الفصل الخامس

الصفات الكمية وكيفية التعامل معها

سبق تعريف الصفات الكمية بأنها الصفات التى يوجد فيها استمرار فى الشكل المظهرى، والتى تتدرج من مستوى إلى آخر دون وجود فواصل محددة بين المستويات المختلفة، كما فى صفات الطول، والمحصول، وقوة النمو، وموعد النضج ... إلخ. ونظرًا لأن دراستها تستدعى القياس؛ لذا فإنها تسمى metrical traits أى الصفات المقيسة. وبرغم أن بعض الصفات الكمية يتحكم فى وراثتها جين واحد رئيسى major gene إلا أن غالبيتها يتحكم فيها عدد كبير من العوامل الوراثية multiple factors. وبينما تدرس الفئة الأولى منها كصفات بسيطة. يمكن – غالبًا – تمييز مجاميع أفرادها وعدّها فى الأجيال الانعزالية .. فإن دراسة الفئة الثانية منها يدخل فى نطاق علم الوراثة الكمية Quantitative Genetics وهو موضوع يستمد أهميته من أن الصفات الكمية تشكل أهم الصفات الاقتصادية التى يهتم بها المربى. فى الوقت الذى تحتاج فيه إلى طرق خاصة فى دراستها، وتداولها عند التربية.

خصائص الوراثة الكمية

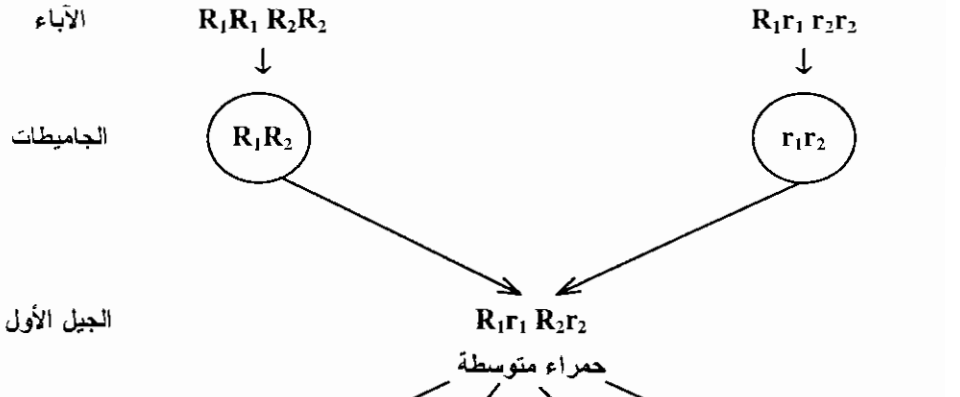
يعد كل من نلسون وإيلى Nilson-Ehle (١٩٠٨–١٩٠٩) فى السويد، وإيست East (١٩٠٦–١٩٣٦) فى الولايات المتحدة الأمريكية من أوائل العلماء الذين تناولوا الصفات الكمية بالدراسة، وهما اللذان أثبتا أن الصفات الكمية تسلك فى وراثتها سلوك الصفات الوصفية.

دراسات نلسون وإيلى

قام نلسون وإيلى بإجراء تلقيح بين سلالتين نقيتين من القمح. إحداهما حمراء الحبوب. والأخرى بيضاء؛ فكانت حبوب الجيل الأول وسطًا بين صفتى الأبوين. أى

كانت السيادة غير تامة، وتدرجت حبوب الجيل الثانى من اللون الأحمر القاتم إلى اللون الأبيض وأمكن تمييزها إلى خمس فئات مظهرية كانت بنسبة ١ : ٤ : ٦ : ٤ : ١.

فسرّ نلسون وإيلى هذه النتائج على أساس أن صفة لون الحبوب يتحكم فيها زوجان من الجينات المتفارقة المتماثلة التأثير، أى إن كلاً منها مماثل للآخر فى تأثيره فى إظهار صفة لون الحبوب الحمراء، وأن تأثير هذه الجينات مُجَمّع cumulative، بمعنى أنه كلما زاد عدد الجينات السائدة كان اللون الأحمر أكثر تركيزًا (شكل ٥-١، وجدول ٥-١).



جاميطات الجيل الأول	R_1R_2	R_1r_2	r_1R_2	r_1r_2
R_1R_2	$R_1R_1\ R_2R_2$ حمراء دكنة	$R_1R_1\ R_2r_2$ حمراء متوسطة الدكنة	$R_1r_1\ R_2R_2$ حمراء متوسطة الدكنة	$R_1r_1\ R_2r_2$ حمراء متوسطة
R_1r_2	$R_1R_1\ R_2r_2$ حمراء متوسطة الدكنة	$R_1R_1\ r_2r_2$ حمراء متوسطة	$R_1r_1\ R_2r_2$ حمراء متوسطة	$R_1r_1\ r_2r_2$ حمراء فاتحة
r_1R_2	$R_1r_1\ R_2R_2$ حمراء متوسطة الدكنة	$R_1r_1\ R_2r_2$ حمراء متوسطة	$r_1r_1\ R_2R_2$ حمراء متوسطة	$r_1r_1\ R_2r_2$ حمراء فاتحة
r_1r_2	$R_1r_1\ R_2r_2$ حمراء متوسطة	$R_1r_1\ r_2r_2$ حمراء فاتحة	$r_1r_1\ r_2r_2$ حمراء فاتحة	$r_1r_1\ r_2r_2$ بيضاء

شكل (٥-١): وراثة لون الحبوب فى القمح.

جدول (٥–١): نسب التراكيب الوراثية والأشكال المظهرية التى تظهر فى الجيل الثانى لفرد خليط فى عاملين وراثيين (R_1r_1 R_2r_2) يتحكمان فى لون البذرة فى القمح ولهما تأثير متجمع.

التركيب الوراثى	النسبة	عدد الآليلات السائدة	الشكل المظهرى	النسبة
$R_1R_1R_2R_2$	١	٤	أحمر قاتم	١
R_1r_1 R_2R_2	٢	٣	أحمر متوسط الدكنة	٤
R_1R_1 R_2r_2	٢	٣	أحمر متوسط الدكنة	
R_1r_1 R_2r_2	٤	٢	أحمر متوسط	٦
R_1R_1 r_2r_2	١	٢	أحمر متوسط	
r_1r_1 r_2R_2	١	٢	أحمر متوسط	
R_1r_1 R_2r_2	٢	١	أحمر فاتح	٤
r_1r_1 R_2r_2	٢	١	أحمر فاتح	
r_1r_1 r_2r_2	١	صفر	أبيض	١

دراسات إيست

درس إيست وراثة طول الزهرة (طول التويج) فى التبغ، وهى صفة قليلة التأثر بالعوامل البيئية. وأجرى إيست تلقيحًا بين سلالتين نقيتين من التبغ البرى *Nicotiana longiflora* تختلفان اختلافًا واضحًا فى طول الزهرة، وحصل على النتائج المبينة فى جدول (٥–٢)، ثم درس الاختلافات بين الآباء وأفراد الأجيال الأول والثانى والثالث، وتوصل منها (وكذلك من دراسات أخرى أجراها على طول الكوز فى الذرة) إلى ما يلى:

١ – تتشابه الاختلافات التى تظهر بين نباتات الجيل الأول – والناتجة من التلقيح بين أفراد نقية – مع الاختلافات التى تظهر بين نباتات الآباء، وتكون جميعها اختلافات راجعة إلى الظروف البيئية فقط.

٢ – تظهر اختلافات أكبر فى الجيل الثانى؛ نتيجة حدوث الانعزالات الوراثية. ويمكن الحصول على التراكيب الوراثية للأبوين إذا زرع عدد كاف من النباتات فى هذا الجيل.

٣ – تعطى النباتات المختلفة مظهريًا – فى الجيل الثانى – أنسالاً ذات متوسطات مختلفة فى الجيل الثالث.

وقد نجح إيست فى تطبيق قوانين مندل على الصفات الكمية التى درسها.

جدول (٥-٢): التوزيع التكرارى لطول تويج الزهرة فى نباتات الآباء (P_1، و P_2)، والجيل الأول (F_1)، والجيل الثانى (F_2) للتلقيح بين سلالتين نقيتين من *Nicotiana longiflora*.

الجيل	سنة الزراعة	مركز مجموعات التوزيع التكرارى (مم) لطول تويج الزهرة																			العدد	المتوسط	معامل الاختلاف	الانحراف القياسى
		٣٤	٣٧	٤٠	٤٣	٤٦	٤٩	٥٢	٥٥	٥٨	٦١	٦٤	٦٧	٧٠	٧٣	٧٦	٧٩	٨٢	٨٥	٨٨	٩١	٩٤	٩٧	١٠٠	الكلى			
P_1	١٩١١		١٣	٨٠	٣٢																				١٢٥	٤٠,٥	١,٧٥	٤,٣٣
P_1	١٩١٢		٤	٢٨	١٦																				٤٩	٤٠,٦	٢,٠٠	٤,٩٢
P_1	١٩١٣		٤	٣٢	١																				٣٧	٣٩,٨	١,٠٩	٢,٧٤
F_1	١٩١١								٤	١٠	٤١	٧٥	٤٠	٣											١٣٧	٦٣,٥	٢,٩٢	٤,٦٠
P_2	١٩١١																			٦	٢٢	٤٩	١١		٨٨	٩٣,٥	٢,٢٩	٢,٤٦
P_2	١٩١١																			٢	١٦	٣٢	٦	١	٤٧	٩٣,٤	٢,٢٣	٢,٣٩
P_2	١٩١١																			٥	٧	١٠	٢		٢٤	٩٢,١	٢,٧٠	٢,٩٣
F_2 (١)	١٩١٢ (أ)							١	٥	١٦	٢٣	١٨	٦٢	٣٧	٢٥	١٦	٤	٢	٢	٢					٢١١	٩٧,٥	٥,٩١	٨,٧٥
F_2 (٢)	١٩١٢ (أ)							٢	٤	٢	٢٤	٣٧	٣١	٣٨	٣٥	٢٧	٢١	٥	٦	١					٢٣٣	٦٩,٨	٦,٧٩	٩,٧٢

(أ) حصل على نسلى الجيل الثانى من نباتى جيل أول.

السمات المميزة للصفات الكمية

يمكن تلخيص أهم خصائص وراثة الصفات الكمية فى أنه يتحكم فيها عدة عوامل وراثية، ذات تأثير كبير واضح. يطلق عليها عادة اسم major genes، وعوامل وراثية أخرى كثيرة ذات تأثير بسيط، يطلق عليها اسم polygenes (وتسمى – أحيانًا – الجينات الثانوية minor genes). وتعد الجينات الثانوية أكثر تأثرًا بالعوامل البيئية من الجينات الرئيسية. ولكن لا يمكن قياس تأثير البيئة على كل عامل منها على حدة. وبينما يكون تأثير الجينات الرئيسية فى الشكل المظهرى كبيرًا .. فإن تأثير الجينات الثانوية لا يظهر إلا بعد تجمع عدد كبير منها فى التركيب الوراثى، وتعد هى الأساس فى التطور وعملية الانتخاب الطبيعى.

تتميز الجينات الثانوية – أيضًا – بأنها تنعزل بكثرة. وتتوزع على أعداد كبيرة من التراكيب الوراثية (= $٣^{ن}$ حيث ن هى عدد أزواج الجينات التى يختلف فيها الأبوان)، وتتميز كذلك بأن الشكل المظهرى لا يتأثر كثيرًا بإحلال جين محل آخر. لذا .. فإن تراكيب وراثية كثيرة يمكن أن تعطى نفس الشكل المظهرى، كما تكون معظم العشائر الخلطية التلقيح خليطة إلى حد كبير فى هذه العوامل. وأخيرًا .. فإن هذه الجينات الثانوية (أو الـ polygenes) .. قد تكون ذات تأثير متعدد على الشكل المظهرى. وقد تكون محورة لفعل جينات أخرى modifiers، أو مثبطة لها suppressors.

ومن أهم خصائص الوراثية الكمية – أيضًا – ما يعرف بالانعزال الفائق الحدود transgressive segregation حيث يظهر فى الجيل الثانى لبعض التلقيحات أفراد تزيد عن الأب الأعلى. أو تقل عن الأب الأقل فى الصفة المدروسة. ويحدث ذلك عندما يختلف الأبوان فى الجينات المسئولة عن الصفة، أو فى بعضها، مما يؤدى إلى انعزال أفراد فى الجيل الثانى، تحتوى على آليلات من تلك التى تزيد من الصفة. تزيد عن تلك الموجودة فى الأب الأعلى، أو تتركز فيها الآليلات التى تخفض من الصفة.

تحديد فئات ونسب الانعزالات الوراثية والمظهرية فى الجيل الثانى للصفات الكمية

يتبين من دراستنا لخصائص الوراثة الكمية أن عدة تراكيب وراثية يمكن أن تعطى نفس الشكل المظهرى، فعلى سبيل المثال .. لو أن صفة كمية يتحكم فيها ثلاثة أزواج