zni = العدد الكلى للبنات وهو يساوى nD

C² = معامل الارتباط بين الاخوة الاشقة وهو يساوى ١٤ و

Adjusted daughters average = سجلات البنات المعدلة Adj DA

DA = متوسط البنات Daughters average

Adjusted herd average = متوسط القطيع المعدل للاعداد Adj HA.

BA = متوسط السلالة Breed average

وقد تناول جلال وكرم (٢٠٠٣) مثال توضيحى لتقدير التميز الوراثى المتوقع باستخدام النظام الأمريكى .

أيضا بالنظر إلى النظامين البريطانى والأمريكى لتقييم الطلائق (أى لاختبار النسل) نجد أنهما يشتركان فى معظم العناصر والتي أهمها:

١- أن درجة الثقة فى متوسط سجل البنات تزيد كلما زاد عددها وزاد عدد سجلات البنات من طلائق أخرى التى تقارن بها .

٢- من أهم العناصر المشتركة أيضا توحيد العوامل الثابتة fixed effect فى المقارنات . - ففى كلا النظامين تم استخدام إنتاج اللبن فى ٣٠٥ يوم توحيداً لطول فترة الحليب . أيضا فى النظام البريطانى استخدم السجل الأول للبنات فقط وبالتالى وحدَ بذلك العمر - أما فى النظام الأمريكى فقد أمكن استخدام سجلات أخرى غير السجل الأول وكلها تعدل جميعا للعمر .

٣- كلا النظامين يوحدان فى العوامل الثابتة للقطيع وسنة وفصل الانتاج - حيث يؤخذ الفروق بين بنات الطلوقة وبنات الطلائق الأخرى المعاصرات والتي تحلب فى نفس القطعان .

٤- أن كلا النظامين تم تقدير القيمة التربوية للطلائق به من مكونين - أحدهما من الفروق بين بنات الطلوقة وبنات الطلائق الأخرى فى نفس القطعان - والآخر من الفرق بين متوسط القطعان التى تم اختبار الطلوقة فيها وبين متوسط السلالة - حيث يساهم كل مكون من المكونين فى الآثار الوراثية التجمعية المقدرة فى البنات .

٥- يمكن أن يحدث انتخاب الطلائق على أساس السجل الأول فقط تحيزا فى تقدير القيمة التربوية للطلائق فى النظام الأمريكى - وهذا ما تم تداركه عند تطوير الطريقة إلى الـ Modified Contemporary Comparison (MCC) .

٩-١٠- تقدير القيمة التربوية بواسطة أفضل انحدار خطي غير متحيز:
Best Linear Unbiased Prediction of breeding value
(BLUP)
١٠-٩-١- في حالة صفة واحدة وعامل عشوائي واحد Univariate
trait with one random effect
يعتبر (Henderson 1949 & 1984) أول من وضع الأسس النظرية لهذه
الطريقة والتي عن طريقها يمكن تقدير العوامل الثابتة Fixed effects والقيمة
التربوية Breeding value .

Best = معظمة معامل الارتباط بين القيمة التربوية الحقيقية True breeding
value (a) والقيمة التربوية المقدرة أو المتنبأ بها Predict breeding value
($\hat{a}$) value أو بعبارة أخرى أن يكون مقدار خطأ التباين المتوقع أقل ما يمكن :
Var (a- $\hat{a}$) Predicted error variance

Linear = معادلة خطية .
Unbiased = تقدير كلا من العوامل العشوائية Random variables مثل
الحيوان Animal وكذلك تقدير العوامل الثابتة fixed effects يكون بدون
تحيز .

Prediction = التنبؤ بالقيمة التربوية .
وتستخدم طريقة الـ (BLUP) بكثرة في التقييم الوراثي Genetic
evaluation في الحيوانات المستأنسة Domestic animals . وتعتمد طريقة
الـ BLUP على وضع نموذج خطي Linear Model كما ذكر Mrode,
(2005) لتقسيم القيمة المظهرية المقاسة إلى مكوناتها الوراثية والبيئية – وكذلك

وضع النموذج الخطى فى صورة مصفوفات كما سيأتى توضيح ذلك . ومع تقدم علوم الحاسب الآلى وإمكانياته المختلفة أمكن استخدامها من خلال النموذج الأبوى Sire Model ونموذج الحيوان Animal Model .

أيضا مع تقدم علوم الحاسب أمكن استخدام بعض البرامج الإحصائية والوراثية لتقدير الـ (BLUP) من خلال برنامج (1990) Harvey وبرنامج PEST - وكذلك يمكن تقدير القيمة التربوية من كلا من (الأفراد - الآباء - الأمهات Cows-Sires-Dams)والذى وضعه (1998) Groeneveld et al., وبرنامج MTDFREML والذى وضعة (1995) Boldman et al., .

١٠-٩-١- تقدير القيمة التربوية من النموذج الأبوى (SM) Sire Model
وكما أشرنا سابقا أن القيمة التربوية التى يتم تقديرها هنا تسمى بأحسن متنبئ خطى غير متحيز . وتعتمد تطبيقات نموذج الأب (SM) أساسا علي تقييم الآباء فقط بواسطة اختبار النسل وهو الحكم علي الآباء من واقع إنتاج بناتها وهي تستخدم بكثرة في حيوانات اللبن Dairy cattle وفي نموذج الأب يُستبعد أمهات النسل (Dam of progeny) . وهناك بعض القيود Constraints أو الفروض على هذا النموذج الأبوى يمكن إجمالها فيما يلى :

١- أن كل أم لا تنتج أكثر من نسل Progeny واحد فى البطن (الولادة) الواحدة مثل الماشية (الأبقار والجاموس) والإبل .

٢- أن كل نسل يتوفر له سجل واحد .

٣- يمكن أن تكون الآباء بينها علاقة Related parents .

٤- أن يتم تزاوج الأباء عشوائيا مع مجموعة من الأمهات التى ليس بينها قرابة (علاقة) Unrelated dams .

ويمكن كتابة النموذج الخطى فى حالة نموذج الأب فى أبسط صورة كالتالى :

$$Y_{ij} = \mu + S_i + e_{ij}$$

حيث أن :

$$Y_{ij} = \text{الصفة المقاسة على البقرة (الحيوان) مثلا ولتكن إنتاج اللبن .}$$

$$\mu = \text{المتوسط العام (متوسط القطيع) للصفة المقاسة .}$$

$$S_i = \text{تأثير الأب .}$$

$$e_{ij} = \text{الخطأ العشوائى الحاصل عند قياس الصفة (إنتاج اللبن) .}$$

كما يمكن وضع النموذج الخطى (أى المعادلة السابقة) لنموذج الأب فى مصفوفة
عددية The Sire model matrix notation كالتالى :

$$Y = Xb + Zs + e$$

Y = عبارة عن مصفوفة (n × 1) للمشاهدات Observation (عدد الملاحظات) .

$$b = \text{مصفوفة (P × 1) للعوامل الثابتة Fixed effects .}$$

$$s = \text{مصفوفة (q × 1) للعامل العشوائى - الأب Random sire effect .}$$

$$e = \text{مصفوفة (n × 1) للعوامل العشوائية الغير متحكم فيها (الأخطاء العشوائية) .}$$

$X =$ مصفوفة ($n \times P$) خاصة بدراسة أعداد العوامل الثابتة .

$Z =$ مصفوفة ($n \times q$) خاصة بدراسة أعداد العامل العشوائي .

ويفترض في النموذج السابق أن :

$$E(Y) = X_b \quad , \quad E(a) = E(e) = 0$$

والخطأ العشوائي Random error وهو الأخطاء الغير متحكم فيها تشتمل

على العوامل البيئية الغير متحكم فيها بالإضافة إلى العوامل الوراثية الغير تجمعية

Non additive genetic effects وهو مستقل في توزيعه ويرمز إلى تباين

الخطأ σ^2_e وعلى ذلك فإن :

$$\text{var } (s) = A \sigma^2_s$$

$$\text{var } (y) = Z A Z' \sigma^2_s + R$$

$$\text{Var } (e) = I \sigma^2_e = R$$

$$\text{Cov } (a, e) = \text{Cov } (e, a) = 0$$

حيث A هو عبارة عن درجة القرابة بين الآباء Numerator relationship

matrix of sires . وعلى ذلك يمكن كتابة مصفوفات معادلات النموذج

المختلط Mixed Model Equations (MME) كالتالي :

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z + I \ K \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{s} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'Y \\ Z'Y \end{bmatrix}$$

$$k = \alpha = \frac{\sigma^2 e}{\sigma^2 s} = \frac{4 - h^2}{h^2} \quad \text{حيث أن:}$$

و I ترمز إلى مصفوفة التعريفات أو ما تسمى بالمصفوفة الموحدة Identity matrix ذات العناصر القطرية المساوية للقيمة واحد وذلك فى حالة تجاهل القرابة بين الأفراد . وعند الأخذ فى الاعتبار القرابة بين الأفراد فإن مقلوب مصفوفة القرابة A^{-1} تستخدم بدلا من I كالتالى :

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z + A^{-1} \frac{\sigma^2 e}{\sigma^2 s} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{s} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'Y \\ Z'Y \end{bmatrix}$$

مثال ١٠:

البيانات التالية تمثل عينة لصفة وزن الجسم عند الميلاد فى عجول وعجلات أبقار الفريزيان كما ورد عن (Badawy et al. (2000 .

رقم الحيوان Calves	الجنس Sex	الأب Sire	أب الأب Sire to Sire	أم الأب Dam to Sire	وزن الجسم كجم BW, kg
600	♂	1	—	—	30
670	♀	3	—	—	28
720	♀	1	—	—	33
810	♂	4	1	—	29
920	♂	3	—	—	35
1050	♀	2	1	—	29

$$\sigma^2_s = 5 \quad \sigma^2_e = 50.7 \quad \sigma^2_p = 55.7$$

$$h^2 = 0.359 \quad \alpha = \frac{\sigma^2_e}{\sigma^2_s} = 10.14 \quad \text{فإذا علمت أن:}$$

المطلوب تقدير كلا من تأثير الجنس وكذلك القيمة التربوية المتنبأ بها Predicted breeding value (PBV) للأربعة طلائق وذلك باستخدام نموذج الأب . Sire model (SM)

الحل:

يتم تقسيم القيمة المظهرية لوزن الجسم عند الميلاد Y إلى متوسط القطيع μ وتأثير الجنس S والقيم التربوية للطلائق الأربعة U كما في المصفوفات التالية:

$$X = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$X' = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$X'X = \begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 3 \end{bmatrix}$$

$$Z = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$Z' = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$Z'Z = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$Y = \begin{bmatrix} 30 \\ 28 \\ 33 \\ 29 \\ 35 \\ 29 \end{bmatrix}$$

$$X'Y = \begin{bmatrix} 94 \\ 90 \end{bmatrix}$$

$$Z'Y = \begin{bmatrix} 63 \\ 29 \\ 63 \\ 29 \end{bmatrix}$$

$$X'Z = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$Z'X = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

وبذلك يمكن وضع المصفوفات السابقة كما يلي :

$$\begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 3 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b}_1 \\ \hat{b}_2 \\ \hat{S}_1 \\ \hat{S}_2 \\ \hat{S}_3 \\ \hat{S}_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 94 \\ 90 \\ 63 \\ 29 \\ 63 \\ 29 \end{bmatrix}$$

وفي هذا المثال نجد أن الأب (4) Sire هو ابن الأب (1) وعلى ذلك فإن القرابة بينهما = 0.50 وكذلك الأب (2) هو ابن الأب (1) وعلى ذلك أيضا فإن القرابة بينهما = 0.50 والعلاقة بين الفرد ٢ و ٤ = 0.25 وبذلك يمكن وضع مصفوفات القرابة بين الطلائق الأربعة (A) Relationship coefficient كما يلي :

$$\begin{bmatrix} 1 & 0.5 & 0.0 & 0.5 \\ 0.5 & 1 & 0.0 & 0.25 \\ 0.0 & 0.0 & 1 & 0.0 \\ 0.5 & 0.25 & 0.0 & 1 \end{bmatrix}$$

مقلوب المصفوفة = A^{-1}

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} 1.6667 & -0.6667 & 0.0 & -0.6667 \\ -0.6667 & 1.3333 & 0.0 & 0.0 \\ 0.0000 & 0.0 & 1.0 & 0.0 \\ -0.6667 & 0.0 & 0.0 & 1.3333 \end{bmatrix}$$

وحيث أن $\alpha = 10.14$ فتضرب في المصفوفة A^{-1}

$$A^{-1}\alpha = \begin{bmatrix} 16.90 & -6.76 & 0.0 & -6.76 \\ -6.76 & 13.52 & 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 & 10.14 & 0.0 \\ -6.76 & 0.0 & 0.0 & 13.52 \end{bmatrix}$$

تضاف $A^{-1}\alpha$ إلي المصفوفة $Z'Z$

$$Z'Z + A^{-1}\alpha = \begin{bmatrix} 18.90 & -6.76 & 0.0 & -6.76 \\ -6.76 & 14.52 & 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 & 12.14 & 0.0 \\ -6.76 & 0.0 & 0.0 & 14.52 \end{bmatrix}$$

وبذلك فإن المعادلة العامة MME بعد إضافة $A^{-1}\alpha$ إلي $Z'Z$ تصبح كالآتي :

$$\begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 3 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 18.90 & -6.76 & 0.0 & -6.76 \\ -6.76 & 14.52 & 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 & 12.14 & 0.0 \\ -6.76 & 0.0 & 0.0 & 14.52 \end{pmatrix} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \hat{b}_1 \\ \hat{b}_2 \\ \hat{S}_1 \\ \hat{S}_2 \\ \hat{S}_3 \\ \hat{S}_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 94 \\ 90 \\ 63 \\ 29 \\ 63 \\ 29 \end{bmatrix}$$

وبجمل المصفوفات السابقة نحصل على تأثير كل من الجنس والقيم التربوية للطلائق الأربعة .

Effect		Solutions
Sex	♂	31.33
	♀	29.97
Animals	1	0.0125
	2	-0.0610
	3	0.1397
	4	-0.1550

١٠-٩-٢- تقييم أبقار اللبن Cows evaluation

١- دليل أبقار اللبن Index for cows

يمكن أيضا تقدير القيمة الوراثية النسبية للأبقار Relative genetic values
(R.G.V) من خلال دراسة التأثير البيئي المشترك Common
environmental effect داخل سجلات البقرة Within cows وبفرض
أن المكافئ الوراثي لكمية اللبن لموسم واحد One record = 0.30 ، فإن
المكافئ الوراثي لمتوسط عدد السجلات (n) يحسب من المعادلة التالية Lush
(1945).

$$h^2 = \frac{h^2_m}{1 + (m - 1)r}$$

وبفرض أن المعامل التكراري $r=0.50$ فإن دليل الأبقار يحسب من المعادلة التالية
:Mcarthur (1954)

$$RGV = \left(\frac{h^2 (\bar{y} - \bar{A}) + h^2 \bar{A} (\bar{A} - \bar{P}) + \bar{P}}{\bar{P}} \right) \times 100$$

حيث $\bar{Y}$ = متوسط إنتاج سجلات البقرة ، $\bar{A}$ = متوسط القطيع ، $\bar{P}$ =
متوسط السلالة ، h^2 = المكافئ الوراثي لعدد من السجلات فإذا كان عدد
سجلات البقرة ثلاثة مواسم فإن :

$$h^2 = \frac{h^2_m}{1 + (m - 1)r} = \frac{0.30 \times 3}{1 + (3 - 1)0.50} = 0.45$$

مثال ١١

البيانات التالية تمثل إنتاج اللبن لبقرة فريزيان خلال ثلاثة مواسم في ثلاثة سنوات مختلفة وبفرض أن المكافئ الوراثي لموسم واحد 0.20 وللثلاثة مواسم معا 0.45 تبعا لمعادلة Lush (1945) والمطلوب حساب القيمة التربوية لهذه البقرة .

Milk yield, Kg كمية اللبن	Year السنة	No. of head عدد الأفراد بالقطيع	Herd average متوسط القطيع	Breed average متوسط السلالة
3450	2000/2001	15	3200	3100
4010	2001/2002	30	3980	3700
4890	2002/2003	20	4700	4200

$$\bar{Y} = \bar{P} = 3960 \quad \bar{A} = 4117 \quad = 3667$$

$$h^2 \bar{A} = 0.20 = 0.45 \quad h^2$$

$$(\bar{Y} - \bar{A}) = 4117 - 3960 = 157$$

$$h^2 (\bar{Y} - \bar{A}) = 0.45 [(157)] = 70.65$$

$$(\bar{A} - \bar{P}) = (3960 - 3667) = 293$$

$$h^2 (\bar{A} - \bar{P}) = 0.20 \times 293 = 58.6 = 59$$

$$RGV = \frac{(71 + 59 + 3667)}{3667} \times 100 = 103.54 \%$$

أى أن متوسط إنتاج تلك البقرة سيزيد بحوالى ١٣٠ كجم عن متوسط القطيع .

١٠-٩-٣- استخدام نموذج الحيوان (AM) Animal model

فى تقدير القيمة التربوية:

يستخدم نموذج الحيوان (AM) فى تقدير كلا من المعالم الوراثية Genetic

Parameters وتقدير المقدرة العبورية للطلائق (نصف القيمة التربوية)

Transmitting ability (TA) وذلك باستخدام مصادر النسب المختلفة

(الفرد الأب - الأم) أو (الفرد الأب - جد الأب أو جد الأم) وذلك إما لصفة

واحدة Univariate trait أو لعدة صفات Multi traits (MT) كذلك من

خلاله يمكن تقدير كلا من:

أ- التأثير البيئي الدائم Uncorrelated random environmental effect

ب- التأثير الوراثي الأمي Maternal genetic or second animal effect

ج- كذلك يمكن من خلاله تقدير المعالم الوراثية للمجاميع الوراثية المختلفة

Genetic groups

أولا نموذج الحيوان لصفة واحدة Single trait or Univariate animal model (STAM)

١- النموذج الرياضي

$$Y = X_b + Za + e$$

حيث أن:

Y = عبارة عن مصفوفة ($n \times 1$) للملاحظات Observation ، n = عدد السجلات .

b = مصفوفة ($P \times 1$) للعوامل الثابتة Fixed effects .

P = عدد المستويات لكل عامل ثابت .

a = مصفوفة ($q \times 1$) للعامل العشوائي (Random animal effects) .

e = مصفوفة ($n \times 1$) للعوامل العشوائية الغير متحكم فيها (الأخطاء

العشوائية) Random residual effects

X = مصفوفة ($n \times P$) خاصة بدراسة أعداد العوامل الثابتة .

Z = مصفوفة ($n \times q$) خاصة بدراسة أعداد العامل العشوائي .

ويفترض في النموذج السابق أن:

$$E(Y) = X_b, \quad E(a) = E(e) = 0$$

والأخطاء الغير متحكم فيها (الأخطاء العشوائية تشتمل على العوامل البيئية

الغير مدروسة بالإضافة إلى العوامل الوراثية الغير تجمعية Non effects

additive genetic وهو مستقل في توزيعه ويرمز إلى تباين الخطأ $\sigma^2 e$ وعلى

ذلك فإن :

$$Var(e) = I\sigma^2 e = R, \quad Var(a) = A\sigma^2 a = G$$

$$Cov(a, e) = Cov(e, a) = 0$$

$$\alpha = \sigma^2 e / \sigma^2 a$$

٢- معادلة النموذج المختلط (MME) Mixed Model equation

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z + A^{-1}\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{a} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'Y \\ Z'Y \end{bmatrix}$$

$$\text{Where } \alpha = \sigma^2 e / \sigma^2 a$$

مثال ١٢

البيانات التالية تمثل الوزن عند الميلاد في مجموعة من عجول وعجلات الفريزيان

في إحدى المزارع :

الوزن عند الميلاد Bw, Kg	الأم Dam	الأب Sire	الجنس Sex	العجول Calves
-	-	-	-	١
-	-	-	-	٢
-	-	-	-	٣
30	-	1	♂	4
28	2	3	♀	5
33	2	1	♀	6
29	5	4	♂	7
35	6	3	♂	8

المطلوب دراسة تأثير كلا من الجنس وكذلك القدرة العبورية للحيوانات بطريقة الـ (BLUP) مع الأخذ في الاعتبار درجة القرابة بين الحيوانات السابقة وبفرض أن

$$\sigma^2 e = 80, \sigma^2 a = 40$$

$$\therefore \alpha = \frac{\sigma^2 e}{\sigma^2 a} = 2$$

أ- النموذج الرياضي Statistical model

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + a_j + e_{ijk}$$

حيث أن Y_{ijk} = وزن العجول عند الميلاد (الصفة تحت الدراسة) .

μ = المتوسط العام للصفة .

F_i = تأثير العامل

الثابت (الجنس) .

a_j = تأثير العامل العشوائي (الفرد - الأب - الأم) . Individuals

e_{ijk} = الخطأ العشوائي .

ب - المعادلة العامة للنموذج المختلط Mixed Model equation (MME).

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z + A^{-1}\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{a} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'Y \\ Z'Y \end{bmatrix}$$

$$X' = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \quad X' = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$X'X = \begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}_{2 \times 2}$$

على الرغم من أن الحيوانات ١ - ٢ - ٣ ليس لها سجلات Records إلا أنها تعتبر أباء Parents ويجب أخذها في الاعتبار في حساب القيمة التربوية .

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Z

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Z'

$$Z'X = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$X'Z = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$Z'Z = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

وعلى ذلك يمكن وضع المعادلة العامة للنموذج المختلط كما يلي :

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z + A^{-1}\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{a} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'Y \\ Z'Y \end{bmatrix}$$

حيث أن n هي عدد الأسهم عن طريق كل جد مشترك .

فمثلا لا يوجد قرابة بين الفرد (1 ، 2) , (1 ، 3) بينما معامل القرابة بين الفرد

(1 ، 4) = $\frac{1}{2}$ حيث أن الفرد 4 هو ابن الفرد 1 كذلك لا يوجد قرابة بين الفرد

(1 ، 5) بينما معامل القرابة بين الفرد (1 ، 6) = $\frac{1}{2}$ حيث أن الفرد 1 هو أب

الفرد 6 في حين أن معامل القرابة بين الفرد (1 ، 7) = $\frac{1}{4}$ حيث أن الأسهم من الفرد 1 إلى الفرد 7 عددها اثنين .

$$R_{XY (1,7)} = \Sigma \left(\frac{1}{2} \right)^2 = 0.25$$

كذلك معامل القرابة بين الفرد (1 ، 8) = $\frac{1}{4}$ حيث أن الأسهم من الفرد 1 إلى الفرد 8 عددها اثنين وهكذا .

فعلي سبيل المثال معامل القرابة بين الفرد (5 ، 8) = 0.375 حيث أن الحدود المشتركة (2 ، 3) فعن طريق الجد 2 فإن عدد الأسهم (3) وعن طريق الجد 3 فإن عدد الأسهم (2) وعلي ذلك فإن معامل القرابة بين الفرد (5 ، 8) .

$$R_{(5,8)} = \Sigma \left(\frac{1}{2} \right)^3 + \Sigma \left(\frac{1}{2} \right)^2 = 0.375$$

ويمكن وضع معاملات القرابة بين الحيوانات السابقة كما يلي :

$$\begin{bmatrix} 1.00 & 0.00 & 0.00 & 0.50 & 0.00 & 0.50 & 0.25 & 0.25 \\ 0.00 & 1.00 & 0.00 & 0.00 & 0.50 & 0.50 & 0.25 & 0.25 \\ 0.00 & 0.00 & 1.00 & 0.00 & 0.50 & 0.00 & 0.25 & 0.50 \\ 0.50 & 0.00 & 0.00 & 1.00 & 0.00 & 0.25 & 0.50 & 0.125 \\ 0.00 & 0.50 & 0.50 & 0.00 & 1.00 & 0.25 & 0.50 & 0.375 \\ 0.50 & 0.50 & 0.00 & 0.25 & 0.25 & 1.00 & 0.25 & 0.50 \\ 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.50 & 0.50 & 0.25 & 1.00 & 0.25 \\ 0.25 & 0.25 & 0.50 & 0.125 & 0.375 & 0.50 & 0.25 & 1.00 \end{bmatrix}$$

A

$$\begin{bmatrix} 1.833 & 0.500 & 0.000 & -0.667 & 0.000 & -1.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.500 & 2.000 & 0.500 & 0.000 & -1.000 & -1.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.00 & 0.500 & 2.000 & 0.000 & -1.000 & 0.500 & 0.000 & -1.000 \\ -0.667 & 0.000 & 0.000 & 1.833 & 0.500 & 0.000 & -1.000 & 0.000 \\ 0.000 & -1.000 & -1.000 & 0.500 & 2.500 & 0.000 & -1.000 & 0.000 \\ -1.000 & -1.000 & 0.5000 & 0.000 & 0.000 & 2.500 & 0.000 & -1.000 \\ 0.000 & 0.000 & 0.000 & -1.000 & -1.000 & 0.000 & 2.000 & 0.000 \\ 0.000 & 0.000 & -1.000 & 0.000 & 0.000 & -1.000 & 0.000 & 2.000 \end{bmatrix}$$

A^{-1}

وبضرب $(A^{-1} \times \alpha)$ ثم إضافة الناتج علي مصفوفة $Z'Z$ فإن الناتج النهائي يكون كالآتي :

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z + A^{-1}\alpha \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} X'Y \\ Z'Y \end{bmatrix}$$

$$Z = \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 3.666 & 1.00 & 0.00 & -1.334 & 0.00 & -2.00 & 0.00 & 0.00 \\ 1.000 & 4.00 & 1.00 & 0.00 & -2.00 & -2.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.000 & 1.000 & 4.00 & 0.00 & -2.00 & 1.00 & 0.00 & -2.00 \\ -1.334 & 0.000 & 0.00 & 4.666 & 1.00 & 0.00 & -2.00 & 0.00 \\ 0.000 & -2.00 & -2.00 & 1.00 & 6.00 & 0.00 & -2.00 & 0.00 \\ -2.00 & -2.00 & 1.00 & 0.00 & 0.00 & 6.00 & 0.00 & -2.00 \\ 0.000 & 0.000 & 0.00 & -2.00 & -2.00 & 0.00 & 5.00 & 0.00 \\ 0.000 & 0.000 & -2.00 & 0.00 & 0.00 & -2.00 & 0.00 & 5.00 \end{pmatrix} \end{bmatrix}^{-1}$$

بضرب المصفوفة السابقة في $A^{-1}z + z$

$$Y = \begin{bmatrix} 30 \\ 28 \\ 33 \\ 29 \\ 35 \end{bmatrix} \quad Y' = [30 \quad 28 \quad 33 \quad 29 \quad 35]$$

$$X'Y = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 30 \\ 28 \\ 33 \\ 29 \\ 35 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 94 \\ 61 \end{bmatrix}$$

$$Z'Y = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 30 \\ 28 \\ 33 \\ 29 \\ 35 \end{bmatrix}$$

$$\begin{matrix} X'Y \\ \\ \\ \\ \\ Z'Y \end{matrix} \begin{bmatrix} 94 \\ 61 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 30 \\ 28 \\ 33 \\ 29 \\ 35 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} o \\ 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'X & & X'Z \\ Z'X & Z'Z + A^{-1}\alpha \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} X'Y \\ Z'Y \end{bmatrix}$$

Effect		Solutions
Sex	♂	31.43
	♀	30.30
Animals	1	0.3154
	2	0.1185
	3	-0.0063
	4	-0.4838
	5	-0.5684
	6	0.9600
	7	-0.9073
	8	1.0951

١٠-٩-٤. نموذج الحيوان في حالة تعدد القياسات Repeatability Animal Model (RAM)

يستخدم هذا النموذج في حالة تعدد القياسات (السجلات) Multiple measurements للصفة الواحدة علي نفس الحيوان أى أنه فى هذا النموذج يتم التعامل مع صفة واحدة لها سجلات متعددة Repeatability Animal Model مثل حجم الخلفة Litter size في الأرانب والخنازير وكمية اللبن Milk yield في ماشية اللبن وإنتاج البيض في الدجاج . وفي هذه الحالة فإن التباين المظهري Phenotypic variance يمكن تقسيمه إلي:

أ- التباين الوراثي (تجمعي وغير تجمعي) Additive and non-additive genetic variance .

ب- التباين البيئي الدائم Permanent environmental variance

ج- التباين البيئي المؤقت Temporary environmental variance

وهذا النموذج يفترض أن الارتباط الوراثي Genetic correlation بين القياسات (السجلات) = واحد وكذلك تساوي الارتباط البيئي للسجلات . وبفرض وجود ثلاثة قياسات Records لكل حيوان فإنه يمكن وضع التباين المظهري في المصفوفات التالية (Quaas, 1984, and Mrode, 2005) .

$$Var \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma^2 T_1 + \sigma^2 P_e + \sigma^2 g & \sigma^2 P_e + \sigma^2 g & \sigma^2 P_e + \sigma^2 g \\ \sigma^2 P_e + \sigma^2 g & \sigma^2 T_2 + \sigma^2 P_e + \sigma^2 g & \sigma^2 P_e + \sigma^2 g \\ \sigma^2 P_e + \sigma^2 g & \sigma^2 P_e + \sigma^2 g & \sigma^2 T_3 + \sigma^2 P_e + \sigma^2 g \end{bmatrix}$$

σ^2_{ti} = Temporary environmental variance specific to record.

σ^2_{pe} = Covariance due to permanent effects (Variances and Covariances are equal).

$\sigma^2 g$ = Genetic covariance (Variances and Covariances are equal).

والارتباط بين القياسات (السجلات) Records هو عبارة عن المعامل

التكراري $\frac{\sigma^2 g + \sigma^2 P_e}{\sigma^2 Y}$ والتقييم الوراثي Genetic evaluation في

هذا النموذج لا يشتمل فقط علي تقدير القيمة التربوية المتوقعة (PBV)

Predicting breeding values ولكن يشتمل أيضا علي تقدير العوامل

البيئية الدائمة Permanent environmental effects.

النموذج الرياضي :- Repeatability model

$$Y = Xb + Za + WP_e + e$$

حيث أن :

Y=Vector of observations

عمود خاص بالقياسات

b=Vector of fixed effect

عمود خاص بالعوامل الثابتة مثل القطيع - السنة - فصل الولادة

a = Vector of random animals effects

عمود خاص بالتأثير العشوائي للحيوان ممثلاً في كلا من الأبقار - الآباء - الأمهات .

P_e = Vector of random permanent environmental effects and non- additive genetic effects.

عمود يشتمل على تأثير العوامل البيئية الدائمة وكذلك تأثير العوامل الوراثية الغير تجمعية .

e = Vector of random residual effect.

عمود يشتمل على تأثير الخطأ (المتبقي) العشوائي .

$X, Z,$ and W

مصفوفات تشتمل على كل من العوامل الثابتة ، العشوائية والعوامل البيئية الدائمة على التوالي وكذلك هذا النموذج يفترض أن كل من التأثير البيئي الدائم والمتبقي عوامل مستقلة في توزيعها ومتوسطها = صفر وتباينها $\sigma^2 P_e, \sigma^2 e$ على التوالي وعلى ذلك فإن :

$$Var (P_e) = I \sigma^2 P_e$$

$$Var (e) = I \sigma^2 e = R$$

$$Var (a) = A \sigma^2 a$$

$$Var (Y) = Z A Z' \sigma^2 a + W I \sigma^2 P_e W' + R$$

المعادلات العامة للنموذج المختلط (MME) Mixed Model Equations

المصفوفات التالية تمثل المعادلات العامة للنموذج المختلط MME والتي عن طريقها يمكن تقدير أفضل انحدار خطي غير متحيز (BLUE) للعوامل

الثابتة (b) وكذلك تقديرية أفضل انحدار خطي غير متحيز (BLUP) لكل من العوامل العشوائية والعوامل البيئية الدائمة (a, pe)

$$\begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{a} \\ \hat{p}_e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'X & X'Z & X'W \\ Z'X & Z'Z + A^{-1}\alpha_1 & Z'W \\ W'Z & W'Z & W'W + I\alpha_2 \end{bmatrix}$$

Where

$$\alpha_1 = \frac{\sigma^2 e}{\sigma^2 a} \quad \alpha_2 = \frac{\sigma^2 e}{\sigma^2 p_e}$$

مثال ١٣

البيانات التالية تمثل إنتاج كمية الدهن بالكيلوجرام في خمس بقرات والمطلوب دراسة تأثير كلا من القطيع - سنة وفصل الولادة HYS وتأثير موسم الحليب بالإضافة إلى تقدير القيمة التربوية (BLUP) للحيوانات التالية وكذلك التأثير البيئي الدائم (Mrode, 1996):

Cow	Sire	Dam	Parity	HYS	FY, Kg
4	1	2	1	1	201
4	1	2	2	3	280
5	3	2	1	1	150
5	3	2	2	4	200
6	1	5	1	2	160
6	1	5	2	3	190
7	3	4	1	1	180
7	3	4	2	3	250
8	1	7	1	2	285
8	1	7	2	4	300

وبفرض أن التباين المظهري $\sigma^2 Y = 60$ ، التباين الوراثي التجمعي $\sigma^2 a = 20$ والتباين البيئي الدائم $\sigma^2 P_e = 12.0$ وعلى ذلك فإن :

$$\alpha_1 = 1.857 \quad \alpha_2 = 3.250 \quad R(t) = \frac{\sigma^2 a + \sigma^2 P_e}{\sigma^2 Y} = 0.53$$

أولاً :- النموذج الرياضي

$$Y_{ijklm} = \mu + f_i + HYS_j + a_k + Pe_l + e_{ijklm}$$

حيث Y_{ijklm} = الصفة تحت الدراسة ،

μ = المتوسط العام للصفة ،

P_i = تأثير مواسم الحليب (١ ، ٢) ،

HYS = تأثير القطيع - السنة - فصل الولادة (١ - ٤) ،

a_k = التأثير العشوائي للحيوانات ،

Pe_l = التأثير البيئي الدائم ،

e_{ijklm} = تأثير الخطأ (المتبقي) .

ثانياً :- المعادلات العامة للنموذج المختلط

$$\begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{a} \\ \hat{p}_e \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X'X & X'Z & X'W \\ Z'X & Z'Z + A^{-1}\alpha_1 & Z'W \\ W'X & W'Z & W'W + I\alpha_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'Y \\ Z'Y \\ W'Y \end{bmatrix}$$

المصفوفة X وهى المصفوفة المحتوية على أعداد كل من تأثير (HYS) وموسم الحليب P كما يلي:

$$X = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}_{10 \times 6}$$

$$X' = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}_{6 \times 10}$$

المصفوفة Z وهى المحتوية على أعداد العامل العشوائى Animals مع الأخذ في الاعتبار أن الحيوانات ١، ٢، ٣ هى Ancestors لذا يجب وضع قيمها بصفر .

$$Z = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}_{10 \times 8}$$

$$Z' = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}_{8 \times 10}$$

المصفوفة W هي المصفوفة المحتوية على أعداد العامل البيئي الدائم Pe وهي خمس بقرات كالتالى:

$$W = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$W' = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

العمود (Y) Vector هو عبارة عن الصفة تحت الدراسة كالتالي:

$$Y = \begin{bmatrix} 201 \\ 280 \\ 150 \\ 200 \\ 160 \\ 190 \\ 180 \\ 250 \\ 285 \\ 300 \end{bmatrix}$$

$$X'Y = \begin{bmatrix} 531 \\ 445 \\ 720 \\ 500 \\ 976 \\ 1220 \end{bmatrix} \quad Z'Y = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 481 \\ 350 \\ 350 \\ 430 \\ 585 \end{bmatrix} \quad W'Y = \begin{bmatrix} 481 \\ 350 \\ 350 \\ 430 \\ 585 \end{bmatrix}$$

وعلى ذلك فإن المعادلات العامة للنموذج المختلط MME.

$$\begin{bmatrix} 3 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 3 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 3 & 2 & 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 3 & 2 & 0 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$

وباستخدام معادلة معامل القرابة (1922) Swell wright يمكن وضع

درجات القرابة بين الثمانية حيوانات كما يلي :

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0.50 & 0 & 0.50 & 0.25 & 0.625 \\ 0 & 1 & 0 & 0.50 & 0 & 0 & 0.25 & 0.125 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0.50 & 0.25 & 0.50 & 0.25 \\ 0.50 & 0.50 & 0 & 1 & 0 & 0.25 & 0.50 & 0.50 \\ 0 & 0 & 0.50 & 0 & 1 & 0.50 & 0.25 & 0.126 \\ 0.50 & 0 & 0.25 & 0.25 & 0.50 & 1 & 0.25 & 0.375 \\ 0.25 & 0.25 & 0.50 & 0.50 & 0.125 & 0.25 & 1 & 0.625 \\ 0.625 & 0.125 & 0.25 & 0.50 & 0.125 & 0.375 & 0.265 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} 2.50 & 0.50 & 0.0 & -1.0 & 0.50 & -1.0 & 0.50 & -1.0 \\ 0.50 & 1.50 & 0.0 & -1.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 & 1.83 & 0.50 & -0.67 & 0.0 & -1.0 & 0.0 \\ -1.0 & -1.0 & 0.50 & 2.50 & 0.0 & 0.0 & -1.0 & 0.0 \\ 0.50 & 0.0 & -0.67 & 0.0 & 1.83 & -1.0 & 0.0 & 0.0 \\ -1.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & -1.0 & 2.0 & 0.0 & 0.0 \\ 0.50 & 0.0 & -1.0 & -1.0 & 0.0 & 0.0 & 2.50 & -1.0 \\ -1.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 1.0 & 2.0 \end{bmatrix}$$

وعلى ذلك $A^{-1} + \alpha_1$ ، $I\alpha_2$ كما يلي:

$$A^{-1} + \alpha_1 = \begin{bmatrix} 4.64 & 0.93 & 0.0 & -1.86 & 0.93 & -1.86 & 0.93 & -1.86 \\ 0.93 & 2.79 & 0.0 & -1.86 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 & 3.40 & 0.93 & -1.24 & 0.0 & -1.86 & 0.0 \\ -1.86 & -1.86 & 0.93 & 6.64 & 0.0 & 0.0 & -1.86 & 0.0 \\ 0.93 & 0.0 & -1.34 & 0.0 & 5.40 & -1.86 & 0.0 & 0.0 \\ -1.86 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & -1.86 & 5.71 & 0.0 & 0.0 \\ 0.93 & 0.0 & -1.86 & -1.86 & 0.0 & 6.0 & 6.64 & -1.86 \\ -1.86 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & -1.86 & 5.71 \end{bmatrix}$$

$$W'W + I\alpha_2 = \begin{bmatrix} 5.25 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 5.25 & 0.0 & 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 & 5.25 & 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 & 0.0 & 5.25 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 5.25 \end{bmatrix}$$

ثم بحل المعادلات السابقة نحصل على تأثير كل من القطيع - السنة - فصل الولادة (HYS)، ترتيب موسم الولادة (P)، الحيوانات (Animals) والتأثير البيئي الدائم (P_e) كما يلي:

Effects	Solutions
القطيع - سنة وفصل الولادة HYS	
1	0.000
2	44.065
3	0.000
4	0.013
ترتيب موسم الحليب Parity	
1	175.472
2	241.893
الحيوانات Animals	

1	10.148
2	-3.084
3	-7.063
4	13.581
5	-18.207
6	-18.387
7	9.328
8	24.194
التباين البيئي الدائم Permanent environmental	
4	8.417
5	-7.146
6	-17.229
7	-1.390
8	17.347

٩.١١- نموذج الحيوان مع التأثير البيئي المشترك Animal model

with common environmental effects

العوامل البيئية المحيطة Environmental circumstances تساهم في التشابه بين الأقارب Resemblance between relatives فعندما تربى مجموعة من الأفراد كما هو الحال في حجم الخلفة في الأرانب Rabbits والخنازير Pigs تتعرض لعوامل بيئية مشتركة وهذه العوامل تساهم في التشابه بين أفراد العائلة الواحدة . وهذا من شأنه يؤدي إلي زيادة التباين التلازمي بين أفراد العائلة الواحدة وهذا يسبب التباين البيئي المشترك .

والتباين البيئي Environmental variance يمكن تقسيمه إلي تباين بين العائلات Between families أو بين المجموع Between group component وعادة ما يسبب التباين البيئي المشترك Common

environmental التشابه بين أفراد العائلة الواحدة ، وتباين داخل العائلات Within family أو داخل المجاميع Within group variance . والتباين البيئي المشترك يرجع إلى التغذية Nutrition والمناخ Climatic condition وقد تناول Mrode, (1996) كيفية حساب كل من العوامل البيئية المشتركة بالإضافة إلى القيمة التربوية في مثال على وزن الفطام في ثلاثة عائلات من الخنازير .

٩.١٢- نموذج الحيوان للصفات المتعددة Multi-Traits Animal Model (MTAM)

الانتخاب في الحيوانات المزرعية Selection of livestock يعتمد عادة علي دراسة توليفة من عدة صفات Combination of several traits ذات أهمية اقتصادية عادة ما تكون مرتبطة مظهريا ووراثيا معا . هذه الصفات توضع في دليل index حتى يمكن ترتيب هذه الحيوانات تبعا لهذا الدليل . ويعتبر تقييم الصفات المتعددة multi-traits evaluation الطريقة المثلي optimum methodology لتقييم الحيوانات ، حيث يدرس العلاقة (التغاير) بين الصفات . وتحليل الصفات المتعددة يشتمل على تحليل صفتين أو أكثر مع الأخذ في الاعتبار الارتباط المظهري والوراثي بينهما . إن أول من استخدم طريقة أفضل انحدار خطي غير متحيز Best Linear Unbiased Prediction for Multi-traits (MBLUP) هو (Henderson and Quaas (1976) .

٩.١٣- أهمية دراسة الصفات المتعددة

١- تزيد من درجة الدقة، حيث أن الزيادة في الدقة تعتمد أساساً على الفرق في القيمة المطلقة بين الارتباط الوراثي وارتباط العوامل الغير متحكم فيها (الخطأ) (Genetic and Residual correlations) فالزيادة في هذا الفرق يؤدي إلى زيادة درجة الدقة (Schaeffer, 1984).

٢- في حالة تساوي كل من المكافئ الوراثي والارتباط الوراثي والبيئي بين صفتين فإن تقييم عدة صفات يتساوي مع تقييم كل صفة على حده، ولكن الصفات ذات المكافئ الوراثي المنخفض benefit more عندما توضع مع صفات ذات مكافئ وراثي مرتفع فإن درجة الدقة عموماً تزيد نظراً للأخذ في الاعتبار Residual covariance التغاير بين الخطأ بين الصفات المختلفة (Thompson and Meyer, 1986).

٣- يأخذ في الاعتبار التحيز الناشئ عن الانتخاب تبعاً للاستبعاد culling selection bias ففي بعض الصفات مثل الوزن عند الفطام، الاحتفاظ بالأفراد ذات الوزن المرتفع عند الفطام حتى عمر سنة. فعند دراسة صفة الوزن عند عمر سنة فقط single trait فإن تقدير القيمة التربوية ينشأ عنه تحيز bias نظراً لعدم أخذ الوزن عند الفطام في الاعتبار والتي على أساسها انتخبت الحيوانات. بينما دراسة صفتي الوزن عند الفطام مع الوزن عند عمر سنة ينشأ عنه تلاشي التحيز الناشئ عن انتخاب الحيوانات على أساس الوزن عند الفطام. ومع ذلك فإن تحليل الصفات المتعددة Multi-Traits Animal Model (MTAM) يحتاج إلى حاسب آلي ذو مواصفات خاصة كما أنه يأخذ وقتاً

أطول في التحليل بالإضافة إلي أن تكاليف تحليل الصفات المتعددة أكبر بكثير من تحليل صفة واحدة كما أن تحليل الصفات المتعددة (MTAM) يحتاج إلي دقة في تقدير كل من الارتباط الوراثي والارتباط المظهري بين الصفات تحت الدراسة .

١- النموذج الرياضي Statistical model

في حالة تحليل صفتين معا ولتكن صفة كمية اللبن (Y1) وصفة كمية الدهن (Y2) فإن النموذج الرياضي يمكن وضعه في الصيغة التالية :

$$Y_1 = X_1 b_1 + Z_1 a_1 + e_1 \dots \dots \dots (1)$$

حيث (Y₁) الصفة الأولى

$$Y_2 = X_2 b_2 + Z_2 a_2 + e_2 \dots \dots \dots (2)$$

حيث (Y₂) الصفة الثانية .

وعلي ذلك يمكن صياغة النموذج كما يلي :-

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & O \\ O & X_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_1 & O \\ O & Z_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix}$$

حيث أن :

Y_i عبارة عن عمود Vector لمشاهدات الصفة i

b_i عبارة عن عمود Vector للعوامل الثابتة للصفة i

a_i عبارة عن عمود Vector للعوامل العشوائية للصفة i

e_i عبارة عن عمود للعوامل العشوائية الغير متحكم فيها للصفة i

X_i عبارة عن مصفوفة كل من العوامل الثابتة والعشوائية

Z_i للصفة i علي التوالي

والنموذج السابق يفترض الآتي :-

النموذج الوراثي

$$\text{Var} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_{11}A & g_{12}A & 0 & 0 \\ g_{21}A & g_{22}A & 0 & 0 \\ 0 & 0 & r_{11} & r_{12} \\ 0 & 0 & r_{21} & r_{22} \end{bmatrix}$$

عبارة عن التباين الوراثي التجمعي للصفة الأولى . $= g_{11}$

عبارة عن التباين الوراثي التجمعي بين الصفتين ١ ، ٢ $g_{12}=g_{21}$

عبارة عن التباين الوراثي التجمعي للصفة الثانية . g_{22}

تباين الخطأ للصفة الأولى . r_{11}

تباين الخطأ بين الصفتين ١ ، ٢ . r_{12}

تباين الخطأ للصفة الثانية . r_{22}

وعلى ذلك فإن المعادلات العامة للنموذج المختلط Mixed Model

Equations (MME)

$$\begin{bmatrix} X'R^{-1}X & X'R^{-1}Z \\ Z'R^{-1}X & Z'R^{-1}Z + A^{-1}G^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{a} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'R^{-1}Y \\ Z'R^{-1}Y \end{bmatrix}$$

حيث أن :

$$X = \begin{bmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & X_2 \end{bmatrix} \quad Z = \begin{bmatrix} Z_1 & 0 \\ 0 & Z_2 \end{bmatrix}$$

$$\hat{b} = \begin{bmatrix} \hat{b}_1 \\ \hat{b}_2 \end{bmatrix} \quad \hat{a} = \begin{bmatrix} \hat{a}_1 \\ \hat{a}_2 \end{bmatrix} \quad Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix}$$

وتناول Mrode (1996) في مثال علي صفتي معدل النمو قبل الفطام pre-

post-weaning weight gain (WWG) ومعدل النمو بعد الفطام-

weaning weight gain (PWG) في إحدي سلالات ماشية اللحم وكيفية

تقدير القيمة التربوية لكل صفة علي حدة وللصفتين معا .

٩-١٤ مقارنة بين نموذج الحيوان للصفة الواحدة (STAM) ونموذج الحيوان لعدة صفات (MTAM)

في المثال الذي تناوله Mrode (1996) لتقدير القيمة التربوية لصفتي معدل النمو قبل الفطام (WWG) ومعدل النمو بعد الفطام (PWG) في إحصائي سلالات ماشية اللحم وذلك بتحليل كل صفة علي حدة (STAM) وللصفتين معا (MTAM) وجد أن درجة الدقة في صفة معدل النمو قبل الفطام (WWG) تزيد بمقدار ٢٠ ٪ في حالة تحليل الصفتين معا (MTAM) عن تحليل الصفة الواحدة (STAM) بينما كانت درجة الدقة متقاربة في صفة معدل النمو بعد الفطام (PWG) في كلتا الحالتين STAM و MTAM .

في دراسة لـ Hanaa Abdelharith et al., (2002) استخدمت عدة طرق مختلفة لتقييم الطلائق باستخدام نموذج الحيوان للصفات المتعددة MTAM وأيضا نموذج الحيوان أحادي الصفة STAM وذلك لصفة إنتاج اللبن في ٣٠٥ يوما لثلاثة مواسم حليب لأبقار الفريزيان، أظهرت نتائج هذه التجربة أن معامل ارتباط الرتب بين القيم التربوية المتوقعة للمواسم الثلاثة الأولى كان أعلى في القيمة في تحليل الصفات المتعددة عنه في حالة تحليل صفة واحدة حيث كان معامل ارتباط الرتب (٠,٩٤ ، ٠,٨٩ ، ٠,٩٧) بين المواسم (١ ، ٢) ، (١ ، ٣) و (٢ ، ٣) مقابل (٠,٤٦ ، ٠,٣٤ ، ٠,٣٦) علي التوالي . كذلك كانت درجة دقة التنبؤ بالقيم التربوية أعلى في تحليل الصفات المتعددة بمقدار ٣٣,٦ ٪ عن تحليل الصفة الواحدة، كذلك أوضحت نتائج تلك الدراسة أن استخدام نموذج الحيوان في حالة الصفات المتعددة للتنبؤ بقيم تربوية أدق للصفات المدروسة

وذلك لاستخدام جميع البيانات المتاحة على المواسم وأيضا يأخذ في الاعتبار العلاقات بين الأفراد في الصفات المختلفة .

Ghonem (2002) حيث استخدمت في هذه الدراسة سجلات إنتاج اللبن لقطيع أبقار الفريزيان بمزرعة سخا التابعة لمعهد بحوث الإنتاج الحيواني وذلك خلال الفترة من ١٩٨١ إلى ٢٠٠١ وذلك بهدف تقدير القيمة التربوية باستخدام نموذج الحيوان للصفات المتعددة MTAM لصفة كمية اللبن في ٣٠٥ يوم وطول موسم الحليب وطول فترة الجفاف وكذلك تقدير القيمة التربوية باستخدام نموذج الحيوان لكل صفة علي حدة STAM وللثلاثة صفات معا (MTAM) وأوضح النتائج أن درجة الدقة كانت أعلى في حالة التحليل للثلاثة صفات معا حيث زادت درجة الدقة لطول موسم الحليب ما بين ١٤ إلى ٢٨٪ ولكمية اللبن في ٣٠٥ يوم ما بين ٧ إلى ١٩٪ وطول فترة الجفاف ما بين ١ إلى ٥٪.

٩.١٥- التأثيرات الوراثية الأمية Maternal genetic effects

بعض الصفات مثل الوزن عند الميلاد والفطام خاصة في ماشية اللحم فإن الأمهات تساهم في مظهر نسلها من خلال مسارين :

المسار الأول التأثير الوراثي المباشر Direct genetic effect

المسار الثاني من خلال مقدرتها علي توفير بيئة مناسبة لنسلها مثل التغذية

Ability of the dam to provide a suitable environmental in the form of better nourishment.

وهذا المسار الثاني يقع أيضا تحت تأثير وراثي وبيئي . وكما هو الحال في مكونات التباين الوراثي للأفراد فإن مكونات التباين الوراثي maternal genetic

variance components يقسم إلى تجمعي وسيادي وتفوقي (Willham, 1963) وكذلك فإن التباين البيئي الأمي يقسم إلى تباين بيئي دائم ومؤقت . وعلى ذلك فإن المظهر الخارجي للصفة في هذه الحالة يقسم إلى:

١- التأثير الوراثي التجمعي المباشر من الأب والأم .
٢- التباين الوراثي الأمي maternal genetic effect أو التأثير الغير المباشر indirect .

٣- التأثير البيئي الدائم permanent environmental effects وهو يشمل على التأثير البيئي الدائم لمقدرة الأمهات وكذلك التأثير الأمي الوراثي الغير تجمعي maternal non-additive genetics effects of dam .

٩.١٦- العوامل البيئية العشوائية الأخرى أو المتبقي Residual effects

أول تطبيق لتقدير أفضل انحدار خطي غير متحيز (BLUP) مشتملا على التأثير الوراثي الأمي كان بواسطة (Quaas and Pollak 1981).

أ- النموذج الرياضي Statistical model

$$Y = Xb + Z_u + W_m + S_{pe} + e$$

حيث أن:

Y	عبارة عن عمود Vector لملاحظات
b	عبارة عن عمود Vector للعوامل الثابتة
U	عبارة عن عمود Vector للعوامل العشوائية
m	عبارة عن عمود التأثير الوراثي الأمي
e	

تباين الخطأ (المتبقي) e

Pe

عبارة عن عمود للعوامل البيئية الدائمة

X, Z,
W, S

Animal عبارة عن مصفوفة كل من العوامل الثابتة والحيوان

والتأثير الوراثي الأمي والتأثير البيئي الدائم

ويفترض في النموذج السابق الآتي :

$$\text{var} \begin{bmatrix} u \\ m \\ pe \\ e \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_{11} A & g_{12} A & O & O \\ g_{21} A & g_{22} A & O & O \\ O & O & I\sigma^2 Pe & O \\ O & O & O & I\sigma^2 e \end{bmatrix}$$

حيث أن :

Additive genetic عبارة عن التباين الوراثي التجمعي المباشر

= g₁₁

variance of direct effects

عبارة عن التباين الوراثي التجمعي بين المباشر والأمي .

g₁₂=g₂₁

Additive genetic عبارة عن التباين الوراثي التجمعي الأمي

g₂₂

. variance of maternal effects

التباين البيئي الدائم .

σ_{2pe}

تباين الخطأ .

σ_{2e}

وعلى ذلك فإن أفضل انحدار خطي غير متحيز للعوامل الثابتة (BLUE=b)

Best Linear Unbiased Estimation وكذلك أفضل انحدار خطي غير

متحيز (BLUP) لكل من (u, m, pe, e) يمكن الحصول عليها من خلال

المعادلة العامة للنموذج المختلط (MME) كما يلي :

$$\begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{u} \\ \hat{m} \\ \hat{e} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X'X & X'Z & X'W & X'S \\ Z'X & Z'Z + A^{-1}\alpha_1 & Z'W + A^{-1}\alpha_2 & Z'S \\ W'X & W'Z + A^{-1}\alpha_2 & W'W + A^{-1}\alpha_3 & W'S \\ S'X & S'Z & S'W & S'S + I\alpha_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'Y \\ Z'Y \\ W'Y \\ S'Y \end{bmatrix}$$

$$G = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} \\ g_{21} & g_{22} \end{bmatrix} ; \quad G^{-1} = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} \\ g_{21} & g_{22} \end{bmatrix} \text{ and } \begin{bmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 \\ \alpha_2 & \alpha_3 \end{bmatrix} \quad \sigma^2 e = \begin{bmatrix} g^{11} & g^{12} \\ g^{21} & g^{22} \end{bmatrix}$$

$$\alpha_4 = \frac{\sigma^2 e}{\sigma^2 p_e}$$

ويجب ملاحظة أن مصفوفة $A^{-1}\alpha_1$ تضاف إلى مصفوفة التأثير الوراثي المباشر (الحيوانات)، $A^{-1}\alpha_2$ تضاف إلى مصفوفة التأثير الوراثي الأمي maternal genetic effects، $A^{-1}\alpha_3$ تضاف إلى مصفوفة التباين بين التأثير الوراثي المباشر direct genetic effects والتأثير الوراثي الأمي، $A^{-1}\alpha_4$ تضاف إلى مصفوفة التأثير البيئي الدائم.

وقد تناول Mrode (1996) في مثال على صفة الوزن عند الميلاد في إحدى سلالات ماشية اللحم كيفية تقدير كلا من تأثير القطيع - السنة - فصل الولادة (HYS) والجنس كعوامل ثابتة وكل من التأثير الوراثي المباشر (animals) والتأثير الوراثي الأمي والتأثير البيئي الدائم كعوامل عشوائية. وأوضح أنه إذا تم انتخاب الأمهات في الجيل القادم generation selection of dams for the next generation فسوف يؤدي ذلك إلى الحصول على أفضل تقدير للتأثير الوراثي الأمي maternal genetic effects وهذا يؤدي إلى تقدير جيد للقيمة التربوية.

الباب العاشر

أهم التقنيات الحيوية

فى الإنتاج الحيوانى

قام الدكتور حسن غازى العوضى بكتابة الأبواب (١٠-١١-١٢-١٣-١٤)

الباب العاشر

أهم التقنيات الحيوية فى الإنتاج الحيوانى

لقد بدأت تقنيات البيوتكنولوجى تأخذ مكانتها منذ بداية السبعينات من القرن العشرين وبخاصة التقنيات الخاصة بالتناسل فى الحيوان من تلقيح صناعى ونقل أجنة وقد كان لدخولهما حيز التطبيق صدئاً واسعاً فى مجال تطوير الإنتاج الحيوانى والإسراع من عمليات التحسين الوراثى . ومنذ بداية الثمانينات من نفس القرن بدأت مجموعة أخرى من التقانات الحديثة فى الظهور والتى بدخولها حيز التطبيق العملى والتجارى سوف يكون لها شأن عظيم فى تطوير وتحسين الإنتاج الحيوانى مثل تقنية التلقيح الصناعى ، نقل الأجنة ، تحديد الجنس (فصل الكروموسومات الجنسية) ، والاستنساخ الخ من هذه التقنيات الحديثة . وبدأت مسميات علوم الوراثة والسيولوجى والكيمياء الحيوية وتربية وتحسين الحيوان تتغير تمشياً وتوافقاً مع هذا التقدم فى البيوتكنولوجى والتقنيات المرتبطة به مع ما رافق وما يزال يرافق هذه الموجة من جدال ومناقشات لم تحب بعد ولم تصل إلى ما ستسفر عنه هذه التكنولوجيات وتداعياتها فى تربية وتحسين الحيوان فى نهاية الأمر .

ويمكن تعريف التكنولوجيا الحيوية أو البيوتكنولوجى Biotechnology بأنها التطبيق العملى للمعرفة البيولوجية ومعلومات الوراثة الجزيئية Molecular Genetic Information لأغراض تخدم البشرية فى مختلف مجالات الحياة . وفى مجال تربية الحيوان مثلاً يمكن أن تستخدم التكنولوجيا الحيوية من خلال مسارين (مع وجود بعض التداخل بينهما) . المسار الأول يكون فى إطار تكنولوجيا التناسل مثل التلقيح الصناعى ، نقل الأجنة والتحكم فى الجنس . المسار الثانى

يكون فى إطار التكنولوجيا الجزيئية واللى يمكن استخدامها لمعرفة موقع أو مواقع وراثية والتعرف عليها والمقارنة بينها وبين المواقع الأخرى أو خلافاً لذلك من التعامل مع الجينات وذلك يتضمن بعض التقنيات مثل بصمة الشريط الوراثى DNA والمركمات (الواسمات) Markers التى تستخدم فى الانتخاب، ونقل الجين Transgenic Gene. وسوف نتناول مكونات كل مسار شئ من التفصيل.

وفى هذا الجزء سوف نناقش هذه التكنولوجيا الحيوية واللى يمكن أن تؤثر على تربية الحيوان وكثير منها يستخدم الآن بالفعل. وجدير بالذكر أننا لن نحاول عرض تفاصيل التقنية فى كافة التقنيات الموجودة لوجود العديد من الكتب التى تتناول هذه التقنيات بالتفصيل وسوف يكون اهتمامنا بتعريف القارئ العادى والمتخصص فى مجال الإنتاج الحيوانى عن ماهية البيوتكنولوجيا والوراثة الجزيئية وكيفية استخدامها فى المجالات المختلفة وخاصة مجال التربية والتحسين الوراثى. وأيضاً تعريف القارئ بما لهذه التكنولوجيات والتقنيات من مشاكل أو مضار عند عدم مراعاة الضوابط فى استخدامها وكذلك تكلفتها الكبيرة وتغيرها السريع فهناك اكتشافات حديثة وثورة تكنولوجية تحدث كل شهر بل لا نكون مبالغين إن قلنا كل يوم. ولذا لابد أن يؤخذ فى الاعتبار أن ما يكتب فى هذا الجزء يتعلق بالوقت المكتوب فيه.

١٠-١. تكنولوجيا التناسل Reproductive Technologies

قد يكون هناك خلط فى بعض الأحيان بين تربية الحيوان والتناسل. وفى الحقيقة فإن تربية الحيوان والتناسل فرعان مختلفان فى المعرفة. فترية الحيوان فرع يختص بالوراثة والتناسل جزء من الفسيولوجى. ومع ذلك فكلا الفرعين يرتبطان

ببعضهما البعض على الرغم من أن أساسيات الوراثة التى تستخدم فى تربية الحيوان لا تعتمد كثيرا على فسيولوجيا التناسل . فممارسة تربية الحيوان أيضاً مثل الانتخاب وموسم التلقيح يتم من خلال تقنيات التناسل المتاحة . وعلى سبيل المثال فإن تربية الحيوان تتأثر بوحدة من التقنيات التى تستخدم على نطاق واسع والمهمة أيضا من الناحية الاقتصادية فى التناسل وهى التلقيح الاصطناعى .

٢-١٠-١. تقنية التلقيح الصناعى (Artificial Insemination (AI)

وهى عبارة عن تقنية فى التناسل يتم فيها جمع السائل المنوى من الذكور ثم استخدامه فى شكل طازج أو مجمد فى الإناث الجاهزة للتلقيح . وهو معروف منذ زمن بعيد ويطبق فى البلاد المتقدمة على نطاق واسع بل إن هناك بلاد تمنع استخدام التلقيح الطبيعى فى الحيوانات وتستخدم فقط التلقيح الصناعى . ويختلف مدى انتشار التلقيح الصناعى من نوع لآخر من الحيوانات ومن بلد لأخرى ومن التقنيات المعروفة التى جعلت التلقيح الصناعى أسهل هى تقنية التزامن الشبقي Estrous Synchronization فى الحيوانات عن طريق حقن الإناث بالهرمونات التى تجعلها تشيع فى وقت واحد أو متقارب . وبالتالي يقلل ذلك عدد الأيام التى يُحتاج فيها لإجراء عملية التلقيح الصناعى للمجموعة وغالباً يكون اكتشاف الشياح أسهل وفى وبعض الأحيان ليس من الضرورى اكتشاف الشياح . وبشكل عام فهو يستخدم بكثرة فى الدواجن والخنازير والأبقار عن الأغنام والخيول والجاموس وله فوائد كثيرة خاصة فى الأنواع التى يمكن فيها تجميد السائل المنوى وتخزينه - ولكن بالرغم من هذا كله فهو ليس سهلاً وليس دائماً عملياً ويجب أن يُتخذ فيه الاحتياطات اللازمة وأن

يقوم به شخص متخصص حتى تتم الفائدة المنشودة منه. ومن أهم فوائد تقنية التلقيح الصناعي ما يأتى:

١- أن السائل المنوى المجمد يتيح أن يكون لحيوان واحد العديد من النسل (آلاف النسل) وبالتالي يعمل على زيادة دقة الانتخاب من خلال اختبار عدد كبير من النسل.

٢- كذلك فالتلقيح الصناعي يزيد شدة الانتخاب عن طريق توفير إتاحة استخدام أفضل طلوقة من أفضل قطيع وبالتالي زيادة التحسين الوراثى بشكل ملحوظ.

٣- علاوة على ذلك فإن التلقيح الصناعي له فوائد وراثية أخرى فهو يمكن من استيراد سلالات جديدة بشكل أسهل وتكلفة أقل. كذلك من خلاله يمكن أن يتم معرفة آباء النسل الموجود كلاً على حدة - حيث انه فى بعض الأحيان يكون من الصعب استخدام بديل للتلقيح الصناعي عندما يكون هناك مرعى متعدد الآباء حيث يكون فى المرعى أو الحظيرة أكثر من أب واحد فى نفس الوقت.

٤- التلقيح الصناعي يكون طريقة لحفظ الجينات والمورثات التى قد تكون مهمة فى المستقبل. وفى الأنواع التى يستخدم فيها التلقيح الصناعي بشكل واسع يكون هناك اختبار للأليلات بصفة مستمرة لأن الأب الذى يحمل واحداً أو أكثر من الجينات الضارة لا يمكن التعرف عليه إلا بعد تلقيح العديد بل الآلاف من الحيوانات وبالتالي ينشر الجينات غير المرغوب فيها بشكل كبير.

٥- التلقيح الصناعي يمكن من إجراء تقييم وراثى واسع المجال. وهو ما سوف نتعرف عليه فى الباب الرابع عشر بإذن الله تعالى.

١٠-٣- تقنية نقل الأجنة (ET) Embryo Transfer

تهدف تقنية نقل الأجنة بصفة أساسية إلى الإسراع من عمليات التحسين الوراثي عن طريق الحصول على عدد من الأجنة (أو البويضات) من الإناث المتميزة وراثيا فى نواحي الأداء الإنتاجي . وعادة يكون التلقيح الصناعي فى صالح تقييم الذكور بينما يكون نقل الأجنة فى جانب الإناث حيث يسمح التلقيح الصناعي للذكر أن يكون له آلاف من الأبناء فى حين تسمح تقنية نقل الأجنة للإناث أن يكون لها فقط العشرات من النسل .

وقد كانت أول محاولة ناجحة لنقل الأجنة فى بداية القرن العشرين فى الأرانب . وقد تمكن العاملون فى كامبردج ١٩٤٩ باستخدام تقنية تنشيط المبايض للحصول على بويضات خلال الفترة من ١٩٣٠-١٩٤٠ من الحصول على ولادة أول عجل بقرى باستخدام نقل الأجنة . ومما هو جدير بالذكر أيضا أن تلك التقنية قد دخلت حيز التطبيق التجارى فى السبعينات حيث نجحت هذه التقنية فى الأبقار والأفراس بشكل كبير بينما ما تزال التجارب مستمرة فى الجاموس . هذا ويجب أن يتوافر الآتى فى عملية نقل الأجنة:

١- إناث تكون متميزة وراثيا فى النواحي الإنتاجية وتسمى إناث معطية أو مانحة Donors والتي سوف تعطى الأجنة التى تنقل إلى الإناث المستقبلة .

٢- إناث مستقبلية للأجنة ذات حالة صحية جيدة وتسمى الـ Recipients أو الـ Receptors .

٣- وجود سائل منوى جيد مجمد معروف المصدر لإخصاب البويضات .

٤- عمل التزامن الشبقي Estrous Synchronization بين الإناث المعطية والمستقبلة للأجنة .

٥- استخدام الهرمونات لتنشيط المبيض لإحداث تبويض متعدد Super Ovulation لإنتاج البويضات الصالحة للإخصاب . وإجراء التلقيح بالسائل المنى خارج الرحم فى الوقت المناسب للحصول على أكبر عدد من الأجنة .

٦- عمل غسل للرحم Flushing باستخدام المحاليل Media المناسبة لجمع الأجنة مع ضبط التركيز الأيدروجينى والضغط الأسموزى لها .

وتُجهز الأمهات المعطية عن طريق عمل تنظيم وتعدد تبويض لها وذلك بحقنها بهرمون يسبب نمو وإنتاج بويضات أكثر من الطبيعى مثل الـ PMSG (Pregnant mare's serum gonadotropin) ثم يتم بعد ذلك تلقيحها بعد ظهور الشبق عليها وعقب وقت معين (تعتمد الفترة على حسب النوع) ويتم جمع الأجنة فى اليوم السادس لحدوث الشبق ويفحص السائل المحتوى على الأجنة فى طبق بترى تحت ميكروسكوب خاص حيث تفصل الأجنة الصالحة .

تكون الإناث المستقبلية متزامنة فى دورة شبقها من الإناث المعطية - وتنقل البويضات المخصبة (الأجنة التى تم جمعها) إلى رحم الإناث المستقبلية باستخدام قسطرة باتجاه قرن الرحم الذى حدث فيه التبويض . وقد يتم تجميد وحفظ الأجنة فى النيتروجين السائل (عند -١٩٦ م) إذا لم تنقل مباشرة إلى الإناث المستقبلية .

وكما هو الحال فى عملية التلقيح الصناعى فإن عملية نقل الأجنة تسمح للحيوان أن يكون له العديد من الأبناء عما لو استخدم التلقيح والحمل الطبيعى دون نقل أجنة مما يمكن مربى الحيوان من زيادة شدة الانتخاب ودقته للإناث . وتكون الأعداد الممكنة للنسل لكل أب قليلة مع استخدام عملية نقل الأجنة مقارنة

بالتلقيح الصناعى لذلك فشدة الانتخاب ودقته تصبح متشابهة بشكل متطابق فى الإناث والذكور .

جدير بالذكر انه من ناحية مجال التربية والتحسين فإن نقل الأجنة قد يتسبب فى بعض المشاكل المحددة للتقييم الوراثى خاصة للصفات التى للأمر تأثير مهم فيها (التأثيرات الأمية) مثل صفة وزن الفطام على سبيل المثال . حيث أن الأم المعطية ليست هى التى ترعى صغيرها فالنسل الناتج قطعاً لن يكمل الأداء الإنتاجى المتوقع بشكل خطى حسب التأثير الأموى . وأيضاً قد يكون هناك مشكلة إذا كانت المعلومات عن المقدرة الوراثية المتوفرة عن الأمهات المستقبلية قليلة - فغالباً ما تكون الأمهات المستقبلية حيوانات تجارية (غير مسجلة) - وقدرتها على الأمومة يمكن أن يتم توقعها من خلال التأثيرات المباشرة للنسل والأمهات المعطية . إلا أن هذه المشاكل عادة تنتهى مع الوقت عند الحصول على بيانات للنسل نفسه .

إن نقل الأجنة ربما يكون الطريق الأكثر أمناً لتصدير أو استيراد الخلايا الجرثومية (التناسلية) Germ plasm حيث أن الأجنة تقل فيها احتمالية نقل الأمراض الضارة مقارنة بالسائل المنوى المجمد أو الحيوانات الحية . كذلك فإن الأجنة المجمدة تكون طريق ممتاز أيضاً لحفظ الخلايا الجرثومية (الجرمية) فى المستقبل . على عكس ذلك خلايا الحيوان المنوى لا تبقى على الجينات الفردية حيث يحتوى السائل المنوى على مخلوط من الجينات عند تجميده وتخزينه . وبالتالي فإعادة تكوين نفس المجتمع من خلال السائل المنوى وحده لن يتكرر ولكن إمكانية تكوين نفس المجتمع من نقل الأجنة تكون متاحة . ويعتبر نقل الأجنة أكثر صعوبة وتكلفة مقارنة بالتلقيح الصناعى . والتكنولوجيا التى قد تجعل نقل

الأجنة أكثر مرونة وأقل تكلفة (على الأقل في الأبقار والخيول) هي الإخصاب المعملی أو الإخصاب فی أنبوبة اختبار حيث يتم جمع البويضات من الأنثى المعطية وإنضاجها وتخصيبها معملياً. ويمكن نقل الأجنة الناتجة أيضاً مباشرة إلى أمهات مستقبلية أو تجميدها.

وتعتبر الميزة الأولى الكبرى في الإخصاب المعملی عن الطرق التقليدية لمعالجة الأجنة هو الزيادة في عدد مرات الحمل المحتملة. كذلك في حالة استخدام الإخصاب المعملی يمكن جمع البويضات عدة مرات من نفس الأم المعطية على فترات بنية قصيرة نسبياً. والآن يتم الحصول على بويضات من مبايض حيوانات مذبوحة في المزرعة أو المجرر.

أما الميزة الثانية لهذا الإخصاب هو التقليل المحتمل للمدة البنية للجيل. حيث يمكن جمع البويضات من الإناث الصغيرة في مرحلة ما قبل البلوغ ثم يتم إنضاجها وإخصابها ونقلها وإنتاج أول نسل في وقت أقل مقارنة بما هو كائن في الطبيعي.

ويمكن إجمال مزايا تقنية التبويض المتعدد وعملية نقل الأجنة Multiple Ovulation and Embryo Transfer (MOET) فيما يلي:

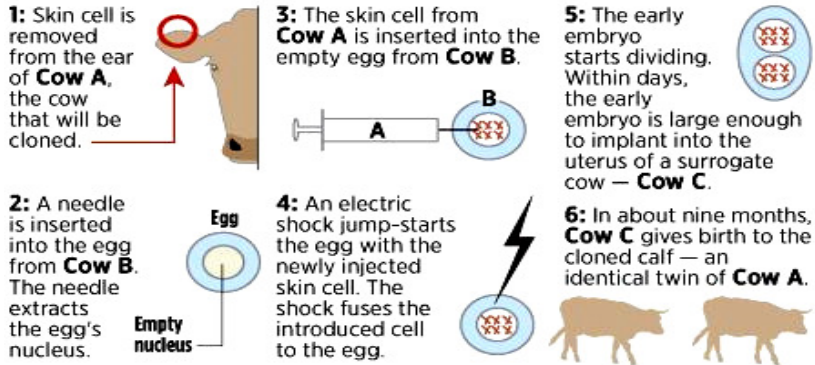
•• يمكن أن تخفض الوقت اللازم للجيل وبالتالي فإن معدل التغيرات الوراثية سوف يزداد فعلياً.

•• يمكن من خلالها نقل أجنة من سلالات أصيلة إلى الحيوانات المحلية فتغلب بذلك على طول الوقت وعدد الأجيال في عمليات التدرج Grading بالإضافة إلى تأقلم النسل الناتج على البيئة المولود فيها حيث أنه من المعروف أن الحيوانات الأجنبية يحدث لها صدمة بيئية عند نقلها إلى بيئة غير بيئتها.

•• زيادة أعداد النسل الناتج من الحيوان خلال فترة حياته الإنتاجية . ومما هو جدير بالذكر فى تلك النقطة أن الأنثى فى الأبقار على سبيل المثال تولد وبمبيضةا حوالى مليون بويضة أو قد يزيد ويصل هذا العدد إلى حوالى ٢٥٠٠٠٠ بويضة عند مرحلة البلوغ لهذه الأنثى - يحدث تبويض لحوالى ٤٠٠ بويضة أو يزيد قليلا من هذا العدد الهائل خلال فترة حياة الحيوان الأنثى . ولذلك فانه يجب على المربى أن يستغل اكبر عدد ممكن من هذه البويضات فى إنتاج نسل من الحيوان . وقد أوضح Cunningham (1992) أن استخدام تقنية التلقيح الصناعى والتبويض المتعدد (MOET) يمكن أن يزيد عدد النسل الناتج من البقرة خلال حياتها الإنتاجية من خمسة أو ستة عجول إلى أكثر من خمسة وعشرون بل قد يصل إلى أكثر من مائة فى بعض الأبقار .

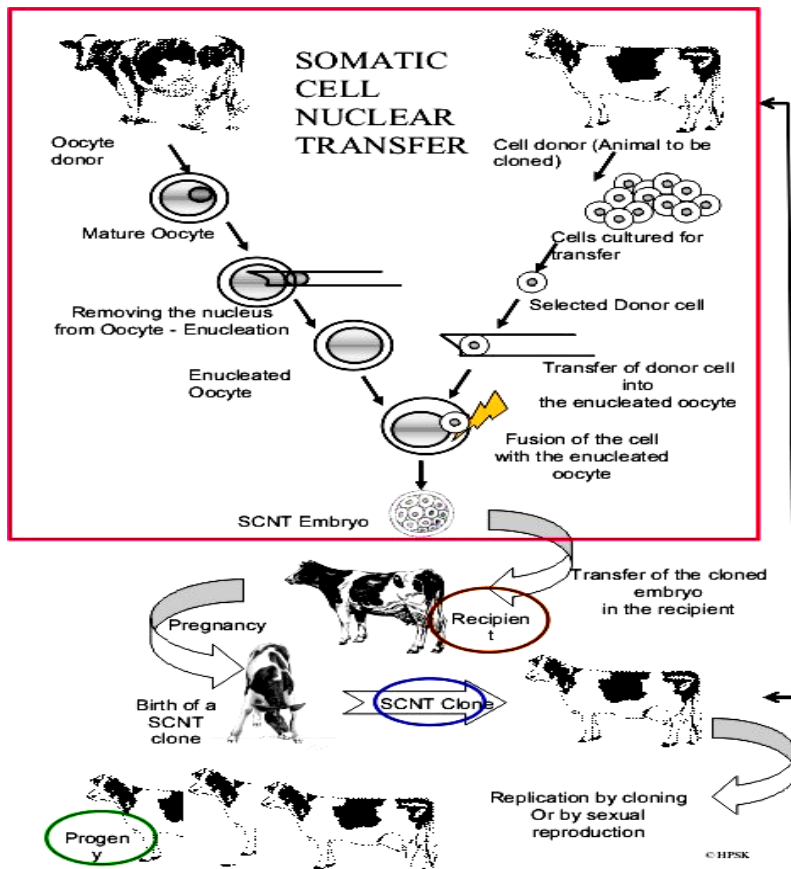
•• كما ذكر Smith (1986) أيضا أن الأبقار ذات المقدرة الوراثية المرتفعة تكون أكثر مساهمة فى برامج التربية وبخاصة عندما يستخدم نسلها كأباء منتخبة فى مجال التلقيح الصناعى . كذلك فإن تكاليف نقل أجنة من بلد إلى آخر اقل بكثير إذا ما قورنت بنقل الحيوانات نفسها .

وبين الشكل (١-١٠) التالى الفرق بين شطر الأجنة (أى استنساخ الأجنة) لإنتاج التوائم المتطابقة والاستنساخ عن طريق الخلايا الجسمية (النقل النووى) . وسوف نوضح ذلك بالتفصيل فيما بعد .



PRESS GRAPHIC/NANCY JONESFRANCIS

http://blog.mlive.com/grpress/2008/01/consumers_have_a_beef_with_clo.html



http://web.oie.int/eng/Normes/mcode/en_chapitre_1.4.11.htm

شكل (١٠-١) يبين استنساخ الأجنة لإنتاج التوائم المتطابقة والاستنساخ عن طريق الخلايا الجسمية (النقل النووي).

١٠٤- تقنية تحديد الجنس (التحكم فى الجنس) Sex Limited (or Sex control)

يعتبر تحديد جنس الجنين أو ما يسمى بتقنية التحكم فى الجنس فى الحيوانات المزرعية من الأمور الهامة فى مستقبل النواحي الاقتصادية للمزارع . وقد يتبادر إلى الذهن سؤالاً ألا وهو - لماذا التحكم فى الجنس؟

والسبب هو أن جنس قد يكون مفيداً عن جنس فى ناحية إنتاجية معينة أو فى بيئة معينة . فعلى سبيل المثال فى جانب التسمين مثلاً يفيد الحصول على جنين ذكر - بينما فى جانب حيوانات التربية (الحليب أو الأمهات) فإنه يفيد الحصول على جنين أنثى وهكذا وبذلك فإن التحكم فى الجنس فى الحيوانات المزرعية سوف يتيح للمربين الفرصة أن ينتجوا حيوانات أكثر من الجنس المرغوب وأن يقللوا الجنس الغير مرغوب .

أيضاً التحكم فى الجنس سوف يساهم فى تقدم أنظمة الخلط وخاصة فيما يعرف بنظام خليط الطلوقة النهائى Terminal Sire Systems ولذلك نالت هذه التقنية اهتماماً كبيراً لدى مربى الحيوان والدواجن . وتتم عملية تحديد الجنس فى الحيوانات الزراعية كما يلى:

•• تجمع الأجنة من الحيوانات التى سبق إعدادها لإنتاج عدد كبير من الأجنة عن طريق التوبيض المتعدد (فى اليوم السابع إلى التاسع من دورة الشبق فى الأبقار وفى اليوم الخامس إلى السادس فى الجاموس) وتوضع فى محلول يحتوى على سيرم العجول الحديثة الولادة . ثم تغسل الأجنة عدة مرات فى محاليل خاصة للتخلص من وجود أى مواد أخرى عالقة بها مع شطفها للمحافظة على حيويتها .

•• يتم فحص وتقييم الأجنة واستبعاد الضعيفة أو الضامرة منها بحيث تبقى الأجنة الممتازة والتي تكون خلاياها واضحة وتؤخذ العينات من الأجنة المنقسمة بداية من المرحلة التوتية إلى مرحلة البلاستوسيست .

•• تجهز أنابيب دقيقة مخصصة تحتوى على محلول خاص متعادل يحتوى على مادة بروتينيز ومجموعة البادئ primers حيث توضع فيها عينات الخلايا المأخوذة من الأجنة - كل عينة فى أنبوبة وبحيث يدون عليها جميع المعلومات الخاصة بكل جنين (مثل الأم، التاريخ، والتقييم لحالة الجنين الخ من هذه المعلومات) بحيث يسهل الرجوع إليها بعد الحصول على النتائج لتسجيلها .

•• يتم استخلاص مادة الحمض النووى الـ DNA عن طريق التسخين ولإنهاء مفعول البروتينيز ويكوّن مخلوط بعد هذه المعاملة يحتوى على المادة النووية مضافا إليها مادة التاك بوليميريز Taq Polymerase .

•• يستخدم جهاز مخصص لهذا الغرض خاص بتحديد الكروموسوم الذكري وأيضا الخلايا الجسدية للجنين .

•• يتم عمل تكبير فى جهاز الـ DNA Thermal Cycler وذلك للحصول على أعلى كمية من الحمض النووى - وفى نفس الوقت تجهز عينات معلومة الجنس للمقارنة مع العينة المجهولة الجنس أى التى نريد تحديد جنسها .

•• بعد ذلك يتم قراءة العينات على مادة الآجار الجيلاتينى عن طريق الإلكتروفوريسيز عن طريق اختلاف الأوزان الجزيئية تحت ضوء الأشعة فوق البنفسجية ويتم تحديد جنس المولود بناءا عن تلك القراءات المأخوذة .

١٠.٥- تقنية الاستنساخ Cloning

يُعد الاستنساخ أحدث تطبيقات البيوتكنولوجيا فى التناسل فى الحيوان كما أنه يعتبر من التقنيات الفريدة التى تصف التركيب الوراثى المتماثل للخلايا المانحة . ومن المهم لنا وللقارئ معرفة أن الاستنساخ لم يظهر فجأة بل كان موجوداً من قبل وقد بدأ وتحققت فيه خطوات كبيرة منذ أكثر من ستين عاماً وتشير الأبحاث أن البداية كانت منذ عام ١٩٣٨ بمحاولة استنساخ الخلايا ثم الضفادع والفئران ولم تظهر أى تقارير أو أبحاث عن الاستنساخ بتقنية النقل النووى (نقل النواة) إلا فى عام ١٩٥٢ (أى حوالى ٤٤ سنة) واستمرت التجارب والأبحاث بعد ذلك فترة طويلة إلى أن تم استنساخ أول حيوان لبون وهى النعجة دوللى فى عام ١٩٩٦ بهذه التقنية ولكن لم يتم الإعلان عن استنساخها إلا فى عام ١٩٩٧ وما أحدثه

هذا الخبر من ضجة لم تخمد بعد حتى وقتنا هذا - ٠٠ - ما هو الاستنساخ؟

الاستنساخ ببساطة شديدة هو عبارة عن تكنولوجيا (تقنية) غير تناسلية لها دور كبير فى تغيير طريقة التربية المستخدمة فى الحيوانات يتم عن طريقها إنتاج أفراد (نُسَخ clones) متطابقة وراثياً . أى أنه تكاثر عضوى دون تزاوج أى تكاثر دون أن تمر الخلية بعملية الانقسام الميوزى لتكوين الجاميطات لتتحد ثانية . ومن المعروف أن عملية الانقسام الميوزى هذه هى التى تؤدى إلى إيجاد التباين بين التراكيب الوراثية الناتجة لأن الجاميطات تتحد عشوائياً وبالتالي يتضح لنا أن الاستنساخ لا يؤدى إلى خلق تراكيب وراثية جديدة وإنما يعمل على وجود نسخ متشابهة (متطابقة) وراثياً من الأفراد .

وإذا ما أصبح الاستنساخ واقعا حقيقيا (أى موجود بالفعل) فإنه فى هذه الحالة يمكن أن تستبدل القطعان التجارية الحالية بواسطة الخطوط المستنسخة clone lines - وهى الأفراد التى ستنتخب فى النهاية بدقة من العشائر بحيث أن وراثتها فى تلك الحالة سوف تساوى التوائم المتطابقة Identical twins .

٦-١٠ طرق الاستنساخ Methods of cloning

يستخدم مصطلح الاستنساخ فى مجال التقنية البيولوجية Biotechnology ليدل على عدة طرق يقوم بها البيولوجيون وهى :

١- استنساخ الجينات Gene cloning.

ويقصد به الحصول جين معين بصورة نقية وبأعداد كبيرة من النسخ بغرض :
•• دراسة تركيب الجينات ووظيفتها .

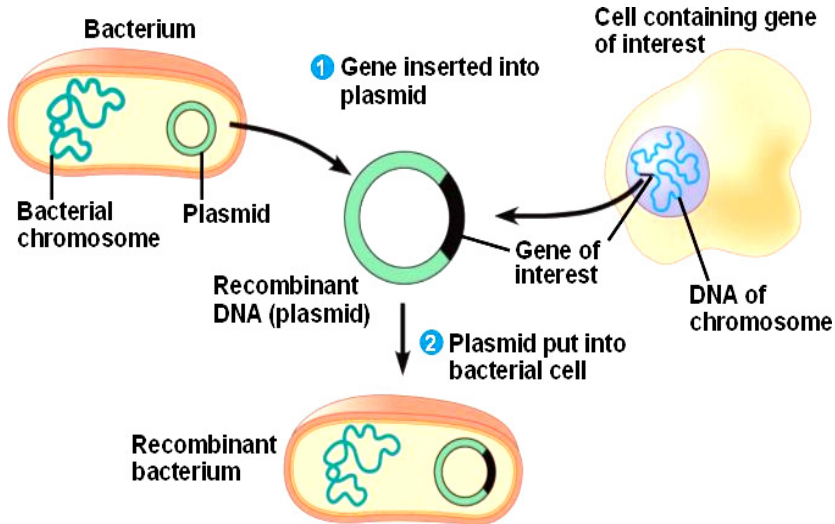
•• استعمال الجينات لإنتاج بروتينات معينة يمكن استخدامها كعلاجات طبية مثل الأنسولين وهذه التقنية تعتبر سهلة هذه الأيام وكثير من المعامل يقوم بها فى جميع أنحاء العالم .

•• إنتاج حيوانات نقلجينية Transgenic Animals عن طريق نقل الجينات إليها بإدخال قطعة الـ DNA المحتوية على الجين المراد نقله إلى الحيوان أو الكائن ليصبح جزءاً من الـ DNA الأصلي له .

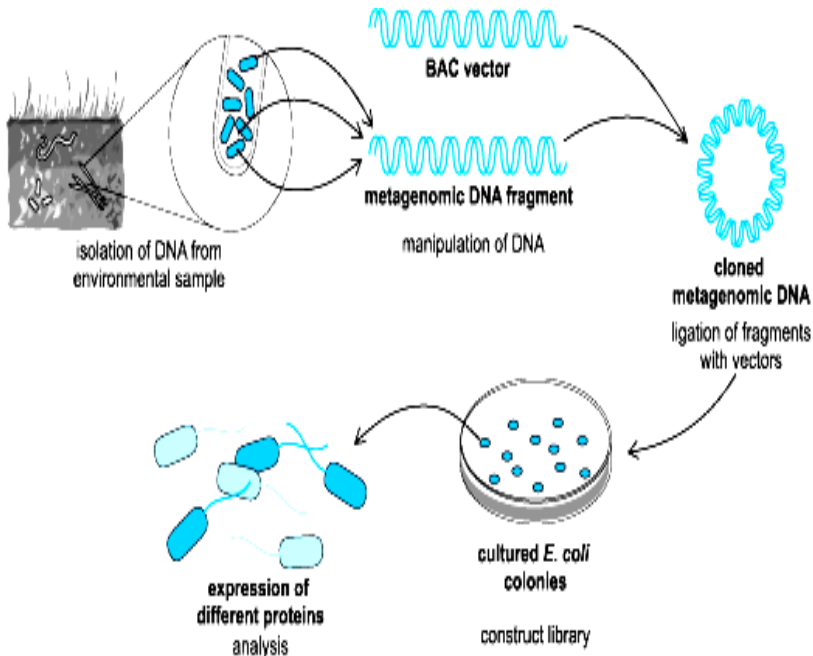
وتتم عملية تقنية استنساخ الجينات فى الخطوات التالية:

١- يتم إدخال قطعة الـ DNA المحتوية على الجين المراد استنساخه فى قطعة DNA كبيرة تسمى الناقل أو الحاملة (Vector) وهذه الناقل تساعد على إدخال الجين داخل خلية بكتيرية .

٢- تبدأ الناقله داخل الخلية البكتيرية فى التضاعف منتجة أعداداً كبيرة من النسخ المتطابقة لها ومتضمنة قطعة الـ DNA المحتوية على الجين الذى نقلته .



<http://andrus-dna-tech-project-2012.wikispaces.com/Mahalia+Olson>



<http://www.scq.ubc.ca/metagenomics-the-science-of-biological-diversity/>

شكل (١٠-٢) يبين خطوات استنساخ الجينات

٣- عند انقسام الخلية البكتيرية فإن نسخ من الناقل المحتوى على الجين تنتقل إلى الخلايا البكتيرية الجديدة ويتضاعف الجين من جديد .

٤- بعد أن يتم تكاثر البكتيريا عدة مرات يتم اختيار المستعمرة المحتوية على الجين المطلوب وذلك بواسطة عملية الغربلة (Screening) وبهذا نكون قد حصلنا على نسخة نقية من الجين المطلوب - كما هو مبين فى الشكل رقم (٢-١٠) .

٢- استنساخ الخلايا Cells cloning

يقصد باستنساخ الخلايا إنتاج عدد كبير من الخلايا من خلية واحدة وذلك لعدة أغراض :

•• دراسة نوع معين من الخلايا .

•• دراسة تأثير بعض الجينات فى خلايا معينة .

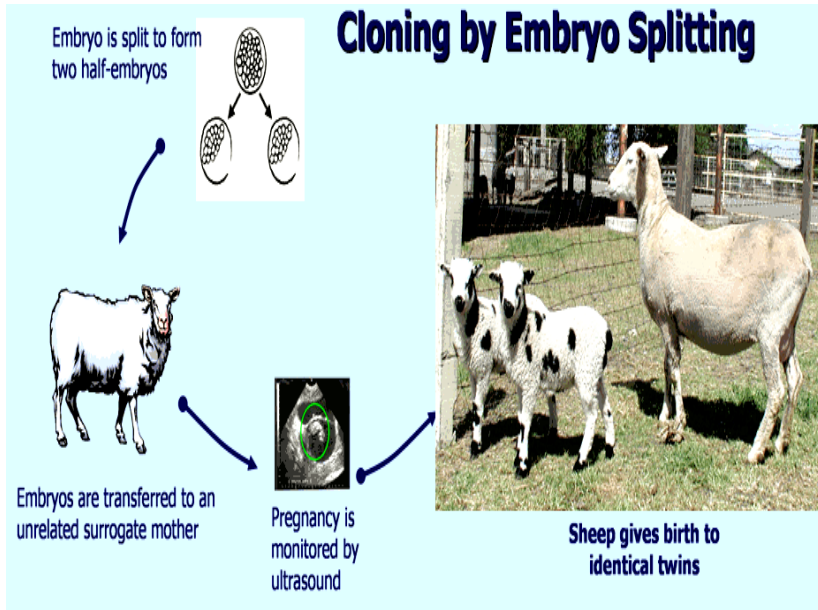
•• دراسة تأثير جين معين على وظائف نوع معين من الخلايا .

- حيث يتم إدخال نسخة من ذلك الجين " الجين الغربى " فى خلية وإكثارها ومقارنتها بخلايا لا تحتوى على ذلك الجين . ومثل هذا النوع من الاستنساخ يستعمل فى إنتاج الأجسام المضادة لاستخدامها كعلاج وكمواد تشخيصية .

٣- الاستنساخ الجنينى Embryo cloning

وفىها يقسم الجنين إلى عديد من الخلايا للحصول على عدد كبير من الأفراد وهو ما يسمى بالـ (Bisection) أو الـ Embryo splitting أى تقسيم أو انشطار الجنين لاثنين أو أكثر من الأجنة المتطابقة عندما يكون الجنين ما بين ٢ خلية إلى مرحلة البلاستوله (Willadsen, 1979) حيث يمكن بعد ذلك

نقلها إلى أمهات مستقبلية Recipient females وبهذه الطريقة يمكن إنتاج
 عديد من النسخ الجنينية التي تنمو إلى أفراد كاملة. وقد وُجد من أبحاث
 Willadsen, 1979 أن حوالي ٢٨ زوج من التوائم تولد لكل ١٠٠ جنين
 تم تقسيمهم بهذه الطريقة. إلا أن هذه التقنية لم تطبق على نطاق واسع.
 ويوضح الشكل التالي طريقة تقسيم الجنين لإنتاج نسخ عديدة متماثلة.



<http://animalscience.ucdavis.edu/animalbiotech/Biotechnology/Cloning/>

شكل (٣-١٠) يبين خطوات الاستنساخ الجنيني بواسطة الشطر

٤. الاستنساخ بواسطة النقل النووي Cloning by Nuclear Transfer (CNT)

نتيجة للتقييدات العملية لطريقة تقسيم الأجنة . . . فقد اكتشفت تقنية جديدة
 للاستنساخ من خلال نقل النواة. وتتضمن تقنية النقل النووي نقل النواة من
 الخلية المانحة إلى البويضة الخالية من النواة ثم يعاد بناء الجنين وذلك بإعادة برمجته

إلى التطور وبطريقة طبيعية وتنقسم الخلية قبل نقلها إلى الأم المستقبلية . ويختلف عمر الخلايا على حسب أنواع الخلايا . والخلايا المعطية يمكن أن تكون خلايا مميزة (متخصصة) Differentiation أو غير مميزة وقد ذكر كل من Willadsen (1986) و Woolliams and Wilmot (1989) و Strelchenko et al., (1995) أن استخدام الخلايا الجذعية Stem cells أفضل فى تقنية النقل النووى وأن لها المقدرة على الزراعة بدون تميز ولكنها لم تُبنى فى الاستنساخ لأنواع الحيوانات حتى الآن . كما أضاف هؤلاء الباحثون أيضا أن تلك الخلايا الجذعية سوف تكون مهمة فى الحصول على حيوانات محورة وراثياً .

أما الاستنساخ من خلايا جسدية بالغة (خلايا مميزة) كمصدر للخلايا المعطية فقد تم بواسطة Wilmot (1996) و Wilmot et al., (1997) وتم الإعلان عنه فى عام ١٩٩٧ باستنساخ النعجة دوللى وذلك باستخدام خلايا من الضرع . وقد تكرر ذلك باستخدام الخلايا الوسادية لفئران بالغة بواسطة Wakayama et al., (1998) . وتتم تقنية الاستنساخ بالنقل النووى فى الخطوات التالية:

١- تؤخذ الخلايا الجسدية من الأم المانحة وتكون فى مرحلة سكون - حيث توضع فى بيئة فقيرة من الغذاء ودرجة حرارة منخفضة حتى لا يحدث لها انقسام (أى تخدير نشاط الخلية) مع نزع نواة الخلية .

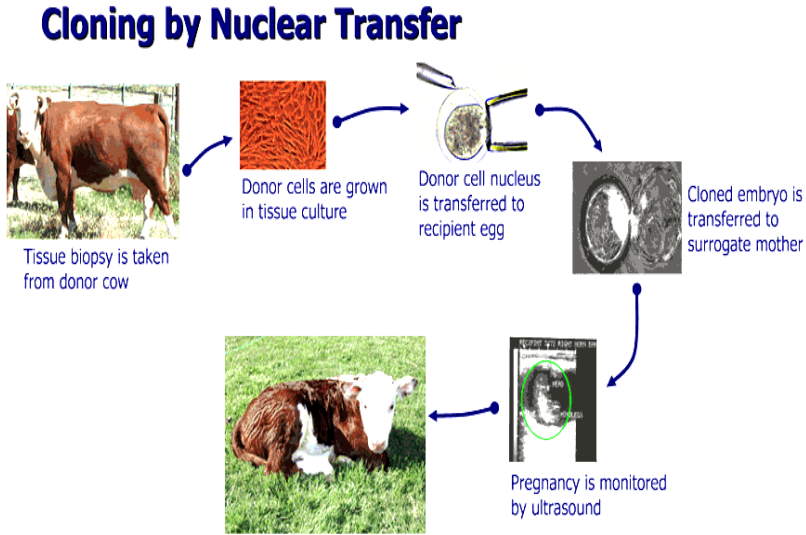
٢- أخذ بويضات من المبيض ونزع نواة البويضة عند بداية مرحلة الميتافيس ٢ Metaphase 2 (MII) من الانقسام .

٣- دمج نواة الخلية المعطية مع البويضة منزوعة النواة .

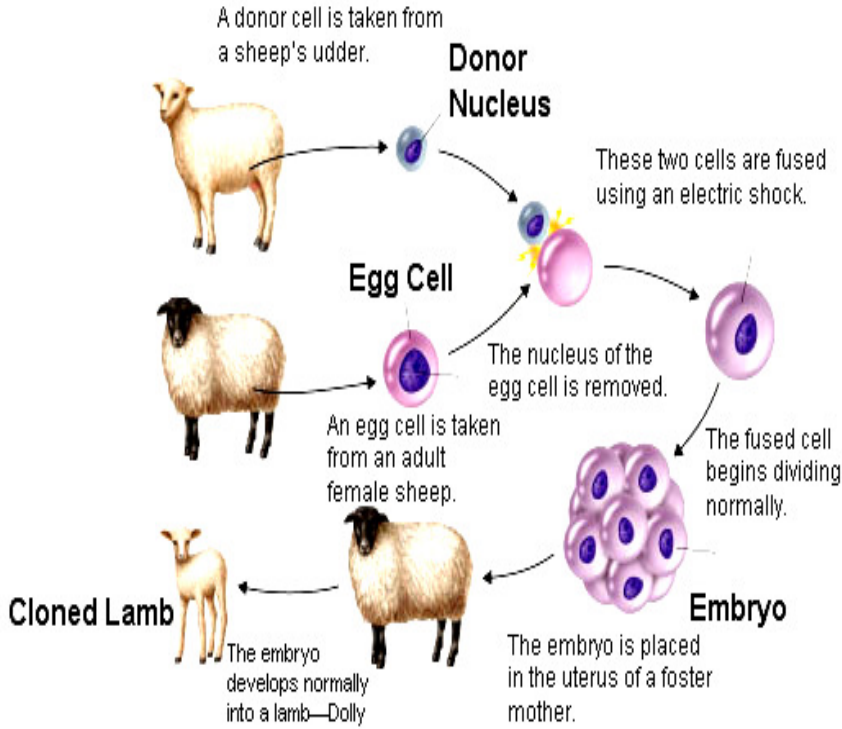
٤- إعادة برمجة الخلية المعاد بنائها لبداية النشاط الانقسامى وهذا يعتمد على مستوى عوامل تنشيط أو تدعيم الانقسام المیتوزى Mitosis promoting factors (MPF) فى السیتوبلازم للخلية المستقبلة (Cambell et al., 1993).

٥- عمل تنشيط للخلية المعاد برمجتها (تكوينها) بواسطة تيار كهربى منخفض الفولتات .

٦- تنقل الخلية المعاد بنائها إلى الأم المستقبلة (عند مرحلة الـ ٨-١٦ خلية متماثلة) من الانقسام. كما هو مبين فى الأشكال التالية:



<http://animalscience.ucdavis.edu/animalbiotech/Biotechnology/Cloning/>



http://wasteurtime.com/curiosity_corner/cloning.html

شكل (٤-١٠): خطوات الاستنساخ بتقنية النقل النووي

وقد تم استنساخ النعجة دوللي Dolly بنفس الخطوات السابقة بتقنية النقل النووي وكما هو مبين في شكل ١٣ و ١٤ كما ذكرها Ian Wilmut وفريقه البحثي بمعهد روزلين - باسكتلندا بالتعاون مع شركة (Therapeutics PPL) كما يلي :

١- تم أخذ ٢٧٧ بويضة من مبيض الشاة الأنثى ذات الرأس الأسود Black face وتم تفريغها من أنويتها مع الإبقاء على السيتوبلازم والغشاء الواقى .

٢- تم أخذ عدد من خلايا الضرع لشاة أخرى Finn Dorset بيضاء الرأس وتم نزع أنوية تلك الخلايا ثم تحدير نشاطها بوضعها فى وسط غذائى فقير مما أدى إلى وقف انقساماتها .

٣- تم غرس نواة من أنوية خلايا الضرع فى داخل كل بويضة مفرغة من نواتها عن طريق وضعهما بجوار بعضهما وبفقاعة صابون وإمرار تيار كهربى بسيط التحمت النواة بالبويضة أو بالأحرى أصبحت خلية مخصبة تحتوى على العدد الكامل للكروموسومات التى تعطى جميع الخصائص الوراثية .

٤- وضعت كل خلية بعد ذلك فى أنبوب اختبار وتم إطلاق نبض كهربى منخفض الفولتات عليها فتحركت الخلايا للانقسام .

٥- حدث الانقسام فى ٢٩ خلية فقط من الـ ٢٧٧ إلى أن وصلت هذه الخلايا إلى مرحلة الـ ٨-١٦ خلية متماثلة .

٦- تم زرع هذه الخلايا (العلقة) بعد ستة أيام فى الرحم للأمهات المستقبلية .

٧- نمت واحدة فقط من الـ ٢٩ علقة إلى تمام مرحلة الحمل وولدت دوللى وهى تشابه أمها ذات الوجه الأبيض .

وقد أحدثت عملية استنساخ دوللى هذه ضجة علمية وغير علمية كبيرة وذلك لأن الخلية المأخوذة من ضرع الشاة - تعتبر خلية متخصصة وهذا يجعل الـ DNA تتخذ موقعها المطوى فى نواة الخلية كما أن جيناتها تأخذ وظائفها أو تخصصها فى إنتاج بروتينات معينة لذلك العضو أو النسيج الذى أخذت منه . فمن المعروف أنه بالرغم من أن خلايا الجسم متشابهة فى موادها الجينية (الوراثية) إلا أن جيناتها مختلفة فى وظائفها - فخلية البنكرياس تحتوى على

جين الأنسولين (الفعال) بينما لو وضع هذا الجين في الرئتين أو فى العين يكون غير فعال . وبالتالي فالأمر الغريب فى عملية الاستنساخ المذكورة فى دوللى أنها أرجعت (أعادت) الخلية الجسمية (خلية الضرع) إلى ماضيها الأول كخلية غير متخصصة - وصارت هذه الخلية الغير متخصصة تنتج خلايا متخصصة من جديد كخلايا البويضة المخصبة أو الجنين فى أول تكوينه (لتكون خلايا جلدية - وشعرية - ودماعية الخ من هذه الخلايا) . أى أن هذه العملية كما ذكر Cunningham, 1999 أدت إلى كسر ما يسمى بالكمون التخصصى Quiescence للخلية وإعادة قدرتها على الانقسام والتوجه إلى تخصصات أخرى Totipotency غير تخصصها .

وفى الواقع فإن البويضة المستقبلية والخلايا المانحة للنواة يمكن أخذهم من نفس الأنثى أو يمكن أخذ الخلايا المانحة للنواة من حيوان آخر ذكراً أو أنثى . وفى تقنية الاستنساخ بالنقل النووى يمكن أن تُنتج أجنة والتي يكون السيتوبلازم وأعضاء الخلية الخاصة بها من نوع واحد والنواة من نوع آخر ولها أصول مختلفة .

ولسيتوبلازم البويضة منزوعة النواة دورين (أهميتين) فى تكوين الأجنة - أولهم أنه يحتوى على النظام البيوكيميائى الذى ربما ينشط انقسام الخلية وإعادة برمجة جينوم النواة والميتوكوندريا والتي تحتفظ بالجينوم الخاص بها . وثانيهم أن الميتوكوندريا الموجودة تساهم فى بعض الطاقة التى تحتاج إليها الخلية وقد ذكر Wilmut et al., (1997) أن هذه الوظيفة تكون موجهة جزئياً بواسطة DNA الميتوكوندريا والتي تكون من أصل أموى Maternal .

ويسمى الاستنساخ بنقل النواة بالاستنساخ التكاثرى أو التناسلى أو التوالدى Reproductive cloning وتعرف هذه العملية أيضا بنقل نواة الخلية الجسمية Somatic cell nuclear transfer (SCNT) وذلك عن طريق استخدام إبرة دقيقة لسحب المادة الوراثية من البويضة الناضجة ثم حقن نواة الخلية المانحة Donor cell ثنائية المجموعة الكروموسومية داخل البويضة وتوضع تحت ظروف خاصة تحثها على الانقسام والنمو ثم تزرع فى رحم الأم لاكمال نمو الجنين . وتعتبر دوللى أول حيوان ثديى يستنسخ بنجاح تام حيث أن قبلها لم يستنسخ حيوان ثديى واحد بنجاح .

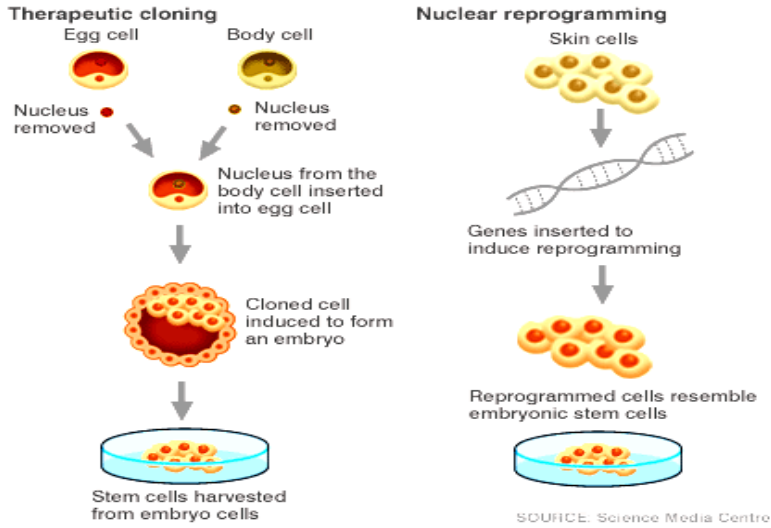
إن عملية الاستنساخ عن طريق أخذ خلية من الجنين ليست صعبة حيث أن الخلية هنا غير متخصصة والخلايا الجنينية تعطى كل الخلايا التى يتكون منها الجسم لأن لها القدرة على تنشيط أى جين فى أى كروموسوم . ولذا جاء حدث استنساخ الشاة دوللى غربيا وغير مألوف وعندما حاول علماء كثيرون فى أقطار عديدة من العالم تكرار التجربة وفسلوا فى محاولاتهم – أصبح ويلموت وزملاؤه تحت ضغط شديد ومتكرر ليبرهنوا على صحة ادعائهم فى عملية استنساخ دوللى .

وفى المؤتمر الوراثى الذى عُقد فى كنتكى – بأمريكا ١٩٩٨ (بعد سنة تقريبا على إدعاء ويلموت وزملاؤه) صرح ويلموت بأنه لم يستبعد وقوع خطأ فى الاستنساخ وهو أن الشاة دوللى تكون قد استنسخت من الجنين الذى كانت تحمله الشاة الأم (دورست) بطريق الصدفة وذلك لأنه من المعروف انه أثناء الحمل تقع بعض خلايا الجنين فى مجرى الدم وبالتالي فيمكن أن تكون واحدة من

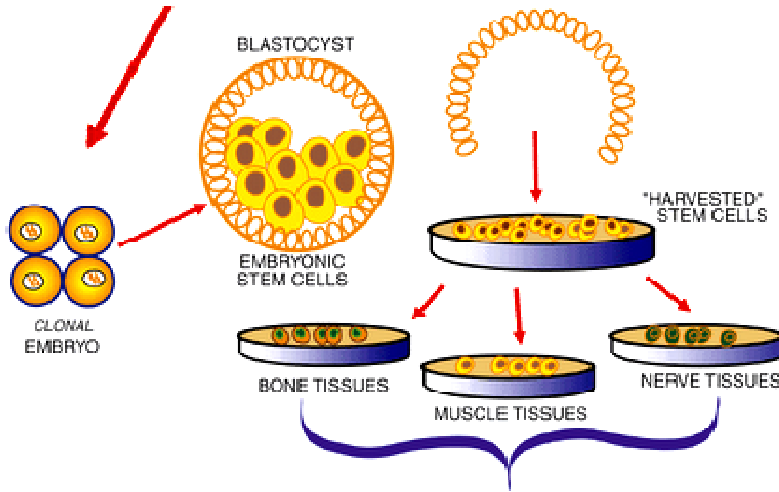
هذه الخلايا كانت قد أخذت طريقها بالصدفة بدلا من خلية الضرع . أو بمعنى آخر أن دوللي ليست نسخة الشاة (دورست) بل كانت ابنتها . والتأكد من هذا الأمر ليس أمرا صعبا حيث أنه بأخذ عينة من الـ DNA للشاة دورست ومقارنتها بـ DNA دوللي يظهر الأمر جليا فيما إذا كانت كلتا الـ DNA متماثلة أم لا .

٥- الاستنساخ العلاجي Therapeutic cloning

ويقصد به استعمال المادة الوراثية (الجينية) من خلايا المريض نفسه لإنتاج خلايا مثل خلايا جزر لانجرهانز بالبنكرياس لعلاج السكر أو خلايا عصبية لعلاج النخاع الشوكي التالف وذلك عن طريق عزل خلايا جذعية Stem cells من مرحلة البلاستولا الجنينية (كما هو موضح في شكل ٥-١٠) حيث يعرف عن هذه الخلايا الجذعية قدرتها على تخليق الأنواع المختلفة من الأنسجة . وهو بلا شك يختلف عن الاستنساخ التناسلي ولهذا فعلماء كثيرون يعارضون فكرة الاستنساخ التناسلي في الإنسان ولكنهم يؤيدون الاستنساخ العلاجي لأنه لا يقتل أجنة كاملة النمو ولا يمس الموروث الجيني للبشر كما خلقه الله عز وجل .



<http://news.bbc.co.uk/2/hi/health/7101834.stm>



http://nurse-ratched.blogspot.com/2006_09_01_archive.html

شكل (١٠-٥): خطوات الاستنساخ العلاجي

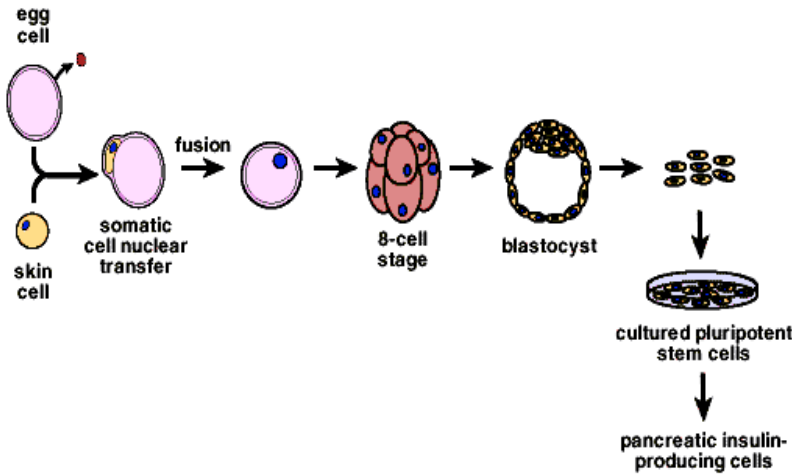
١٠-٦. الخلايا الجذعية Stem cells

وتسمى أيضا سيدة الخلايا Master cells – وتتكون في مرحلة الانقسامات للخلية حيث أنه من المعروف أن الزيجوت يتكون من اتحاد جاميطين الأولى من الذكر والثانية من الأنثى – وهذا الزيجوت المتكون يبدأ في الانقسام إلى خليتين

كلاهما لها القدرة على إعطاء جنين كامل فى حالة انفصالهما عن بعضهما كما فى حالة التوائم المتطابقة - وبعد عدة انقسامات يتكون كتلة من الخلايا على شكل حلقة تعرف بالبلاستوسيسست أو البلاستولا تتكون من طبقة من الخلايا الخارجية Zona pellucida وكتلة من الخلايا الداخلية Inner cells mass والطبقة الخارجية يتكون منها المشيمة والأنسجة الدعامية بينما الكتلة الداخلية هى التى يتكون منها الأعضاء الداخلية أثناء مراحل تكوين الجنين .

هذه الكتلة الداخلية من الخلايا هى التى يطلق عليها اسم الخلايا الجذعية Stem cells وعند تنميتها على بيئات مختارة (مناسبة) Selective media تنمو إلى الأنسجة المتخصصة ولكنها لا يمكن أن تكون جنين كامل وذلك لاحتياجها للخلايا الخارجية (Zona) ولذلك يعمل علماء الاستنساخ والوراثة على استغلال هذه الخلايا كقطع غيار لجسم الإنسان أو استبدال أو علاج خلايا أجهزة تالفة أو العلاج الخلوى Cell therapy حيث تكون سبب العلة هو تعطيل الوظائف الخلوية للخلايا والأنسجة .

أيضا يمكن استخدامها فى علاج أمراض القلب بزراعة أنسجة عضلية تعيد للقلب الضعيف عمله بقوة من جديد وكذلك الأمراض العصبية والنفسية مثل الزهايمر عن طريق الحقن بالخلايا العصبية الناتجة من الخلايا الجذعية . - كذلك علاج مرض السكر عن طريق حقن خلايا البنكرياس بالخلايا الجذعية فتعيد للبنكرياس حيويته فى إنتاج الأنسولين وكل ذلك بفضل الله عز وجل . ومن ثم تسمى تلك الطريقة بالاستنساخ العلاجي .



<http://www.abc.net.au/science/slab/stemcells/>

شكل (٦-١٠) الخلايا الجذعية

١٠-٧- العوامل التي تؤثر على الاستنساخ cloning

هناك عوامل عديدة تؤثر على كفاءة الطرق المستخدمة في الاستنساخ. ويمكن إجمال أهم تلك العوامل في الآتي:

١- التعرف على نواة البويضات المستقبلية لنزعتها من البويضات: حيث من المعروف أنه من الممكن رؤية كروماتين البويضة والأجنة تحت الميكروسكوب الفلورسنتي بعد صبغها بالصبغة المخصصة بارتباط القواعد الموجودة في الـ DNA (الأدينين والثايمين) وقد وُجدَ أن المهم في تلك العملية أن توضع البويضات تحت الأشعة البنفسجية لفترة كافية وذلك لتحديد أن الكروماتين في وضع الميتافيس Metaphase. وقد وجد كل من Smith (1993) و Fulka et al., (1993) أن استخدام الأشعة فوق البنفسجية تُحدث تغيرات غير مرغوبة في السيتوبلازم لبويضات الأبقار. وكذلك فقد استخدموا طرق نزع

النواة كيميائياً فوجدوا أن لها تأثير كبير على البويضات فى الفئران ولكن تأثيرها على بويضات الأبقار كان أقل . بينما استخدم (Tatham et al., 1995) نزع النواة من بويضات الأبقار بطريقة الطرد المركزى ووجد أنها جيدة .

٢- عمر السيتوبلاست بصفة عامة تنضج نواة بويضات الماشية فى مدى ما بين ٢٤-٢٦ ساعة . وقد وُجد أن إنضاج البويضات لمدة ٢٠-٢٢ ساعة ونزع الخلايا الوسادية Cumulus cells بالرج والتعرف على الجسم القطبى وإعادة البويضات للزراعة لفترة إضافية ١٨-٢٠ ساعة تعمل على زيادة قدرة البويضات النشاطية (Bondioli 1993) . كما أضاف أن استخدام السيتوبلازم الصغير فى العمر عند ٢٤ ساعة يحسن من تطور الجنين عند عمر ٤٠ ساعة .

٣- دورة حياة الخلية المانحة والمستقبلية من المهم عمل التزامن للبويضات فى مرحلة وسط دورة الخلية ولقد أوضح ذلك (Stice et al., 1993) وبين أنه بعمل التزامن قد تم الالتحام عند عمر ٤٢ ساعة حيث تطورت تلك البويضات إلى مرحلة البلاستوسيسست بمعدل أعلى من الخلايا التى لم يحدث لها تزامن . كما أوضح (Woolliams and Wilmot 1999) أن العامل المهم لنجاح الاستنساخ بالنقل النووى هو وقت النقل "تزامن عملية النقل" للخلية المعطية وأوضحوا أن نجاح نقل الأنوية يتطلب أن تكون الخلية المعطية فى مرحلة الـ Window opportunity ليتبعها إعادة برمجة الانقسام الخلوى (البرمجة النووية) بينما تكون الخلايا المستقبلية فى مرحلة الميتافيس ٢ (MII) . كما أورد (Kwon and Kono, 1996) أن إنتاج مولود حى يعتمد على

استخدام الراحة (السكون) المیتوزی للخلايا المستخدمة كمعطية للمادة الوراثية .

٤- التحام الخلايا البلاستوميرية والسيوبلاست من المراحل الحرجة فى تقنية النقل النووى مرحلة الالتحام بين الخلايا المعطية والبويضات المستقبلية - وتم هذه العملية بالتنبيه الكهربى وعليه يحدث شكل من النشاط الجزئى - ومن الممكن ألا يكون قادر على إثارة المدى الواسع للتغيرات البيولوجية المرتبطة بالإخصاب . وقد فسر (Sun and Moor 1992) أن اختراق الاسبرم للبويضة يسبب تذبذبات الكالسيوم التى تتأثر لعدة ساعات بينما التنبيه الكهربى الفردى يحدث فقط زيادة فى الانتقال وأن التنبيه الكهربى للخلية المعاد بنائها بعد نقل النواة قد استخدمت بنجاح فى معظم المحاولات التى نشرت للاستنساخ بنقل النواة من الخلايا الجسدية .

٥- التأثيرات الحرارية أوضح كل من (Gorden 1996) و (Wilmot et al., 1997) و (Woolliams and Wilmot 1999) أنه من الضرورى تعرض الخلية المعطية إلى درجة حرارة منخفضة لإتمام حالة الراحة أو السكون قبل عملية الالتحام .

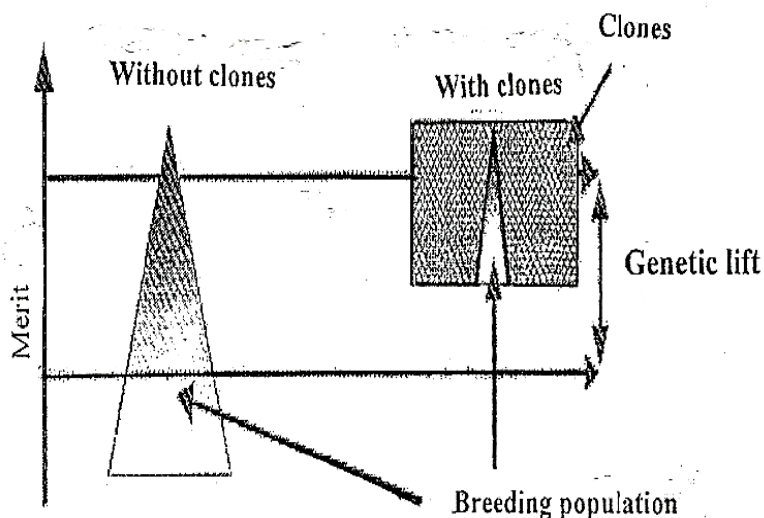
١٠٨- فوائد (مميزات) الاستنساخ Advantages of cloning

إن لكل تقنية مميزاتها وعيوبها وهذا يعتمد على عدة محددات منها مدى سهولة أو صعوبة استخدام أو تطبيق التقنية - تكاليفها - مدى نجاحها والعائد من تلك التقنية سواء كان اقتصادى ، اجتماعى ، عقائدى (دينى) الخ من هذه العوائد - وبناءا على ذلك نجد أن من أهم مميزات أو فوائد الاستنساخ ما يلى:

١- يمكن عن طريق الاستنساخ إكثار التراكيب الوراثية الممتازة التي ثبت كفاءتها وذلك بعد الحصول على هذه التراكيب بواسطة طرق التربية أو التهجين المعروفة أو الانتخاب الطبيعي .

٢- من الممكن استنساخ أعداد هائلة من الأبقار والأغنام لتوفير الغذاء للإنسان في العالم .

٣- الزيادة الكبيرة في التحسين الوراثي حيث أن القطيع الحالي الذي سيحول إلى مستنسخات نجد أنه في جيل واحد تتغير هذه القطعان من المتوسط الوراثي أو أقل إلى الصفوة الوراثية . وقد ذكر Wooliams and Wilmut (1999) أنه عند التطبيق على قطعان النواة فإن متوسط الأداء الإنتاجي لقطيع مستنسخ ممتاز من العشيرة يساوي معدل الأداء للفرد الممتاز والذي يمثل نسبة ضئيلة من العشيرة العادية بدون استنساخ . كما يتضح ذلك من شكل (٧-١٠) التالي .



شكل (٧-١٠) الفرق بين متوسط القطيع العادي والمستنسخ

٤- الاستنساخ يتيح فرصة استخدام الحيوانات كمولدات حيوية Bioreactors وذلك عن طريق استخدام الهندسة الوراثية فى نقل جينات معينة لتلك الحيوانات مثل الأبقار أو الأغنام أو الدواجن لصبح جزءاً من وراثتها مثل عامل تجلط الدم فى مرضى الهيموفيليا أو سيولة الدم أو إنتاج هرمون النمو فى ألبانها لعلاج التقزم الناتج من ضرر بالغدة النخامية أو هرمون الأنسولين لعلاج مرضى السكر - وبوضع البويضات المهندسة وراثياً فى أرحام تلك الحيوانات فإنها لو ولدت فإن صغيرها يحمل هذه الصفات الجديدة وتسمى كما ذكرنا سابقا حيوانات معدلة وراثياً ويمكن الحصول من إنتاجها على المركب المطلوب Schnieke et al., (1997). بل إنه يمكن الحصول على لبن من الأبقار يعادل لبن الأم مثلاً. كذلك يمكن الحصول على صفات مرغوبة مثل المقاومة لدرجات الحرارة أو لمرض التهاب الضرع كنتيجة للاستنساخ (Noordende 1998).

٥- الأداء بشكل منتظم للعديد من الصفات حيث أن الحيوانات ستكون لها نفس المستوى العالى من الأداء (لأن الاختلافات بينها ستكون بيئية فقط) وهذا النظام يسهل على المربي العمليات المزرعية والإدارية ومستويات التغذية - وكذلك فإن الحيوانات ستصل إلى مرحلة النضج بمعدل متشابه جداً وسيكون لدى المربين إنتاجاً أكثر توافقاً لعملية البيع وكذلك فإن المستهلك سيكون أكثر ثقة عند شراء إنتاج ذو نوعية متوافقة بدرجة عالية (Wilmot 1996).

٦- المحافظة على الأنواع النادرة أو المهددة بالانقراض (Griffin 1997). وقد اقترح كل من Wooliams and Wilmot (1999) حفظ التراكيب الوراثية

بطرق الاستنساخ فى معامل مركزية واستخدامها وقت الحاجة إليها - وأضافوا أن استخدام تلك العملية سوف تساهم فى تطور البلدان .

٧- يفيد الاستنساخ فى مجال البحث العلمى لاختيار أفضل وأنسب الطرق للتعرف على مسببات الأمراض وعلاجها بالنسبة للبشر . - فمثلا يمكن إنتاج فأراً ليكون نموذجاً لفأر آخر يعانى من مرض وراثى محدد لإجراء تجارب علاجية وراثية لتحديد أفضل سبل العلاج والتى يمكن تطبيقها على الإنسان .

٨- يعمل الاستنساخ فى مجال الإنتاج الحيوانى على زيادة شدة الانتخاب وبالتالي الحصول على تحسين وراثى سريع وملمووس - كذلك يقلل من المدة التى يأخذها التحسين وهذه تعتبر نقطة هامة جدا حيث أن فترة الجيل فى الحيوانات الكبيرة طويلة والعائد من الانتخاب يكون على أساس الجيل .

٩- الاستنساخ يمكن استخدامه فى الحيوان لإنتاج منتجات بيولوجية تساعد المرضى فى إنتاج الأنسجة والأعضاء التى تكون أكثر حساسية بالنسبة لتوافقها مع جهاز المناعة للإنسان (Roleff, 1998).

٩-١٠. عيوب (مخاطر) الاستنساخ Disadvantage of cloning

بالرغم من المميزات والفوائد الموجودة فى الاستنساخ إلا أنه يحمل أيضا مخاطر أو عيوب أهمها :

١- الاستنساخ (وخاصة بالنقل النووى) تقنية مكلفة جدا حتى مع عدم تضمين تكلفة نقل الأجنة لأنها داخلة فى عملية الاستنساخ - ومما يجعلها أيضا تقنية مكلفة أكثر هو حدوث الفقد بعد الاستنساخ .

٢- أيضاً معدل نجاح تلك التقنية إلى الآن (وقت كتابة هذا المؤلف) قليل جداً . .

وفى معظم الأبحاث التى نشرت لا يزيد عن ١٪ وأن حوالى ٣, ٠٪ من هذه المحاولات انتهت بمولد النعجة دوللى (Wilmur et al., 1997).

٣- يعمل الاستنساخ على زيادة العبء الوراثى فى العشيرة (الطفرات والجينات السيئة الموجودة فى العشيرة التى تسبب الموت أو العقم أو الشذوذ) وهذه الطفرات والجينات تتخلص منها العشيرة بقدرة الله سبحانه وتعالى عند تزاوجها العادى الطبيعى ووصولها إلى حالة الاتزان .

٤- أورد (Woolliams and Wilmur (1999 أن عملية الاستنساخ بنقل النواة لها مشاكل كثيرة وغير مناسب للتطبيق على نطاق واسع فى المجال الزراعى .

٥- عند إعادة برمجة نشاط الخلية (إعادة تكوينها) قد يحدث تأثيرات عكسية تؤثر على الجين بصورة كبيرة . كما أن الحيوانات الناتجة من نقل النواة غالباً تموت قبل نهاية الحمل (آخر مراحل الحمل) أو فى فترة قصيرة بعد الولادة (Ozil, 1992).

٦- ذكر (Renard et al., (1999 أنه فى العجول المستنسخة بعد شهر من الولادة يقل فيها عدد خلايا الدم والخلايا الليمفاوية ويموت العجل بعد فترة قصيرة وأن الصفة التشريحية لهذه العجول أوضحت أن أنسجة الغدد الليمفاوية والطحال والعقد الليمفاوية قد فشلت فى التطور الطبيعى .

٧- إصابة الحيوانات المستنسخة بالشيخوخة المبكرة لأن الخلية المستنسخة تأخذ عمر الحيوان المستنسخ منه . - فالحيوان المستنسخ يحتوى على نسخة من

كروموسومات الأم " وبمقات الأم وليس بمقات الابن " وهذه الكروموسومات يوجد فى نهايتها أجزاء معينة تسمى التلومير (التلوميرات) (Telomere or Telomerase) وهذه الأجزاء هى أحماض نووية (DNA) موجودة كجبات صغيرة (تشبه حبات خرز القلادة أو المسبحة) على نهاية الكروموسوم وهى تعد ببضعة آلاف خرزة وهى كالساعة الجزيئية Molecular Clock فعندما تنقسم الخلية تفقد من ١٠-٢٠ تلومير وتقصّر القلادة كلما انقسمت الخلية - وبعد حوالى مائة انقسام تقلص التلوميرات وتبدأ كروموسوماتها - موضع جينات الخلية - بالتهرى فتموت تلك الخلايا الهرمة . ولذلك فهذه التلوميرات هى التى تحدد بأمر الله سبحانه وتعالى عمر الخلية وكم من الوقت تستطيع أن تحيا وكذلك حيوية ونضارة الكائن ولذلك فإن أعمار الكائنات المستنسخة تكون من أعمار الآباء المستنسخ منها .

٩- أورد (1992) Seidel أن حوالى ٢٠-٣٠٪ من العجول المستنسخة كانت أكبر من الحجم الطبيعى . كما أشار كل من (1995) Wilson et al. و (1996) Garry et al. و (1996) Walker et al. و Kuehnolzer and Prather (2000) أن العجول المولودة يزيد وزنها عند الميلاد بحوالى ٢٠٪ عن الطبيعى وأن العجول يحدث بها خلل فى التنظيم الميتابوليزمى .

١٠- أوضح (1993) Bondioli et al. أن من أهم العوامل التى تحد من التطبيق التجارى للاستنساخ بنقل النواة هو انخفاض معدل الحمل مع الأجنة المستنسخة وقد بلغت نسبة الحمل ٥, ٢٢٪ من ٤٦٣ جنين مستنسخ تم نقلهم إلى أمهات مستقبلية بينما لم تصل نسبة المواليد الحية ١٪ . - بينما وجد Young et

al., (1993) أن مولودا واحدا من ٧٠ جنين فى الأبقار تم استنساخهم هو الذى تم ولادته - فى حين زادت هذه النسبة قليلا فى اليابان ١٩٩٤ فقد توصل Takano et al., (1994) إلى ولادة عجلين بعد نقل ١٥ جنين مستنسخ لأمهات مستقبلية .

١١- فى حالة وجود خط واحد مستنسخ فى العشيرة ويحتوى على عدد كبير من الأفراد فإن هناك مخاطر قد تنشأ نتيجة لأن يكون هذا الخط حساس لمرض معين أو لظروف بيئية معينة وبالتالي فإن هذا يسبب خسارة وبائية وفقد شديد فى الإنتاج ولذلك فإن كل خط مستنسخ يجب أن يتم تقييمه وراثياً وصحياً وبيئياً قبل أن يتم طرحه تجارياً .

١٢- زيادة التربية الداخلية فى القطعان حيث أن العشيرة إذا كان بها انخفاض فى عدد الخطوط المستنسخة فإن ذلك يسبب فقد فى التباينات الوراثية الضرورية لعملية التحسين فى المستقبل .

١٣- اختلاف تعبيرات (تأثيرات) الجينات نتيجة لاختلاف التداخل بين التركيب الوراثى والبيئة .

١٤- ليس مؤكداً كما يدعون أن تكون النسخة لها نفس هواية أو مهنة الأصل - فمثلاً لو فُرض أن الأصل كان رياضياً فقد تكون النسخة طبيباً أو العكس

١٥- المُستنسخ يشبه الأصل جينياً (وراثياً) كتوأم متناظر ولكنه يختلف عنه فى الشخصية فى أكثر الأحوال تبعاً لظروف البيئة التى يعيشها كل منهما .

١٦- عند الشيخوخة تكون الخلايا الجسمية ملئى بالتشوهات نتيجة للبيئة وانقسام الخلايا المستمر والإصابة بالأمراض - ولذا فالنسخة الناتجة عن خلية مأخوذة من شخص مسن تحمل تشوهات كثيرة وقد تكون معاقة .

١٠-١- الفرق بين الهندسة الوراثية والاستنساخ

هناك فرق جوهري بين هذا وتلك فالهندسة الوراثية هدف أما الاستنساخ فهو تقنية لأنه لا يؤدي إلى إيجاد تراكيب وراثية جديدة فالهندسة الوراثية هدفها التعرف على المورثات (الجينات) وعلاقتها بالأمراض الوراثية ومعالجتها أو إيجاد طرق لمعالجتها سواء بإدخال جينات فى الكائن لتكون جزءاً من وراثته أو بالتخلص من الضرر منها وبالتالي فيمكن بواسطتها إنتاج أدوية (عقاقير) مفيدة للإنسان كالأنسولين البشرى أو الكالسوماتاستاتين والإنترفيرون المستخدمة فى علاج السرطانات والأمراض الفيروسية التى تفتك بالبشر وتكلف الشعوب ميزانيات طائلة ولذلك فالهندسة الوراثية بالضوابط السليمة عمل جيد ومحمود أما الاستنساخ فإن عليه تحفظات كثيرة وشديدة جداً ومعظم العلماء وخاصة علماء الدين لا يؤيدونه .

الباب الحادى عشر التكنولوجيا الحيوية وتربيته الحيوان

الباب الحادى عشر

التكنولوجيا الحيوية وتربية الحيوان

لقد نالت الوراثة الجزيئية أو ما يسمى بالهندسة الوراثية خلال النصف الثانى من القرن العشرين اهتمام بالغ وتطورت تطوراً سريعاً وخاصة بعد اكتشاف إنزيمات التحديد وقطع ولصق الـ DNA ثم التعرف على مجموعه العوامل الوراثية فى الأنواع المختلفة وهو ما يسمى بالجينوم Genome . والهندسة الوراثية هى عبارة عن إعادة برمجة المعلومات التى يحملها الكائن الحي سواء كان خلية واحدة أو كائن متكامل ، حتى لو كان خلية جرثومية لا ترى بالعين المجردة . فيتم إدخال صفة وراثية جديدة أو تقويتها أو إلغاء صفة وراثية معينة عن طريق إعادة هندسة المعلومات الوراثية عبر الهندسة الجينية فى المورثات . وتسهم تقنيات الهندسة الوراثية نظرياً فى القدرة على إنتاج أنواع بيولوجية تمتلك خليطاً من أي صفات مرغوب فيها ، - وتطويع السلالات المهندسة وراثياً لا يعتمد على العمليات الجنسية ولكن على زرع الجين أو العامل الوراثي الخاص المشتق من المصادر الواهبة ، ومن ثم الإنماء والتطوير البيولوجي التالي من الخلايا المطورة الجديدة غير المتخصصة .

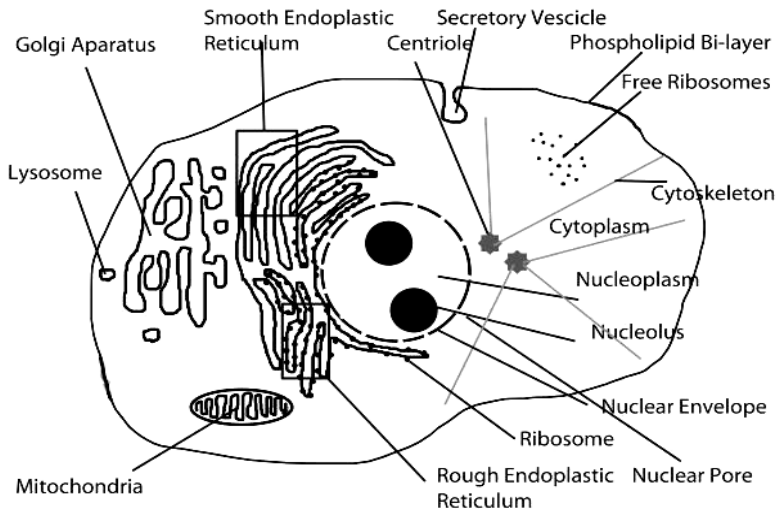
وليس المقصود من هذا الباب إعطاء المادة الكاملة للوراثة الجزيئية أو التفصيلات الكاملة للتقنيات المختلفة فهناك مؤلفات تتخصص فى ذلك . ولكن الهدف هو إعطاء القارئ فكره مبسطة عن التقنية لتهيئة ذهنه لاستيعاب أهمية التقنية نفسها وتطبيقاتها فى المجالات المختلفة للإنتاج الحيوانى وبخاصة التربية والتحسين وكذلك إطلاع القارئ على ما وصلت إليه هذه التقنيات من تطور .

١.١- الجينوم (المادة الوراثية) Genome

تعتبر الخلية الحية هي أصغر وحدة حية معروفة يتكون منها أجسام الأحياء متعددة الخلايا (Multi-cellular) مثل الإنسان والحيوان والنبات . وتنقسم هذه الخلايا داخل الكائنات الحية إلى قسمين من حيث التركيب الداخلي:

١. خلايا متميزة النواة Eukaryote

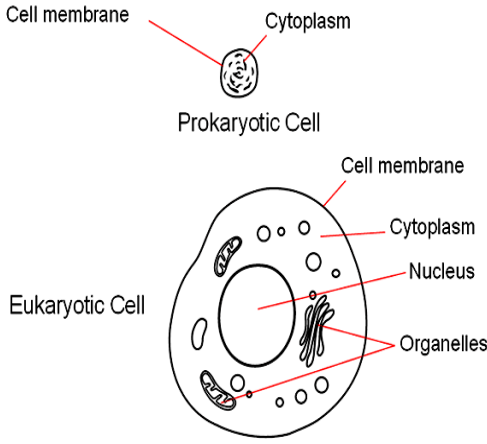
ويشمل هذا النوع من الخلايا جميع خلايا الأحياء متعددة الخلايا مثل الإنسان والنبات والحيوان وبعض الأحياء وحيدة الخلية مثل فطر الخميرة مثلاً. وأهم ما يميز هذا النوع من الخلايا هو أنها تحتوى على نواة Nucleus تحتوى بداخلها على المادة الوراثية أو الجينوم DNA وحجم الخلية يتراوح من 10-100 ميكرون والستوبلازم متميز وتركيب الجينوم لها معقد (كما هو مبين فى شكل رقم 1-11).



شكل (١-١١) تركيب الخلايا متميزة النواة Eukaryote

<http://www.picable.com/Concepts/Communication/Simple-Diagram-of-an-Eukaryotic-Cell.3275083>

٢. خلايا غير متميزة النواة Prokaryote



وهذا النوع من الخلايا يشمل البكتيريا بأنواعها وتتميز هذه الخلايا بأنها ليس لها نواة والمادة الوراثية (الجينوم) بها تسبح داخل الخلية وحجم الخلية صغير يتراوح من ١-١٠ ميكرون والسيتوبلازم

غير متميز والجينوم لها بسيط التركيب غير معقد.

(شكل ٢-١١) يبين تركيب الخلايا غير متميزة النواة Prokaryote

http://kenpitts.net/bio/scimeth_chem_cell.htm

ويهمنا في هذا المقام المادة الوراثية الـ DNA أو ما يسمى بالجينوم والتقنيات المعتمدة على ذلك. والجينوم Genome هو المادة الوراثية الكلية بالخلية أي مجموع الكروموسومات في الخلية في الكائن الحي. وتقسم الخلايا الحية من حيث عدد الكروموسومات الموجودة في نواتها إلى قسمين:

١- الخلايا الجنسية (التناسلية) Germinal cells وتحتوى تلك الخلايا على نسخة واحدة من الكروموسومات أي أن بها نصف العدد الكامل للكروموسومات في الخلية الأبوية (فمثلاً تكون ٢٣ كروموسوم في الإنسان و ٣٠ كروموسوم في الماشية وهكذا) وتسمى Haploid وهى عبارة عن الجاميطات أو خلايا التكاثر سواء بويضات أو اسبرمات.

٢- الخلايا الجسمية (الجسدية) Somatic cells وهذه الخلايا تحتوى على نسختين من كل كروموسوم أي ضعف عدد الكروموسومات في الجاميطات أو

الخلايا الجنسية (فتكون مثلاً في الإنسان ٤٦ وفي الماشية ٦٠ وهكذا) وتسمى Diploid. ويختلف عدد الكروموسومات في الخلية الحية باختلاف نوع الكائن الحي كما هو موضح في الجدول (١١-١) التالي :

النوع	الكروموسومات في الخلايا الجنسية	الكروموسومات في الخلايا الجسمية
الإنسان	٢٣	٤٦
الماشية	٣٠	٦٠
الماعز	٣٠	٦٠
الأغنام	٢٧	٥٤
الجاموس النهري	٢٥	٥٠
جاموس المستنقعات	٢٤	٤٨
الخيول	٣٢	٦٤
الحمير	٣١	٦٢
الإبل	٣٥	٧٠
اللاما	٣٧	٧٤
الأرانب	٢٢	٤٤
الدجاج	٣٩	٧٨
البط	٣٨	٧٦
البط المسكوفي	٤٠	٨٠
الرومي	٤٠-٣٨	٨٠-٧٦

*المصدر (Willis 1998)

جدول رقم (١١-١) يبين عدد الكروموسومات في الخلايا الجنسية والجسمية

لبعض الأنواع المختلفة

والكروموسومات تحمل الجينات (المورثات) في ترتيب طولي وكل جين له أليلان. والجين عبارة عن قطعة من الكروموسوم أو الـ DNA ويحتوي الجين (المورثة) على المادة الوراثية التي تنتقل من الآباء إلى الأبناء عبر الأجيال ويتكون الجين من تتابع (تعاقب) Sequence معين من النيوكليوتيدات أي القواعد النيتروجينية وهذا التتابع يحمل رسالة تبين التعليمات المطلوبة لتخليق البروتينات المختلفة التي تكون أنسجة الجسم في الكائن الحي. وتنتج

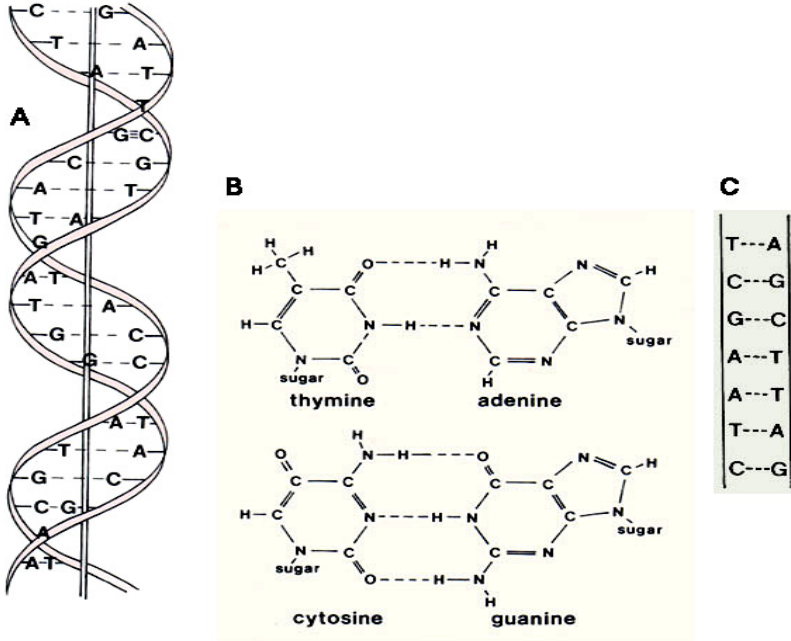
الجينات الإنزيمات التي بدورها تتحكم فى التفاعلات الكيميائية التى تحدث فى جسم الكائن الحى .

وتحتوى الخلية على نوعين من الأحماض النووية - الأول وهو الحمض النووى الديوكسى الريبوزى الدنا (Deoxyribonucleic acid (DAN وهو موجود فى النواة وغالباً فى الكروموسومات والثانى وهو الحمض النووى الريبوزى الرنا (Ribonucleic acid (RNA وهو موجود غالباً فى السيتوبلازم وأيضاً داخل النواة . وتأخذ الكروموسومات شكل حرف X ما عدا الكروموسوم الذكرى فانه يأخذ شكل حرف Y .

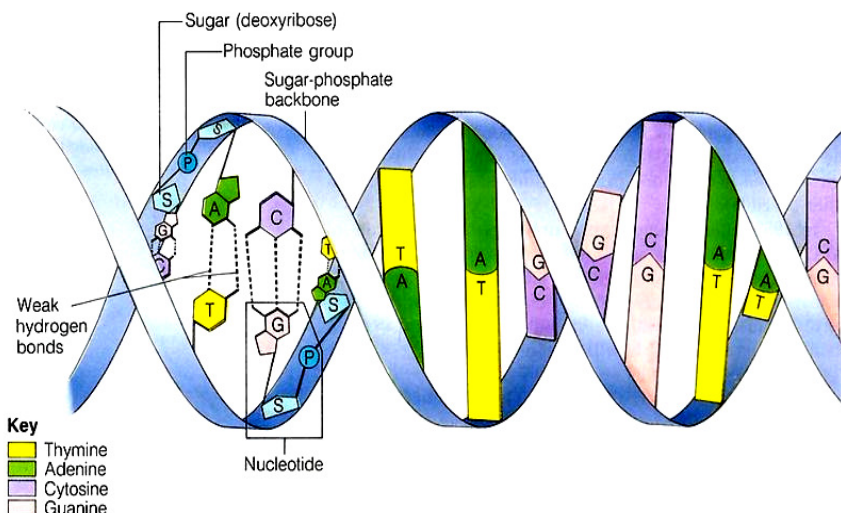
وكل كروموسوم يتكون من سلسلتين متقابلتين من الحمض النووى DNA تكونان ما يعرف بالحلزون المزدوج Helix double أو Heliccal structure وهذه السلاسل تتكون من وحدات صغيرة تسمى نيوكليوتيدات Nucleotides التى تتكون من سكر وفوسفات يرتبطان معا بقواعد نيتروجينية . ويوجد أربعة أنواع من القواعد النيتروجينية التى تدخل فى تركيب الـ DNA وهى الأدينين (Adenine (A والجوانين (Guanine (G وهذان يمثلان قواعد البورينات والسيتوسين (Cytosine (C والثيامين (Thyamine (T وهذان يمثلان البريميدات ويرمز للأربع قواعد النيتروجينية بالرموز (C, G, A, T بحيث يتحد الأدينين دائماً مع الثايمين ويتحد الجوانين دائماً مع السيتوسين (أى أن A تقابل T ، الـ G تقابل C دائماً) .

ويحدد حجم مجموعة العوامل الوراثية (الجينوم) بعدد أزواج القواعد ويصل عدد هذه القواعد فى الجينوم البشرى للإنسان إلى أكثر من ثلاثة بلايين زوج

من القواعد. وجدير بالذكر أن المعلومات الموجودة على الكروموسومات فى أى خلية تتشابه مع تلك الموجودة على كروموسومات أى خلية أخرى من الجسم ولكنها تختلف فى الوظيفة. وبين شكل (٣-١١) الحلزون المزدوج للـ DNA الذى تتكون منه الكروموسومات ووضع القواعد وترتيبها عليه:



http://www.apsnet.org/edcenter/K-12/TeachersGuide/DNA_Easy/Pages/Background.aspx



[http://g10biodna-a.wikispaces.com/\(b\)+DNA+Structure](http://g10biodna-a.wikispaces.com/(b)+DNA+Structure)

شكل (١-٣) الكروموسومات وكيفية ارتباط سلاسل الـ DNA

وللإنسان أن يتخيل مقدار التباينات الناتجة من سلسلة الـ DNA عن طريق التباديل والتوافيق الناتجة من خلط الأربعة قواعد السابقة وهذه السلاسل تحمل أعداداً من الجينات يصل عددها إلى عشرات الآلاف في غالبية الحيوانات وبالتالي فعدد هذه المورثات لا نهائي ومن هنا نتصور القدر الهائل من التباينات التي تحدث بتغير الترتيب سواء في السلاسل أو في الجينات .

١١-٢ البروتيوم Proteome

ظهر مصطلح البروتيوم على يد مارك ويلكينز ١٩٩٤ (Marck-Welkense) ليشير إلى المجموع الكلي للبروتينات التي تفرزها خلايا الجسم خلال المراحل المختلفة من حياتها . فإذا كانت خلايا الكائن الحي كلها تحتوى على الجينوم نفسه (أى نفس العوامل الوراثية في كل خلية) مع اختلاف وظائف كل خلية فان خلايا الجسم ستحتوى على بروتينومات مختلفة . . وإذا كان الجينوم معقد وينطوى على ملايين العمليات الكيميائية فان البروتيوم أيضاً أكثر تعقيداً

ويحتوى على عمليات ومعلومات أكثر مما يحمله الجينوم . فالجينات تنتج البروتينات ويستطيع الجين الواحد إنتاج عديد من البروتينات قد تصل إلى عشرين بروتيناً مختلفاً . ويقدر عدد أنواع البروتينات المنطلقة فى الجسم ما بين خمسمائة ألف إلى واحد مليون بروتين . وكل خلية تحتوى على مجموعة متميزة من البروتينات تقدر بـ ١٠ بالمائة من المجموع الكلى الهائل لأعداد البروتينات المنطلقة وهذا الجزء هو البروتيوم الخاص بالخلية . ومعرفة كل نوع من البروتينات تعتبر هامة جداً فى التشخيص الدقيق للأمراض ومن ثمّ وصف أيضاً العلاج المناسب لكل مرض أو الوقاية منه قبل حدوثه وهذا ما تطمح إليه البشرية بإذن الله تعالى .

١١-٣ البصمة الوراثية (بصمة الجينات) DAN fingerprint

فى منتصف الثمانينات تمكن إريك جيفيرس بجامعة لستر بالمملكة المتحدة من اكتشاف اختلافات فى تتابع الشفرة الوراثية فى منطقة الإنترون Intron للجين متمثلة فى الطول والموقع وأن هذه الاختلافات ينفرد بها كل شخص تماماً عن الآخر مثل بصمة الأصابع باستثناء نوع نادر من التوائم المتطابقة الناشئة عن بويضة مخصبة واحدة Monozygotic twins (MZT) ولذلك أسماها بصمة الجينات وهى طريقة معملية لتحديد الاختلافات فى التركيب الوراثى لمنطقة الإنترون وإنتاج بصمة جينية (وراثية) لكل فرد على حده . وهذه البصمة تورث للأبناء وقد وجد أيضاً أنها تختلف باختلاف الأنماط الجغرافية لشعوب العالم . أى أنها تختلف من جنس إلى آخر حسب الموقع الجغرافى . وقد وجد أنه بحساب نسبة التمييز بين الأشخاص باستخدام بصمة الجينات أن هذه النسبة تصل إلى حوالى ١ : ٣٠٠٠٠٠٠٠٠٠ أى أن من بين

ثلاثمائة مليون شخص يوجد شخص واحد فقط يحمل نفس بصمة الجينات وأن هذه البصمة تورث طبقا لقوانين مندل .

ولتعيين بصمة الجينات تؤخذ عينة صغيرة من الأنسجة التى يمكن استخلاص الحمض النووى DNA منها فقط . . . فمثلا يؤخذ عينة دم فى حالة إثبات البنية، عينة من الحيوان المنوى فى حالة الاغتصاب ، قطعة جلد من تحت الأظافر أو شعرات مجذورها فى حالات الوفاة بعد حدوث مقاومة للمعدى ، أو عينة من اللعاب وهكذا . . . وبما أن نسبة النجاح التى تقدمها بصمة الجينات عالية تصل إلى أكثر من ٩٥ بالمائة فقد عملت الدول المتقدمة من أمريكا وبريطانيا على استخدامها فى الأدلة الجنائية .

وفى مجال تربية الحيوان لا يقتصر استخدام البصمة الوراثية على مجرد التعرف على الحيوان أو الفرد ولكن يمكن أيضا استخدامها لتقليل الوقت اللازم للوصول العشيرة إلى حالة " السلوك النقية " فى برامج التدريب أو برامج التلقيح الرجعى لأليل مهم وفى هذه البرامج فان متوسط محتوى السلالة فى العشيرة الخليطة يمكن توقعها بسهولة .

يمكن عن طريق البصمة الوراثية أيضا توقع قوة الجين للخلط النوعى . . . فقوة الهجين تكون أكبر عندما تكون سلالات الآباء أو الخطوط ليس بينها قرابة كبيرة . فبمقارنة شكل البصمة الوراثية بدقة فى العشائر يمكن لنا معرفة أى من هذه العشائر مرتبط بالآخر (أى بينهما ارتباط) وبالتالي سوف تبين هذه المعلومات أى من هذه العشائر سوف تنتج قوة هجين عند خلطها . بل ويمكن فعل هذا

الشيء أيضاً مع التلقيحات الفردية عن طريق مقارنة البصمات الوراثية للآباء أو الأمهات كل على حدة.

١١٤- الخرائط الوراثية والفيزيائية للمورثات Genetic and physical maps of the genome

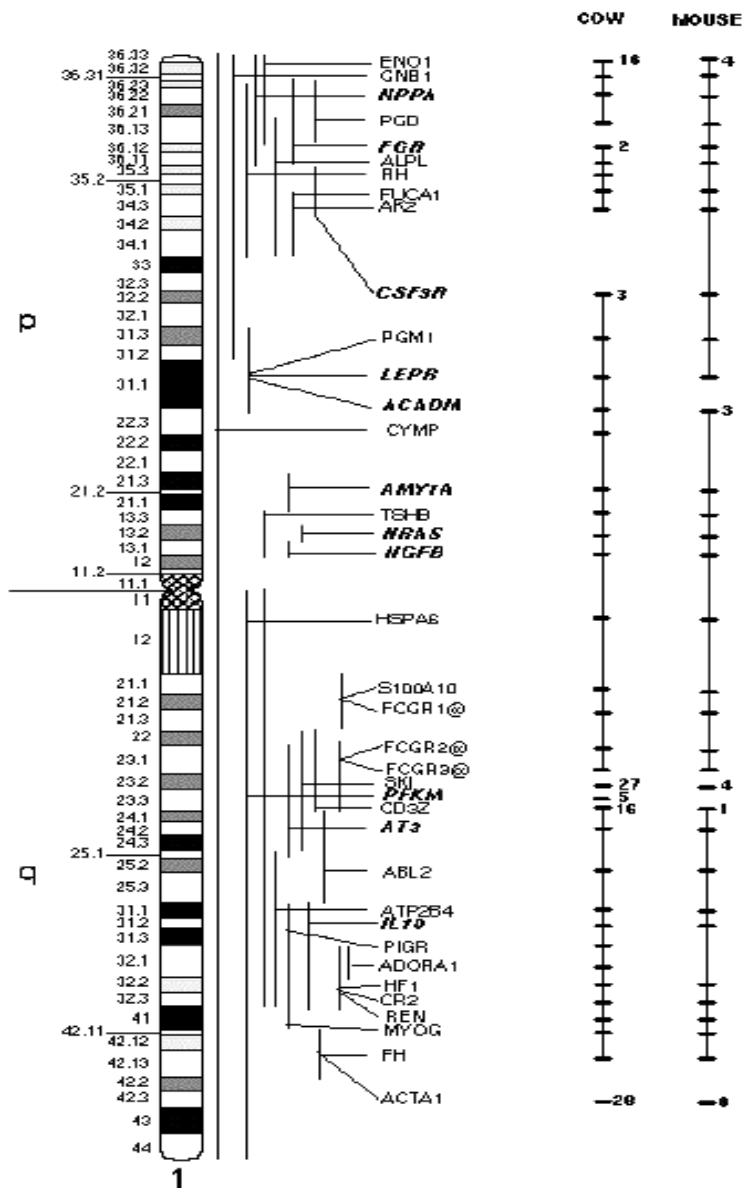
منذ الثمانينات وبعد أن تيسرت تحليلات الـ DNA بدأ المهتمون والباحثون في مجال الوراثة التعرف على بعض الجينات بحالة فردية حيث أن هذه الجينات تؤثر على صفة ما بدرجة كبيرة لأي سبب من الأسباب سواء لقربها لجين أو جينات معينة على الكروموسوم. وبناءً على ما يتم التعرف عليه من جينات تؤثر على الصفات بدأ يتم عمل ما يسمى بالخريطة الجينية للأنواع المختلفة من الحيوانات. إن ترتيب تناوبات الجينات ومواقعها والمسافة بين تلك الجينات وبعضها هي ما يسمى بالخريطة الوراثية Genetic map. وتقاس المسافات بين الجينات على الخريطة الكروموسومية بوحدة تسمى السنتي مورجان Centi-Morgan (cM) وقد أورد (Kinghorn and Van der Werf, 2000) أن ١ سنتي مورجان يكون نتيجة تهجين واحد لكل ١٠٠ انقسام ميوزي في المتوسط ولذلك إذا كان هناك نقطتان من الجينوم عبارة عن ١٠ سنتي مورجان فإنه يتوقع أن يحدث تهجين بين هاتين المنطقتين في ١٠ من ١٠٠ انقسام ميوزي. أما المسافات بين الجينات في أزواج القواعد النيتروجينية التي تكون سلاسل الـ DNA فتسمى بالخرائط الفيزيائية للجينات Physical map. فمثلاً في الإنسان ١ سنتي مورجان على الخريطة الوراثية يقابله حوالي ١-٢ ميجابايت من الـ DNA أو ما يسمى بالـ Morgan-base أي من ١-٢ مليون زوج من القواعد.

وكمية الدنا DNA فى الكائن وهى ما تسمى بالـ C-Value تكون بالبيكوجرام وهو = جزء واحد من التريليون (10^{-15} Picog) فى كل خلية واحدة وهذه الكمية تضرب فى مجموع الخلايا للكائن . وكلما كبر الـ C-Value كلما كان طول الـ DNA كبيرا فى الجينوم . فمثلا تحتوى جرثومة الـ E. Coli على ٤,٠٠٠ بيكوجرام من الـ DNA وهذه تعطى جزيئة دنا DNA تحتوى على ٤ ملايين قاعدة زوجية (base-pairs) - وقواعد زوجية لأن الدنا عبارة عن شريط أو حلزون مزدوج . وكلما ارتقت الكائنات تزيد هذه الكمية فى خليتها فمثلا فى الفأر والحصان والكلب الـ C-Value فى كل خلية هو ٤ بيكوجرام . إن جينوم الخميرة كمثال للكائن متعدد الخلايا يحتوى على ١٣,٥٠٠ كيلو قاعدة زوجية (Kbp) - وكل (Kbp) هو عبارة عن ١٠٠٠ قاعدة زوجية . ومن ثم نعرف أن جينوم الإنسان يحتوى على ٣ مليون كيلو قاعدة زوجية (Kbp) أى ٣ بليون قاعدة زوجية كما ذكرنا من قبل .

وإذا علمنا أن معدل البروتين يحوى ٥٠٠ حامض أمينى وهذا يتطلب جينا يحتوى على ١٥٠٠ قاعدة زوجية (أو ٥٠٠ كودون - لكل كودون ثلاث قواعد) - يضاف إليها ٥٠٠ قاعدة زوجية للتتابعات المنظمة لتجعل ٢٠٠٠ قاعدة زوجية لكل جين . - وإذا قسمنا ثلاثة بلايين زوج من القواعد على ٢٠٠٠ (لكل جين واحد) ينتج عدد من الجينات يتراوح بين مليون إلى مليونى جين فى الإنسان وذلك إذا كانت كل الجينات تنتج البروتينات . ومن المعروف أن حوالى ٥٠ إلى ١٠٠ ألف جين يكفى لإنتاج جميع البروتينات اللازمة للجسم ولذا فإن هذا يرمز إلى ٢٪ فقط من جينوم الخلية .

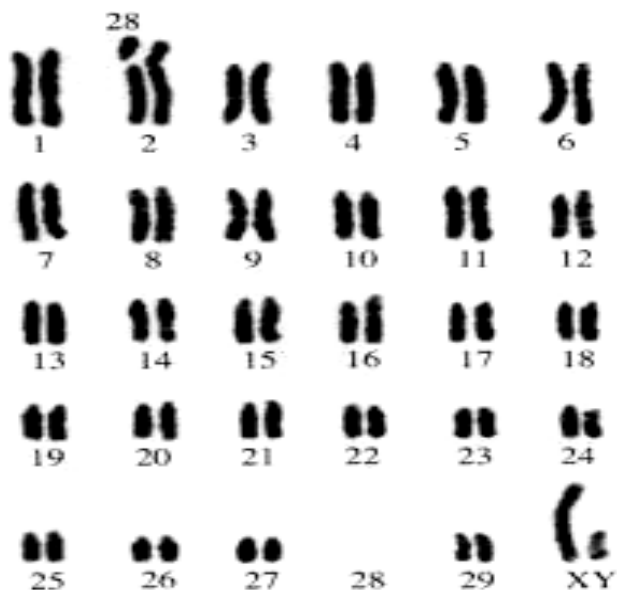
وجدير بالذكر أن بعض الجينات ذات تركيب معقد حيث تتكون من أكثر من ٢٠٠٠ قاعدة زوجية. كما أن كثيرا من الجينات موجودة فى نسخ كثيرة ولذلك يكون القسم الأكبر من الدنا DNA لا ينتج بروتينات (عاطلا عن العمل) وتسمى بالدنا التافهة Junk DNA وقد أطلق عالم البيولوجيا المعروف ريتشارد داوكنز Richard Dawkins عليها اسم الجينات الأنانية (Selfish Genes).

وبين الشكل التالى مثال فى حالة تماثل الفأر والإنسان فى بعض مواقع الجينوم. (<http://bos.cvm.tamu.edu/htmls/HBM>).



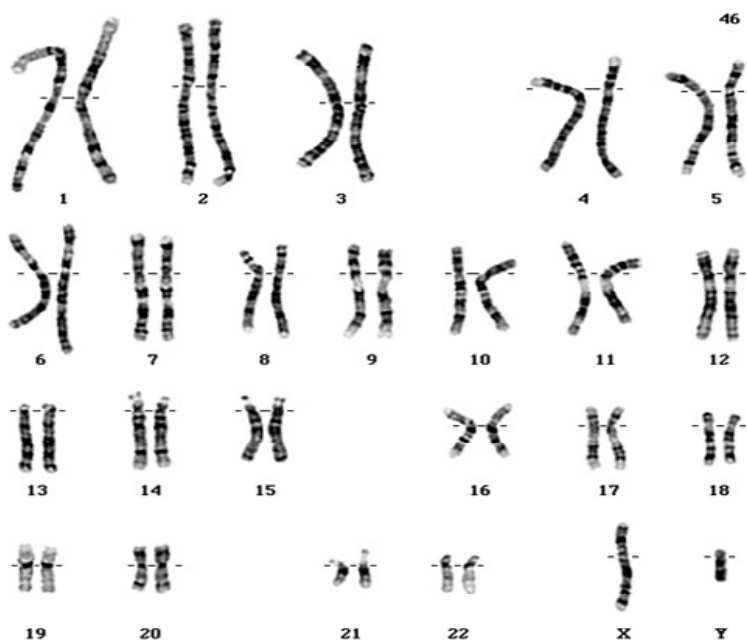
Human chromosome 1 is on the left. Syntenic groups for cow and mouse are shown, with numbers representing the chromosomes on which the homologous regions come in these species. With thanks to the Animal Genome Server at Texas A&M University (<http://bos.cvm.tamu.edu/htmls/HSA1.html>).

شكل رقم (٤-١١-١) يبين الخريطة الوراثية في حالة تماثل الفأر والإنسان في بعض مواقع الجينوم



<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1601-5223.2000.t01-1-00019.x/pdf>

شكل رقم (٤-١١-٢) يبين الكاريوتايب (الكروموسومات) فى الماشية الفيتنامية



صورة كروموسومات لدى انسان

شكل رقم (٤-١١-٣) يبين صورة الكروموسومات فى الانسان

وقد وُجد أنه إذا تم مقارنة تتابع أحد أزواج القواعد فى كروموسومات
فردين لنفس النوع فإننا نجد أن معظم الأزواج القاعدية ستكون متشابهة .
وقد تم تقدير الاختلافات فى تتابعات الـ DNA فى الإنسان فوجد أنها
تحدث فقط من ١ إلى ١٠٠٠ زوج قاعدى ولا يوجد فردان " باستثناء
التوائم المتطابقة " يملكون نفس التتابع الدقيق للقواعد فى كل الملايين من
الأزواج القاعدية التى تكوّن المادة الوراثية لحيوانات التربية (Kinghorn
and Van der Werf, 2000).

٥-١١. الـ بى سى آر (PCR) Polymerase Chain Reaction

يعرف الـ بى سى آر أو ما يسمى تفاعل إنزيم البلمرة بأنه تكتيك لمضاعفة
تسلسلات معينة من الـ DNA خارج النسيج الحى (Invitro) وذلك باستخدام
امتداد بادئ Primer على شرائط متكاملة من الـ DNA . وكما أوضحنا فإن
سلسلتى الـ DNA ترتبطان ببعضهما لتكوين الحلزون المزدوج عن طريق رابطة
استر ثنائى الفوسفات بين ذرتى كربون ٣ ، ٥ وتكون الروابط فى اتجاه ٥ ← ٣ .
وتضاف البادئات حتى ترتبط بالجزء المكمل لها على شريط الـ DNA وإعطاء
مجموعة OH حرة عند الطرف ٣ لمساعدة الإنزيم فى عمل نسخة مقابلة لل قالب
المرشد . ويوجد شركات خاصة لتصنيع هذه البادئات وتصنع البادئات عادة من
١٨-٣٠ نيكليوتيدة . وتتم عملية تفاعل إنزيم البلمرة أو الـ PCR على ثلاثة مراحل :

١- مرحلة الدنترة Denaturation

حيث يتم فك حلزونة الشريط المزدوج من الـ DNA بفعل الحرارة العالية (٩٢-
٩٥°م) لمدة خمس دقائق مما ينتج عن هذه المرحلة شرائط فردية Single stands
يسمى كل منها قالب Template وتعمل كقالب مرشد فى خطوات التصنيع التالية.

٢- مرحلة إعادة البناء Anelling

وفى هذه المرحلة يضاف البادئ حيث يرتبط بال قالب المرشد بالاتجاه ٥ ← ٣ وذلك على درجة حرارة (٥٢-٥٥°م) أى أنها مرحلة ارتباط البادئات بالتتابع المكمل لها . وتأخذ هذه المرحلة دقيقتان تقريباً .

٣- مرحلة تمام البناء (Extention or Euleugation)

فى هذه المرحلة يتم إضافة النيوكليوتيدات المكملة للتتابع من البادئات وفى وجود الـ DAN polymerase وفى درجة حرارة ٧٢°م حتى يتم نسخ التسلسل من النيوكليوتيدات الموجودة على القالب Template أو الـ Target DNA وتخفيض درجة الحرارة بالتدريج حتى تصل إلى ٤°م فى خلال ١, ٥-٢ ساعة فى نهاية هذه المرحلة . وفى الغالب يتم فصل الشرائط المفردة أثناء فترة التحضين وتكوين الحلزون المزدوج وتحمل نواتج الـ PCR على الجل Agarose gel لتحديد هوية النواتج ومقارنتها .

نتائج التفاعل يجب أن يكون جزئى أو جزيئات من الـ DNA ذات أطوال محددة . . . وأبسط طريقة لاختبار ذلك هو تحميل جزء من ناتج التفاعل بالإضافة إلى واسم أو كشف Marker ذو وزن جزئى متناسب بغرض المقارنة على الـ Agarose gel يحتوى على صبغة " إيثيديم بروميد " من ٨, ٠ - ٤ ٪ ويكون الناتج مرئى تحت إضاءة فوق بنفسجية . ويمكن رؤية النواتج الصغيرة من الـ DNA فى شكل حزم منتشرة على الجل وهذه تكون موجودة وفى حجم متوقع . وقد تظهر بعض الحزم الإضافية نتيجة وجود نواتج وحيدة الشريط Single strand والتي تتكون إذا كانت البادئات بكميات جزئية غير متساوية .

والمقارنة تتم على الأسس التالية:

- ١- وجود أو عدم وجود الحزم Bands .
 - ٢- الوزن الجزيئي للنواتج وهو حدّ من مقياس جانبي على الـ Agarosae gel .
 - ٣- مقارنة مع الكشاف المعروف الوزن الجزيئي .
 - ٤- كثافة الحزم Bands .
- ويمكن إجمال استخدامات الـ PCR فى الآتى:
- ١- مضاعفة المواد الوراثية .
 - ٢- تحليل صفة المقاومة أو القابلية للإصابة بمرض معين .
 - ٣- التقدير الكمي للمسببات المرضية .
 - ٤- تقسيم وتصنيف عزلات المسببات المرضية .
 - ٥- دراسة التغير الجيني .
 - ٦- رسم الخرائط الوراثية .
 - ٧- تقدير الكتلة الحيوية للكائنات ذات التطفل الإجبارى .
 - ٨- الكشف عن أنتيجينات الميكروبات (وهو ما يعرف باسم Immuno PCR) .
 - ٩- تحليل المادة الوراثية DNA القديمة .
 - ١٠- الكشف عن السموم والمبيدات .
- ويبين الشكلان (١١-٥) و (١١-٦) التالىان مراحل تفاعل إنزيم البلمرة وكيفية التعرف على نواتج الـ PCR

5' Starting template – double stranded DNA 3'



Round 1

- Denaturation



- Annealing of primers



- Extension



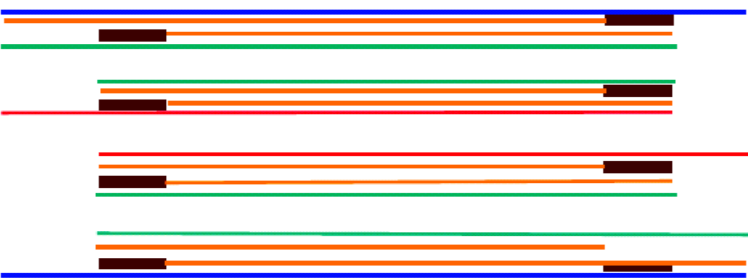
Round 2

- Shown after denaturation / annealing / extension



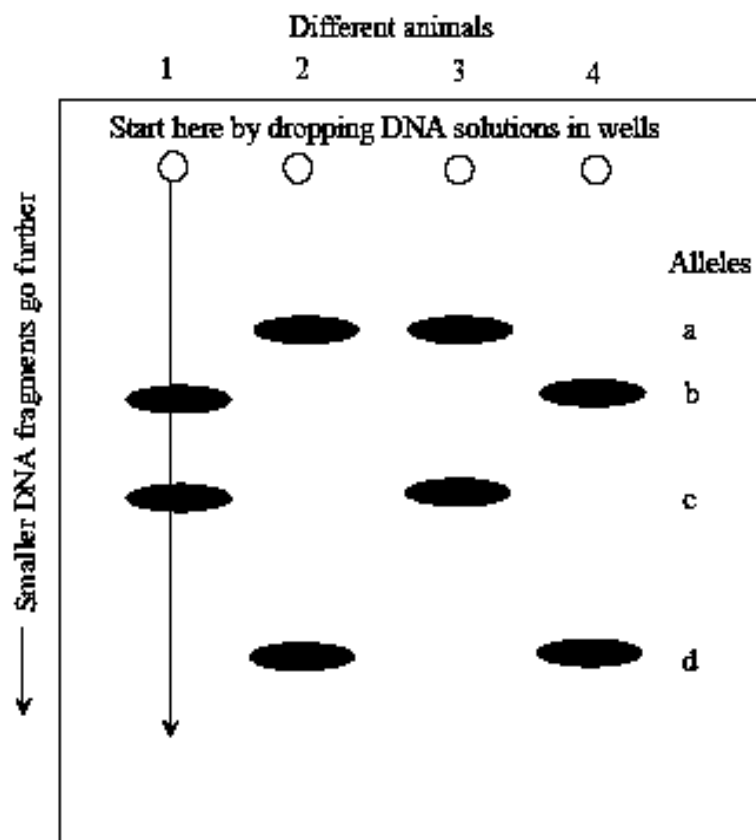
Round 3

- Shown after denaturation / annealing / extension



42

شكل (٥-١١) مراحل تفاعل إنزيم البلمرة (PCR)



شكل (١١-٦) نواتج الـ PCR وقراءتها على الجل

الباب الثانى عشر استخدام الواسمات فى تربية الحيوان

الباب الثانى عشر استخدام الواسمات فى تربية الحيوان

يتحكم فى وراثة الصفات الكمية أو الاقتصادية عدد كبير من الجينات أو الأليلات ولذلك تسمى الـ Polygene - مثل صفات النمو وإنتاج اللبن والدهن واللحم وإنتاج البيض . . . الخ من هذه الصفات . والموقع الجينى غالباً يكون غير معروف ولذلك فى السنوات الأخيرة بدأت محاولة التعرف على الجينات بذاتها التى تؤثر على هذه الصفات الكمية أو الجينات القريبة منها على الكروموسوم وقد تم التعرف على الكثير منها وخاصة بعد عمل خرائط كروموسومية لمعظم الأنواع الحيوانية .

١٢-١. الواسمات ومواقع الصفات الكمية

المواقع الجينية (الوراثية) فى الجينوم التى تؤثر على الصفات الكمية تسمى مواقع الصفات الكمية (QTL) Quantitative trait loci وعند معرفتها يمكن انتخاب الحيوان لها مباشرة . ومواقع الصفات الكمية QTL قد أخذت اهتماماً كبيراً فى الآونة الأخيرة إلا أن هذا الموضوع قد تم طرقة منذ العشرينات على يد Sax (1923) .

والواسمات (المركمات) Markers هى علامات محددة فى الجينوم لها ارتباط بمواقع الصفات الكمية QTL مباشرة أى مرتبطة مع الجين أو تكون قريبة من الموقع الجينى بحيث يدل وجودها على وجود جين معين يتحكم فى صفة معينة . وبذلك يمكن استخدام تلك الواسمات فى الانتخاب لهذه المواقع ويسمى الانتخاب المعاون بالواسمات Marker Assisted Selection (MAS) . والواسمات (المركمات) هذه قد تكون تتابع من النيوكليوتيدات فى

الجينوم للحيوان من غير أن يكون لها وظيفة معينة وهى ما تسمى بواسمات الميكروساتلايت microsatellite markers أى التتابع الصغرى وأهميتها تكمن فى التعرف على مواقع جينات تكون مرتبطة أو قريبة منها تؤثر على صفة بعينها .

وتقسم الواسمات بشكل عام إلى ثلاثة أنواع:

١- الواسمات المورفولوجية Morphological markers

وتكون على أساس الشكل المظهرى " أى الصفات المرئية " مثل لون الحيوان – الطول – شكل الورقة فى النبات أو لون البذور . . وهكذا .

٢- الواسمات الكيميائية الحيوية Biochemical markers

وهذه تكون على أساس تقدير الإنزيمات الطبيعية (Isozymes) المُتَّجَّة لدى كل مجموعة أفراد (تشكيلة فردية) ويمكن معرفة ذلك عن طريق الهجرة الكهربية على جل النشا .

٣- الواسمات الجزيئية (الوراثية) Molecular markers

وتكون على أساس نواتج التضاعف للـ DNA الناتجة من تفاعل إنزيم البلمرة (PCR) وترتبط هذه الواسمات بالجينات أو تكون قريبة منها فى المادة الوراثية (الجينوم) على الكروموسوم . والواسمات الوراثية التى كانت تستخدم فى الماضى قبل اكتشاف الواسمات الحالية كانت تشمل مجاميع الدم والإنزيمات المتعددة .

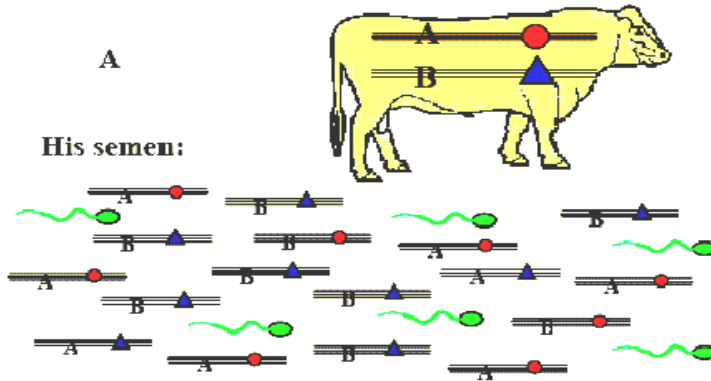
وقد عرف (Weller, 2001) الواسمة الوراثية Genetic marker بأنها عبارة عن جين (Gene or Cistron) يتوارث بطريقة بسيطة ويمكن أن يقوم بدور الكاشف Marker لجينات أو مواقع جينية أخرى تتحكم فى المواقع الجينية

للصفات الكمية . ولهذا لا تتوزع هذه الجينات مستقلة – ولذا يمكن التعرف على وجود جينات الصفات الكمية إذا تم التعرف على موقع الواسمة Marker . ويمكن استنتاج موقع الجينات للصفة الكمية QTL في الفرد من خلال معرفة الأليل الواسمة ذات التأثير المعروف والمرتبط بهذا الموقع ويتوقف هذا على المسافة بينهما .

والواسمات الوراثية قد تكون مباشرة أو غير مباشرة:

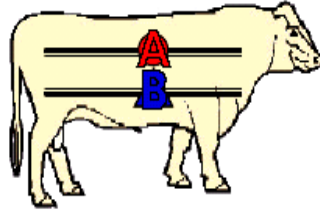
١- الواسمات الوراثية المباشرة Direct genetic markers

وتكون الواسمة في هذه الحالة مرتبطة بجين gene معين على نفس الكروموسوم أى أنهما يكونا دائما معا ويحدث هذا فقط لو أن الواسمة تقيس بشكل فعلى التغير المتعدد (polymorphism) المتعلق بالجين المسئول عن التأثير فى صفة ما . وهذه الواسمات المباشرة تعتبر مناسبة جدا وذات أهمية كبيرة فى التربية والتحسين لأنها سوف تدل مباشرة على مواقع الصفات الكمية (QTL) فى الجينوم .



شكل (١٢-١) يوضح واسمة وراثية مرتبطة بالجين (Julius van der Werf, 2000)

ويوجد حاليا عدد قليل من الواسمات المباشرة للصفات الاقتصادية الهامة مثل جين الهالوثان (Halothane) فى الخنازير وهو يعمل على زيادة نسبة اللحم إلى الدهن . والجين المسئول عن ذلك وهو الريانودين Ryanodine . أيضا جين تضاعف العضلات فى الماشية " العضلات المزدوجة " وهو جين الميوسستاتين Myostatin . وتزداد أهمية الواسمات المباشرة إذا كانت لجينات كبرى أو رئيسية أو مرتبطة بها Major genes . ويمكن أن تستخدم الواسمات المباشرة بدون الحاجة إلى شجرة نسب الحيوان . ويوضح شكل (١-١٢) واسمة مرتبطة بالجين بينما شكل (٢-١٢) يبين الواسمات الوراثية .



A - always circle, always good

B - always triangle, always bad

شكل (٢-١٢) يبين الواسمات الوراثية المباشرة (Julius van der Werf, 2000)

٢- الواسمات الوراثية الغير مباشرة Indirect genetic markers

وقد تسمى الواسمات المتصلة linked markers ويقصد بها الواسمات التى تقع بالقرب من مواقع الصفات الكمية فى الجينوم لجين معين ولكنها ليست مرتبطة بهذا الجين على الكروموسوم . وفى هذا النوع من الواسمات المتصلة نجد أيضا أن المعلومات الخاصة بارتباط الواسمة بمواقع الـ QTL تعتمد على العائلة

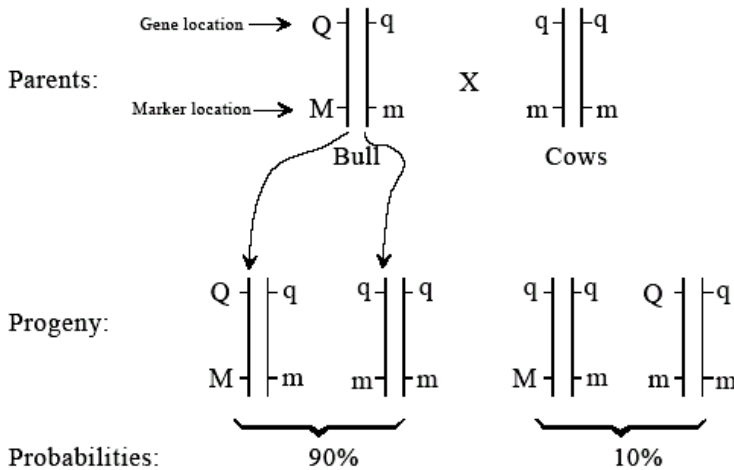
وشجرة النسب للحيوان ولتحديد مرحلة الارتباط يلزم تحديد النوع الوراثي على الأقل في جيلين (بين الآباء والأبناء).

وجدير بالذكر أن قيمة الواسمات الوراثية تعتمد على ثلاثة أشياء رئيسية هي:

١- مقدار تأثير مواقع الصفات الكمية QTL .

٢- تكرار الأليل المرغوب حيث أنه إذا كان تكرار الأليل ثابت أو يقرب من الواحد الصحيح فإن الانتخاب بواسطة الواسمات الوراثية لن يضيف كثيرا في التحسين الوراثي في هذه الحالة - بينما العكس يكون صحيحا إذا كان تكرار الأليل المرغوب قليل " أو غير ثابت " .

٣- مدى ارتباط الواسمة بالجين الذي سيؤثر على الصفة لأنه كلما كانت الواسمة مرتبطة مع الأليل على نفس الكروموسوم فإن احتمال مرورهما معا للنسل سيكون أعلى . ويبين ذلك المثال الذي أورده (Kinghorn and VanderWerf, 2000) كما هو مبين بالشكل.



شكل (١٢-٣) تأثير ارتباط الواسمة بالجين

ومن الشكل السابق نجد أن جميع النماذج يرث من الأم أليلات m ، q ، بينما الأب سوف يمد لهم بالأليل M ، m والأليل Q ، q . ولأن كلا من Q و M مرتبطان على كروموسوم الأب فإن ٩٠٪ من النماذج الذى استقبل الأليل M استقبل أيضا الأليل Q . ولكن ١٠٪ من الأبناء نتيجة لحدوث التهجين أو الخلط بين الموقعين نجد التى ورثت الأليل M من الأب استقبلت الأليل q بدلا من Q . أضف نفس الباحثان السابقان أيضا أنه من خلال هذا المثال يتبين لنا أن أليلات الواسمات لا تعطى دائما دليلا على المورثات الحقيقية فى مواقع الصفات الكمية QTL المتصلة بها . وأنه يجب الاعتماد على معلومات الشكل المظهرى وسجلات نسب الحيوان بالإضافة إلى الواسمات الوراثية للحصول على التحسين المطلوب فى وقت قصير .

وهناك بعض الأخطار المحتملة نتيجة استخدام الواسمات المباشرة أهمها:

- ١- إذا حدث التأثير الوراثى المرغوب من أكثر من طفرة فإن اختيار الـ QTL فى هذه الحالة لأحد الطفرات لا يمكن أن يحدد جميع الحيوانات ذات التأثير المرغوب .
- مثال على ذلك جين الميوساتين المسئول عن تضاعف العضلات حدثت به طفرات عديدة أحدثت نفس التأثير المرغوب - فلو أن بعض هذه الواسمات المباشرة استخدمت فى الاختبارات التشخيصية لظهرت نتائج سلبية .
- ٢- من الممكن أيضا أن يوجد احتمال لتحديد الخطأ لجين معين مرافق على أنه جين رئيسى يُحدثُ الصفة المرغوبة بطريقة مباشرة لا لشيء إلا لأنه قريب منه . . . وفى هذه الحالة نجد أنه يوجد خطر النتائج الإيجابية الكاذبة أيضا بحيث أنه سوف يتم تحديد الجين الإيجابى ثم ينقلب واسمة غير مباشرة وإذا حدث ارتباط

فى هذه الحالة فسوف يجعل تلك الواسمة ترتبط بالأليل السالب (Kinghorn and Van der Werf, 2000).

كما أن الواسمات الوراثية غير مرتبطة بالشكل المظهرى. وأهم الأنواع الرئيسية لها هى:

١- تقنية المكررات المتسلسلة المتباينة العدد Variable Number Tandem Repeats (VNTR's)

ويطلق عليها أيضا اسم الفترات. ويمكن بواسطتها التمييز بين الأفراد لكثرة التباين (الاختلاف) فى عدد المكررات بينها ومن ثم تستخدم الفترات فى تحديد البصمة الوراثية. والفترات هى عبارة عن النسخ العديدة لتتابعات أزواج القواعد التى تترتب من بداية إلى نهاية الموقع.

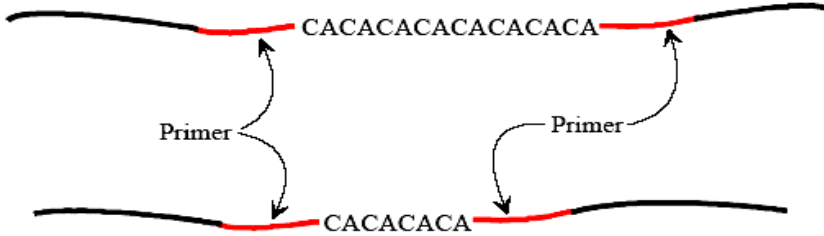
وعندما يكون تكرارات الوحدة أقل من أربعة (أى لها تتابع قصير من قواعد الحمض النووى DNA) فإن الـ VNTR تسمى بالميكروساتلايت microsatellites وأحيانا تسمى المكررات المتسلسلة القصيرة Short Tandem Repeats (STR) أو المكررات المتسلسلة البسيطة Simple Tandem Repeats (STR).

وعندما تزيد تكرارات الوحدة عن ذلك تسمى بالمينيساتلايت minisatellite وهى ريفيليات (RFLP's) كما سيأتى شرحه متباينة فى أطوالها بين الأفراد (٩-٨٠ زوجا من القواعد) تبعا لعدد المكررات التى تحملها كل ريفية (جيفريز وآخرون ١٩٨٥, Jeffreys et al.).

وتعتبر الميكروساتلايت من الواسمات الوراثية الجيدة لأن كل منها لديه العديد من الأليلات المختلفة. ويعرف الأليل بعدد التكرارات التى لها نفس الموقع. وفى كثير من الأليلات نجد أن معظم الأفراد غير متشابهين وبالتالي فإن هذا يعطينا

القدرة على ملاحظة العلاقة بين أليل الواسمة والأداء فى وراثة النسل فى الأليلات المرتبطة بوراثه الصفات الكمية .

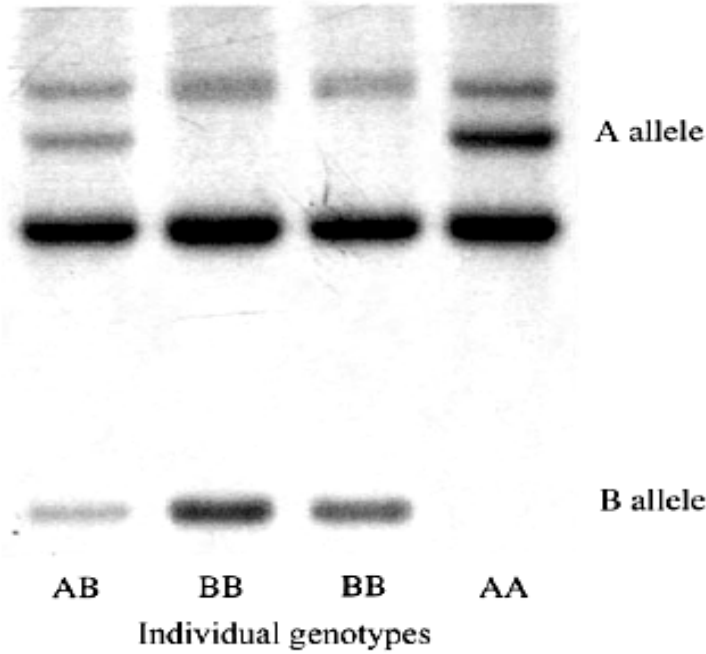
وخلال تفاعل إنزيم البلمرة (PCR) فإن الميكروساتلايت عند وضع البادئ على الـ DNA نجد أنها تأخذ علامات ملونة bands بحيث تصبح واضحة أو معلّمة ثم بعد ذلك يتم قراءتها خلال الهجرة الكهربية على جل الأجاروز لتحديد التتابعات sequence وأخذ باقى البيانات . ويبين الشكل التالى تتابعات الميكروساتلايت .



شكل (١٢-٤) تتابعات الميكروساتلايت (VNTR's)

٢- تقنية شظايا (قطع) التحديد متعددة الأشكال والأطوال Restriction Fragment Length Polymorphisms (RFLP)
وتسمى أيضا بالرفليبات وهى شظايا أو قطع من الحمض النووى DNA مختلفة الأطوال ناتجة عن فعل إنزيم القطع المحدد Restriction enzyme ويمكن استخدام إنزيمات القطع فى هذه الحالة - (والقطع يكون للـ DNA عند التابع المناسب للنوكليوتيدة) فى عمل خرائط للتركيب الوراثى وللحمض النووى DNA (Beattie, 1994). والرفليبات تورث بطريقة عادية وقد قام جيفريز وآخرون ١٩٨٥, Jeffreys et al., بتطبيق هذه التقنية للتعرف على البصمة الوراثية Genetic Fingerprint فى الإنسان . وفى حالة وجود طفرة

فى التتابع لا يتم القطع عندها وتكون قطع الـ DNA الناتجة فى هذه الحالة أطول . والطفرة أيضاً فى هذه الحالة تعطى تتابع جديد ذو أهمية خاصة وتعرف الأشكال المتعددة الاختلافات الوراثية لهذا النوع باسم RFLP's (Croford et al., 1999).



The result of an RFLP analysis of sheep genomic DNA from four animals, digested with EcoRI. (Kindly supplied by Dr S.H. Phua.), (Crawford et al., 1999)

شكل (٥-١٢) يبين واسمات الأشكال المتعددة لأشكال القطع

٣. تقنية التضاعف العشوائى للأشكال المتعددة للـ DNA

Random Amplified Polymorphic DAN Fragments (RAPD's)

وتسمى أيضا الراييدات وهذا النوع من الواسمات يكون استخدامه على أساس تكنيك الـ PCR وقد استخدمه (Williams et al., 1990). ومن مميزات هذه الواسمات أنها تتواجد بسهولة وأيضاً تتطلب كميات صغيرة من الـ

DNA ولهذا فإن كثير من الخرائط الوراثية وخاصة فى النبات يستخدم فيها الـ RAPD . وفى هذه الحالة أيضاً لا يُحتاج إلى معرفة التابع للـ DNA فى الأنواع المدروسة والبادئات يكون لها فرصة مؤكدة للإكثار بطريقة عشوائية فى الـ PCR ولذلك تعتبر الـ RAPD's من الواسمات القليلة التكاليف فى البيوتكنولوجى .

٤. تقنية التضاعف المتعدد لأطوال القطع Amplified Fragment Length Polymorphisms (AFLP's)

وتسمى أيضا الفليبات - فبعد أن يتم قطع جينوم الـ DNA بإنزيمات القطع وإضافة البادئات فإن البادئات ترتبط عند نهاية تلك الأجزاء المقطوعة (Fus et al., 1995) على النهاية ٣ للبادئ لإعطاء الأجزاء المتخصصة التى يتم تضاعفها من الجينوم . والأجزاء المتضاعفة يتم فصلها طبقاً لأحجامها وتظهر فى صورة حزم . وهذه الحزم bands والتى تتكون فى بعض الأفراد ولا تتكون فى البعض الآخر تستخدم كعلامات وراثية ولها نفس المميزات التى للـ (RAPD) . أضاف (Kinghorn and Van der Werf (2000 أن دراسة الـ RAPD's و الـ AFLP's لا يتطلب أى معرفة سابقة لتتابعات الـ DNA وذلك بخلاف الميكروساتلايت . وتتميز الـ AFLP's عن الـ RAPD's بأنها أكثر تضاعفاً فى نواتجها وأكثر دقة وأقل اعتماداً على جودة الـ DNA وظروف المعمل . وكذلك فإن عدد الواسمات التى تكتشف تكون أكثر فى الـ AFLP's (من ١٠-١٠٠ مرة عن الـ RAPD's والميكروساتلايت).

٥- تقنية شظايا الأشكال المتعددة للنيوكليوتيدة الواحدة Single

Nucleotide Polymorphisms (SNAP's)

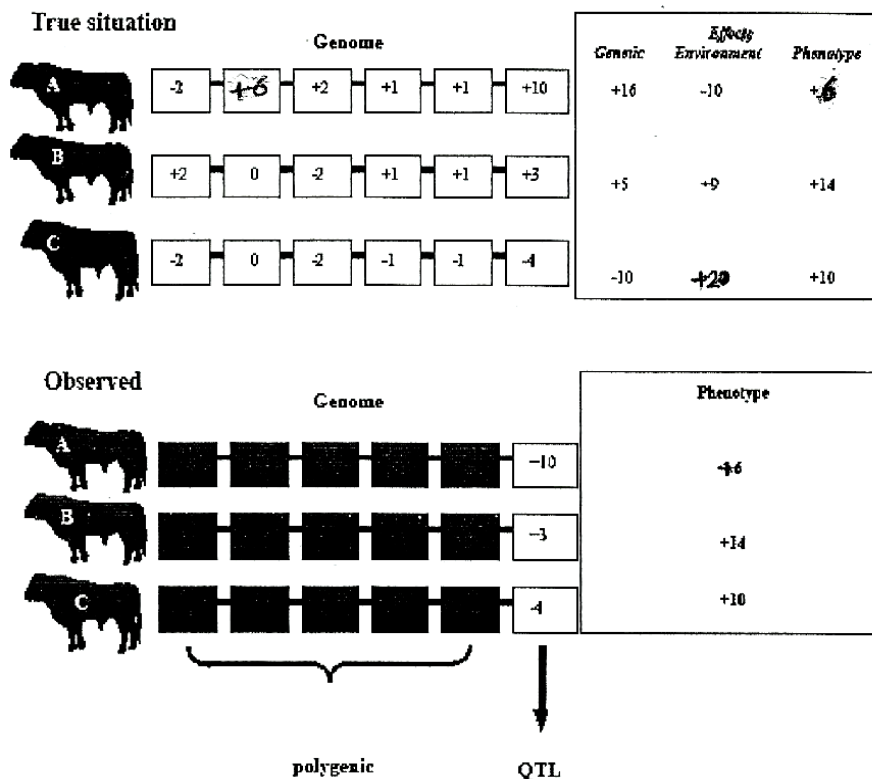
وتسمى أيضا بالسنابسس وهى مبنية على أساس الأشكال المتعددة لزوج واحد من القواعد. وذلك فى الوضع الذى يحدث فيه التكرار لقاعدتين متعاقبتين. وهذه الطريقة تقنية جديدة نسبيا ويستخدم فيها العديد من العينات فى وقت قصير ولكنها مرتفعة التكاليف بالمقارنة بالأنواع الأخرى من الواسمات الوراثية.

١٢-٢. الانتخاب المعاون بالواسمات (الرقمات) Marker Assisted Selection (MAS)

إذا تم معرفة مواقع الصفات الكمية (QTL) Quantitative trait loci والجينات المؤثرة عليها فإنه يمكن الانتخاب لهذه المواقع مباشرة. فإذا تم تحديد واسمات سواء مباشرة أو غير مباشرة مرتبطة بجين معين له تأثير بعينه فى صفة ما أو كانت هذه الواسمات قريبة من تلك الجين ويمكن من خلالها معرفة تأثيره فإن هذا يسمى انتخاب معاون بالواسمات Marker Assisted Selection (MAS). وقد أوضح كل من Montaldo and Meza (1998) وHerrera (2003) وAbdel Azim and Freeman (1998) أن هذه الواسمات سواء مباشرة أو غير مباشرة تمدنا بالمعلومات الخاصة بوراثة الجينات الموجودة على مواقع الصفات الكمية. وأنه إذا تم معها استخدام الجينات الكبرى (الرئيسية) - Major genes وسجلات النسب للحيوان ومعلومات الشكل المظهرى فإن ذلك سوف يتيح إمكانية أكبر للتحسين الوراثى فى الحيوان.

كما بين Schrooten and Bovenhuis (2003) أن الاستفادة من خطة التربية في الانتخاب المعاون بالواسمات MAS يعتمد على عدة عوامل أهمها الاختلافات الوراثية المسماة بمواقع الصفات الكمية Quantitative Trait Loci (QTL) وتكرار الأليلات لهذه المواقع وتصميم خطة التربية والوقت اللازم لتقييم التحسين في تلك الخطة. كما أضافا أيضا أن معلومات الواسمات الوراثية يمكن الحصول عليها من الأجنة مع دمج هذه المعلومات باختلاف مستويات الطلائق ونسب الحيوانات المتمثل في أسلافها. وقد ذكر هذان الباحثان أن التحسين الوراثي Genetic progress في خطة التربية باستخدام الانتخاب المعاون بالواسمات في إنتاج الأجنة زاد بمقدار ٣٣, ٣٣٪ عن تلك الخطة العادية التي لم يستخدم فيها الـ MAS.

إنه بالرغم من أن تأثير مواقع الصفات الكمية QTL يفسر جزءا فقط من الاختلافات الوراثية بين الحيوانات إلا أن معرفة الجينات الموجودة على هذه المواقع يساهم مساهمة فعالة في تقدير الوراثة الحقيقية للحيوان (True Genotype) وبالتالي تزيد معرفة تأثيرات هذه المواقع من دقة تقدير القيمة التربوية للحيوان Breeding Value. وعند معرفة ذلك يكون أفضل كثيرا في برامج التحسين عما لو اعتمد على المظهر فقط كما أوضح ذلك (Van der Werf, 2000) في الشكل التالي:



شكل (٦-١٢) يبين أن القيمة الأليلية أى الوراثة لمواقع صفات كمية QTL معينة يمكن التعرف عليها عمليا لكن نادرا ما يحدث ذلك.

١٢-٣. ماذا لو استخدمت الواسمات والـ QTL فى التحسين الوراثى

الآن وبعد أن تم عمل خرائط وراثية لمعظم الحيوانات المختلفة وأصبحت مواقع الصفات الكمية QTL لمعظم الجينات معروفة وكذلك الواسمات المرتبطة بها سواء وراثية أو ميكروساتلايت بالإضافة إلى الجينات الكبرى أو الرئيسية ولذا فإنه من الممكن التعامل بسهولة مع المواقع الجينية (الجين) المؤثرة على الصفة مباشرة بدلا من الاعتماد فقط على معلومات الشكل المظهرى للحصول على أعلى معدل للتحسين الوراثى . وقد أوضح El-Awady,

(2004) المطلوب عمله حتى تؤتى معلومات الوراثة الجزيئية ثمارها فى مجال الانتخاب والوصول إلى التحسين الوراثى المطلوب فى الخطوات التالية:

١- الاستفادة من المتاح من المدخلات الموجودة لعمل دليل انتخابى على أساس جميع المعلومات المتاحة عن الفرد . (معلومات المظهر الخارجى + سجلات نسب الحيوان + معلومات الوراثة الجزيئية)

٢- انتخاب الأفراد المقاومة للأمراض .

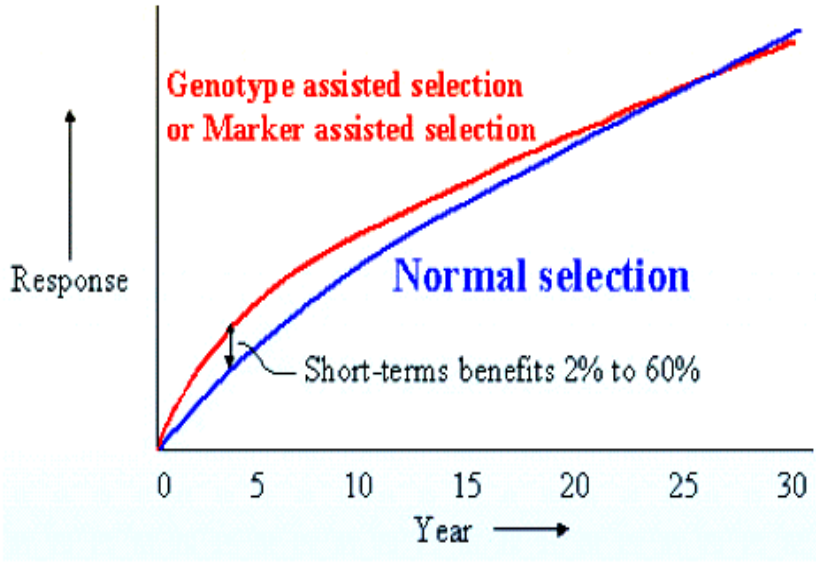
٣- تجنب الانتخاب الفردى أو الاعتماد عليه كلية وكذلك تجنب الاعتماد على مظهر الفرد وحده .

٤- استخدام معلومات وتكنولوجيا الوراثة الجزيئية Molecular Genetic Information (MGI) من المراحل المبكرة لحياة الحيوان (من الممكن استخدامها من مرحلة البويضة والاسبرم) .
وإذا تحققت تلك الخطوات فسوف تؤدى إلى:

١- انتخاب الأفراد منذ الولادة بل يمكن انتخابها من المرحلة الجنينية أو من البويضات والنطف وبذلك يتم تقصير الوقت وتقليل التكلفة .

٢- عمل نشر للتراكيب الوراثية سواء عن طريق الذكور المحسنة (وهذا هو الأفضل لأن الطلوقة الواحد يمكن أن يلقح أكثر من ٧٠ أنثى طبيعيا ويزيد ذلك العدد بصورة كبيرة جدا فى حالة التلقيح الصناعى) أو بواسطة التوبيض المتعدد ونقل الأجنة فى الإناث Multiple Ovulation and Embryo Transfer (MOET) . أو الحصول على الجين المطلوب وعمل إدخال له فى الحيوانات المراد تحسينها Gene Introgression .

٣- زيادة معدلات التحسين الوراثي بإدخال معلومات الوراثة الجزيئية (MGI) في الأدلة الانتخابية حيث أنه من المعروف أن التحسين الوراثي خلال الانتخاب العادي (المعتمد على المظهر الخارجى والسجلات فقط) يصل إلى ١-٢٪ فى الجيل بينما قد تصل نسبة التحسين إلى ١٢٪ فى حالة إضافة معلومات الوراثة الجزيئية إلى المظهر الخارجى والسجلات للحيوان فى الأدلة الانتخابية كما هو مبين بالشكل التالى (Kinghorn and VanderWerf, 2000).



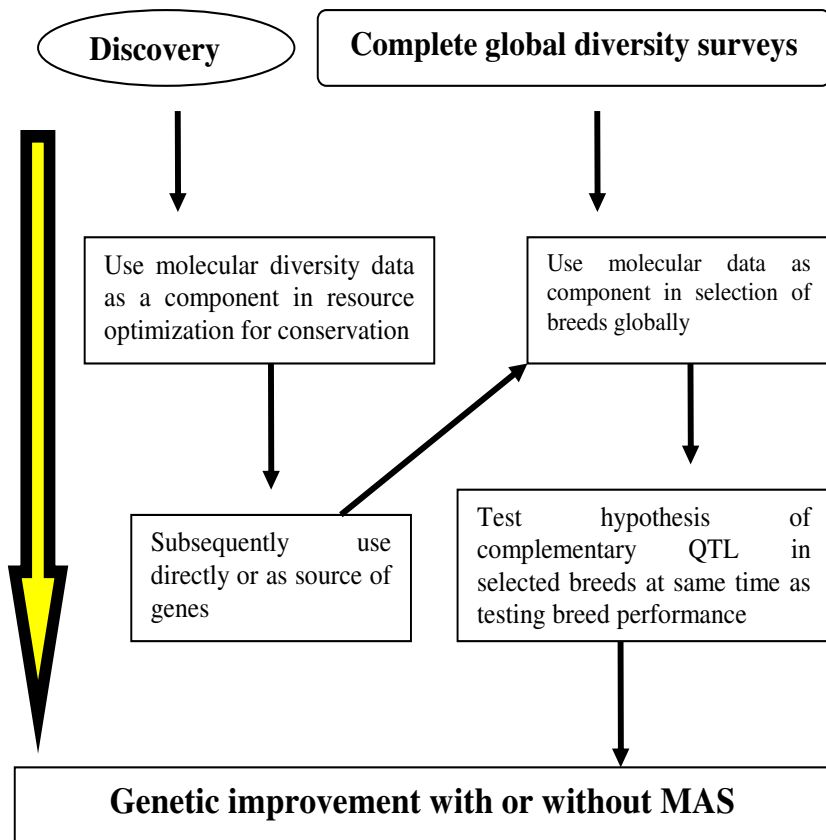
شكل (٧-١٢) الفرق بين التحسين الوراثي بالانتخاب العادي وإدخال معلومات الوراثة الجزيئية MGI فى الأدلة الانتخابية

٤- يمكن تحسين الصفات الغير تقليدية باستخدام معلومات الوراثة الجزيئية (MGI) مثل صفات الذبيحة Carcass traits و صفات الحياة Longevity والصلاحيّة Fitness والصفات التناسلية Reproductive traits والمقاومة

للأمراض Disease resistance حيث أن هذه الصفات منخفضة المكافئ الوراثي في الغالب وصعبة التسجيل في برامج التربية و مرتفعة التكاليف .

٥- انتخاب حيوانات مقاومة لالتهاب الضرع Mastitis والعرج Lameness حيث أن هناك معامل ارتباط مرتفع بين إنتاج اللبن المرتفع وهذه الأمراض في أبقار اللبن وبالتالي سوف تقلل من تكاليف الحيوان في المزرعة على المربي حيث أن هذه الأمراض تسبب خسائر اقتصادية وتكلفة كبيرة في مزارع إنتاج اللبن .

وقد توصل (2003) Gibsson إلى نفس الخلاصة حيث أوضح أنه باستخدام معلومات الوراثة الجزيئية (MGI) بشتى وسائلها ومعرفة سجلات نسب الحيوان والشكل المظهري سوف يزداد التكرارات للأليلات المرغوبة ونحصل على التحسين المطلوب سواء باستخدام الانتخاب المعاون بالواسمات Marker Assisted Selection (MAS) أو بدونه كما هو مبين في الشكل التالي:



شكل (٨-١٢) استخدام الانتخاب المعاون بالواسمات (جيبسون ٢٠٠٣)

الباب الثالث عشر

الهندسة الجينية

Genetic Engineering

الباب الثالث عشر

الهندسة الجينية Genetic Engineering

لقد كان لاكتشاف الإنزيمات التي يمكنها قطع الـ DNA فى أماكن محددة Restriction enzymes أهمية كبيرة فى تكنولوجيا الجينات والتجارب البيولوجية والتي تشمل التحكم بالجينات Genetic manipulation والتطبيقات الخاصة بإعادة اتحاد المادة الوراثية Recombinant DNA عن طريق قص ولصق الـ DNA. وهندسة الجينات أو ما يسمى بتكنولوجيا الجين يمكن تعريفها بأنها التقنية التي تتضمن نقل جينات من نوع معين إلى نوع آخر. أى يمكن عن طريقها إضافة جين أو مجموعة جينات أو تعطيلها فى المادة الوراثية للكائن الحى بغرض إنتاج صفات مرغوب فيها أو استبعاد صفات غير مرغوب فيها.

والشئ اللافت للنظر بوضوح أن هذه التقنية قد تم الوصول إليها بواسطة باحثين فردين بدون الحاجة إلى تجهيزات معملية على نطاق واسع أو موارد خارج نطاق معمل أبحاث كامل التجهيز بدرجة معقولة. ويعتقد أن مصطلح الهندسة الوراثية مصطلح غير دقيق علميا ومع ذلك فإنها الكلمة التي يرغب الناس في معرفتها ومع ذلك يوجد عدة مصطلحات أخرى والتي يمكن استخدامها في وصف هذه التقنية:

- 1- Recombinant DNA technology.
- 2- Gene manipulation.
- 3- Genetic-modification.
- 4- Gene-cloning.
- 5- Gene-splicing.
- 6- The new genetics.

١٣-١. أهداف الهندسة الوراثية

إن توفير الغذاء لسكان العالم هو الهدف الأساسي المعلن من وراء تطوير الحيوانات المعدلة جينياً ثم تأتي بعد ذلك الأهداف الطبية والعلاجية مثل زراعة الأعضاء وإنتاج المركبات الطبية وعمل نماذج أو أنواع من الحيوانات كبداية للبشر تستخدم في دراسة الأمراض البشرية وطرق علاجها .

وبالرغم من أن كمية الإنتاج العالمي من الغذاء كافية لسد حاجة السكان على الأرض وذلك في حالة توزيعه توزيعاً عادلاً - فالمشكلة ليست مشكلة إنتاج ولكنها مشكلة توزيع ، فالبلدان المتقدمة الغنية تضم فقط ٢٠٪ من مجموع سكان العالم ومع ذلك فإنها تستهلك نحو ٨٦٪ من الاستهلاك العالمي .

إن أهداف التحسين أو التعديل الوراثي Genetic modification باستخدام التقنية الحيوية الحديثة هي نفسها تقريباً الأهداف التي كنا نسعى إلى تحقيقها بطرائق التربية التقليدية ، فكلاهما يسعى إلى تحسين إنتاجية الحيوانات وكفاءة تحويل الغذاء وزيادة قدرة الحيوانات لمقاومة الأمراض وزيادة مقدرة الحيوانات للتأقلم مع الظروف البيئية وتحسين خصائص المنتجات الحيوانية أو تغييرها . إلا أن التعديل الجيني باستخدام التكنولوجيا الحديثة يتميز بخاصيتين جديدتين لا نستطيع تحقيقهما بالطرق القديمة وهي:

١- سرعة الحصول على الصفات المرغوبة .

٢- نقل صفات معينة (جينات) بين الأنواع لا يمت بعضها إلى بعض بصفة وهذا ما أدى إلى تكوين الحيوانات المعدلة (المحوّرة) وراثياً .

ويمكن تلخيص أهداف الهندسة الوراثية في الحيوانات فيما يلي :

- ١- تحسين إنتاجية الحيوانات .
 - ٢- تغيير خصائص المنتجات الحيوانية وإنتاج مركبات حيوية مهمة .
 - ٣- زيادة قدرة الحيوانات على مقاومة المرض .
 - ٤- تحسين قدرة الحيوانات على الاستفادة من العناصر الغذائية .
 - ٥- زيادة قدرة الحيوانات على التأقلم مع الظروف البيئية .
 - ٦- الكشف عن الملوثات البيئية .
- ولعل من أهم أهداف الهندسة الوراثية بالنسبة للإنسان هو الكشف عن أسرار بعض الأمراض الوراثية التي كان من المستحيل علاجها في الماضي والوصول إلى علاجها باستخدام طرق الهندسة الجينية أو ما يسمى بالعلاج الجيني .
- وقد بدأت أول تجربة تجارية في هذا المضمار عام ١٩٧٣ حيث قام كل من باول برج Paul Berg وهربرت بوير Herbert Boyer من جامعة ستانفورد وستانلى كوهين Stanley Cohen من جامعة كاليفورنيا - بإنتاج الانسولين ولقاح الكبد (ب) (Hepatitis B-V) وذلك عن طريق نقل جين الانسولين مثلاً إلى بكتريا الـ E. Coli التى اكتسبت فى هذه الحال جينا بشريا وعاملته كواحد من جيناتها الخاصة .

١٣-٢- نقل الجين Transgenic (or Gene transfer)

المقصود بنقل الجين هو نقل المادة الوراثية DNA من فرد إلى آخر باستخدام تقنيات معملية سواء كانت عمليات النقل مباشرة فى النوية الأولية للحيوان المستقبل أو فى أى جزء آخر من الخلية أو غير مباشرة عن طريق نقل المادة الوراثية من الحيوانات إلى البكتيريا وبالتالي تنتج البكتيريا المادة الوراثية مع التكاثر بشكل

أرخص جدا عما لو تم النقل في الحيوانات . وقد يتم نقل الجينات داخل النوع الواحد أو بين الأنواع المختلفة أو حتى من مملكة إلى أخرى أى من النبات إلى الحيوان . وجدير بالذكر أن الجين المنقول يجب أن يندمج فيزيائيا بأى طريقة فى الجينوم (المادة الوراثية) للحيوان أو الفرد المستقبل .

والغرض من نقل الجينات هو الحصول على صفات مرغوبة اقتصاديا فى الحيوان المنقول إليه هذه الجينات سواء من ناحية الأداء الإنتاجى من نمو وخلافه أو للحصول من هذه الحيوانات على منتجات لها قيمة علاجية لبعض الأمراض كاللبن مثلا أو البيض فى حالة الدواجن .

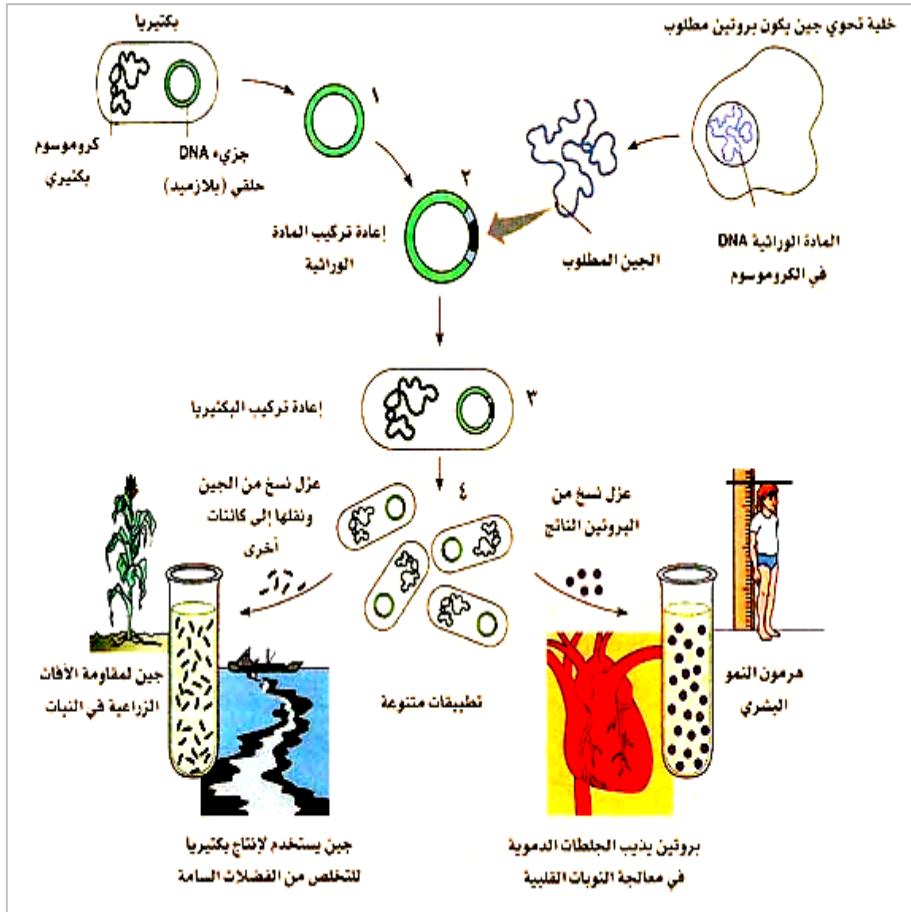
والأمثلة كثيرة على ذلك مثل نقل الجين الذى يسبب سيولة الدم من الإنسان إلى الأغنام بحيث أن هذا العامل يفرز فى اللبن ويتم تغذية المرضى عليه بشرب هذه الألبان . ويسمى إنتاج هذه الحيوانات فى هذه الحالة بالمولدرات الحيوية Bioreactors وتسمى الحيوانات نفسها بالحيوانات النقلية Transgenic animals أو الحيوانات المعدلة (أو المحورة) وراثياً . Genetically modified animals.

والخطوات التالية توضح كيفية نقل الجين (آلية نقل الجين) من الخلية الحيوانية إلى البكتيريا لتكوين تراكيب جينية جديدة للحصول على بروتين معين له خصائص معينة يستخدم فى عديد من التطبيقات التى تفيد البشرية :

١- يتم عزل البلازميد من الخلية البكتيرية والمادة الوراثية DNA من الحيوان الذى به الجين المطلوب نقله .

٢- يقطع كل من البلازميد والـ DNA للخلية الحيوانية بواسطة إنزيمات القطع Restriction enzymes

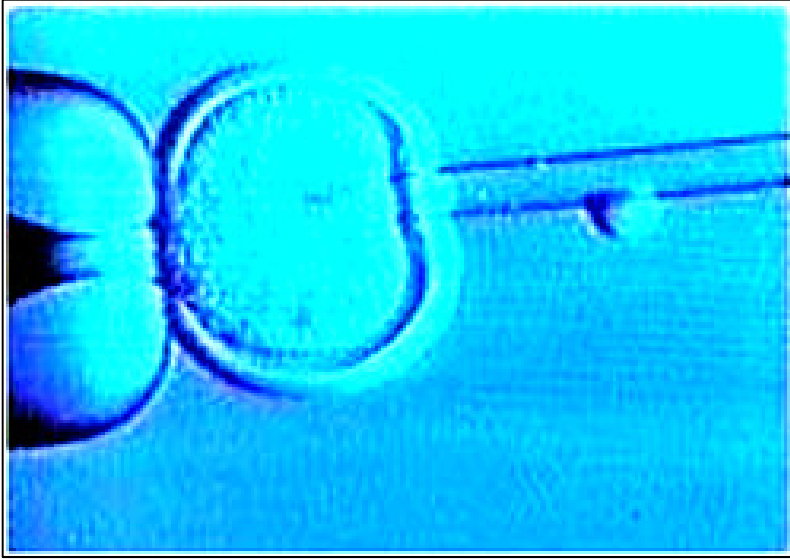
- ٣- تدمج قطعة الـ DNA الحيوانية التى تحتوى على الجين المطلوب فى البلازميد بواسطة إنزيمات الربط Ligase لتكوين تركيب جينى جديد .
- ٤- يتم إعادة البلازميد إلى الخلية البكتيرية .
- ٥- تزرع الخلية البكتيرية المحتوية على قطعة الـ DNA الحيوانية فى وسط غذائى لإكثارها لإنتاج خلايا بكتيرية تحتوى على الجين المطلوب .



شكل (١-١٣) يبين آليته نقل وهندسة الجينات

٦- عمل غربلية وعزل للخلايا البكتيرية التى يحتوى البلازميد فيها على الجين المطلوب وإكثارها واستخدامها فى التطبيقات المتنوعة كما هو مبين بالشكل السابق .

وقد يتم نقل الجين بواسطة الحقن المجهري (Microinjection) عن طريق استخدام إبرة زجاجية دقيقة جداً (ارفع من الشعرة كما فى شكل ٢٢) بقطر يتراوح بين واحد وخمسة ميكرون - (قطر الخلية الجرثومية = ميكرون واحد وقطر الخلية الحيوانية = ملليمتر واحد أى ١٠٠٠ ميكرون) لحقن الـ DNA فى النوية الأولية لبويضة مخصبة فى أول المراحل للزيجوت (يتم حقن بيكولتر أى واحد من مليون مليون لير أى واحد من بليون مليلتر).



شكل (٢-١٣) نزع النواة بواسطة إبرة زجاجية دقيقة

ثم يتم نقل هذا الزيجوت المحقون بالـ DNA المطلوب إلى إناث مستقبلة جاهزة للحمل يكون فيها جدار الرحم جاهز لانغراس الجنين فيه حيث ينمو إلى أن تتم الولادة الطبيعية وبهذه الطريقة أيضاً يكون حيوان نقلجيني أى معدل أو

محور وراثياً. إلا أنه يمكن القول بأن هذه الطريقة ربما من الممكن أن ينتج عنها شذوذ أو تركيبات وراثية غريبة غير مطلوبة نظراً لأن الـ DNA المحقون فى النوية الأولية لا يكون له موقع محدد على الجينوم. فهو هنا يعمل كترانسبوزون (Transposon) الذى له القدرة على القفز حول الكروموسومات. ((الترانسبوزون عبارة عن عناصر جينية متحركة قابلة على تكرار ذاتها وزرع نسخة منها فى موقع جديد فى الجينوم)) بل يتخذ له مكاناً عشوائياً فى التركيب الوراثى وبالتالي فتغير الـ DNA فى هذه الحالة وراثياً يتوقف على موقعه والجينات الأخرى الموجودة معه فى المادة الوراثية للفرد.

١٣-٣ مجالات استخدام وتطبيق الهندسة الوراثية

برغم التخوفات والتحفظات التى ترافق ثورة الهندسة الوراثية إلا أن لها جوانبها المتفائلة وذلك إذا تم استخدامها بالضوابط السليمة. فهناك تطبيقات كثيرة لهذا العلم فى مجالات شتى فى الحيوان والنبات والطب... الخ. إلا أن ما يطبق بشكل تجارى واسع هو فى مجال الإنتاج الزراعى بمختلف فروعهِ (Jeremy Rifkin (1998) and Ron Epstein and Berkeley (1998).

١٣-٤ بعض تطبيقات التقنيات الحيوية فى مجال الإنتاج الحيوانى:

١- استخدام التقنيات الحيوية لإنتاج بروتين وحيدة الخلية:

فى سبيل الحصول على بروتينات رخيصة لتغذية الحيوانات، فإن الفضل يرجع أساساً إلى التقدم السريع فى علم البيوتكنولوجيا، لما له من وسائل جديدة لإنتاج هذه البروتينات بصورة اقتصادية رخيصة الثمن. فعلى سبيل المثال، فلقد كانت شركة أى-سى-إى I.C.I بالمملكة المتحدة البريطانية أول من أنشأ مصنعاً

لإنتاج بروتين يصلح كغذاء للحيوانات ، ولقد كان المنتج التجاري يسمى باسم البروتين ، وتم هذا الإنتاج خلال الستينات من خلال تحويل المنتجات الجانبية لصناعة تكرير البترول إلى مصادر رخيصة لبروتين غذاء الحيوانات ، ومن خلال نمو البكتيريا والخمائر على الميثانول أو الميثان فإنه بالإمكان حصد البقايا الجافة ليسوق المنتج كبروتين يستخدم في تغذية الحيوانات . وتعد فكرة تكوين البروتينات وحيدة الخلية بأن ميكروب البروتين يتغذى على الميثانول في وجود غاز الأمونيا والأكسجين مع وجود بعض المواد الأخرى مثل حمض الفسفوريك وكبريتات الماغنسيوم .

٢- إنتاج لقاحات عن طريق استخدام تقنية الهندسة الوراثية:

إن التقنيات الحيوية الجديدة في طريقها إلى التجديد الكامل لإنتاج اللقاحات الوقائية (الفاكسينات) ، فمن العادات والتقليدية القديمة أن اللقاحات كانت تعد من الكائنات الدقيقة نفسها بعد قتلها أو إضعافها بحيث تصبح غير مؤذية إذا ما حقنت في جسم الإنسان أو الحيوان ، وعند حقنها في جسم العائل تُنبه بعض الجزئيات الموجودة بها وتسمى الأنتيجينات لإنتاج الأجسام المضادة بالعائل (سواء كان إنساناً أو حيواناً) ، وعن طريق هذه العملية يحدد الجسم المحقون بهذه الفاكسينات التقليدية هوية الميكروب المطلوب مقاومته ، وتلي هذه العملية إنتاج مكونات أخرى من الجهاز المناعي تظل في دم العائل لمدة معينة قد تصل إلى شهور أو سنين ، وبهذه الطريقة يكسب جسم العائل مناعة مؤقتة ضد هذا الميكروب . ويقال إن إنتاج هذا النوع من الفاكسينات له بعض الأخطار التي تنتج عن بعض المشاكل أو مضاعفات جانبية إذا لم يحضر اللقاح كما يجب . ومن المعروف أيضاً أن تحضير هذا النوع من اللقاحات كثيراً ما يكون غير ثابت بحيث يصعب حفظها

دون تبريد، فتفسد بسرعة هائلة كما يحدث كثيراً في استخدامات العالم الثالث لهذه اللقاحات لمعالجة بعض الأمراض الوبائية في الإنسان أو الحيوان.

ولقد قامت التقنيات الحيوية وتطبيقاتها بحل هذه المشاكل بإنتاج لقاحات مهندسة وراثياً ضد بعض الأمراض المعدية. وتتركب هذه اللقاحات فقط من أنتيجينات السطح للميكروب التي طعمت بالبكتيريا، وهي لا تحتوي على معظم مكونات الميكروب من الدنا DNA، فهي تحتوي فقط على DNA لأنتيجينات الميكروب، فهي إذن لا تستطيع القيام بالتكاثر كما يحدث في بعض الفاكسينات المنتجة بالطريقة التقليدية القديمة، وبذلك يكون استخدام الفاكسينات المنتجة بالهندسة الوراثية مأموناً للإنسان والحيوان.

٣- استخدام التقنيات الحيوية لإنتاج حيوانات ذات صفات مرغوبة عالية الإنتاج :

هنالك بعض الشركات الزراعية الأمريكية المتخصصة في الهندسة الوراثية تقوم بإنتاج أبقار حليب مهندسة وراثياً لإنتاج عالي من اللبن. وأيضاً في الطريق لإنتاج خيول سباق حسب الطلب، ولحوم حيوان طرية بها نسبة قليلة من الدهون. ولكن هناك تقنيتان لا تتضمنان الهندسة الوراثية هما نقل الأجنة والاستنساخ، وعن طريقهما يمكن تطبيق تقنيات الدنا DNA المطعم عندما يتم إتقانها. فمن الممكن استخدام نقل الأجنة من الحيوانات إما عن طريق العمليات الجراحية أو عن طريق غسيل رحم الحيوان، وقد تم فعلاً إنتاج حيوانات بهذه الطريقة لها كفاءة عالية متوقعة من أبقار لا تستطيع حمل أجنحتها. وهنالك أيضاً تقنيات تجميد الأجنة للتسويق التجاري. أما بخصوص إنتاج الهرمونات بطرق التقنيات الحيوية الجديدة لاستخدامها لحيوانات المزرعة لزيادة كمية اللبن واللحم

من الأبقار، فلقد تمكن العلماء الأمريكيان من زيادة نسبة إنتاج اللبن بحوالي ما يقرب ١٠-٢٥٪ للبقرة الوحيدة خلال فترة إنتاج اللبن وذلك عن طريق حقن الأبقار بهرمون السوماتوترويين (هرمون النمو) الذي يطرح بالسوق الأمريكية والأوروبية منذ عام ١٩٩٣ م.

ومن أهم الاكتشافات لتطبيقات تقنية الهندسة الوراثية لزيادة الإنتاج في حيوانات المزرعة، هو هرمون النمو بعد عزله من الفئران الكبيرة (الجرذان) وإضافته إلى صبغيات الفئران الصغيرة العادية، وزيادة حجم هذه الفئران بالمقارنة بإنتاجهم بالطرق العادية التقليدية، قد جعل من هذا الاكتشاف أهم حدث في تاريخ تطبيق البيوتكنولوجيا الحديثة في مجال تنمية وزيادة الثروة الحيوانية في تاريخ البشرية كلها. ولقد قام بعض العلماء الأمريكيان بزراعة جين هرمون النمو الخاص بالجرذان في الفئران الصغيرة عن طريق استخدام تقنية التطعيم الجيني، ولقد ظهرت نفس الجينات التي أضافها الباحثون في عدد كبير من الفئران المولودة التي كان حجمها كبيراً بالمقارنة بحجم ولادات الفئران العادية، ولقد كانت زيادة حجم بعضها بحوالي ٢٠-٨٠٪ من حجم الأم، وكان متوسط الزيادة في الحجم بمقدار ٥٠٪، وأيضاً اتضح أن نمو الفئران كان أسرع بكثير بسرعة قد تصل إلى ضعفي أو ثلاثة أضعاف سرعة النمو في نسل الفئران العادية. فمن الممكن أن يستفيد مربو الأبقار الحلابة من هذا الاكتشاف العظيم لهرمون النمو وتطبيقاته الوراثية لتحسين الأداء الإنتاجي للأبقار، فبالإمكان حقن الأبقار الحلوب بهرمون مماثل لهرمون النمو يسمى البرولاكتين وهو الهرمون المسئول على إنتاج اللبن، وبذلك يمكن زيادة إنتاج الحليب في الأبقار المحسنة للحلابة.

٤. إنتاج سلالات حيوانية جديدة بطريقة المعالجة الوراثية (نقل الجينات) Transgenesis:

من المعروف أن كلمة Transgenesis تعني إدخال الدنا DNA الخارجي أو الغريب في كروموسومات خلية أخرى عن طريق المعالجة الوراثية. فمنذ حوالي ما يقرب من ٢٠ سنة أصبحت تقنية المعالجة الوراثية للحيوانات تقنية مألوفة لإنتاج حيوانات بها دنا DNA خارجي أو غريب، وتعرف هذه الحيوانات باسم الحيوانات المعالجة وراثياً (النقلجينية) Transgenic Animals، وأصبحت هذه التقنية مهمة جداً في تطبيقات البيوتكنولوجيا الحديثة في المجالات الزراعية. وأيضاً من المعروف أن هذه التقنية تتم عن طريق حقن دنا الزيجوت بالدنا الخارجي، ويتم إعادة زرع الخلية المخصبة المعالجة وراثياً مرة أخرى في حيوان ملائم ومناسب من حيث استعداداته لتقبل واستقبال الخلية المعالجة وراثياً لتنمو به طبيعياً، وتساعد هذه العملية على إنتاج أجنه بها دنا غريب ومرغوب في كروموسومات خلية جنينية واحدة One-cell embryo وذلك قبل انقسام الخلية الواحدة إلى إثنين، وبهذه الطريقة المعالجة الوراثية للدنا Transgenic DNA الذي سوف يورث إلى الأجيال الأخرى عن طرق انقسامات الخلايا الوراثية وأن إنتاج مثل هذا النوع من الحيوانات سوف يساعد كثيراً في مجال الأبحاث الطبية التطبيقية وخصوصاً عند عمل نماذج لتجارب الأمراض الطبية Disease Models، وأيضاً يمكن استخدام مثل هذه الحيوانات في إنتاج العقاقير الطبية للإنسان والحيوان، وأيضاً إنتاج بعض البروتينات العلاجية. ويأمل الكثير من العلماء باستخدام هذه التقنية في علاج بعض الأمراض الوراثية للتمثيل الغذائي قبل الولادة.

٥- رسم خرائط لكرموسومات الحيوانات للمحافظة على التنوع البيولوجي وتخزينها:

لقد كان لتطبيقات البيوتكنولوجيا في مجال رسم الخرائط للصبغيات الأثر الكبير في تحديد ومعرفة الأصول النقية للحيوانات المختلفة، وتحديد مراكز الصفات الوراثية المرغوب والغير مرغوب فيها، لكي يتمكن المهتمون بتربية الحيوان من معرفة التنوع البيولوجي للحيوانات الأصلية، وأيضاً حفظ هذه الأنواع وعدم اختلاطها، وأيضاً معرفة المراكز الوراثية وكيفية عملها سواء في الحيوانات المزرعية والدواجن. والجدير بالذكر أنه بمعرفة خرائط الصبغيات لأي حيوان فإنه بالإمكان تغيير هذه المراكز الوراثية، أو يمكن تحميل بعضاً من الصفات الجيدة عليها لتحسين الأداء الإنتاجي لهذه الحيوانات. ويمكن أيضاً استئصال المراكز الوراثية الرديئة بها واستبدالها بمراكز أخرى جيدة أو مرغوبة. ويعتقد العلماء أنه في المستقبل القريب يمكن تطبيق التقنيات الحيوية الجديدة لإنتاج سلالات حيوانية ذات صفات مرغوبة، مثل سرعة النمو، وزيادة الإنتاج، وذلك عن طريق اختصار الوقت الذي كان يهدر في التزاوج التقليدي، فأصبح من المستطاع إنتاج سلالات من الأغنام، والأبقار، والدجاج، والدجاج الرومي، وغيرها من الحيوانات، تنتج بحيث يصل حجمها إلى الحجم المرغوب فيه في فترة زمنية قصيرة جداً بالنسبة للطرق التقليدية القديمة في تربية الحيوان، وأيضاً أصبح في الإمكان إنتاج حيوانات لحومها ذات طراوة عالية وقليلة الدهن عن طريق استخدام تقنية الهندسة الوراثية، وعدم استخدام المحظور من الهرمونات والكيماويات.

٦- استخدام التقنيات الحيوية في الكشف عن الأمراض:

بخصوص مجال استخدام التقنيات الحيوية الجديدة للكشف عن أمراض الإنسان والحيوان ، فلقد نجحت بعض الشركات العالمية للبيوتكنولوجيا من إنتاج مجموعة من الاختبارات الشخصية السريعة والتي يرجع أساسها إلى استخدام الأجسام المضادة الأحادية الاستبيان والمتماثلة وراثياً . ومن بين هذه الاختبارات مجموعة تشخيص الأمراض السرطانية ، ومجموعة أخرى لاختبار الأمراض الخاصة بالجهاز التنفسي والهضمي ، ومجموعة للكشف عن الحساسية ، وأيضاً مجموعة لاختبار احتمالات زرع الأعضاء في الأجسام ، وأيضاً مجموعة للكشف عن الحمل .

٧- إنتاج أغذية حيوانية معدلة وراثياً:

مثل الذرة وفول الصويا تحتوي على بروتينات عالية بحيث نقلل عدد الوحدات من الأعلاف اللازمة لإنتاج وحدة واحدة من اللبن أو اللحم من الحيوان .

٨- تخليق لقاحات جديدة لمقاومة كثير من الأمراض التي تقضى وبشكل واسع على الثروة الحيوانية .

٩- هناك أغذية عديدة من مشتقات الثروة الحيوانية موجودة الآن وهذه نتجت من الحيوانات التي تغذى على الأغذية المعدلة وراثياً ومن هذه الأغذية المصنعة لحم العجل ، الهامبورجر ، شرائح اللحم الأحمر ، السجق ، لحم الحملان ، دجاج ، بيض دجاج ، سمك السلمون المرقط الخ من هذه المنتجات .

١٠- الحليب ومشتقاته – فمثلا تشير الإحصائيات إلى أن ٣٠٪ من الأبقار فى الولايات المتحدة تعطى هرمون النمو البقرى Bovine growth hormone (BGH) وهذا الهرمون يعمل على زيادة إنتاج اللبن بحوالى ٢٠٪ إلا أن له مخاطر على صحة الإنسان .

١١- أورد (Ron Epstein and Berkeley (1998 أن الهندسة الوراثية والاستنساخ يعملان معاً فى مجال الإنتاج الحيوانى من أجل الحصول على لحوم ذات دسم أقل وعلى أسماك تنمو بمعدل كبير .

١٢- يستخدم إنزيم الرينيت Rennet حالياً فى صناعة الجبن وهو من الخمائر المعدلة وراثياً .

١٣- تم تحويل حيوى للنشا إلى منتجات سكرية.

١٤- إنتاج الألبان الخالية من اللاكتوز.

١٥- تم عزل جينات هرمونات النمو من سمك السلمون المرقط ونقلها إلى عدد من الأسماك التجارية الأخرى .

١٣-٥- تطبيق التكنولوجيا الحيوية فى زيادة إنتاج اللبن

إن تطبيقات التكنولوجيا الحيوية دخلت فى العديد من المجالات وتنوعت فى طبيعتها وأهدافها والتكنولوجيا الحيوية فى معناها العام تشير إلى التكنولوجيا المستخدمة للتحكم أو تطوير الوظائف البيولوجية للحيوانات ككل أو كجزء أو أنها تطبق معملياً أو حيويًا تطوير الوظائف البيولوجية للحيوانات ككل أو كجزء أو أنها تطبق أما معملياً أو حيويًا .

والـ (rBST) أحد التكنولوجيات الحديثة المستخدمة لتحسين إنتاج اللبن . ويتم إنتاجه عن طريق تكنولوجيا إعادة ترتيب الشريط الوراثي (DNA) والذي

يمكن معرفته عن طريق زيادة إنتاج اللبن في الأبقار الحلابة في العديد من الدول خلال العقد الماضي .

في عام ١٩٣٠م تم اكتشاف أن حقن ماشية اللبن بجرعة من rBST تستطيع أن تزيد من إنتاج اللبن .- وفي أواخر عام ١٩٧٠م تم بنجاح نقل الجين المسئول عن إنتاج rBST إلى البكتيريا ، وكان الهرمون الناتج يسمى Bovine Somatotropin Recombinant وبالنقسام البسيط لهذه البكتيريا ومضاعفة عددها يمكن إنتاج rBST بكميات تجارية وبتكاليف معقولة . والـ rBST هو هرمون بيتيدي ليس له أي تأثير سام أو خبيث لذلك فهو آمن . وقد وُجد أن استخدام rBST يستطيع أن يسبب زيادة مقدارها ١٠-٢٠٪ في ناتج اللبن ، وأيضاً يقلل تكاليف التغذية لكل وحدة لبن (كجم - لتر) وذلك عن طريق تقليل الاحتياج للمكملات الغذائية . وقد تم إجازته من قبل المنظمة الدولية للأغذية والأدوية في نوفمبر عام ١٩٩٣ .

وقد تم التصريح باستخدام rBST في مصر عام ١٩٩٦م وتم استخدامه في مزرعتين كبيرتين لإنتاج اللبن في نهاية نفس العام / وفي بداية عام ١٩٩٧م ارتفعت عدد المزارع التي تستخدم مستحضر rBST إلى تسعة مزارع ، وتقريباً وصل عدد الأبقار المعاملة بتكنولوجيا rBST إلى ٢٠٠٠ بقرة مع حلول عام ١٩٩٨م ، ومع ذلك حدث نقص في عدد الأبقار المعاملة بمستحضر rBST في مصر حيث وصل إلى أقل رقم له عام ٢٠٠٠م وهو ٥٠٠ بقرة كما توقفت سبعة مزارع عن استخدام rBST .

وأسباب هذا الانخفاض كما تم دراستها ترجع الى:

(١) ٥٧٪ من المزارع أكدوا أن الحقن بهرمون rBST أدى إلى نتائج وتأثيرات سلبية على التناسل حيث أدت المعاملة إلى زيادة (الأيام المفتوحة) بدون تلقيح، زيادة عدد التلقيحات المخصبة، وتقليل معدل الحمل والإخصاب.

(٢) ٢٩٪ من المزارع أرجعوا سبب التوقف عن استخدام rBST إلى عدم وجود عائد اقتصادي ملموس من جراء استخدام rBST وهذا يرجع إلى انخفاض استجابة الأبقار للمعاملة وعدم زيادة ناتج اللبن بصورة ملموسة - وأيضا لانخفاض سعر اللبن.

(٣) ١٤٪ من المزارع أكدوا أن استخدام rBST لم يؤدي إلى زيادة إنتاج اللبن بالمقارنة بالأبقار الغير معاملة (الغندور، ٢٠٠٠ والحرايري، ٢٠٠٠).

وقد أورد الغندور (٢٠٠٠) أن الاستجابة للحقن بمستحضر rBST ترجع إلى مستوى إنتاج اللبن في الحيوانات، فالأبقار عالية الإدرار تبدى استجابة أكبر تصل إلى ثلاثة أضعاف أو أكثر عن استجابة الأبقار منخفضة الإدرار (٢٢٪). للعالية الإدرار مقابل ٦٪ للمنخفضة الإدرار). ولهذه النتيجة أكبر أثر عملي في قصر استخدام هرمون rBST على الأبقار عالية ومتوسطة الإدرار وذلك لتحقيق أكبر كفاءة اقتصادية من المعاملة. وذلك لأن الزيادة الناتجة عن حقن الأبقار منخفضة الإدرار لم تغطي تكاليف الحقن والمعاملة.

وعلى ضوء النتائج المتحصل عليها من الدراسات تحت الظروف المصرية يمكن القول أن هناك تأثير مفيد ونافع لاستخدام rBST على زيادة إنتاج اللبن، وهذا يتوقف على مدى تطبيق نظم الإدارة المزرعية الجيدة، وهذا يتضمن التغذية والتناسل وحالة الجسم، بالإضافة إلى ذلك فإن المزارع الحديثة يمكنها استخدام

هذه التكنولوجيا الجديدة بصورة أسهل وأكثر تأثيراً وكفاءة اقتصادية عالية بالمقارنة بالمزارع الصغيرة .

٦-١٣. بعض تطبيقات التكنولوجيا الحيوية فى مجال الإنتاج النباتى :

▪ إنتاج نباتات ذات تركيب فسيولوجى خاص تستطيع أخذ عنصر النيتروجين من التربة بشكل مباشر . وكذلك إنتاج نباتات مقاومة للجفاف والتربة المالحة .

▪ إنتاج محاصيل معدلة وراثياً مقاومة لمبيدات الأعشاب ومبيدات الحشرات والأمراض الفيروسية . حيث تقدر الخسارة السنوية من الإصابة بهذه الأمراض والفيروسات بحوالى أربعة مليارات دولار .

▪ محاول إنتاج محاصيل زراعية فى المختبرات مباشرة باستخدام بكتيريا معدلة وراثياً .

▪ إنتاج البلاستيك الطبيعى من بعض النباتات
Polyhydroxyalkanoates ضمن سيقانها وأوراقها " أى يصبح النبات بمثابة مصنع كيميائى " (Bioinfo 1996) .

▪ إنتاج نباتات مقاومة للصقيع " حيث تقدر الخسارة السنوية التى تحدث من جراء الصقيع فى العالم للنباتات بحوالى ١٤ مليار دولار .

▪ زيادة إنتاجية النباتات وبالتالى زيادة إنتاجية الفدان .

▪ تم تطوير بكتيريا معدلة وراثياً لاستخدامها لتحويل النفايات والفضلات بهدف إنتاج الوقود .

وفى الواقع فإن هناك استخدامات كثيرة جداً للهندسة الوراثية فى المجالات الطبية من تشخيص للأمراض وإنتاج مركبات طبية وعلاج أمراض وكذلك فى

مجال الطب الجنائي والشرعى بل وفى المجالات العسكرية ولكن ليس هذا مجال سرد كل هذه الإنجازات فى هذا المؤلف .

وبالرغم من الجانب المضى أو المتفائل للهندسة الوراثية إلا أن هناك جانب آخر هو جانب التشاؤم أو جانب المخاطر التى تنتج عن استخدام الهندسة الوراثية وخاصة إذا لم يراعى فيها الضوابط السليمة والرقابة الشديدة على كل خطوة تحدث فى هذا المجال حتى لا يحدث إخلال بنواميس وتوازنات ذلك الكون وحتى لا يتحول العلم إلى نقمة على الإنسان فى نهاية المطاف . وقبل أن نذكر المخاطر - فإليك أيها القارئ هذين المثالين لبيان أن تدخل الإنسان دون دراسة يمكن أن يفسد نظام الكون الذى سيره الله به

المثال الأول - عندما تدخل الإنسان فى الطبيعة بتقليعه للغابات واستخدامه للمبيدات واستعماله للبلاستيك وفتح الدوائر الإيكولوجية أو الحياتية نتج عن ذلك كله مواد ضارة بالبيئة وصحة الإنسان لم تتمكن البشرية جميعها حتى الآن من التخلص منها .

المثال الثانى - يكثر فى غابات وجبال استراليا الثعالب ذات الفراء الممتاز النعومة واللمعان والبياض لكن لاحظ المسئولون عن صناعة الفراء أن هناك نوعية من الذئاب موجودة بتلك المناطق تلاحق الثعالب وتفترسها - فقام هؤلاء المسئولون بحملة للتخلص من الذئاب لتنعّم الثعالب بالراحة والتكاثر ويزيد حصيلة هؤلاء المسئولون من الفراء وبعد فترة وجد القائمون على هذه الصناعة أن الفراء قد اختلفت صفاته وتدهورت فلم يعد بنفس اللمعان ولا النعومة والبياض والمتانة التى كان يشتهر بها . - وبدراسة هذه الحالة الجديدة

وُجِدَ أن راحة الثعالب وارتخائها أدى إلى تدهور خواص الفراء والراجع أساسا إلى القضاء على الذئب المفترسة . فقد تبين أن ملاحقة الذئب للثعالب يؤدي إلى توترها ونشاطها وبالتالي إفراز مواد دهنية تعمل على شد ولمعان الفراء والمحافظة عليه من الجفاف وهذا يعطيه أيضا النعومة . . . الأمر الذي جعل هؤلاء المسئولون يطلقون عددا من الذئب مرة أخرى في تلك الغابات والجبال لتواصل ملاحقتها للثعالب - ومن ثمّ يتحسن فرائها مرة ثانية .

هذا المثال وغيره من الأمثلة هو تعبير واقعي عن فكرة التوازن والتكامل الذي وضعه الله سبحانه وتعالى في الكون وبين الكائنات وبعضها - فالحياة كما خلقها الله تعالى ليست على وتيرة واحدة . . . الحياة صحة ومرض - وعاطفة وبدن - وسعادة وحزن - ولذة وألم وحاضر وذاكرات . . . لا يمكن فصل هذا عن ذاك ولا ذلك عن تلك - ونحن نؤيد وبشدة استخدامات الهندسة الوراثية ولكن بشرط أن تستخدم لخدمة ورفاهية وشفاء الإنسان والحفاظ على صحته وعلى سلامة الكون الذي يعيش فيه . ولذلك فعلى الإنسان أن يعي ذلك جيدا وإما أن يتدخل ليزيد الصالح صلاحا . . . أو لا يتدخل إن كان تدخله سيؤدي إلى إفساد الصالح .

وهذا مجمل لأهم المخاطر التي تنتج عن الهندسة الوراثية:

▪ قد تخرج الأمور عن نطاقها سواء عن قصد أو غير قصد وتصبح البكتيريا أو الفيروسات التي تُقاوم سلاح يفتك بالبشر أنفسهم .

▪ التأثير على صحة الإنسان . . . فمثلا هرمون النمو BGH الذي يؤدي إلى زيادة إنتاج اللبن بحوالي ٢٠٪ ثبت أن له علاقة بإصابة الإنسان بالسرطان . . .

كما أنه يعمل على رفع نسبة إصابة الأبقار التي تتناوله بمرض التهاب الضرع
. Mastitis

■ هناك هندسة جينات للنباتات بواسطة سموم العقارب وذلك لمقاومة
الحشرات بحيث انه بمجرد تغذية الحشرة على النبات أو امتصاص عصارتها
فإنها تموت . وهذه المعاملات ضارة أيضاً بالنسبة للإنسان والحيوان حيث أنه
من المعروف أن كلاهما يتغذى أيضاً على تلك النباتات سواء بطريق مباشر
أو غير مباشر (Joseph Cummins 1996).

■ ذكرت بعض الأبحاث أن الفئران المحورة وراثياً قد تتحول إلى كائنات متوحشة
بعد عدة أجيال من التزاوج .

■ الأغذية المعدلة وراثياً تحتاج إلى وقت طويل حتى يثبت صحة التغذية عليها
والتأكد من ذلك .

■ من المعروف أن النباتات قد دخلت إلى الهندسة الوراثية من أوسع أبوابها
ولاسيما نبات القمح - حيث يتم تطعيمه الآن بجينات مرضية محددة ومبرمجة
بحيث يتم إنتاج نباتات قمح يسمح محتواها الوراثي بإكثار الآفات التي كانت
تلقى مقاومة شرسة من الطاقم الوراثي للقمح الأصلي (المحلي) وهذا يعنى أن
حبة قمح واحدة ستصبح أخطر من طائرة أو صاروخ أو الجيوش الجرارة كما
يقولون .

■ بعض المؤسسات العسكرية يمكن أن تستخدم تطور الهندسة الوراثية فيما يسمى
بالحرب البيولوجية أو الحرب الجرثومية " أو ما يسمى بحرب الجينات " وهذا
مشاهد وواقع .

- قد تستخدم الهندسة الوراثية للتطهير العرقي أو توجّهه إلى جنس أو لون دون آخر من الأجناس أو الألوان أو مهاجمة جزءاً معيناً من جسم الإنسان .
- هناك من يحاول استغلال الهندسة الوراثية فى عملية التحكم فى الجنس وخصوصاً بعد ظهور الاستنساخ وما تم إنجازه فعلاً فى مجال الحيوان . . . ففى الأبقار مثلاً من الممكن إنتاج جيلا كاملاً من الإناث . . . فهل يمكن أن يحدث ذلك أيضاً فى الإنسان؟؟؟؟ .

الباب الرابع عشر

التقييم الوراثي واسع المجال

الباب الرابع عشر التقييم الوراثى واسع المجال

يتبادر إلى ذهن القارئ بمجرد قراءة عنوان هذا الباب من الكتاب أنه قد تم معرفة كيفية إجراء التحسين الوراثى فى الحيوان وأساسه من خلال أبواب الكتاب المختلفة وأن هذا كافى ، ونحن نتفق معه فى ذلك لو كان مربى الحيوان أو من يهيمه هذا الأمر على دراية ووعى عال بكيفية التطبيق وبالتقنيات المطلوبة فى الإنتاج الحيوانى عامة وفى التحسين الوراثى خاصة . لأن هذا الباب يوضح جزء من الجانب العملى أو التنفيذى لما دُرِسَ على المستوى النظرى . وبالتالى فسوف نوضح للقارئ مفهوم تربية الحيوان بشكل عام وما يتطلبه هذا التعريف من مربى الحيوان - ثم بيان أهمية - وكيفية التقييم الوراثى وكيفية تفسير ما يسمع عنه المربى من كلمات أو مصطلحات عن الحيوان فى هذا الشأن .

١٤-١- مفهوم تربية الحيوان بشكل عام

كما سبق فإنه يمكن تعريف تربية الحيوان على أنه فن تطبيق الجوانب التقنية وبرامج التحسين قصيرة وطويلة المدى مع استغلال الظروف البيئية المناسبة للحصول فى على معظمه الربح من الحيوان فى ظل الظروف الاقتصادية والاجتماعية لكل قطر من الأقطار المختلفة .

فمن المعروف أنه يمكن لأى شخص معرفة الجوانب العرفية والتقنية من أى كتاب أو مصدر علمى - ولكن الأكثر أهمية للمربى هو فهم النظرية الوراثية وكيفية تطبيق التقنية فى مجال تربية الحيوان - لأن المعرفة فقط لا تضمن النجاح . كما يجب أن يكون لدى المربين الذين يهتمون ببرامج تربية طويلة المدى سواء كانت صغيرة أو كبيرة أو تجارية - الفهم الواعى والبساطة ، المعلومات الجيدة ،

التشاور والتنسيق مع الآخرين وكذلك يجب أن يتحلوا بالصبر والثبات - ولكي يكون هناك ثبات لابد أن يكون هناك رؤية مستقبلية وتحديد نوع الإنتاج على المدى البعيد ودراسة حالة السوق والإلمام بالمعلومات الجديدة حيث أن معظم المربين يتأثروا بالإعلانات في أغلب الأحيان نظرا أيضا لقلّة ثبات عدد كبير من برامج التربية .

كما يجب للمشتغل بهذه الصناعة معرفة مكونات الموديل الوراثي للصفات الكمية . ومفاتيح التغير الوراثي مثل أهمية الذكور في عملية الانتخاب والتحسين وكذلك قوة الهجين والقيمة الوراثية لخلط السلالات وكيفية تغيير الجينات في الصفات الموجودة وأنسب الطرق لذلك .

٢-١٤. التقييم الوراثي واسع المجال

إن أكثر الطرق المستخدمة في عمليات التنبؤ الوراثي طريقة أفضل تنبؤ خطى غير متحيز (Best Linear Unbiased Prediction (BLUP . وسوف نتعرض للتنبؤ الوراثي - بمعنى تناول التقييم الوراثي على مجال واسع بحيث يمكن معرفة ماذا يعنى لفظ الطلوقة Sire ومن أين نحصل على المعلومات عنه وكيفية تفسيرها وما هي المشكلات الناتجة عنه وما هي البدائل التقليدية المتوفرة لبرامج التقييم الوراثي على مجال واسع .

والتقييم الوراثي واسع المجال ببساطة - يعنى التقييم الوراثي للعشائر الكبيرة وإجراء مقارنات وراثية بين حيوانات تنتمى لقطعان مختلفة . وهذه العشائر تكون سلالات متشابهة وراثيا في دولة ما أو داخل مساحة جغرافية كبيرة . ولأن البيانات المستخدمة في هذه الطريقة يتم الحصول عليها من العديد من المربين ويتم معالجتها مركزيا فإن التقييم الوراثي واسع المجال هو محاولة للتعاون

بين المربين وتكوين اتحادات أو جمعيات للسلالات و محاولة إيجاد أو توفير متخصصين محترفين فى تكنولوجيا تربية الحيوان .

٢-١٤-١. أهمية التقييم الوراثى واسع المجال

١- لو افترضنا أن أحد المربين يمتلك أحد الطلائق وكانت سجلاته ممتازة وهو مقتنع بأنه الأفضل فى قطيعه ولكن عند مقارنته لهذا الطلوقة بطلائق أخرى لمربين آخرين فليس لديه طريقة لمعرفة مدى أفضليته فى السلالة - ولكن باستخدام التقييم الوراثى واسع المجال فإنه يصبح لديه مثل هذه الطريقة للمقارنة بين طلوقة والطلائق الأخرى فى السلالة أو فى المنطقة الجغرافية التى تضمها .

٢- التقييم الوراثى يعمل على سرعة (زيادة) معدل التغير داخل العشيرة عن طريق المقارنات المباشرة بين حيوانات من قطعان مختلفة وهذا يعطى المربين القدرة على انتخاب أفراد من تجمع (مجمع) وراثى كبير . فبدلاً من أن ينتخب المربين من قطعانهم فقط يكون لديهم القدرة على الانتخاب من عشائر ضخمة ذات سلالة كاملة كما يحدث عند اختيار فريق رياضى فى مدرسة ليمثلها فى البطولات الرياضية فإن المدارس كبيرة العدد يكون من السهل عليها تكوين فريق جيد عن المدارس قليلة العدد وهذا هو ما يحدث بالضبط عندما ننتخب الحيوانات من العشائر كبيرة العدد وبمعنى أدق فالتغير الوراثى فى هذه الحالة يسمح بزيادة كفاءة الانتخاب .

٣- يعمل التقييم الوراثى واسع المجال أيضاً على زيادة معدل التغير الوراثى عن طريق زيادة دقة التنبؤ الوراثى . فبيانات السلالة تحوى كميات ضخمة من المعلومات (عدة مرات) عن تلك المتاحة عن قطيع واحد . وعندما تكون

سجلات سلالة كاملة تستخدم فى عمليات التنبؤ فإن دقة التنبؤ تزيد بزيادة الحجم المطلق من المعلومات المتاحة .

٢-١٤-٢ البدائل المتاحة للتقييم الوراثى واسع المجال:

فى البلدان الصناعية أو المتقدمة نجد أن التقييم الوراثى شئ عادى وضرورى جدا فى نفس الوقت - وأصبح سهلا مع توافر التقنيات والبرمجيات الحديثة ووجود أجهزة الحاسبات وشبكات المعلومات . إلا أنه فى بلدان عديدة وخاصة البلاد النامية تكون الإمكانيات فيها ضعيفة من البرامج الخاصة بالتقييم الوراثى وأجهزة الكمبيوتر كما أن معظم رؤوس الماشية فيها يمتلكها صغار الفلاحين أو المربين ولا يتم تسجيلها بسهولة - بل لا تسجل من الأصل وبالتالي لا يتوفر معلومات عنها لتقييمها سواء إنتاجيا أو وراثيا .

فى هذه الحالة يكون هناك بدائل ليتم إدخال تلك الحيوانات فى عملية التسجيل وكذلك لتقييم الحيوانات وراثيا عن طريق خطة (مشروع) التربية النووية Nucleus Breeding Schemes أو ما يسمى بقطعان النواة Nucleus Herds . وهذا المشروع عبارة عن تصنيف للحيوانات لمجموعات حسب أدائها الإنتاجى والوراثى بحيث يُنتقى أفضل الحيوانات ويتم تزاوجها بحيث أن النسل الناتج يكون أفضل وفى نفس الوقت يعمم على صغار المربين لنشر التراكيب الوراثية الجيدة وخاصة الذكور المحسنة حيث عن طريقها يمكن نشر التراكيب الوراثية بصورة أكبر والحصول على تحسين أسرع . وبمجرد تكون النواة فإن باقى العمليات من تسجيل وتلقيح وانتخاب الخ من هذه العمليات المستخدمة فى الهيكل الخاص بالنواة تتم بالتدرج حتى يصبح المشروع ذو كفاءة عالية فى جميع أركان هيكله .

وهذا المشروع أو هذا التصنيف فى التقييم هو أكثر الأشكال المرضية ويعتبر هذا النظام دقيق ونتائجه جيدة جدا وخاصة إذا اختيرت النواة بدقة وحسب مواصفات جيدة.

إن الهدف الرئيسى لقطيع النواة هو تحسين الماشية الأصلية Indigenous cattle. كما لا ينبغي أن يشارك قطيع النواة فى مجال البحوث بحد ذاته، ولكن يمكن أن يشارك فى آليات تعاونية مع أصحاب المصالح المناسبة للعمل على حل مشاكلهم وذلك لضمان أن البيانات التى تأتى تكون من نظم بها تسجيل و تحليل، وتفسير للنتائج واستخدامها.

ومثل هذه الشراكات أيضا تعمل على تسهيل تحديد القضايا الممكن بحثها، والتي يمكن أن تدعم فعالية البرنامج. وينبغي أيضا أن تشارك النواة فى أنشطة تتصل مباشرة بأصحاب الماشية (القطعان) وتقديم المشورة الإرشادية، وتحديد فترة الأيام المفتوحة للحيوانات، والتوعية بتسجيل المربين لحيواناتهم والنزول للمجتمع المحلى للقيم بهذه الأنشطة.

كما يجب أن يكون أداء وتسجيل نسب، واختيار الحيوانات الشغل الشاغل للنواة والقائمين عليها. كما ينبغي أيضا لقطيع النواة توفير الحيوانات ذات الجينات المتفوقة على القطعان الأخرى غير المشاركة وتشجيع المزارعين على شراء منتجاتها من خلال الإعلانات (مثل التسويق لقطيع التربية).

•• ما هى قطعان الأنوية:

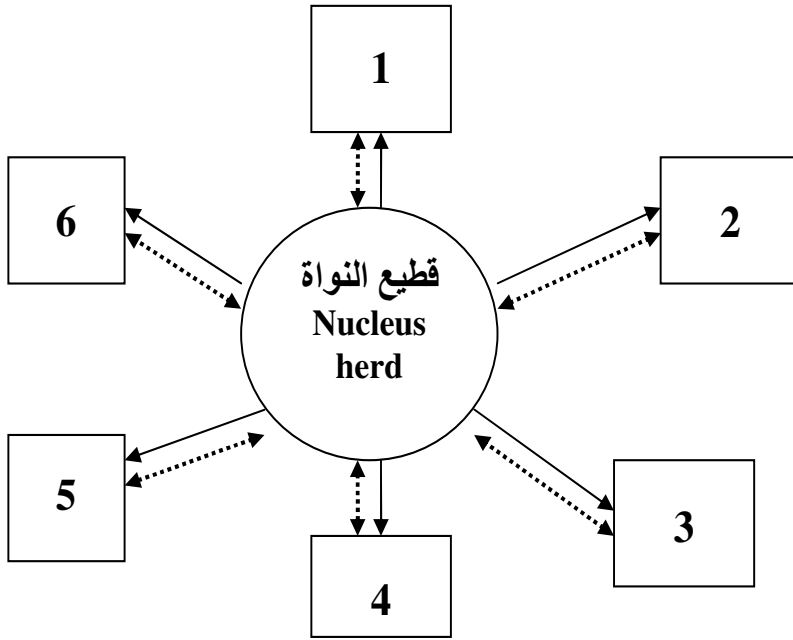
قطيع النواة (nucleus herd or flock) هو مجموعة منتخبة من الحيوانات من سلالة breed أو من حيوانات محلية مثل الجاموس فى مصر، حيث تمتلك

أفراد تلك المجموعة تراكيب وراثية متميزة وصفات إنتاجية وتناسلية عالية عن باقى الحيوانات الموجودة فى المنطقة . وتعد قطعان الأنوية هذه بنكاً وراثياً حياً تستخدم أفرادها لأغراض التحسين الوراثى للحيوانات الموجودة فى منطقة أو مناطق معينة خارج منطقة قطعان النواة .

١٤-٣. قطعان النواة المفتوحة والمغلقة

يقصد بقطعان النواة المفتوحة Open Nucleus Herds أنها القطعان التى يُسمح للحيوانات المتميزة من قطعان خارج النواة بالدخول إليها ، وهذا يتطلب قدراً من التسجيل فى قطعان المنطقة المحيطة أو القطر . أى أنها القطعان التى تُستخدم أفرادها فى تحسين قطعان المربين وراثياً وتبقى فى الوقت نفسه مفتوحة على قطعان المربين لإمدادها بدم جديد لأفراد أثبتت تفوقها على معاصراتها فى كفاءتها الإنتاجية للصفة أو الصفات التى انتخبت من أجلها أفراد قطعان النواة . أى أنه يتم إمداد المربين (المنتجين) بالذكور المحسنة من النواة وكذلك بعض الإناث وأيضاً يسمح للإناث الممتازة بالصعود من قاعدة المربين إلى قطيع النواة (كما فى شكل ١٤-١) . - على عكس قطعان النواة المغلقة Closed Nucleus Herds والتى تعتبر قطعان لايدخلها حيوانات من خارجها يجرى فيها التحسين الوراثى ثم تنشر الحيوانات المحسنة وراثياً منها - خاصة الطلائق - إلى بقية القطعان . يفيد مفهوم القطعان المغلقة فى حالات تعذر تسجيل الإنتاج والنسب على مستوى قطعان المنطقة المحيطة أو القطر .

أيضاً قطعان النواة المفتوحة تسمح للعجلات التى تأتى من القطعان التجارية أن تدخل إلى النواة وكذلك تسمح للإناث المشتراة من خارج القطيع بالدخول إلى النواة .



شكل (١-١٤) رسم توضيحي للتربية النواتية. الأسهم تمثل تدفق (مرور) الخلايا الجرثومية (التناسلية). ففي حالة النواة المغلقة، فإن المرور أو التدفق يكون من النواة إلى الخارج للقطعان المشاركة أى المربين (ويمثلها الأسهم الغير منقوطة). بينما في حالة النواة المفتوحة - فإن المرور يكون ثنائي الاتجاه (ويمثلها الأسهم المنقوطة). المربعات من ١ إلى ٦ تمثل القطعان المشاركة (Cooperating herds or flocks) في قطع النواة.

قطعان الأنوية المفتوحة لها ميزتان رئيسيتان على قطعان الأنوية المغلقة:

١- أنها تحقق معدلات أعلى من التحسين الوراثي في الصفات المرغوب فيها من قطعان الأنوية المغلقة. ومعدلات الربح الوراثي الزيادة هذا يكون بسبب إدخال جينات من الخارج من أبقار القطعان التجارية. واعتمادا على الظروف، فإن

أفضل العجول المرباة في القطعان التجارية غالباً ما تكون متفوقة وراثياً مقارنة بالعجلات الأسوأ المرباة في النواة .

٢- أنها تقلل من معدل زواج الأقارب (التربية الداخلية) وهذا يقلل من تأثير التربية الداخلية على الأرجح في الأداء الإنتاجي والتناسلي بسبب زواج الأقارب .

وجدير بالذكر أنه إذا تم استبدال الطلائق التي تأتي من النواة ونصف العجلات أيضاً بطلائق وعجلات تأتي من القطعان التجارية ، فإن نسبة التربية الداخلية تقل إلى النصف تقريباً . - أيضاً مما يفرق النواة المفتوحة عن المغلقة أن الأخيرة لا يمكن أبداً أو نادراً جداً ما تسمح بدخول حيوانات خارجية إلى النواة .

قطيع النواة المغلق هو فقط الذي له الخيار وخاصة إذا كان حيوانات قطيع النواة المغلق متفوقاً مقارنة بجميع أو معظم الماشية الأخرى في نفس السلالة . - ويتم عادة تكوين قطعان النواة مروراً بثلاث مراحل اختيارية (انتخابية) متتالية.

المرحلة الأولى تتم على مستوى المزرعة حيث تنتقى الأفراد التي تفوقت على معاصراتها بمقدار معين يفوق المتوسط العام للصفة المدروسة أو بمقدار المتوسط العام لتلك الصفة المدروسة مضافاً إليها قيمة واحد أو اثنين أو ثلاثة انحرافات معيارية ، وذلك حسب الصفة المقاسة وشدة الانتخاب .

أما المرحلتان الثانية والثالثة فتجرى في المحطة المركزية وذلك بما يتناسب وقدرة الأفراد المنتخبة للوصول إلى القيمة المحددة للصفة المدروسة مع تقدم عمرها (مثلاً - وزن الحيوان عند عمر ستة أشهر (١٨٠ يوم) و الوزن عند عمر سنة (٣٦٥ يوم) .

٣-١٤-١. نماذج من قطعان النواة

في كل بلد يهتم بتربية الحيوان، تنفذ مشروعات انتخابية من أجل تحسين صفات إنتاجية معينة. وتُجرى أعمال الانتخاب بقصد تكوين حيوانات تتصف بالصفات المرغوبة، والأفضل جيلاً بعد جيل. وتقام محطات تشرف عليها هيئات مختصة لتربية قطعان النواة. وهناك كثير من هذه القطعان في مختلف أنحاء العالم، منها على سبيل المثال لا الحصر ما يأتي:

قطعان نواة الضأن في أيرلندا: انتخبت أفرادها بحسب عدد المواليد التي تنتجها النعجة في البطن الواحد litter size، حيث أُعْتُبرت النعاج التي تنتج نحو ٢, ٣ مولوداً من ضمن قطعان النواة مقارنةً بمتوسط القطعان المحلي والذي قدر بنحو ١, ٣ مولوداً.

قطيع النواة للجاموس في مصر: حيث تم انتقاء أفراد الجاموس حسب قدرتها الإنتاجية المتميزة من اللبن في اليوم الواحد في قطعان محلة موسى بكفر الشيخ بوسط الدلتا. حيث تأسس قطيع النواة المفتوحة من الجاموس التي أثبتت كفاءتها في إنتاج اللبن في الموسم الواحد بزيادة قدرها حوالي ٥٠٪ أو يزيد عن متوسط إنتاج الجاموس المعاصر لها. وكان إنتاجها اليومي من اللبن يساوي حوالي ٥, ١٢ كجم (قطيع النواة) مقارنة مع المتوسط اليومي لباقي الجاموس في قطيعي النطاف القديم والجديد والمقدر بحوالي ٨ كجم في اليوم.



شكل (٢-١) أفراد ممتازة من قطيع النواة للجاموس بمحلة موسى في مصر
<http://egybufgen.webs.com/activities.htm>



• قطعان نواة ضأن العواسى في تركيا : التي انتخبت أفرادها بحسب قدرتها الإنتاجية المتميزة من اللبن فى الموسم الواحد . إذ تأسست قطعان النواة المفتوحة من نعاج أثبتت كفاءتها فى إنتاجها من اللبن فى الموسم الواحد بزيادة قدرها ٤٠٪ عن متوسط إنتاج النعاج المعاصرة لها . وكان إنتاجها اليومي من اللبن يساوى حوالى ٩, ٢ كجم مقارنة مع المتوسط العام والمقدر بحوالى ١, ٢ كجم/ اليوم .

• قطعان نواة ضأن Djallonke فى غرب إفريقيا: انتخبت كباشها بحسب قدرتها على الوصول إلى وزن جسم حي قدره ٣٥ كجم في عمر سنة.

١٤.٤- التركيب العمري لقطعان النواة

إن من أهم المعايير الأساسية التى يجب التخطيط لها داخل النواة وأخذها فى الاعتبار هي:

- ١ . الأعمار (عند التلقيح ومدة الأعمار التناسلية) والتي سوف يكون لها أثراً كبيراً على معدل التحسين الوراثي . فالهيكل العمري لكل من قطعان النواة والقطعان التجارية مهم جداً لتحقيق التحسين الوراثي . وخفض عدد المجاميع العمرية للآباء والأمهات يزيد من معدل التحسين الوراثي فى الصفات التى تم اختيارها . ويمكن تحقيق هذا عن طريق تحريك كلا من الثيران والأبقار من النواة إلى القطعان التجارية فى سن مبكرة على سبيل المثال الثيران فى عمر سنتين إلى ثلاث سنوات والأبقار فى ثلاث إلى خمس سنوات ، قبل أن يتم استبعادهم من القطيع بالنسبة للعمر . بعد ذلك يتم التعامل معهم مثل ماشية القطعان التجارية .
- ٢ . تغذية كل من مجاميع الحيوانات المختلفة (مثلاً صغار الذكور) .

٣. إيواء كل مجموعة من مجاميع الحيوانات المختلفة . ومواقع كل مجموعة من الحيوانات.

٤. سيكون من الضروري التخطيط لمكافحة وإدارة الأمراض وأن يتكامل برنامج التسجيل شاملاً أى اختبارات أداء مع إدارة الحيوانات . والحيوانات المنتخبة تكون أعلى إنتاجاً ولذا فإن متطلباتها من التغذية والرعاية سوف تكون أعلى.

الملحق الأول
المبادئ الإحصائية اللازمة
لتربية الحيوان الزراعى
Principles of statistical
to animal breeding

الملحق الأول

المبادئ الإحصائية اللازمة لتربية الحيوان الزراعى

Principles of statistical to animal breeding

تمكن الإحصاء المربى ببساطة من تحويل مجاميع البيانات المختلفة عنده فى قطيعه (أياً كانت هذه البيانات - إنتاج لبن - أوزان حيوانات - أوزان جرات صوف - إنتاج بيض - تغذية على أعلاف - أعمار حيوانات - فترات حمل - فترات جفاف - عدد تلقيحات - إنتاج السماد الخ) إلى رقم واحد يكون مؤشراً على حالة مزرعته أو قطيعه إنتاجياً واقتصادياً لاتخاذ القرار المناسب فى الوقت المناسب على أساس علمى سليم .

ومن أهم المقاييس الإحصائية اللازمة لتربية الحيوان الزراعى - مقاييس التمرکز - مقاييس التشتت - ومقاييس التلازم .

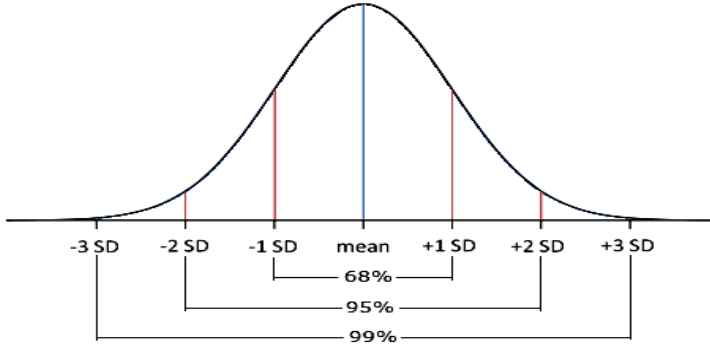
١-١- مقاييس التمرکز (النزعة المركزية)

Central or location measurements

فى كثير من التوزيعات التكرارية التى تخضع فى توزيعها للتوزيع الطبيعى نجد أن عدداً كبيراً من المفردات (الأفراد) يميل إلى التجمع حول قيمة متوسطة معينة ويقل هذا العدد من المفردات تدريجياً كلما بعدنا يمينا أو يسارا عن هذه القيمة المتوسطة والتى تمثل مركز التوزيع - وتسمى هذه الظاهرة بالنزعة المركزية أى نزعة المفردات المختلفة إلى التجمع حول مركز التوزيع .

ويضح من ذلك أن لكل مجموعة من البيانات قيمة متوسطة معينة خاصة بها وتميزها عن غيرها من مجاميع البيانات الأخرى والتى يمكن استخدامها لوصف المجموعة حيث أنها تحدد مركزها أو متوسطها . كما فى شكل رقم (١) :

*المصدر (Steel and Torrie (1984



شكل رقم (١) يبين منحنى التوزيع الطبيعي ونسب عدد الأفراد حول المتوسط .
ويمكن القول أن :

- ٦٨٪ من المفردات تحت المنحنى تمثل المتوسط $\pm$ واحد انحراف قياسي

$$68\% = \bar{X} \pm 1SD \text{ أى أن } p(\mu - 1\sigma < x < \mu + 1\sigma) = 0.68$$

- ٩٥٪ من المفردات تحت المنحنى تمثل المتوسط ± ٢ انحراف قياسي

$$95\% = \bar{X} \pm 2SD \text{ أى أن } p(\mu - 2\sigma < x < \mu + 2\sigma) = 0.95$$

- ٩٩٪ من المفردات تحت المنحنى يمثل المتوسط ± ٣ انحرافات قياسية

$$99\% = \bar{X} \pm 3SD \text{ أى أن } p(\mu - 3\sigma < x < \mu + 3\sigma) = 0.99$$

وتعتبر مقاييس المتوسطات أهم أنواع المقاييس الإحصائية المستعملة لوصف المجموعة الرقمية . الغرض منها تمثيل مجموعة من البيانات أو الأرقام برقم واحد وأهم هذه المقاييس المتوسط (أو الوسط) الحسابى ، الوسيط ، المنوال والمتوسط الهندسى .

١.١-١. الوسط (أو المتوسط الحسابي) The Arithmetic Mean (Average)

ويسمى أيضا الوسط أو المعدل ويعتبر أهم مقاييس التمرکز وهو عبارة عن حاصل جمع قيم مفردات العينة مقسوما على عددها (n) ويرمز له عادة بالرمز $\bar{X}$ ويقرأ $\bar{X}$ في العينة - وفي حالة العشرة أو المجتمع يرمز للمتوسط الحسابي بالرمز μ ويقرأ ميو فإذا كان لدينا مجموعة n من الأرقام $x_1, x_2, \dots, x_n$ فإن متوسطها الحساب $\bar{X}$ - وإذا استخدمنا الرموز التي استخدمها Steel and Torrie (1984) فإنه يحسب كالتالي :

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

للعينة ١, ١

$$\mu = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

للعشرة أو المجتمع ١, ٢

وفي حال وجود أكثر من مجموعة فيحسب المتوسط الحسابي من

$$\bar{X} = \frac{n_1 \bar{x}_1 + n_2 \bar{x}_2 + n_3 \bar{x}_3 + \dots + n_n \bar{x}_n}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_n}$$

١, ٣ (حيث أن المعادلة :)

x_1 هو المتوسط الحسابي لمجموعة القيم التي عددها n_1 .

و x_2 هو المتوسط الحسابي لمجموعة القيم التي عددها n_2 .

و x_3 هو المتوسط الحسابي لمجموعة القيم التي عددها n_3 .

و x_n هو المتوسط الحسابي لمجموعة القيم التي عددها n_n .

ويشير رمز Σ إلى المجموع .

مثال ١:

المتوسط الحسابي للأرقام ٨، ٣، ٥، ١٢، ١٠ هو

$$\bar{x} = \frac{8 + 3 + 5 + 12 + 10}{5} = \frac{38}{5} = 7.6$$

٢.١.١. المتوسط الحسابي المرجح أو الموزون The weighted Mean (Overall mean)

في بعض الأحيان في بعض الأحيان تفرق بعض الأرقام بمعاملات ترجيح أو أوزان أي يكون لكل قيمة من قيم المتغير أهمية نسبية تسمى أوزان أو ترجيحات ، وعدم أخذ هذه الأوزان في الاعتبار عند حساب المتوسط الحسابي ، فإن القيمة المعبرة عن المتوسط الحسابي تكون غير دقيقة . فإذا كان لدينا عينة من الأفراد $X_1, X_2, \dots, X_k$ بأوزان لهذه القيم $W_1, W_2, \dots, W_k$

فإن المتوسط المرجح أو الموزون في هذه الحالة يحسب من المعادلة :

$$\bar{X} = \frac{W_1 X_1 + W_2 X_2 + \dots + W_k X_k}{W_1 + W_2 + \dots + W_k} = \frac{\sum W_i X_i}{\sum W_i} = \frac{\sum WX}{\sum W} \quad (1.4)$$

حيث أن W هي وزن للقيمة المقاسة X .

مثال ٢

لو أخذنا خمسة مربين وتم تسجيل اللبن لأبقار الفريزيان عند كل مربى ، وكان عدد الأبقار عند كل مربى كالتالى :

المربى	1	2	3	4	5	Σ
X (متوسط كمية اللبن عند كل مربى)	20	17	23	28	19	107
W (عدد الأبقار)	3	9	5	4	7	

نجد أن المتوسط الحسابي غير الموزون هو :

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{20 + 17 + 23 + 28 + 19}{5} = \frac{107}{5} = 21.4$$

وإذا حسبنا المتوسط الحسابي الموزون يكون كالتالى:

$$\begin{aligned}\bar{(x)} &= \frac{\sum wx}{\sum w} = \frac{20 \times 3 + 17 \times 9 + 23 \times 5 + 28 \times 4 + 19 \times 7}{3 + 9 + 5 + 4 + 7} \\ &= \frac{573}{28} = 20.46\end{aligned}$$

وهذا المتوسط الموزون أكثر دقة من المتوسط الحسابي غير الموزون.

٣-١-١. الوسيط Median

أحد مقاييس النزعة المركزية، والذي يأخذ في الاعتبار رتب القيم وهو عبارة عن متوسط مكانى أو موضعي حيث أنه هو القيمة التى تتوسط مفردات العينة بعد ترتيب مفرداتها ترتيباً تنازلياً أو تصاعدياً أى أن 50% من القيم تكون أقل منه، 50% من القيم أعلى منه.

فى حالة المفردات الفردية فإن الوسيط يكون هو القيمة التى تتوسط العينة ويتحدد

موقع الوسيط وقيمته من القانون $\frac{N+1}{2}$ حيث N هى عدد المفردات للعينة.

بينما فى حالة العينة الزوجية فإن الوسيط يكون متوسط القيمتين الوسيطيتين فى

العينة ويتحدد موقعه من القانون $\frac{N}{2}$ ، $\frac{N+2}{2}$.

مثال ٣:

فى عينة من الأبقار كان إنتاجها اليومى من اللبن ٣، ٢١، ٥، ١٥، ٨،

١٣، ٧، ١٦، ١٨ كجم - أحسب الوسيط؟

الحل:

أولاً ترتيب الأرقام ترتيباً تصاعدياً: ٣، ٥، ٧، ٨، ١٣، ١٥، ١٦، ٢١، ١٨

∴ عدد مفردات العينة فردى ∴ موقع الوسيط هو $\frac{9+1}{2} = \frac{N+1}{2} = 5$ وبالتالى

فهو عبارة عن قيمة المفردة رقم ٥ بالعينة أى أن قيمته = ١٣.

١-٤. المنوال Mode

وهو القيمة الأكثر تكراراً في العينة وقد يتعدد المنوال للعينة الواحدة .
أى أن المنوال لمجموعة من القيم هي القيمة التي تتكرر أكثر من غيرها أو القيمة الأكثر شيوعاً . وقد لا يكون للقيم منوال وقد يوجد أكثر من منوال واحد .

مثال ٤

المجموعة ١٨, ١٢, ١١, ١٠, ٩, ٩, ٩, ٧, ٥, ٢٢ لها منوال واحد وهو ٩ .

مثال ٥ المجموعة ١٦, ١٥, ١٠, ٨, ٣ ليس لها منوال .

مثال ٦

المجموعة ٩, ٧, ٧, ٧, ٥, ٥, ٤, ٤, ٤, ٣, ٢ لها منوالين وهما ٤, ٧ وتسمى مجموعة ذات منوالين .

١-٥. المتوسط الهندسي (G M) Geometric mean

و يرمز له بالرمز G وهو عبارة عن الجذر النوني لحاصل ضرب n من القيم فإذا كان هناك عينة مكونة من $X_1, X_2, \dots, X_n$ من القيم فإن المتوسط الهندسي لهذه القيم هو

$$G = \sqrt[n]{X_1 \times X_2 \times X_3 \times \dots \times X_n} \quad (١.٥)$$

مثال ٧

المتوسط الهندسي للأرقام ٢, ٤, ٨ هو

$$G = \sqrt[3]{(2)(4)(8)} = \sqrt[3]{64} = 4$$

٢-١. مقاييس التشتت Dispersion measures

وهي تقيس مدى بعثرة أو التفاف الأفراد حول المتوسط أى أنها تقيس الاختلاف أو التباين بين الأفراد في العينة حول متوسطها الحسابي .

فمقاييس التمرکز تعتبر غير كافية لوصف مجموعة من البيانات وصفاً كاملاً فقد تتساوى بعض العينات في الوسط الحسابي بالرغم من اختلاف توزيع بياناتها حول مركزها (درجة تجانس البيانات). فالعينات التالية ذات متوسط حسابي واحد (٨) ولكنها بلا شك تختلف عن بعضها.

عينة ١	8	8	8	8	8
عينة ٢	11	16	6	3	4

فالمتوسط الحسابي يمثل مركز البيانات لكنه لا يبين مدى التفاف أو بعثرة البيانات حول هذا المتوسط ، ولهذا لا بد من وجود مقياس آخر مع المقاييس المركزية لقياس درجة التجانس أو التشتت في داخل العينة.

وأهم مقاييس التشتت أو الاختلاف هي:

المقياس	المصطلح والرمز
١- التباين	1- Variance (S^2 or σ^2)
٢- الانحراف القياسي	2- Standard deviation (SD or S)
٣- الخطأ القياسي	3- Standard error (SE)
٤- معامل الاختلاف	4- Coefficient variability (CV)
٥- المدى	5- Range

١.٢-١ التباين (أو الاختلاف) Variance

وهو من أهم مقاييس التشتت أو الانحراف ويمتاز بأنه يدخل في حسابه جميع أفراد العينة ولذلك فهو أكثر تمثيلاً لها ويرمز له بالرمز S^2 في حالة العينة وفي حالة العشرة σ^2 وهو عبارة عن مجموع مربع الفرق بين كل مفردة من مفردات العينة ومتوسط العينة مقسوماً على درجات الحرية وتعرف درجات الحرية بأنها عبارة عن عدد الفروق المستقلة الممكن إجراؤها في العينة فمثلاً عينة مكونة من فرد واحد فليس هناك فروق وعلى ذلك تكون درجات الحرية له = صفر أما إذا كان هناك عينة مكونة من فردين فيوجد فرق واحد وهكذا

ويمكن توضيح طريقة حساب التباين فيما يلي

١- يحسب المتوسط الحسابي لمجموعة القيم والذي يرمز له بالرمز $\bar{X}$.

٢- يحسب انحرافات هذه القيم عن متوسطها. $(X - \bar{X})$

٣- تربيع هذه الانحرافات $(X - \bar{X})^2$

٤- تجمع مربعات الانحرافات $\sum (X - \bar{X})^2$ والتي يطلق عليها مجموع مربعات

الانحرافات Sum of squares (SS) وتختصر عادة بالرمز SS.

٥- يحسب التباين Variance بقسمة مجموع مربعات الانحرافات علي عدد

المفردات ناقص واحد أي $(n-1)$ وهو ما يطلق عليه بدرجات الحرية Degrees

of freedom ويرمز لها بالرمز df وعليه تكون المعادلة كالتالي :

$$S^2 \text{ or } \sigma^2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1} \quad 1.6$$

وتسمى هذه الطريقة بالطريقة المختصرة أو المباشرة Direct method.

كما يمكن حساب التباين بطريقة الآلة الحاسبة أو الطريقة الغير مباشرة (طريقة

التربيع) وتستخدم هذه الطريقة في حالة توافر الآلة الحاسبة وفيها تربيع القيم ثم

نجمعها ثم يطرح من مجموع المربعات حاصل قسمة مربع مجموع القيم علي

عددها . والناتج يقسم علي درجات الحرية فنحصل علي التباين كما هو موضح

في المعادلة التالية :

$$S^2 \text{ or } \sigma^2 = \frac{\sum X_i^2 - \frac{\sum (X_i)^2}{n}}{n-1} \quad 1.7$$

والتباين مهم بالنسبة لمربي الحيوان حيث أنه كلما كان هناك اختلاف بين الأفراد أدى ذلك إلى اختلاف التركيب الوراثي للفرد أيضا (أي التباين الوراثي) وبالتالي يكون هناك فرصة لإجراء انتخاب وتحسين للأفراد .

٢-٢-١ الانحراف القياسي (المعياري) Standard deviation (SD)

وهو عبارة عن الجذر التربيعي للتباين ويرمز له بالرمز S أو SD . والسبب في أخذ الجذر التربيعي للحصول علي الانحراف المعياري هو أننا سبق أن ربعنا الانحرافات ولكي نرجع بها إلي الوحدات الأصلية بعد التربيع فلا بد من أخذ الجذر التربيعي . فيكون التشتت بذلك قد قيس (قُدر) بنفس وحدات القيم الأصلية .

حساب الانحراف القياسي بالطريقة المباشرة:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (١.٨)$$

حساب الانحراف القياسي بالطريقة الغير مباشرة:

$$S = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}{n - 1}} \quad (١.٩)$$

ويكون من نفس الوحدات القياسية للمتوسط سواء بالكجم أو بالسهم....الخ.

٢-٢-١ الخطأ القياسي Standard error (SE)

وهو عبارة عن الانحراف القياسي مقسوما على جذر n من القيم . والمتبع لما سبق يجد أنه كانت مقاييس التشتت السابقة عبارة عن إحصاءات لقياس تشتت المفردات داخل العينة وكان الانحراف القياسي هو أهم تلك المقاييس إذ أنه يقيس انحراف مفردات العينة حول متوسطها الحسابي .

والخطأ القياسي هو عبارة عن تقدير للانحراف المعياري للمتوسطات الحسابية المحسوبة من عدد العينات العشوائية الكبيرة الحجم (٣٠ فرداً فأكثر) المأخوذة من عشيرة واحدة متجانسة .

$$SE = \frac{S}{\sqrt{n}} \text{ or } = \sqrt{\frac{S^2}{n}} \quad (١.١٠)$$

حيث S = الانحرافات القياسي للعينه.

n = عدد مفردات العينه.

٤.٢.١ معامل الاختلاف (CV) Coefficient variability (CV)

وهو عبارة عن الانحراف القياسي مقسوما على المتوسط الحسابي ومضروباً × ١٠٠ بغض النظر عن الوحدة أو المتوسط وهو يبين التباين أو الاختلاف بين صفات مختلفة فمثلاً إذا كان معامل الاختلاف في إنتاج اللبن في الأبقار ١٥٪ بينما معامل الاختلاف في إنتاج اللحم هو ١٢٪ دل ذلك على أن التباين أو الاختلاف في صفة إنتاج اللبن أكبر عن إنتاج اللحم .

بمعنى أكثر إيضاحاً أن مقاييس التشتت التي ذكرت سابقاً كانت كلها مقاييس مطلقة ، تقدر بدلالة وحدات القياس المستعملة في قياس المتغير الموضوع تحت البحث والدراسة ، سواء كانت هذه الوحدات مقاسه بالسنتيمتر أو المتر أو الكيلو جرام وغيره ، وعلي ذلك فإذا أردنا مقارنة عيتين أو مجتمعين فقد يحول دون ذلك اختلاف وحدات القياس المستعملة في كل منهما .

ويمكن أن نجعل الانحراف القياسي مقياساً نسبياً للتشتت بقسمته على المتوسط الحسابي ثم ضرب الناتج في ١٠٠ ومن ثم فإن ناتج القسمة يكون عبارة عن نسبة مجردة من التمييز يطلق عليها اسم معامل الاختلاف ويرمز له بالرمز (CV) .

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} 100 \quad \text{or} = \frac{\sqrt{S^2}}{\bar{X}} 100 \quad (١.١١)$$

إن معامل الاختلاف يوضح نسبة الانحراف القياسي إلى التباين ، وإذا كانت هذه النسبة كبيرة فإن ذلك يبين أن الصفة لا تأخذ الشكل الناقوسى لمنحنى التوزيع الطبيعى مما يوضح أن معدل التباين أعلى من المعدل الطبيعى ، وأن هناك شيئا غير طبيعى فى البيانات تحت الدراسة ، أو أن العينة تحت الدراسة أخذت بطريقة غير عشوائية أو أن العدد غير مناسب ، وقد أوضحت بعض الدراسات أن معامل الاختلاف الطبيعى يجب ألا يزيد عن ٢٥٪.

٥-٢-١ المدى Range

وهو عبارة عن الفرق بين أعلى قيمة وأقل قيمة فى العينة وكلما اتسع المدى كلما دل ذلك على أن التباين كبير فى العينة شأنه فى ذلك شأن التباين إلا أنه يستعمل القيمتين النهائيتين بغض النظر عن باقي القيم إلا أن حسابه أسهل بكثير من حسابات التباين .

مثال ٨:

فيما يلي صفتي محيط الصدر بالسهم ووزن مجموعة من أبقار الفريزيان بالكجم بعد شهر من الولادة - فما هو تقدير ككل من التباين - الانحراف القياسي - الخطأ القياسي - معامل الاختلاف والمدى مع تفسير نتائجك بيولوجيا .

الترتيب الرقم	محيط الصدر بالسهم X	الوزن بالكجم Y	الانحرافات عن المتوسط				مربعات Y, X وحاصل ضربيهما		
			$(Y - \bar{Y})^2$	$(X - \bar{X})^2$	$Y - \bar{Y}$	$X - \bar{X}$	XY	Y^2	X^2
1	210	676	14	75	196	5625	44100	456976	141960
2	195	603	-1	2	4	3625	38025	363609	117585
3	197	635	1	34	1156	38809	403225	125095	
4	192	590	-4	-11	121	36864	348100	113280	
5	215	712	19	111	12321	46225	506944	153080	
6	189	562	-7	-39	49	35721	315844	106218	
7	195	617	-1	16	256	38025	380689	120315	
8	207	671	11	70	4900	42849	450241	138897	
9	192	544	-4	-57	16	3249	36864	295936	104448

110565	321489	38025	1156	1	-34	-1	567	195	10
116736	369664	36864	49	16	7	-4	608	192	11
105094	315844	34969	1521	81	-39	-9	562	187	12
108810	311364	38025	1849	1	-43	-1	558	195	13
95128	267289	33856	7056	144	-84	-12	517	184	14
115050	348100	38025	121	1	-11	-1	590	195	15
ΣXY 1772261	ΣY^2 5455314	ΣX^2 577246	$\Sigma (Y-\bar{Y})^2$ 40905	$\Sigma (X-\bar{X})^2$ 1006	$\Sigma Y-\bar{Y}$ zero	$\Sigma X-\bar{X}$ zero	Y 9012	X 2940	مج

الحل:

قبل أن نشرع في حل هذا المثال (مثال ٨) نشير إلى أن هذا المثال سوف يستمر معنا بإذن الله في حساب مقاييس التلازم وجدول تحليل التباين أيضا وسوف يقتصر الحسابات الآن على المتغير X (صفة محيط الصدر بالسم) فقط .

حساب التباين بالطريقة المختصرة أو المباشرة:

$$S^2 \text{ or } \sigma^2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1} = \frac{1006}{15-1} = 71.86 \quad \text{للصفة } X$$

حساب التباين بطريقة الآلة الحاسبة:

$$S^2 = \frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}{n-1} = \frac{577246 - \frac{(2940)^2}{15}}{15-1} = \frac{1006}{14} = 71.86 \quad \text{للصفة } X$$

حساب الانحراف القياسي بالطريقة المباشرة:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}{n-1}} = \sqrt{71.86} = 8.48 \quad \text{للصفة } X$$

حساب الخطأ القياسي:

$$SE = \frac{S}{\sqrt{n}} \text{ or } = \sqrt{\frac{S^2}{n}} = \sqrt{\frac{71.86}{15}} = 2.19 \quad \text{للصفة } X$$

حساب معامل الاختلاف:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{2940}{15} = 196$$

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100 = \frac{\sqrt{S^2}}{\bar{X}} \times 100 = \frac{\sqrt{71.86}}{196} \times 100 = 4.33 \%$$

٣-١- مقاييس التلازم Measurers of Association

كانت كل الطرق الإحصائية السابق ذكرها موجهة إلي دراسة التغير الذي يحدث في متغير عشوائي واحد مثل أوزان الحيوانات أو الطيور أو عدد البيض الناتج من كل دجاجة وغيره، حيث كانت المشاهدات تقاس كأفراد أو مجاميع في صورة قياسية أما دراستنا هنا فهي موجهة إلي دراسة التغيرات التي تحدث في متغيرين معا خصوصا إذا كان هناك تغير محسوس في أحد العوامل نتيجة للتغير الذي يحدث في العامل الآخر كدراسة معدل النمو في الحيوانات أو الطيور وعلاقته بالسن أو العلاقة بين وزن الجسم وطول الساق في الدجاج ، أو العلاقة بين العمر عند النضج الجنسي ومحصول البيض ، أو العلاقة بين وزن البيضة وعدد البيض المنتج ، أو العلاقة بين كمية اللبن المنتج ونسبة الدهن باللبن وهكذا.

وعلى ذلك فمقاييس التلازم تقدر مدى تغير أحد الظواهر (المتغيرات) بتغير ظاهرة (متغير) أخرى . ومقاييس التلازم هما الانحدار Regression والارتباط Correlation بصورهما المختلفة وسوف نكتفي فقط بالصور البسيطة .

١-٣-١- معامل الانحدار (الاعتماد) البسيط Regression coefficient

ويرمز له بالرمز b ويعرف بأنه متوسط التغير في المتغير Y الذي يصاحب التغير بمقدار وحدة واحدة في المتغير X ويسمى المتغير Y بالمتغير التابع Dependent variable بينما المتغير الآخر X بالمتغير المستقل .

فكثيرا ما نلاحظ في العلوم البيولوجية وجود علاقة بين متغيرين أو أكثر بحيث يؤثر أحد المتغيرين علي الآخر بمعنى أن أحد المتغيرين يؤثر على الآخر ويطلق عليه المتغير المستقل Variable independent ويرمز له بالرمز (X) والمتغير

الأخر يتأثر بالمتغير الأول ويطلق عليه المتغير التابع أو المتغير الغير مستقل Variable dependent ويركز له بالرمز (Y) ونلاحظ أن هناك علاقة بين التغيرات التي تحدث في المتغير المستقل وما يقابلها من تغيرات تحدث في العامل الغير مستقل ، وهذه العلاقة نعبر عنها بلفظ انحدار أو اعتماد Regression .

أمثلة للمتغيرات المستقلة والتابعة:

١- تتغير نسبة التصافي أو التشافي (تابع) بالتغير في العمر (مستقل)، والعكس ليس صحيح .

٢- يتغير إنتاج اللبن (تابع) بالتغير في الوزن أو العمر (مستقل)، والعكس غير صحيح .

٣- يتأثر معدل النمو أو الوزن (تابع) بالتغير في العمر (مستقل)، والعكس لا يكون صحيح .

ويجب التنويه هنا بأن المتغير المستقل يقاس بدقة وبه قليل من التباين أكثر من المتغير التابع ، كما أن كل قيمة من المتغير المستقل تأخذ قيم من Y على شكل منحني التوزيع الطبيعي حولها .

٢-٣-١ معادلة أو نموذج الانحدار الخطي

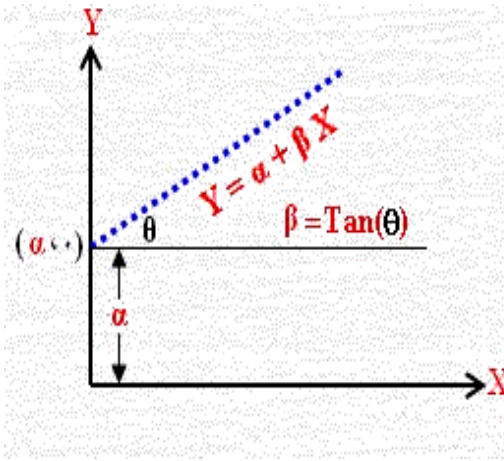
في تحليل الانحدار البسيط ، نجد أن الباحث يهتم بدراسة أثر أحد المتغيرين ويسمى بالمتغير المستقل أو المتنبأ منه ، على المتغير الثاني ويسمى بالمتغير التابع أو المتنبأ به ، ومن ثم يمكن عرض نموذج الانحدار الخطي في شكل معادلة خطية من الدرجة الأولى ، تعكس المتغير التابع كدالة في المتغير المستقل كما يلي :

$$Y = a + bx + e \quad (١.١٢)$$

حيث أن :

Y تعني المتغير التابع الذي يتأثر بالمتغير المستقل .

a تعني ثابت الانحدار intercept ويمثل الجزء المقطوع من المحور الصادي عندما تكون قيمة X تساوى صفر أى أنه هو قيمة المتغير التابع عندما تكون قيمة المتغير المستقل صفر .



b تعني ميل الخط المستقيم الذي يوضح مقدار قيمة التغير في المتغير التابع في حالة التغير بوحدة واحدة للمتغير المستقل (شكل ٢) . وللوصول إلي أفضل خط يمثل العلاقة بين المتغير المستقل والمتغير الغير مستقل تتبع طريقة أصغر

مربعات Method of least square ، ومنها يمكن حساب أفضل خط يربط أو يجمع البيانات أو النقاط الأصلية بأقل انحراف ممكن .

شكل ٢ يوضح معادلة خط الانحدار بيانيا

ومن هذا الخط يمكن استخراج كمية إحصائية يطلق عليها معامل الانحدار Coefficient Regression ويرمز لمعامل انحدار Y علي X بالرمز bYX ، ومعامل انحدار X علي Y بالرمز bXY .

X تعني المتغير المستقل الذي يؤثر على المتغير التابع .

E تعني الخطأ العشوائي وهو الفرق بين القيمة الفعلية للمتغير التابع والمقدرة في المعادلة .

٢-٣-١. معادلة تقدير معامل انحدار Y على X (b_{YX}) ومعامل انحدار X على Y (b_{XY}).

$$b_{YX} = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sum (X - \bar{X})^2} = \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} \quad (١.١٣)$$

$$b_{XY} = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sum (Y - \bar{Y})^2} = \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}} \quad (١.١٤)$$

ويمكن التنبؤ بقيم المتغير Y من معرفتنا لقيم المتغير X (أو العكس) وسوف نرمز للقيمة المتنبأ بها بالرمز $(\hat{y})$ وتنطق Y " هات " وتكون المعادلة:

$$\hat{y} = bx + a \quad (١.١٥)$$

ويمكن تحديد قيمتا a و b باستخدام الصيغتين التاليتين :

$$\therefore b = r \frac{S_y}{S_x} \quad (١.١٦)$$

$$\therefore a = \bar{y} - r \frac{S_y}{S_x} (\bar{X}) \quad (١.١٧)$$

$$\therefore a = \bar{y} - b\bar{X} \quad (١.١٨)$$

أى أن

$$a = \frac{\sum xy - b \sum x}{n} \quad (١.١٩)$$

كما يمكن كتابة صيغة معادلة الانحدار أيضا على النحو التالى :

$$\hat{y} = r \frac{S_y}{S_x} (X) + \left(\bar{y} - r \frac{S_y}{S_x} (\bar{X}) \right) \quad (١.٢٠)$$

أى أن معامل الانحدار Regression Coefficient عبارة عن :-

$$b_{yx} = \frac{\text{COV}_{xy}}{\text{var}_x} = \frac{\text{التغاير بين } x, y}{\text{تباين } x}$$

مثال ٩:

ما قيمة $\hat{y}$ المتنبأ بها عندما $X = 8$ وذلك في إطار البيانات التالية:

$$\bar{X} = 8 \quad S_x = 2.1 \quad \bar{y} = 75 \quad S_y = 12.8 \quad r = 0.60$$

الحل

$$\hat{y} = 0.6 \frac{12.8}{2.1} (8) + \left(75 - 0.6 \frac{12.8}{2.1} (8) \right)$$
$$\hat{y} = 0.6(6.095)(8) + (75 - 0.6(6.095)(8))$$

وهذا يعنى أن متوسطى المتغيرين X و y يقعان على خط الانحدار وهما (, 8
75) وإذا وضعنا كل قيم X فى معادلة الانحدار فإن قيم $\hat{y}$ المناظرة لها تقع على
خط الانحدار . وهذا الخط هو أفضل خط انحدار best- fitting line لأنه
يكون أقرب من أى خط آخر فى العبور بتوازن بين نقاط الانتشار .
ولذلك إذا قمنا بقياس المسافات من خط الانحدار ($\hat{y}$) إلى كل نقطة بشكل
الانتشار (y) فإننا نحصل على الفروق ($y - \hat{y}$) فإذا ربعنا هذه الفروق
 $(y - \hat{y})^2$ فإن خط الانحدار يعطى أقل فروق مربعة ويسمى ذلك بطريقة أدنى
المربعات method of least square ومعادلة الانحدار يجب أن تحقق محك
أدنى مربعات الانحرافات $(y - \hat{y})^2$.

وإذا أردنا رسم خط الانحدار ، فإننا نعوض فى معادلة الانحدار بقيمتين لـ X
للحصول على القيمتين المتناظرتين لـ y (يفضل الحصول على ثلاثة نقاط لمزيد
من الدقة فى الرسم) وللسهولة يمكن للباحث أن يعوض فى المعادلة بالقيمتين 0
و $X = \bar{X}$.

٢-٣-١. الارتباط الخطي : Linear correlation

الارتباط هو ميل ظاهرتين إلى التغير معاً ، إما في اتجاه واحد (ارتباط طردى) أو في اتجاهين متضادين (ارتباط عكسى) بسبب وجود علاقة مشتركة بينهما ، أو لوجود مؤثر ثالث يؤثر عليهما معا .

نوع العلاقة:

١. إذا كانت إشارة معامل الارتباط سالبة (أى أن قيمته أقل من الصفر) فإن هذا يعنى وجود علاقة عكسية بين المتغيرين أو بمعنى آخر فإن زيادة أحد المتغيرين يصاحبه انخفاض في المتغير الثاني والعكس .

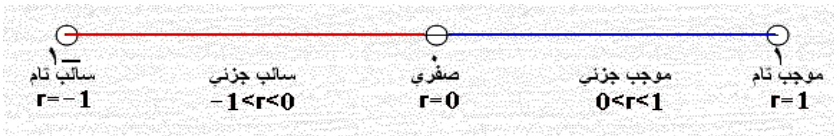
٢. إذا كانت إشارة معامل الارتباط موجبة ($r > 0$) فإن هذا يعنى وجود علاقة طردية بين المتغيرين ، بمعنى أن زيادة أحد المتغيرين يصاحبه زيادة في المتغير الثاني والعكس .

٣. إذا كان معامل الارتباط قيمته صفراً ($r = 0$) دل ذلك على انعدام العلاقة بين المتغيرين .

قوة العلاقة:

وتكون درجة العلاقة قوية عندما تكون قيمة معامل الارتباط ± 1 وتكون العلاقة هنا تامة في حين تضعف درجة العلاقة كلما اقتربت القيمة من الصفر .

أى أن الحكم على قوة العلاقة يكون من حيث درجة قربها أو بعدها عن ± 1 ، حيث أن قيمة معامل الارتباط تقع في المدى ($-1 < r < 1$) ونوضح قيمة معامل الارتباط كما فى شكل (٣) .

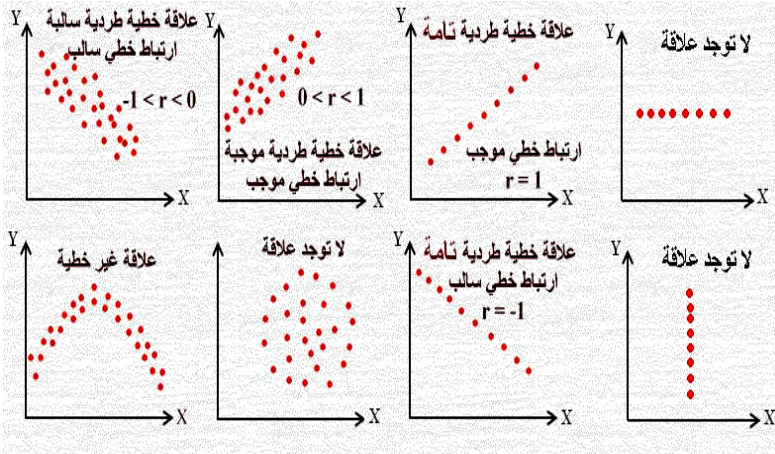


شكل (٣) يوضح درجات قوة معامل الارتباط

شكل العلاقة (الانتشار)

إذا أخذنا (X, Y) كقيم متناظرة لمتغيرين وقمنا بتمثيلها في مستوى الإحداثيات وحصلنا على الأشكال التالية شكل (٤):

قد تأخذ العلاقة شكل خطي ، وفي هذه الحالة تمثل نقاط شكل الانتشار إلى أن تكون على شكل خط مستقيم ويمكن رسمه عبر منتصف نقاط البيانات بالشكل الذي يساعد في إظهار العلاقة. والاستخدام الشائع للارتباط هو قياس العلاقة الخطية المستقيمة ، ويجب أن نعرف أن هناك أشكال لعلاقات أخرى ، وأن هناك ارتباطات خاصة تستخدم لقياسها . وتبدو الأهمية التطبيقية لمعامل الارتباط وهو التنبؤ ، بحيث إذا عرفنا أن هناك ارتباط قوى بين متغيرين ، فمن الممكن أن نستخدم أحد المتغيرين في التنبؤ بدقة بالمتغير الآخر .



شكل (٤) يوضح أشكال العلاقات الارتباطية المختلفة

٣-٣-١. حساب معامل الارتباط الخطي

ولحساب معامل الارتباط في العينة، تستخدم صيغة " بيرسون " التالية :

$$r_{xy} = \frac{\sum XY - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n}}{\sqrt{\sum X^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} \sqrt{\sum Y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}}} \quad (١.٢١)$$

$$\text{أو} \quad r_{xy} = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{(\sum (X - \bar{X})^2)} \sqrt{(\sum (Y - \bar{Y})^2)}} \quad (١.٢٢)$$

$$\sum x^2 = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} = \sigma^2_x$$

$$\sum Y^2 = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} = \sigma^2_Y$$

$$\sum xy = \sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n} = \text{cov}_{xy}$$

حيث أن :

$$S_{xy} = \sum (x - \bar{x})(y - \bar{y}) / (n - 1) \text{ هو التغاير بين } (y, x)$$

$$S_x = \sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 / (n - 1)} \text{ هو الانحراف المعياري لقيم } (x)$$

$$S_y = \sqrt{\sum (y - \bar{y})^2 / (n - 1)} \text{ هو الانحراف المعياري لقيم } (y)$$

$$SE_r = \sqrt{1 - r^2 / (n - 2)} \text{ والخطأ القياسي لمعامل الارتباط هو}$$

ويمكن حساب معنوية معامل الارتباط عن طريق حساب قيمة T المحسوبة

$$T = r \sqrt{n - 2 / (1 - r^2)} \text{ وتقارن ب T الجدولية حيث قيمة T المحسوبة}$$

مثال (١٠) سوف نستخدم فيه بيانات مثال ٨ السابق

المطلوب حساب معامل الانحدار والارتباط من مثال رقم ٨ السابق بين كل من

محيط الصدر بالسم (X) ووزن الأبقار بعد الولادة بشهر (Y).

الحل:

أولا حساب معامل الانحدار الخطى:

$$b_{yx} = \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} = \frac{172261 - \frac{2940 \times 9012}{15}}{577246 - \frac{(2940)^2}{15}}$$
$$= \frac{1772261 - 1766352}{577246 - 576240} = \frac{5909}{1006} = 5.87 \text{ kg}$$

ومعنى أن معامل انحدار Y على X = ٨٧, ٥ كجم أى أن كل زيادة فى محيط الصدر ١ سم يتبعه زيادة فى وزن البقرة بـ ٨٧, ٥ كجم.

كما يمكن الاستفادة من معامل الانحدار بالتنبؤ بقيمة المتغير y من معرفتنا لقيم المتغير X (أو المنبأ) من المعادلة السابقة $\hat{y} = bx + a$ فإذا كان محيط الصدر للبقرة هو (X = ١٨٥ سم) فإن وزنها المتوقع يكون:

$$\hat{y} = \bar{Y} + b_{yx} (x - \bar{x}) = 600.8 + 5.87 (185 - 196)$$
$$= 600.8 + 5.87 (-11) = 600.8 + (-64.57) = 536.23 \text{ kg}$$

ثانيا حساب معامل الارتباط الخطى:

$$r_{xy} = \frac{\sum XY - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n}}{\sqrt{\sum X^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} \sqrt{\sum Y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}}}$$
$$= \frac{1772261 - 1766352}{\sqrt{577246 - \frac{(2940)^2}{15}} \sqrt{5455314 - \frac{(9012)^2}{15}}}$$
$$= \frac{5909}{\sqrt{1006} \sqrt{40904}} = \frac{5909}{6415} = 0.92$$

وهذا يعنى أن هناك علاقة ارتباط موجبة قوية (عالية) بين الصفتين المدروستين فى المثال السابق.

مثال ١١ (للحل)

لديك البيانات التالية عن طول الساق (X) ووزن الجسم (Y) لعدد ٢٠ دجاجة فيومي عند عمر عشرة أسابيع - المطلوب حساب مقاييس التشتت والتلازم التي درستها من هذه البيانات مع التنبؤ بوزن الدجاجة عندما يكون طول ساق الدجاجة ٩ سم .

مربعات وحاصل ضرب المتغيرات			الانحرافات عن المتوسط		وزن الجسم بالجرام	طول الساق سم	رقم الطائر
y^2	xy	x^2	$y - \bar{y}$	$x - \bar{x}$	Y	X	
					850	8.5	1
					875	8.0	2
					980	8.0	3
					595	6.5	4
					625	7.5	5
					810	7.5	6
					915	8.5	7
					880	8.0	8
					750	8.0	9
					680	7.5	10
					530	6.5	11
					700	7.8	12
					680	7.0	13
					1020	8.5	14
					850	7.8	15
					525	6.5	16
					625	8.5	17
					650	7.0	18
					825	8.5	19
					425	6.0	20
							Sum

٤-١ تحليل التباين واختبار معنوية F Analysis of Variance (ANOVA)

تحليل التباين يختبر ما إذا كانت المتوسطات كلها متساوية مرة واحدة دون أخذهم اثنين - اثنين ودون أن ينخفض احتمال اتخاذ قرار صحيح أو يزيد احتمال الخطأ عند اتخاذه . وهو الذي يسمى اختصاراً ANOVA وهو اختصار للمصطلح الإنجليزي Analysis of Variance .

ويعتمد هذا الأسلوب من أساليب التحليل الإحصائي على ما يعرف باختبار F والذي يعتمد أساساً على تحليل التباين . ونعلم مما سبق أن التباين ما هو إلا متوسط مربعات الانحرافات القيم عن متوسطها الحسابي . أي أن التباين يعتمد أساساً على مجموع مربعات ثم القسمة على عدد المشاهدات . ويعتمد أسلوب تحليل التباين على تقسيم مجموع المربعات الكلي إلى أقسام فيمثل كل منهما أو يقيس أحد مصادر التغير أو الاختلاف Source of Variation يمثل أحدها - مثلاً - التغير بسبب المعاملات (أو المجتمعات) المختلفة ، ويمثل آخر التغير بسبب الأخطاء ثم تعرف الإحصائية (أو الاختبار) F بأنها خارج قسمة التباين بسبب المعاملات على التباين بسبب الأخطاء وهكذا . أي أنه يتم حساب التباين بسبب المعاملات ، والتباين بسبب الأخطاء فنحصل على قيمة F المحسوبة وبمقارنة هذه القيمة بالقيمة الجدولية F نصل إلى قرار إما بقبول الفرض العدمي أو عدم قبوله عند مستوى المعنوية المطلوب . ولتحليل التباين تطبيقات كثيرة في مختلف المجالات .

وسوف نتناول هنا أبسط حالة لتحليل التباين وهي التي تسمى التصنيف الأحادي One - Way Classification مع العلم بأن هناك حالات أخرى

كثيرة لتحليل التباين منها على سبيل المثال التصنيف الأحادي في حالة اختلاف أحجام العينات وتحليل التباين الثنائي Two-way Analysis لكننا لن نتعرض في هذا الكتاب سوى لأبسط حالة وهي حالة التصنيف الأحادي بافتراض تساوي أحجام العينات .
ويكون جدول تحليل التباين كالتالى :

مصادر التباين Source Of Variation (S.O.V)	درجات الحرية d.f	مجموع مربعات الانحرافات Sum of squares (SS)	متوسط مربعات الانحرافات Mean squares (MS)	F قيمة F value
بين السلالات Bet. breeds	B-1	$SSb = \frac{\sum X_i^2}{b} - C.F.$	SSb/df	$F = \frac{MSb}{MSE}$
داخل السلالات أو الخطأ Within breeds or Error	Total - breed	$SS_E = SS_T - SS_b$	SS_E/df	
المجموع الكلي Total	T-1	$SS_{Total} = \sum_i \sum_j X_{ij}^2 - C.F.$		

مثال ١٢

فيما يلي عدد البيض الناتج من أربعة دجاجات من نوعين من الدجاج

السلالة	عدد البيض فى ١٠ أيام			
الليجهورن	٨	٩	٤	٤
الفيومى	٧	١	٥	٢

المطلوب عمل جدول تحليل التباين واختيار F بين النوعين
الخطوات

أولا حساب معامل التصحيح (C.F) Correction factor

إعتبار أن المجموعتين مجموعة واحدة ونحسب لهم ما يسمى بمعامل التصحيح عن

طريق أخذ مجموعهم تربيع مقسوم على عددهم أى

$$(\sum X)^2 / n \quad (12-2)$$

= مجموع مربعات الانحرافات الكلية - مجموع مربعات الانحرافات بين السلالات

$$\text{Within S.S.} = \text{TSS} - \text{Bet S.S.}$$

$$43,5 = 12,5 - 56 =$$

ويمكن الحصول على طريقة أخرى وهى اعتبار كل سلالة مستقلة وبحسب

مجموع مربعات الانحرافات لكل مجموعة عن متوسطها ثم يجمع الناتج

$$[\sum X_1^2 - (\sum X_1)^2/N] + [\sum X_2^2 - (\sum X_2)^2/N] \quad (١.٢٥)$$

يتم تفريع النتائج السابقة فى جدول تحليل التباين

ANOVA

S.O.V	d.f	S.S	M.S	F
Total الكلى	N-1	56	56/7=8	
Bet بين السلالات	B-1	12.5	12.5/1 =12.5	F=12.5/7.25 =1.72
Within داخل السلالات	Total-Bet.	43.5	43.5/6 =7.25	

$$\text{S.S} = \text{M.S} * \text{d.f}$$

$$\text{M.S} = \text{S.S}/\text{d.f}$$

$$F = \text{M.S Bet.}/\text{M.S Within}$$

مثال ١٣ (للحل)

فيما يلي أوزان بعض الأبقار من سلالاتي الفريزيان والبلدي عند عمر ثلاث أشهر

بالكجم :

المجموع	الأوزان						السلالة
٥٨٢	١٠٤	٩٠	٩٤	٩٦	١٠٠	٩٨	فريزيان
٤٣٣	٧٠	٧٢	٦٣	٨٦	٧٠	٧٢	بلدى

المطلوب عمل جدول تحليل التباين واختبار معنوية F بين السلالتين على اعتبار

أن F الجدولية ٩٦, ٤ على مستوى ٥% ، ١٠٤ على مستوى ١%)

**الملحق الثانى
المبادئ الأساسية فى
علم الوراثة اللازمة
لتربية الحيوان**

الملحق الثانى

المبادئ الأساسية فى علم الوراثة اللازمة لتربية الحيوان

كان الإنسان قديما يعتقد أن الكائنات الحية قد خلقت من جمادات وأخذ يهتم بالتشابه بين الابن وأبيه ولم يجد تفسيراً أو تعليلاً لهذا التشابه حتى القرن الثامن عشر وظهور آراء لامارك Lamark الذى أشار فيها إلى حدوث التطور فى الطبيعة وأن الكائنات الحية تنشأ من كائنات حية مثلها وسابقة لها فى الوجود . وسار على نهجه كثيرون إلى أن ظهر كتاب أصل الأنواع لدارون عام ١٨٥٩ والذى نسب فيه نشوء الأنواع إلى قانون الانتخاب الطبيعى Law of natural selection .

إن المتأمل فى العلاقة المتنقلة بين الأفراد من جيل إلى جيل يجد أن الأساس فيها عبارة عن جاميطة (خلية جرثومية أى تناسلية) تأتي من الأب لتتحد مع أخرى تأتي من الأم لتكوين الزيجوت والذى بدوره ينمو ليكون الجنين الذى ينمو أيضاً بدوره إلى الفرد الكامل والذى يكون قادر فى وقت من الأوقات على أن يعطى جاميطات لتتحد مع جاميطات الفرد الآخر لتعيد دورة الحياة مرة أخرى وتنتج أفراد شبيهة بالآباء وهكذا – أى أن الله سبحانه وتعالى قد جعل فى هذه الخلايا (الجاميطات) التى لا ترى إلا بالميكروسكوب كل ما يلزم من وراثة لجميع الصفات التى يحملها الفرد والتى ينشأ عنها تشابه أفراد النوع الواحد عن بقية الأنواع – والتى غالباً لا تسترعى انتباه كثير من الناس نظراً لكثرة حدوثها – حيث نجد أن الكائنات الحية تتزاوج وتنتج أفراد مثلها (شبهها) فالإنسان ينتج إنسان والأبقار تنتج أبقار والخيول تنتج خيول وهكذا .

* المصدر طنطاوى (١٩٦٧، ٦٣) ، جلال وكرم (٢٠٠٣) ، البربرى

وعلم الوراثة (Heritance (or Genetic) هو ذلك العلم الذى يختص بدراسة القدرة التوريثية للأفراد ومدى التباين بينها أى أنه يبحث فى أسباب التشابه والاختلافات التى تنشأ من جيل إلى آخر ، وتعرف القدرة التوريثية بأنها عبارة عن درجة التشابه بين الأفراد التى بينها صلة قرابة مثل الأخوة الأشقة Full sibs والأخوة أنصاف الأشقة Half sibs بينما يعرف التباين بأنه درجة الاختلاف بين التراكيب الوراثية للأفراد من نفس النوع .

ويعتبر القس النمساوى جريجور مندل Gregor Mendel (١٨٢٢ – ١٨٨٤) هو مؤسس هذا العلم وجدير بالذكر أن هذا العلم يتطور بشكل سريع جدا وخاصة فى السنوات الأخيرة وظهر ما يسمى بالهندسة الوراثية والبيولوجيا الجزيئية والاستنساخ . . . الخ من مراحل التطور التى مر ويمر بها .

٢-١- التركيب الوراثى Genotype

وهو عبارة عن مجموع الجينات التى يحتويها الفرد وتتحكم فى صفة بعينها – فمثلا هذا فرد تركيبه (محتواه) الوراثة AA وذاك تركيبة الوراثة aa وهكذا فإن الأفراد تختلف فى محتواها الجينى أى الوراثة (أى من الجينات) .

٢-٢- الشكل المظهرى (المظهر الخارجى) Phenotype

أى ما تظهر به الأفراد حاملة التراكيب الوراثية المختلفة فنجد أن هذا الفرد ذو لون أحمر وذاك أبيض وهذا قصير والآخر طويل وهكذا وفى كثير من الحالات قد يتشابه فردان فى المظهر الخارجى فى حين أنهما مختلفان فى التركيب الوراثة - وهذا يكون راجع إلى حالة (نوع) التأثير الذى يؤثر به الجين على الصفة من سيادة وتنحية وتفوق الخ - فمثلا قد تكون الأفراد ذات التركيب الوراثة BB أو Bb سوداء اللون بالرغم من اختلافهم فى المحتوى الوراثة

(الجيني) ويكون ذلك راجع إلى سيادة الجين B على الجين b فتظهر الأفراد بمظهر خارجي واحد .

٢-٣- **تعبير الجين (تأثير الجين)** Type of gene effect (or action)
يقصد بتعبير أو تأثير الجين الصورة التي يعبر بها الجين عن نفسه لإظهار تأثيره في صفة معينة ومن التعبيرات (التأثيرات) التي يعبر بها الجين عن نفسه ما يلي:

١-٢-٣- **التأثير التجمعي (المضيف)** Additive effect
التأثير المضيف للجين ما هو إلا درجة تأثير الجين نفسه بغض النظر عن تأثير صفة (أى الأليل الآخر) والتأثير المضيف لزوج من الجينات هو مجموع تأثير هذا الزوج . ولتوضيح ذلك نفرض أن لدينا جينا (أليلا) M ذو قيمة مقدارها 2 وأليله الآخر هو m ذو قيمة مقدارها 2- وتأثير هذا الزوج تجمعي (مضيف) - وعليه فإن التراكيب الوراثية المتوقعة وقيمتها الوراثية الناتجة عن تأثير هذا الزوج يكون كالتالى :

القيمة الوراثية	التركيب الوراثي
$2+2=4$	MM
$2-2=zero$	Mm
$(-2)+(-2)=-4$	mm

ومثال آخر على هذه الحالة هو اللون فى أبقار الشورتهورن - حيث يتحكم فى لونها زوج من الجينات هو (W) والمسئول عن اللون الأحمر وأليله (w) والمسئول عن اللون الأبيض والجين W ليس سائد سيادة تامة على الجين w ولذلك تظهر الأفراد ذات التركيب الوراثي Ww طوبية اللون وليست حمراء اللون وتكون نسب التراكيب الوراثية متساوية مع نسب مجاميع الشكل المظهرى فى الجيل الثانى (1 أبيض : 2 طوبى : 1 أحمر) .

٢-٢-٣. التأثير السيادة Dominant effect

فى حالة التأثير الوراثى السيادة نجد أن أحد الأليلات يسود على الآخر تماما ويمنع ظهور تأثيره والمثال على هذه الحالة هو اللون فى أبقار الأبردين أنجس حيث نجد أن الأليل B يتحكم فى اللون الأسود وهو سائد على أليله b والذي يظهر اللون الأحمر ولذلك نجد أن الأفراد BB, Bb تظهر باللون الأسود بالرغم من اختلافهما فى التركيب الوراثى بينما تظهر الأفراد bb باللون الأحمر أى أن وجود B مع أليله b يمنع من ظهور تأثيره ويسود عليه وتسمى هذه الحالة بالسيادة التامة ويعبر عن ذلك أن $bb=BB$ (مظهريا) .

وقد تكون السيادة غير تامة incomplete dominance أى أن الخليط لا يساوى تماما السائد الأصيل .

٢-٢-٣. التأثير التفوقى (تفاعل أو تداخل الجينات)

Epistatic effect interaction or genes

وفى هذه الحالة يتفوق تأثير زوج من الأليلات على الزوج الآخر الموجود فى مواقع أخرى فى التركيب الوراثى للفرد ولذلك تسمى هذه الحالة بالتداخل بين أزواج الجينات أو الأليلات ويشبه التفوق حالة السيادة التامة إلا أن السيادة التامة تكون بين العوامل الأليلية (الأيلومورفية) أى بين A, a بينما التفوق يكون بين العوامل غير الأليلية (الغير أيلومورفية) أى بين A, a من جهة مع عوامل غير أليلية مثل B, b ويسمى العامل الذى يمنع ظهور تأثير عامل آخر غير أليلى (غير اليلومورفى) باسم العامل المتفوق (أو المانع) Epistatic or inhibitor gene بينما يسمى العامل الآخر الذى لا يظهر تأثيره باسم المتفوق عليه Hypostatic. فمثلا فى دجاج الليجهورن الأبيض وجد أن سبب اللون الأبيض هو وجود جين سائد I وهذا الجين يمنع فعل الجين المسئول عن إنتاج صبغة الميلانين فى الريش وعند غياب هذا الجين أو وجوده فى حالة متنحية ii تظهر الأفراد بريش ملون

ويفهم من هذه الحالة أن الجينات تتفاعل مع بعضها لإنتاج صفة معينة وأحيانا تسمى بالجينات المكملة Complementary gene حيث أن الجين C المسؤول عن إنتاج اللون لا يظهر أثره هنا في هذه الحالة إلا في وجود التركيب الوراثي ii لذلك تظهر الأفراد IiCc بيضاء (عديمة اللون) بينما تظهر الأفراد iiCc ملونة ويمكن للأليل I، C أن يظهر سيادة أو تجمعاً كل داخل موقعة مع الأليل المقابل له .

لون الريش الأبيض في سلالة دجاج الليجهورن هو اللون السائد على معظم ألوان الريش في السلالات الأخرى للدجاج .

بينما يكون لون الريش الأبيض متنحياً أمام ألوان الريش الملون في سلالات أخرى

لون الريش	التركيب الوراثي
ريش غير ملون (أبيض)	CCII
ريش غير ملون (أبيض)	CCii
ريش ملون	Ccii
ريش غير ملون	CcII
ريش غير ملون	CcIi
ريش غير ملون	ccii

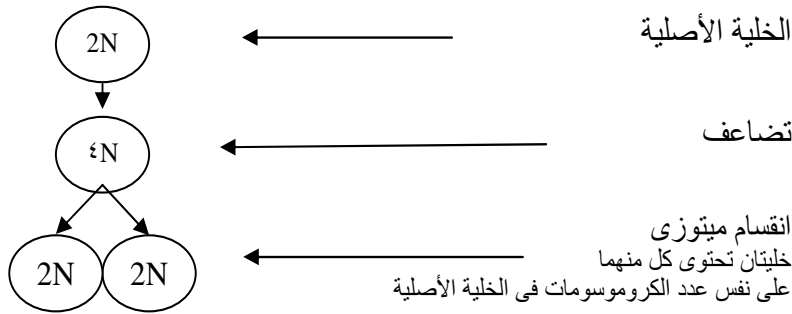
مثل سلالة دجاج الوايندوت . وقد أوضحنا التجارب أن سلالة الليجهورن الأبيض يحتوي على العامل السائد C ولكن أيضاً تحوي على العامل السائد الآخر (I) الذي يمنع العامل السائد C من إظهار أي تأثير في تكوين لون الريش .

إذاً سلالة الليجهورن هي سلالة ملونة ولكنها تبدو بيضاء لوجود العامل المانع (I) . أما سلالة دجاج الوايندوت يكون تركيبها الوراثي ccii .

الأباء	ليجهورن أبيض	×	وايندوت أبيض	
	CCII		ccii	
	أفراد بيضاء		(CcIi)	
F1				
F2				
٩	C-I-		ريش أبيض	المجموع: ١٣
٣	ccI-		ريش أبيض	
١	ccii		ريش أبيض	
١	C-ii		ريش ملون	

٣-٣. الانقسام الميتوزى Mitosis division

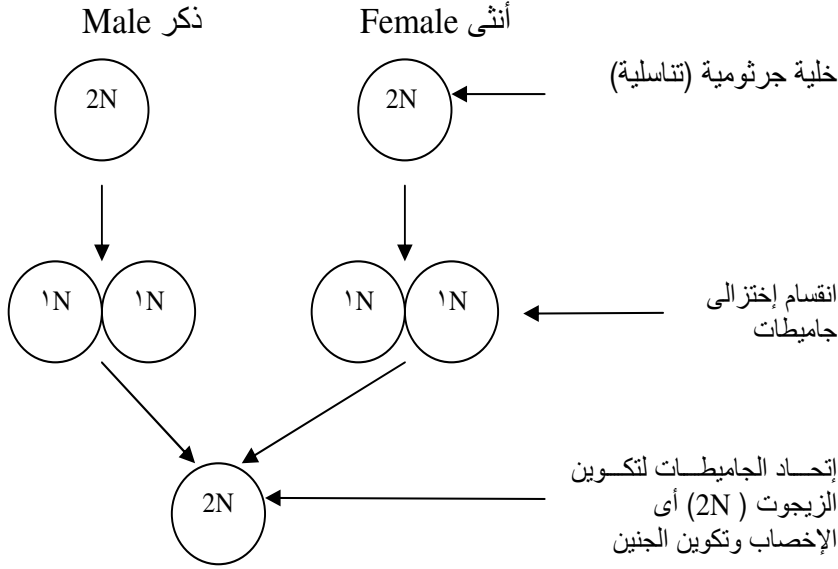
وفى هذا الانقسام يتضاعف عدد الكروموسومات قبل الانقسام وتأخذ كل خلية جديدة نصف هذا العدد المتضاعف ويتم هذا الانقسام فى جميع الخلايا الجسمية (Somatic cells) أو الخلايا الخضرية والتي تشمل كل أنسجة الجسم ما عدا الأنسجة التناسلية المنتجة للجاميطات والخليتين الناتجتين عن الانقسام تكونان متماثلتين وتحمل كل منها نفس عدد الكروموسومات التى تحتوى الخلية الأصلية ويتم النمو فى الجسم وتكون الأجزاء المختلفة عن طريق هذا الانقسام . ويبين الشكل (١) التالى كيفية حدوث الانقسام الميتوزى :



شكل (١) كيفية حدوث الانقسام الميتوزى

٣-٤. الانقسام الميوزى (الاختزالي) Miosis (Reductional) division

ويسمى أيضا بتكوين الجاميطات حيث تتكون الجاميطات عن طريق هذا الانقسام حيث يحدث اختزال لعدد الكروموسومات فى الخلية الأم من $2N$ إلى N فى الخلايا الناتجة عن الانقسام ويتم هذا الانقسام فى الخلايا التناسلية فقط أى خلايا المبيض أو الخصية وعند اتحاد الجاميطة الذكرية مع الأنثوية مرة أخرى لتكوين الزيجوت Zygote يصبح عدد الكروموسومات فى الفرد الناتج $2N$ مرة أخرى (شكل ٢) حسب النوع الذى ينتمي إليه الفرد حيث يختلف عدد الكروموسومات حسب النوع .



شكل (٢) كيفية حدوث الانقسام الميوزي

ومن الأهمية أن تعرف أن النسل الناتج والمحتوى على نصف الكروموسومات من الأب والنصف الآخر من الأم يختلف عن أبوية من ناحية التركيب الوراثي وذلك لأن الجاميطات تتحد بصورة عشوائية .

ولتوضيح ذلك نجد أن الماعز يحتوى على ٣٠ زوجا من الكروموسومات وعدد التوافيق التي يمكن الحصول عليها من ترتيب تلك الكروموسومات = 230 أى = 1073741824 بينما ترتيب الجينات (المورثات) الموجودة على هذه الكروموسومات فهو لا نهائي لوجود عدد كبير منها وعلى ذلك نستنتج أن عدد الحيوانات التي لها تراكيب وراثية مختلفة سيكون أكبر بكثير من عدد الحيوانات الموجودة بالقطيع .

يحتوي جسم الثدييات المتقدمة وعلى رأسها الجسم البشري على أكثر من ١٠ تريليون خلية أى (1013)، كل خلية من هذه الخلايا تحتوي برنامج يحتوي المعلومات الضرورية للحياة (ما عدا كريات الدم الحمراء) وتنقل هذه

المعلومات من خلية إلى أخرى خلال الانقسام الميوزى والميتوزى ومن جيل إلى جيل من خلال خلايا متخصصة هي الخلايا الجرثومية Grem cells ، (البويضات Oocytes والحيوانات المنوية Spermatozoa).

تتم معظم العمليات الحيوية في الكائنات الحية بواسطة البروتينات . ويتكون البروتين من سلسلة من الأحماض الأمينية ترتب بتسلسل خطي (متعدد الببتيد) polypeptide ومن ثم يتخذ البروتين شكل ثلاثي الأبعاد أو قد ترتبط مع متعدد ببتيد آخر وهذا يؤدي إلى تحديد تخصص ووظيفة هذا البروتين . تشكل المعلومات الوراثية المخططات الأساسية لبناء البروتينات في الخلايا الحية . ولا تنتج الخلايا كل أنواع البروتينات بل تنتج مجموعة محددة تبعاً لنوع الخلية والوقت المناسب لإنتاج البروتين . وتشفر المعلومات الوراثية الخاصة بتصنيع البروتينات في وحدات خاصة تسمى مورثات أو جينات Genes .

والذى يحكم الصفات الوراثية هي الجينات . وكل صفة مسئول عنها زوج من الجينات يسمى الجينات المتقابلة أو (الأليل) . تنفصل هذه الجينات مع انفصال الكروموسومات في الانقسام الميوزى .

٣-٥. الجينات Genes

الجينات هي الوحدة الأساسية للوراثة وهي تتمثل بتسلسل في قطعة DNA تشفر لتصنيع ببتيدات متعددة. تشكل القواعد النيتروجينية الـ DNA و يوجد أربع قواعد نيتروجينية بالـ DNA هي الأدينين Adenine والجوانين Guanine والثايمين Thymine والسيتوسين Cytosine يرمز لها بـ A G T C على التوالي . تشفر الأحماض الأمينية العشرين التي تشكل الكائن الحي بواسطة شفرة من ثلاث قواعد نيتروجينية تشكل الشفرة الجينية Genetic code أو Triple codon .

تختلف أعداد الجينات في الكائنات الحية تبعاً لمدى تعقيد الكائن ، وتتراوح بين حوالى ٥٠٠٠ جين بالبكتيريا إلى ٦٢٤١ في الخمائر و ١٣٦٠١ في حشرة ذبابة الفاكهة بينما يبلغ عددها ٢٢٠٠٠ جين في الإنسان .

إن مجموع الجينات والـ DNA في كل خلية من خلايا الكائن الحي يسمى الجينوم Genome وبالمثل مجموع البروتينات في الكائن الحي يسمى البروتيوم Proteome والعلوم التي تدرس هذه المواضيع تسمى Genomics و Proteomics على التوالي.

تقع الجينات على الكروموسومات ، وهي تراكيب معقدة توجد في نواة الخلية تتكون من DNA وبروتينات خاصة وتكون الكروموسومات فى شكل أزواج ، أحدهما من الأب والثاني من الأم.

تترتب الجينات بشكل خطي على طول الكروموسوم ، ولكل جين موقع محدد على الكروموسوم يسمى Gene locus وتترتب الجينات في الكائنات المتقدمة في تسلسلات مشفرة Coding sequences وتسلسلات غير مشفرة-Non coding sequence تسمى الـ Exons و الـ Introns على التوالي.

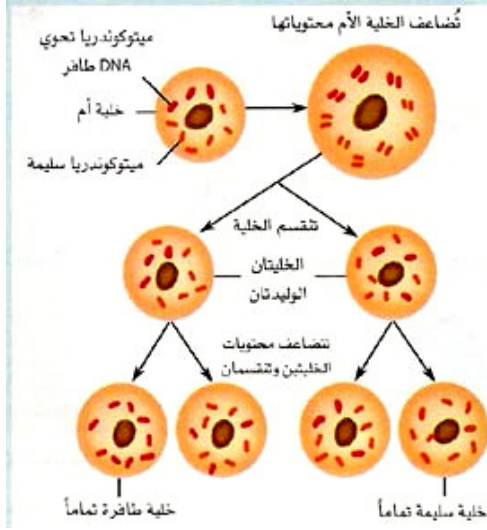
تختلف الجينات من حيث الحجم وعدد وحجم الـ exons بالإضافة إلى التسلسلات التنظيمية Regulatory sequences وتحدد التسلسلات التنظيمية حالة الفعالية الجينية التي تسمى التعبير الجيني Gene expression . معظم الجينات في الخلايا المتمايزة والمتخصصة تكون غير فعالة . وقد ثبت أن حوالى ٩٠٪ من الـ DNA للكائنات المتقدمة لا يحمل معلومات مشفرة للبروتينات .

٦.٣- الطفرة Mutation

هى عبارة عن التغيرات فى التراكيب الوراثية والتي لم تكن موجودة من قبل والتي تؤدي إلى تغيير فى المظهر الخارجى لصفات تورث من جيل إلى آخر (أى تحدث فى خلايا تناسلية)وهذا التغيير فى التركيب الوراثى قد يكون كيميائياً أو

تركيبيا أو حجما أو موضعيا أو قد يكون نتيجة لكسور أو تغيرات فى الكروموسوم نفسه وتعتبر هذه التغيرات هى التعريف المنطقي والتطبيقي بالنسبة لمربى الحيوان .

وهناك تعريف آخر للطفرة من الناحية النظرية وهو أنها أى تغير فى تكوين



الجين نفسه (أى استبعاد جميع التغيرات الناتجة عن الشذوذ الكروموسومى) ولكن لا يمكن التفريق والفصل بين التعريفين إلى الآن بسبب عدم التقدم العلمي الكافي لذلك .

وقد نشأت بعض السلالات نتيجة للطفرات مثل سلالة أنكون (شكل ٤) فى الأغنام وسلالة ريكس فى الأرانب والطفرات إما:-

- ١- متكررة وهذا هو نوع الطفرات التى يهتم بها كسبب لتغير التكرار الجيني .
- ٢- غير متكررة (نادرة) وهذا النوع قليل الأهمية فى تغير الجين أى يمكن إهماله .

شكل (٣) طفرات حدثت فى DNA الموجود فى الميتوكندريا

وتحدث الطفرات (شكل ٣) بمعدل يسمى معدل الطفرور Mutation rate وهو يتفاوت من صفة لأخرى ومن جين لأخر ومن عشيرة لأخرى . وتشير الدراسات فى هذا المجال إلى أن قيم معدلات الطفرة تتراوح من ١٠-٤ إلى ١٠-٨ فى الجيل الواحد ولهذا فإن الطفرات وحدها بالمعدلات الطبيعية لا تحدث إلا تغيرا بطيئا جدا فى تكرار الجين .



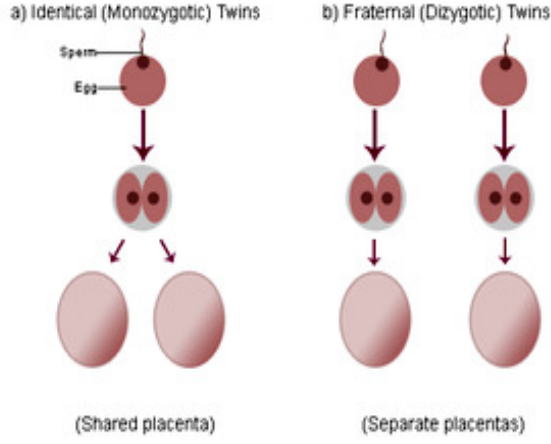
وقد استغل المزارعون
ومربو الماشية الطفرات
الطبيعية المفيدة وإكثارها
لتحسين الإنتاج النباتي
والحيواني مثال ذلك ثمار
العنب دون بذور، وسلالة
أنكون للأغنام، كما
استخدم الإنسان مسيبات
الطفرة لإنتاج صفات جيدة

وإكثارها كما في إنتاج أنواع مفيدة من البكتيريا لإنتاج عقاقير طبية.

شكل (٤) نشأة سلالة أنكون قصيرة الأرجل في الأغنام نتيجة للطفرات

٧-٣. التوائم المتماثلة (المتطابقة) (Isogenic) Identical twins

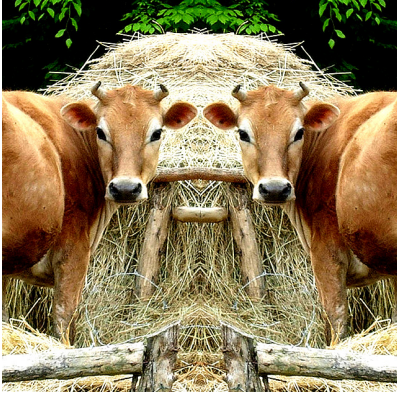
وهي التي تنتج من انقسام بويضة وحدة أخصبت بحيوان منوى واحد إلى قسمين
ينشأ عن كل واحد منهما جين ويكونان متماثلان تماما في الجنس وفي التركيب
الوراثي والشكل الخارجى كما فى (شكل ٥) ولكن مع الأخذ فى الاعتبار أن
بعض الصفات تتأثر بالوراثة والبيئة معا فى الإنسان مثلا الوزن
والشخصية). وتبلغ شبه التوائم إلى العدد الكلى للتوائم حوالى 0.07-0.09 ومن
المجموع الكلى للولادات حوالى ٠,٠٠٠٧ – ٠,٠٠٠٩ ٪ والتوائم المتطابقة
يشاركان فى مشيمة واحدة.



شكل (٥) يبين كيفية تكوين التوائم المتطابقة والغير متطابقة

<http://www.twinsclub.co.uk/articles/twin-terminology-what-does-it-all-mean.html>

(٢)



(١)



<http://www.flickr.com/photos/chrisser/6731519193/>

(٤)



http://insidestorey.blogspot.com/2013_04_01_archive.html

(٣)



<http://scienceprogress.org/2008/01/cloned-livestock-is-ok-for-food-says-fda/>

(٦)



(٥)



<http://www.tractorbynet.com/forums/attachments/photos/45440d1128106223-twin-calves-745716-twin-calves-5.jpg>

<http://www.biochem.arizona.edu/miesfeld/teaching/Bioc471-/pages/Lecture20/Lecture20.html>

شكل (6 من ١-٦) التوائم المتماثلة (المتطابقة) (Isogenic) Identical twins.

٨-٣ التوائم الغير متماثلة (الغير متطابقة) Fraternal twins

وهى التوائم الناتجة عن بويضتين أخصبت كل منهما بحيوان منوى مستقل (شكل 1-7) فيتكون عن ذلك فردين ذكرين أو أنثيين أو ذكر وأنثى وعادة التوائم غير المتماثلة يكون كل واحد فى مشيمة مستقلة . وجدير بالذكر أن حالة التوائم غير المتماثلة (ذكر وأنثى) معا قد وجد أن ٩٠٪ من الإناث المولودة فى هذه الحالة فى الحيوانات الكبيرة تكون عقيمة ويطلق عليها فريمارتن Freemartin حيث يؤدى اتصال جهاز الدورة الدموية بالأنثى الجنين بجهاز الدورة الدموية للذكر الجنين (فى الرحم) إلى تأثر جهاز الأنثى بالهرمونات الذكورية كوجود القضيب الأثرى والخصيتين غير الكاملتين النمو والتكوين وبالإضافة إلى صغر حجم الضرع وعدم نموه أما إذا كان هناك عدم اتصال بالدورة الدموية فإن الأنثى المولودة تكون طبيعية وخصبة .

(١)



شكل (٧-١) الصورة لتوائم غير متطابقة من بقرة سمنتال تم تلقيحها من ثور أبردين أنجس

<http://www.dailymail.co.uk/news/article-1165066/Miracle-twins-just-load-bull-Farmer-stunned-cow-gives-birth-different-breeds.html>

(٢)



شكل (٧-٢) التوائم الغير المتطابقة Fraternal twins

http://ukcows.com/holsteinuk/publicweb/News/HUK_Article.aspx?ArticleID=1633

٩-٣- التآسل (أو الارتداد) (Atavism (or Reversion))

تعبير التآسل أو الارتداد يعنى العودة أو ظهور صفات الأسلاف التى ابتعدت عنها الأنسال السابقة فمثلاً ظهور فرد أحمر اللون من سلالة الأبردين أنجس عُرف عن هذه السلالة أنها تتوارث اللون الأسود لأجيال عديدة يدل على أنه بسبب أن كل الأبوين يعطيان الأليل الذى يظهر اللون الأحمر (أى أن الأبوين لا بد أن يكونا خليط) وقد تحمل الجينات المتنحية وتختفى مع الجينات السائدة لعدة أجيال وعندما يغيب الجيل السائد فإن الصفة المرتدة Atavism تظهر للعيان أى أن التآسل أو الارتداد ما هو إلا إعادة الظهور الفجائى لبعض صفات الأسلاف

وليس فى هذه الظاهرة أى غموض حيث تعتبر أحد السلوك الميكانيكى للمظاهر الوراثية .

٣-١٠. التأثير الأمي (تأثير الأم) Maternal influence

ويقصد بها التعبيرات أو التأثيرات الأمية (صفات الأموية) والتي تؤثر على النسل أو تترك بصمات معينة على هذا النسل .

وكان قديماً يطلق بعض الناس على هذا الأثر ما يسمى بالوحام (أو الوحمة) فى الإنسان ولكن هذا الأمر خطأ وليس له أساس من الصحة وقد أوضح العالم Marshall (١٩٦٩) أن هذا الأمر لو كان صحيحاً لكانت العجول التى تولد فى الأماكن التى يكسوها الثلوج بيضاء اللون وتلك التى تولد فى المناطق ذات المراعى تكون خضراء اللون وأيضاً فإن المحافظة على النسل من هذه التأثيرات تعتبر من الأمور الربانية التى أنعم الله بها على النسل ليحميه من التشوهات والهيئات غير طبيعية .

لكن ما يجب توضيحه أيضاً هو أن الأم توفر للنسل بيئات متفاوتة سواء فى الرحم (فى الحيوانات المولودة) ويسمى هذا التأثير بالـ Prenatal maternal effect أو فى البيض فى حالة الطيور أو المساعدة فى تنشئته فى فترة ما قبل الفطام (فترة الرعاية) ويسمى هذا التأثير بالـ Post-natal maternal effect وهذه الآثار تؤثر على الصفات الاقتصادية للنسل لا عن طرق البيئة الأمية فحسب بل عن طريق الجينات التى تورثها إياها الأم .

حيث أنهم وجدوا أن بعض الجينات توجد فى الميتوكوندريا وتورث عن طريق الأم وتحملها وتؤثر فى صفات الأموية أو ما يعرف باسم خاصية الأموية Mothering ability لذا وجب فصل الأثر الأمى فى تقييم النسل أو الخلطان عن الآثار الأخرى .

ولنضرب مثال:

- إذا تزواج ذكر A من سلالة معينة مع أنثى B من سلالة أخرى وينتج عن هذا التزاوج نسلًا وزنه عند الميلاد 30 كجم وعند التلقيح الثانى أى $A \times B$ (أى B الذكور و A هى الأنثى هذه المرة) ينتج عن هذا التزاوج نسلًا وزنه عند الميلاد 40 كجم فالواضح من التزاوجين AB ، BA أنهما لا يختلفان فى شئ وراثى إلا الارتباط بالجنس إذا كان هناك فيه اختلاف لكنهما مختلفان فى التأثير الأمى (البيئة الأمية) وهذا يعنى أن السلالة B تزيد (تتفوق) فى البيئة الأمية بمقدار 10 كجم عن السلالة A ولذا يجب أن يؤخذ هذا التأثير فى الحسبان كما سيأتى الإشارة إليه فى عمليات الخلط والأنسال الناتجة . وكلمة أخيرة أيضا قد يكون الأثر الأمى هذا راجع إلى مقدرة التوافق الخاصة بكل سلالة .

١١.٣- Telegony

تعبير يطلق على الأنثى التى تلد مولوداً من ذكر معين ويبقى تأثير هذا الذكر واضحاً على أبناء تلك الأنثى التالية بالرغم من أنها لقحت من ذكر آخر فى كل حالة بعد الولادة الأولى .

والمثال على هذه الحالة هو أن فرساً ولدت مولوداً من ذكر الكواجه Quagga (وهو حيوان نادر يشبه الحمار الوحشى) ولكن بعد ذلك أخذت تلد أمهارةً (Colts) بعد تلقيحها من ذكور الخيول وكان أثراً من الخطوط والجلد المقلم يظهر على هذه الأمهارة بالرغم من عدم علاقتها بالحمار الوحشى وأنها أبناء لخيول نقية .

وقد جرت محاولات عديدة لتثبيت هذه الحالة بتلقيح الأفراس بالحمير الوحشية إلا أنها باءت جميعاً بالفشل ومن الممكن إدراج هذه الصفة تحت الصفات المكتسبة حيث أنها ليس لها أساس وراثي إلى الآن .

١٢-٣. الصفات المكتسبة Acquired characters

يقصد بهذا المصطلح إمكانية إحداث الصفة في الجسم لفرد ما بقوى بيئية بحيث يصبح هذا التعبير جزءاً من بروتوبلازم الخلايا ويمكن نقل هذه الصفة إلى الأجيال المستقبلية وفي الحقيقة فإن البيئة تعمل على تنشيط الإمكانات المتوفرة والموجودة إلا أنها لا تحور في الجينات أى أنها تؤدي إلى ظهور العوامل الوراثية بصورة مثالية إذا كانت هذه الظروف البيئية في صالح الصفة .

١٣-٣. الدم Blood

يستخدم تعبير الـ Blood (أو الدم) في تربية وتحسين الحيوان للتعبير عن التوارث (الوراثة) Inheritance فمثلاً يقال أن حيوان له (٣/٤) دم ذكر معروف أو مشهور أو نصف دم Half-blood وهذه الكسور تعنى العوامل الوراثية التى يحملها الفرد وأنها أتت من المصدر المشار إليه .

١٤-٣. الاحتمالات وعلاقتها بالوراثة Probability and their relation to genetics

تعتبر نظرية الاحتمالات وقوانينها من الإحصاءات الهامة التى ساهمت فى وضع الأسس الرياضية لعلم الوراثة ولذا لابد من الإشارة بإيجاز إلى هذه النظرية وعلاقتها بالوراثة .

إن كلمة الاحتمال تستخدم كثيراً في حياتنا اليومية . فمثلاً يقال أنه من المحتمل نزول المطر اليوم . ويقال أن احتمال نجاح أحمد في الاختبار أكبر من احتمال نجاح علي .

ويقال من المستحيل نجاح من لم يحضر الاختبار . ويقال أنه من المؤكد موت كل إنسان . ويقال أن من الممكن انتقال المرض من المريض إلى الطبيب المعالج وهكذا .

إن كلمة الاحتمال تستخدم للتعبير عن قياس فرصة حدوث حادثة معينة غير مؤكدة الحدوث . ولذلك نشأت الحاجة إلى وضع مقاييس كمية تقيس فرصة حدوث هذه الحوادث . إن المقياس الكمي الذي يقيس فرصة حدوث حادثة معينة يسمى بمقياس الاحتمال وقيمة هذا المقياس تتراوح بين الصفر والواحد . فكلما زادت فرصة وقوع الحادثة كلما اقتربت قيمة هذا المقياس من الواحد . وكلما قلت فرصة وقوع الحادثة كلما اقتربت قيمة هذا المقياس من الصفر .

٣-١٤-١ مفهوم الاحتمال

هو إمكانية وقوع أمر ما لسنأ على ثقة تامة بحدوئه ، ويلعب الاحتمال دوراً أساسياً في حياتنا اليومية بالتنبؤ بإمكانية وقوع حدث ما وهو النظرية التي يستخدمها الإحصائي لتساعده في معرفة مدى تمثيل العينة العشوائية محل الدراسة للمجتمع المأخوذ منه العينة ، وتنحصر قيمة الاحتمال بين الصفر والواحد الصحيح والصفر للاحتمال المستحيل في حين الواحد الصحيح للاحتمال المؤكد . أى أنه ببساطة يمكن القول أن الاحتمال هو حدوث حدث معين . ورياضياً هو عبارة عن نسبة حدوث حدث معين إلى كل الأحداث الممكن وقوعها .

٣-١٤-٢. الحدث البسيط (Simple event):

وهو الحدث المكون من عنصر واحد مثل { ١ } في تجربة إلقاء زهر الطاولة (حجر النرد).

٣-١٤-٣. الحدث المركب (Compound event):

الحدث المكون من أكثر من عنصر مثل { ٢ ، ٤ ، ٦ } حدوث العدد زوجي في تجربة إلقاء زهر الطاولة .

٣-١٤-٤. الحدث المستحيل:

الحدث الذي لا يحوي أي عنصر كحدث ظهور العدد ٧ في تجربة إلقاء زهر الطاولة .

٣-١٤-٥. الحدث المؤكد:

الحدث الذي يضم كافة عناصر التجربة كحدث ظهور عدد أقل من ٧ في تجربة إلقاء زهر الطاولة .

وا احتمال وقوع الحدث A هو نسبة عدد حالات وقوعه بالفعل بالنسبة لكل الحالات الممكنة الوقوع أي أن : $P(A) = M/N$ حيث M عدد حالات وقوع A بالفعل ، N عدد الحالات الكلية الممكنة الوقوع فاحتمال ظهور عدد فردي (أي وجه ذو رقم فردي) عند إلقاء زهرة الطاولة (حجر النرد) مرة واحدة هو $١/٢$ لأن الأعداد الفردية ثلاثة (١ ، ٣ ، ٥) والتي تحقق المطلوب (عدد فردي) وكل الأعداد ستة (١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦) فاحتمال $١/٢ = ٣/٦$.

مثال ١

ما هو احتمال الحصول على الوجه (الرقم) ٤ عند رمى زهر الطاولة؟
ومن تعريف الاحتمال السابق نجد أن سطح (وجه) واحد للزهرة هو الذى يحمل الرقم ٤ فى حين أن للزهرة ٦ أوجه أى أن هناك ٦ أحداث ممكن وقوعها - أى ظهورها وهى الستة أوجه من ١ إلى ٦ .
وعلى ذلك يكون نسبة حدوث الحدث المطلوب (المرغوب) إلى كل الأحداث الممكنة هى ١/٦ وهى قيمة احتمال الحصول على الرقم ٤ عند رمى زهر الطاولة .

مثال ٢

وكما رأينا فى الأمثلة السابقة أن هذه الأحداث فردية أى وقوع حدث مفرد بالنسبة للأحداث الكلية ولذا - تسمى أحداث بسيطة .
ولكن أحيانا يكون المطلوب هو حساب احتمال مركب أو وقوع عدة أحداث معا أو بشروط خاصة - ولدينا قانونان أساسيان ينظمان عملية حساب الأحداث (الاحتمالات) المركبة من الاحتمالات البسيطة .
والأحداث المركبة إما:

١- **أحداث متنافية** (Events Mutually Exclusive) أى غير مستقلة (غير مستبعدة): وهى الأحداث التى ينفى (يمنع) حدوث أحدهما حدوث الآخر وتعرف أيضا بالأحداث غير المتصلة .
وفى هذه الحالة يستخدم قانون جمع الاحتمالات - أى أن احتمال حدوث حدث أو أكثر هو حاصل جمع احتمالات حدوث كل منهما مستقلا - إذا كان حدوث أحدهما ينفى حدوث الآخر .

مثال ٢

ما هو احتمال الحصول على الوجه ٤ أو ٥ عند رمى زهرة طاولة واحدة؟
كما سبق فإن احتمال الحصول على الوجه ٤ = احتمال الحصول على الوجه ٥ = $١/٦$.
وبما أننا إذا حصلنا على الوجه ٤ فلن نحصل على الوجه ٥ فى نفس الرمية
والعكس صحيح أى أن حدوث أحد الحدثين يمنع حدوث الآخر – أى أحداث
متنافية – إذاً نستخدم جمع الاحتمالات.
أى أن احتمال الحصول على الوجه ٤ أو ٥ = $١/٦ + ١/٦ = ٢/٦$.

٢- أحداث غير متنافية (Independent events) أى غير مستبعدة
(مستقلة): وهى الأحداث التى لا يتأثر أى منهم بوقوع الحدث الآخر (وقوع
أحدهم لا يؤثر على وقوع الحدث الآخر).

وفى هذه الحالة يستخدم قانون ضرب الاحتمالات – أى أن احتمال حدوث
حدثين أو أكثر هو حاصل ضرب هذه الأحداث مستقلا عن بعضها البعض – إذا
كان حدوث أحدهما لا يمنع حدوث الآخر.

مثال ٣

ما هو احتمال الحصول على وجهى الكتابة عند رمى قطعتى نقود معدنية؟
والجواب أن احتمال الحصول على وجه الكتابة فى القطعة الأولى = احتمال الحصول
على وجه الكتابة فى القطعة الثانية = $١/٢$.
وحيث أن الحصول على الكتابة فى القطعة الأولى لن يؤثر على الحصول على الكتابة فى
القطعة الثانية – لأن الحدثان غير متنافيان (مستقلين عن بعضهما). إذاً نستخدم ضرب
الاحتمالات.

إذاً احتمال الحصول على وجهى الكتابة عند رمى القطعتين = $١/٢ \times ١/٢ = ١/٤$.
وقد تناول جلال وكرم (٢٠٠٣) أمثلة على قانونى جمع وضرب الاحتمالات.

الملحق الثالث
بعض الدراسات العملية
والتطبيقية على بعض
أبواب الكتاب

الملحق الثالث

بعض الدراسات العملية والتطبيقية على بعض أبواب الكتاب

بعض الدراسات لمحاولة التعديل لعمر الحيوان

Khatab and Ashmawy (1990)

أجريت هذه الدراسة باستخدام عدد ٢٢٠٥ من سجلات الحليب الكاملة لأبقار الفريزيان بمحطتي سخا والقرضا التابعتين لوزارة الزراعة خلال الفترة من ١٩٦٧ إلى ١٩٧٩ لدراسة تأثير العمر على كمية اللبن في ٣٠٥ يوما في مواسم الحليب المختلفة باستخدام معادلة من الدرجة الثانية كثيرة الحدود لانحدار الإنتاج على العمر .

وقد تم اشتقاق معادلات التعديل للعمر لكل فصل ولادة season of calving (الشتاء- الربيع - الصيف - الخريف) على حدة ولجميع فصول الولادة معا All data كالتالي :

(أ)- أولا لكل فصل ولادة على حدة اشتقت معاملات التعديل للعمر باستخدام النموذج الرياضي التالي :

$$Y_{ijk} = \alpha + F_i + R_j + b_{1xijk} + b_{2x^2ijk} + e_{ijk} \dots \dots \dots (1)$$

حيث أن :-

α = الجزء المقطوع من المحور الصاعد (الرأسي) Intercept

F_i = تأثير المزرعة (سخا والقرضا) .

R_j = تأثير السنة من ١٩٦٧ إلى ١٩٧٩ .

b_{1xijk} = معامل الانحدار الخطي لانحدار الإنتاج على العمر .

b_{2x^2ijk} = معامل الانحدار الخط قوسي curvilinear لانحدار الإنتاج على العمر .

e_{ijk} = الخطأ العشوائي Random error .

(ب)- ثانيا لجميع فصول الولادة (All data) اشتقت معاملات التعديل للعمر باستخدام النموذج الرياضي التالي :

$$Y_{ijkl} = \alpha + F_i + R_{ij} + S_k + b_1 x_{ijk} + b_2 x_{ijkl}^2 + e_{ijkl} \dots (2)$$

حيث أن :-

SK = تأثير فصل الولادة . وباقي الرموز كما في معادلة رقم (١) .

أما عن كيفية التعديل للعمر سواء من المعادلة (١ أو ٢) فإنه بعد حساب كلا من α ، b_1 ، b_2 ، فإنه يمكن استخدام المعادلة التالية :-

$$Y = \alpha + b_1 X + b_2 X^2 \dots (3)$$

١- تقاسل X بالنسبة لـ Y

$$\begin{aligned} \frac{\Delta y}{\Delta x} &= 0 + b_1 + 2 b_2 x \\ \therefore b_1 &= 2 b_2 x \quad \text{حيث أن} \\ \therefore x &= \frac{-b_1}{2 b_2} \quad \text{:-} \\ &= X \end{aligned}$$

أقصى عمر عند أقصى إنتاج Maximum age at maximum production

٢- بالتعويض في المعادلة (3) بأقصى عمر X نحصل على أقصى إنتاج
Maximum of production .

٣- بالتعويض في المعادلة (3) بقيم X وهي الأعمار المختلفة مثلا من عمر ٢٠ شهر حتى عمر ٢٠٠ شهر نحصل على الإنتاج في الأعمار المختلفة .

٤- بقسمة أقصى إنتاج على الإنتاج في الأعمار المختلفة نحصل على معاملات التعديل للعمر .

ويوضح جدول (١) اشتقاق معاملات التعديل للعمر لإنتاج اللبن في ٣٠٥ يوما
لأبقار الفريزيان لكل فصل ولادة على حدة، الشتاء (W) - الربيع (S) -
الصيف (SR) - الخريف (A) وجميع فصول الولادة (All).
ويمكن تلخيص أهم النتائج من تلك الدراسة الموضحة في جدول رقم ٢ في
الآتي :-

١- وجد أن معاملات الانحدار الخطية والخط قوسية لانحدار الإنتاج في ٣٠٥ يوم
على العمر عند الولادة عالي المعنوية ($P < 0.01$).

٢- وجد أيضا أن أقصى كمية لبن في ٣٠٥ يوم كانت عند أعمار ٧٦,٩ -
٨٠,٨, ٧٨,٧ - ٨٥,٨ - ٩٦,١, ٨٠ شهراً على التوالي لكل من فصول الشتاء -
الربيع - الصيف - الخريف ولكل فصول الولادة معا .

٣- أيضا وجد أن معاملات التعديل للعمر تختلف من فصل ولادة إلى آخر على
الرغم من عدم معنوية تأثير فصل الولادة على كمية اللبن حيث أن Cooper
(1982) and Hargrove اقترحا أنه إذا كانت الاختلافات بين معاملات
التعديل للعمر (العمر الواحد) بين فصول الولادة (0.05 فأكثر) اعتبر ذلك
اختلافا معنويا بين معاملات التعديل للعمر .

٤- يوضح جدول (١) أن الاختلافات في نفس العمر بين الفصول المختلفة أكبر
من (0.05) لذا أوصت تلك الدراسة أن معاملات التعديل للعمر تختلف من
فصل ولادة إلى آخر ويجب التعديل لكل فصل ولادة .

٥- بمقارنة النتائج المتحصل عليها وبين النتائج التي قام بها (1974)
Galal et al. على قطع أبقار الفريزيان بمديرية التحرير وجد أنه توجد

اختلافات كبيرة في معاملات التعديل للعمر بين قطع أبقار الفريزيان
بمزرعتي سخا والقرضا بمحافظة كفر الشيخ وقطيع أبقار الفريزيان بمديرية
التحرير، لذا يجب إجراء معاملات التعديل لكل منطقته جغرافيه على حدة.
جدول (١) يوضح معاملات تعديل كمية اللبن في ٣٠٥ يوم للعمر في فصول
السنة المختلفة ولجميع فصول السنة معاً.

Age correction factors for 305-day milk production for different season of calving: Winter (W), Spring (S), Summer (SR) and Autumn (A) and for all season (All).

Age	Season					Age	Season				
Mo	W	S	SR	A	All	Mo	W	S	SR	A	All
24	1.429	1.550	1.312	1.374	1.420	72	1.003	1.006	1.012	1.032	1.006
25	1.407	1.519	1.299	1.360	1.400	73	1.002	1.004	1.010	1.030	1.005
26	1.385	1.491	1.286	1.347	1.380	74	1.001	1.003	1.009	1.027	1.003
27	1.365	1.464	1.274	1.334	1.361	75	1.000	1.002	1.007	1.025	1.002
28	1.345	1.439	1.262	1.321	1.343	76	1.000	1.001	1.006	1.022	1.002
29	1.326	1.414	1.251	1.309	1.326	77	1.000	1.000	1.005	1.020	1.001
30	1.309	1.391	1.240	1.297	1.309	78	1.000	1.000	1.004	1.018	1.000
31	1.292	1.370	1.230	1.286	1.293	79	1.000	1.000	1.003	1.016	1.000
32	1.276	1.349	1.220	1.275	1.278	80	1.001	1.000	1.002	1.014	1.000
33	1.261	1.329	1.210	1.264	1.264	81	1.002	1.001	1.001	1.013	1.000
34	1.246	1.311	1.200	1.254	1.250	82	1.003	1.001	1.001	1.011	1.000
35	1.232	1.293	1.191	1.244	1.237	83	1.004	1.002	1.001	1.009	1.001
36	1.218	1.276	1.182	1.234	1.224	84	1.006	1.003	1.000	1.008	1.001
37	1.206	1.260	1.174	1.225	1.212	85	1.007	1.004	1.000	1.007	1.002
38	1.194	1.245	1.166	1.216	1.200	86	1.009	1.006	1.000	1.006	1.003
39	1.182	1.230	1.158	1.207	1.189	87	1.011	1.008	1.000	1.005	1.004
40	1.171	1.216	1.150	1.198	1.178	88	1.014	1.010	1.000	1.003	1.006
41	1.161	1.203	1.142	1.190	1.168	89	1.016	1.012	1.001	1.003	1.007
42	1.150	1.191	1.135	1.182	1.158	90	1.019	1.015	1.001	1.002	1.009
43	1.141	1.179	1.128	1.174	1.149	91	1.022	1.018	1.002	1.001	1.011
44	1.131	1.167	1.122	1.167	1.140	92	1.025	1.021	1.002	1.001	1.013
45	1.123	1.156	1.115	1.160	1.131	93	1.029	1.024	1.003	1.000	1.016
46	1.114	1.146	1.109	1.152	1.123	94	1.033	1.028	1.004	1.000	1.018
47	1.106	1.136	1.108	1.146	1.115	95	1.037	1.032	1.005	1.000	1.021
48	1.098	1.126	1.097	1.139	1.107	96	1.041	1.036	1.007	1.000	1.024
49	1.091	1.117	1.092	1.133	1.100	97	1.046	1.040	1.008	1.000	1.028
50	1.084	1.109	1.086	1.126	1.093	98	1.050	1.045	1.010	1.000	1.031
51	1.078	1.101	1.081	1.120	1.086	99	1.056	1.050	1.011	1.000	1.034
52	1.071	1.093	1.076	1.115	1.080	100	1.061	1.056	1.013	1.000	1.039
53	1.065	1.085	1.071	1.109	1.074	101	1.067	1.061	1.015	1.000	1.043
54	1.059	1.078	1.067	1.103	1.068	102	1.073	1.068	1.017	1.001	1.047
55	1.045	1.072	1.062	1.098	1.063	103	1.079	1.074	1.019	1.001	1.052
56	1.049	1.066	1.058	1.093	1.058	104	1.086	1.081	1.021	1.001	1.057
57	1.044	1.060	1.054	1.088	1.053	105	1.093	1.088	1.024	1.003	1.062
58	1.039	1.054	1.050	1.083	1.048	106	1.100	1.095	1.026	1.004	1.067
59	1.035	1.049	1.047	1.079	1.044	107	1.108	1.103	1.029	1.005	1.073

60	1.031	1.044	1.043	1.074	1.039	1.08	1.116	1.111	1.032	1.006	1.079
61	1.027	1.039	1.040	1.070	1.035	1.09	1.125	1.120	1.035	1.007	1.085
62	1.024	1.035	1.036	1.066	1.032	1.10	1.134	1.129	1.038	1.009	1.092
63	1.021	1.030	1.033	1.062	1.028	1.11	1.143	1.139	1.042	1.010	1.099
64	1.018	1.027	1.030	1.058	1.025	1.12	1.153	1.149	1.045	1.012	1.106
65	1.015	1.023	1.027	1.054	1.022	1.13	1.163	1.160	1.049	1.013	1.113
66	1.013	1.020	1.025	1.051	1.019	1.14	1.174	1.171	1.053	1.015	1.121
67	1.011	1.017	1.022	1.047	1.016	1.15	1.185	1.182	1.057	1.017	1.129
68	1.008	1.014	1.020	1.44	1.014	1.16	1.197	1.195	1.061	1.019	1.138
69	1.006	1.012	1.018	1.041	1.012	1.17	1.210	1.207	1.065	1.021	1.147
70	1.005	1.009	1.016	1.038	1.010	1.18	1.223	1.221	1.070	1.023	1.156
71	1.004	1.007	1.014	1.035	1.003	1.19	1.250	1.250	1.079	1.028	1.176

Mourad et al. (1996) أجريت هذه الدراسة على قطيع الجاموس المصري Egyptian buffaloes بمزرعة محلة موسى التابعة لمعهد بحوث الإنتاج الحيواني حيث استخدم في هذه الدراسة ٤٦٠٩ سجلا لإنتاج اللبن خلال الفترة من ١٩٦٢ - ١٩٨٠م وذلك بهدف دراسة تأثير العمر عند الولادة على إنتاج اللبن في ٣٠٥ يوما مع اشتقاق معادلات تعديل العمر باستخدام معادله من الدرجة الثانية كثيرة الحدود لانهدار الإنتاج على العمر كالتالي :

$$Y = X + b_1X + b_2X^2$$

وذلك لكل فصل ولادة ولجميع فصول الولادة معا وذلك بعد التعديل لسنة الولادة.

ويمكن تلخيص أهم النتائج كما يلي :-

وجد أن أقصى إنتاج لبن في ٣٠٥ يوم كان ١٦٦٩-١٧٠٠-١٦٧٩ - ١٦٧٠ - ١٧٦٦ كجم لكل فصل ولادة الشتاء - الربيع - الصيف - الخريف ولجميع فصول الولادة معا على التوالي وكذلك وجد أن أقصى عمر عند أقصى إنتاج هو ١٤١ ، ١٢٤ ، ١٣٧ ، ١٣٨ ، ١٣٥ شهراً على التوالي لنفس الفصول السابقة .
أوضحت النتائج أن إناث الجاموس التي ولدت في فصل الربيع تصل لعمر النضج مبكراً عن تلك التي ولدت في المواسم الأخرى .

وجد أن معاملات التعديل للعمر في فصول السنة المختلفة تكون أكبر في الأعمار الصغيرة عن تلك التي في الأعمار الكبيرة كما أن تلك المعاملات تختلف من فصل ولادة إلى آخر وهي أيضا تتشابه في الأعمار الوسطية (١٢٠ - ١٥٠ شهرا) وذلك عن الأعمار الصغيرة والأعمار الكبيرة.

قدر الباحثين معامل الارتباط البسيط simple correlation بين العمر عند الولادة بالشهر وبين كمية اللبن المعدلة للعمر لكل من جميع فصول الولادة (r_1) ولكل فصل ولادة على حدة (r_2). وقد وُجد أن قيمه معامل الارتباط كانت ٠,٣٠ ، ٠,٠٧ ، ٠ على التوالي مما يدل على أن معاملات التعديل للعمر باستخدام معاملات واحده لجميع فصول الولادة أقل في الدقة عن تلك المقدرة لكل فصل ولادة على حدة، لذا أوصت تلك الدراسة بضرورة إجراء معاملات التعديل لكل فصل ولادة على حدة.

Mourad and Khattab (1992)

أجريت هذه الدراسة على ٣٧٣٨ سجلا إنتاجيا لقطيع الجاموس المصري التابعة لمحطة محله موسى التابعة لمعهد بحوث الإنتاج الحيواني بوزارة الزراعة خلال الفترة من ١٩٦٦ إلى ١٩٨٠م بهدف دراسة تأثير بعض العوامل البيئية (فصل وسنه الولادة - العمر) على كمية اللبن في ٣٠٥ يوم بالإضافة إلى اشتقاق معاملات تعديل العمر لكل موسم ولادة Parity (من الموسم الأول وحتى الخامس فأكثر) ولجميع مواسم الولادة معا وذلك باستخدام معادله من الدرجة الثانية كثيرة الحدود لانهدار الإنتاج على العمر.

$$y = \mu + b L (x - \bar{x}) + b Q (x - \bar{x})^2$$

حيث Y = كمية اللبن في ٣٠٥ يوما .

μ = متوسط كمية اللبن في ٣٠٥ يوما .

X = العمر عند الولادة .

$\bar{x}$ = متوسط العمر عند الولادة .

bQ ، bL = معاملي الانحدار الخطي والخط قوسي لانحدار الإنتاج في ٣٠٥ يوما

على العمر عند الولادة وتلخصت أهم نتائج هذا البحث فيما يلي :-

١- وجد أن تأثير العمر كانهدار خطي Linear وخطي قوسي Curvilinear

على الإنتاج في ٣٠٥ يوما كان معنويا لكل موسم ولادة كل على حده

ولجميع مواسم الولادة معا فيما عدا الموسم الأول .

٢- أقصى كمية لبن كانت ١١٢٥ ، ١٥٩٤ ، ١٤٩٠ ، ١٦٥٦ ، ١٧١٠ ، ١٧٩٠

لكل من موسم الحليب الأول والثاني والثالث والرابع والخامس فأكثر

ولجميع مواسم الحليب معا على التوالي وذلك عند أعمار ٤٨ ، ٧١ ، ٩٨ ،

٩٩ ، ١٢٨ و ١٢٨ شهرا للمواسم السابقة على التوالي .

٣- يتضح مما سبق أن أقصى كمية لبن في الموسم الأول كانت عند عمر (٤٨

شهرا) مما يدل على تأخر النضج الجنسي عند الجاموس المصري . كذلك

اتضح من الدراسة أن أقصى عمر عند أقصى إنتاج كان في المتوسط عند عمر

١٢٨ شهرا وهى متقاربة مع تلك التى تحصل عليها كل من Abdel Aziz

and Hamed (1979) حيث أجريا معاملات تعديل لعمر الجاموس

المصري ووجدا أن أقصى عمر كان عند ١٢٧ شهراً في المتوسط .

٤- قدر أيضا معاملات الارتباطات البسيطة بين العمر عند الولادة وكمية اللبن المعدلة للعمر لكل موسم ولادة وجميع المواسم معا فكانت قيم معاملات الارتباطات ٠,٠٢ و ٠,٠٩ و ٠,٠٨ و ٠,٠١ و ٠,٠٨ و ٠,٣٠ لكل من موسم الحليب الأول والثاني والثالث والرابع والخامس وجميع المواسم معا على التوالي مما يدل على أن معاملات التعديل لكل المواسم (٣,٠) أقل في الدقة Accuracy من المعاملات لكل موسم ولادة على حدة، لذا ينصح بإجراء معاملات التعديل لكل موسم ولادة parity على حدة.

Salem et al (2000)

أجريت هذه الدراسة على قطع أبقار الهولشتين فريزيان Holstein Friesian التابعة لمزرعة دله باستخدام ٤٢٠٠ سجلا إنتاجيا لأبقار الهولشتين خلال الفترة من ١٩٨٧ إلى ١٩٩٤ م وذلك بهدف تقدير معاملات تعديل للعمر لصفات إنتاج اللبن في ٩٠ يوم، ١٨٠ يوم، ٣٠٥ يوم وإنتاج اللبن السنوي وهو عبارة عن [(كمية اللبن الكلية ÷ الفترة بين ولادتين) × ٣٦٥ يوم] وذلك باستخدام معادلات من الدرجة الثانية لانحدار الإنتاج على العمر.

ولقد وجد الباحثون أن معاملات تعديل العمر تميل إلى التقارب للصفات المختلفة لذا فإن المعاملات التي اشتقت لكمية اللبن في ٩٠ يوما يمكن تطبيقها لصفات إنتاج اللبن الأخرى بدون حدوث أى اختلافات تذكر كذلك يعتبر العمر عند أول ولادة Age at first calving من أهم العوامل التي تؤثر على كمية اللبن التي تنتجها البقرة في الموسم الأول حيث أن الأبقار التي تلد في عمر متأخر تعطي كمية لبن أكبر من تلك التي تنتجها الأبقار الأصغر سنا وذلك لأن وزنها وحجمها وأجهزة جسمها المختلفة وأهمها الضرع تكون

أكثر نموا وبالتالي أكثر قدره على الإنتاج إلا أن بدء الحياة الإنتاجية Life time production عند عمر صغير نسبيا يزيد من فترة طول الحياة الإنتاجية وبالتالي زيادة عدد مواسم الحليب وانتظام المواليد سنويا . وقد أجريت بعض الأبحاث على تأثير العمر عند أول ولادة على كمية اللبن فقد وجد (Ashmawy et al 1986) في دراسة على تأثير العمر عند أول ولادة على كمية اللبن في أبقار الفريزيان التابع لمزرعة سخا التابعة لمعهد بحوث الإنتاج الحيواني أن العلاقة بين إنتاج اللبن والعمر عند أول ولادة خط قوسية Curvilinear أي أن إنتاج اللبن يزيد بزيادة عمر الأبقار عند أول ولادة حتى عمر معين يتراوح ما بين (٣٣-٣٥ شهرا) ثم تقل كمية اللبن بعد ذلك بزيادة عمر الأبقار .

وجدير بالذكر أنه في دراسة على الجاموس المصري وجد كل من (Khattab et al 1985) و (El-Arian et al 2001) أن تأثير العمر عند أول ولادة على كمية اللبن كان غير معنويا.

مثال على طريقتي النسب والانحدار لتعديل طول موسم الحليب **Kassab (1988)**

أجريت تلك الدراسة على قطيع الجاموس المصري بمزرعة محله موسى التابعة لمعهد بحوث الإنتاج الحيواني - وزاره الزراعة حيث استخدم في هذه الدراسة ١٥٣٠ سجلا إنتاجيا وذلك بغرض التعديل لطول موسم الحليب إلى ٣٠٥ يوم وذلك بطريقتي النسب ومعامل الانحدار (انحدار الإنتاج في ٣٠٥ يوم) باستخدام معادله من الدرجة الثانية لانحدار الإنتاج على إنتاج اللبن التراكمي

وذلك بعد التعديل لسنة الولادة وذلك لكل فصل ولادة وجميع فصول الولادة معا .

ويوضح جدول (٢) طريقه النسب لكل فصل ولادة وجميع فصول الولادة بطريقه النسب وبضرب كميه اللبن في الأشهر المختلفة من الحليب في المعامل المقابل نحصل على إنتاج اللبن المعدل في ٣٠٥ يوم .

كذلك وجد الباحث أن معامل الارتباط البسيط بين طريقتي النسب ومعامل الانحدار كان ٠,٨٨ مما يدل على أن كلتا الطريقتين تؤديان نفس النتيجة إلا أن طريقة النسب Ratio factor كانت أسهل في التقدير .

جدول (٢) معاملات التعديل لطول موسم الحليب إلي ٣٠٥ يوما ومقارنة النتائج

بنتائج أخرى

إنتاج اللبن التراكمي	جميع فصول الشدة (يناير - ديسمبر)	Kushwaha et al. (1972)
٣٠-١ يوما	٧.٨٨	١٠.٠١
٦٠-١ يوما	٤.٠٥	٤.٤٨
٩٠-١ يوما	٢.٧٩	٣.٤٠
١٢٠-١ يوما	٢.١٥	٢.٢٧
١٥٠-١ يوما	١.٦٧	١.٨٦
١٨٠-١ يوما	١.٢٠	١.٥٣
٢١٠ يوما	١.٣٢	١.٣٣
٢٤٠ يوما	١.١٨	١.١٩
٢٧٠ يوما	١.٠٨	١.٠٨

يتضح من الجدول السابق أن معاملات تعديل طول موسم الحليب للجاموس المصري لا تختلف كثيرا عن معاملات التعديل لطول موسم الحليب للجاموس المورا Murrah buffaloes والتي حصل عليها Kushwaha et al. (1972).

بعض المحاولات لتعديل طول فترة التلقيح نذكر منها:-

Khattab and Ashmawy (1988)

أجريت هذه الدراسة على قطيع أبقار الفريزيان بمحطتي سخا والقرضا التابعتين لمعهد بحوث الإنتاج الحيواني، حيث استخدم في هذه الدراسة ١٦٥٠ موسما إنتاجيا لأبقار الفريزيان خلال الفترة من ١٩٦٧ إلى ١٩٧٩ وذلك بهدف دراسة تأثير طول فترة التلقيح على كمية اللبن في ٣٠٥ يوما وكمية اللبن الكلية وكذلك اشتق الباحثان معاملات التعديل لطول فترة التلقيح وأهم نتائج هذا البحث يمكن تلخيصها فيما يلي:

كان معامل الانحدار الخطي لكل من كمية اللبن الكلية وكمية اللبن في ٣٠٥ يوما على طول فترة التلقيح ٢,٢ كجم/يوم، ٤,١ كجم/يوم على التوالي وعلى الرغم من أن العلاقة خطية Linear إلا أن زيادة طول فترة التلقيح عن ٩٠ يوما تعتبر غير اقتصادية وذلك نظرا لقلة طول مدة الحياة الإنتاجية.

ويوضح جدول (٣) تأثير فترة التلقيح المخصب على كمية اللبن في ٣٠٥ وكذلك معاملات التعديل لطول فترة التلقيح المخصب.

جدول (٣) يوضح تأثير فترة التلقيح على كمية اللبن في ٣٠٥ في أبقار الفريزيان

فترة التلقيح	أعداد الحيوانات	متوسط كمية اللبن في ٣٠٥ يوم بالكيلو جرام	معاملات التعديل لطول فترة التلقيح
< 60	160	2905	1.035
60 -	218	2943	1.026
90 -	241	3023	1.018
120 -	164	3032	1.009
150 -	174	3032	1.000
180 -	156	3138	0.996
210 -	108	3144	0.992
240 -	86	3179	0.988
270 -	67	3202	0.983
300 -	55	3245	0.975
330 -	41	3400	0.965
≥ 360	150	3564	0.960

يتضح من جدول (٣) أن مجاميع الأبقار داخل فترة التلقيح ما بين ٦٠ إلى ٩٠ يوما أكبر من المجاميع الأخرى، كذلك كمية اللبن بلغت ٣٥٦٤ كجم عندما كانت طول فترة التلقيح ٣٦٠ يوما فأكثر، بينما كانت كمية اللبن ٢٩٠٥ كجم عندما كانت طول فترة التلقيح أقل من ٦٠ يوما. وعلى الرغم من انخفاض كمية اللبن في الفترة الثانية (٦٠ يوما) إلا أنها تعتبر اقتصادية نظرا لزيادة طول فترة الحياة الإنتاجية والتي تنعكس بدورها على زيادة عدد مواسم الحليب التي تعطيتها البقرة.

وقد أجريت دراسة أخرى قام بها (Ashmawy and Khattab (1991) لدراسة تأثير طول فترة التلقيح على كمية اللبن السنوية Analyzed milk yield (AMY) والتي قدرت من المعادلة التالية :-

$$AMY = \frac{TMY}{CI} \times 365 \quad (\text{Bar Anan and sollen (1979)})$$

حيث TMY = كمية اللبن الكلية .

CI = طول الفترة بين ولادتين .

وقد وجدنا أن معاملي الانحدار الخطى والخط قوسى لانحدار كمية اللبن الكلية على طول فترة التلقيح على المعنوية لكل منهما (٦,٢٠ كجم/يوم)، (٠,٠٠٥٢ كجم/يوم) على التوالي مما يدل على انخفاض كمية اللبن السنوية بزيادة طول فترة التلقيح المخصب. كذلك أوضحت هذه الدراسة أن أقصى كمية (إنتاج) لبن في الموسم مشتملا المحصول الناتج من العجل Calve معبرا عنه بالكيلو جرام من اللبن نصل إليه عندما تلقح الأبقار مبكرا كلما أمكن بعد الوضع.

كذلك استخدم (Ashmawy 1991) معادلة من الدرجة الثانية لانحدار كمية اللبن الكلية على طول فترة التلقيح المخصب ووجد أن معامل الانحدار الخطى ٢,٧٦ كجم / يوم بينما كان معامل الانحدار الخط قوسى -٠,٠٠٣ كجم / يوم ٢ مما يدل على أهمية تقليل طول فترة التلقيح المخصب .

نتائج بعض الأبحاث التي أجريت على تأثير التربية الداخلية في حيوانات المزرعة:

أ- فى ماشية اللبن:

١- فى دراسة تأثير التربية الداخلية فى الجاموس المصرى بواسطة El-Shafie (1994) باستخدام سجلات إنتاج اللبن للموسم الأول لعدد ٩٠٧ أنثى من الجاموس المصرى Buffalo cow التابع لمزرعة محلة موسى - التابعة لمعهد بحوث الإنتاج الحيوانى - وزارة الزراعة على مدار ٣١ سنة (١٩٦١ - ١٩٩١) على الصفات الإنتاجية والتناسلية كانت الصفات المأخوذة هى كالتالى :-

إنتاج اللبن الكلى (TMY)

إنتاج اللبن فى ٣٠٥ يوم (305dMY)

طول موسم الحليب (LP)

العمر عند أول الولادة (AFC)

فترة الجفاف (DP)

فترة التلقيح (DO)

وزن التاج عند الولادة (BW)

وكذلك طول مدة الحياة الإنتاجية (العمر عند الاستبعاد - عدد مواسم الحليب الكاملة).

استخدم الباحث معامل التربية الداخلي (F) Inbreeding coefficient
والذي اقترحه (Wright 1920)

$$F_X = \sum (1/2)^{n_1+n_2+1} (1 + F_A)$$

حيث أن :

F_X = معامل التربية الداخلية للفرد .

n_1 = عدد الأجيال intervening generation و التي تمر من
الأب للجد المشترك common parent .

n_2+1 = عدد الأجيال والتي تمر من الأم إلى الجد المشترك .

F_A = معامل التربية الداخلية للجد المشترك .

قسم الباحث الحيوانات تبعاً لمعامل التربية (F_X) إلى أربعة مجاميع :

الحيوانات الغير مرباة داخليا non-inbred ($F = 0$ صفر)

حيوانات ذات معامل تربيته داخلية اقل من $F = 3.12$ ، $13 > F = 3.12$.

حيوانات ذات معامل تربيته داخلية يتراوح بين ($3.13 - 6.26$) .

حيوانات ذات معامل تربيته داخلية أكبر من 6.26 ، $6 > F = 6.26$.

وقد وجد الباحث أنه عند معامل التربية الداخلية 6.26% يؤدي إلى انخفاض

إنتاج اللبن الكلى . وإنتاج اللبن في 305 يوماً وطول موسم الحليب بمقدار 296

كجم ، 61 يوماً على التوالي كما هو موضح في جدول (٤) ، والذي يبين أنه

كلما زاد معامل التربية الداخلية انخفضت الصفات الثلاثة السابقة .

جدول (٤) تأثير التربية الداخلية على بعض صفات إنتاج اللبن في الجاموس المصري

معامل التربية الداخلية	عدد الحيوانات	إنتاج اللبن الكلى/ كجم	إنتاج اللبن في ٣٠٥ يوم/كجم	طول موسم الحليب/ يوم
- صفر	736	1175	1034	262
- أقل من 3.12 %	60	976	848	211
- ما بين 3.13 و 6.26 %	73	987	849	216
- أكبر من 6.26 %	38	879	788	201

بينما لم يكن مستوى التربية الداخلية تأثيرا معنويا على صفات الوزن عند الميلاد - طول فترة الجفاف - طول فترة التلقيح - الفترة بين ولادتين - العمر عند أول الولادة - العمر عند الاستبعاد وعدد مواسم الحليب الكاملة.

٢- درس Vasconcellas and Tonhati (1998) تأثير التربية الداخلية على بعض الصفات الإنتاجية (إنتاج اللبن - طول موسم الحليب) وكذلك الصفات التناسلية (الفترة بين ولادتين - العمر عند أول ولادة) على أحد قطعان الجاموس المورا Murrah buffaloes بالبرازيل - حيث استخدم في تلك الدراسة 2414 سجلا إنتاجيا وقد قدر معامل التربية الداخلية للأفراد (individual) باستخدام برنامج نموذج الحيوان (Animal Model) والذي وصفه Boldman et al. (1995) حيث استخدم النتائج المتحصل عليها من تشغيل برنامجا MTDFNRM والخاص بدراسة نسب الحيوان وتقدير معامل التربية الداخلية لكل من الأبقار (cows)، الآباء (sires)، والأمهات (dams). ثم قسم الحيوانات تبعا لمعامل التربية الداخلية إلى (9) تسعة مجاميع وقد أوضحت تلك الدراسة أن:

- متوسط معامل التربية الداخلية كان 2.94 % وان حوالي 47 % من الحيوانات مرباة تربية داخلية .

- كذلك أوضحت تلك الدراسة أن التربية الداخلية كان لها تأثيرا معنويا على صفه طول موسم الحليب ، بينما لم تتأثر باقي الصفات (إنتاج اللبن - الفترة بين ولادتين - العمر عند أول ولادة) بمستويات معامل التربية الداخلية المختلفة .

٣- (1997) Smith في دراسة على تأثير التربية الداخلية على صفات طول الحياة الإنتاجية (Life time production traits) في أبقار الهولشتاين فريزيان - وجد أن زيادة معدل التربية الداخلية بواقع 1% يؤدي إلى انخفاض كمية اللبن المعدلة في الموسم الأول First lactation mature equivalent ، الدهن و البروتين بواقع 23.7 كجم ، 0.85 كجم و 0.76 كجم على التوالي . كذلك انخفضت صفات طول الحياة الإنتاجية من اللبن - الدهن - والبروتين بواقع 176.9 كجم ، 6.4 كجم ، 5.6 كجم على التوالي بينما كان تأثير التربية الداخلية على الصفات التكوينية (الشكلية) Conformation traits تأثيرا طفيفا ، كما انخفض العائد الصافي (RNIOC) Net income adjusted for opportunity انخفاض بواقع \$ 12.69 دولار للمنتجات اللبنية السائلة Fluid market و \$ 11.53 دولار للمنتجات اللبنية المصنعة Manufacturing market .

٤- (2008) El-Arian et al. في دراسة لتأثير التربية الداخلية على بعض صفات اللبن مثل (كمية اللبن في 305 يوما - طول موسم الحليب - فترة الجفاف - فترة التلقيح) بالإضافة إلى مقاييس صفات طول الحياة الإنتاجية مثل

(كمية اللبن الكلية - عدد أيام الحليب الكلية - عدد مواسم الحليب الكاملة) باستخدام 2161 سجلا إنتاجيا لأبقار الفريزيان بمزرعة سخا التابعة لمعهد بحوث الإنتاج الحيواني - وزارة الزراعة ، خلال الفترة من (1978 إلى 2000 م). تم تحليل البيانات باستخدام برنامج (Animal Model) ومن خلال نتائج برنامج MTDFNRM قدر معامل التربية الداخلية لكل الأفراد . وقد قسمت الحيوانات تبعا لمعامل التربية إلى ثلاث مجاميع :-

المجموعة الأولى الحيوانات الغير مرباة داخليا .

المجموعة الثانية معامل التربية الداخلية ٢٥, ٦٪ .

المجموعة الثالثة معامل التربية الداخلية 12.50٪ .

وقد وجد أن عدد الحيوانات المرباة داخليا يزيد وكذلك متوسط معامل التربية الداخلية يزيد من سنه إلى أخرى وهذا راجع إلى أن هذا القطيع يعتبر نواة أبقار الفريزيان حيث أن إنتاجه من اللبن يفوق القطعان المجاورة مما يزيد من درجة نقاوة تلك الحيوانات كذلك أوضحت تلك الدراسة انه مع زيادة نسبة معامل التربية الداخلية انخفضت صفات اللبن في ٣٠٥ يوم، طول موسم الحليب، طول فترة الجفاف، وطول فترة التلقيح. فمثلا بزيادة معامل التربية الداخلية إلى ٢٥, ٦٪ أدى ذلك إلى انخفاض كمية اللبن في ٣٠٥ يوم، طول موسم الحليب، فترة الجفاف، بواقع ٩٩ كجم، ٩ يوم، ٢٤ يوما على التوالي ، بينما زادت طول فتره التلقيح بمقدار ٥ أيام. كذلك أوضحت الدراسة أن معامل التربية الداخلية له تأثير معنويا على صفات طول الحياة الإنتاجية (كمية اللبن الكلية، عدد أيام الحليب الكلية، عدد مواسم الحليب الكاملة) حيث أن زيادة معامل

التربية الداخلية إلى ٦,٢٥ ٪ أدى إلى انخفاض كمية اللبن الكلية، عدد أيام الحليب الكلية بواقع (١١٢٠ كجم، ١٥٨ يوما) على التوالي، بينما زادت عدد مواسم الحليب الكاملة بمقدار ٢, ١ موسما.

واتضح من هذه الدراسة أن التربية الداخلية تعمل على خفض الصفات الإنتاجية وزيادة الصفات التناسلية.

٥- Khattab and Mourad (2007) في دراسة على تأثير التربية الداخلية على صفات اللبن في قطيع من الجاموس المصري بمزرعة محلة موسى التابعة لمعهد بحوث الإنتاج الحيواني باستخدام عدد ١٥٥١ سجلا إنتاجيا لموسم الحليب الأول خلال الفترة من ١٩٦٠ إلى ٢٠٠١م باستخدام برنامج نموذج الحيوان Animal Model وتقسيم الحيوانات تبعا لمعامل التربية الداخلية إلى مجموعتان (المجموعة الأولى الحيوانات الغير مرباة داخليا (F = صفر) والمجموعة الثانية (F = 12.5) % ويوضح جدول ٥ تأثير التربية الداخلية على صفات إنتاج اللبن والعمر عند أول ولادة.

جدول (٥) يبين تأثير التربية الداخلية على كل من إنتاج اللبن في ٣٠٥ يوم/كجم، طول موسم الحليب/يوم والعمر عند أول ولادة/بالشهر في الجاموس المصري

معامل التربية الداخلية	عدد الحيوانات	كمية اللبن في 305 يوم	طول موسم الحليب	العمر عند أول ولادة
F = صفر	1455	1059	239	34
F = 12.5	96	991	234	41

وكما هو واضح من جدول (٥) السابق أن الحيوانات الغير مرباة داخليا أعطت كمية لبن أكبر من الأفراد المرباة داخليا، وكذلك زاد طول موسم الحليب في

الحيوانات الغير مرباة داخليا . بينما كان للتربية الداخلية تأثير معنوى على العمر عند أول ولادة حيث زاد العمر عند أول ولادة فى الحيوانات المرباة داخليا .

بد فى ماشية اللحم

Burrow (1998) فى دراسة على أبقار الزيرو Zebu cattle وجد أن زيادة معامل التربية الداخلية بمقدار ١٪ أدى إلى نقص الوزن عند الميلاد و الوزن عند ٦، ١٢، ١٨، ٣٠، و ٥٤ شهرا بمقدار ٠، ٠، ٧٢، ٠، ١، ٧، ١، ٤٩، ١، ٧، ٢، و ٢٥ كجم على التوالى، كما أدى زيادة معامل التربية الداخلية أيضا بمقدار ١٪ إلى زيادة الفترة بين ولادتين وهذا انعكس على العائد الإقتصادى من الأبقار. بينما لم يكن للتربية الداخلية تأثير واضح على خواص اللحوم Meat quality وكذلك (وزن الذبيحة Carcass – استهلاك الغذاء Feed intake – معدل الكفاءة الغذائية Feed conversion وكذلك كل من مقاومة الطفيليات Parasites ومعامل التحمل الحرارى Heat stress).

ج- فى الأغنام

١- تناول كل من Lamberson and Thomas (1984) نتائج بعض الأبحاث التي أجريت على تأثير التربية الداخلية على الصفات الاقتصادية فى الأغنام والتي تبين انخفاض معظم الصفات الاقتصادية فى حالة إتباع التربية الداخلية كما فى جدول (٦)

جدول (٦) يبين تأثير التربية الداخلية على بعض الصفات الاقتصادية في الأغنام

Trait الصفة	Number	Regression coefficient	
		Individual	Dam
- وزن الجزء الغير نظيف Greasy fleece weight	>6356	-0.017 kg	0.005 kg
- وزن الجزء النظيفة Clean fleece weight	>8054	-0.001 kg	0.002 cm
- طول الصوفه Staple length	>13612	- 0.008 cm	
- الوزن عند الميلاد Birth weight	3678	-0.013 kg	-0.013 kg
- الوزن عند الفطام Weaning weight	10183	- 0.111 kg	-0.072 kg-
- الوزن بعد الفطام Post wearing time	>5777	- 0.178 kg	0.013 kg
- صفات النموذج Body type score	9902	0.011	0.010 kg
- صفات الحالة الجسمانية Condition score	9902	0.012	0.017
- درجة صوف الوجه Face cover score	11902	0.002	0.017
- درجة التجعد Wrinkle score	>12630	- 0.020	0.014
- حيوية الحملان Lamb survival	>6266	- 0.028	0.002

ويمثل الانحدار Regression التغير في الصفة لكل ١ ٪ زيادة في معامل التربية الداخلية للحملان و الأمهات .

٢- درس كل من (2004) Van Wyk and Fair تأثير التربية الداخلية على صفتي الوزن عند الميلاد (BW) و الوزن عند الفطام (WW) في سلالة Elsenburg Dormer فوجد أن متوسط معامل التربية الداخلية ٢٢ ٪ وأن التربية الداخلية تؤدي إلى نقص كل من الـ BW ، الـ WW بمقدار (- ٠,٠٠٦ كجم ، - ٠,٠٩٣ كجم) على التوالي . بينما لم يكن للتربية الداخلية تأثيرا واضحا على المعايير الوراثية genetic parameters ، كذلك وجد أن التربية الداخلية ليس لها تأثير على ترتيب ranking الحيوانات تبعا للقيمة التربوية للحيوانات باستخدام نموذجين للتحليل الأول اشتمل على تأثير التربية الداخلية و الثاني لم يشتمل على التربية الداخلية وقد وجد أن معامل الارتباط بين النموذجين (٠,٩٩) .

د- في الدواجن

- وجد (Tebb 1957) أن إنتاج البيض يقل بمقدار بيضه واحدة لكل زيادة ١٪ في معامل التربية الداخلية - كذلك وجد (Stephenson et al. 1953) في إحدى سلالات الدجاج المرباة داخليا أن إنتاج البيض يقل بمقدار ٤, ٠٪ بيضة لكل ١٪ زيادة في معامل التربية الداخلية ووجد أيضا أن معدل الانخفاض في إنتاج البيض كان أكبر عند مستوى ٢٥, ٠ من معامل التربية الداخلية مقارنة بالمستويات الأعلى من التربية الداخلية.

- كذلك وجد (Mac Laury and Nordskog 1956) أن معدل النفوق mortality rate يزيد إلى ٥٥٪ عند مستوى ١٪ من التربية الداخلية وكذلك وجد أن معامل التربية الداخلية ($F=0.50$) يزيد من تكاليف البيض بمقدار ١, ٥ مره مقارنة بالأفراد الغير مرباة داخليا.

بعض التجارب التي أجريت علي تأثير قوة الهجين علي الصفات المختلفة في الحيوانات المزرعية Live stock : ماشية اللبن:

(Khalifa 1994) في دراسة علي الأبقار المصرية وخلطها مع الأبقار الفريزيان وجد ان قوة الهجين لكل من الصفات (كمية اللبن الكلية - كمية اللبن في ٣٠٥ يوم - طول موسم الحليب - كمية اللبن على مدار حياة الحيوان الإنتاجية - عدد مواسم الحليب الكاملة) كانت كالتالي (٦, ١٣٪، ١, ١٨٪، ٣, ٨، و ١, ٤٣٪) على التوالي. أي أن قوة الهجين تكون أعلى في الصفات التناسلية والمثلية في عدد مواسم الحليب الكاملة.

كذلك أوضح (1998) Wills نقلا عن (1985) Dalton ان قوة الهجين تتراوح من (٢-١٠٪) لكمية اللبن، (٣ - ١٥٪) لكمية الدهن و (٣- ٨٪) للكفاءة الغذائية .

ماشية اللحم

أوضح (١٩٩٨) Willis نقلا عن (1985) Dalton أن قوة الهجين تتراوح ما بين (٧ - ٢٠٪) لمعدل الولادة، (٢ - ١٠٪) لمعدل الولادات حتى الفطام، (٢ - ١٠٪) للوزن عند الميلاد، (٥ - ١٥٪) للوزن عند الفطام وما بين (٥ - ٠٪) بالنسبة لصفات الذبيحة .

الأغنام

أوضح (١٩٩٨) Willis نقلا عن (1985) Dalton أن قوة الهجين تتراوح ما بين ١٩ إلى ٢٠٪ لعدد الحملان المولودة، ٦٠٪ لعدد الحملان المفطومة، ٦٪ للوزن عند الميلاد، (٥ - ٧٪) لمعدل النمو قبل الفطام و ١٠٪ لكل من صفات الذبيحة و الجزة .

مما سبق نستنتج أن الصفات التناسلية ممثلة في عدد مواسم الحليب، معدل الولادات، عدد الحملان المولودة عند الفطام تكون قوة الهجين فيها أكبر عن باقي الصفات الإنتاجية و يرجع السبب في ذلك إلى وقوع تلك الصفات (الصفات التناسلية) تحت التباين السيادي .

الدواجن

أجريت بعض التجارب لدراسة قوة الهجين وقدرة التوافق لأوزان الجسم في الدجاج .

فقد استخدم Hanafi et al., (1991) سلالتين من الدجاج الاجنبى (النيوهامبشير والبليموث روك الأبيض) وسلالتين من الدجاج المحلى (الندراوى والمنتزه الفضى). فى تجربة خلط متبادل 4 X 4 وذلك بمحطة بحوث الدواجن بالقناطر الخيرية التابعة لمعهد بحوث الإنتاج الحيوانى بوزارة الزراعة. وكانت الصفات المدروسة (الوزن عند ٤ ، ٨ ، ١٢ و ١٦ أسبوعا بالإضافة إلى مقاييس الجسم المختلفة).

أوضحت هذه الدراسة أن الخلط مصحوب بقوة هجين فى معظم الصفات المدروسة كما أعطي خلط السلالات المحلية قيما بينها أعلي قوة هجين مقارنة بقوة الهجين الناتجة من خلط السلالات المحلية مع الأجنبية وهذا يشير إلى وجود التأثيرات غير المضافة للجينات بدرجة يمكن استغلالها في إنتاج الهجن الناتجة من السلالات المحلية كذلك أوضحت هذه الدراسة أن الكتاكيت الناتجة من خلط سلالة الندرأوى بإناث الهامبشير يعطي تفوقا ملحوظا في قوة الهجين مقداره ٨,١٧٪ في حين كانت قوة الهجين الناتجة من خلط ذكور المنتزه الفضى مع إناث الهامبشير ٥,٣٪.

بعض الأبحاث التطبيقية لتقدير الانتخاب المباشر وغير مباشر

١. Sultan and Khattalb (1989)

استخدم الباحثان سجلات إنتاج اللبن لأبقار الفريزيان لمحطة سخا - كفر الشيخ - لتقدير الانتخاب المباشر و الغير مباشر لصفات إنتاج اللبن في ٣٠٥ يوم للموسم الأول - طول مدة الحياة الإنتاجية معبرا عنها بكمية اللبن الكلية علي

مدار حياة الحيوان ومتوسط كمية اللبن في اليوم). وجد الباحثان أن الانتخاب المباشر لكمية اللبن في الموسم الأول تؤدي إلى زيادة في كمية التحسين الوراثي المتوقع لكل من كمية اللبن الكلية ومتوسط كمية البن في اليوم بمقدار ٤٢٪ ، ٤٥٪ على التوالي .

بعض الأبحاث التطبيقية علي الأدلة الانتخابية في مصر:

A- Comparison of different selection indices for genetic improvement of some dairy traits in Friesian cattle in Egypt.

مقارنة بين مجموعة من الأدلة الانتخابية المختلفة للتحسين الوراثي لبعض صفات اللبن في أبقار الفريزيان في مصر .

أجري هذا البحث كل من (Khattab and Sultan 1991) علي قطيع من أبقار الفريزيان بمحطة سخا - التابعة لمركز بحوث الإنتاج الحيواني خلال الفترة (١٩٧٢ - ١٩٨٨) وذلك بهدف تقدير كل من المعالم المظهرية والوراثية لصفات اللبن (كمية اللبن في ٣٠٥ يوم - طول موسم الحليب - العمر عند أول ولادة) بالإضافة إلي مقارنة أربع أدلة انتخابية (الدليل الأول I_1) اشتمل علي ثلاث صفات بينما الثلاث أدلة الأخرى I_2, I_3, I_4 اشتملت علي صفتين فقط ويوضح الجدول التالي كل من المعاملات $b's$ ، الأهمية النسبية لمساهمة كل صفة $v\%$ ، كمية التحسين الوراثي ΔG ، معامل الارتباط بين الدليل والوراثة الكلية R_{IH} بالإضافة إلى الأهمية النسبية لكل دليل بالمقارنة بالدليل الأول $(RE)I_1$.

RE	R_{IH}	العمر عند أول ولادة			طول موسم الحليب			كمية اللبن (٣٠٥) يوم			الأدلة
	$R(a,i)$	ΔG	$v\%$	$b's$	ΔG	$v\%$	$b's$	ΔG	$v\%$	$b's$	
100	0.69	-1.96	38.7	27.582	25	7.6	0.753	163	6.1	0.087	I ₁
62	0.43	-0.36			27	24.2	0.789	235	9.7	0.067	I ₂
93	0.69	-1.63	49.8	27.961	21			160	19.0	0.127	I ₃
94	0.65	-1.83	41.2	-26.37	25	20.4	1.025	88			I ₄

ويتضح من الجدول السابق أن كمية التحسين الوراثي في الجيل وبفرض أن شدة الانتخاب (i) Selection intensity تساوي واحد صحيح ، تراوحت ما بين (٨٨ - ٢٣٥) كجم لكمية اللبن في ٣٠٥ يوم ، وما بين (٢١ - ٢٧) يوم لطول موسم الحليب ، وما بين (٠,٣٦- إلى ١,٩٦) شهر للعمر عند أول ولادة.

الدليل الثاني والذي لم يشتمل علي العمر عند أول ولادة كان أقل من الأول في درجة الدقة $R(a,I) = (0.43)$

بينما الدليل الثالث والرابع واللذان اشتملا عل العمر عند أول ولادة كانت درجة الدقة لهما متقاربة $R(a,I) = ٠,٩٣ ، ٠,٩٤$ مما يدل علي أهمية احتواء الدليل علي صفة العمر عند أول ولادة ، كذلك كان الدليل الأول والذي اشتمل علي الثلاث صفات كان أعلي في معامل الارتباط $R(a,I) = 0.69$ مما يدل علي ضرورة الاعتماد في الانتخاب علي الثلاث صفات كمية اللبن في ٣٠٥ يوم ، طول موسم الحليب ، العمر عند أول ولادة بعد انتهاء الحيوانات من الموسم الأول.

كذلك في دراسة أخرى قام بها (El-Arian et al., 2001) لقطع من الجاموس المصري وكذلك (Atil and Khattab 2005) في دراسة علي أبقار الفريزيان بتركيا - فقد انتهى الباحثون إلي نفس النتائج السابقة .

B- Genetic improvement for milk traits of German Holstein through selection indices
التحسين الوراثي لصفات إنتاج اللبن في الهولشتين الألماني عن طريق الأدلة الانتخابية .

أجري هذا البحث (El-Awady et al., 2002) حيث استخدم ٢٠٥٠٠ سجل حليب للموسم الأول لأبقار الهولشتين الألمانية لعدد ١٠٠٣ أب ناتجة من ٢٣ قطع وذلك بهدف تقدير المعايير الوراثية والمظهرية لمحصول اللبن، لمحصول الدهن ومحصول البروتين في موسم الحليب الأول وكذلك عمل توليفات مختلفة من الأدلة الانتخابية لهذه الصفات وبذلك استخدم أربع أدلة الدليل الأول (I) اشتمل علي الثلاث صفات معا أما الدليل الثاني والثالث والرابع اشتمل علي صفتين معا وأوضحت النتائج أن أعلى كمية تحسين وراثي متوقع في الجيل لمحصول اللبن ما بين (٣٣٨ - ٣٤٤) كجم، ومحصول الدهن ما بين (١١, ٤ - ١٠, ٨١) كجم، ومحصول البروتين ما بين (٧, ٥٥ - ٧, ٩٨) كجم .
وتم الحصول على أعلى تحسين وراثي متوقع في الجيل لمحصول اللبن والبروتين من الدليل الثالث بينما لمحصول الدهن من الدليل الانتخابي الرابع .

كذلك نصح الباحثون باستخدام الدليل الأول $R(a,i) = 0.66$ والذي اشتمل علي الثلاث صفات المدروسة كوسيلة فعالة للتحسين الوراثي في صفات اللبن في أبقار الهولشتين الألماني وذلك في حالة إجراء الانتخاب في نهاية الموسم الأول.

C- Selection indices for Friesian cows using two methods of calculating relative economic values for some important productive and reproductive traits
أدلة انتخابية لأبقار الفريزيان باستخدام طريقتين لتقدير الأهمية النسبية لبعض الصفات الإنتاجية والتناسلية الهامة.

قام بهذا البحث El-Arian (2005) حيث استخدم بيانات لبن الموسم الأول لعدد ٥٩٨ بقرة فريزيان بنات ٣٠ طلوقة و ٥٣٥ أم، وحللت البيانات باستخدام طريقة معظمة الناتج Maximum likelihood procedure بالنموذج المشتمل علي شهر وسنة الولادة كتأثيرات ثابتة والطلائق كتأثيرات عشوائية. قدر الباحث المعايير الوراثية والمظهرية لصفات ناتج لبن ٣٠٥ يوم، وناتج دهن ٣٠٥ يوم، وناتج بروتين ٣٠٥ يوم والفترة بين ولادتين والعمر عند أول ولادة. اشتق الباحث ٢٦ دليل انتخابي مشتملا جميع التوليفات بين الصفات السابقة باستخدام طريقتين لحساب القيمة الاقتصادية :-

القيمة الاقتصادية الفعلية (Actual economic value)

طريقة وحدة واحدة من الانحراف القياسي (One standard deviation)

اتضح من نتائج البحث أن دليل الانتخاب الذي اشتمل علي صفات ناتج لبن ٣٠٥ يوم، وناتج بروتين ٣٠٥ يوم، الفترة بين ولادتين، العمر عند أول ولادة

كان هو أفضل الأدلة في كلتا الطريقتين لذا ينصح باستخدام هذا الدليل إذا ما أجري الانتخاب لأبقار الفريزيان في نهاية موسم الحليب الأول .
كذلك قدر معامل ارتباط الرتب بين ترتيب الـ ٥٩٨ بقرة فريزيان بطريقة الأهمية النسبية الاقتصادية وكانت قيمته ٠,٩٥ ، ولذا أوصي الباحث باستخدام الطريقة الثانية { طريقة وحدة واحدة من الانحراف القياسي } (One standard deviation) لتقدير الأهمية النسبية للصفات في تكوين الأدلة الانتخابية لسهولة حسابها .

D- Selection indices for improvement of milk, fat, protein yield in Holstein - Friesian cows
أدلة انتخابية جزئية لتحسين كمية اللبن أو الدهن أو البروتين في أبقار الهولشتين - فريزيان

أجري هذه الدراسة (Ashmawy (1991 باستخدام بيانات ١٠٣١٤ موسم حليب أول لأبقار الهولشتين فريزيان ، بنات ٢٢٨ طلوقة ، استخرجت أربعة أدلة جزئية لانتخاب صفة واحدة فقط إما اللبن أو الدهن أو البروتين باستخدام متغيرين أو ثلاث متغيرات من كمية اللبن ، الدهن (أو) البروتين .
كانت كفاءة الأدلة الجزئية للانتخاب لكمية اللبن والتي اعتمدت علي كمية اللبن والدهن أو كمية اللبن مع البروتين يمثل ٩٨ - ١٠٠ ٪ كما لو استخدم دليل به الثلاث صفات .

تراوحت كمية التحسين الوراثية المتوقعة لكمية اللبن من ١٩٦ - ٢٠٠ كجم لكل جيل باعتبار أن شدة الانتخاب مقدارها الوحدة والتي استخدمت كأساس للمقارنة فقط . أما كفاءة أدلة الانتخاب الجزئية المحتوية علي البروتين فكانت كالتي بدونه وفي غياب كمية الدهن أو البروتين فإن الانتخاب باستخدام كمية اللبن فقط يؤدي إلي خفض في كمية التحسين الوراثي المتوقع بما لا يزيد عن ٥ ٪ بالمقارنة بدليل يحتوي علي الثلاث متغيرات .

وبالنسبة للتحسين الوراثي المتوقع في كمية الدهن أوصي الباحث باستخدام أدلة انتخاب جزئية معتمده علي كمية اللبن وكمية الدهن . والتحسين الوراثي المتوقع في كمية البروتين فإن دليل انتخاب جزئي محتويا علي كمية اللبن والدهن يؤدي إلي خفض في كمية التحسين الوراثي المتوقعة في البروتين مقدارها ٤ , ٠ كجم في الجيل باعتبار أن شدة الانتخاب مقدارها الواحد الصحيح مع انخفاض في دقة التقدير مقدر بحوالى ٧ ٪ مقارنة ببقية أدلة الانتخاب الجزئية .

E- Calculation of the economic values for some udder health traits to estimate the profitability of the selection indices for dairy cows in Egypt

حساب القيم الاقتصادية لبعض صفات صحة الضرع لتقدير الربحية في الأدلة الانتخابية في أبقار اللبن في مصر

قام بهذه الدراسة El-Awady (2006) واستهدفت حساب القيم الاقتصادية لبعض صفات صحة الضرع وذلك لاستخدامها في بناء عدد من الأدلة الانتخابية لأبقار الفريزيان في مصر . تم تحليل البيانات باستخدام طريقة الاحتمالات

العظمى المحددة لنموذج الحيوان باستخدام برنامج الـ MTDFREML مع افتراض أن شهر وسنة الولادة ذو تأثيرات ثابتة و الحيوان والخطأ التجريبي كتأثيرات عشوائية .

استخدمت مكونات التباين لصفات إنتاج اللبن في ٣٠٥ يوم، أعداد الخلايا الجسمية/ملى لبن، التهاب الضرع وحالة الضرع الصحية وكذلك تقديرات القيم الاقتصادية النسبية المشتقة بثلاث طرق مختلفة هي (١) طريقة القيم الاقتصادية الحقيقية المحسوبة، (٢) طريقة القيم الاقتصادية المحسوبة من الانحرافات القياسية الوراثية و (٣) طريقة القيم الاقتصادية باستخدام وحدة انحراف قياسي للتباين المظهري، استخدمت جميعها في بناء الأدلة الانتخابية .

كانت قيم المكافئات الوراثية ٠,٣٥، ٠,٢٤، ٠,١٨، ٠,١٦ و ٠,١٦ لصفات إنتاج اللبن في ٣٠٥ يوم، أعداد الخلايا الجسمية/ملى لبن، التهاب الضرع وحالة الضرع الصحية على التوالي .

كانت الارتباطات الوراثية بين إنتاج اللبن وصفات صحة الضرع سالبة ومعنوية وتراوح قيمها بين -٠,٧٥ و -٠,٣٩ بينما كانت الارتباطات الوراثية بين صفات صحة الضرع وبعضها موجبة وتراوح بين ٠,٨٤ و ٠,٩٤ وتراوح الارتباطات المظهرية بين نفس الصفات من ٠,٧٣ إلى ٠,٨٨ أما قيم الارتباطات المظهرية بين إنتاج اللبن وصفات صحة الضرع فتراوح بين ٠,٦٦ و -٠,٤٦ .

تم تكوين ١٢ دليل انتخاب بكل من طرق تقدير القيم الاقتصادية النسبية الثلاثة وتبين أن الانتخاب لإنتاج اللبن وأعداد الخلايا الجسمية والتهاب الضرع وحالة

الضرع الصحية سوف يحسن من كفاءة استجابة القيمة الوراثية الحقيقية بمقدار ٨ - ٩٪ مقارنة بالانتخاب لإنتاج اللبن بمفرده - وكذلك حققت إضافة إحدى صفات صحة الضرع أو كلها تحسينا في كفاءة الأدلة الانتخابية مقارنة بالانتخاب لإنتاج اللبن بمفرده. وينصح باستخدام الأدلة الانتخابية I_1, I_2, I_3, I_4 التي تم بناؤها بواسطة كل من طرق تقدير القيم الاقتصادية النسبية الثلاثة وذلك عند إجراء الانتخاب في نهاية موسم الحليب الأول.

تراوحت قيم معامل ارتباط الرتب بين الأدلة الانتخابية لعدد ١٨٠٦ بقرة فريزيان باستخدام طرق تقدير القيمة الاقتصادية النسبية الثلاثة بين ٩٥,٠ و ١٠٠,٠ ولذا فإنه يمكن التوصية باستخدام الطريقة الثالثة لتقدير القيمة الاقتصادية النسبية للصفات في تكوين الأدلة الانتخابية لسهولة حسابها.

أوضحت النتائج أن أخذ أعداد الخلايا الجسمية وكذلك حالة الضرع الصحية في الاعتبار عند انتخاب الأبقار سوف يساعد على تقليل أو منع الإصابة بالتهاب الضرع المرتبط مع الانتخاب لزيادة إنتاج اللبن. إضافة إلى أن القيم الاقتصادية النسبية لصفات صحة الضرع تكون بالأهمية الكافية لإدخالها في خطة الانتخاب لتحسين العائد من أبقار اللبن.

**الملحق الرابع
أسئلة متنوعة على
أبواب الكتاب**

الملحق الرابع أسئلة متنوعة على أبواب الكتاب أسئلة الباب الأول :

- س ١ عرف علم تربية الحيوان وما هي العلوم المرتبطة به؟
- س ٢ ما الفرق بين تربية الحيوان ورعاية الحيوان؟
- س ٣ ماذا يعنى الاستئناس؟ وما هي فوائده؟
- س ٤ ما المقصود بعملية تكثيف الإنتاج الحيوانى Intensification؟
- س ٥ تكلم عن تكوين ونشأة السلالات؟
- س ٦ تكلم باختصار عن مراحل تطور تربية الحيوان؟
- س ٧ تكلم عن أنواع مربى الحيوان؟ وما هي أنواع القطعان؟
- س ٨ مزرعة موجودة بالمدن أو بضواحيها - وأخرى بالصحراء أو بعيدة عن المدن -
وضح الفرق بين الاثنين من ناحية الإنشاء - الحيوان المربى بكل منهما (نوع الإنتاج) - مصادر التغذية؟

أسئلة الباب الثانى :

- س ١ الجدول التالي يمثل معاملى الانحدار الخطي (b1) والخط قوسي (b2) (
- لإنتاج اللبن في ٣٠٥ يوما لإنتاج الجاموس المصري في فصول السنة المختلفة
- ولجميع الفصول معا (Mourad et al. (1986

عدد السجلات	المتغير التابع Y	الجزء المقطوع من المحور الصادي α	معامل الانحدار
		الخطي b_1	الخط قوسي b_2
١٤٧٩	الشتاء	٧٨٦.٨٠٤	٠.٠٤٤٥-
١١٢٤	الربيع	٥٨٥.٦٤٩	٠.٠٧٦٢-
٦٦٣	الصيف	٧٣١.٣٤٦	٠.٠٤٩٩ -
١٣٤٣	الخريف	٥٨١.٦٧٠	٠.٠٥٧٢ -
٤٦٠٩	جميع الفصول معا	٦٨١.٦٩٧	٠.٠٥٥٦-

تنبأ بإنتاج الجاموس في ٣٠٥ يوما في الأعمار التالية (٣٠ - ٤٠ - ٥٠ - ٦٠ - ٧٠ - ٨٠ - ٩٠ - ١٠٠ - ١١٠ - ١٢٠ - ١٣٠ - ١٤٠ - ١٥٠ - شهر ١) .
 وذلك لكل فصل ولادة علي حدة ولجميع الفصول معا .
 س ٢ إذا فرض أن الوزن عند الميلاد والقطام في احدي عجول الأبردين أنجس ٤٠ كجم و ٢٠٠ كجم على التوالي . احسب الوزن عند ٢٠٠ يوم .
 س ٣ :- إذا فرض أن متوسط كمية اللبن الكلية في احدي أبقر الفريزيان ٣٥٠٠ كجم وطول الفترة بين ولادتين ٤١٠ يوما . احسب متوسط كمية اللبن السنوية .
 س ٤ الجدول التالي يوضح معاملات التعديل لطول موسم الحليب (٣٠٥ يوما) في أشهر الحليب المختلفة ولجميع فصول السنة معا .
 Ashmawy et al. (1985)

إنتاج اللبن التراكمي	معامل التعديل
الشهر الأول (١)	٧.٦١
الشهر الأول والثاني (١ - ٢)	٣.٤٨ و ٣
(١ - ٣)	٢.٦٩
(١ - ٤)	٢.٠٦
(١ - ٥)	١.٧٢
(١ - ٦)	١.٤٨
(١ - ٧)	١.٤١
(١ - ٨)	١.١٩
(١ - ٩)	١.٠٩

تنبأ بإنتاج اللبن في ٣٠٥ يوما من الإنتاج الشهري لإحدى الأبقار إذا علمت أن الإنتاج فيها كما يلي :-

إنتاج اللبن التراكمي	أشهر الحليب
٤٠٠ كجم	الشهر الأول (١)
٧٥٠ كجم	الشهر الأول والثاني (١ - ٢)
١٠٥٠ كجم	(١ - ٣)
١٣٥٠ كجم	(١ - ٤)
١٦٤٠ كجم	(١ - ٥)

١٨٥٠ كجم	(٦ - ١)
٢١٠٠ كجم	(٧ - ١)
٢٣٠٠ كجم	(٨ - ١)
٢٤٠٠ كجم	(٩ - ١)

س5 ما الفرق بين كل من :

- الصفات الكمية والوصفية .

- البيئة العامة والبيئة الخاصة .

- التباين البيئي الدائم والمؤقت .

- التداخل بين الجينات التجمعية والتداخل بين الجينات السيادية

س6 ما المقصود بالتداخل بين البيئة والوراثة مع التوضيح بمثال؟

س7 ما هي مكونات التباين المظهري؟

أسئلة الباب الثالث والرابع

س١ عرف ما يأتي

١- التكرار الجيني للعشيرة ٢- العشيرة Population

٣- قاعدة هاردي واينبرج ٤- الـ Panmixia

س٢ في عينة مكونة من ١٠٠ طالب وجد أن فصائل الدم كالآتي :

Blood groups	AA	AB	AO	BB	BO	OO
Number	15	10	5	10	20	40

فما هو التكرار الجيني للأليل A ، B ، O ؟

س٣ في قطيع من أبقار الشهورتهورن وجدت الأعداد الآتية

16 WW 48 Ww 36 ww

استخرج التوزيع الجاميى وتوزيع التراكيب الوراثية (التوزيع الزيجوتى) وأذكر هل العشيرة فى حالة اتزان أم لا بطريقة مقارنة الخليط ومربع كاي χ^2 (حيث أن χ^2 الجدولية = ٥, ٢)

س٤ مجموعة من مواليد الجاموس عددها ٤٤٤ وجد أن عدد الذكور بها ٢٢٨ والإناث ٢١٦ - هل هذا الفرق معنوى بين نسبة الذكور والإناث أم لا (χ^2 الجدولية = ٥, ٢٣٥)

س٥ بفحص قطيع مكون من ١٠٠٠ حيوان وجدت بة التكرارات الآتية
AA 256, Aa 288, aa 456
فما هى قيمة F ؟

س٦ إذا علمت أن $F = ١, ٠$ فى عشيرة تكوينها كما يلى
0.49 AA : 0.42 Aa : 0.09 aa
فما هو التكرار الزيجوتى فى الجيل التالى؟

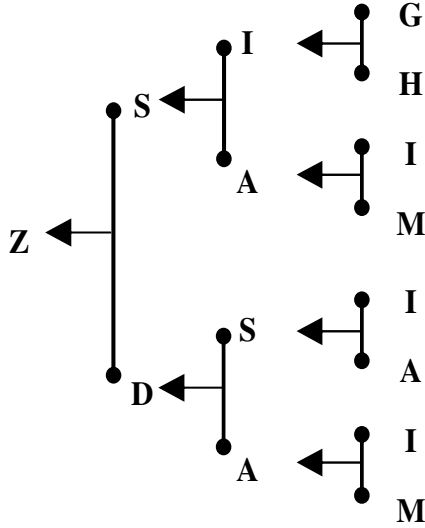
س٧ تكلم عن العوامل التى تؤثر على تكرار الجين؟

س٨ فى دراسة ما وجد أن نسبة ١٪ من ماشية الإيرشير ذات ذبول قصيرة مشوهة - وهذه الصفة ثبت أنها لجين متنحى يرمز له بالرمز - والمطلوب حساب تكرار هذا العامل الوراثى وكذلك تكرار أليله السائد فى العشيرة؟

س٩ فى قطيع من الماشية يولد عجل أعمى من كل ٢٠٠ عجل سليم - والمطلوب حساب التكرار الجينى المسئول عن هذه الصفة وتحديد نسبة الأفراد الخليطة والأصيلة وعدد هذه الأفراد فى قطيع يبلغ ١٠٠٠ حيوان - علما بأن صفة وجود العمى هى صفة متنحية - مع بيان هل هذه العشيرة فى حالة اتزان أم لا؟

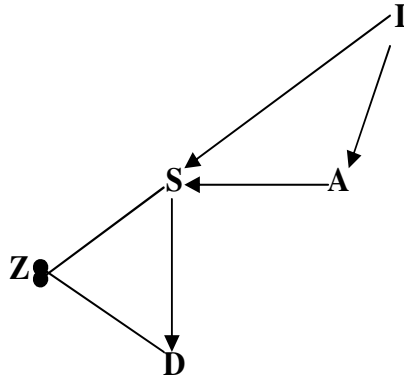
أسئلة الباب الخامس

س ١ من سجل النسب التالي :-



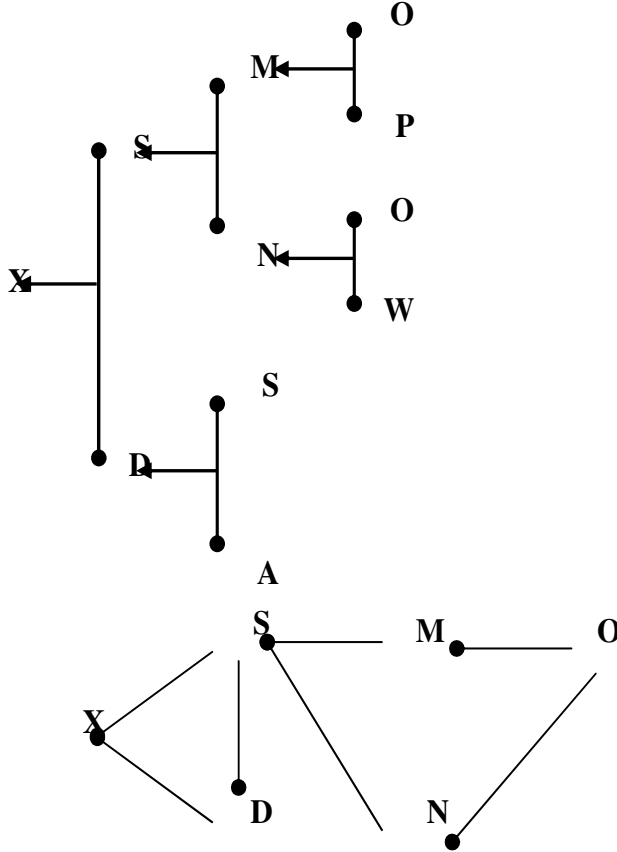
- احسب درجة القرابة بين R (ZS) .
- احسب معامل التربية الداخلية للفرد S .
- احسب معامل التربية الداخلية للفرد Z .

س ٢ من سجل النسب التالي :-



➤ احسب درجة القرابة بين (ZS) R .

س٣ من سجل النسب التالي :-



➤ احسب معامل التربية الداخلية للفرد S والفرد X .

➤ احسب معامل القرابة بين (XS) R .

س٤ إذا فرض أن متوسط إنتاج اللبن في ٣٠٥ يوما في أبقار الفريزيان F =

٢٥٠٠ كجم ومتوسط إنتاج اللبن في ٣٠٥ يوما في الأبقار المصرية B =

١٠٠٠ كجم ومتوسط إنتاج اللبن في ٣٠٥ يوما في الأبقار الخليطة B ×

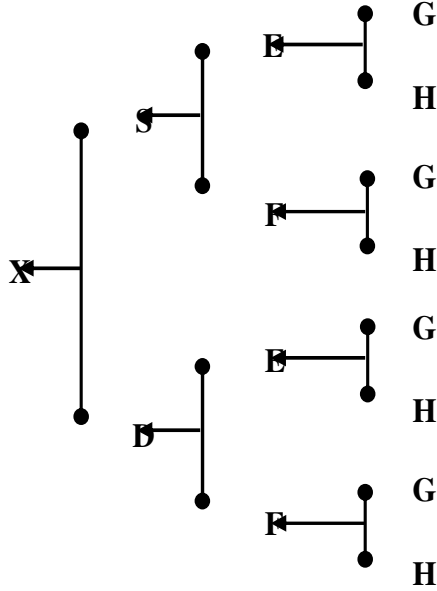
F ♂ = ٢٢٠٠ كجم ومتوسط إنتاج اللبن في ٣٠٥ يوم في الأبقار

الخليطة B ♂ × F ♂ = ١٩٠٠ كجم

➤ احسب مقدار قوة الخليط في الجيل الأول F1 في الأبقار الخليطة .

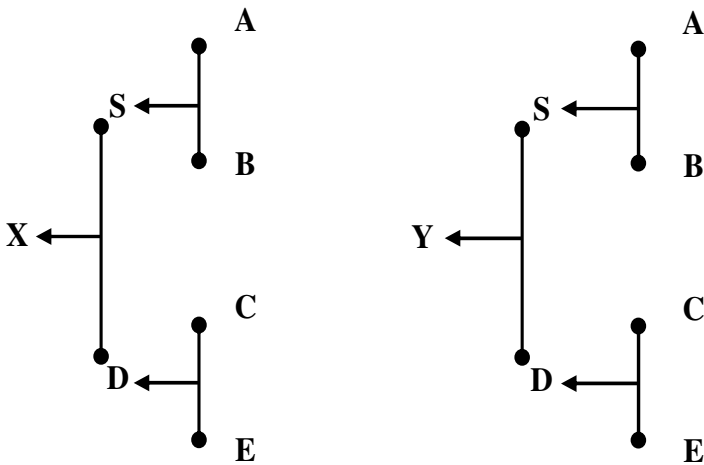
➤ تنبأ بمتوسط الإنتاج في الجيل الثاني F2 .

س ٥ من سجل النسب التالي :-



احسب معامل القرابة بين S, X

س ٦ من سجل النسب التالي احسب معامل القرابة بين X, Y .



أسئلة الباب السادس والسابع

- س١:- لماذا يعتبر المكافئ الوراثي بمعناه الشامل اكبر في قيمته من المكافئ الوراثي بمعناه الضيق؟
- س٢:- تنقسم الصفات تبعا لقيمة المكافئ الوراثي الى:
- أ-
- ب-
- ج-
- س٣:- أكمل ما يأتي:-
- المكافئ الوراثي المقدر من العلاقة بين الأب والابن = ...
- المكافئ الوراثي المقدر من أنصاف الأشقة = ...
- المكافئ الوراثي المقدر من الأشقة الكاملة = ...
- س٤:- بما تفسر قيمة المكافئ الوراثي المقدر من مكونات الأم اكبر في قيمته من المكافئ الوراثي المقدر من مكونات الأب
- س٥ ذكر Falconer and Mackay (1996) المثال التالي احسب المكافئ الوراثي من الحالات التالية إذا علمت أن :
- معامل انحدار الأبناء على الآباء = ٠.٢١
- معامل انحدار الأبناء على الأمهات = ٠.٢٧
- معامل الارتباط بين الاشقة الكاملة = ٠.٣٤
- معامل الارتباط بين أنصاف الاشقة = ٠.٠٢
- معامل انحدار الأبناء على متوسط الأبوين = ٠.٣٢
- معامل انحدار البنات على الأمهات = ٠.٠٣
- س٦:- قدر Khattab (1984) التباين المظهري والتباين الوراثي وكذلك التغاير المظهري والوراثي لبعض صفات إنتاج اللبن في قطيع من أبقار الفريزيان بمزرعة سخا كما في الجدول التالي:-
- أولا : التباين والتغاير المظهري

الصفات	العمر عند الولادة	كمية اللبن في ٦٠ يوم	كمية اللبن ٣٠٥ يوم	كمية اللبن الكلى	طول موسم الحليب
العمر عند الولادة	٢٦.٢٥	٥٢٥.٨٩	١٥٣٠.٣٠	١٧٨١.٠٥	١٢.٠٧
كمية اللبن في ٦٠ يوم		١١٨٣١.١	٢٨٠.٤٩٥	٣٣٥٩٧٥	٩٣٤
كمية اللبن في ٣٠٥ يوم			١٢٦٦٥٧٥	١٦٦٣١٥٠	٢٩٤٥٦
كمية اللبن الكلية				٣٣٣٢٩٩٢	١٢٤٦١٤
طول موسم الحليب					٨٨٨٤

ثانيا : التباين والتغاير الوراثي

الصفات	العمر عند أول ولادة	كمية اللبن في ٦٠ يوم	كمية اللبن في ٣٠٥ يوم	كمية اللبن الكلية	طول موسم الحليب
العمر عند الولادة	٣.٧٠	٢٦	١١٤	٥٣	٤.٦٠
كمية اللبن في ٦٠ يوم		١١٠.٦٢	٥٢٣.٦	٧٣٥٥٥	١٢١٥
كمية اللبن في ٣٠٥ يوم			٢٤٦.٣٥	٣١٦٨٣٩	٣٥٤٩
كمية اللبن الكلية				٤٣٣٨٧٧٨	٧٩٧٢
طول موسم الحليب					٦٨

١- اكتب النموذج الرياضي

٢- اكتب النموذج الوراثي

٣- احسب المكافئ الوراثي لصفات اللبن (العمر عند أول ولادة- كمية اللبن في ٦٠ يوماً- كمية اللبن في ٣٠٥ يوم _ كمية اللبن الكلي _ طول موسم الحليب).
س٧:- قدر (١٩٩٢) Khattab and Mourad التباين بين القيمة الحقيقية للتلانق $\sigma^2 S$ وكذلك تباين الخطأ العشوائي $\sigma^2 W$ لكمية اللبن في مواسم الحليب المختلفة في الجاموس المصري وكذلك لجميع مواسم الحليب معا كما في الجدول التالي:

موسم الحليب	مكون تباين الأب	مكون تباين الأم
١	٤٠٧٩	١١١٤٤٧
٢	١٠٤٧	١٧٩١٥٠
٣	٣٦٥٩	٢١١٩٣٨
٤	٣٦٦٤	٢٠٠٩٤٧
٥	١٢٤٢٩	١٨٩٠٥٦
جميع المواسم	٥٦٢٦	١٠١٢٥٥١

احسب المكافئ الوراثي لكل موسم حليب ولجميع المواسم معا؟

س٨ في دراسة قام بها EL-Arian et al.(2003) على قطيع أبقار الهولشتين فريزيان بمزرعة دله حصل الباحثون على النتائج التالية:-

الصفات	مكونات التباين		
	تباين بيئي مؤقت $\sigma^2 e$	تباين بيئي دائم $\sigma^2 P_e$	تباين وراثي $\sigma^2 G$
كمية اللبن في ٣٠٥ يوم	7249	62120	32429
طول موسم الحليب	1597	5098	528
طول فترة الجفاف	1786	582	68

احسب المكافئ الوراثي لكل من كمية اللبن في ٣٠٥ يوما، طول موسم اللبن، طول فترة الجفاف

س٩ الجدول التالي جدول تحليل التباين لصفة وزن الجسم عند ٨ أسابيع في البط البكنى (El Said, 1979)

S.O.V	M.S	E.M.S
Between sire	45	
Between dams / sires	37	
Between progeny/dams/sires	13	

$$K_1=K_2=12$$

$$K_3=18$$

أكمل جدول تحليل التباين

اكتب النموذج الرياضي

اكتب النموذج الوراثي

احسب المكافئ الوراثي من تكوين تباين الأب والأم ومن الاثنين معاً.

مثال 10 خمس ذكور – تزاوجت مع عدد مختلف من الأمهات وكل أم أعطت عدد

مختلف من الأبناء والمطلوب حساب كل من $K_1 - K_2 - K_3$

Number	Sires				
	A	B	C	D	E
الأمهات Dams	3	5	4	2	5
Progeny/ dam	5,5,6	4,8,6,8,10	7,3,4,3	8,6	2,4,3,5,5
Progeny/ sire	15	36	17	14	19

س١١ - اكتب معادلة الارتباط البسيط؟

س١٢ - اشرح باختصار شديد الأسس النظرية لحساب المعامل التكراري

س١٣

أ- بماذا تفسر ارتفاع قيمة المعامل التكراري

ب - بماذا تفسر انخفاض قيمة المعامل التكراري

ج - بماذا تفسر تساوى قيمة المعامل التكراري مع المكافئ الوراثي

س١٤- أخذت عينة من قطيع الجاموس المصري Egyptian Buffaloes التابع لمحطة محلة موسى. وهذه العينة مكونة من خمس طلائق Bulls وكل طلوقة له ثلاثة بنات وأبقار وكل بقرة أعطت ثلاثة مواسم حليب كما في الجدول التالي:

موسم الحليب				
الطلائق	الأبقار	1	2	3
	1	2100	2250	2350
1	2	1700	1900	2010
	3	1520	1650	1780
	1	1450	1690	1780
2	2	1410	2235	2150
	3	2000	2150	2340
	1	2350	2470	2580
3	2	1950	2000	2200
	3	1800	1870	1925
	1	2400	2550	2500
4	2	1350	2390	2500
	3	2100	2200	2450
	1	1500	1700	1900
5	2	1750	1890	2010
	3	1910	2100	2190

أ- اكتب النموذج الرياضي

ب- اكتب النموذج الوراثي

ج- احسب المعامل التكراري إذا علمت أن $k_1=k_2=3$, $k_3=9$

س١٥- قدر (1991) Ashmawy المعامل التكراري لصفتي إنتاج اللبن الكلى (MY) وكمية اللبن السنوية (AMY) في قطيع من الجاموس المصري كما هو موضح في جدول تحليل التباين التالي

S.O.V.	M.S	
	MY	AMY
Between cows	582949	918409
Reminder	166557	287003

وإذا علمت أن متوسط عدد السجلات لكل بقرة $k=4.16$

احسب قيمة المعامل التكراري لصفة إنتاج اللبن الكلى وإنتاج اللبن السنوي

س١٦- الجدول التالي يبين تحليل التباين لصفة كمية اللبن ٩٠ يوم وكمية اللبن في ٣٠ يوم مأخوذ عن (Khattab et al.2000)

مكونات التباين	90 MY	305 MY
تباين وراثي $\sigma^2 G$	13722	1441972

$\sigma^2 P_e$ تباين بيئي دائم	31103	55627
$\sigma^2 e$ تباين بيئي مؤقت	131552	3946804
التباين الكلي		

احسب قيمة المعامل التكراري لصفة إنتاج اللبن في ٩٠ يوما و إنتاج اللبن في ٣٠٥ يوما .

س١٧- ذبح ست إناث من طيور الرومي عند ٢٤ أسبوع وقد أخذت عشرة مقاييس لطراوة اللحم لكل طائر كما هو موضح في الجدول التالي مأخوذ من

Becker (1984)

1	2	3	4	5	6
2.3	2.2	2.1	2.3	2.1	2.0
2.2	3.1	2.6	2.4	2.0	1.9
2.2	2.7	2.7	2.1	2.2	2.6
3.0	2.2	2.0	2.6	2.0	2.5
2.4	2.5	1.9	2.0	2.0	2.3
2.8	2.6	1.9	1.7	1.8	2.0
2.6	2.9	1.8	2.4	2.0	2.5
2.5	2.3	2.3	2.1	1.7	2.2
2.2	2.2	2.1	2.5	1.8	2.0
2.3	3.0	2.2	2.7	1.7	1.7
24.5	25.7	21.6	22.8	19.3	21.7

احسب قيمة المعامل التكراري لصفة طراوة اللحم؟

س١٨- في دراسة عن قطع من أبقار الهولشتاين فريزبان (El-Arian et al. 2003) قدرت التباينات الوراثية والتباينات الظاهرية لصفات كمية اللبن في 305 يوما وطول موسم الحليب وطول الفترة بين ولادتين كما في الجدول التالي:

مكونات التباين	٣٠٥ يوما	طول موسم الحليب	طول فترة الجفاف
$\sigma^2 G$ تباين وراثي	32429	528	68
$\sigma^2 P_e$ تباين بيئي دائم	62120	5098	282
$\sigma^2 e$ تباين بيئي مؤقت	7249	1597	1786

احسب المعامل التكراري لكل من إنتاج اللبن في ٣٠٥ يوما و طول موسم الحليب و طول فترة الجفاف

س١٩- بقرة في ٤ مواسم حليب متوسطهم ٥٥٠٠ كجم من اللبن وإذا كان متوسط القطيع ٤٠٠٠ كجم من اللبن وإذا كان المعامل التكراري ٠.٤ احسب أقصى احتمال للكفاءة الإنتاجية .

س٢٠- أكتب أهمية تقدير الارتباط الوراثي
س٢١- استنتج العلاقة التالية (العلاقة بين معامل الارتباط المظهر وكل من معاملي الارتباط الوراثي والارتباط البيئي)
س٢٢- ذكر (1984) Becker المثال التالي أخذت سبعة عشر ١٧ ديك من إحدى سلالات الدجاج الرومي وتزوج كل ديك مع أربعة أمهات وأعطت كل أم ثلاثة كتاكيت وقدر وزن الجسم (X_1) ومحيط الصدر (X_2) عند ٢٤ أسبوع احسب كل من الارتباطات الوراثية – البيئية والمظهرية من جدول تحليل التباين التالي:

S.O.V	D.F	MS		MCP
		X_1	X_2	$X_2 X_1$
Sire	16	1456187	86.30	5171
Dams	51	1033392	45.51	3628
progeny	136	810551	36.47	3001

(متوسط عدد أبناء كل أب) $K_3 = 12$

متوسط عدد أبناء كل أم $K_1 = 3$

متوسط عدد الأمهات لكل أب $K_2 = 3$

س٢٣ في دراسة لـ (Badawy et al. (2002 لتقدير المعالم الوراثية باستخدام ٣١٣ عجلا من عجول الفريزيان وناتجة من ٤٥ أب ، درس الباحثون صفتي الوزن عند الميلاد X_1 ، الوزن عند الفطام X_2 والجدول التالي تحليل التباين:

S.O.V	d.f	M.S		MCP
		X_1	X_2	
Between sires	4.4	11.12	469.39	13.85
Within sires	268	7.08	144.72	3.20

أحسب المكافئ الوراثي لكل صفة على حدة

احسب معامل الارتباط الوراثي (r_A) والارتباط البيئي (r_e) وكذلك الارتباط المظهري (r_p) بين صفتي الوزن عند الميلاد (X_1) والوزن عند الفطام (X_2) إذا علمت أن $k = 5.80$

س٢٤ في دراسة لـ (Khattab et al. (2003 على قطع من أبقار الفريزيان باستخدام سجلات ١٩٩٢ سجلا ، لدراسة صفة كمية اللبن في ٣٠٥ يوما (X_1) وكمية الدهن في ٣٠٥ يوما كما في جدول تحليل التباين التالي :-

مكونات التباين	التغاير	
	X_1	X_2
تباين وراثي $\sigma^2 G$	40412	39.54
تباين بيئي دائم $\sigma^2 P_e$	143546	178.22

تباين بيئي مؤقت $\sigma^2 e$	519447	642.67	16975
التباين الكلي	703405	850.43	23262

احسب كل من معامل الارتباط (الوراثةي – البيئي الدائم- البيئي – المظهري) بين صفتي كمية اللبن في ٣٠٥ يوما وكمية الدهن في ٣٠٥ يوما.

أسئلة الباب الثامن

س^١ أذكر طرق الانتخاب لأكثر من صفة وبين أيهم أفضل مع التعليل ؟

س^٢ أذكر المعلومات اللازمة لعمل الدليل الانتخابي ؟

س^٣ تكلم عن الأسس النظرية لعمل دليل الانتخاب ؟

س^٤ عرف الـ Aggregate genotype وكيفية تقديرها؟

س^٥ مجموعة من الماعز اختيرت على أساس أوزانها عند عمر ٦ أشهر فإذا

علمت أن المكافئ الوراثي لهذه الصفة هو ٠.٣٥ فما هي القيمة التربوية

(مقدار التحسين المتوقع) لكل من هذه الماعز إذا علمت أن أوزانها هي

٢٠.٥ ، ٢٢ ، ١٩.٢ كجم وأن متوسط القطيع هو ١٧ كجم.

س^٦ البيانات التالية تمثل التباين والتغاير الوراثي وكذلك التباين والتغاير المظهري

لصفات كمية اللبن (MY) ، كمية الدهن (FY) وكمية البروتين (PY) لقطيع

الفريزيان التابع لمحطة سخا – معهد بحوث الانتاج الحيواني (Hussein, 2004)

Traits	Phenotypic components			Genetic components		
MY	893938			315484		
FY	28112	1538		7897	452	
PY	26193	948	900	8020	248	209

أ – أحسب المكافئ الوراثي لكل صفة

ب- أحسب الارتباط الوراثي والمظهري بين كل صفتين

ج بفرض أن القيمة الاقتصادية النسبية (1:13:13) لكل من كمية اللبن ، كمية الدهن وكمية البروتين ،

أحسب كل من المعاملات b's ومعامل الارتباط بين جميع الادلة الانتخابية الممكنة والوراثة الكلية للحيوان (R_{IH})

د- أحسب مقدار التحسين الوراثي لكل صفة وذلك بطريقتي القيمة الاقتصادية النسبية ووحده واحدة من الانحراف القياسي وذلك بفرض ان شدة الانتخاب تساوى واحد

صحيح.

هـ- قارن بين الادلة الانتخابية في كل من الطريقتين

س٧ فى أحدى قطعان الجاموس المصرى وجد أن معدل الزيادة اليومية لطلوقة $Y_1 = 800$ gm ومعدل الزيادة اليومية لابية $Y_2 = 700$ ومعدل الزيادة اليومية لامة $Y_3 = 500$ وبفرض ان التباين الوراثى $\sigma^2 a = 2025$ والتباين المظهرى $\sigma^2 p = 8100$. أحسب القيمة التربوية لمعدل نمو الطلوفى.

س٨ الجدول التالى هو نتائج الدراسة التى قام بها على قطع الجاموس المصرى التابع لمحطة التربية بمحلة موسى ويوضح كل من المكافىء الوراثى (h^2) والانحراف القياسى (Sd) لصفتى كمية اللبن فى ٣٠٥ يوما M305 والوزن عنج الفطام WW وبفرض ان الارتباط الوراثى r_g والارتباط المظهرى r_p بين الصفتين على التوالى

Traits	h^2	sd
-		
M 305,kg	0.172	742
WW, kg	0.257	7.75

أحسب كل ما يأتى

- ١ - التباين المظهرى لكل صفتى كمية اللبن فى ٣٠٥ يوما والوزن عند الفطام P_{11}, P_{22} والتغاير الوراثى $cov p_{12}$
- ب. التباين الوراثى لكل صفة g_{11}, g_{22} والتغاير الوراثى
- ج- أستخرج دليل انتخابى للصفتين بطريقة وحدة واحدة من الانحراف القياسى مشتملا على أ- b.s ب - درجة الدقة R_{IH}
- ج- تقدير كمية التحسين الوراثى لكل صفة فى الجيل وبفرض ان شدة الانتخاب واحد صحيح

د- أستخرج دليل انتخابى جزئى لتحسين كمية اللبن فى ٣٠٥ يوما

أسئلة الباب التاسع

- س١ تكلم عن اختبار النسل وأهميته فى مجال تربية الحيوان؟
- س٢ ما هى العقبات التى تواجه اختبار النسل؟
- س٣ ما المقصود بدليل الثور؟
- س٤ ما هى طرق تقييم طلائق ماشية اللبن؟
- س٥ ما هى معايير الحكم على سلالة إنتاجية تحت ظروف بيئة معينة؟
- س٦ قارن بين نموذج الاب Sire Model ونموذج الحيوان Animal Model
- س٧ أكتب النموذج الرياضى المستخدم فى تقدير القيمة التربوية فى الحالات التالية
- ١- نموذج الاب
 - ٢- نموذج الحيوان لصفة واحدة
 - ٣- نموذج الحيوان لعدة صفات
 - ٤- نموذج الحيوان فى تعدد القياسات

المراجع المختارة

مراجع باللغة العربية

- أحمد مستجير (١٩٦٦) - مقدمة فى علم تربية الحيوان - مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة.
- أحمد مستجير (١٩٨٠) - التحسين الوراثي لحيوانات المزرعة - مكتبة غريب - القاهرة.
- أحمد عبد العزيز و على نجم (١٩٨٢) محاضرات ماشية اللبن - جامعة القاهرة.
- بهجت عباس على (١٩٩٩) - عالم الجينات - دار الشروق للنشر والتوزيع.
- ثروت عبدالمنعم (٢٠٠٤) - مدخل حديث للإحصاء والاحتمالات - مكتبة العبيكان- الرياض- المملكة العربية السعودية - ردمك: ٥٩-٢٨٨-٥٤-٩٩٦٠ - الطبعة الثانية.
- حسن جلال (١٩٨٣) محاضرات فى وراثه العشائر ووراثه الصفات الكمية - كلية الزراعة بكفر الشيخ
- حسن العوضى (٢٠١٠) - محاضرات فى تربية الحيوان الزراعى بقسم الإنتاج الحيوانى - كلية الزراعة - جامعة كفرالشيخ.
- خيرى إبراهيم (٢٠٠٢) - تربية الأغنام والماعز.
- صلاح جلال (٢٠٠٤) التحسين الوراثي في الأبقار في الوطن العربي - الهيئة العربية للاستثمار والإنماء الزراعي، مجلة الاستثمار الزراعي - العدد الثاني.
- صلاح جلال وحسن كرم (٢٠٠٣) = تربية الحيوان - مكتبة الأنجلو المصرية.
- صلاح جلال، عصام الطويل وعبد الحليم عشاوى (١٩٨٨) الإحصاء الحيوى و مقدمة فى تصميم التجارب- مركز التنمية البشرية والمعلومات.
- عادل البربرى (١٩٨٥) - مقدمة فى تربية الحيوان الزراعى - جهاز الطبع والنشر جامعة الإسكندرية.
- عادل البربرى (١٩٨٥) - تربية وإنتاج الماشية - جهاز الطبع والنشر جامعة الإسكندرية.
- عادل البربرى (٢٠١٠) - تربية وتحسين الحيوانات المزرعية فى الوطن العربى - منشأة المعارف بالإسكندرية.
- عادل أبوزيد (٢٠٠٠) - إنتاج وتربية الدواجن - مطبعة الشهاوى - طنطا.
- عبد العظيم طنطاوى (١٩٦٣) - أساسيات علم الوراثة - دار المعارف - الإسكندرية.
- عبدالعظيم طنطاوى (١٩٦٧) - وراثه العشائر- دار المعارف - الإسكندرية.
- عزت عفيفى وآخرون (٢٠٠٠) - الندوة الأولى لصناعة الأرانب - كلية الزراعة بكفر الشيخ- جامعة طنطا.
- عزيز الخشن (١٩٧٩) - الوراثة - مطبعة التقدم - بمصر.

- فؤاد عبد الكريم (١٩٨١) - إنتاج ماشية اللبن - كلية الزراعة - جامعة البصرة.
- فاضل الخشن (١٩٣٨) - تربية الحيوان - مطبعة الاعتماد - القاهرة
- فاضل الخشن (١٩٣٨) - تربية الحيوان - مطبعة الاعتماد القاهرة.
- فتحى عبدالنواب (١٩٩٣) - البيولوجيا الجزيئية (مدخل الهندسة الوراثية). المكتبة الأكاديمية- القاهرة.
- كامل شبيطة (٢٠٠٣) - مزارع الإنتاج الحيوانى - مطبعة السعادة - القاهرة
- كامل عبد العليم (١٩٦٧) - الماشية (إنتاج وتربية وأقلمة) - دار المعارف مصر.
- ماهر خليل (٢٠٠٧) - أسس وراثية وتربية الحيوان - جامعة القصيم - المملكة العربية السعودية - ردمك: ٩٩٦٠-٩٩٠١-٢-٥.
- ماهر خليل وعلى السيف (٢٠١١) - التحسين الوراثى للحيوان - جامعة القصيم - المملكة العربية السعودية - ردمك: ٩٧٨-٦٠٣-٨٠١٨-٢٩-٣.
- محمد توفيق رجب وعسكر أحمد عسكر (١٩٥٤) - الأسس العلمية فى تربية الحيوان - مكتبة النهضة المصرية.
- محمد توفيق رجب وعسكر أحمد عسكر (١٩٦٧) - أنتاج اللبن من الأبقار والجاموس - دار النهضة العربية - القاهرة.
- محمد على بشر ومحمد ممدوح الروبى (١٩٧٠) - مقدمة فى طرق الإحصاء و تصميم التجارب - دار المعارف - الإسكندرية
- محمد فؤاد شاور (١٩٧٣) - محاضرات - تربية الحيوان - كلية الزراعة - بكفر الشيخ.
- محمد مندور ومحمد شرف (٢٠١٠) محاضرات فى تربية الحيوان - كلية الطب البيطرى - جامعة الاسكندرية
- محمد نجيب العريان (٢٠٠٦) - محاضرات فى تربية الحيوان - كلية الزراعة - جامعة المنصورة.
- محمود عبدالعزيز (١٩٩٧) - مبادئ الإحصاء الزراعى - منشأة المعارف بالإسكندرية.
- نبيل إبراهيم حسن (٢٠٠٢) - موسوعة الجاموس فى جمهوريه مصر العربية. المركز العربى لدراسات المناطق الجافة والأراضى القاحلة - دمشق.
- نجيب غزال (١٩٨١) - مترجم- تربية وتحسين حيوانات المزرعة - جامعة الموصل - العراق.
- أوجست وايزمان (١٨٣٤-١٩١٤) August Weissman عالم بيولوجي ألماني. يعد أحد مؤسسي علم الوراثة، وأحد مؤسسي الداروينية المحدثه، وصاحب نظرية التطور عن طريق البلازما الجرثومية. - من آثاره المترجمة إلى اللغة الإنجليزية "نظرية النشوء والارتقاء" The Evolution theory" عام (١٩٠٤).

مراجع باللغة الأجنبية

- Abdallah, J. M. and Mcdaniel, B. T. (2002) Heritability of changes in genetic evaluation of dairy bulls from first to later records of daughters. J. Dairy Sci., 85: 951-957.
- Abdel Salam, S. A. M., El – Said, U. M., Abou- Bakr, S. and Ibrahim, M. A. M. (2001) phenotypic and genetic parameters of milk production traits of a Holstein commercial herd in Egypt. Egyptian. J. Anim. Prod. 38: 87-96.
- Abdel Aziz , A.S. and Hamed, M.K. (1979) Region by season age correction factors for adjusting milk records to mature basis in Buffaloes. Egypt. J. Anim. Prod., 19: 241- 258.
- Abdel Aziz, A. S., Imam, S. A., Ragab, M. T. and Sharafedein, M. A. (1979) The relative efficiencies of selection indexes computed from on the farm records of sheep. Egypt. J. Anim. Prd., 19:233-239.
- Abdel Aziz, A.S. and Nigm, A.A. (1982) Principals of dairy cattle. Cairo Univ.,CIn Arabic
- Abdel-Azim, G.A. and A.E. Freeman (2003). Effects of including a quantitative trait locus in selection under different waiting plans of young bulls. J. Dairy Sci., 86 (2):667-676.
- Abdel-Twab, F.A. (1993). Molecular Biology (In Arabic), Academic Bookshop, ISBN. 977-5201-36-5, pp:18-19.
- Afanasenko, V. Y. (2001) Heritability of some traits of reproductive in cows of the Ukrainian Red- and – White dairy cattle. EAAP- 52nd Annual Meeting , Budapest, Hungary, 374pp.
- Afifi, E. A., Khalil, M. M., Bedeir, L. H. and Zeidan, S. M. (1992) Genetic analysis of Reproductive traits in Egyptian buffaloes. Egyptian. J. Anim. Prod. 27: 137-154.

- Amer, M. M. I. (1999) Estimation and evaluation of sire transmitting abilities for growth traits in chickens. Ph.D. Thesis, Faculty of Agric. Zagazig Univ., Egypt.
- Amin, A.A., Mokhtar, S. A. and Ghazy, a. (2005) Genetic analysis of the relationship among test – day milk yield, somatic cell count and some udder characteristics of Holstein Friesian cows. Egypt. J. Anim. Prod. 42: 71-84.
- Anderson, R. L. and Bancroft, T. A. (1952) Statistical theory in research. 399pp. McGraw- Hill Book Co., New York.(Cited by Becker, 1975).
- Ashmawy, A. A. (1991) Repeatability of productive traits in Egyptian buffaloes. J. Anim. Breed. Genet. 108:182-186.
- Ashmawy, A.A. and Khattab, A.S. (1991) Factors affecting annualized milk yield in Friesian cattle in Egypt. Egypt. J. Anim. Prod., 28:1-
- Ashmawy, A.A., Khalil, F.A. and Khattab, A.S. (1986) Some environmental factors affecting 305 day first lactation milk yield in Egypt. Proceeding 7th the Egyptian Animal Production, Cairo, Egypt, Sept, 1986.
- Ashmawy, A.A., Khattab, A.S. and Hamed, M.K. (1985) Ratio and regression factors for prediction 305 day production from part lactation records in Friesian cattle in Egypt. Bull. Fac. Agric., Cairo Univ., 36:789.
- Atil, H. and Khattab, A. S. (2005) Use of multiple traits animal model for genetic evaluation of milk yield and age at first calving of Holstein cattle in Turkey. Pakistan J. of Biological Sci., 8: 114- 117.
- Atil , H. Khattab, a. S. and Gevrekci , Y. (2005) A comparison of different selection indices for genetic improvement of some dairy milk traits in Holstein Friesian cows in Egypt. J. Appl. Anim. Res. 27: 117-120.
- Badawy, L., Kassab, M.A. and Khattab, A.S. (2000) Phenotypic and genetic parameters for growth traits in Friesian calves in Egypt. J. Agric. Res. Tanta Univ., 28: 252- 259

- Bar- Anan, R and Soller, M. (1979) The effects of days open on milk yield and on breeding policy post partum. *Anim. Prod.*, 29:109.
- Beattie, C. W. (1994). Livestock genome maps. *Trends in Genetics* 10: 334-338.
- Becker, W. A. (1975) manual of Quantitative Genetics. Third ed. Printed in the United State University of America Washington State University Pullman, Washington 99163. pp170.
- Becker, W. A. (1984). Manual of quantitative genetic. Academic Enterprises, Pullmon, W.A., USA, (Fourth Edition).
- Bedhiaf, S., Rekik, M., Aloulou, R., Ben Hamouda, M., Ben Sassi, M. and Arous, M. (2002) Genetic and phenotypic evaluation of litter size and laming traits of D' Man ewes. EAAP- 53rd Annual Meeting , Cairo Egypt.290pp.
- Bhatia, V. K. and Malhotra, P. K. (1979). Handbook of statistical genetics. Indian Agric. Statistical Research Institute – New Delhi.
- Bioinfo, (1996). “An Agricultural Biotechnology Monitor”, V. IV, N4, March.
- Birchmeier, A.N., Cantet, R. J., Fioretti, C. and Fernandez, E. N. (2001) Estimation of Covariance components for ultrasound measures in beef cattle by REML – EM. EAAP- 52nd Annual Meeting, Budapest Hungary, 374pp.
- Boldman, K. G., Kriese, L.A., Van Vleck, L.D. Van Tassell, C. P. and Kachman, S. S. (1995) A Manual for use of MTDFREML. A set of program to obtain estimate of variance and covariance (DRAFT). U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service.114pp.
- Bondioli, K.R. (1993). Nuclear transfer in cattle. *Molecular Reproduction and Development*, 36: 274-275.
- Brown, T. A., (2006). Gene cloning and DNA analysis – an introduction Blackwell Publishing. Fifth edition.
- Buchanan, D. S. (2000) Inbreeding in Swine. Swine Genetic Fact Sheet Number 4 (NSIF – FS4).

- Burrow, H. M. (1998) The effect of inbreeding on productive and adaptive traits and temperature of tropical breed cattle. *Livst. Prod. Sci.*, 55: 227-243.
- Campell, K.H.S.; Ritchie, W.A. and Wilmut, I. (1993). Nuclear cytoplasm interaction during the first cell cycle of nuclear reconstructed bovine embryos: implication for deoxy ribonucleic acid replication and development. *Biol. Reprod.*, 49: 933-942.
- Castle, O. M. and Searle, S. R. (1957) Repeatability of dairy cow butterfat records in New Zealand. *J. Dairy Sci.*, 40: 1277.
- Cooper, J. B. and Hargrove, G. L. (1982) Age and month of calving Adjustments of Holstein protein, milk and fat lactation yields. *J. Dairy Sci.*, 65: 1673.
- Crawford A.M.; K.G. Dodds and J.C. McEwan (1999). DNA markers, genetic maps and the identification of QTL(General principles). *Breeding for Disease Resistance in Farm Animals*, CAB International, pp 3-26.
- Cue, R. I. Monardes H. G. And Hayes J. F. (1987) Correlation between production traits in first lactation Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 70 : 2132.
- Cunningham, E.D. (1972) Theory and application of statistical selection methods. XIV. British Poultry Breeders round, Table , Birmingham, Nov., 14-16, 1972
- Cunningham E.D. (1992). Selected issues in livestock industry development. *Economic Development Inst. Of the World Bank*, Washington, D.C., US.
- Cunningham, E.D.,R., Moen., T., Gjedrem (1970) Restriction of selection indexes. *Biometrics*. 26, 67.
- Cunningham, E.D. (1999). Recent of developments in biotechnology and their implications for animal genetic diversity. *AGA, FAO, Rome, Italy*, pp 20.
- Dalton, D. C. (1980) Granada Publishing, Great Britain.
- Dalton, D. C. (1985) An Introduction to Practical Animal Breeding. 2nd edn. *BSP Professional books*, Oxford.

- Dickerson, G. E. (1969). Experimental approaches in utilizing breed resources Animal Breeding Abstracts, 37:191 (Article).
- Dickerson, G. E. (1992). Manual for evaluation of breed and crosses of domestic animal. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, PP:47, (1992).
- Dickerson, F.N., Norman, H.D., Kedwn, J.F and Wate, L. G. (1974) Revisions to USAD Methodology for Sire Summaries and Cow Indexes. J. Dairy Sci., 57:977-984.
- Edriss, V. and Edriss, M. A. (2006) Genetic potentials of Naeini sheep for pre- weaning growth rate. EAAP- 57th Annual Meeting, Antalya, Turkey, 376pp.
- Eilami, B. and Sadfarian, M (2006) The evaluation of Kleiber ration as a selection criterion for ram selection in Torky – Ghashghaii sheep breed. 57th EAAP, Turkey.
- El – Arian, M. N. (2005) Selection indices for Friesian cows using two methods of calculating relative economic values for some important productive and reproductive traits. J. Agric., Sci., Mansoura Univ., 30: 7285- 7296.
- El–Arian, M. N., El–Awady, H. G. and Khattab, A. S. (2003) Genetic analysis for some productive traits of Holstein Friesian cows in Egypt through MTDFREML Program. Egyptian. J. Anim. Prod., 40: 99-109.
- El–Arian, M. N., El–Awady, H.G. and Khattab, A.S. (2008) Effect of inbreeding on dairy traits of Friesian cows in Egypt. J. Agric., Sci., Mansoura Univ., 33: 1757-1765.
- El–Arian, M. N., Mourad, K. M . and Khattab, A. S. (2001) A Comparison of different Selection indices for genetic improvement of some milk traits in a herd of Egyptian Buffaloes. J. Agric. Sci., Mansoura Univ., 26: 2687-2695.

- El-Awady, H.G. (2004). Inclusion of molecular genetic information in selection indices (Review Article). PP: 45.
- El-Awady, H. G. (2006). Calculation of the economic values for some udder health traits to estimate the profitability of the selection indices for dairy cows in Egypt. *J. Agric. Res., Kafrelsheikh Univ.*, 35:384-400.
- El-Awady, H.G. , El-Arian, M. N. and Khattab, A.S. (2002) Genetic improvement for milk traits of German Holstein through selection indices. *J. Agric., Sci., Mansoura Univ.*, 27: 8205- 8212.
- El-Awady, H.G.; El-Arian, M. N. and Khattab, A.S. (2007) Optimum number of daughters to evaluate the sires in a small herd of dairy cattle in Egypt. *J. Agric., Res., Kafer El-Sheikh Univ.*, 33:742-751.
- El-kelany, M. M. (2005) Selection indices for some economic traits on rabbits. M. Sc. Thesis, Faculty of Agric. Tanta Univ., Egypt. 194pp.
- El-Nady, E.S. (1996) Genetic study of fertility traits and productive in different parities in a commercial herd of Friesian cows in Egypt. M.Sc., Thesis. Fac. of Agric., Kafr El -Skeihk, Tanta Univ.,
- El-Said, R., Manal, Elsayed, Galal, E.S.E. and Mansour, H.M. (2005) Quality of Heritability estimates as affecting by level of heritability, number of progeny per sire, type of Algorithm, type of model and type of trait. *Egypt. J. Anim. Prod.* 42: 123- 142
- El-Said, T, M,(1979) Genetically and nutritional studies on Ducks. M. Sc. Thesis, Faculty of Agric. Tanta Univ. Egypt. 150pp
- El-Shafie, O. M. (1994) Effect of inbreeding coefficient and genetic parameters on Productive and reproductive traits in Egyptian buffaloes. Ph.D. Thesis Faculty of Agric., Alexandria University. 151pp.
- Fahmy, S. K., Fahim, M. A., Atteya, M. and El-Mehallawy, M. K. (1976). Dairy Shorthorn and its crosses in Egypt. *Agri. Res. Rev.*, 54:79-87.

- Falconer, D.S. (1952) The problem of environmental and selection. *Amer. Natur.*, 86:293.
- Falconer, D.S. (1989) *Introduction to Quantitative Genetics*. Third Ed. With Longman Educational Low – Priced Books Scheme Funded by the British Government. 438pp.
- Falconer, D. S., and Mackay, T. F. C. (1996). *Introduction to Quantitative Genetics*, Ed 4. Longmans Green, Harlow, Essex, UK.
- Fisher, R. A. (1954) *Statistical methods for research workers*. 12th ed. Oliver and Boyd, Edinburgh (Cited by Becker, 1975).
- Gacula, M. C., Gaunt, S. N. and Damon, R.A. (1968) Genetic and Environmental parameters of milk constituents for five breeds II – Some genetic parameters. *J. Dairy Sci.*, 51:435.
- Gad, M. S. (1995) A study for some productive traits in dairy cattle. M. Sc. Thesis, Faculty of Agric. Zagazig Univ., Egypt. 138.
- Galal, E. S. E., Quawasmi, F.D. and Khishin, S.S. (1974) Age correction factors for Friesian cattle in Egypt. *Z. Tierzuchigsbiol.* 91, 25.
- Garry, F.B.; Adams, R.; McCann, J.P. and Odde, K.G. (1996). Postnatal characteristics of calves produced by nuclear transfer cloning. *Theriogenology*, 45: 141-152.
- Ghonem, E.M.A. (2002) Estimation of sire breeding values for milk traits in a herd of Friesian cows. M. Sc. Thesis, Faculty of Agric. Tanta Univ. Egypt.
- Gibson, J.P. (2003). Strategies for utilizing molecular marker data for livestock genetic improvement in the developing world. 54th annual meeting of the EAAP August 31- September 3, Rome, Italy.
- Gordon, I. (1996). Embryo transfer and associated techniques in cattle. In: *Controlled Reproduction in Cattle and Buffaloes*. pp 245-371. CAB international.

- Griffin, H. (1997). Briefing notes on Dolly. Roslin Institute online. (12 Dec. 1997): 1 P. online. Internt. 6Apr. 1998. Available in [www2.ri.bbsrd.ac.uk/library/research/cloning/dolly,html](http://www2.ri.bbsrd.ac.uk/library/research/cloning/dolly.html).
- Groeneveld, E., Kovac, M. and Wang, T (1998) PEST User, Manual A software package for multivariate and estimation. Department of Anim. Sci., Illinois. Germany, PP80.
- Grous, H. (2013) History of genetic evaluation methods in dairy cattle.
- Grosu, H., Lungu, S., Van. I and Mihalcea, Th. (2001) Heritability estimation in a line of Plymouth Rock hens. 52nd EAAP, Budapest Hungary, 374pp.
- Hammond, J. (1983). Hammond's Farm Animals. Fifth Edition, Edward Arnold (Publisher) Ltd., London WCIB, 3 DQ.
- Hanafi, M. S. and El Labban A.F. M. (1984) On estimating genetic parameters of Partial egg production records and other related traits in pullets of Dokki -4 Chickens produced from trialallel mating. Egypt. J. Anim. Prod. 24: 51-67.
- Hanafi, M. S., Khalil, M. H., Ezzeldin, Z.A. and Sabra, Z. A. (1991) Estimation of Heterosis and combining abilities for body weights and measurements in chickens. Egypt. J. Anim. Prod. 28:191- 210.
- Hansen, M., Lund, M. S., Pederson, J. and Christensen, L. G. (2003) Heritabilities and Genetic relationships between gestation length, stillbirth, size of calves and calving problems in Danish Holstein cows. EAAP - 54th Annual Meeting, Roma, Italy: 453pp.
- Hargrove, D. A., Mbah A.D. and Rosenberger, J. L. (1981) Genetic and environmental influencing on milk and milk component. J. Dairy Sci., 64: 1593.
- Harvey, W. R. (1990) User's Guide for LSMLMW, Mixed Model Least Squares and maximum Likelihood Computer Program. PC- 2 Version. Ohio, State University, Columbus (Mimeograph)

- Hazel, L. N. (1943) The genetic basis constructing selection indexes. *Genetics*. 28: 476.
- Hazel, L. N. and Lush, J. L. (1942) The efficiency of three methods of selection. *J. Heredity* 33: 393.
- Henderson, C. R. (1949) Estimation of changes in herd environmental (Abstract). *J. of Dairy Sci.*, 32: 709.
- Henderson, C. R. and Quaas, R.L. (1976) Multiple trait evaluation using relatives records. *J. of Anim. Sci.*, 1188-1197.
- Henderson, C. R. (1984). Application of linear models in animal breeding. Univ. of Guelph Press, Guelph, Ontario, Canada.
- Henderson, C. R., R. L. Quaas (1976) Multiple trait evaluation using relative's records. *J. Anim. Sci.*, 1188- 1197.
- Hosseinpour, M. (2006) Analysis of(co) variance components on economic traits of Baluchi sheep with REML method. EAAP- 57th Annual Meeting, Antalya, Turkey, 376pp.
- Hull, A.E. (1948) *Heredity*. McGraw Hill Book Co Inc New York .
- Hussein, A. M. (2004) Genetic and phenotypic studies for Friesian cows in Egypt. Ph. D. Thesis, Faculty of Agric., Mansoura Univ., Egypt. 166pp.
- Jardine, R. (1958). Animal breeding and estimation of genetic value. *Heredity*, 12: 499-511.
- Jeffreys, A.J., V. Wilson, and S.L. Thien (1985) Hypervariable minisatellite regions in human DNA. *Nature* 314, 67-73.
- Jeremy Rifkin (1998). *The Biotech Century: Harnessing the Gene and Remaking the Worl.* book reviews, PP259, *Nature* 393, 31-32 (1998)
- Jeremy W. Dale and Malcom von Schantz. John Wiley and sons (2002). *From genes to genomes – concepts and applications of DNA technology*. Ltd. 2002.
- Johansson, I and Robertson, A. (1953) Progeny testing in the breeding of farm animals. *Proc. Brit. Soc. Anim. Prod.*, 1952: 79
- Joseph Cummins, (1996) "Gene Tinkering Blues 1: 3", Aug.

- Kassab, B. M. (2004) A study of some economic traits on rabbits. MSc. Thesis, Faculty of Agric. Tanta Univ., Egypt. 162pp.
- Kassab, M.S. (1988) Studies on buffaloes in Egypt. Ph. D., Faculty of Agric., Kafr- El Sheikh, Tanta Univ., pp 143
- Khalifa, Z. A. (1994) Effect of crossing Native cattle with Friesian on milk production traits in Egypt. Ph. D. Thesis, Faculty of Agric., Alexandria Univ., 154pp.
- Khalil, M. H., Homidan, A. H. and Hermes, I. H. (2002) Genetic evaluation for egg components in crossbreeding experiment of Saudi chickens with White Leghorn. Egypt. J. Anim. Prod. 39:65-74.
- Khalil, M. M., Abdel Gilil, M. and Hamed, M. K. (1994) Genetic aspects and adjustment factors for lactation traits of Friesian cattle raised in Egypt. Egyptian. J. Anim. Prod. 31:66.
- Khattab, A. S., Atil. H. and Badawy, L. (2005) Variances of direct and maternal genetic effects for milk yield and age at first calving in a herd of Friesian cattle in Egypt. Archives of Animal Breeding. 48: 24- 31.
- Khattab, A. S., El-Arian, M. N. and H. Atil (2000) Estimation of milk producing ability of Holstein Friesian cattle in a commercial herd in Egypt. Pakistan, J. of Biological Sci., 3: 1076-1079.
- Khattab, A. S., El-Awady, H. G., El-Arian, M. N. and Mourad, K. M (2003) Genetic analysis of some performance traits using an animal model in a herd of Egyptian buffaloes. Egyptian J. Anim. Prod., 40: 15-26.
- Khattab, A. S., Mabrouk, M. M. and El – Hakim, A. M. (1987) Lactation records adjusted for days open in sire evaluation. J. Agric. Res. Tanta Univ., 13: 286- 297.
- Khattab, A. S. (1984) A study of persistency in a herd of Friesian cattle. Ph.D. Thesis, Faculty of Agric. Tanta Univ., Egypt. 194pp.

- Khatab, A. S. and Ashmawy, A. A. (1988) Relationship of days open and days dry with milk production in Friesian cattle in Egypt., *J. Anim. Breed. Genet.*, 105:300-305.
- Khatab, A.S. and Ashmawy, A. A. (1990) Factors for standardizing 305- day lactation records of Friesian cows for age at calving. *Egypt. J. Anim. Prod.* Vol 27: 161- 170.
- Khatab, A. S. and Mourad, K. A. (2007) Inbreeding and its effects on some milk traits on Egyptian buffaloes. Submitted for publication.
- Khatab, A.S. and Sultan. Z. A. (1990) Estimates of phenotypic and genetic parameters for first lactation performance in Friesian cattle in Egypt. *Egypt. J. Anim. Prod.*, 27: 147.
- Khatab, A.S. and Sultan, Z. A. (1991) A comparison of different selection indices of some dairy traits on Friesian cattle in Egypt. *J. Anim. Breed. Genet.* 108: 300.
- Khatab, A.S., Mourad, K.A., Ashmawy, A.A. and Rawia El – Halawany (1985) Milk production of the first lactation as affected by age at first calving in Egyptian buffaloes. *J. Agric. Res. Tanta Univ.*, 11:619-627.
- Kinghorn, B. and J. Van der Werf (2000). Identifying and incorporating genetic markers and major genes in animal breeding programs. Course notes, Univ. of New England, Armidale, Australia, 31 May–5 June, Belo Horizonte, Brazil.
- King, J.W.B. (1955). Observations on the mutant "Pygmy" in the house mouse. *J. Genetics*, 53:487-497.
- Kushwaha, G.S., Basu, S.B. and Sengar, O.P.S. (1972) Inheritance of part lactation in Murrah buffaloes. *Indian. J. Anim. Sci.*, 42: 751.
- Kuehholzer, B. and Prather, R.S. (2000). Advances in livestock nuclear transfer. *Proc. Society for Experimental Biology and Medicine*, pp 240-245.

- Lamb, R. C. and McGilliard, L. D. (1967) Ratio factors to estimate 305 day production from lactation records. J. Dairy Sci., 50: 1101-1108.
- Lamberson, W. R. and Thomas, D. L. (1984) Effects of inbreeding in sheep. A review Animal Breeding Abstract, 52: 287-297.
- Lauprecht, E. (1961) Production of a population with equal frequencies of genes from three parental sources. J. of Anim. Sci., 20: 426-432.
- Legates, J. E. and Everett, J Warwick (1990). Breeding and improvement of farm animals. Eight Edition. New York St. Louis San Francisco Auckland Bogota Caracas.
- Lengyel, Z. Domokos, Z., Komlosi, I and Szabo, F. (2004) Estimation of genetic (co) Variance components for weaning weight and pre weaning daily gain of Hungarian Charolais population. 55th EAAP, Bled Slovenia.
- Litt, M. and J. A. Luty (1989). A hypervariable microsatellite revealed by in vitro amplification of a dinucleotide repeat within the cardiac muscle actins gene. Am., J. Hum. Genet., 44: 397.
- Lush, J. L. (1945) Animal breeding plans. Third Edition. The Iowa State College Press. Ames. Iowa.
- Mac Laury, D. W. and Nordskog, A. W. (1956) Effects of inbreeding on mortality in the domestic fowl. Poultry Sci., 33: 704.
- Malecot, G. (1984) Les Mathematiques de l'heredite. Masson et Cie, Paris.
- Mandour, M. and Sharaf, M. (2007) Introduction lectures Animal Breeding. Faculty of Veterinary Medicine Alexandria University. 175pp.
- Mc Arther, A. T. G. (1954) The assessment of progeny test of dairy bulls made under farm conditions. Proc. British Soc., Animal Prod., pp: 75-82.
- Mohamed, M. A. (1986) Sire evaluation for Egyptian buffaloes, Ph. D. Thesis Faculty of Agric. Cairo Univ.

- Molina, A., Rodero, A., Rodero, E. and Jimenz, M. (1999) Repeatability of growth in Retinto beef cattle. *J. Anim. Breed. Genet.* 116:61-73.
- Montaldo, H.H. and C.A. Meza-Herrera (1998). Use of molecular markers and major genes in the genetic improvement of livestock. *Animal Biotechnology* 10:63-69.
- Mourad, K. A., Afifi, E. A. and Khtattab, A. S. (1989) Seasonal age correction factors for milk yield in Egyptian buffalos. *J. Agric. Res. Tanta Univ.*, 12(3) 663- 677.
- Mourad, K. A., El Hakim, A. M. Khattab, A. S. Kassab, M. S and Mohamed, M. (1992) Lifetime production and longevity traits in Egyptian buffaloes. II- Phenotypic parameters. *International Symposium on Prospects of buffalo production in the Mediterranean/ Middle-East Cairo, Egypt.* 9-12 Nov. 1992.
- Mourad, K. A. and Khattab, A. S. (1992) Adjusting milk yield for age at calving within parity in Egyptian buffaloes. *Egypt. J. Anim. Prod.*, 29: 185- 196.
- Mourad, K.A. and Chatted, A.S. (2009) A comparison between different selection indices for some productive traits on Egyptian Buffaloes. *Arch. Anim. Breed.*, 52: 476-484.
- Mourad, K. A., Khattab, A. S. and Ibrahim, M. A. (1989) effect of genetic and non genetic factors on reproductive traits in Egyptian buffaloes. *Buffalo.Bull.*8:9.
- Mrode, R.A. (1996). *Linear Models for the Prediction of Animal Breeding Values*, 1st Ed. CABI International Publications, Wallingford, Oxford shire, U k, Pp187.
- Mrode, R.A. (2005). *Linear Models for the Prediction of Animal Breeding Values*, 2nd ed. Cambridge, MA: CABI Publishing.
- Mukherjee. D. P. and Banerjee, G. C. (1992) *Genetic and breeding of farm animals*. Published by Mohan Primlani for Oxford& IBH Publishing Co. PVT. LTD., New Delhi. 371pp.

- Nigm , A. A. Soliman, I., Hamed, M. K and Abdel Aziz, A. S. (1986) Milk production and reproductive performance of Egyptian cows and buffalos in small Livestock Holdings. Proceeding 7th conference of Egyptian Animal Production, Sept, Cairo , Egypt, 1986.
- Noordende, M. V. (1998). Cloning technology will benefit dairy, beef producers and consumers. Available in <http://www.agbiotechnet.com/topics/Animal.asp>.
- Nowier, A. M. (2006) A comparison between sire model and animal Model for some economic traits on Friesian cattle in Egypt. M.Sc. Thesis Faculty of Agric., Tanta Univ., Egypt. pp 215.
- Oudah, E. Z. M. (2002) Genetic parameters for growth traits in Egyptian Rahmani Lambs. 53rd EAAP, Cairo, Egypt. 290pp.
- Oudah, E. Z. M and El-awady, H. G. (2005). Selection indexes for genetic improvement of preweaning growth traits in Friesian calves in Egypt. Pakistan J. of Biological Sci., 9 (4): 723 - 728.
- Pedersen, J. (1985) Miljømæssige genetiske parametre for proteindannelse hos RDM, SDM og Jersey. 586. beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg, København.
- Pirchner, F. (1981) Population Genetics in Animal breeding. First ed. Published in India by S. Chand & Co. Ltd. By arrangement with m/s W.H. Freeman and Company. San Francisco, USA. 273pp.
- Portolano, B., Finocchiaro, R., Montalbano, L. and Pagnacco, G. (2001) Genetic Parameters estimation for dairy traits in Valle Del Belice Sheep breed. 52nd EAAP, Budapest Hungary, 373pp.
- Primrose, S. P and Twyman, R. M. (2006). Principles of gene manipulation and genomics. Blackwell Publishing. Seventh edition.
- Quass, R. L. (1984) Linear prediction in BLUP school hand book use of mixed models for prediction and estimation of (co) variance components animal

- genetics and breeding unit, Univ., of New England, New South Wales, Australia, pp. 1-76.
- Rege, J. E. O (1991) Genetic analysis of reproductive and productive performance of Friesian cattle in Kenya. *J. Anim. Breed. Genet.* 108: 412.
- Renard, J.P.; Chastant, S.; Chesne, P.; Richard, C.; Marshal, J.; Cordonnier, N.; Chavatte, P. and Vignon, X. (1999). Lymphoid hypoplasia and somatic cell cloning. *Lancet*, 353: 1489-1491.
- Rice, V.A., Andrews, F.N., Warwick, E.J., and Legates, J.E. Breeding and Improvement of Farm Animals. 5th ed. McGraw-Hill Book Co., Inc., New York; 1957
- Richard M. Bourdon (1997) Understanding Animal Breeding. 1st Editionl, Prentic- Hall, Inc.(UK) Limited, London.
- Roleff, T.L. (1998). Biomedical Ethics: Opposing viewpoints. San Diego: Greenhaven Press., Inc
- Robertson, A. (1959) The sampling variance of the genetic correlation coefficient. *Biometrics.* 469- 485.
- Robertson, A. and Rendel, J. M. (1950) The use of progeny testing. Artificial insemination in dairy cattle. *J. Genet.*, 50: 21..
- Ron Epstein, Berkeley, CA, (1998). "Redesigning the World: Ethical Questions about Genetic Engineering", *Genetic Engineering and Its Dangers*, Oct. 12.
- Rosati, A. and Van Vleck, L. D. (2002) Estimation of genetic parameters for milk, fat, protein and mozzarella cheese production for the Italian river buffalo. *Livest. Prod. Sci.*, 74: 185- 190.
- Rosati, A., Mousa, E. Van Vleck, L. D. and Young, L. D. (2002) Genetic parameters of reproductive traits in sheep. *Small Ruminant Research*, 43: 65-74.
- Salem, A.Y., Kassab, M.S., Khattab, A.S. and Hussein, A.M. (2000) Age correction factors for milk yield traits in a commercial hers of Friesian cattle in Egypt. *J. Agric. Sci., Mansoura Univ.*, 25:3945-3955.
- Sax, K. (1923). The association of size differences with seed coat pattern and pigmentation in *Phaseolus Vulgaris*. *Genetics* 8:522-560.

- Schmidt, G.H. and Van Vleck, L.D. (1988) Principles of Dairy Science, First edn. W.H. Freeman, San Francisco.
- Schnieke, A.E.; Kind, A.J.; Ritchie, W.A.; Mycock, K.; Scott, A.R.; Ritchie, M.; Wilmut, I.; Colman, A. and Campbell, K.H.S. (1997). Human factor IX transgenic sheep produced by nuclear transfer of nuclei from transfected fetal fibroblasts. *Science*, 278: 2130-2133.
- Seidel, G.E. Jr (1992). Overview of cloning mammals by nuclear transplantation. In: Proc. Symp. On cloning mammals by nuclear transplantation (Fort Collins), pp 1-4.
- Sheridan, A. K. (1981). Crossbreeding and Heterosis. *A.B.A.*, 49:131-144.
- Shiri, S. A. (2006) Survey on repeatability and genetic trend of some economical traits in north Khorassan Kordian sheep. 57th EAAP, Antalya, Turkey. 376pp.
- Shull, G. H. (1914) Duplicate genes for capsule from in Bursa bursa – *Pastoris Zeits. F. Indian .Abst. Vereb.* 12:97.
- Smith, C. (1986). Use of embryo transfer in genetic improvement of sheep. *Anim. Prod.* 42: 81-82.
- Smith, L. A. (1997) Effect of inbreeding on lifetime performance of dairy cattle. M. Sc., Thesis faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State Univ., Blacksburg, Virginia, 50pp.
- Smith, L. S. (1993). Membrane and intracellular effects of ultraviolet irradiation with Hoechst 33342 on bovine secondary oocytes matured in Vitro. *J. Reprod. And Fertil.*, 99: 39-44.
- Soliman, A. M., Khalil, M. H., Zahed, S. M. and Afifi, E. A. (1995) Effectiveness and comparison of the three methods of cow evaluation to improve milk traits of Fleckvieh cattle. *Egyptian . J. Anim. Prod.* 32: 151.
- Steel, G.D. and Torrie, J. H. (1984) Principles and procedures of statistics. 4th printing. McGraw- Hill International Book Company. New York. 633pp.

- Stice, S. L.; Keefer, C. L. and Matthews, L. (1994). Bovine nuclear transfer embryos: oocyte activation prior to blastomere fusion. *Molecular Reproduction and Development*, 38: 61-68.
- Strelchenko, N.; Mitalipova, M. And Stice, S. (1995). Further characterization of bovine pluripotent cells. *Theriogenology*, 43: 327.
- Sutton, W. S (1902). The chromosomes in heredity. *Biol. Bull.*, 4:213-251.
- Suzuki, M. and Van Vleck, L. D. (1994) Heritability and repeatability for milk Production traits in Japanese Holstein from an animal model. *J. Dairy Sci.* 77:583.
- Swiger, L.A., Harvey, W. R., Everson, D. O. and Gregory, K. E. (1964). The variance of intraclass correlation involving groups with one observation. *Biometrics* 20:818-826.
- Tabler, K. A., and Touchberry, R. W. (1959) Selection indices for milk and fat yield of Holstein Friesian dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 42: 123- 126.
- Takano, H.; Shimizu, S.; Koyama, K.; Kozai, C.; Kata, Y. and Tsunoda, Y. (1994). Production of offspring by nuclear transferred bovine embryos produced in vitro. *J. Reproduction and Development*, 40: 167-170.
- Tanaka, K., Yamamoto, Y., Amano, T., Yamagata, T., Dang, V.-B., Matsuda, Y., Namikawa, T. (2000). A Robertsonian translocation, rob(2;28), found in Vietnamese cattle. *Hereditas* 133: 19-23.
- Tautz, D. (1989). Hypervariability of simple sequences as a general source of polymorphic DNA markers. *Nucl. Acids Res.*, 17: 6463-6471.
- Tebb, G. (1957) Inbreeding effects contrary to the direction of selection in a poultry flock. *Poultry Sci.*, 36:402.
- Thompson, R. and K. Meyer (1986) A review of theoretical aspects in the estimation of breeding values for multi trait selection. *Lives. Prod. Sci.* 18: 299- 313.
- Tonhati, H., Vasconcellos, F. B., and Albuquerque, L. G. (2000) Genetic aspects of Productive and

- reproductive traits in a Murrah buffalo herd in Sao Paulo, Brazil, *J. Anim. Breed. Genet.*, 117: 331.
- Van Vleck, L. D., Dong, M. C. and Wiggans (1988) Genetic (co) variances for milk and Fat yield in California, New York and Wisconsin for an Animal Model by Restricted Maximum Likelihood. *J. Dairy Sci.*, 71: 3047.
- Van Wky, J. B. and Fair, M. D. (2004) Inbreeding in a closed sheep flock. 55th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Bled, 51pp.
- Vasconcellos, B. F. and Tonhati, H. (1998) Inbreeding and its effects on some productive and reproductive traits in a Murrah buffalo herd. *J. Anim. Breed. Genet.* 115:299-306.
- Vatankhah, M., Poortahmasb, A. and Merzaei, H. R. (2006) Estimation of performance and genetic parameters of reproductive traits in Lori-Bakhtiari sheep using linear and threshold models. 57th EAAP, Antalya, Turkey, 376pp.
- Wakayama, T.; Perry, A.C.F.; Zuccotti, M.; Johanson, K.R and Yanagimachi, R. (1998). Full-term development of mice from enucleated oocytes injected with cumulus cell nuclei. *Nature*, 394: 369-374.
- Walker, S. K.; Hartwich, K.M. and Seamark, R.F. (1996). The production of unusually large offspring following embryo manipulation: concepts and challenges. *Thriogenology*, 45: 111-120.
- Walsh, B. and Lynch, M. (2009). *Evolution and Selection of Quantitative Traits*.
http://nitro.biosci.arizona.edu/zbook/NewVolume_2/newvol2.html.
- Weller, J. I. (2001) *Quantitative Trait Loci Analysis in Animals*. CABI Publishing, CAB International, UK.
- Weller, J.I. (2001) *Quantitative Trait Loci Analysis in Animals*. CABI Publishing, CAB International, UK.
- Weller, J. I., Y. Kashi and M. Soller (1990) Power of daughter and granddaughter designs for determining linkage

- between marker loci and quantitative trait loci in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 73:2525-2537.
- Willadsen, S. M. (1979). A method for culture of micromanipulated sheep embryos and its use to produce monozygotic twins. *Nature* 277: 298-300.
- Willadsen, S.M. (1986). Nuclear transplantation in sheep embryos. *Nature (London)* 320: 63-65.
- Williams, R. L. (1963) The covariance between relatives for characters composed of components contributed by related individuals. *Biometrics*. 19, 18-27
- Williams, J. G., A. R. Kubelik, K. J. Livak, J. A. Rafalski, and S. V. Tingey (1990) DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Research* 18:6531-6535.
- Willis, M. B.(1998) Dalton's Introduction to Practical Animal Breeding. Fourth Edition. Blackwell Science Ltd. Editorial Offices: Osney Mead, Oxford Ox2 0EL. 166pp.
- Wilmut, I. (1996). Sheep cloned by nuclear transfer from cultured cell line. *Nature*, 7: 64-66.
- Wilmut, I.; Schnieke, A. R.; McWhire, J.; Kind, A. J. and Campbell, K.H.S. (1997). Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells. *Nature*, 385: 810-813.
- Wilson, J.M.; Williams, J.D.; Bondioli, K.R.; Looney. C.R.; Westhusin, M.E. and McCalla, D.F. (1995). Comparison of birth weight and growth characteristics of bovine calves produced by nuclear transfer (cloning), embryo transfer and natural mating. *Anim. Reprod. Sci.*, 38:73-83.
- Woolliams, J.A. and Wilmut, I. (1989). Embryo manipulation in cattle breeding production. *Anim. Prod.*, 48: 3-30.
- Woolliams, J.A. and Wilmut, I. (1999). New advances in cloning and their potential impact on genetic variation in livestock. *J. Anim. Sci.*, 68: 245-256.
- Wright, S. (1922) Coefficients of inbreeding and relationship. *Am. Naturalist*, 56: 330- 338.

- Wurzinger, M., Delgado, J., Nurnberg, M., Valle Zarate, A., Stemmer, A., Ugarte, G. and Solkner, J. (2004) Genetic and non genetic factors influencing fiber quality of Bolivian Llamas. 55th EAAP, Bled, Slovenia.
- Younes, H. H. (1992) Genetic study on Ducks. M. Sc. Thesis, Faculty of Agric. Tanta Univ.
- Young, S. S. Y. (1961). The use of sires and dams records in animal selection. *Heredity*, 16:91-102.
- Young, X.; Jang, S.; Farrel, P.; Foote, R.H. and Mc Grath, A.B. (1993). Nuclear transfer in cattle: effect of nuclear donor cells, cutoplast age, co-culture and embryo transfer. *Molecular Reproduction and Development*, 35: 29-36.
- Zewel, H, S. (1979) Genetic and nutritional studies on poultry. M. Sc. Thesis, Faculty of Agric. Tanta univ.,