الفصل العاشر

درجة التوريث

يرتبط مفهوم درجة التوريث Heritability – عادة – بالصفات الكمية، إلا إنه لا يوجد ما يحول دون استعمالها مع الصفات البسيطة التى تتأثر كثيرًا بالعوامل البيئية ويعنى بدرجة التوريث: مدى تطابق ظهور الصفة فى الأنسال، مع ظهورها فى آبائها من النباتات المنتخبة، أو هى القدرة على توريث صفة ما من نبات منتخب إلى نسله

وتعرف درجتان للتوريث، هما درجة التوريث على النطاق العريض broad sense heritability (اختصارًا: BSH)، ودرجة التوريث على النطاق الضيق narrow sense heritability (اختصارًا: NSH)، بالإضافة إلى ما يعرف بدرجة التوريث المدركة أو الواقعة، ودرجة التوريث المشتركة coheritability.

تأخذ درجة التوريث على النطاق العريض – عادة – الرمز H، بينما تأخذ درجة التوريث على النطاق الضيق الرمز h^2، وأحيانًا الرمز h إذ إنها ليست مربعًا لقيمة ما وفى أحيان أخرى يُميز بين درجتى التوريث باستعمال الحروف التحتية المناسبة، مثل h^2_B لدرجة التوريث على النطاق العريض، و h^2_N لدرجة التوريث على النطاق الضيق، وقد تأخذ درجتا التوريث الرمزين BSH، و NSH على التوالى.

ويمكن أن يعبر عن درجة التوريث إما على صورة كسر عشرى، وإما على صورة نسبة مئوية بضرب الكسر العشرى فى (١٠٠)

تعريف بدرجتى التوريث الرئيستين وأهميتهما

درجة التوريث على النطاق العريض أو المطلق

تحسب درجة التوريث على النطاق العريض Broad Sense Heritability (تكتب اختصارًا: BSH، ويرمز لها كثيرًا بالرمز H) بالمعادلة التالية (عن Burton ١٩٥١):

$$BSH = V_G / V_{Ph}$$

حيث يمثل V_G، و V_{Ph} التباين الوراثى والتباين الكلى (تباين الشكل المظهرى Phenotypic Variance) على التوالى، ويحصل على هذه القيم من العلاقات التالية

$$V_{Ph1} = V_{Ph2}$$

$$V_{Ph2} = V_G + V_E$$

$$V_E = (V_{P1} + V_{P2} + V_{F1})/3$$

ويتبين من ذلك أن درجة التوريث على النطاق العريض تمثل نسبة التباين الوراثى إلى التباين الكلى، الذى يشمل التباين الوراثى والتباين البيئى، وقد تحسب كنسبة مئوية للتباين الوراثى من التباين الكلى، وقد يحسب التباين البيئى على أساس أنه الجذر التربيعى لحاصل ضرب تباينى الأبوين (Frey & Horner ١٩٥٧)

$$V_E = \sqrt{V_{P1} \times V_{P2}}$$

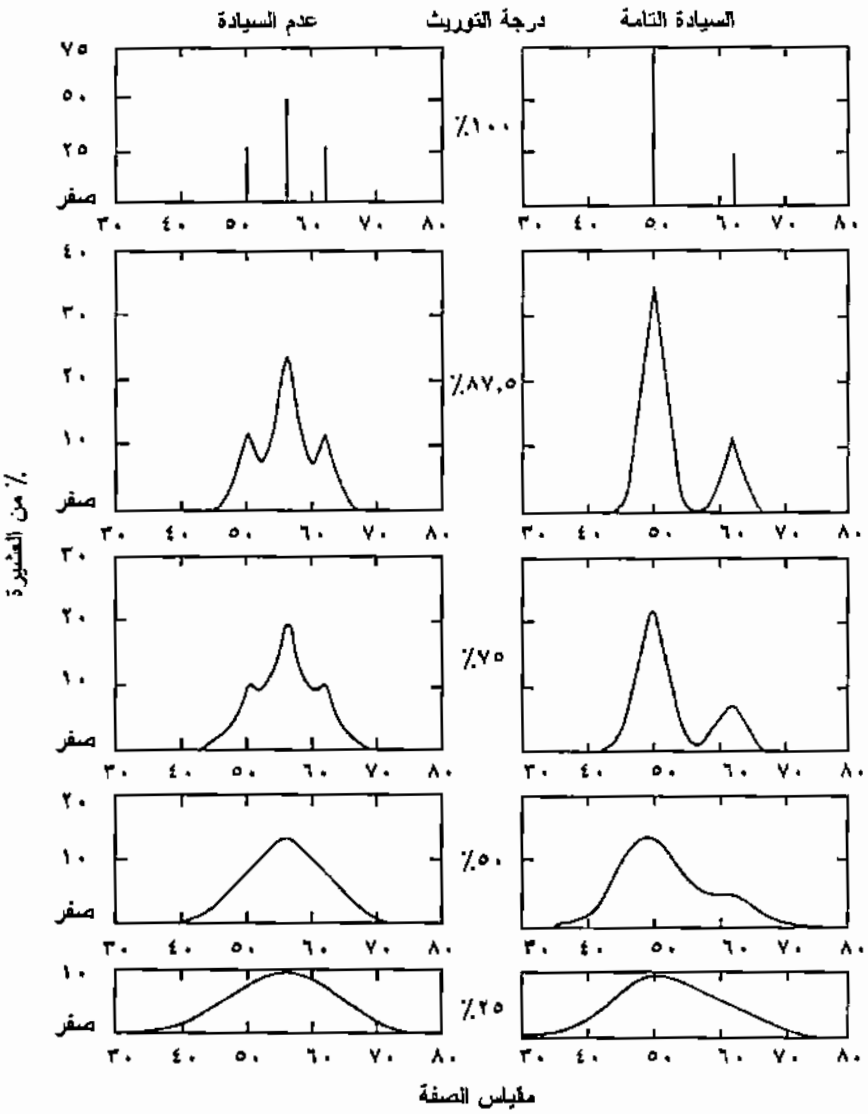
وإذا توفرت بيانات عن الصفة فى الجيل الأول فإنه يفضل حساب التباين البيئى على أساس أنه الجذر التكعيبى لحاصل ضرب تباين الجيل الأول فى تباينى الأبوين كما يلى.

$$V_E = \sqrt[3]{V_{Ph1} \times V_{F1} \times V_{P2}}$$

يعاب على أى من الطرق السابقة فى حساب التباين البيئى أن الأبوين قد يكون تأثرهما بالعوامل البيئية أعلى بكثير من تأثر نباتات الجيل الثانى، وهو ما يحدث حينما يكون الأبوان سلالات مرباة تربية داخلية من محاصيل تلقح – خلطيًا - بدرجة عالية فى الطبيعة، حيث تكون الآباء ضعيفة النمو، بينما تظهر قوة الهجين فى نباتات الجيل الثانى، لذا يفضل - فى حالات كهذه – اعتبار تباين الجيل الأول ممثلاً للتباين البيئى.

ويتبين من المعادلات المستعملة فى حساب درجة التوريث أن قيمة BSH تزداد كلما قل تأثر الصفة بالعوامل البيئية. ويوضح شكل (١٠-١) كيف يبدو ذلك عمليًا فى توزيع صفة بسيطة (يتحكم فيها جين واحد) بين أفراد الجيل الثانى، عند اختلاف درجة التوريث التى تقل – تدريجيًا – من ١٠٠٪ إلى ٢٥٪ مع الاتجاه من أعلى لأسفل فى الشكل. وبينما تمثل الرسوم البيانية – فى العمود الأيمن – التوزيع المتوقع للصفة فى

حالات السيادة التامة .. فإن العمود الأيسر يمثل التوزيع المتوقع فى حالات غياب السيادة. ويفترض فى جميع الأشكال أن الأبوين يختلفان فى ١٢ وحدة من الوحدات التى تقاس بها الصفة.



شكل (١٠-١): التوزيعات المتوقعة فى الجيل الثانى لصفة بسيطة، يتحكم فيها جين واحد تبلغ درجة توريثها (من أعلى لأسفل فى الشكل) ١٠٠٪، و ٨٧,٥٪، و ٧٥٪، و ٥٠٪، و ٢٥٪ فى حالتى السيادة التامة (العمود الأيمن)، وغياب السيادة (العمود الأيسر). راجع المتن للتفاصيل (عن Allard ١٩٦٤).

يلاحظ من الشكل أن الأشكال المظهرية تكون ممثلة تمامًا للتراكيب الوراثية المتعزلة فى الجيل الثانى، حينما لا تتأثر الصفة بالعوامل البيئية، أى حينما تكون درجه التوريث ١٠٠٪، وهو ما يلاحظ - عادة - فى عديد من الصفات البسيطة، كلون الأزهار مثلاً ومع نقص درجة التوريث إلى ٥ ٨٧٪ يبدأ ظهور تداخل فى الشكل المظهرى بين فئات التراكيب الوراثية الثلاثة فى حالة غياب السيادة، وبين التراكيب السائدة والمتنحية فى حالة السيادة التامة، ويحدث ذلك نتيجة لتأثير البيئة على الشكل المظهرى للفرد؛ حيث تزيد قيمة الصفة بدرجات متفاوتة فى بعض الأفراد، وتقل بدرجات متفاوتة - كذلك - فى أفراد أخرى، تحمل جميعها نفس التركيب الوراثى ويزداد هذا التداخل مع زيادة تأثر الصفة بالعوامل البيئية - أى مع نقص درجة التوريب إلى أن تختفى الحدود بين توزيع فئات التراكيب الوراثية وبينما يقترب توزيع الصفة - بين أفراد الجيل الثانى - من التوزيع الطبيعى عند غياب السيادة فإنه يكون مجنحا Skewed نحو الصفة السائدة فى حالة السيادة.

وتكون درجة التوريث مرتفعة - عادة - فى الصفات البسيطة والنوعية عامة، بينما تكون منخفضة فى الصفات الكمية، التى تشمل معظم الصفات الاقتصادية المهمة؛ فنجد أن درجة توريث بعض الصفات فى نبات الذرة - على سبيل المثال - تقدر بنحو ٧٠٪ بالنسبة لصفة طول النبات، و ٢٥٪ بالنسبة للمحصول، و ١٧٪ بالنسبة لصفة طول الكوز

وترجع أهمية درجة التوريث إلى أن الانتخاب لصفة ما تقل فاعليته كلما انخفضت درجة التوريث؛ لأن النباتات المنتخبة ربما لا تعكس حقيقة التراكيب الوراثية المرغوب فيها.

لذا .. فإن التعامل مع الصفات ذات درجات التوريث المنخفضة يتطلب أمرين هما:

١ - انتخاب عدد كبير من النباتات التى تظهر بها الصفة، لأن جزءًا كبيرا منها لا يكون ممثلا للتركيب الوراثى المرغوب فيه

٢ - اختبار نسل النباتات المنتخبة قبل الاستمرار فى الاعتماد عليها فى برنامج

التربية، ويفضل أن يختبر النسل فى مكررات، عندما تكون الصفة المعنية كمية، وذات درجة توريث شديدة الانخفاض

درجة التوريث على النطاق الضيق

إن أهم مكونات التباين الوراثى المؤثرة على فاعلية عملية الانتخاب هى التباين الإضافى، فمع افتراض أن الصفة يتحكم فيها جين واحد، ولا تتأثر بالعوامل البيئية (الرسوم العلوية من شكل ١٠-١) . نجد أن أى نبات منتخب - عند غياب السيادة - يكون ممثلاً للتركيب الوراثى المرغوب فيه، بينما تكون النباتات المنتخبة الحاملة للصفة السائدة - فى حالة السيادة - من أحد تركيبين وراثيين هما: السائد الأصيل، أو السائد الخليط وتزداد الحالة تعقيدًا كلما انخفضت درجة توريث الصفة - بطبيعة الحال - كما أن التفاعل بين الجينات غير الآليلية، والتفاعلات بين التأثيرات المختلفة للجينات وبعضها البعض، وبين الجينات وتأثير البيئة يقلل بدرجة أكبر من جدوى الانتخاب، لأن النباتات المنتخبة لا تكون ممثلة للتراكيب الوراثية المرغوب فيها، الأمر الذى لا يتأتى إلا حينما تكون الجينات التى تتحكم فى الصفة ذات تأثير إضافى، ولذا .. فإن درجة التوريث الأهم للمربى هى تلك التى تأخذ فى الاعتبار نسبة التباين الإضافى (V_A) إلى التباين الكلى (V_{Ph})، أو هى النسبة المئوية للتباين الإضافى من التباين الكلى، وتسمى درجة التوريث على النطاق الضيق Narrow Sense Heritability (تكتب اختصارًا NSH، ويرمز لها - كثيرًا - بالرمز h^2) وتكتب معادلتها العامة كما يلى

$$NSH = V_A / V_{Ph}$$

يعد التباين الإضافى (V_A) أهم مكونات هذه المعادلة، وتتبع عدة طرق لإيجاده (الفصول ٦-٨)، أو لإيجاد درجة التوريث عل النطاق الضيق مباشرة، كما سيأتى بيانه فى هذا الفصل

طرق تقدير درجات التوريث

تتنوع كثيرا الطرق المستخدمة فى تقدير درجات التوريث بمختلف صورها، وتتباين معها القيمة المقدرة. وبينما لا تتطلب بعض طرق التقدير إجراء أى تلقيحات أو دراسة للصفات المعنية فى مختلف العشائر الوراثية التى تنتج من التلقيح. فإن غالبية الطرق