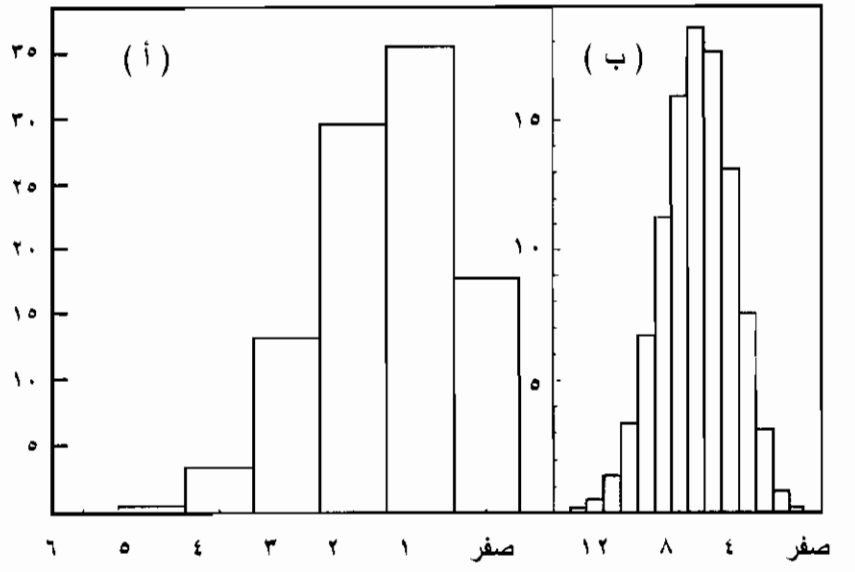


شكل (٥-٣): التوزيع المتوقع لصفة سائدة يتحكم فيها ٦ جينات (على اليسار)، أو ٢٤ جينًا (على اليمين). راجع المتن للتفاصيل (عن **Falconer** ١٩٨١).

الفعل الجينى

تعرف خمسة تأثيرات رئيسية للجينات والتفاعلات بينها، هى كما يلى:

١ - تأثير الإضافة additive gene effect.

٢ - تأثير السيادة dominance gene effects.

٣ - تأثير التفوق epistatic gene effects.

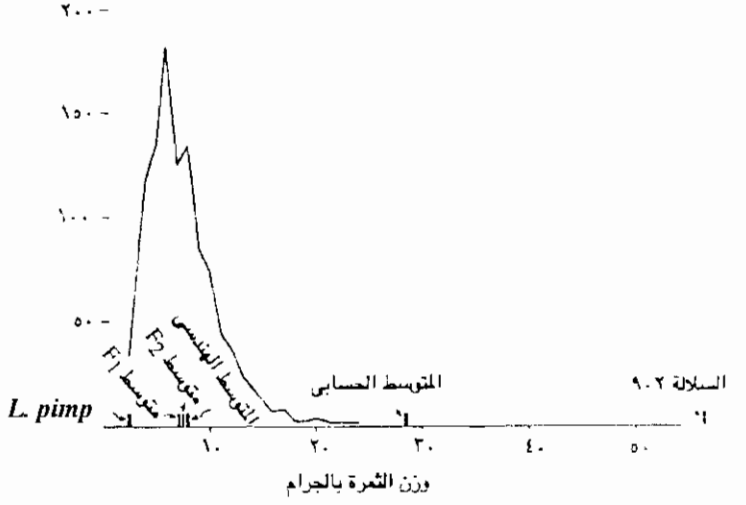
٤ - تأثير السيادة الفائقة overdominance gene effects.

ونقدم فى جدول (٥-٤) مثالاً توضيحيًّا للأنواع الأربعة السابقة الذكر من الفعل الجينى.

يلاحظ من جدول (٥-٤) أنه فى كل حالة من حالات الفعل الجينى .. تعطى عدة تراكيب وراثية أشكالاً مظهرية متشابهة. وفى هذا المثال كان لكل من الجينين A، و B تأثيرات متماثلة على الصفة، إلا أن ذلك لا يحدث بالضرورة. فقد يكون تأثيرها على الصفة متباينًا. كذلك فإن بعض الجينات قد يكون لها تأثيرات متعددة (أى تكون pleiotrpopic)، وتؤثر على الصفات المختلفة بطرق مختلفة.

وعندما يكون تأثير الجينات إضافيًا، فإنه يمكن إجراء الانتخاب للصفات المرغوب فيها بقدر كبير من الثقة، وهو ما لا يمكن تحقيقه إذا ما كان تأثير الجينات بالسيادة أو بالتفوق.

أما تأثير السيادة الفائقة فإنه يمكن الاستفادة منه فى الهجن، ومن خلال التكاثر اللاإخصابى، وعند مضاعفة العدد الكروموسومى للهجن العقيمة التى تنتج من التلقيح بين الأنواع البعيدة.



شكل (٥-٤): توزيع صفة وزن ثمرة الطماطم فى الجيل الثانى للتلقيح بين سلالة من *Lycopersicon pimpinellifolium* وسلالة الطماطم رقم ٩٠٢؛ راجع المتن للتفاصيل (عن Briggs & Knowles ١٩٦٧).

جدول (٥-٤): التأثيرات الممكنة للفعل الجينى. يفترض فى هذا المثال وجود زوجان من العوامل الوراثية المتحكمة فى الصفة، وأن كل آليل سائد يضيف وحدة واحدة إلى الصفة التى يتراوح مداها - تبعًا لتلك الافتراضات بين صفر، و ٤ (عن Poehlman & sleper ١٩٩٥).

التراكيب الوراثية:	AA	Aa	aa
	تأثير الإضافة gene additive effects		
BB	٤	٣	٢
Bb	٣	٢	١
bb	٢	١	صفر

تابع جدول (٥-٤):

التراكيب الوراثية:	AA	Aa	aa
	تأثير السيادة dominance gene effects		
BB	٤	٤	٢
Bb	٤	٤	٢
bb	٢	٢	صفر
	تأثير التفوق epistatic gene Effects		
BB	٤	٤	صفر
Bb	٤	٤	صفر
bb	صفر	صفر	صفر
	تأثير السيادة الفائقة over daminance gene effects		
BB	٢	٣	١
Bb	٣	٤	٢
bb	١	٢	صفر

٥ – التأثير الهندسي أو التضاعفي:

يظهر التأثير الهندسي geometric action للجينات في بعض الصفات كصفة حجم الثمار مثلاً، حيث تتفاعل الجينات مع بعضها بطريقة ليست إضافية additive، وإنما تضاعفية multiplicative، وهو ما يتمشى مع طبيعة الصفة، حيث يكون الحجم حاصل ضرب أرقام، وليس بحاصل جمع أبعاد، ويقال إن الجينات ذات تأثير هندسي geometric gene action عندما تكون المتوسطات الهندسية المحسوبة بمختلف العشائر الهندسية أقرب إلى القيم الملاحظة لهذه العشائر، بينما يقال إن الجينات ذات تأثر حسابي arithmatic gene action عندما تكون متوسطاتها الحسابية أقرب إلى قيمتها الملاحظة. وتحسب المتوسطات الهندسية على النحو التالي (Powers & Lyon ١٩٤١).

- المتوسط الهندسي المتوقع للجيل الأول =

$$\sqrt{\text{المتوسط المشاهد للأب الأول} \times \text{المتوسط المشاهد للأب الثاني}}$$

● المتوسط الهندسى المتوقع للجيل الثانى = العدد المقابل (antilogarithm):

(لوغاريتم المتوسط المشاهد للأب الأول + ٢ لوغاريتم المتوسط المشاهد للجيل الأول + لوغاريتم المتوسط المشاهد للأب الثانى)/٤ أو هو =

$$\sqrt{\text{المتوسط المشاهد للأب الأول} \times \text{المتوسط المشاهد للأب الثانى} \times \text{ضعف المتوسط المشاهد للجيل الأول}}$$

● المتوسط الهندسى المتوقع للتلقيح الرجعى للأب الأول =

$$\sqrt{\text{المتوسط المشاهد للجيل الأول} \times \text{المتوسط المشاهد للأب الأول}}$$

● المتوسط الهندسى المتوقع للتلقيح الرجعى للأب الثانى:

$$\sqrt{\text{المتوسط المشاهد للجيل الأول} \times \text{المتوسط المشاهد للأب الثانى}}$$

ويمكن التعرف على طبيعة فعل الجينات بمقارنة المتوسطات الحسابية arithmetic means والهندسية geometric means المتوقعة لكل من الأبوين، والجيلين الأول والثانى، والتلقيحيين الرجعيين .. مقارنتها مع المتوسط المشاهد لكل عشيرة باستعمال اختبار t.

ويمكن تصور التأثيرين الإضافى والهندسى للجينات بمثال تزيد فيه قيمة الصفة بزيادة عدد الجينات التى تتحكم فيها على النحو التالى:

١ – فى حالة التأثير الإضافى: قد تكون قيمة الصفة: ٣، و ٦، و ٩، و ١٢؛ حيث يزيد كل جين إضافى قيمة الصفة بمقدار ٣ وحدات؛ أو ١، و ١.١، و ١.٢، و ١.٣؛ حيث يزيد كل جين إضافى قيمة الصفة بمقدار ٠.١ وحدة.

٢ – فى حالة التأثير الهندسى: قد تكون قيمة الصفة ٣، و ٩، و ٢٧، و ٨١؛ حيث يزيد كل جين إضافى قيمة الصفة بمقدار ثلاثة أضعاف القيمة السابقة؛ أو ١، و ١.١٠، و ١.٢١، و ١.٣٣١، و ١.٤٦٤١؛ حيث يزيد كل جين إضافى قيمة الصفة بمقدار ١.١٠ ضعف القيمة السابقة، أى يضيف حوالى ١٠٪ إلى القيمة السابقة.

ويلاحظ أن توزيع الأفراد فى الأجيال الانعزالية يكون دائمًا مجنَّحًا skewed عندما تكون الجينات ذات فعل هندسى، وللتأكد من صحة فرضية التأثير الهندسى للجينات

.. يجب ألا تختلف القيم المشاهدة لعشائر الجيلين الأول والثانى. وكذلك التلقيحات الرجعية – معنويًا – عن القيم المحسوبة على أساس التأثير الهندسى. ويؤدى تحويل القيم المشاهدة – للأفراد فى حالة الصفات التى تؤثر عليها الجينات بطريقة هندسية – تحويلها إلى لوغاريتمات. إلى أن يصبح توزيع الأفراد قريبًا من التوزيع الطبيعى.

وبينما لا يوجد أى ارتباط بين متوسطات أو تباينات الآباء والجيلين الأول والثانى وعشائر التلقيحات الرجعية فى حالة التأثير الإضافى للجينات .. نجد أن هذه القيم تكون مرتبطة ببعضها، عندما تكون الجينات ذات تأثير هندسى. ويصاحب زيادة المتوسطات زيادة التباينات فى حالة التأثير الهندسى. بينما لا يشترط ذلك فى حالة التأثير الإضافى، حيث قد تصاحب زيادة المتوسطات زيادة أو نقص فى التباينات (Brewbaker ١٩٦٤).

تقدير عدد الجينات المتحكمة فى الصفات الكمية

تستخدم بعض المعادلات فى تقدير عدد الجينات التى تتحكم فى الصفات الكمية، نذكر منها ما يلى:

- $$N = \frac{D^2}{8(VF_2 - VF_1)}$$

حيث تمثل N الحد الأدنى لعدد الجينات المتحكمة فى الصفة وتمثل D الفرق بين متوسطى الأشنية[وين، و VF2, VF1 تباينى الجيلين الأول والثانى على التوالى (Castle & Wright ١٩٢١). وتفترض هذه المعادلة ما يلى:

١ – عدم وجود أى ارتباط أو تفاعل بين الجينات المتحكمة فى الصفة.

٢ – لكل الجينات درجة واحدة من الأهمية فى التأثير فى الصفة.

٣ – غياب السيادة.

٤ – يكون أحد الأبوين – فقط – هو مصدر جمع الآليلات المؤثرة فى الصفة فى أحد الاتجاهات.

- $$N = \frac{D^2}{8VA}$$