الباب الرابع

التنبؤ بالقيم التربوية

Predicting bree values

obeikandl.com

obeikandl.com

الباب الرابع

التنبؤ بالقيم التربوية Predicting breeding values

يعتبر معرفة كيفية التنبؤ بالاستجابة للانتخاب فى برامج التربية مفيدًا لأجل المقارنة بين برامج التربية والمساعدة فى إيجاد وسائل للتحسين الوراثى. وعند إقرار استخدام الانتخاب لابد من المرور ببعض الخطوات التى يلزم مراعاتها لأجل النجاح فى تحقيق التنبؤ المطلوب عن القيمة التربوية، وهذه الخطوات تشمل:

١ - معاملة الحيوانات بطريقة تجعل من السهولة تحديد التأثيرات الوراثية والبيئية التى تؤثر القيمة التربوية لصفة الحيوان.

٢ - تصحيح سجلات الأداء للحيوان لمعرفة التأثيرات البيئية.

٣- التنبؤ بالقيم التربوية لحيوانات معينة.

والطرق الحديثة للتقييم الوراثى تهتم بالخطوة الثانية والثالثة معًا. ومن الأهمية فى معظم برامج التربية تحديد تأثيرات كلٍ من العوامل الوراثية والبيئية وذلك لكى ننتخب الحيوانات ذات الكفاءة الوراثية العالية، ولا ننتخب فقط الحيوانات التى أداءها نتيجة التغذية والمعاملة الجيدة. وتقسم العوامل البيئية التى تعطى أعلى كفاءة وراثية حقيقية إلى قسمين:

الأول: العوامل البيئية التى من الصعوبة أن تعود إلى تأثير الحيوان نفسه مثل المرض الذى يؤثر على الأداء لبعض الحيوانات فى القطيع ولا يؤثر فى آخرين، ويحدث هذا المرض ولكن يصعب أن يكون تأثيره متطابقًا تمامًا فى جميع الحيوانات التى تأثرت بهذا المرض ولذلك يُنصح باستبعاد سجلات الأداء لمثل هذه الحيوانات المريضة رغم صعوبة تجنب تأثيره مع مراعاة أنه فى حالة مقارنة هذه الحيوانات يراعى بقدر الإمكان أن تُعطى نفس الفرص لكى تُعبر الحيوانات عن كفاءتها الوراثية. ومثالًا لذلك المقارنة لصفة النمو بعد الفطام والحيوانات فى عمر واحد وتُعطى فرص متساوية فى حالة التغذية على عليقة إضافية. إما القسم الثانى من تأثيرات العوامل البيئية فهى تشمل عمر الأم وهل الحيوان مفرد أو توأم أو ثلاثة، وترتيب موسم الإدرار وموسم وتاريخ الميلاد والعمر عند قياس

الصفة، ورغم صعوبة معرفة التأثير بصفة مؤكدة فإن أى من هذه العوامل لـه تـأثير عـلى أداء الحيوان، ويمكن تقدير متوسط التأثير لأى من هذه العوامل لمجموعة من الحيوانات. ويُفضل أن يتم تصحيح لهذه النوعية من العوامل البيئية.

وتعتمد الطرق الموضوعية فى التحسين الوراثى بشدة على المقارنة عن أداء الحيوانات التى عوملت بنفس الطريقة أو بمعنى آخر حدثت ولادة صغار الماشية خلال فترة قصيرة وفى نفس المزرعة وتشابهت فى نظام التغذية والرعاية. وهذه الحيوانات غالبًا يطلق عليهـا المعاصرات contemporaries والمجموعـة التـى تنتمـى إليهـا contemporary groups والدقة فى الانتخاب سوف تتحسن عـن طريـق التأكيـد عـلى أن الحيوانـات فى مجموعـة المعاصرات تعامل معاملة متشابهة بقدر الإمكان، ويراعى أن يكون حجم هذه المجموعة كبيرًا لكى نسمح بالحصول على أحسن صـورة ممكنـة للتفريـق بـين التـأثيرات الوراثيـة والبيئية على أداء الحيوانات.

أولاً: حساب القيمة التربوية باستخدام أداء الحيوان نفسه

Calculating Predicted breeding values (PBV) using the animal's own perfermance

فى الحالة البسيطة عندما يكون لدينا سجل واحد لأداء الحيوان (الأبقار) فـإن التنبـؤ أو حساب القيمة التربوية هـو انحـراف أداء الحيـوان عـن المعـاصرات لـه ومـضروبًا فى المكافئ الوراثى للصفة موضـع الاهـتمام. ويـتم حـساب هـذا الانحـراف فى الأداء بعـد تصحيح سجلات الأداء لنوعية التأثيرات البيئية.

∴ التنبؤ بالقيمة التربوية PBV أو حساب القيمة التربوية (EBV) =

= h^2 × الانحراف فى الأداء بالمقارنة بالمعاصرات

وهذه المعادلة تشبه المعادلة التى استخدمت للتنبؤ عن الاستجابة للانتخاب مـا عـدا أن هذه المعادلة تعبر عن حيوان واحد بينما معادلة الاسـتجابة للانتخـاب تعـبر عـن كـل النسل الذى وُلد من الأبوين المنتخبين. والجدول التـالى (٤-١) يوضـح كيـف أن التنبـؤ بالقيم التربوية PBV يحسب لمجموعتين من الحيوانات من قطيعـين منفـصلين، وإن كـل

حيوان له سجل واحد من الأداء، وبهذه الطريقة من الحساب يتم ترتيب الحيوانات بنفس النظام داخل القطيع مثل ما تترتب بناء على سجلات أدائها أو بناء على انحرافاتها من متوسط المعاصرات لها، ولكن التنبؤ بالقيم التربوية يعطينا تنبؤ عن كمية التفوق أو التخلف فى أداء الحيوان الذى يعود إلى العوامل الوراثية التجميعية additive genes كما أن الجدول يوضح عديد من المعالم الأخرى للتنبؤ بالقيم التربوية.

جدول (٤-١) حساب الـ PBV's لوزن الجسم لماشية اللحم فى عمر ٤٠٠ يوم ويوجد عشرة معاصرات فى كل من القطيعين والقيم مصححة لعمر الأم والمكافئ الوراثى لصفة وزن الجسم ٠.٤، ويراد معرفة هل الفرق ٢٠ كجم (٥٤٠ - ٥٢٠ كجم) بالنسبة لمتوسط الوزن للحيوانات فى القطيعين تعود إلى التربية والتغذية والرعاية أو لهذه العوامل مجتمعة معًا. وللإجابة على ذلك يلزم حساب الـ PBV's داخل القطيع.

القطيع (١)				القطيع (٢)			
رقم الحيوان	الوزن فى عمر ٤٠٠ يومًا مصححًا (كجم)	الانحراف من المتوسط (كجم)	القيمة التربوية PBV كجم	رقم الحيوان	الوزن فى عمر ٤٠٠ يومًا مصححًا (كجم)	الانحراف من المتوسط (كجم)	القيمة التربوية PBV كجم
١	٤٥٠	- ٧٠	- ٢٨	١١	٤٧٠	- ٧٠	- ٢٨
٢	٦٠٠	+ ٨٠	+ ٣٢	١٢	٥٣٠	- ١٠	- ٤
٣	٤٤٠	- ٨٠	- ٣٢	١٣	٥٥٠	+ ١٠	+ ٤
٤	٤٨٠	- ٤٠	- ١٦	١٤	٤٩٠	- ٥٠	- ٢٠
٥	٥٣٠	+ ١٠	+ ٤	١٥	٦٤٠	+ ١٠٠	+ ٤٠
٦	٥٧٠	+ ٥٠	+ ٢٠	١٦	٤٨٠	- ٦٠	- ٢٤
٧	٥٠٠	- ٢٠	- ٨	١٧	٥٢٠	- ٢٠	- ٨
٨	٥٢٠	صفر	صفر	١٨	٥٧٠	+ ٣٠	+ ١٢
٩	٥٥٠	+ ٣٠	+ ١٢	١٩	٦١٠	+ ٧٠	+ ٢٨
١٠	٥٦٠	+ ٤٠	+ ١٦	٢٠	٥٤٠١	صفر	صفر
المتوسط	٥٢٠	صفر		المتوسط	٥٤٠	صفر	

ثانيًا: طريقة تقدير القيمة التربوية للطلوقة (طريقة المعاصرات)

وفى هذه الطريقة بنات الثيران توجد فى مزارع مختلفة (أو قطعان مختلفة). وهذه الطريقة تُستخدم لتقدير القيمة التربوية لذكور التربية التى تُستخدم فى التلقيح الصناعى. وإذا كانت بنات الطلوقة عادة توجد فى قطعان وأعدادها غير متساوية فإننا نستخدم معامل تصحيح أو معامل الوزن أى $\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}$ لتلافى اختلاف أعداد الحيوانات أى بنات الثور فى قطعان مختلفة. وفى النهاية نحصل على المعادلة التالية:

$$\text{القيمة التربوية للطلوقة } G_m = \frac{\Sigma (\bar{P}_A - \bar{A}) \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}}{\Sigma \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}}$$

وهذه المعادلة لتقدير القيمة التربوية لذكور التربية تستخدم بشكل واسع فى الوقت الحاضر واقترحها روبرتسون سنة (١٩٥٤) وتُستخدم الآن مع بعض التعديلات فى أنحاء كثيرة من البلاد فى تقدير القيمة التربوية لذكور الأبقار على اختلافها.

وهذه الطريقة ملائمة لاستخدام التلقيح الصناعى حيث تربى أبقار اللبن فى أعداد كبيرة، ويشترط فى هذه الطريقة أن تكون الأبقار فى أول موسم حليب ونحصل عليها فى وقت واحد وتعتبر بالتالى فى عمر واحد. ويقدر إنتاج اللبن من المعاصرات ومن بنات الثور بطريقة واحدة ويتم أيضًا تعديل لموسم الحليب (من حيث طول الموسم) مع عدم احتساب أيام لبن السرسوب، ويكون القطيع فى ظروف رعاية واحدة، وبذلك يكون الاختلاف تأثيره ضعيف بين القطعان.

وقبل إجراء حساب دليل الثور بطريقة المعاصرات لابد من مراعاة الآتى:

١- المتوسط العام لإنتاج كل البنات فى القطيع ويرمز له بالرمز $\bar{A}$

٢- متوسط إنتاج بنات الثور المراد اختباره (n_1) ويرمز لهذا المتوسط $\bar{Y}$

٣- متوسط إنتاج بنات الثيران الأخرى (n_2) ويرمز لهذا المتوسط $\bar{A}_Y$

وتعتبر هذه الفترة من الوقت كافية لمقارنة البنات المعاصرات فى قطيع ما يُنتج $n_1 \bar{Y} + n_2 \bar{A}_Y$ كيلو جرام لبن، ويقدر متوسط إنتاج اللبن من جميع المعاصرات فى هذا القطيع كالآتى:

$$A = \frac{n_1 Y + n_2 \bar{A}_Y}{n_1 + n_2}$$ ومن هذه المعادلة فإن $(n_1+ n_2) \bar{A} = n_1 \bar{Y} + n_2 \bar{A}_Y$

وإنتاج البنات المعاصرات يساوى $$\bar{A}_Y = \frac{(n_1+ n_2) \bar{A} - n_1 \bar{Y}}{n_2}$$

وبما أن الهدف إيجاد الفرق بين بنات الثور المراد اختباره والمعاصرات لها أى أن:

$$\bar{Y} - \bar{A}_Y = \bar{Y} - \frac{(n_1+ n_2) \bar{A} - n_1 \bar{Y}}{n_2}$$

$$= \frac{n_1+ n_2}{n_2} (\bar{Y} - \bar{A})$$

وهذه هى الطريقة لتقدير الفرق بين متوسط إنتاج البنات للثور المراد تقدير القيمة التربوية له ($\bar{Y}$) مع الأمهات المعاصرات ($\bar{A}_Y$) فى قطيع واحد. وهى تعبر أيضًا عن معامل متوسط الإنتاج لجميع الأمهات المعاصرات فى القطيع أى ($\bar{A}$)، وأيضًا معامل متوسط الإنتاج للبنات (الأمهات) للثور المراد تقدير القيمة التربوية له ($\bar{Y}$). وحيث أن عدد البنات لكل ثور قد لا يتساوى فإننا نستخدم معادلة الوزن $W = \frac{n_1 n_2}{n_1+ n_2}$ ويراعى ذلك عند تقدير الاختلاف بين متوسط إنتاج بنات الثور المراد تقدير القيمة التربوية له والأمهات المعاصرات

$$\therefore \bar{Y} - \bar{A}_Y = \frac{n_1+ n_2}{n_2} (\bar{Y}-\bar{A}) \quad \frac{n_1 n_2}{n_1+ n_2}$$

وبعد اختصارها تصبح $$\bar{Y} - \bar{A}_Y = n1 (\bar{Y} - \bar{A})$$

وإجراء المقارنة بين Contemporary Comparison (CC) البنات والمعاصرات لجميع القطعان يكون كالآتى:

$$CC = \frac{\Sigma n_1(\bar{Y} - \bar{A})}{\Sigma \frac{n_1 \ n_2}{n_1 + n_2}} = \frac{\Sigma n_1 \ (\bar{Y} - \bar{A})}{\Sigma W}$$

ويمكن إجراء الحساب بطريقتين تبعًا للوسيلة المستخدمة لإجراء العمليات الحسابية

الطريقة الأولى: الجدول التالى موضح به متوسط إنتاج بنات الثور المراد تقدير القيمة التربوية له $\bar{Y}$ وأعدادها n_1 فى كل قطيع وكذلك متوسط إنتاج المعاصرات $\bar{A}$ وأعدادها $n_1 + n_2$ والعدد الموزون $\frac{n_1 \ n_2}{n_1 + n_2}$ وكذلك متوسط الإنتاج فى المنطقة $\bar{P}$، وكان عدد البنات n_1 = ١١ بنتًا وعدد البنات الموزون W = ٧.١ بنتًا، ومتوسط إنتاج البنات للثور المراد اختباره $\bar{Y} = \frac{٣٣٧٤٠}{١١}$ = ٣٠٦٧ كجم لبن ومتوسط إنتاج البنات المعاصرات فى القطيع $\bar{A} = \frac{٣٢٩٦١}{١١}$ = ٢٩٩٦ كجم لبن

ومتوسط الإنتاج فى المنطقة $\bar{P} = \frac{٢٣٤٠٠}{٨}$ = ٢٩٢٥ كجم لبن

القطيع	n_1	متوسط إنتاج كل بنت من بنات الثور المراد اختباره (كجم)	n_2	متوسط إنتاج البنات المعاصرات من ثيران أخرى (كجم)	عدد البنات الكلى	العمر الموزون W	متوسط إنتاج بنات المنطقة كجم
أ١	١	٢٩٦٠	٤	٢٨٣٢	٥	٠.٨	٢٨٠٠
ب٣	٢	٣٠٠٠	٥	٢٩٤٨	٧	١.٤	٣٠٠٠
		٣٢٤٠		٢٩٤٨			
ب٦	١	٣٣٦٠	٩	٣٢١٦	١٠	٠.٩	٣٠٠٠
ب٦	١	٣٣٤٠	٧	٣٥٦٧	٨	٠.٩	٣١٠٠
أ٤	١	٢٤٠٠	١	٢٧٠٠	٢	٠.٥	٢٩٠٠

القطيع	n_1	متوسط إنتاج كل بنت من بنات الثور المراد اختباره (كجم)	n_2	متوسط إنتاج البنات المعاصرات من ثيران أخرى (كجم)	عدد البنات الكلى	العمر الموزون W	متوسط إنتاج بنات المنطقة كجم
أ٧	١	٢٨٤٠	٣	٢٥١٠	٤	٠.٨	٢٩٠٠
ب٧	١	٣٠٠٠	٤	٢٨٤٠	٥	٠.٨	٢٨٠٠
ب٧	٢	٣٠٠٠	٢	٣١٠٠	٤	١.٠-	٢٩٠٠
		٣٤٠٠		٣١٠٠			
ب٨	١	٣٢٠٠	١	٣٢٠٠	١	-	-

$$\bar{Y} = \frac{٣٣٧٤٠}{١١} = ٣٠٦٧ \text{ كجم} \qquad \bar{A}_Y = \frac{٣٢٩٦١}{١١} = ٢٩٩٦ \text{ كجم} \qquad ٧.١ \qquad \frac{٢٣٤٠٠}{٨} = ٢٩٢٥ \text{ كجم}$$

∴ تفوق بنات الثور المراد اختباره بالنسبة للبنات المعاصرات

$$= \frac{٣٣٧٤٠ - ٣٢٩٦١}{٧.١} = \frac{٧٧٩}{٧.١} = ١١٠ + \text{ كجم لبن}$$

فإذا كان المكافئ الوراثى لصفة إنتاج اللبن = ٠.٣٦٥ ولإيجاد القيمة (RGV_1)

القيمة التربوية للقطيع Relative breeding value of herd

$$= \frac{\bar{A} + (\bar{A} - \bar{Y})\, 2b}{\bar{A}} \times ١٠٠ = \frac{٢٩٩٦ + ١١٠ + ٠.٧٣}{٢٩٩٦} = ١٠٢.٧ \%$$

الطريقة الثانية : تختلف عن الأولى من بعض النقاط ولكنها تعطى نفس النتيجة

obeikandl.com

القطيع	السنة	n_1	متوسط إنتاج البنات n_1 كجم	n_2	متوسط إنتاج البنات المعاصرات n_2 (كجم)	الاختلاف d	العدد الموزون W	الوزن للاختلاف d × w
أ١	١٩٧٠	١	٢٩٦٠	٤	٢٨٠٠	+ ١٦٠	٠.٨	+ ١٢٨
ب٣	١٩٧٠	٢	٣١٢٠	٥	٢٨٨٠	+ ٢٤٠	١.٤	+ ٣٣٦
ب٦	١٩٧٠	١	٣٣٦٠	٩	٣٢٠٠	+ ١٦٠	٠.٩	+ ١٤٤
ب٦	١٩٧١	١	٣٣١٠	٧	٣٦٠٠	- ٢٦٠	٠.٩	- ٢٣٤
أ٤	١٩٧١	١	٢٤٠٠	١	٣٠٠٠	- ٦٠٠	٠.٥	- ٣٠٠
أ٧	١٩٧١	١	٢٨٤٠	٣	٢٤٠٠	+ ٤٤٠	٠.٨	+ ٣٥٢
ب٧	١٩٧٢	١	٣٠٠٠	٤	٢٨٠٠	+ ٢٠٠	٠.٨	+ ١٦٠
ب٧	١٩٧٣	٢	٣٢٠٠	٢	٣٠٠٠	+ ٢٠٠	١.٠	+ ٢٠٠
ب٨	١٩٧٣	١	٣٢٠٠	١	-	-	-	-
		١١	٣٣٧١٠	٣٥	$٣٠٥٧ = \frac{١٠٧٠٠٠}{٣٥}$		٧.١	+ ٢٨٦

من الجدول يتضح أن عدد البنات الحقيقى n_1 = ١١ بنتًا

عدد البنات الموزون = ٧.١ ، متوسط إنتاج البنات للثور المختبر = ٣٠٦٧

متوسط التفوق بالمقارنة بالمعاصرات = $\frac{٧٨٦}{٧.١}$ = ١١١

القيمة التربوية النسبية R.B.V = $\frac{2b \text{ (متوسط التفوق)} + \text{متوسط إنتاج المعاصرات}}{\text{متوسط إنتاج المعاصرات}}$

$$= \frac{٣٠٥٧ + (١١١)\ ٠.٧٣}{٣٠٥٧} = ٪\ ١٠٢.٧$$

ويمكن استخدام معادلة أخرى RGV_2 القيمة التربوية النسبية (٢)

$$\frac{\bar{P} + (\bar{P} - \bar{A})\, h_A^2 + (\bar{A} - \bar{Y})\, 2b}{\bar{P}} = RGV_2$$

وتحسب $\bar{A}$ جديدة عند مقارنتها مع $\bar{P}$ حيث تحسب على أساس مجموع إنتاج ثمانية بقرات من المعاصرات والقسمة على عددهم أى $\frac{٢٣٧١٣}{٨}$ = ٢٩٦٤ كجم لبن كما أن h_A^2 = ٠.٢

$$\therefore RGV_2 = \frac{٢٩٢٥ + (٢٩٢٥ - ٢٩٦٤)\ ٠.٢ + (١١٠)\ ٠.٧٣}{٢٩٢٥} \times ١٠٠ = ١٠٣٪$$

أى القيمة التربوية للطلوقة تزيد بمقدار ٣٪ من متوسط السلالة

ولإيجاد قيمة b أو المعامل التكرارى باستخدام المعادلة $b = \frac{h^2 \times ٠.٢٥ \times ن}{١ + (ن - ١)\ ٠.٢٥\ h^2}$

ويستخدم المعامل التكرارى للتقدير الصحيح للقيمة التربوية لذكور التربية وإنتاج النسل وهذا التقدير للمعامل التكرارى يفيد فى معرفة إنتاج بنات المستقبل، وتزيد قيمة هذا المعامل بزيادة عدد النسل المستخدم فى الاختبار. فإذا كان معامل الارتباط بين الآباء والنسل هو $\frac{١}{٢}h$ فإن معامل التحديد coefficient of Determination R^2 يساوى h^2 ٠.٢٥

$$\therefore b = \frac{h^2 \times ٠.٢٥ \times ن}{١ + (ن - ١)\ ٠.٢٥\ h^2}$$

مثال: إذا فرض أنه لدّى طلوقة p لها بنات فى أربعة مزارع ولها عدد مختلف من البنات فى كل مزرعة، وطبيعى يوجد بكل مزرعة بنات كثيرة معاصرات لطلايق أخرى، ولنفرض الوضع كالآتى فى الجدول. أحسب القيمة التربوية للطلوقة المراد اختبارها والقيمة التربوية النسبية للمعاصرات وبالنسبة لمتوسط النوع

المزرعة	بنات الطلوقة أ		المعاصر (بنات ثيران أخرى)		الفرق بين متوسطى البنات - المعاصرات كجم	معامل الوزن $\frac{ن_1 ن_2}{ن_1 + ن_2}$	الفرق المعدل معامل التعديل × الفروق
	ن1	متوسط الإنتاج والدهن (كجم)	ن2	متوسط إنتاجها (كجم)			
١	٢	٤٠٠	٨	٥٠٠	- ١٠٠	١.٦	- ١٦٠
٢	٣	٣٠٠	٦	٥٠٠	- ٢٠٠	٢.٠	- ٤٠٠
٣	٢	٥٠٠	٨	٤٠٠	+ ١٠٠	١.٦	+ ١٦٠
٤	١	٤٠٠	٤	٣٠٠	+ ١٠٠	٠.٨	+ ٨٠
	٨		٢٦	$\bar{A} = \frac{١١٤٠٠}{٢٦} =$ ٤٣٨.٤٦ كجم		٦ كما لو كان له ٦ بنات فى كل مزرعة	- ٣٢٠ مجموع الفروق المعدلة

وكان متوسط إنتاج الدهن فى المنطقة $\bar{P}$ = ٤٦٠ كجم

الحل: الطلوقة أ لها بنات عددها بعد التعديل بالمعاصرات يساوى ٦ بنات فى مزرعة واحدة ومجموع الفروق المعدلة - ٣٢٠ كجم دهن أى أن متوسط البنت الواحدة = $\frac{-٣٢٠}{٦}$ = ٥٣.٣ كجم دهن أى أن بنات الطلوقة إنتاجها أقل من بنات الثيران الأخرى المعاصرات بمقدار ٥٣.٣ كجم دهن فى المزرعة الواحدة، فإذا كان المكافئ الوراثى لصفة الدهن فى اللبن للبنات وللقطيع = ٠.٣.

∴ القيمة التربوية Genetic Value للطلوقة = ٢ × المكافئ الوراثى لصفة الدهن × مظهر الصفة = ٢ × ٠.٣ × - ٥٣.٣ = - ٣٢ كجم تقريبًا

ولحساب القيمة الوراثية أو التربوية النسبية R.G.V سواء RGV_1 أو RGV_2 نستخدم المعادلتين التاليتين:

القيمة التربوية النسبية (١) = $\frac{\bar{A} + (\bar{A} - \bar{Y}) \times 2b}{\bar{A}}$ ،

$$\text{القيمة التربوية النسبية (٢)} = \frac{\bar{P} + (\bar{P} - \bar{A})\ h_A^2 + (\bar{A} - \bar{Y})\ 2b}{\bar{P}}$$

$$b = \frac{h^2 \times ٠.٢٥ \times ن}{h^2\ ٠.٢٥ (١ - ن) + ١} = \frac{٠.٣ \times ٠.٢٥ \times ٦}{٠.٣ \times ٠.٢٥ (١ - ٦) + ١} = \frac{٠.٤٥}{١.٣٧٥} = ٠.٣٢٧$$

$$2b = ٠.٣٢٧ \times ٢ = ٠.٦٥$$

$$\therefore \text{القيمة التربوية النسبية (١)} = \frac{٤٣٨.٤٦ + (٥٣.٣ -)\ ٠.٦٥}{٤٣٨.٤٦} = ٪\ ٩٢.١$$

∴ القيمة التربوية النسبية (١) للطلوقة (أ) بمعرفة بناته أقل بمقدار ٧.٩٪ بالمقارنة بالبنات المعاصرات من ثيران أخرى.

وعلى أساس أن متوسط القطيع ٤٥٣.٥٣٨ كجم دهن ($\bar{A}$)

$$\therefore \text{القيمة التربوية النسبية (٢)} = \frac{\bar{P} + (\bar{P} - \bar{A})\ h_A^2 + (\bar{A} - \bar{Y})\ 2b}{\bar{P}}$$

$$= \frac{٤٦٠ + (٤٦٠ - ٤٥٣.٥٤)\ ٠.٣ + (٥٣.٣ -)\ ٠.٣٢٧ \times ٢}{٤٦٠}$$

$$= \frac{٤٢٣.٤١}{٤٦٠} = ٪\ ٩٢.٠٥$$

∴ القيمة التربوية النسبية (٢) للطلوقة (أ) بمعرفة بناتة أقل بمقدار ٧.٩٥٪ بالمقارنة بالبنات المعاصرات من ثيران أخرى.

ثالثًا : استخدام طريقة إيجاد أحسن تنبوء خطى غير متحيز للتنبوء بالقيمة التربوية

Using the statistical procedure the best linear unbiased prediction or BLUP

مقارنة الأبقار على أساس أنها داخل قطيع تؤكد حقيقة أن إنتاج اللبن لا يتأثر فقط بالعوامل الوراثية ولكن أيضًا بتغذية ومعاملة هذه الأبقار (أى العوامل البيئية)، ولكن الاختبار بطريقة المقارنة بالمعاصرات يتوقف أساسًا على فرض أن كل القطعان ذات بناء وراثى واحد، وأنه بصرف النظر عن القرابة بين الذكور وبناتها فإن الأبقار الأخرى المعاصرة لها ليس بينها قرابة مع بنات الثور المراد اختباره، ولكن أمكن التغلب على هذين الفرضين بزيادة استخدام التلقيح الصناعى.

سبق ذكر بعض العيوب فى الطرق التقليدية لتعديل سجلات الأداء والتنبؤ بالقيم التربوية وهذه العيوب هى:

١- القيم التربوية PBV's تُستخدم للمقارنة فقط للحيوانات التى تتعامل وتتغذى فى ظروف مشابهة أى فى داخل القطيع.

٢- النتائج التى نحصل عليها من الطرق لتعديل الأداء تعود إلى القطعان التى أمكن استنتاج النتائج منها ويحتمل أن لا يكون من الصواب تطبيقها بوجه عام.

٣- معظم الطرق لتعديل السجلات تتغاضى عن المجازفة فى استبعاد بعض الاختلافات الوراثية الحقيقية (وبمعنى آخر بين النسل للأمهات التى فى أعمار مختلفة).

٤- كثير من طرق تعديل سجلات الأداء تفترض أن الحيوانات فى المجموعات المختلفة المعاصرة لبعضها لها مميزات وراثية واحدة.

٥- بالرغم من أن الأدلة التقليدية indices تشتمل معلومات عن الأقارب بطريقة مناسبة ولكن ليست مرنة فى استخدامها فمثلًا لابد من استخدام وسائل موازنة مختلفة عندما يوجد إعداد مختلفة من السجلات من درجة معينة للأقرباء،

obeikandl.com

كذلك مع كبر أعداد الحيوانات والأقارب لهم تصبح مهمة حساب جميع قيم عوامل الأدلة صعبة أو مستحيلة.

وكثير من الدوافع لإيجاد طرق أجدى لتقييم الحيوانات ظهرت نتيجة الاستخدام التجارى للتلقيح الصناعى (AI) فى ماشية اللبن ففى انجلترا أول محطة تلقيح صناعى افتتحت فى كمبردج سنة ١٩٤٢ نتيجة لأبحاث أجراها سيرجون هاموند وتلامذته عن طريقه لإجراء التلقيح فى المدرسة الزراعية بكمبردج، ورغم أن استخدام التلقيح الصناعى قد استخدم أولًا لتقليل انتشار الأمراض التناسلية وتقليل المجازفة من استبقاء الطلايق فى المزارع فإن هذه الطريقة مجدية فى المساعدة على إجراء التقييم الوراثى لطلايق اللبن وسرعة إجراء التحسين الوراثى وتعيين قيمته.

وكثير من الأبحاث أجريت للتغلب على كثير من المشاكل والحاجة إلى تكوين نظام خالى من العيوب للتنبؤ بالقيم التربوية، واقترح البروفسور هندرسون فى جامعة كورنيل بالولايات المتحدة الأمريكية طريقة إحصائية سميت أحسن تنبؤ خطى غير متحيز للتنبؤ بالقيمة التربوية Best linear umbiased prediction أو الـ BLUP تعتمد أساسًا على أسلوب إحصائى الذى يفصل الجزء الوراثى من المعاملة والتغذية أى التأثيرات البيئية فى أحسن طريقة ممكنة وبذلك تعطينا هذه الطريقة تقديرًا أكثر دقة للتنبؤ بالقيمة التربوية وذلك للأسباب التالية:

١ - تقدير التأثيرات البيئية (مثل عمر الأم وموسم الولادة وترتيب الولادة) والتنبؤ بالقيمة التربوية معًا فى وقت واحد simultaneously.

٢ - التمييز بين بعض سجلات الأداء والتى هى من حيوانات بينها قرابة ولذلك يتوقع أن تكون أكثر تشابهًا بالمقارنة بالحيوانات التى ليس بينها قرابة، وأن أهمية الحيوانات التى بينها قرابة فى مجموعات معاصرة وجود صلة أو صلة أو رباط وراثى genetic links بين المجموعات، وهذه الروابط ضرورية لأجل إيجاد أحسن تنبؤ خطى غير متحيز للتنبؤ بالقيمة التربوية BLUP لتقدير التأثيرات البيئية والتنبؤ بالقيم التربوية فى وقت واحد.

وبذلك تكون طريقة BLUP هى أساسًا امتدادًا للطرق المستخدمة فى الأدلة الانتخابية العادية والتى تشتمل على عديد من الخطوات حيث لابد من تعيين معاملات الأدلة index coefficients، وتعديل سجلات الأداء للتأثيرات البيئية adjusting records ثم استخدام معاملات الأدلة لتعديل السجلات للحصول على القيم التربوية PBV's للحيوانات ولكن طريقة الـ BLUP يمكن أن تنجز الخطوات السابقة معًا فى وقت واحد وإيجاد القيم التربوية فى خطوة واحدة.

وسبق أن ذكرنا أن أحد الوظائف الأساسية فى إيجاد دليل الانتخاب هو حساب الموازنة the weightings التى تستخدم لتعديل سجلات الأداء من حيوانات ذات درجات مختلفة من القرابة أو سجلات الصفات مختلفة، وباستخدام الـ BLUP نلاحظ وجود صعوبات مشابهة فى حساب الضمانات للمصادر المختلفة من البيانات التى يجب أن تُستخدم عند التنبؤ بالقيم التربوية للحيوانات وحساب التأثيرات البيئية.

وفى كلٍ من الأدلة الانتخابية والـ BLUP (وأيضًا كثير من التطبيقات الإحصائية) المشكلة فى إيجاد الضمانات المناسبة التى يجب توفرها للبيانات المختلفة وقد أمكن حلها بوضع سلسلة من المعادلات الآتية simultaneous equations.

ففى حالة إيجاد أحسن تنبؤ خطى غير متحيز للتنبؤ بالقيمة التربوية BLUP (ولكى نحل المعادلات) يجب ربط أو وصل سجلات الأداء بالتأثيرات البيئية وأيضًا بالحيوانات التى سوف تتنبأ بقيمها التربوية BV's، وهنا يتم حساب التأثيرات البيئية (مثال تأثير القطيع وتأثير عمر الأم وتأثير ترتيب الولادة، والتنبؤ بالقيم التربوية من إجمالى وزن الجسم أو إنتاج اللبن. وفى الجدول (٤-٢) موضح به سجلات إنتاج اللبن من بنات أول موسم حليب لطلوقتين ماشية لبن ليس بينهما قرابة، وكل طلوقة لها بنات فى قطعين مختلفين ولكن فى داخل كل قطيع تعامل العجلات كمجموعة واحدة.

وعن طريق حل معادلات الـ BLUP نحصل على القيم التربوية للطلوقتين حيث الحرفين S_1 ، S_2 يُعبران عن الطلوقة الأولى والثانية H_1، H_2 تعبران عن القطيع الأول والقطيع الثانى.

جدول (٤-٢) عدد الإناث فى كل قطيع وعدد الإناث التى لقحت بكل من الذكرين وإجمالى إنتاج اللبن ومتوسط إنتاج اللبن بالكيلوجرامات

	عدد الإناث	إجمالى إنتاج اللبن (كجم)	متوسط إنتاج اللبن (كجم)
القطيع الأول H_1	١٥	٨٥٥٠٠	٥٧٠٠
القطيع الثانى H_2	١٨	١١٣٤٠٠	٦٣٠٠
الطلوقة الأولى S_1	١٧	١٠١٩٠٠	٥٩٩٤
الطلوقة الثانية S_2	١٦	٩٧٠٠٠	٦٠٦٣

مع العلم أن الطلوقة الأولى لقحت ٥ إناث فى القطيع الأول و١٢ أنثى فى القطيع الثانى، كما لقحت الطلوقة الثانية ١٠ إناث فى القطيع الأول، ٦ إناث فى القطيع الثانى، وبذلك يكون بناء المعادلات الآتية كالآتى:

$$٨٥٥٠٠ = S_2\ ١٠ + S_1\ ٥ + H_2\ \text{صفر} + H_1\ ١٥$$

$$١١٣٤٠٠ = S_2\ ٦ + S_1\ ١٢ + H_2\ ١٨ + H_1\ \text{صفر}$$

$$١٠١٩٠٠ = S_2\ \text{صفر} + S_1\ (W + ١٧) + H_2\ ١٢ + H_1\ ٥$$

$$٩٧٠٠٠ = S_2\ (W + ١٦) + S_1\ \text{صفر} + H_2\ ٦ + H_1\ ١٠$$

ومعادلات BLUP هذه توضح مجموع إنتاج لبن الأبقار لعدد من مواسم اللبن لأبقار تم تسجيلها فى كل قطيع ولأبقار كل طلوقة بالإضافة إلى القيمة W فى المعادلتين الأخيرتين وتحتاج كل معادلات BLUP إلى تعديل بسيط حيث أننا فى حاجة إلى التنبؤ بالقيمة التربوية وتدل القيمة W على عامل الوزن weighting factor الذى يُعبر عن المكافئ الوراثى للصفة وأيضًا يُعبر عن العلاقة بين الحيوانات التى أعطت سجلات اللبن والحيوانات التى قيمتها التربوية سوف يُتنبأ بها. وفى هذه الحالة يُستخدم سجل واحد للبنات من أبوين اثنين ليس بينهما قرابة، ويساوى معامل الوزن ($\frac{4 - h^2}{h^2}$)، وحيث أن المكافئ الوراثى لإنتاج اللبن حوالى ٠.٣٥ ولذلك يصبح قيمة معامل الوزن تقريبًا

١٠.٤٣ وحل المعادلات الأربع السابقة يبدو صعبًا ولكن يمكن سرعة حلها عن طريق الحاسب الآلى ونحصل على القيم التربوية لكل من الطلوقتين. وقد اتضح بعد الحساب أن:

القيمة التربوية للطلوقة الأولى S_1 = - ١٧٥.٣ كجم لبن.

، القيمة التربوية للطلوقة الثانية S_2 = + ١٧٥.٣ كجم لبن.

فى هذا المثال ليس بين الطلوقتين علاقة قرابة، ولكن من الوجهة العملية الحيوانات التى حدث تقييم لها غالبًا بينها علاقة وهذه العلاقة تفسرها معادلات الـ BLUP بإيجاد العلاقة التى تسمى relationship matrix وهى جدول يوضح به بصفة أساسية النسب المتوقعة من العوامل الوراثية المشتركة بين كل الحيوانات التى يحدث لها تقييم.

رابعًا: النماذج الإحصائية للـ BLUP

١- يمكن تطبيق استخدام الـBLUP تحت مجموعات مختلفة من الافتراضات تسمى النماذج Models التى تختلف فى التعقيد. وأكبر نماذج الـBLUP الشائعة الاستعمال هى النماذج الثلاثة التالية: (١) نماذج الأب Sire models، (٢) نماذج sire - maternal grandsire models، (٣) نماذج الحيوان individual Animal models.

واسم الموديل يدل على الحيوانات المراد التنبؤ بالقيم التربوية لها وأيضًا العلاقات relationslips التى استخدمت لكى نتنبأ بهذه القيم. لذلك فإن sire models تتنبأ بالقسم التربوية BV's للذكور باستخدام سجلات نسل هذه الذكور والنماذج sire-maternal grandsire يستخدم للتنبؤ بالقيم التربوية للذكور باستخدام سجلات من كلٍ من نسلهم والجدة، نماذج الحيوان تُستخدم للتنبؤ بالقيم التربوية لجميع الحيوانات التى تدخل فى التقييم مع استخدام كل العلاقات بينهم. وتتميز النماذج المختلفة لـBLUP بالدقة التى يتم بها حساب التنبؤ بالقيم الحقيقية للقيم التربوية، وأكثر موديلات الـBLUP تعقيدًا هو نموذج الحيوان animal model حيث يحقق علاقات أكبر بين

الحيوانات، ولذلك يكون التنبؤ بالقيم التربوية أكثر دقة. ولكنها مكلفة لكى تعطينا أداءًا عاليًا حيث يجب حل معادلة لكل حيوان لإيجاد قيمة تربوية له خاصة إذا توفر لدينا مئات أو آلاف من الذكور sires ولذلك سوف يكون لدينا مئات أو آلاف من المعادلات لاستخدامها فى التقييم ونتيجة لذلك تُعتبر التكلفة وإمكانية وجود حاسبات آلية تقوم بمهمة حل المعادلات وتعيين القيمة التربوية هى العناصر الهامة التى تحدد استخدام أكثر النماذج تعقيدًا.

وكما سبق أن ذكرنا أن القوة الدافعة إلى استخدام وسائل جديدة للتقييم أتت بصفة مبدئية من تربية أبقار اللبن حيث استخدم تقييم نموذج الأب sire-model BLUP evaluations أولًا فى ماشية اللبن فى الولايات المتحدة الأمريكية فى بداية سنة ١٩٧٠ وفى عديد من البلاد الأخرى بعد ذلك فمثلًا التقييم BLUP استخدم فى انجلترا فى ماشية اللبن فى سنة ١٩٧٩. وساعد التقدم فى استخدام الحاسبات الآلية على استخدام sire-maternal grandsire model فى انجلترا من البداية، وهذا زاد من دقة التقييم بالمقارنة بالتقييمات من استخدام نموذج الأب نتيجة لتوضيح نقطة هامة وهى أن ليس كل الأبقار التى لقحها الذكر المراد اختباره كانت متساوية فى القيمة الوراثية للصفة merit، ولكن sir-maternal grandsire model توضح الاختلافات فى الصفة فى الأبقار التى تنتمى إلى الذكر الذى لقحها (أى العجلات الأم والأبقار التى لقحت بنفس الذكر)، وهذه تُعتبر محاولة للتنبؤ بالقيم التربوية للذكور وتكوين الأدلة التى نحصل عليها من الاستعانة بسجلات الأبقار التى تحقق الجمع بين القيم التربوية للذكر والقيمة التربوية لنفس الذكر الذى لقح أم النسل. وهذه الصعوبات أمكن التغلب عليها باستخدام التقييم individual animal - model BLUP evaluation فى انجلترا سنة ١٩٩٢ كما أستخدم نموذج الحيوان أيضًا فى كثير من البلاد فى تقييم ماشية اللبن.

ورغم أن التقييم باستخدام BLUP بدء استخدامه أولًا على ماشية اللبن، فإن فوائد هذا التقييم أدت إلى استخدامه أيضًا فى الأجناس الأخرى. وأصبح استخدام طرق الـBLUP هو الطريقة المفضلة لتقييم معظم الحيوانات الزراعية، ونظرًا لأن سجلات

الأداء فى ماشية اللحم والأغنام عادة صغيرة بالمقارنة بسجلات ماشية اللبن وحيث أن طرق BLUP طبقت أخيرًا على هذه المجموعات أصبح غالبًا إمكانية حذف أو تخطى عديد من الأجيال لنموذج BLUP واختيار التقييم باستخدام نموذج الحيوان من البداية.

٢- التأثيرات المباشرة وتأثيرات الأمومة الوراثية

Direct and maternal genetic effects

يوجد بعض الصفات التى تهمنا فى تربية الحيوانات الزراعية حيث أداء النسل لا يتأثر فقط بما يمتلكه من العوامل الوراثية والظروف البيئية المحيطة به ولكن أيضًا بواسطة العوامل الوراثية لأمهاتها والظروف البيئية المحيطة بالأمهات فمثلاً وزن الجسم عند الفطام لعجول اللحم التى ترضع تتأثر بالعوامل الوراثية للنمو التى ورثها العجل من أبويه وتتأثر بالظروف البيئية المحيطة وأيضًا تتأثر بجينات الأم الخاصة بصفة الأمومة مثل حجم المشيمة وإنتاج اللبن والتأثيرات البيئية على أداء هذه الصفات، ولذلك من المفيد غالبًا أن نأخذ فى الاعتبار القيم التربوية للتأثيرات الوراثية المباشرة والتى تعود إلى الأمومة لهذه الصفات مثل وزن الجسم عند الفطام الذى يتأثر بكل من الكفاءة الوراثية المباشرة والتى تعود إلى الأمومة. وتحمل كلٍ من الذكور والإناث جينات لإنتاج اللبن ومظاهر أخرى لأداء الأمومة ولكن الأمهات فقط هى التى تعبر عنها، ولكن بالرغم من ذلك إذا توافرت البيانات فإن طريقة تعيين القيم التربوية باستخدام BLUP تمكن الباحث من التنبؤ لكل من القيم التربوية المباشرة والتى تعود إلى الأمومة للذكور والإناث وكذلك العلاقات relationships بين الحيوانات فى وجود سجلات أداء (للأبقار التى لها عجول لها أوزان فى عمر الفطام) وكذلك الحيوانات التى ليس لها سجلات أداء إنتاجية مثل الطلايق. ويبدو أن فصل التأثيرات الوراثية المباشرة والتى تعود إلى تأثير الأمومة معقدًا من أول وهلة ولكن هو فى الحقيقة امتدادًا للأسس التى سبق أن أُخذت فى الاعتبار. ونحن يمكننا التنبؤ بالقيمة التربوية لذكور ماشية اللبن لصفات اللبن على أساس سجلات إنتاج اللبن لبنات هذه الذكور، ولكن نظرًا لصعوبة تسجيل إنتاج اللبن من أبقار اللحم أو الأغنام التى لا تدر لبنًا، ونظرًا لأهمية دراسة موضوعات أخرى لأداء الأم

خلاف كمية اللبن. لذلك لابد أن نعتمد على النمو المبكر لوزن الجسم أو الوزن عند الفطام للنسل لكى نؤكد الكفاءة الوراثية للأم.

٣- استخدام تقييم الـ BLUP لصفة واحدة وأكثر من صفة

Single and multi - trait BLUP

فى البداية كانت معظم تقييمات الـ BLUP لصفة واحدة فى وقت واحد، وعندما يوجد ارتباط بين اثنين أو أكثر من الصفات المختلفة يمكن أن يساعد سجل الأداء فى التنبؤ بالقيمة التربوية للصفات الأخرى للحيوان. ولهذا السبب يستخدم الـ BLUP لتقييم عدد من الصفات لأنها مطلوبة أكثر من التقييم لصفة واحدة. ولذلك يستخدم multi-trait BLUP بشكل واسع حاليًا فى تقييم حيوانات اللحم الصغيرة والأغنام أكثر من استخدامها فى تقييم ماشية اللبن. كما أن توفر بيانات عن العلاقات relationships بين الحيوانات وتقديرات المكافئات الوراثية (أو التباينات) للصفات تساعد على إجراء التقييم لأكثر من صفة.

وقد ذكرت Yanka Tsvetanova عن الاستخدام العملى للنماذج الإحصائية الخطية لأجل تقدير القيمة التربوية بصورة واسعة فى برنامج التربية لأجل التحسين الوراثى وقد استخدمت نماذج الحيوان الخطية لـ٣٠٥ يومًا من إدرار اللبن لأجل تحليل الصفات الإنتاجية فى ماشية اللبن، وخلال السنوات الأخيرة وفى محاولة استبدال النماذج التقليدية الكاملة لإنتاج اللبن تم استخدام نماذج تكتفى بيوم واحد اختبار، ولاقت استخدامًا قويًا لأجل تقدير القيمة التربوية للصفات المرتبطة بإنتاج اللبن. ويُعرف نموذج اختبار اليوم الواحد أنه طريقة إحصائية تأخذ فى الحسبان التأثيرات الوراثية والبيئية على أساس الاختبار ليوم واحد، ولهذه الطريقة فوائد بالمقارنة بالنماذج التقليدية لـ٣٠٥ يوم حليب، ومن هذه الفوائد القدرة على حساب التأثيرات البيئية لكل يوم اختبار، والقدرة على وضع نموذج لمسار الإدرار لأجل تركيب وراثى لحيوان أو مجموعة من الحيوانات، وتجنب استخدام سجلات مطولة لأبقار مستبعدة ولأجل سجلات غير كاملة، ولكن مضار نموذج يوم الاختبار هى: كمية البيانات التى يتم تحليلها كبيرة علاوة على ضرورة حساب معاملات بالمقارنة بالنماذج لموسم الإدرار الكامل.

واختبار اليوم الواحد يعتمد على قياسات متعاقبة لنفس الصفة مرة كل ثلاثون يومًا خلال موسم الحليب ولكل حيوان، ومع تكرار القياس يُفترض وجود علاقة إضافية بين سجلات الحيوان بالنسبة للعوامل البيئية أو الظروف المستديمة التى يتعرض لها.

وقد تم اقتراح نماذج إحصائية مختلفة لتحليل سجلات اليوم الواحد وهى تشمل:

١ - النماذج التكرارية الخطية repatability linear models

٢ - نماذج لعدد من الصفات multiple trait models

١ - نماذج انحدار عشوائية repatability linear models

والنماذج التكرارية الخطية موضحة فى معادلة المصفوفة التالية:

$$y = \times B + Z_{1a} + Z_{2pe} + e \qquad (1)$$

y هى vector لمقاييس الصفات، للتأثيرات الثابتة، vector a للتأثيرات الوراثية المضيفة العشوائية.

Pe هى vector للتأثيرات البيئية المستديمة العشوائية والوراثية غير التجميعية.

vector e للتأثيرات العشوائية المتبقية.

x ، Z_1 ، Z_2 تأثر المصفوفات بارتباط القياسات بالتأثيرات الثابتة وتأثير الحيوان والعوامل البيئية المستديمة.

والافتراضات لهذا النموذج أن التأثيرات البيئية المستديمة والتأثيرات المتبقية ليست مرتبطة ببعضها فى وجود متوسطات مقدارها صفر وتباينات σ_{e2} ، σ_e على الترتيب.