بسم الله الرحمن الرحيم المحاضرة الأولى

مقاييس التمركز: Central tendency measures

الغرض منها تمثيل مجموعة من البيانات برقم واحد وأهم هذه المقاييس

١- المتوسط أو المتوسط الحسابي Mean

٢- الوسيط Median

٣- المنوال أو الوسيط mode

المتوسط: وهو أهم مقاييس التمركز وأكثرها شيوعاً بالنسبة للتوزيعات الإحصائية ويرمز له عادةً بالرمز $\bar{x}$. ويحصل عليه عادةً بجمع كل القيم الموجودة وقسمتها على عددها. فإذا كان لدينا عينة من n من الأفراد بحيث كان الفرد الأول في العينة x_1 والثاني x_2 وهكذا حتى الفرد الأخير x_n فيكون المتوسط

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{N} = \frac{\sum x}{N}$$

حيث يعني حرف اليوناني $\sum$ جمع كل قيم x وفي حالة حساب المتوسط من جدول التوزيع التكراري نستخدم:

$$\bar{x} = \frac{\sum f x}{\sum f}$$

حيث أن f هي تكرار القيمة x.

الوسط: هو القيمة الوسطية في العينة والتي تقسم ٥٠٪ من الأفراد أقل منها و٥٠٪ أعلى منها إذا كان عدد الكل فردياً. أما إذا كان زوجياً فهو متوسط القيمتين الوسطيتين. وعليه فإن الوسط هو مقياس موضعي أو مكاني.

الوسيط أو المنوال: وهو القيمة الأكثر تواتراً في العينة.

مثال: فيما يلي أوزان بعض عمال المواسير بالكيلوغرام:

٤١٢ - ٤٣١ - ٤٤٥ - ٤٥٠ - ٤٥٩ - ٤٦٦ - ٤٧٧ - ٤٧٨ - ٤٨٩ - ٤٩٩ - ٥٠٠ - ٥٠٩ - ٥١٨ - ٥٢٠ - ٥٢٨ - ٥٤٩ - ٥٦٥ - ٥٩٩

المتوسط = $\frac{7217}{17} = 424$ كغ. الوسط = ٥٠٠ كغ

الوسيط يعتمد على العينة أكثر في هذه الحالة يمكن تقديره بدقة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

-2- مقاييس التشتت أو الانحراف Dispersion measures

تشكل الاختلافات الموجودة بين مجموعة الأفراد عند أحد الصفات موضع هذه المجموعة. فمثلاً قد يكون لدينا مجموعات كبيرة الحجم أو أخرى صغيرة جداً وبينهما مجموعات أخرى بأحجام ممكنة. ويعبر عن هذه الاختلافات كمياً بمقاييس التشتت وإذا أخذنا هذه المقاييس بمتوسط مجموعة ما فقد نكون فكرة جيدة عن العينة، فمتوسط مجموعة متباينة جداً قد لا تقترب فيه القيم عن متوسط مجموعة أقل تباينا وهذا ما يدعى مقاييس التشتت

1- التباين Variance: وهو متوسط مربع جميع انحرافات القيم عن كل فرد في العينة ويعرف تعريفاً آخر بأنه مجموع مربع انحرافات بين كل فرد ومتوسط العينة مقسوماً على $(N-1)$ ويرمز له بالرمز S^2

$$S^2 = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N-1}$$ ويسمى هذا القانون بالطريقة المطولة

بما يسمى هذا القانون بالطريقة المختصرة أو طريقة الكاهية لسهولة حسابها

$$= \frac{1}{N-1}\left[\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N}\right]$$

ويرمز احياناً للتباين بالرمز σ^2.

مثال: لإيجاد تباين البيانات في المثال السابق

$$= \frac{1}{17}\left[(3.9)^2 + \dots + (4.1)^2 - \frac{(3.9 + \dots + 4.1)^2}{17}\right] = 0.698$$

ويستخدم الجذر التربيعي للتباين S^2 كثيراً في التعبير عن الاختلافات أيضاً ويسمى الانحراف المعياري Standard deviation ويرمز له بالرمز S.

2- المدى Range: وهو الفرق بين أعلى قيمة وأقل قيمة في العينة. فالمدى في المثال السابق هو:

$4.7 - 2.9 = 1.8$ كغم.

وكلما اتسع المدى كلما دل ذلك على اختلاف كبير في العينة فإنه يعود ذلك على التباين.

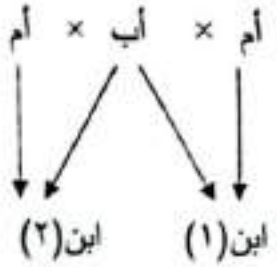
3- القيمة المطلقة للانحراف: وهو مجموع الانحرافات المطلقة عن المتوسط. وذلك لأن مجموع الانحرافات يساوي صفراً إذا أخذنا العلامات بعين الاعتبار ولإلغاء العلامات يعطى القيمة المطلقة للانحراف

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

القرابة :Relationship

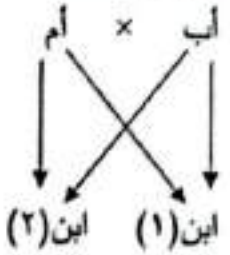
تعرف القرابة بأنها درجة التشابه أو الارتباط بين وراثة فردين والناتجة عن وجود صلة نسب بينهما أو بعبارة أخرى أن فردين يحملان نفس الجين بسبب قرابتهما . وذلك لان أي فردين مأخوذين عشوائياً من عشيرة بها تكرار الجين q يكون هنالك احتمال معين أن يحمل الفردان جينات متشابهة ولكن القرابة هنا تعني التشابه الزائد عن العلاقة العشوائية المتوقعة والناتج عن وجود صلة نسب بين الفردين . فمثلاً إذا كان للأب التركيب الوراثي Aa فإن ابنه سيحمل أحد هذين الجينين أي نصف تركيبه الوراثي وبهذا نقول أن العلاقة بين التركيب الوراثي للأب والتركيب الوراثي لابنه هي 0.5 وهذا ناتج عن عملية الانعزال المندلية . وعلاقة الأب والابن أو النتاج هي حجر الأساس في جميع العلاقات والقرابات . وقد تكون القرابة مباشرة وهي التي يكون فيها أحد طرفي العلاقة من نسل الأخر مثل العلاقة بين الأب والابن أو الجد والحفيد إلى الخ ... . بينما العلاقة غير المباشرة هي التي يكون مصدرها طرف ثالث مثل العلاقة بين الإخوة أو أولاد العم أو الفرد والخال الخ ... .

١- ففي حالة الإخوة أنصاف الأشقاء Half-Sibs : وهم الأفراد المشتركين في أب واحد فقط.



العلاقة بين الابن الأول وأبيه 0.5 وكذلك العلاقة بين الابن الثاني وأبيه 0.5 فإذا كان الاحتمالين مستقلين عن بعضهما ، فإن احتمال أن الابن الأول والابن الثاني يحملان نفس الجينات هي : $\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}=\frac{1}{4}$ وهذا يتبع قانون ضرب الاحتمالات . ((احتمال وقوع حدثين أو أكثر معاً هو عبارة عن حاصل ضرب احتمال كل منهما مستقلاً)) .

٢- العلاقة بين الإخوة الأشقاء Full-Sibs : وهم الإخوة المشتركين بأب وأم واحدة فقط .



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

وبنفس المنطق الذي اتبعناه في الإخوة أنصاف الأشقاء فإن العلاقة بين الابن الأول وأبيه $\frac{1}{2}$ والابن الثاني مع أبيه هي $\frac{1}{2}$ أيضاً وعليه فالعلاقة بين الأخوين من جهة الأب ستكون $\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}=\frac{1}{4}$ ، وكذلك العلاقة بين الابن الأول مع أمه $\frac{1}{2}$ وكذلك العلاقة بين الابن الثاني مع أمه $\frac{1}{2}$ وعليه فأن العلاقة بين الأخوين من جهة الأم ستكون $\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}=\frac{1}{4}$ ، وعليه فإن المحصلة النهائية للعلاقة بين الأخوين الشقيقين ستكون $\frac{1}{4}+\frac{1}{4}=\frac{1}{2}$. ((احتمال وقوع حدث أو آخر هو عبارة عن حاصل جمع احتمالات وقوع كل منهما مستقلاً إذا كان حدوث أحدهما ينفي حدوث الآخر)) .

معامل القرابة : Relationship Coefficient

افترضه العالم Wright (١٩٢١) وهو يعبر بطريقة كمية عن احتمال أن الفردين Y, X يحملان نفس العوامل الوراثية لوجود صلة نسب بينهما ولحساب معامل القرابة بين أي فردين والذي يرمز له R_{XY} سنتبع الخطوات التالية :

١- يوضع سجل النسب بشكل يتجه سهمان من كل أب إلى الابن .

٢- إعطاء رقم لكل سهم حتى يسهل التمييز بينهم .

٣- نعين الآباء أو الأجداد مصدر العلاقة والتي تسمى الآباء المشتركة Common Parents ويمكن التعرف عليها بأنها الأفراد في سجل النسب التي تمكن الوصول إلى الفرد X وإلى الفرد Y .

٤- نحسب عدد الأسهم (N) الموصلة من X إلى Y عن طريق كل من الآباء المشتركة وكل على حدى مع مراعاة عدم المرور على سهم أكثر من مرة أو على نفس القرابة أكثر من مرة في طريق واحد .

٥- نجمع احتمالات التشابه عن طريق الآباء المشتركة كلها .

٦- حساب معامل القرابة وفق القانون الآتي :

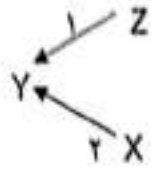
$$R_{xy}=\sum\left(\frac{1}{2}\right)^{n}$$

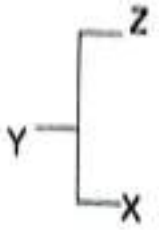
حيث أن : n = عدد الأسهم .

$\left(\frac{1}{2}\right)$ = مصدر العلاقة بين الأب والابن .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

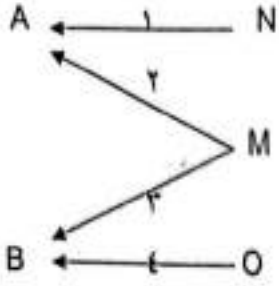
مثال[1]: احسب العلاقة بين الفردين X ،Y من سجل النسب الآتي :





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

مثال[1]: احسب معامل القرابة بين الفردين A و B من سجل النسب الآتي :

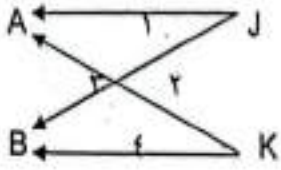


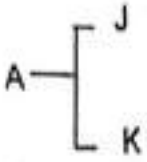
عدد الأسهم من A إلى B عن طريق M هي ٢(٢ ، ٣)

$$R_{AB} = \sum\left(\frac{1}{2}\right)^n = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

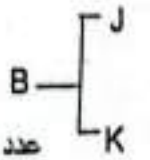
وهي نفس القيمة التي تم حسابها بين الإخوة أنصاف الأشقاء .

مثال[2]: من سجل النسب التالي أحسب معامل القرابة بين الفردين A و B :





الآباء المشتركة هي J و K حيث أن كلاً منهما يمرر جيناته إلى A و B

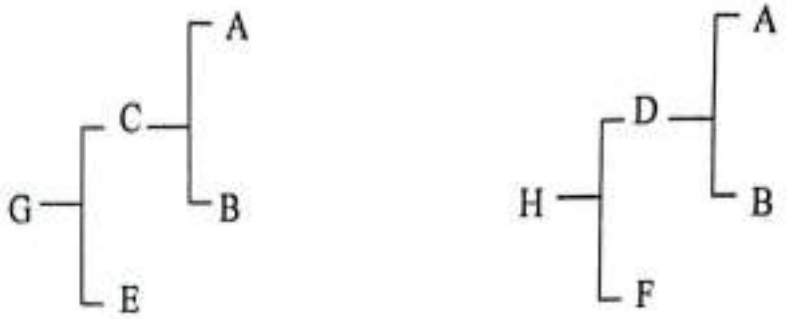


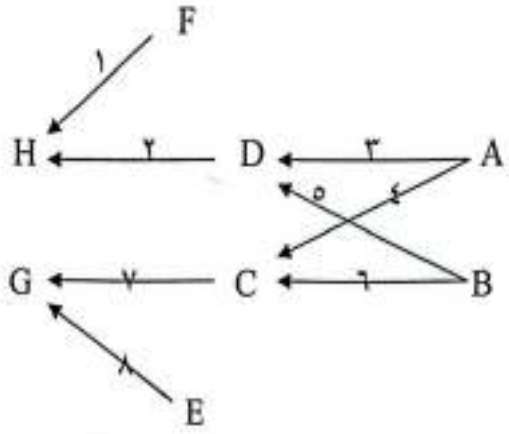
عدد الأسهم عن طريق J هي ٢(١ ، ٢) ، عدد الأسهم عن طريق K هي ٢(٣ ،٤)

$$R_{AB} = \sum\left(\frac{1}{2}\right)^n = \left(\frac{1}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$$ إخوة أشقاء

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مثال[1]: من سجل النسب التالي احسب R_{CD} ، R_{GH} ، R_{ED}





١- R_{CD} عن طريق الأب المشترك A عبر الأسهم (٣،٤) $R_{CD} = \sum \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$

وعن طريق الأب المشترك B عبر الأسهم (٦،٥) $= \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$

إخوة أشقاء $\frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$

٢- R_{GH} عبر الجد المشترك A عبر الأسهم (٧،٤،٣،٢) $R_{GH} = \sum \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{16}$

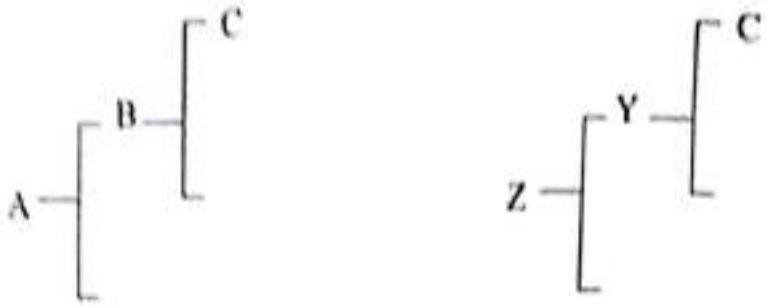
وعبر الجد المشترك B عبر الأسهم (٢،٥،٦،٧) $= \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{16}$

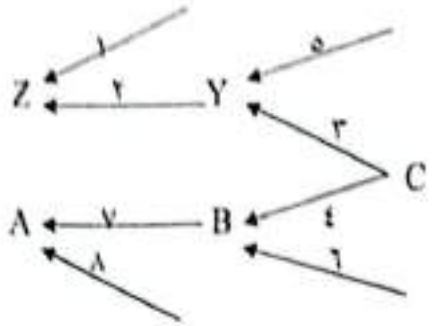
$\frac{1}{16} + \frac{1}{16} = \frac{2}{16} = \frac{1}{8}$

٣- R_{ED} لا توجد علاقة بين E و D أي لا توجد قرابة بينهما . R_{ED}= zero

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

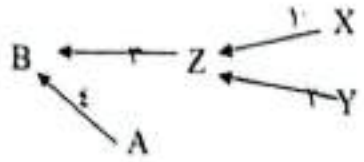
مثال[٥]: احسب معامل القرابة بين الفردين Z و A من السجل الآتي :

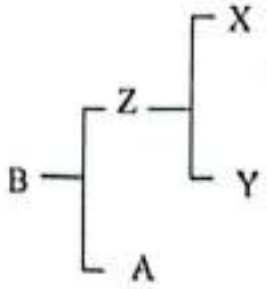




عن طريق الجد المشترك C عبر الأسهم (٧،٤،٣،٢) $R_{az} = \sum \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{16} = 0.0625$

مثال[٦]: لديك سجل النسب الآتي : أوجد العلاقة بين B و X

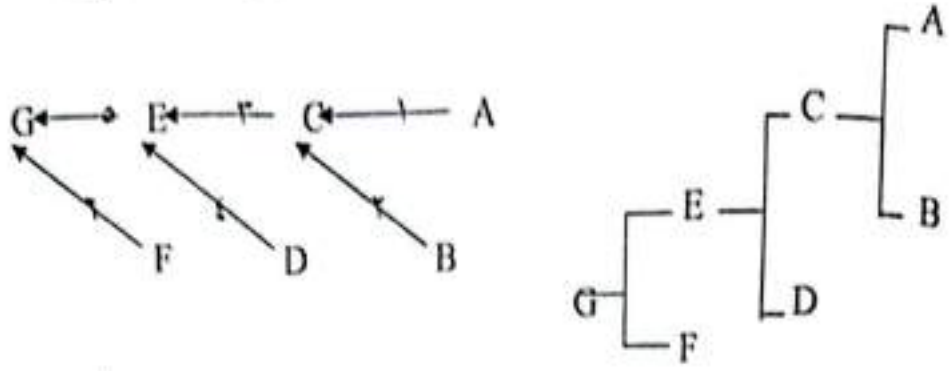




عن طريق Z فقط عبر الأسهم (٣،١) $R_{xx} = \sum \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مثال٧: لديك سجل النسب الآتي : العلاقة بين G وB ، A وF ، D وE

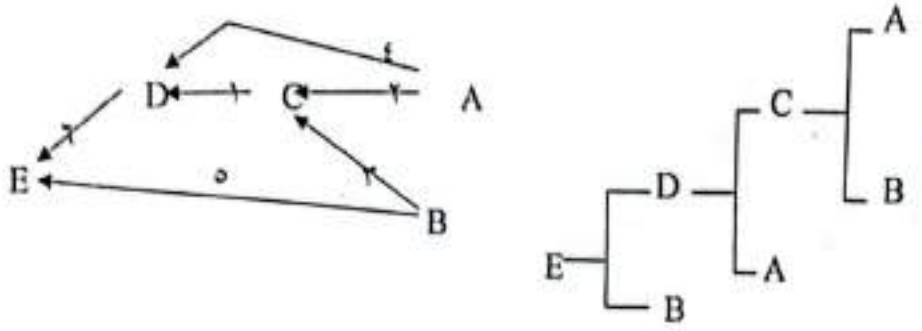


١- العلاقة بين G و B عبر الأسهم (٥،٣،٢) $R_{GB} = \sum\left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8}$

٢- العلاقة بين F و A لا توجد علاقة بين F وA $R_{FA} = Zero$

٣- العلاقة بين D و E هي D أب لـ E $R_{ED} = \sum\left(\frac{1}{2}\right)^1 = \left(\frac{1}{2}\right)^1 = \frac{1}{2}$

مثال٧: أوجد العلاقة بين D وB للتزاوج الآتي :



السهمين (٣ ،١) $R_{BD} = \sum\left(\frac{1}{2}\right)^n = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٤- العلاقة بين الإخوة الأشقاء- Full Sibs :

البيانات التي تستعمل لتقدير المكافئ الوراثي بهذه الطريقة يمكن توفرها بسهولة في الدواجن والخنازير ،حيث يمكن للدجاجة أن تنجب أكثر من فروج من نفس الديك . وكذلك الأرانب والخنازير ،إذ تكون الأفراد داخل الولده أو البطن الواحدة أخوة أشقاء ونادراً ما تتوفر مثل هذه البيانات في الأغنام والماشية ،ويكون المكافئ الوراثي ضعف معامل الارتباط بين الإخوة أو الأخوات بالنسبة لصفة من الصفات . $h^2=2r$ وتصلح هذه الطريقة في قياس المكافئ الوراثي للصفات التي تستلزم ذبح الحيوان مثل نسبة التصافي وخواص الذبيحة .

٥- العلاقة بين الإخوة أنصاف الأشقاء -Half Sibs :

وتعد من أكثر طرق تقدير المكافئ الوراثي شيوعاً لتوفر البيانات اللازمة لها في معظم القطعان . وهي تستخدم في كل أنواع الحيوانات الزراعية وخاصة الماشية والأغنام وغالباً ما تكون عن أنصاف أخوات أبيه أي مشتركة في نفس الأب كأن يكون هنالك عدة طلائق لكل منها عدة بنات تكون فيما بينها مجموعة من أنصاف الأخوات لصفة من الصفات . من عيوب هذه الطريقة أن معامل الارتباط يضرب ×٤ للحصول على المكافئ الوراثي ولذلك فأن أي خطأ في التقدير سوف يتضاعف أربعة مرات أيضاً بينما في كل الطرق الأخرى سالفة الذكر يكون ضرب معامل الارتباط ×٢ على الأكثر . وعادةً ما يستخدم تحليل التباين للحساب بهذه الطريقة والطريقة السابقة كما سيأتي ذكره لاحقاً . $h^2 = 4r$

٦- العلاقة بين أقارب آخرين :

كعلاقة الفرد مع جده أو جد جده ....الخ وعيب هذه الطريقة أنه يلزم فيها الضرب في معامل كبير مما يزيد معه احتمال تضاعف الخطأ . إضافة إلى صعوبة الحصول على مثل هذه البيانات . وعموماً يمكن حساب المكافئ الوراثي من أي علاقة قرابة طالما توفر العدد الكافي من الأفراد والقانون العام لهذه الطريقة $h^2 = \frac{1}{R}r$ حيث تمثل R العلاقة بين الأقارب المستخدمة ،فمثلاً علاقة الفرد مع جده $\frac{1}{4}$ ومع عمه أو عمته أو خاله أو خالته $\frac{1}{8}$ وتمثل r معامل الارتباط بين الأقارب المعينة في هذه الصفة .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٧- معامل انحدار الجيل الثالث على الجيل الأول F_3 على F_1 :

وهي شائعة الاستعمال في النباتات وذلك لأن أفراد الجيل تكون متماثلة وراثياً (إذا فرضنا أن الآباء كانت متماثلة في تركيبها الوراثي) . وعلى ذلك فأي اختلافات بينها مرجعها البيئة فقط، بينما في الجيل الثالث هناك انعزال للجينات وبذلك يكون التباين ناتج من اختلافات وراثية وبيئية معاً . والمكافئ الوراثي في هذه الحالة يكون بالمفهوم العريض :

$$h^2 = \frac{V(F_3) - V(F_1)}{V(F_3)}$$

٨- استخدام جدول تحليل التباين ANOVA Table :

ويستخدم جدول تحليل التباين في إيجاد قيم المكافئ الوراثي وبصيغ مختلفة :

١. العلاقة بين الإخوة أنصاف الأشقاء :

مثال : في دراسة لصفة وزن الحملان عند الفطام ولد 254 رأس ناتج من تزاوج 10 كباش كانت قيمة k = 21.27 ،قدر المكافئ الوراثي لصفة الوزن عند الفطام .

S.O.V	d.f	S.S	M.S	F cal.
Between Sires	s-1 =9 10-1	488.7	54.30	$\sigma^2 e + k\sigma^2 s$
Within Sires	n-s =244 254-10	6605.08	27.07	$\sigma^2 e$
Total	n-1= 253 254-1			

$$\sigma^2 s = \frac{MSs - MSe}{K} = \frac{54.30 - 27.07}{21.27} = 1.28$$

$$Hn = 4 \times \frac{\sigma^2 s}{\sigma^2 s + \sigma^2 e} = 4 \times \frac{1.28}{1.28 + 27.07} = 0.18$$

وهي قيمة المكافئ الوراثي والضرب ×٤ لأن العلاقة هي بين إخوة أنصاف أشقاء .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

2. العلاقة بين الإخوة الأشقاء :

مثال : في تجربة لحساب المكافئ الوراثي لوزن الجسم الحي عند عمر ثمانية أسابيع تزاوج خمسة ذكور كل منهم مع ثلاث إناث مختلفة وكل أنثى أنتجت ثلاثة أفراخ (تجربة متزنة).

$k_1 = k_2$ ،عدد الإناث مع كل أب = عدد الأفراخ (النسل) لكل أم ويساوي ثلاثة .

k_3 = عدد النسل لكل أب ويساوي تسعة .

S.O.V	d.f	S.S	M.S	F cal.
Between Sires	S-1 = 4 5-1	63209	15802	$\sigma^2 e + k_2\sigma^2 D + k_3\sigma^2 S$
Bet. dams Within Sires	D-S =10 3×5-5	88113	8811	$\sigma^2 e + k_1\sigma^2 D$
Bet. Individual Within dams Within Sires	N-D= 30 45-3×5	165720	5524	$\sigma^2 e$
Total	45-1= 44 N-1			

$$\sigma^2_S = \frac{MSs - MS_D}{K_3} = \frac{15802 - 8811}{9} = 776$$

$$\sigma^2_D = \frac{MS_D - MSe}{K_1} = \frac{8811 - 5524}{3} = 1069$$

ويمكن حساب المكافئ الوراثي بإحدى الطرق الثلاثة الآتية :

$$\text{الأبي } H_{n(\sigma^2_S)} = 4 \times \frac{\sigma^2 s}{\sigma^2 s + \sigma^2_D + \sigma^2 e} = 4 \times \frac{776}{776 + 1096 + 5524} = 0.42$$

$$\text{الأمي } H_{n(\sigma^2_D)} = 4 \times \frac{\sigma^2_D}{\sigma^2 s + \sigma^2_D + \sigma^2 e} = 4 \times \frac{1096}{776 + 1096 + 5524} = 0.59$$

$$\text{الأبي والأمي } H_{n(\sigma^2_S + \sigma^2_D)} = 2 \times \frac{\sigma^2 s + \sigma^2_D}{\sigma^2 s + \sigma^2_D + \sigma^2 e} = 2 \times \frac{776 + 1096}{776 + 1096 + 5524} = 0.51$$

حيث أن التقدير الأول محسوب من مكونات التباين الأبي والثاني من مكونات التباين الأمي والثالث من مكونات التباين الأبي والأمي ، ويلاحظ أن الاختلاف بين التقديرات الثلاثة يعود إلى أثر بيئة الأم على σ^2_D وكذلك جينات كروموسوم الجنس .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تحليل التباين Analysis of Variance

يعتبر تحليل التباين من أهم الطرق الإحصائية المتبعة في تحليل النتائج ودراسة مدى تأثير العوامل المختلفة عليها وكذلك العلاقة بين هذه العوامل وبعضها إذ كثيراً ما تؤثر عدة عوامل في متغير معين مسببة تباين في هذا المتغير . فمثلاً هناك عدة عوامل تؤثر على أنتاج الحيوان فتؤدي إلى زيادته أو خفضه حسب توافر أو غياب هذه العوامل مثل التغذية والظروف الجوية وعمر الحيوان وحالته الصحية ...الخ. فإذا أردنا معرفة مدى تأثير هذه العوامل على الإنتاج علينا أن نقسم التباين الموجود إلى مسبباته أو ما يرتبط بها مثل التغذية والعمر وغيرها . وبعبارة أخرى فنحن نفرض أن تغير هذه العوامل يتبعه تغير في الإنتاج وبالتالي في تباينه . والمراد فعلاً في هذه الحالة هو معرفة ما إذا كانت هذه التأثيرات حقيقية أو أنها لوحظت بمجرد الصدفة .

مثال : البيانات التالية تمثل الأوزان بالكغم لعجول وعجلات الجاموس

الذكور	32	31	28	22	28	30	26	22	28	31	30	333
الإناث	31	38	29	32	24	24	26	26	25	27	24	327

والمطلوب :

1- تحليل التباين الموجود بالمجموعة تبعاً لمصادره .

2- اختبار معنوية الفرق بين الجنسين إذ علمت أن قيمة F الجدولية تساوي 4.30

الحل :

$$C.F = \frac{(y..)^2}{tr} = \frac{(660)^2}{24} = 18150$$

$$SST = \sum yij.^2 - CF$$

$$= (32)^2 + (31)^2 + \ldots\ldots + (21)^2 - 18150 = 362$$

$$SSt = \frac{\sum yi.^2}{r} - C.F$$

$$= \frac{(333)^2 + (327)^2}{12} - 18150 = 1.5$$

$$SSe = SST - SSt$$

$$= 362 - 1.5 = 360.5$$

ثم نكون هذه النتائج في جدول تحليل التباين .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ANOVA Table

S.O.V	d.f	S.S	M.S	F cal.	F tab.
Total	tr- 1= 23	362			
Sex	t-1 = 1	1.5	1.5	0.09 N.S	4.30
Residual	t(r-1)= 22	360.5	16.39		

∵ قيمة F المحسوبة كانت أصغر من قيمة F الجدولية

∴ لا توجد فروقات معنوية في وزن الجسم بين الجنسين .

التوزيع الطبيعي :Normal Distribution

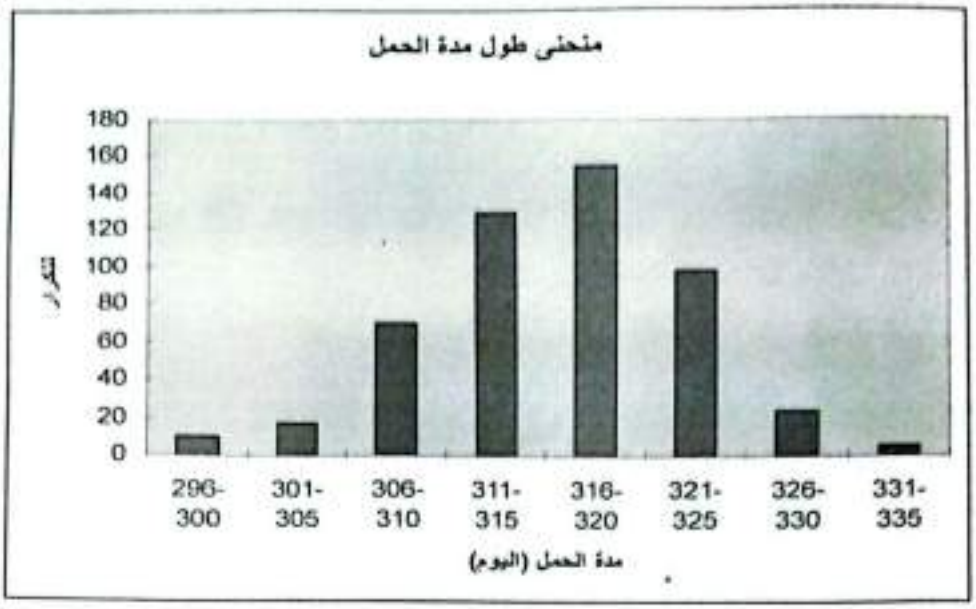
كثير من المشاهدات والقياسات التي تقابلنا في حياتنا العامة تأخذ قيماً متوسطة بينما أعداد قليلة نسبياً هي التي تأخذ قيماً متطرفة . فمثلاً في الإنسان نجد أن الأفراد الطويلة جداً والقصيرة جداً عددها قليل بينما الغالبية العظمى تعتبر متوسطة الطول . كذلك الحال للوزن ومعظم القياسات الأخرى وعادةً ما تتبع هذه القياسات التوزيع الطبيعي . وسمي طبيعياً لأننا نلاحظه بكثرة ويعبر عن معظم الأشياء الطبيعية . ولهذا التوزيع عدة خصائص رياضية تجعله سهل التطبيق والتفسير وميسراً لكثير من المشاكل الإحصائية .

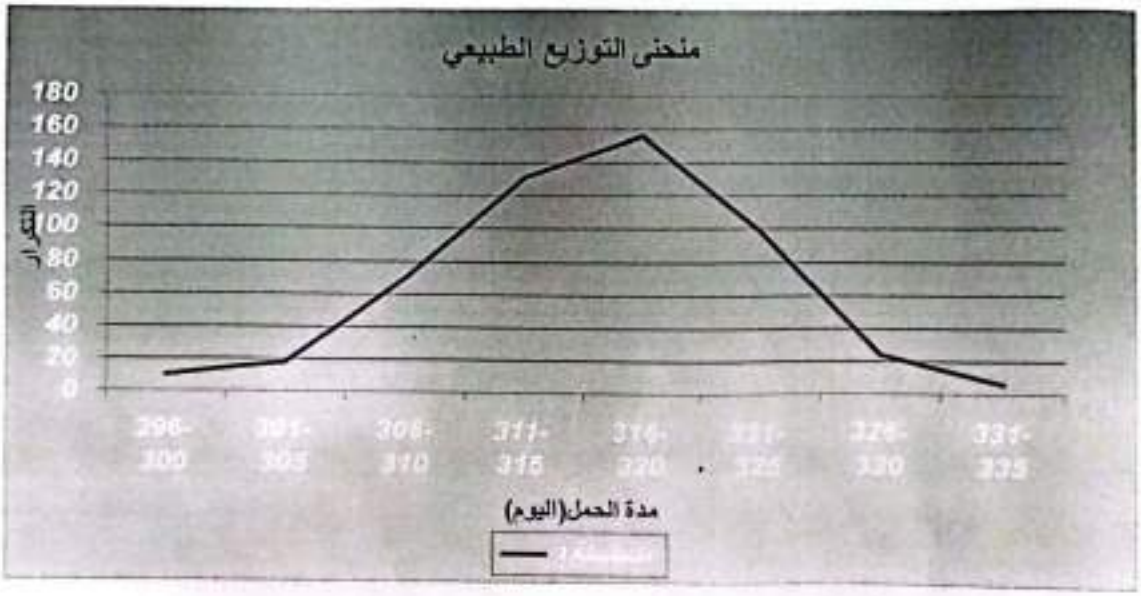
مثال: البيانات التالية تمثل مدة الحمل في قطيع من الجاموس :

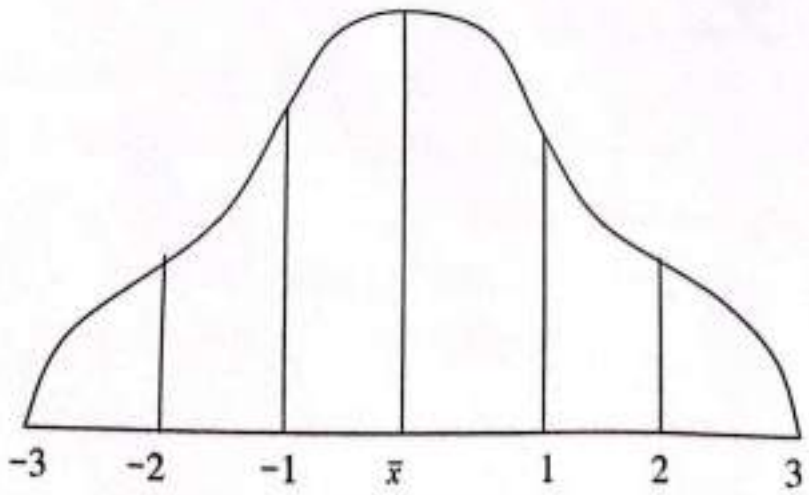
المدة (اليوم)	عدد الحيوانات
300-296	10
305-301	18
310-306	71
315-311	131
320-316	156
325-321	99
330-326	24
335-331	6
المجموع	515

وبالنظر إلى طول مدة الحمل وتكرار حدوثها نجد أنها تتمركز حول المنتصف إذ نجد أن معظم الحيوانات مدة حملها 311-315 أو 316-320 يوماً حيث يقع فيها 131 و156 حيواناً على التوالي ويقل التكرار كلما اتجهنا نحو الطرفين وهذه القيم تتوزع بمتوسط قدره 318 يوماً وانحراف معياري قدره 6.3 يوماً . ويمكن تمثيل هذه الصفة بيانياً وكما يلي :

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner







منحنى التوزيع الطبيعي

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

وإذا رسمنا منحنياً يمر بمركز هذه الأقسام فإننا نحصل على شكل ناقوس يبين بوضوح كيف أن معظم القيم تتمركز المنتصف . وعادةً ما يقع المتوسط تحت قمة الناقوس أي في القسم الذي يمثل أكبر نسبة من الأفراد . وعلاوة على ذلك فإن لهذا التوزيع خصائص هامة منها :-

1- في التوزيعات الطبيعية نجد أن المتوسط يقسم التوزيع إلى نصفين متناظرين .

2- إذا بعدنا عن المنتصف (المتوسط) مسافة قدرها انحراف معياري واحد من كلا الجانبين فإن المساحة المحصورة في هذه المسافة تمثل 68% من المساحة الكلية .

أي أن :

68% من الأفراد تحتوي $\bar{x}+\sigma$ إلى $\bar{x}-\sigma$

95% من الأفراد تحتوي $\bar{x}+2\sigma$ إلى $\bar{x}-2\sigma$

99% من الأفراد تحتوي $\bar{x}+2.5\sigma$ إلى $\bar{x}-2.5\sigma$

99.7% من الأفراد تحتوي $\bar{x}+3\sigma$ إلى $\bar{x}-3\sigma$

مثال: إذا كان متوسط $(\bar{x})$ وزن بعض عجول الجاموس عند الميلاد 34 كغم والتباين $(S^2)=25$.

احسب :-

أ- حدود الوزن التي تحصر 68% من الأفراد

$\sigma=\sqrt{S^2}=\sqrt{25}=5 \quad , \quad \bar{x}=34$

68%= 34+5 =39 , 34-5 = 29

ب-حدود الوزن التي تحصر 95% من الأفراد

95%= 34+2(5) =44 , 34-2 (5) = 24

ج- حدود الوزن التي تحصر 99% من الأفراد

99%= 34+2.5(5) =46.5 , 34-2.5(5) = 21.5

د- حدود الوزن التي تحصر 81.5% من الأفراد

81.5%= 34+5 =39 , 34-5 = 29

34+2(5) =44 , 34-2(5)= 24

هـ- حدود الوزن التي تحصر 97% من الأفراد

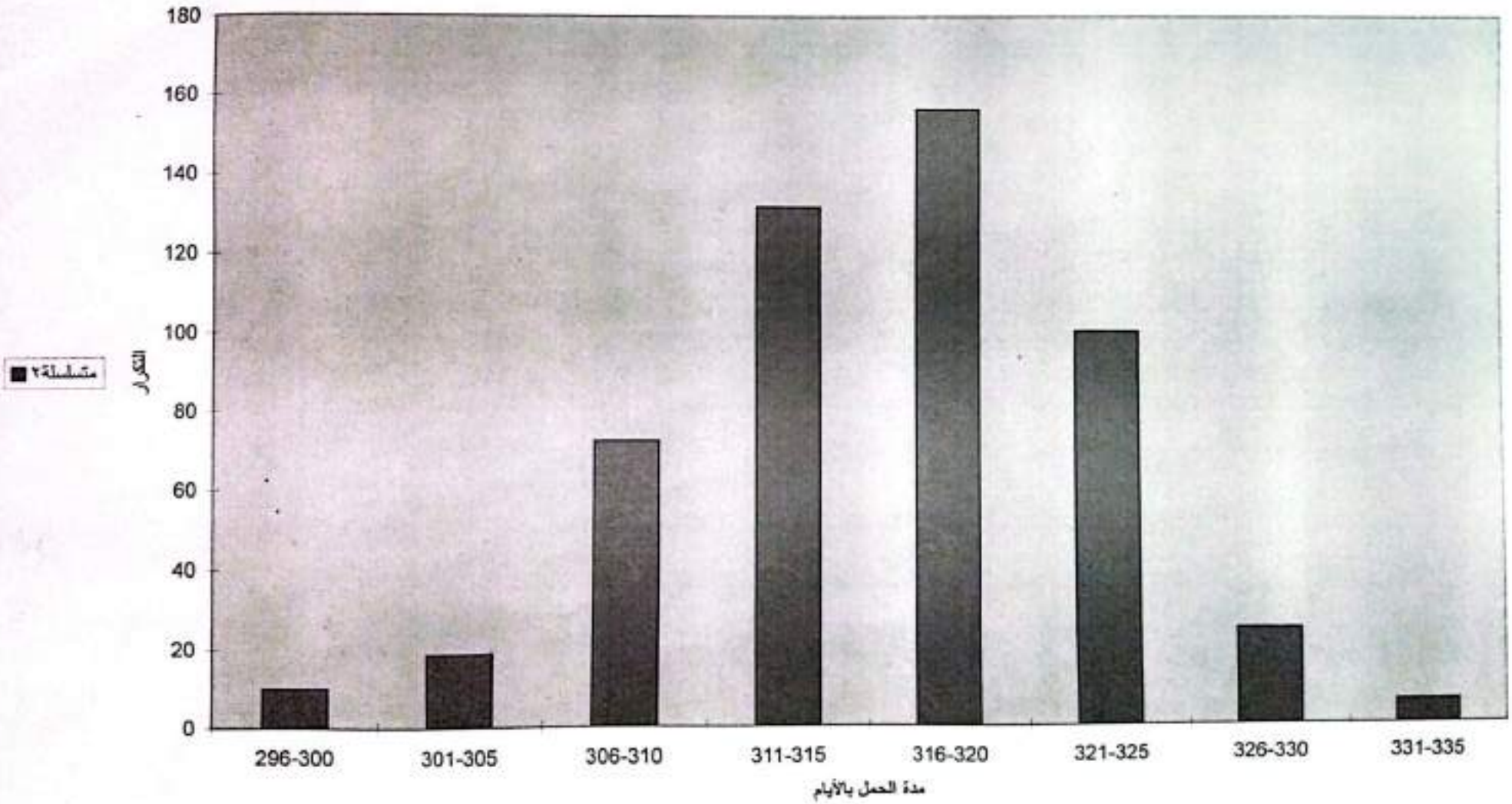
97%= 34+2(5) =44 , 34-2 (5) = 24

34+2.5(5) =46.5 , 34-2.5(5) = 21.5

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

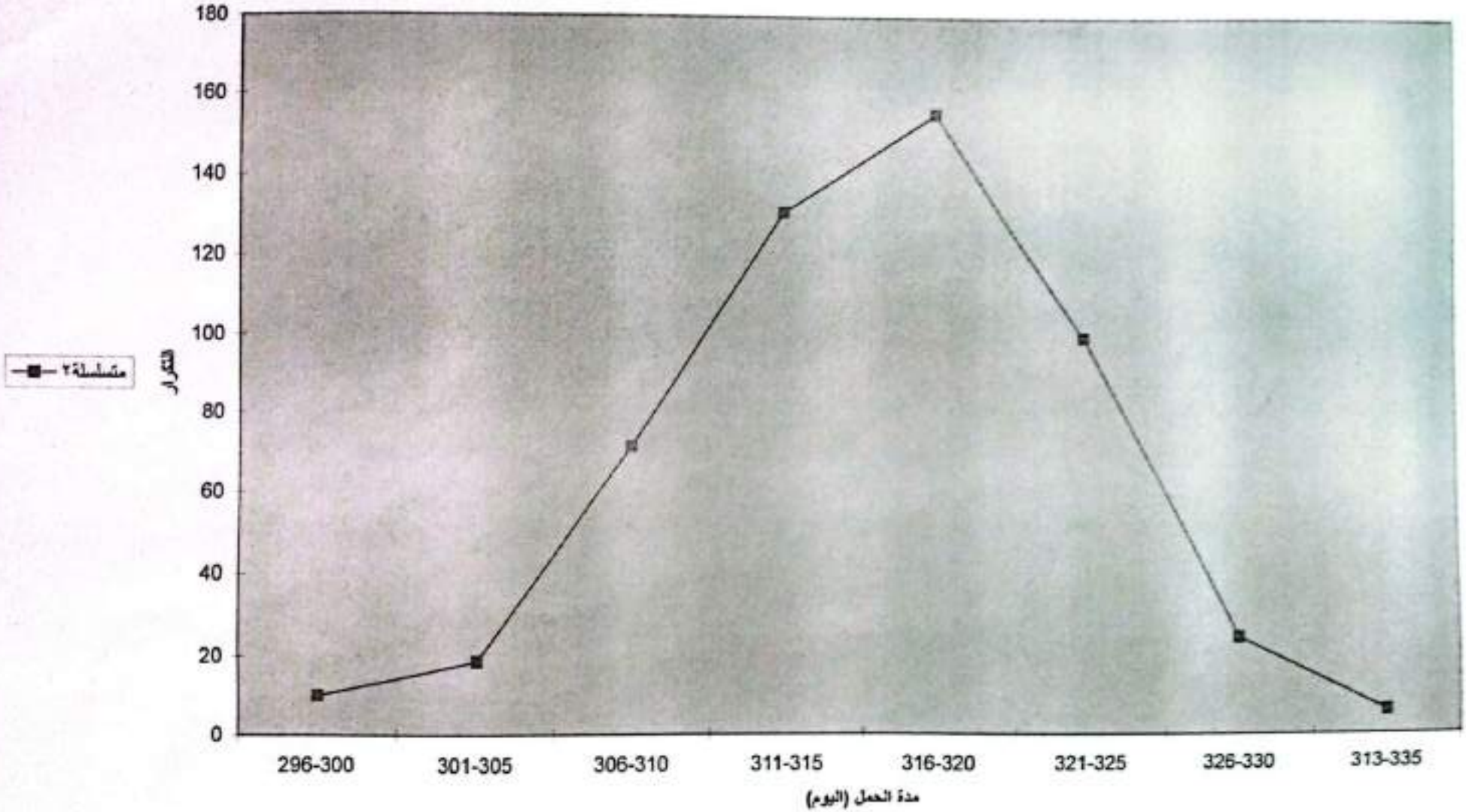
تخطيط١

منحنى التوزيع الطبيعي



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

منحنى التوزيع



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

قاعدة هاردي- واينبرك : Hardy -Weinberg Rule

تنص هذه القاعدة إنه في حالة غياب القوى المؤثرة على تكرار الجين وكون العشيرة في حالة اتزان وتزاوج عشوائي فإن التوزيع الكميتي والزايكوتي يضلان ثابتين من جيل إلى آخر. ولكي تطبق هذه القاعدة على المجموعة الحيوانية يجب توفر الشروط التالية :

1. أن تتساوى المعدلات التناسلية (الخصوبة) والبقاء على قيد الحياة للأفراد الذين يحملون التراكيب الوراثية المختلفة (aa و Aa و AA) .
2. الحفاظ على أسلوب التزاوج العشوائي دائماً .
3. أن لا يكون للطفرات تأثير معين .
4. أن تكون العشيرة بحجم كبير مما يحد من تأثير عملية أخذ العينات للجيل القادم بحيث لا يكون هنالك تأثير يذكر للحالات الشاذة المحتملة .

وللتأكد من أن العشيرة في حالة توازن هاردي- واينبرك أم لا نستخرج تكرار الجين ثم نعمل على مقارنة نسبة الخليط Aa بـ 2pq فأن تساويا كانت متزنة والعكس صحيح .

مثال[1] : وجدت النسب الآتية في أحد قطعان أبقار الشورتهورن :

RR	Rr	rr
16	48	36

فهل هذه العشيرة متزنة؟

$$pR = \frac{16+24}{100} = 0.4 \qquad \therefore qr = 0.6$$

$$\text{Rule} = 2pq$$
$$= 2 \times 0.4 \times 0.6$$
$$= 0.48$$

∴قيمة 2pq = قيمة التركيب الوراثي الخليط فإن العشيرة متزنة .

مثال[2] : هل العشيرة الآتية في حالة اتزان : AA 35 , Aa 50 , aa 15

$$PA = \frac{35+25}{100} = 0.6 \qquad \therefore qa = 0.4$$

$$2pq = 2 \times 0.6 \times 0.4 = 0.48$$

$0.48 \neq 0.50$ ∴العشيرة ليست متزنة .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مثال[3] : تزاوج ذكر من عشيرة تركيبها الوراثي RR 0.04 , Rr 0.32 , rr 0.64 مع أنثى من عشيرة تركيبها الوراثي RR 0.16 , Rr 0.48 , rr 0.36 فما هو التركيب الوراثي للجيل الأول الناتج من تزاوجهما عشوائياً ،وهل أن العشيرة الناتجة في حالة اتزان ؟ومتى تصل إلى حالة الاتزان إذا كانت غير متزنة؟ أثبت ذلك .

1- نستخرج تكرار الجين في عشيرة الأب :

$$pR = \frac{4+16}{100} = 0.2 \qquad \therefore qr = 0.8$$

2- نستخرج تكرار الجين في عشيرة الأم :

$$pR = \frac{16+24}{100} = 0.4 \qquad \therefore qr = 0.6$$

ثم نجري مربع التزاوج الآتي :

♀ \ ♂	R 0.2	r 0.8
R 0.4	RR 0.08	Rr 0.32
r 0.6	Rr 0.12	rr 0.48

∴ التركيب الوراثي للجيل الأول كالآتي :

RR	Rr	rr
0.08	0.44	0.48

$$pR = \frac{8+22}{100} = 0.3 \qquad \therefore qr = 1-0.3 = 0.7$$

$$2pq = 2 \times 0.3 \times 0.7 = 0.42 \neq 0.44$$

∴ العشيرة ليست في حالة اتزان وسوف تصل إلى حالة الاتزان في الجيل الثاني إذا تزاوجت عشوائياً ولإثبات ذلك :

نجري مربع التزاوج الآتي :

♀ \ ♂	R 0.3	r 0.7
R 0.3	RR 0.09	Rr 0.21
r 0.7	Rr 0.21	rr 0.49

RR	Rr	rr
0.09	0.42	0.49

$2pq = 2 \times 0.3 \times 0.7 = 0.42$ ∴ العشيرة وصلت إلى حالة الاتزان

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مثال[4] : هل العشيرة التالية متزنة؟

Bb	bb
22	10

$$PB = \frac{0+11}{32} = 0.34$$

$\therefore qb = 1 - 0.34 = 0.66$

$2pq = 2 \times 0.34 \times 0.66$

$= 0.44$

∴ العشيرة ليست في حالة اتزان .

مثال[5] : هل العشيرة التالية متزنة؟

AA	Aa	aa
0.25	0.50	0.25

$$pA = \frac{25+25}{100} = 0.5 \qquad \therefore qr = 1 - 0.5 = 0.5$$

$2pq = 2 \times 0.5 \times 0.5 = 0.5$ ∴ العشيرة في حالة اتزان

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

لمعالم الوراثية العامة الحيوانية

٢- المكافئ الوراثي Heritability : هو المقياس الإحصائي الذي يوضح نسبة
المختلفة لأن الصفات تختلف فيما بينها بدرجة كبيرة جداً. ولذلك يجب أن نعرف
منهما جيداً وإلا كان المكافئ الوراثي غير مفيد في تحديد مقدرة الآباء والأمهات
الوراثي يمكن أن نأخذ عدة تعاريف له سنتعرض لثلاثة فقط هي :

أ- المفهوم العريض Broad Sense : يعرف المكافئ الوراثي بالمفهوم العريض بأنه
النباتي الوراثي إلى التباين الكلي وعليه فإن :

$$h^2 = \frac{\sigma^2 g}{\sigma^2 p}$$

وتتراوح قيمة h^2 بين الصفر والواحد صحيح لأن التباين الوراثي لا يمكن أن يكون أكبر
ب- المفهوم الضيق Narrow Sense : إن كل التباين الذي يحدث نتيجة لعوامل
الذهبية للأب والتي ينقل من الأب، وعليه يعرف المكافئ الوراثي في هذه الحالة بأنه
نسبة التباين التجميعي على التباين الكلي، ويكون قيمته أصغر من المفهوم العريض :

$$h^2 = \frac{\sigma^2 A}{\sigma^2 p}$$

والمكافئ الوراثي يعتبر مهماً في عملية التحسين فمثلاً إذا كان h^2 المحسوبة مرتفع
تأثير الوراثة عليها كبير وتأثير البيئة قليل والعكس صحيح وبناء على ذلك يتم تحديد
برنامج التحسين .

ج- هناك تعريف آخر للمكافئ الوراثي : هو معامل انحدار النسل الوراثي على متوسط
الخارجي :

$$h^2 = \frac{\text{الوراثي}}{\text{الخارجي}}$$

وبشكل عام يتوزع المكافئ الوراثي للصفات الاقتصادية للحيوان كما يلي :

الصفة	قيمة h^2	درجته
التناسل الخصوبة الولادة	0.0 – 0.2	منخفض
الحليب الصوف النمو	0.2 – 0.4	متوسط
طول الجسم أبعاد الجسم الذبائح العضلة	≥ 0.5	مرتفع

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

طرق تقدير المكافئ الوراثي :

هناك عدة طرق لتقدير المكافئ الوراثي وإن إتباع طريقة دون أخرى في التقدير يتوقف على عدة عوامل أهمها :

١. توافر البيانات اللازمة أو سهولة الحصول عليها .

٢. نوع الصفة المراد تقدير مكافئها الوراثي .

٣. مدى أهمية كل مكون من مكونات التباين الوراثي .

ويلاحظ أن تقديرات المكافئ الوراثي تتراوح قيمتها بين المفهوم العريض والمفهوم المحدد واهم طرق التقدير ما يلي :

١- المجاميع المتطابقة وراثياً Isogenic Lines : إذا وجد فردان متطابقان في تركيبهما الوراثي فإن الفرق بينهما يكون راجعاً للاختلافات البيئية . وقد تستخدم هذه الطريقة في حساب المكافئ الوراثي إذا توفر عدد كبير من الأفراد كما في حالة التوائم المتطابقة Identical Twins وهي التوائم التي تنتج من انقسام البويضة الملقحة إلى قسمين ينشأ عن كل منهما جنين ، فإذا فرض أن V(I) هو التباين بين أفراد التوائم المتطابقة وأن V(F) هو التباين بين أفراد التوائم غير المتطابقة فإن المكافئ الوراثي يكون :

$$h^2 = \frac{2[V(F) - V(I)]}{2[V(F) - V(I)] + V(I)}$$

ويضرب ×2 لأن التوائم غير المتطابقة تتشابه في نصف عواملها الوراثية فقط .

٢- تجارب الانتخاب :

يمكن حساب المكافئ الوراثي من تجارب الانتخاب التي تستمر لعدة أجيال وذلك بتقدير كمية التغير الحاصل في الصفة من جيل إلى آخر نتيجة فعل الانتخاب . وبمقارنة متوسط الأبناء مع متوسط الآباء يمكن الاستدلال على قيمة المكافئ الوراثي . والمعادلة التالية توضح هذه العلاقة :

العائد = الفارق الانتخابي × المكافئ الوراثي

فإذا تم حساب العائد أو الاستجابة الكلية لفعل الانتخاب على مدى أجيال وكذلك الفارق الانتخابي لكل جيل يمكن حساب المكافئ الوراثي كما يلي :

$$\text{المكافئ الوراثي} = \frac{\text{العائد الكلي}}{\text{مجموع الفوارق الانتخابية}}$$

الفارق الانتخابي : هو الفرق بين متوسط أفراد القطيع ومتوسط الآباء المنتخبة .

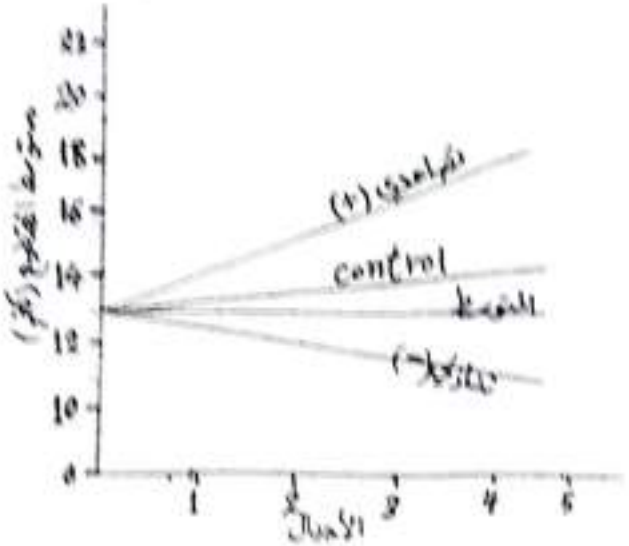
الاستجابة للتحسين (العائد) : هو مقدار التحسن الحاصل في الصفة من جيل إلى آخر .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مثال ١ : لنفرض أن متوسط وزن الحملان في قطيع كان 13.5 كغم وبعد خمسة أجيال من الانتخاب لأوزان أعلى من المتوسط بلغ متوسط الوزن 19 كغم .

المعطيات :

الانتخاب فوق المتوسط	الفوارق الانتخابية خلال الأجيال
بكغم (19) (+)	4.5 , 5 , 4 , 5 , 2.5
المتوسط الـ Control	4.5 , 5 , 4 , 5 , 2.5
الضابطي (14) كغم	
أقل من المتوسط	-3 , -4 , -3.5 , -4 , -1.5
بكغم (10.5) (-)	



المطلوب : أحسب المكافئ الوراثي بالاتجاهات الأربعة لهذه الصفة .

$$h^2(+) = \frac{19 - 13.5}{2.5 + 5 + 4 + 5 + 4.5} = 0.27$$

$$h^2 control = \frac{14 - 13.5}{2.5 + 5 + 4 + 4.5} = 0.025$$

$$h^2(-) = \frac{10.5 - 13.5}{[(-3) + (-4) + (-3.5) + (-4) + (-1.5)]} = 0.18$$

$$h^2(+,-) = \frac{19 - 10.5}{2.5 + 5 + 4 + 5 + 4.5 + 3 + 4 + 3.5 + 4 + 1.5} = 0.23$$

بعض النقاط للإشارة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٣) حساب العلاقة بين الأب والابن :

وتكون العلاقة والمأ بين الأب والابن هي $\frac{1}{2}$ وتطبيق هذه الطريقة في هذا المثال [illegible]

على كل من الآباء والأبناء بمعنى أن هذه الطريقة لا تصلح للصفات التي [illegible]

قبل صدر التضخ الجنسي مثل لصفة النحافي وخواص اللبيحة . لذلك يطلق المكافئ الوراثي

بهذه الطريقة لصفات النمو وإنتاج الحليب والصوف...الخ ويكون المكافئ الوراثي بهذه الطريقة

$$h^2 = 2r \quad \text{أو} \quad h^2 = 2b$$

أي ضعف معامل الارتباط بين الأب والابن أو ضعف معامل الانحدار .

مثال : درست صفة العرض عند الحوض في العجلان العواسية عند العجلة ومجاهد البيانات التالية :

$$\sum x^2 = 5042,\ \sum y^2 = 4962,\ \sum xy = 4967,\ \sum x = 621,\ \sum y = 614,\ N = 77$$

$$r = \frac{\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n}}{\sqrt{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} \sqrt{\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}}}$$

$$= \frac{4967 - \frac{(621)(614)}{77}}{\sqrt{5042 - \frac{(621)^2}{77}} \sqrt{4962 - \frac{(614)^2}{77}}} = 0.32$$

$$h^2 = 2r$$
$$= 2 \times 0.32$$
$$= 0.64$$

ويكون مرتفعاً نوعاً ما لصفة العرض عند الحوض

وبطريقة معامل الانحدار

$$b_{xy} = \frac{\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}$$

$$= \frac{4967 - \frac{(621)(614)}{77}}{5042 - \frac{(621)^2}{77}} = 0.45$$

$$h^2 = 2b$$
$$= 2 \times 0.45$$
$$= 0.90$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

وتقدر مدى تغير أحد الصفات بتغير صفة أخرى ويهمنا منها معامل الانحدار ومعامل الارتباط ومقاييس التلازم تكون بين صفتين أو متغيرين على الأقل . وعادة يسمى أحدهما بالمتغير y والآخر يسمى بالمتغير x .

1- معامل الانحدار : Regression Coefficient

ويعرف بأنه متوسط التغير في المتغير y الذي يصاحب التغيير بمقدار وحدة واحدة في المتغير x . ومن هنا يتضح أن أحد المتغيرين يعتمد على الآخر ويطلق على المتغير الذي يؤثر في المتغير الآخر بالمتغير المستقل Independent بينما المتغير الآخر المعتمد على المستقل يسمى بالمتغير التابع dependent . وعادة يعطى الرمز x للمستقل والرمز y للتابع. وهناك تسميات أخرى عربية لمعامل الانحدار منها معامل الاعتماد ومعامل الارتداد .

فمثلاً المطر متغير مستقل بالنسبة للمحصول ،كما أن السماد متغير مستقل بالنسبة للمحصول أيضاً . وعمر الحيوان متغير مستقل بالنسبة لوزنه أو إنتاجه من الحليب ،ولحساب معامل الانحدار يتبع القانون الآتي :

$$b_{y.x} = \frac{\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}$$

مثال : سجلت البيانات التالية لأوزان الحملان بالأسبوع لفترة تسمين مقدارها 10 أسابيع ،أوجد معامل انحدار أوزان الحيوانات على العمر أو المدة بالأسبوع .

المدة بالأسبوع x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
الوزن (كغم) y	34.5	34.5	37.5	37.0	40.5	40.5	44.5	42.5	44.0	45.5

الحل :

$$b_{y.x} = \frac{\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}$$

$$b = \frac{1\times 34.5 + \ldots\ldots\ldots + 10\times 45.5 - \frac{(1+2+\ldots\ldots 10)(34.5+\ldots\ldots\ldots+45.5)}{10}}{1^2+2^2+\ldots\ldots+10^2 - \frac{(1+2+\ldots\ldots\ldots+10)^2}{10}}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$$= \frac{2312 - \frac{(55)(401)}{10}}{385 - \frac{(55)^2}{10}} = \frac{2312 - 2205.5}{385 - 302.5} = \frac{106.5}{82.5} = 1.29 \text{ kg / week .}$$

وهذا يعني أن كل زيادة في المدة قدرها أسبوع واحد يقابلها زيادة في وزن الحيوان بمقدار 1.29 كغم في المتوسط ولإيجاد معادلة خط الانحدار نقوم بإيجاد مايلي :

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n} = \frac{1+2+.....+10}{10} = 5.5$$

$$\bar{y} = \frac{\sum yi}{n} = \frac{34.5+.....+45.5}{10} = 40.1$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$= 40.1 - (1.29)(5.5)$$

$$= 33.005$$

$$\hat{y} = a + bx \qquad \text{(معادلة خط الانحدار)}$$

$$\hat{y}_1 = 33.005 + 1.29(1)$$

$$= 34.295$$

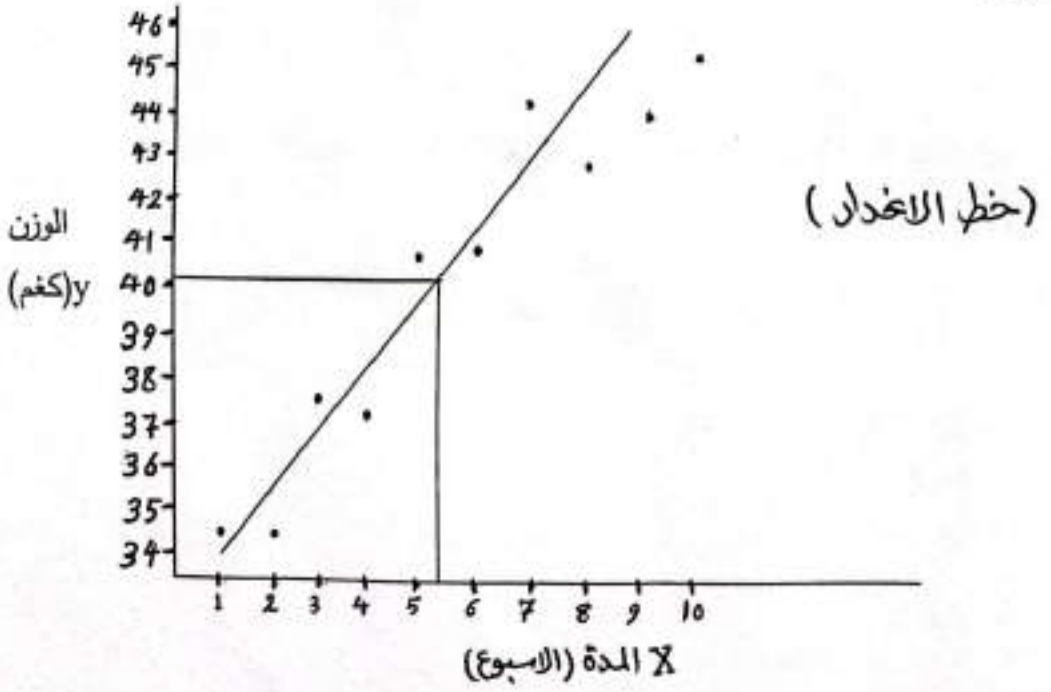
$$\hat{y}_4 = 33.005 + 1.29(4)$$

$$= 38.165$$

$$\hat{y}_9 = 33.005 + 1.29(9)$$

$$44.615$$

ولكي نعبر عن هذه العلاقة برسم بياني أو ما يسمى بميل الخط المستقيم نقيم عمود على المحور السيني عند متوسط x وعمود آخر على المحور الصادي عند متوسط y ونقطة التقاطع يمر خط الانحدار .



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

2- معامل الارتباط : Correlation Coefficient

ويستخدم لوصف العلاقة بين متغيرين حيث يعاملان على قدم المساواة أي لا يكون هنالك مستقل ولا تابع ويرمز له بالحرف (r) وتعبر r عن مدى العلاقة بين المتغيرين . فإذا كانت العلاقة قوية وموجبة فإن r تقترب من الواحد الصحيح وإذا كانت العلاقة قوية وسالبة فإنها تقترب من -1 أما إذا كانت العلاقة ضعيفة فإنها تقترب من الصفر . ومعامل الارتباط مستقل عن وحدات القياس إذ أن قيمته مطلقة وتتراوح دائماً من 1 إلى -1 وله استعمالات كثيرة في تربية الحيوان وهو ليس بديلاً لمعامل الانحدار ولكنه يصف خصائص أخرى في التلازم ولحسابه يتبع القانون الآتي :

$$r = \frac{\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n}}{\sqrt{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}\sqrt{\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}}}$$

مثال : لديك القيم التالية x تمثل وزن بعض الحيوانات (كغم) عند بدء التسمين والقيم y تمثل وزنها عند نهاية التجربة ،أوجد معامل الارتباط بين الصفتين .

قيمx	32.2	31.8	45.6	38.8	36.5	34.8	34.6	37.8	29.8	31.7	34.9
قيمy	39.1	42.6	52.9	45.5	43.5	41.7	45.1	45.6	38.2	36.7	45.5

$$r = \frac{32.2\times 39.1 + \ldots\ldots + 34.9\times 45.5 - \frac{(32.2 + \ldots\ldots + 34.9)(39.1 + \ldots\ldots\ldots + 45.5)}{11}}{\sqrt{32.2^2 + \ldots + 34.9^2 - \frac{(32.2 + \ldots + 34.9)^2}{11}} \times \sqrt{39.1^2 + \ldots + 45.5^2 - \frac{(39.1 + \ldots + 45.5)^2}{11}}}$$

$$= \frac{177.82}{\sqrt{190.59}\times\sqrt{200.67}} = \frac{177.82}{195.56} = 0.91$$

∵قيمة r موجبة وعالية .

∴ الارتباط بين الأوزان في نهاية التجربة وبدايتها موجب وعالي التأثير أي العلاقة بينهما قوية .

ولاختبار معنوية الارتباط يتبع القانون الآتي:

$$t = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}} = \frac{0.91}{\sqrt{\frac{1-(0.91)^2}{11-2}}} = \frac{0.91}{\sqrt{\frac{1-0.8281}{9}}} = \frac{0.91}{0.138} = 6.59$$ وهي تمثل قيمة t المحسوبة

تقارن مع قيمة t الجدولية $tab\ t = t\alpha/2, n-2$

$= t\ 0.05,\ 11\text{-}2 = 9 = 1.833 < 6.59$

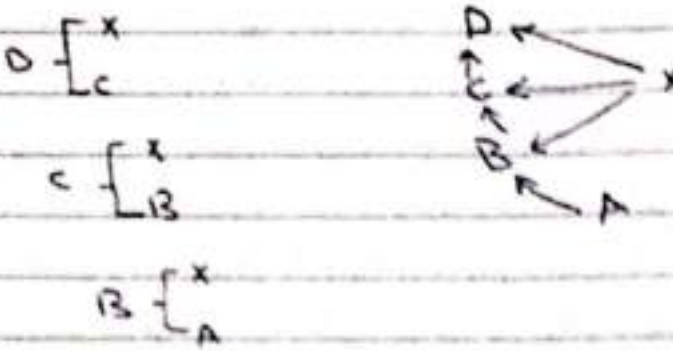
∵ قيمة t المحسوبة أكبر من قيمة t الجدولية لذلك فإن الارتباط معنوياً .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

التربيه الطرزيه Line breeding

هي التربيه لصفه خواص معين وهي شكل مخفف من التربيه الداخليه عكس بالمحافظه على قدر معين من معامل القرابه بين فرد مختار وبقيه الافراد.

والغرض منه زياده معامل القرابه بين افراد القطيع وهذا الفرد المختار مع عدم ارتفاع معامل التربيه الداخليه بارتفاع كثير. وفي كثير من الاحيان نجد ان المربي يعمل بالانتخاب على فرد مختار في هذه الناحيه حاول تثبيت اكبر عدد من تركيب وراثي مختار وخفضه بقدر الامكان بالتربيه الداخليه بهذا الفرد المختار هذه ممكنه ولكنه حياته في القطيع محدوده لذا يلجأ المربي الى تركيز اكبر قدر ممكن من صفات رغبات هذا الحيوان في حيوانات اخرى) ويتم ذلك بالفرد المختار بالفرع بناته ثم حفيداته ثم بنات حفيداته وهكذا.



الفرد A مختار ولذلك فضلت تربيه طرزيه ولذلك فـ $R_{xB} < R_{xC} < R_{xD}$

* استطالات التربيه الطرزيه *

١- عندما يتأكد المربي وجود حيوان مختار في قطيعه يلجأ الى هذه التربيه للحصول على افراد تشبه هذا الحيوان قدر الامكان حتى لا تتغير هذه التركيب من الجينات بين افراده.

٢- قد تنتج في القطعان الصغيره لعدد لا يمكن المربي تكوين على اساسه لاستبعاد اي حيوان ردئ او مناسب لانتاج وهذا لا يتيسر الا في القطعان الكبيره العدد والذا اضطر المربي الى اللجوء الى احد المربين الاخرين اما ان يستخدم في الطرز افراد ذكوره لا يدخل افراد منه خارج القطيع حسب خطه التربيه.

٣- بعض الصفات التي تتحكم فيها جينات ذات تأثير تفوقي يكون الانتخاب فيها محدود جدا بقل الصفه الى مستوى معين وفي هذه الحاله تتبع التربيه الطرزيه وذلك انه يستمر الانتخاب بين الافراد الرباء تربيه طرزيه حتى لا يتدهور المستوى المرغوب.

٤- هذا استثناء يؤخذ بنظر الاعتبار وجود اباء كبيرين للفرد المختار والا سنضطر بتربيه طرزيه عن اباء احد هذا الفرد المختار شبيهين لتدهور الوجود في احد الاباء الاخر.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* التربية الخارجية Out Breeding

تسمى تربية الأباعد أي أنها تزاوج أفراد درجة القرابة بينها أقل فحتوى درجة القرابة في القطيع فيقل على :-

١- زيادة حدة الأفراد الخليطة وتقل في الأفراد الأصيلة في القطيع .

٢- أثرها لا يتراكم كما في التربية الداخلية إذا تبعت جيل بعد آخر .

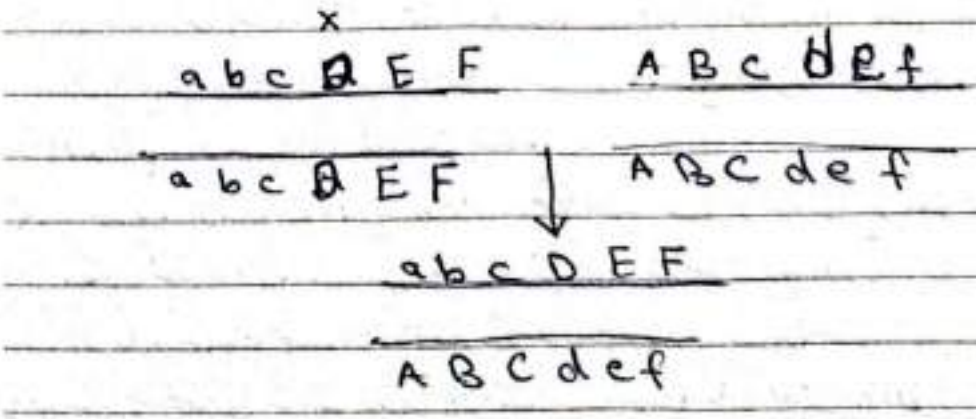
٣- تغطي فجوة الجينات غير المرغوب فيها تحت البيئة المرغوب فيها كما أن وجود السيادة أو فقدت السيادة سيجعل الأفراد الناتجة تفوق آبائها في صفاتها الإنتاجية وبسبب ذلك قوة الهجين الذي يعني تفوق الظاهري للدرجة المتوسطة بين الأبوين . ويلاحظ أن الصفات التي تظهر فيها قوة الهجين هي نفسها التي تتدهور بدرجة ملحوظة عند اتباع التربية الداخلية وتعتبر الصفات التناسلية أكثر الصفات .

* قوة الهجين Hybrid vigor Hetrosis

هي التحسن في أداء الحيوان وانتاجه لتزاوج أبوين متباعدين وراثياً والتباعد الذي يعني أن كل أب يتبع عشيرة لا تتزاوج مع عشيرة أب الأفراد وكان فرضنا سائدة لتعليلها كما :-

١- فرض East الذي وضع أساسه سنة 1936 وقام Lush 1948 بتفسيره تفسيراً وراثياً وينص على أن كل جين له عدة تأثيرات فعلية وصغيرة وأن معظم التأثيرات المرغوب فيها سائدة وتجمع هذه التأثيرات الصغيرة وتحدد موصله الجين وتجد هناك قوة السيادة في هذا الموقع أي أن الفرد الخليط Aa يكون مرغوباً عن كل من AA ، aa وهذا ما ينتج قوة السيادة في الموقع الجيني .

٢- فرض Jones (1917) ويفسر قوة الهجين بأنه ناتج عن أن الكروموسوم الواحد قد به جينات سائدة المرغوب فيها وأخرى متنحية غير مرغوب فيها وتتزاوج عند من مجموع في مربط آخر فإن الجينات السائدة والمرغوب فيها في كل من الفردين يسود على الجينات غير المرغوب فيها وينتج فرد يحمل في معظم المواقع الجينية غير المرغوب فيها على الأقل .



فإذا فرضنا أن الجينات السائدة هي المرغوب فيها فإن تلقح X ب Y ينتج جيل أكثر انتاجية من أي من الأبوين لأنه يحمل جين سائد في الأقل .

وهناك أكثر من نظرية للتفسير بين قوة الهجين أكثرها شيوعاً صرحنا بالفرق بين الخليط وما يتوقع طبقاً للآباء وهذا الفرق نسميه أي الموقع .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مثال/ اذا فرضنا ان سلاله (A) متوسط وزنها 20 خلطت مع (B) متوسط وزنها 26 فكان الناتج الجيل الاول F1 متوسط وزنه 25 احسب قوه الهجين؟

قوه الهجين = وزن الخليط المتوقع - الوزن المتوقع / الوزن المتوقع × 100

$$= \frac{25 - [20(\frac{1}{2}) + 26(\frac{1}{2})}{20(\frac{1}{2}) + 26(\frac{1}{2})} \times 100 = 8.7\%$$

واذا تم A ثانيا F1 لينتج خليط $\frac{1}{4}$ تكوين B و $\frac{3}{4}$ ان A ووزنه فرضا الخليط 23

قوه الهجين :

$$\frac{23 - [20(\frac{3}{4}) + 26(\frac{1}{4})]}{[20(\frac{3}{4}) + 26(\frac{1}{4})]} \times 100 = 7\%$$

والاستفاده من قوه الهجين يكون باتباع الطرق التربيه.

* خلط السلالات Cross Breeding

يتم تلقيح انثى سلاله بذكر معينه من سلاله اخرى وتقل مربي الحيوان هذه الطريقه لاستغلال كبير وخاصه في ماشيه اللحم ، الاغنام ، الماعز ، الخنازير ، الدواجن ويجري الخلط لسببين :-

١- تكوين سلاله جديده تجمع الصفات الجيده من سلالتين او اكثر مثل انتاج اللحوم لاعلى ينتج كوردين وراسليه مع انكوين ينتج كولومبيا .

٢- انتاج حيوانات اللحم للتسويق وليس للتربيه .

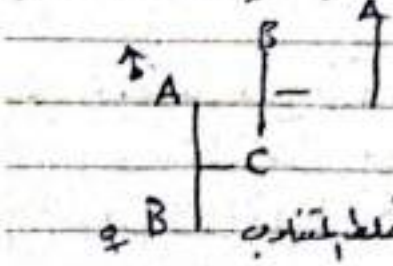
هناك عده طرق لخلط السلالات :-

١- الابناء خليط والاباء نقيه حيث تقسم الاناث الى مجموعتين :-

١- اناث × ذكور من سلاله مختلفه ← منتج

٢- اناث × ذكور من سلاله نفسها ← انتاج اناث وذكور لاستبدال الحيوانات التي تتلف التطعيم .

٢- الخلط البعدي وفيه يكون احد الابوين نقي والاخر خليط وهو لا مهات غالباً وليستفاد من ظاهره قوه الهجين في محصول الحليب من البن في تغذيه النعاج



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

١- احد الآباء كليهما خليط وتكون الأم خليط هي الكلية مع استفادة تتوه الجينية في صفات امهاتها
جانب كونها خليط سوف تنتج سلالات تجمع صفاتها ظروف واحد وتلقيح الأم الكلية مع الأب ينتج خليط
سوف تورث سلالات سوف تكون كل الأبناء وبهات خليط وذلك اذا زيد خلط اكثر من ٢ سلالات
يتبع مثل هذا النظام في الانتاج الحيواني المكثف في الأغنام .

* ما المقصود بالتلقيح الرجعي :- Barcrossing

هو تلقيح اناث الجيل الاول الناتج من تهجين سلالتين بأحد هاتين السلالتين وفي هذه الحالة
يستفاد من قوة الهجين في الأمهات لتنشئة فتاجها .

* التشريع Grading :

عند ادخال حيوانات جديدة في الحيوانات مع زيادة نسبة هذه الجينات تدريجياً جيل بعد جيل
وقد تكون اما حيوانات من نفس السلالة او من سلالة اخرى وعادة اجري حيوانات سوف تنتج
في نهاية اصيلة تماماً . جيل بعد جيل وتعتبر الابتداء بأنها تكون اصيلة اذا سادت خمسة
وذلك عادة ادخال حيوانات مرغوب فيها من سلالة اجنبية وفي نفس الوقت تحافظ على الحيوانات المرغوب
فيها في السلالة المحلية وتدريجياً عليه بالانتخاب يرتفع حيوانات اثناء التشريع .
ويلاحظ كثيراً في التجارب انه كلما زادت نسبة الجينات الجيل الاول بجانب الجينات
بعد ذلك تدريجياً وقد يعزى ذلك الى قوة الهجين .

* الخلط التعاقبي Rotational Crossing

يستعمل الأب بتبادل في نفس القطيع لمدة طويلة او يتبع ترتيب طرزية وقتية يرغب فيها او ادخال
دماء جديدة في قطيع آخر . ويستخدم الخلط التعاقبي
١- ادخال دم وجين جديدة الى القطيع
٢- الاصلاح لبعض العيوب او الصفات الغير المرغوب فيها .

* الخلط الطرفي Top Crossing

هذه يكون الأب من نفس السلالة . لكنه الجد يكون ذا سلالة او طراز مشهور وحسن وبعض
الأحيان يكون من بين ترتيب واقليم بدرجة كبيرة وقد يستخدم الخلط التعاقبي لمعنى ان
الأم هي المنسوبة للسلالة وليس الأب .

* الخلط بين انواع مختلفة

وهنا تظهر قوة الهجين بشكل واضح لاختلاف بين النوعين ومن خلاله الخير في الخيل لانتاج
البغال . الخليط الناتج في كلا الحيوانين حيوانين لعدم توافق بين الكروموسومات من نوعين مختلفين
ومن خلط الماشية مع البيسون Bison (الثور الأمريكي) .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تقييم سجلات الحيوان :-

وهو يتم عن طريق تقييم وتقدير حيوانات ليتم بها عملية الانتخاب لأنه من الشرف دائما لقيمة كفيتية وهي القيمة الوراثية والتي تقترب هذه القيمة من التركيب الوراثي للحيوانات لأنه من آثار العوامل غير الوراثية والتي قد تحجب وراثة الأفراد . ويتم معالجة ذلك عن طريق تصحيح السجلات للعوامل غير الوراثية لمعرفة آثار العوامل البيئية وكانت تؤثر تأثيراً واضحاً على معظم الصفات الإنتاجية. ويعتبر بيئياً كل ما هو يؤثر وراثي من العوامل المؤثرة على هذه الصفات . فمثلاً البقرة التي تحلب ثلاث مرات يومياً تعطي في المتوسط حليباً أكثر من البقرة التي تحلب مرتين في اليوم ، وكذلك إذا أريد مقارنة بقرتين أحداهما عمرها ثلاث سنوات والأخرى عمرها خمس سنوات ، يجب التصحيح لمثل هذا العامل لأن الأبقار تامة النضوج تنتج أكثر من الأبقار الصغيرة في العمر ، فالبقرة التي عمرها ثلاث سنوات فقط . فإذا كان انتاج البقرة الأولى ٣٠٠٠ كغم والثانية ٣٥٠٠ كغم يجب تصحيح انتاج البقرة الأولى بعد تعديله ٣٠٠٠ × ١٢٠٪ = ٣٦٠٠ كغم الحيوانة بالرغم من أن البقرة الأولى أقل انتاجاً إلا أنه بعد تعديل هذا الانتاج لفارق العمر يجب بقرتين يصبح انتاجها أكثر من انتاج البقرة الثانية . وهو الانسان لبناء لتوأم وزنها أقل سنة من الثلاث الأخرى لأنها لم تنل نفس القسط من الجهود الام ومشاركها فلابد من تعديل هذا الفرق حتى تكون المقارنة سليمة.

والعوامل التي يجب تصحيح بها تحت أنواع الحيوانات المختلفة كثيرة ومتعددة وتختلف من مجموعة إلى أخرى ومن طرف الآخر ونبدأ بأهم العوامل بالنسبة لماشية الحليب واللحم والأغنام.

ماشية الحليب :

عمر الأم ، السنة ، الموسم ، الحليب ، طول موسم الحليب ، السنة ، الفصل ، موسم بدء الحليب .

ماشية اللحم :

عمر الأم ، السنة .

الأغنام :

عمر الأم ، السنة ، نوع الولادة (مفرد أو توأم) .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

نموذج جدول تصحيح سجل لبوات بالنسبة للعمر في البقار الفريزيان :

العمر (سنة)	العامل
1.6	1.34
2	1.26
3	1.15
4	1.08
5	1.03
6	1.01
7	1
8	1.01
9	1.03
10	1.08

مثال : لو اريد مقارنة انتاج بقرتين ، الاولى بلغ ثلاث سنوات والاخرى بلغ عشرة سنوات فكيف يمكن اختبار ان انتاج كليهما خلال موسم 305 يوم ومعدل حلبتين باليوم فكان انتاج البقرة الاولى 3000 كغم بينما انتاج البقرة الثانية 3750 كغم .

ج / البقرة التي عمرها ثلاث سنوات وانتاجها 3000 كغم ويجب ان نعلم اثر هذا العامل (العمر) سوف نضرب في العامل الخاص به فيكون .

$$3000 \times 1.15 = 3450 \text{ kg.}$$

ويثبت هذا هو انتاج البقرة المتوقع فيما لو كانت قد بلغت وهي في عمر تمام نضجها .

نموذج يوضح جدول تصحيح بالنسبة لعلاج لمعرفة زيادة الوزن

علاج التوبيخ (فطام)	عمر الأم		
	سنة	سنة	سنة
مفرد	1.22	1.09	1
توأم	1.33	1.20	1.11
ثلاثي	1.46	1.33	1.22

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

-3- مثال / لايجاد الوزن عند (120) يوم العمر لفطام توأم مولودة لنعجة بعمر سنتين ويزن (90) باوند عند عمر (110) يوم نتبع الخطوات التالية :

$\frac{90}{110} = 0.81$ gain rate/day /ع

$0.81 \times 120 = 98$ pound Total gain.

$98 \times 120 = 117.6$ pound.

وهو وزن (120) المصحح عند الفطام.

تمارين ومسائل

السؤال: احسب تكرار كل من العشائر الآتية:

(أ)

AA	Aa	aa
12	18	20

$$q_A = \frac{12+9}{50} = 0.42$$

$$q_a = \frac{20+9}{50} = 0.58 \quad \text{أي} \quad q_a = 1 - q_A = 1 - 0.42 = 0.58$$

(ب)

BB	Bb	bb
1	18	81

$$q_B = \frac{1+9}{100} = 0.1$$

$$q_b = \frac{81+9}{100} = 0.9 \quad \text{or} \quad = 1 - q_A = 1 - 0.1 = \underline{0.9}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ج)

AA	Aa	aa
10	20	10

$$qA = \frac{10+10}{40} = 0.5$$

$$qa = \frac{10+10}{40} = 0.5 \quad \text{or} \quad = 1 - 0.5 = 0.5$$

د)

AA	aa
15	20

$$qA = \frac{15+0}{35} = 0.43$$

$$qa = \frac{20+0}{35} = 0.57$$

هـ)

Bb	bb
22	10

$$qB = \frac{0+11}{32} = 0.35$$

$$qb = \frac{10+11}{32} = 0.65$$

و) ثانياً :- اذا كانت أفراد BB و Bb سوداء بينما أفراد bb بيضاء أوجد التوزيع الجيني الناتج من كل من العشائر الآتية علماً بأنها تتزاوج عشوائياً أجيال عديدة :-

BB Bb bb
سوداء بيضاء

أ) 96 أسود ، 4 أبيض

$$qb = \sqrt{\frac{4}{100}} = 0.2$$

$$qB = 1 - qb = 1 - 0.2 = 0.8$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

التوزيع الجيني $(0.8\,B + 0.2\,b)$

التوزيع الزايجوتي $(BB\ 0.64 + Bb\ 0.32 + bb\ 0.04)$

ب) 36 أسود ، 64 أبيض

$$q_b = \sqrt{\frac{64}{100}} = 0.8$$

$$q_B = 1 - q = 1 - 0.8 = 0.2$$

التوزيع الجيني $(0.2B + 0.8b)$

ج) 64 أسود ، 36 أبيض

$$q_b = \sqrt{\frac{36}{100}} = 0.6$$

$$q_B = 1 - q = 1 - 0.6 = 0.4$$

التوزيع الجيني $(0.4B + 0.6b)$.

ثالثاً :- ذكر Lush عن Wright البيانات التالية عن لون العقار الشوكورث :-

أحمر	لون	أبيض
WW	Ww	ww
2857	2628	515

أحسب من هذه البيانات تكرار كل ، وبين باستعمال X^2 مدى تطابق الأعداد المشاهدة والأعداد المتوقعة بافتراض تكرار كل الجين وعشوائية التزاوج .

$$q_W = \frac{2857 + 1314}{6000} = 0.7$$

$$q_w = \frac{515 + 1314}{6000} = 0.3 \quad \text{or} \quad 1 - 0.7 = 0.3$$

التوزيع الجيني $(0.7W + 0.3w)$

التوزيع الزايجوتي $(0.49WW + 0.42Ww + 0.09ww)$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

اصفر	طويل	أبيض
WW	Ww	ww
2857	2628	515
1314	← 1 →	1314
4171		1829

الحقيقي

الصفة	E التوقع	O الحقيقي
أبيض	6000 × 0.3 = 1800	1829
أصفر	6000 × 0.7 = 4200	4171

$$X^2 = \frac{\Sigma (O-E)^2}{E}$$

$$X^2_{(cal)} = \frac{(1829-1800)^2}{1800} + \frac{(4171-4200)^2}{4200}$$

$$= 0.667$$

وبالمقارنة مع X^2 الجدولية نلاحظ مدى تطابق أعداد المتوقعة مع الناتج المتحقق.

رابعًا:- إذا كان التوزيع الحقيقي في عشيرة تتزاوج عشوائيًا هو $(0.7A + 0.3a)$ وأخذنا 10 حيوانات من هذه العشيرة فما هو:-

أ) احتمال أن تكون العشرة حيوانات كلها Aa

ب) احتمال أن تكون العشرة حيوانات كلها aa

ج) احتمال أن تكون العشرة حيوانات كلها AA

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المعامل التكراري : Repeatability

هو معامل الارتباط بين سجلين أو قياسين مختلفين على نفس الحيوان ،فكثير من الصفات الاقتصادية تتكرر على مدار حياة الحيوان مثل إنتاج الحليب موسماً بعد آخر أو إنتاج الصوف في الأغنام سنة بعد أخرى أو وزن الحملان عند الميلاد (كصفة منسوبة للنعجة) وذلك بالنسبة لأول ولادة مثلاً ثم التي تليها وهكذا . وكما يكون الارتباط بين سجلين أو قياسين يمكن حساب معامل الارتباط لعدد من السجلات على نفس الحيوان وفي وقت واحد .

يفيد المعامل التكراري في التنبؤ بسلوك الحيوان أو أدائه مستقبلاً إذا عرف أحد سجلاته في مطلع حياته الإنتاجية ،فمثلاً وجدنا أن المعامل التكراري لإنتاج الحليب مرتفعاً فيمكننا التنبؤ إلى حد بعيد بإنتاج الحليب مستقبلاً عند معرفة إنتاج الحيوان في الموسم الأول . وبهذا يساعد المربي في انتخاب حيواناته في سن مبكر مما يزيد من كفاءة الانتخاب .

وبديهي أن المعامل التكراري لا يحسب إلا للصفات التي تتكرر على الأقل مرتين في حياة الحيوان . فلا يمكن حسابه بالنسبة للوزن عند عمر معين أو نسبة التصافي أو خواص الذبيحة كصفة من صفات الفرد نفسه .

الأساس النظري للمعامل التكراري

إن المظهر الخارجي للفرد هو محصلة للأثر الوراثي للجينات سواء كان تجميعي أو سيادي أو تفوقي والأثر البيئي وقد سبق لنا مناقشة الأثر الوراثي أما الأثر البيئي فهو ينقسم إلى قسمين :

1- أثر بيئي دائم ويلازم الحيوان مدى حياته ،مثلاً إذا أصيبت بقرة بالتهاب الضرع (حمى الضرع) وترك ذلك أثراً مستديماً على إنتاج تلك البقرة مدى الحياة اعتبر ذلك أثر بيئي دائم ويرمز له بالرمز Ep .

2- أثر بيئي مؤقت وهو يؤثر على إنتاج الحيوان لفترة محدودة وغالباً ما يتغير من سجل إلى آخر مثل التغيرات الجوية أو الاختلافات الطفيفة في مستوى التغذية ورمز لها بالرمز ET .

وبذلك يمكن كتابة معادلة المظهر الخارجي لفرد ما كالآتي :

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

ويختلف المعامل التكراري عن المكافئ الوراثي بالمفهوم العريض بأنه علاوة على الجزء الوراثي فهو يحتوي على الجزء من التباين الكلي الذي يعود إلى التباين البيئي الدائم ،وهذا الجزء لاينتقل

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

من جيل إلى آخر ولكنه ينتقل من سجل إلى آخر .وبذلك يمكن التعبير عن المعامل التكراري بالمعادلة الآتية :

$$\text{Re}\,p = \frac{\sigma^2 G + \sigma^2 Ep}{\sigma^2 P}$$

وتكون قيمته ما بين الصفر والواحد 1 – 0 .

طرق حساب المعامل التكراري :

1- عن طريق معامل الارتباط : فإذا أردنا حساب المعامل التكراري بين سجلين فقط لصفة ما فيتم حساب معامل الارتباط بينهما على أساس أن أحد السجلين متغير (X) والآخر متغير (Y) وترتب البيانات كما يلي :

	X	Y
الحيوان الأول	—	—
الحيوان الثاني	—	—
.	.	.
.	.	.
الحيوان ن	—	—

ويحسب معامل الارتباط بين X و Y ويرمز له بالرمز R بالطريقة السابقة وقيمة R المتحصل عليها هي قيمة المعامل التكراري .

2- عن طريق جدول تحليل التباين :

ويفيد تحليل التباين كثيراً في حالة وجود أكثر من سجلين لكل حيوان حيث لايصلح في هذه الحالة استعمال معامل الارتباط التقليدي .

مثال : في قطيع من الأغنام توفرت لدينا المعلومات التالية :

لدينا 114 حيوان وقد تم حساب وزن الجزة لثلاث سنوات إنتاجية ، احسب المعامل التكراري .

S.O.V	d.f	S.S	M.S	F cal.
Between Animals	n-1 =113	242.49	2.146	$\sigma^2 e + k\sigma^2 a$
Within Animals	114-1 n(k-1) 114(2)=228	113.32	0.497	$\sigma^2 e$
Total	nk-1= 341 114×3-1			

$$\sigma^2 a = \frac{MSa - MSe}{K} = \frac{2.146 - 0.497}{3} = 0.55$$

$$\therefore \text{Re}\,p = \frac{\sigma^2 a}{\sigma^2 a + \sigma^2 e} = \frac{0.55}{0.55 + 0.497} = 0.53$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

3- في حالة وجود سجلين للإنتاج ممكن استخدام المعادلة الآتية لحساب المعامل التكراري :

المعامل التكراري = متوسط إنتاج المجموعة العالية للسنة2-متوسط إنتاج المجموعة المنخفضة للسنة 2 / متوسط إنتاج المجموعة العالية للسنة1-متوسط إنتاج المجموعة المنخفضة للسنة 1

مثال : لدينا مجموعة واحدة من الأبقار (10) أبقار ومعدل الإنتاج للسنة الأولى والثانية كما يلي ومرتب الإنتاج على شكل تنازلي :

الأبقار	السنة الأولى	السنة الثانية	الوصف
1	140	141	تعتبر مجموعة عالية الإنتاج دائماً
2	135	138	
3	129	132	
4	125	123	
5	121	120	
6	119	115	
7	115	110	
8	111	110	تعتبر مجموعة منخفضة الإنتاج دائماً
9	105	110	
10	100	109	

أحسب المعامل التكراري .

$$Re\,p = \frac{\frac{141+138+132}{3} - \frac{110+110+109}{3}}{\frac{140+135+129}{3} - \frac{111+105+100}{3}} = 0.93$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تكرار الجين Gene Frequency

هو نسبة عدد المواقع المشغولة باليل معين إلى كل المواقع التي يشغلها هذا الجين أي 2N، فإذا كان هناك عدد N من الحيوانات فيكون عدد المواقع بالنسبة لكل جين في المجموعة هو 2N لأن كل حيوان يحمل اليلين من كل جين .

لنفرض مثلاً أن تكرار الاليل A=p وبذلك يكون تكرار الاليل a هو q أو 1-p لأن p+q=1 ولنفرض أن لدينا 50 حيوان مكوناً كما يلي :

27 AA 8 Aa 15 aa

ولأن لكل جين اليلين فيكون عدد المواقع الاليلية الكلي 100 اليل .

$A = 2\times27+8=62$

$a = 2\times15+8=38$

$$\therefore G.F/A = \frac{62}{100} = 0.62$$

$$G.F/a = \frac{38}{100} = 0.38$$

ويلاحظ أن مجموع تكرارات الاليلات كلها يساوي واحد دائماً . وعادةً يرمز لتكرار الجين A بالرمز p وتكرار اليله بالرمز a=q أو (1-p) ، ويمكن حساب تكرار الجين من القانون التالي :

$$G.F = \frac{D+\frac{1}{2}H}{N}$$

مثال[1] : في قطيع مكون من 100 رأس من أبقار الشورتهورن وجد الأعداد الآتية لألوان شعر الجلد .

أحمر	طوبي	أبيض
RR	Rr	rr
47	44	9

أحسب تكرار الجين في هذه المجموعة .

$$p.R = \frac{47+22}{100} = 0.69$$

$$qr = \frac{9+22}{100} = 0.31$$

ويمكن التعبير عن الخلايا التناسلية لهذه الحيوانات كما يلي :

(R 0.69 + r 0.31) gametic array

وهذا ما يسمى بالتوزيع الكميتي : وهي النسب المختلفة التي تنتج بها الكميتات في العشيرة .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

وعند تزاوج هذه الحيوانات عشوائياً مع بعضها فسوف نحصل على مفكوك مربع التوزيع الكميتي $(R\ 0.69 + r\ 0.31)^2$ وهو يساوي $(0.48\ RR + 0.43\ Rr + 0.09\ rr)$ وهذا ما نسميه بتوزيع التراكيب الوراثية أو التوزيع الزايكوتي Zygotic array : وهي النسب الناتجة من التراكيب الوراثية المختلفة .

مثال[2] : للجين B ثلاث اليلات هي B_1 , B_2 , B_3 فما هو تكرار الجين في هذه المجموعة ؟

$18\ B_1B_1 , 10\ B_2B_2 , 26\ B_1B_3 , 20\ B_1B_2 , 22\ B_1B_3 , 24\ B_2B_3$

$$G.F/\ B_1 = \frac{18+10+11}{120} = 0.325$$

$$G.F/\ B_2 = \frac{10+10+12}{120} = 0.267$$

$$G.F/\ B_3 = \frac{26+11+12}{120} = 0.408$$

∴التوزيع الكميتي $(B_1\ 0.325 + B_2\ 0.267 + B_3\ 0.408)$

مثال[3] : احسب تكرار الجين لكل من العشائر الآتية :

1- 15 AA , 20 aa

$$p.A = \frac{15+0}{35} = 0.43$$

$$q.a = \frac{20+0}{35} = 0.57$$

2- Bb bb
22 10

$$p.B = \frac{0+11}{32} = 0.35$$

$$q.b = \frac{10+11}{32} = 0.65$$

3- AA Aa aa
1 18 81

$$p.A = \frac{1+9}{100} = 0.1$$

$$q.a = \frac{81+9}{100} = 0.9 \quad \text{or} \quad 1 - 0.1 = 0.9$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مثال[4] : إذا كانت الأفراد BB ، Bb سوداء بينما الأفراد bb بيضاء ، أوجد التوزيع الكميتي الناتج من كل من العشائر الآتية علماً بأنها تتزاوج عشوائياً لأجيال عديدة :

BB	Bb	bb
سوداء		بيضاء

1- 96 أسود ، 4 أبيض

$$qb = \sqrt{\frac{4}{100}} = 0.2$$

$$\therefore pB = 1 - qb = 1 - 0.2 = 0.8$$

التوزيع الكميتي (0.8 B + 0.2 b)

التوزيع الزايكوتي (BB 0.64 + Bb 0.32 + bb 0.04)

2- 64 أسود ، 36 أبيض

$$qb = \sqrt{\frac{36}{100}} = 0.6$$

$$\therefore pB = 1 - qb = 1 - 0.6 = 0.4$$

التوزيع الكميتي (0.4 B + 0.6 b)

التوزيع الزايكوتي (BB 0.16 + Bb 0.48 + bb 0.36)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

2- الهجرة Migration :

هي عملية دخول حيوانات جديدة للقطيع لأول مرة ولها تكرار جيني يختلف تماماً عن التكرار الجيني للقطيع الأصلي محدثاً تغيراً في التكرار الجيني للعشيرة في الأجيال القادمة .وعليه فأن استيراد الحيوانات من الخارج وإدخالها على الحيوانات المحلية وتزاوجها عشوائياً يعتبر نوع من الهجرة . وتعتبر الهجرة سلاح فعال ويعتمد ذلك على عاملين أساسين :

أ- معدل الهجرة (أي عدد الحيوانات الجديدة مقارنةً بالأصلية) .

ب- الفرق في تكرار الجين بين العشيرتين .

مع ملاحظة ملائمة الظروف البيئية الجديدة للحيوانات المهاجرة . وإن مدى التغير الذي تحدثه الهجرة يتم حسابه كالآتي :

$$\Delta q = m(q_m - q_0)$$

حيث أن :

Δq = التغير في التكرار الجيني نتيجة الهجرة .

m = نسبة الحيوانات المهاجرة .

q_m = التكرار الجيني للعشيرة المهاجرة .

q_0 = التكرار الجيني للعشيرة الأصلية .

ويمكن حساب التكرار الجيني الجديد كما يلي :

$$q_1 = mqm + q_0 (1-m)$$

مثال[1] : إذا أخذنا 20 حيوان من عشيرة تتزاوج عشوائياً وكان تكرار الجين لها $pA = 0.8$، $qa = 0.2$ ، وأضيفت هذه الحيوانات إلى 80 حيوان نسبة $pA = 0.6$ ، $qa = 0.4$ ، فإذا تزاوجت المجموعة الجديدة عشوائياً فيما بينها فما هو التغير في التكرار الجيني وما هو التكرار الجيني الجديد ؟

$$\Delta q = m(q_m - q_0)$$
$$= 0.20\ (0.8 - 0.6)$$
$$= 0.04 \quad \text{التغير في التكرار الجيني}$$

$$q_1 = mqm + q_0 (1-m)$$
$$= 0.20 \times 0.8 + 0.6\ (1 - 0.20)$$
$$= 0.16 + 0.6 - 0.12$$
$$= 0.64 \quad \text{التكرار الجيني الجديد}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مثال[2] : ما هو عدد الحيوانات التي يجب إضافتها إلى قطيع مكون من 100 رأس وبه pA = 0.6 حتى نرفع pA إلى 0.7 إذا كان pA=0.9 في القطيع الذي ستأتي منه الحيوانات المضافة ؟

$$\Delta q = m(q_m - q_0)$$
$$0.7 - 0.6 = m\,(0.9 - 0.6)$$
$$0.1 = m\,(0.3)$$
$$\therefore m = \frac{0.1}{0.3} = \frac{1}{3} = 0.333$$

3- الصدفة : Chance or Random drift

تحدث الصدفة عند تكوين كميتات الجيل الأول من الأباء حيث من المعلوم أن الفرد يحمل زوجاً من الاليلات لأي جين معين في موقع خاص وعليه فإن هذا الفرد سوف ينقل أحد هذين الآليلين بصورة عشوائية أو بالصدفة إلى أبنائه وعندما يكون مثلاً التركيب الوراثي للأباء خليطاً Aa فإنه في هذه الحالة قد ينقل للأبناء الأليل A أو a بمحض الصدفة المطلقة وعند اتحاد الكميتات لتكوين الجيل الأول فإن التأثير الناتج عن انتقال أحد هذين الاليلين من الأباء على الأبناء إذا ما انحاز وتكرر بشكل مستمر سيكون أثره كبيراً في تغير تكرار الجين . عادة يكون تأثير الصدفة قليل في العشائر الكبيرة عنه في الصغيرة أو عندما يكون عدد الذكور قليل . إن التغير الحاصل يسمى بالجنوح العشوائي Random drift وإن اتجاه هذا الجنوح لا يمكن تحديده مسبقاً غير إنه يمكن تقدير حجمه . فإذا فرضنا أن حجم العشيرة عند عمر التزاوج والتلقيح كان N فإنه تبعاً لذلك سيكون 2N من الكميتات في الموقع A وهناك نوعان محتملان لهذا الموقع A و a وتكرارهما q و 1-q على التوالي ونتيجة لأخذ العينات عشوائياً فأن تباين التغير في تكرار الجين سيكون مساوياً $\sigma^2\Delta q$ ،

$$\sigma^2\Delta q = \frac{q(1-q)}{2N}$$

وكلما زادت أعداد الحيوانات N أو عدد الكميتات 2N فأن التباين الناتج عن الصدفة سيكون قليل .

مثال[1] : إذا كان لديك عشيرة فيها تكرار الجين q =0.6 وعدد الحيوانات 100 ،فاحسب التغير الحاصل في التكرار الجيني نتيجة الصدفة .

$$\sigma^2\Delta q = \frac{q(1-q)}{2N}$$
$$= \frac{0.6(1-0.6)}{2N} = 0.0012$$
$$\therefore \Delta q = \sqrt{0.0012} = 0.034$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مثال 2 : في قطيع مكون من 100 رأس من أبقار الشورتهورن وجدت النسب التالية لألوان الشعر

	أحمر	طوبي	أبيض
	RR	Rr	rr
أعداد الحيوانات	47	44	9

أحسب التغير في التكرار الجيني نتيجة الصدفة .

$$G.F = \frac{D + \frac{1}{2}H}{N}$$

$$p.R = \frac{47 + 22}{100} = 0.69$$

$$qr = \frac{9 + 22}{100} = 0.31$$

$$\sigma^2 \Delta q = \frac{q(1-q)}{2N}$$

$$= \frac{0.31(1-0.31)}{2 \times 100} = 0.001$$

$$\therefore \Delta q = \sqrt{0.001} = 0.032$$

4- الانتخاب : Selection

عملية استبقاء حيوانات لكفائتها الإنتاجية العالية واستبعاد الأخرى لانخفاض أدائها الإنتاجي . هذا يعني السماح لحيوانات بأن تنجب أكثر من غيرها نظراً لأنها تحمل صفات أجود بنظر المربي ورغبته في أن ينشر هذه الجينات على حيوانات أكثر في الأجيال القادمة مما يؤدي إلى الزيادة في تكرار الجين . لكل عشيرة معدل لصفة ما وإن التزاوج العشوائي يحافظ على بقاء هذا المعدل إلا أن الانتخاب يؤدي عكس هذه العملية لانحيازه إلى التراكيب الوراثية المنتخبة الجيدة مؤدياً إلى تكرار الجين في الأبناء أو ما معناه زيادة في معدل الصفة. الانتخاب لا يحدث لصفة واحدة أو لجين واحد بل يجري على فرد واحد بكل ميزاته وعيوبه أو بكل ما يحمل من جينات . وإن تحسين معدل القطيع بواسطة الانتخاب دائمي ومستمر التأثير حيث يضاف سنة بعد أخرى . الانتخاب يعتمد في إجرائه على عدة شروط أولها معرفة تأثير الوراثة والبيئة على الصفة ،كما تختلف أساليب الانتخاب فهناك الانتخاب حسب الشكل المظهري ،حسب سجلات الفرد ،حسب النسل وهدف الانتخاب قد يكون لتحسين صفة واحدة أو عدة صفات في آن واحد .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

وبشكل عام فإن التحسين حول تكرار الجين المتوسط يكون ما بين 0.3 -0.7 على الأغلب . وإن الانتخاب إذا ما جرى لجين سائد فإن التحسين سيكون سريعاً في بداية الأمر ثم ينخفض تدريجياً والعكس صحيح إذا حدث الانتخاب لجين متنحي .

<u>مثال</u> : لديك العشيرة التالية احسب تكرار الجين فيها ومعل الإنتاج ،ثم ابدأ باستبعاد الأفراد المتدنية الإنتاج ولاحظ التغير الذي يحصل في تكرار الجين والأداء الإنتاجي للعشيرة .

Genotype	BB	Bb	bb
Performance	2.5	2.5	2
Frequency	720	960	320

فأن تكرار الجين B سيكون :

$$PB = \frac{720 + 480}{2000} = 0.6 \quad \therefore qb = 0.4$$

$$H.A = \frac{720 \times 2.5 + 960 \times 2.5 + 320 \times 2}{2000} = 2.42k.g$$

ولنفرض أننا نريد استبعاد الأفراد التي تنتج بمستوى 2 كغم . فإن القطيع سيكون بعد الانتخاب :

BB	Bb			
2.5	2.5	→	$G.F = \frac{720 + 480}{1680} = 0.7$	$\therefore qb = 0.3$
720	960			

أي أن الانتخاب رفع تكرار الجين من 0.6 إلى 0.7 وعليه فإن تزاوج الأفراد المنتخبة سيؤدي إلى أن التركيب الوراثي والمواصفات الإنتاجية في الجيل القادم ستكون كما يلي :

♀ \ ♂	B 0.7	b 0.3
B 0.7	BB 0.49	Bb 0.21
b 0.3	Bb 0.21	bb 0.09

أي أن أفراد الجيل القادم ستكون :

BB	Bb	bb	
2.5	2.5	2	
0.49	0.42	0.09	(1680×0.49) (1680×0.42) (1680×0.09)
823	706	151	

$$H.A = \frac{823 \times 2.5 + 706 \times 2.5 + 151 \times 2}{1680} = 2.45k.g$$

وهكذا فأن الزيادة في تكرار الجين المرغوب عن طريق الانتخاب أدت على زيادة في معدل إنتاج القطيع مقدارها 2.45-2.42=0.03 k.g وذلك خلال جيل واحد من الانتخاب .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مثال[4] : إذا كانت الأفراد BB ، Bb سوداء بينما الأفراد bb بيضاء ، أوجد التوزيع الكميتي الناتج من كل من العشائر الآتية علماً بأنها تتزاوج عشوائياً لأجيال عديدة :

BB	Bb	bb
سوداء		بيضاء

1- 96 أسود ، 4 أبيض

$$qb = \sqrt{\frac{4}{100}} = 0.2$$

$$\therefore pB = 1 - qb = 1 - 0.2 = 0.8$$

التوزيع الكميتي (0.8 B + 0.2 b)

التوزيع الزايكوتي (BB 0.64 + Bb 0.32 + bb 0.04)

2- 64 أسود ، 36 أبيض

$$qb = \sqrt{\frac{36}{100}} = 0.6$$

$$\therefore pB = 1 - qb = 1 - 0.6 = 0.4$$

التوزيع الكميتي (0.4 B + 0.6 b)

التوزيع الزايكوتي (BB 0.16 + Bb 0.48 + bb 0.36)

العوامل المؤثرة على تكرار الجين

يبقى تكرار الجين ثابتاً في مجموعة من الحيوانات في حالة التزاوج العشوائي فقط وبمعنى آخر أن متوسط أي صفة يبقى على معدله العام لكن يتغير هذا التكرار بجملة عوامل منها لاإرادية أي لا دخل للمربي فيها ومنها ما يستخدمها المربي لتغيير تكرار الجين في قطيعه . أهم هذه العوامل :

1- **الطفرة Mutation** : بشكل عام هي التغير الذي يحصل في المادة الكيميائية للجينات ينتج عنه تغيرات معينة تنتقل من جيل إلى آخر مستبعداً بذلك الشذوذ الكروموسومي . والطفرات نوعان نادرة الحدوث وهي التي لا تستطيع أن تحدث تغيراً في تكرار الجين مثلاً طفرة لكل 100000 جين ، لكن هذا لا يمنع من أهميتها وذلك لتراكمها على مدى الأجيال . والثانية متوالية الحدوث أي التي تحدث بشكل قريب ومنتظم وبمعدل معين بحيث يمكن للمربي أن يستفاد منها لتحسين إنتاجية حيواناته مثل طفرة تسبب مقاومة الحيوان لظروف بيئية صعبة . بشكل عام معظم الطفرات ضار ومميت لكنها مع ذلك تؤدي إلى نوع من التباين الوراثي الذي

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

يستفاد منه العربي كما حصل في ظهور الأرجل القصيرة لأغنام الـ Ancon البريطانية التي استغلها العربي في إنتاج سلالات اللحم . فإن الطفرات بشكل عام ضارة إلا في حالات منها :

1- أن يكون الجين الأصلي أقل فائدة تحت الظروف السائدة .

2- أن يكون أثرها ضئيل .

3- أن يكون لها علاقة بصلاحية النوع .

ويمكن التعبير عن التغيير الكمي في تكرار الجين نتيجة الطفرة كما يلي :

نفرض أن u تمثل معدل الطفور من A ⟵ a

وإن الطفور العكسي v تمثل a ⟵ A

فإذا أخذنا عشيرة تحت ظروف التزاوج العشوائي وتكرار الجين A هو p وتكرار a هو 1-p

حيث أن نسبة الجينات الطافرة من A ⟵ up= a

حيث أن نسبة الجينات الطافرة من a ⟵ vq= A

وعند حدوث التوازن بين معدلي الطفرتين :

$up=v(1-p)$

$up=v-vp \longrightarrow p(u+v)=v \longrightarrow p=\frac{v}{u+v}$

$q=1-p \longrightarrow q=1-\frac{v}{u+v}=\frac{u+v-v}{u+v}=\frac{u}{u+v}$

مثال[1]: أحسب قيمة pA في حالة الاتزان في الحالات الآتية :

1- $u=1\times10^{-5}$ $v=1\times10^{-6}$

$$pA=\frac{v}{u+v}=\frac{1\times10^{-6}}{(1\times10^{-5})+(1\times10^{-6})}=\frac{0.000001}{0.00001+0.000001}=0.09$$

$\therefore qa=1-pA \longrightarrow 1-0.09=0.91$

2- $u=4\times10^{-6}$ $v=7\times10^{-6}$

$$pA=\frac{v}{u+v}=\frac{7\times10^{-6}}{(4\times10^{-6})+(7\times10^{-6})}=\frac{0.000007}{0.000004+0.000007}=0.63$$

$\therefore qa=1-pA \longrightarrow 1-0.63=0.37$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مثال[2]: إذا علمت بأن $pA = 0.8$ وهي في حالة التوازن بالنسبة للطفرات فما هو معدل الطفرة من A ⟵ a إذا كان معدل الطفرة العكسية من $A=3\times10^{-6}$ ⟶ a .

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

$$0.8 = \frac{3\times10^{-6}}{u+3\times10^{-6}}$$

$$3\times10^{-6} = 0.8u + 2.4\times10^{-6}$$

$$0.8u = 3\times10^{-6} - 2.4\times10^{-6}$$

$$0.8u = 0.6\times10^{-6}$$

$$\therefore u = \frac{0.6\times10^{-6}}{0.8} = 75\times10^{-8}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

التربية الداخلية Inbreeding

وتسمى أيضاً تربية الأقارب . وتعرف بأنها تزاوج أفراد معامل القرابة بينهما أكبر من متوسطه في القطيع ويقاس شدة التربية الداخلية بالمعامل الذي اقترحه Wright (١٩٢١) والمسمى معامل التربية الداخلية Inbreeding Coefficient ويعرف بأنه الارتباط بين الكامطين المتحدين لتكوين الزايكوت ويرمز له بالرمز F .

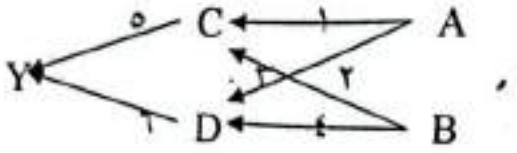
فمثلاً F_X هو معامل التربية الداخلية للفرد X وهو أيضاً يعبر عن احتمال تشابه الكاميطين المتحدين ليكونا هذا الفرد. وهذا التشابه ينتج إذا كان أبوي X بينهما صلة قرابة .

ومبدئيا يقدر معامل التربية الداخلية لفرد ما بنصف معامل القرابة بين أبويه . وذلك إذا لم يكن الأب المشترك للأباء نفسها مربى تربية داخلية . ولهذا يلاحظ أن معامل التربية الداخلية يخص فرداً ما بينما معامل القرابة يخص فردين دائماً .

١- إذا كانت أباء الفرد غير مرباة تربية داخلية :

فإن معامل التربية الداخلية = $\frac{1}{2}$ معامل القرابة بين الأبوين . $F_I = \frac{1}{2} R_{CD}$

مثال[1]: ماهو معامل التربية الداخلية للفرد Y في السجل الآتي ؟



أولاً : نحسب العلاقة بين أبوي Y أي بين C وD

$$R_{CD} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$$

∴معامل التربية الداخلية للفرد Y .

$$F_Y = \left(\frac{1}{2}\right) \times \left(\frac{1}{2}\right) = \frac{1}{4}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٢- حساب معامل القرابة في حالة وجود تربية داخلية :

إذا كان هناك فرد مربى تربية داخلية إي أنه يوجد ارتباط بين الكامطين اللتين اتحدتا لتكونا هذا الفرد ،فإنه سيكون أيضاً ارتباط بين الكامطتين الناتجة من هذا الفرد . وبذلك يمكن تعريف معامل التربية الداخلية : بأنه نسبة النقص في المواقع الاليلة الخليطةHeterozygosity أو الزيادة في المواقع الاليلية المتماثلة Homozygosity أي نقص الخليط وزيادة التماثل نتيجة لتزاوج أفراد بينهما قرابة . يجب أن ندخل في اعتبارنا معامل التربية الداخلية للأباء المشتركة عند حساب معامل القرابة بين الأفراد .

ومن هذا يمكن استنتاج أنه كلما زاد معامل التربية الداخلية للأب كلما زاد معامل القرابة بينه وبين أبنائه وبين أبنائه وبعضها من جهة أخرى ،أي انه كلما كان الأب مربى داخلياً بدرجة أكبر كلما زاد التشابه بينه وبين أبنائه وهذا هو المقصود الاصطلاح Prepotency أي قدرة الأب على إنتاج نسل مشابه له ولبعضه البعض في نفس الوقت وهو مايسمى أحياناً بطبع القطيع بطابع معين .

وعلى ذلك يكون التصحيح النهائي لمعامل القرابة بالصورة الآتية :

$$R_{XY} = \frac{\left[\sum \left(\frac{1}{2}\right)^{n} (1 + F_{CP})\right]}{\sqrt{1 + F_X}\sqrt{1 + F_Y}}$$

حيث أن :

F_{CP} = معامل التربية الداخلية للأب المشترك .

F_X = معامل التربية الداخلية للفرد X .

F_Y = معامل التربية الداخلية للفرد Y .

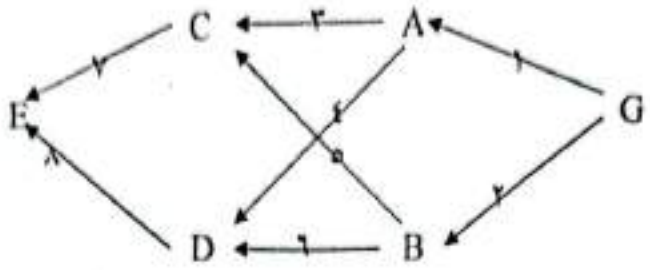
وهنا يجب إعادة تصحيح معامل التربية الداخلية ليدخل في حسابه التربية الداخلية للأب المشترك . فإذا كانت الكاميطتان المتحدتان من فردين لهما أب مشترك مربى تربية داخلية يكون الارتباط بين هاتين الكاميطتين أكبر منه عما إذا كان الأب المشترك غير مربى داخلياً ويكون معامل التربية الداخلية للفرد مساوياً لنصف بسط معامل القرابة بين أبويه .

$$F_X = \frac{1}{2}\left[\sum \left(\frac{1}{2}\right)^{n} (1 + F_D)\right]$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مثال٢: أحسب معامل القرابة ومعامل التربية الداخلية فيما يلي :

F_E ، F_D ، F_C ، R_{EG} ، R_{CG} ، R_{CD} ، R_{AB}



1- R_{AB}

$$R_{AB}=\left(\frac{1}{2}\right)^2=\frac{1}{4}$$

2- R_{CD}

الآباء المشتركة G ، A ، B

التشابه عن طريق A عبر الأسهم (٤،٣)

$$R_{CD}=\left(\frac{1}{2}\right)^2=\frac{1}{4}$$

التشابه عن طريق B عبر الأسهم (٦،٥)

$$=\left(\frac{1}{2}\right)^2=\frac{1}{4}$$

التشابه عن طريق G :

عبر الأسهم (٦،٢،١،٣)

$$=\left(\frac{1}{2}\right)^4=\frac{1}{16}$$

الطريق الثاني عبر الأسهم (٥،٢،١،٤)

$$=\left(\frac{1}{2}\right)^4=\frac{1}{16}$$

$$=\frac{1}{16}+\frac{1}{16}=\frac{2}{16}=\frac{1}{8}$$

ومعنى ذلك أن الجين ممكن أن يذهب من G إلى C عن طريق A أو B ،وممكن أن ينتقل من G إلى D عن طريق B أو A أيضاً.

∴مجموع احتمالات التشابه عن طريق الآباء المشتركة كلها

$$\frac{1}{4}+\frac{1}{4}+\frac{1}{8}=\frac{5}{8}$$

معامل التربية الداخلية للفرد C

$$F_C=\frac{1}{2}\left(\frac{1}{4}\right)=\frac{1}{8}$$

معامل التربية الداخلية للفرد D

$$F_D=\frac{1}{2}\left(\frac{1}{4}\right)=\frac{1}{8}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

∴ معامل القرابة بين C و D تساوي :

$$R_{CD} = \frac{\frac{5}{8}}{\sqrt{1+\frac{1}{8}}\sqrt{1+\frac{1}{8}}} = \frac{5}{9}$$

٣- R_{CG} (علاقة مباشرة)

الأب المشترك G

التشابه عن طريق A (٣،١) $= \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$

التشابه عن طريق B (٥،٢) $= \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$

$$\frac{1}{4}+\frac{1}{4}=\frac{1}{2}$$

$$F_C = \frac{1}{8} \quad , \quad F_G = 0$$

$$R_{CG} = \frac{\frac{1}{2}}{\sqrt{1+\frac{1}{8}}\sqrt{1+0}} = \frac{0.5}{1.06} = 0.47$$

R_{EG} (علاقة مباشرة)
الأب المشترك G وهو ليس مربى داخلياً

التشابه عن طريق (٧،٣،١) $\left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8}$

التشابه عن طريق (٧،٥،٢) $\left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8}$

التشابه عن طريق (٨،٤،١) $\left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8}$

التشابه عن طريق (٨،٦،٢) $\left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8}$

$$\frac{1}{8}+\frac{1}{8}+\frac{1}{8}+\frac{1}{8}=\frac{4}{8}=\frac{1}{2}$$

معامل التربية الداخلية للفرد E يساوي نصف بسط معامل القرابة بين أبويه C و D

$$F_E = \frac{1}{2}\left(\frac{5}{8}\right) = \frac{5}{16}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$$R_{EC} = \frac{\frac{1}{2}}{\sqrt{1+\frac{5}{16}\sqrt{1+0}}} = 0.436$$

أما بالنسبة لـ F_C ، F_D ، F_E فقد سبق حسابها .

٣- بطريقة التغاير الوراثي : وهي التغاير Covariance بين جينات فردين ومن خلاله يتم حساب درجة القرابة بينهما باستخدام مربع التغاير .

٤- بطريقة العالم مالكوت :Malecot

وهو مقياس آخر لدرجة القرابة بين الأفراد وقد اقترحه العالم الفرنسي Malecot (١٩٤٨) ويفيد في تفسير بعض العمليات الرياضية أحياناً .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner