حيث يمثل VF_2، و VB_1، و VB_2 تباينات الجيل الثانى، وعشائر التلقيحات الرجعية للأبوين الأول والثانى على التوالى (Mather & Jinks ١٩٧٧).

- $N = 0.25(0.75 - h + h^2)\, D^2/VF_2 - VF_1$

حيث إن:

$$h = (\bar{F}_1 \times \bar{P}_1) / (\bar{P}_2 - \bar{P}_1)$$

(Burton ١٩٥١).

ويشترط لتطبيق هذه المعادلة جميع الفروض التى أسلفنا بيانها بالنسبة لمعادلة Castle & Wright، ولكن مع افتراض أن لكل الجينات درجة واحدة من السيادة بدلاً من غياب السيادة

هذا . ولا يكون من المطلوب – غالبًا – تقدير عدد الجينات التى تتحكم فى الصفات الكمية، ذلك لأن دراستها والتعامل معها يأخذ أبعادا أخرى، هذا .. فضلاً عن أن تقديرات عدد الجينات المتحكمة فى الصفات الكمية – والمتحصل عليها بتطبيق تلك المعادلات – غالبًا ما يكون بعيدًا الحقيقة، نظرًا لعدم التوفر الكامل للفروض التى تلزم لتطبيق المعادلات فى معظم الحالات

القيم والمصطلحات المستخدمة فى وصف الصفات وراثيًا

إن موضوع هذا العنوان يشتمل على جزء كبير مما يتضمنه هذا الكتاب؛ ولذا فإننا نكتفى حاليًا بمجرد سرد لتلك القيم والمصطلحات، مع شرح موجز لبعضها (عن Singh & Naryanan)، وشرح أكثر تفصيلاً لبعضها الآخر تحت عناوين فرعية فى هذا الجزء، أما يحتاج منها إلى تفاصيل كثيرة . فإننا نتناولها بالشرح فى موضعها المناسب من الفصول الأخرى بهذا الكتاب.

قائمة بالقيم الإحصائية التى تلزم لتقدير القيم المستخدمة فى وصف وراثة الصفات الكمية

١ – المتوسط الحسابى.

٢ – المدى

٣ الانحراف القياسي Standard deviation (أو SD)، ويحسب كما يلي

$$SD = \sqrt{[N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2] / N(N-1)}$$

حيث إن

X - القيم المقيسة (بمكررات أو بدون مكررات)

N - عدد الملاحظات

٤ التباين Variance، وهو مربع الانحراف القياسي

٥ الخطأ القياسي standard error (أو SE)، ويحسب كما يلي

$$SE = SD / \sqrt{N}$$

٦ - معامل التباين coefficient of variation (أو CV)، ويحسب كما يلي

$$CV = (SD / \bar{X}) \times 100$$

٧ التباين الوراثي (VG)، والبيئي (VE)، وتباين الشكل المظهري (VP) وهي التي يمكن الحصول عليها من جدول تحليل التباين

٨ - معاملات الاختلاف لكل من التباين الوراثي (GCV)، والبيئي (ECV)، وتباين الشكل المظهري (PCV)، وهي تحسب كما يلي

$$GCV = \sqrt{VG} / \bar{X} \times 100$$

$$ECV = \sqrt{VE} / \bar{X} \times 100$$

$$PCV = \sqrt{VP} / \bar{X} \times 100$$

٩ - تحليل التباين المشترك

يمكن حساب كل من التباينات المشتركة covariances (أو Cov) الوراثية (Cov G)، والبيئية (Cov E) وللشكل المظهري (Cov P)، كما يلي

$$Cov\ G = MSt - Mse/r$$

$$Cov\ E = Mse$$

$$Cov\ P = Cov\ G + Cov\ E$$

حيث إن

MS مجموع مربعات الانحرافات مقسومًا على عدد درجات الحرية (mean square)

T، و e، و r تشير إلى ما يخص المعاملات، والخطأ التجريبي، وعدد المكررات على التوالى.

ويسمح تحليل التباين المشترك بتقدير درجة التوارث المشتركة coheritability، كما يلى.

$$\text{Coheritability } (xy) = (\text{Cov } G/\text{Cov. } P) \times 100$$

١٠ – تحليل الانحدار:

يعتبر معامل الانحدار regression coefficient مقياسًا إحصائيًا لمتوسط العلاقة القائمة بين متغيرين أو أكثر أحدهما غير مستقل والثانى مستقل؛ وبذا . فهو يقيس درجة اعتماد أحد المتغيرات على متغير آخر أو على متغيرين آخرين.

ومن خصائص معامل الانحدار (الذى يُعطى الرمز b)، ما يلى:

أ – يعبر عنه بالوحدات المستعملة فى القياس

ب – يمكن الحصول على معاملين للانحدار بين أى متغيرين (x، و y) حسبما يكون أيهما مستقل وأيهما غير مستقل. فعندما يكون العامل x مستقلاً، و y هى العامل غير المستقل يكون المعامل المقدر هو لانحدار y على x (أو b_{yx})، وبالعكس .. يكون المعامل المقدر هو لانحدار x على y (أو b_{xy}).

جـ – يكون لكلا المعاملين نفس الإشارة؛ فإذا كان b_{yx} موجبًا يكون b_{xy} موجبًا كذلك، والعكس صحيح.

د – إذا كان أحد معاملى الانحدار أكبر من الواحد الصحيح فإن معامل الانحدار الآخر يجب أن يكون أقل من الواحد الصحيح.

هـ – يتساوى المتوسط الهندسى لمعاملى الانحدار مع معامل الارتباط r هكذا:

$$r = \sqrt{b_{yx} \cdot b_{xy}}$$

و – يتساوى المتوسط الحسابى لمعاملى الانحدار مع معامل الارتباط أو يزيد عنه؛ فيكون:

$$(b_{xy} + b_{yx}) / 2 \geq r$$

ويكون معامل الانحدار بسيطًا أو جزئيًا، أو متعددًا، وسالبًا أو موجبا، وخطيًا أو غير خطى.

ويحسب معامل الانحدار من نتائج الدراسات التي تكون بغير مكررات، كما يلي:

$b_{yx} = \Sigma_{xy} - (\Sigma x \Sigma y / \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2$

$b = \Sigma - (\Sigma x \Sigma y / \Sigma x - (\Sigma x)$

كما يحسب معامل الانحدار من نتائج الدراسات التي تكون بمكررات، كما يلي

$b = Cov(xy) / Vx$

$b = Cov(xy) / Vy$

حيث إن:

Cov هو ـــ covariance بين x، و y

Vx، و Vy تباينات x، و y على التوالي

وتحسب معنوية معامل الانحدار باختبار t، ويتطلب الأمر تقدير قيمة t، كما يلي:

$t = b_{yx} / SE(b)$

وتقارن قيمة t المحسوبة مع القيمة الجدولية عند المستوى المرغوب فيه من المعنوية ودرجات الحرية المناسبة ويكون قيمة t المحسوبة معنوية إن كانت أعلى من قيمتها الجدولية

ومن أهم استعمالات معامل الانحدار في تربية النبات، ما يلي:

أ- يفيد في تحديد العلاقة بين السبب والتأثير لصفتين أو أكثر

ب – يفيد في تحديد العوامل المؤثرة في المحصول

جـ- يفيد في انتخاب الجيرمبلازم للتغيير بالانتخاب غير المباشر للمحصول من خلال الصفات المستقلة

د- يفيد في التنبؤ بسلوك النبات المنتخب في الجيل التالي

١١ - تحليل الارتباط

يشير تحليل الارتباط correlation analysis إلى شدة العلاقة بين متغيرين أو أكثر وتجانسها بالسالب أو بالموجب

يأخذ معامل الارتباط الرمز r، ويحسب معامل الارتباط البسيط، كما يلى:

$$rxy = Cov(xy) / \sqrt{(Vx)\ (Vy)}$$

حيث إن

rxy – الارتباط بين x، و y

(Cov (xy) = التباين المشترك بين x، و y

Vx، و Vy = تباينا x، و y، على التوالى

تقاس جوهرية الارتباط باختبار t عند ن–٢ من درجات الحرية.

مقارنة بين الارتباط والانحدار

يبين جدول (٢–٢) الفروق الرئيسية بين الارتباط والانحدار

جدول (٢–٢) الفروق بين الارتباط correlation والانحدار regression

الارتباط	الانحدار
١ – يقيس العلاقة المتبادلة بين متغيرين أو أكثر	يقيس العلاقة الوظيفية بين متغيرين
٢ – لا يتضمن علاقة سبب وتأثير	يدل على علاقة سبب وتأثير
٣ – يقتصر على دراسة العلاقات الخطية	يستعمل فى دراسات العلاقات الخطية وغير الخطية
٤ – أحيانًا قد يكون الارتباط عديم المعنى	لا يوجد انحدار عديم المعنى
٥ – يقيس درجة العلاقة بين متغيرين أو أكثر واتجاهها	يقيس درجة اعتماد أحد المتغيرات على متغير آخر أو أكثر
٦ – يكون مستقلا عن وحدة القياس	يعبر عنه بوحدة قياس المتغير

معامل التباين وأهميته

كثيرا ما يكون من المفضل مقارنة مدى تباين العشائر التى تختلف كثيرا فى متوسطاتها، وفى تلك الحالات لا تكون المقارنة على أساس الانحراف القياسى مفضلة لأن العشائر ذات المتوسطات العالية فى صفة ما غالبًا ما يكون انحرافها القياسى عاليا

كذلك، ويفضل حينئذٍ مقارنة العشائر على أساس قيمة معامل الاختلاف coefficient of variation الذى يعبر عن الانحراف القياسى كنسبة مئوية من المتوسط، كما يلى

$$C V = (SD/\bar{x}) \times 100$$

وتجدر الإشارة إلى أن قيمة الـ C V تكون مستقلة عن وحدات القياس، ولذا فإنها تفيد – كذلك – فى التعرف على مدى تباين أفراد العشيرة الواحدة – أو العشائر المختلفة - فى صفات مختلفة

وفى الدراسات البيولوجية يفضل – بصفة عامة – ألاّ يزيد معامل الاختلاف عن ١٠٪

قائمة بالقيم والمصطلحات المستخدمة فى وصف وراثة الصفات الكمية

تستخدم فى وصف وراثة الصفات الكمية القيم والمصطلحات التالية

١ – قيمة الشكل المظهرى phenotypic value

هى القيمة المقدرة للصفة فى الفرد الواحد.

٢ – قيمة التركيب الوراثى genotypic value

هى متوسط القيمة المقدرة للصفة (phenotypic value) فى العشيرة

٣ – متوسط تأثير الجين average effect of a gene

هو متوسط تأثير الجين فى موقع ما نتيجة لإحلال أحد الآليلات محل آخر

٤ – قيمة التربية breeding value

هى قيمة أحد الأفراد مقدرة من متوسط قيمة نسله، ذلك لأن قيمة الفرد تتحدد بمتوسط تأثيرات الجينات التى يحملها ويشار إلى تلك القيمة – كذلك - باسم التأثير الإضافى للجينات additive effects of genes

٥ – انحراف السيادة dominance deviation

يستخدم هذا المصطلح مع الإشارة إلى جين واحد، ويعنى به الفرق بين قيمة التركيب الوراثى وقيمة التربية.

٦ – انحراف التفاعل interaction deviation:

هو انحراف التفوق epistatic deviation الذى يحدث نتيجة لتفاعلات غير آليلية

٧ – تباين الشكل المظهرى phenotypic variance (VPh).

هو التباين الكلى الذى يلاحظ فى تجربة ما بالنسبة لإحدى الصفات، أو هو التباين الكلى لقيم الشكل المظهرى فى التجربة.

٨ – تباين التركيب الوراثى genotypic variance (VG).

هو التباين الذى ينتج عن التراكيب الوراثية، أو هو التباين الكلى لقيم التراكيب الوراثية

٩ – التباين الوراثى الإضافى additive genetic variance (VA):

هو تباين قيم التربية، أو هو تباين التأثير الإضافى للجينات، وهو يعد المقياس الرئيسى لمدى تشابه الآباء مع أنسالها، وهو المكون الفاعل فى عملية الانتخاب

١٠ – تباين السيادة dominance variance (VD)

هو التباين الذى يكون مرده إلى التفاعل الآليلى بين الآليلات المنعزلة فى الموقع الجينى الواحد. يقيس هذا التباين سلوك الآليلات فى الفرد الخليط ولا يعد هذا المكون فاعلاً فى عملية الانتخاب، وإنما يستفاد منه فى قوة الهجين

١١ – تباين التفوق epistatic variance أو التفاعل interaction (VI)

هو التباين الذى يكون مرده إلى التفاعل بين آليلات موقعين جينيين أو أكثر من الجينات المنعزلة. ويمكن أن يجزأ هذا التباين إلى مكوناته، مثل:

أ – تباين الإضافة × الإضافة additive x additive (VAA).

ب – تباين الإضافة × السيادة additive x dominance (VAD)

جـ – تباين السيادة × السيادة dominance x dominance (VDD)

وليس لأى من هذه المكونات الجزئية أى دور فى الانتخاب إلا إذا تضمنت تأثيرات إضافية كذلك، أما الباقيات فإن دورهن يستفاد منه فى قوة الهجين.

١٢ – درجة التوريث على النطاق العريض broad sense heritability (اختصارًا BSH).

هى نسبة التباين الإضافى من التباين الكلى، أى إن

$$BSH = (VG / VPh) \times 100$$

١٣ – درجة التوريث على النطاق الضيق narrow sense heritability (ختصارا NSH) هى نسبة التباين الإضافى من التباين الكلى، أى إن

$$NSH = (VA / VPh) \times 100$$

وتستجيب الصفات ذات درجات التوريث العالية للانتخاب بصورة أفضل من استجابة الصفات ذات درجات التوريث المنخفضة

١٤ – العلاقه بين الجينات وقيمة التركيب الوراثى

يمكن بيان العلاقة بين التراكيب الوراثية وقيمه التركيب الوراثى بالنسبه لموقع جينى واحد، كما يلى

التركيب الوراثى genotype	A_1A_1	A_1A_2	A_2A_2
قيمة التركيب الوراثى genotypic value	-a	(u)	d	+ a

حيث إن

u – متوسط قيمة التركيبين الوراثيين الأصيلين (+a، و -a) – صفرًا

d – قيمة التركيب الوراثى الخليط، وهى التى تعتمد على درجة السيادة (d/a)

١٥ - درجة السيادة (d/a)

تحسب درجة السيادة كما يلى

أ عندما تكون قيمة d – صفرا تنعدم السيادة (حالة $d/a = 0$)

ب - عندما تكون قيمة d أكبر من الصفر وأقل من a تكون السيادة جزئيه (حالة $0 < d/a$)

جـ – عندما تكون قيمة d مساوية لأى من a+ أو a- تكون السيادة تامة (حالة $d/a = 1$)

د - عندما تكون قيمة d أكبر من a+ أو أقل من a- تكون السيادة فائقة (حالة $d/a > 1$) (عن Agrawal ١٩٩٨)

١٦ – معامل الارتباط للشكل الظاهرى.

يقدر معامل الارتباط للشكل الظاهرى بين صفتين فى الجيل الثانى حسب المعادلة التالية:

$$rF_2\,xy = CovF_2\,xy \;/\; \sqrt{VF_2\,x \,.\, VF_2\,y}$$

حيث إن

r = معامل الارتباط.

x = قياس إحدى الصفتين.

Cov = التباين المشترك.

y = قياس الصفة الأخرى.

وتختبر جوهرية قيمة r باختبار t، وتحسب قيمة t بالمعادله التالية

$$t = r\sqrt{(n-2)(1-r^2)}$$

ويعد الارتباط الإيجابى معنويًا حينما تزيد قيمة t المحسوبة عن قيمتها الجدولية

١٧ – معامل الارتباط للتركيب الوراثى.

يحسب معامل الارتباط للتركيب الوراثى بين صفتين فى الجيلين الأول والثانى حسب المعادلة التالية:

$$rF_2G_{xy} = (Cov.\,xy\,F_2 - Cov.\,xy\,F_1) \;/\; \sqrt{(V_xF_2 - V_xF_1)\,(V_yF_2 - V_x\,F_1)}$$

حيث إن:

Cov. = التباين المشترك.

V =التباين.

x = قياسات إحدى الصفتين.

y = قياسات الصفة الأخرى.

١٨ – معاملات تباين الشكل المظهرى، والوراثى، والبيئى

يوفر تحليل التباين تقديرات لكل من معاملات تباين الشكل المظهرى، والتباين الوراثى، والتباين البيئى، وهى التى تستخدم – بدورها – فى تقدير معامل التباين coefficient of variation (أو CV) لكل منها، كما يلى:

$$PCV = (\sqrt{VP} / \bar{x}) \times 100$$
$$GCV = (\sqrt{VG} / \bar{x}) \times 100$$
$$ECV = (\sqrt{VE} / \bar{x}) \times 100$$

حيث إن

PCV، و PGV، و ECV هى معاملات تباين الشكل المظهرى، والتركيب الوراثى، والبيئى، على التوالى

VP، و VG، و VE هى تباينات الشكل المظهرى، والتركيب الوراثى، والبيئى، على التوالى

$\bar{x}$ - المتوسط

وتعطى القيم النسبية لتلك المعاملات فكرة عن مستوى التباين والاختلافات الموجودة فى العشيرة، وتفسر كما يلى:

أ – إذا كانت قيمة GCV أعلى عن PCV كان ذلك دليلا على قلة تأثر الصفة بالعوامل البيئية، ويكون الانتخاب لتلك الصفات مجديًا

ب – إذا حدث العكس، كان ذلك دليلا على تأثر الصفة بالعوامل البيئية بالإضافة إلى التركيب الوراثى، وقد يكون الانتخاب لتلك الصفات مضللا

جـ – أما إذا كانت قيمة ECV أعلى من كل من GCV، و PCV، كان ذلك دليلا على أن البيئة تلعب دورًا معنويًا فى ظهور الصفة، ولا يكون الانتخاب فى مثل تلك الصفات فعالا (عن Singh & Naryanan ١٩٩٣)

درجة السيادة

تعتبر درجة السيادة degree of dominance مقياسًا لمتوسط سيادة كل الجينات المتحكمة فى الصفة فى أحد الآباء على الجينات التى توجد فى الأب الآخر، وتحسب درجة السيادة بمقارنة المتوسطات المشاهدة لعشائر كل من الجيلين الأول (F_1)، والثانى (F_2)، والتلقيحات الرجعية إلى الأب الأول (B_1) والثانى (B_2) بالقيم المحسوبة التالية (عن Powers وآخرين ١٩٥٠)

المتوسط المشاهد الذى تنسب إليه درجة السيادة	القيمة المحسوبة التى يقارن بها المتوسط المشاهد
$\bar{F}_1$	$(\bar{P}_1 + \bar{P}_2) / 2$
$\bar{F}_2$	$(\bar{P}_1 + 2\bar{F}_1 + \bar{P}_2) / 4$
$\bar{B}_1$	$(\bar{P}_1 + \bar{F}_1) / 2$
$\bar{B}_2$	$(\bar{P}_2 + \bar{F}_1) / 2$

ويلى ذلك تقدير جوهرية الاختلافات بين المتوسطات الحسابية للعشائر (القيم المشاهدة) بالقيم التى تقارن بها (القيم المحسوبة)، باختبار "t" على النحو التالى

$$t = \frac{\text{المتوسط المشاهد} - \text{المتوسط المحسوب}}{\text{الانحراف القياسى للمتوسط المشاهد}}$$

فإن لم يوجد فرق معنوى بين المتوسط المشاهد والمتوسط المحسوب كان ذلك دليلاً على غياب السيادة

أما إذا وجد فرق معنوى بين المتوسطين .. فإن الحالة قد تكون واحدة من ثلاثة كما يلى:

١ - سيادة جزئية إذا كان المتوسط المشاهد للعشيرة بين متوسطها المحسوب، والمتوسط المشاهد لأحد الآباء

٢ - سيادة تامة عندما لا يختلف المتوسط المشاهد للجيل الأول - جوهريًا - عن المتوسط المشاهد لأحد الآباء

٣ - سيادة فائقة Overdominance عندما يزيد المتوسط المشاهد للجيل الأول على الأب الأعلى فى الصفة أو يقل عن الأب الأقل.

دليل السيادة

اقترح استعمال مصطلح دليل السيادة dominance index كبديل لمصطلحات السيادة، والتنحى، والإضافة وتبعًا لهذا الاقتراح فإن دليل السيادة (D) يقدر كما يلى:

$$D = (W - H) / (W - M)$$

حيث إن W، و H، و M هى قيم الشكل المظهرى لكل من: الطراز العادى، والهجين، والطراز الطفرى، على التوالى

وعندما تكون قيمة D مساوية لـ ٠,٥ فإن ذلك يعنى وجود تأثير إضافى (عن Rhodes وآخرين ١٩٩٢)

القوة النسبية للجينات

تقدر القوة النسبية (P) لمجموعة من الجينات potence ratio (وهو مسمى آخر لدرجة السيادة) بالمعادلة التالية

$$P = (\bar{F}_1 - MP) / \frac{1}{2} (\bar{P}_2 - \bar{P}_1)$$

علما بأن MP هى متوسط الأبوين.

ويستفاد من تقدير القوة النسبية للجينات (P أو potence ratio) فى تحديد طبيعة السيادة واتجاهها، كما يلى:

قيمة P	حالة السيادة
صفر	غياب السيادة
+١ أو -١	سيادة تامة
أقل من +١ إلى أكثر من -١ عد الصفر	سيادة جزئية
أكثر من +١ أو أقل من -١	سيادة فائقة

وفى غياب السيادة يقال بأن الجينات ذات تأثير إضافى (Mather & Jinks ١٩٧٧)

وور الجنوح عن التوزيع الطبيعى

يعتبر الجنوح skewenss عن التوزيع الطبيعى فى عشائر الجيل الثانى دليلا على الانحراف عن التأثير الإضافى للجينات المتحكمة فى الصفات الكمية، وتقدر درجة الجنوح على النحو التالى

$$\text{درجة الجنوح} = \frac{٣ (\text{المتوسط المشاهد للجيل الثانى} - \text{القيمة الوسطى median})}{\text{الانحراف القياسى للجيل الثانى}}$$

يستعمل اختبار "t" لتحديد مدى جوهرية الجنوح المحسوبة، مع حساب قيمة "t" على النحو التالى (عن Snedecor ١٩٥٦)

$$ت = \frac{\text{درجة الجنوح}}{\sqrt{٦ن\ (ن - ١)\ /\ (ن - ٢)\ (ن + ١)\ (ن + ٣)}}$$

حيث تمثل (ن) عدد أفراد الجيل الثانى وتدل قيمة الجنوح الموجبة على زيادة عدد الأفراد ذوى القيم الأقل من المتوسط، بينما تدل القيمة السالبة على زيادة عدد الأفراد ذوى القيم الأعلى من المتوسط