كلية الزراعة

قسم المحاصيل الحقلية

د. زياد عبد الجبار عبد الحميد

المحاضرة السابعة

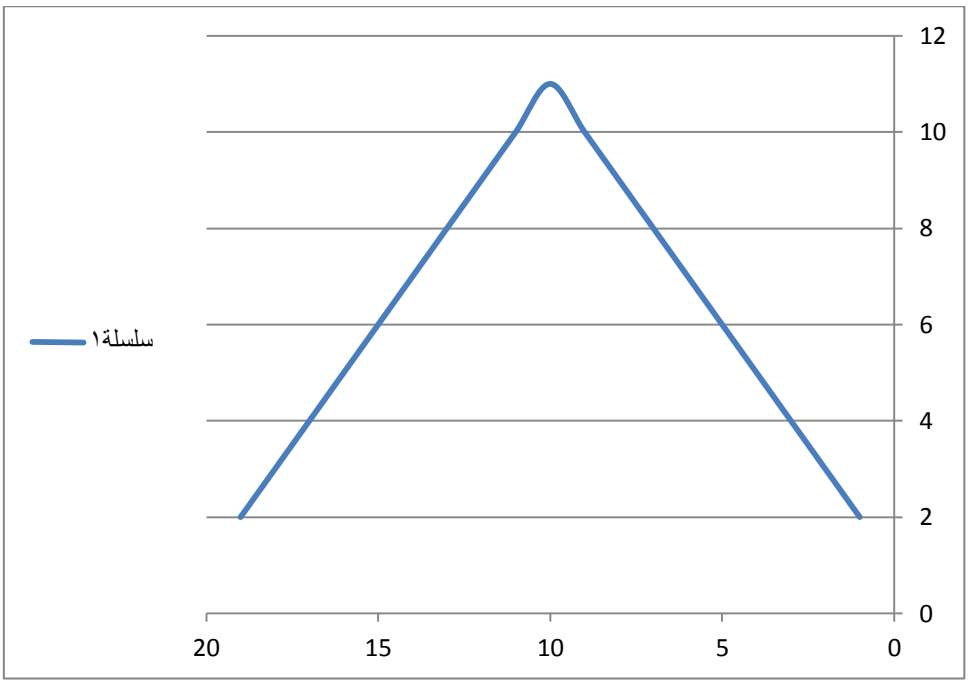
الوراثة الكمية وعلاقتها بنباتات خلطية التلقيح

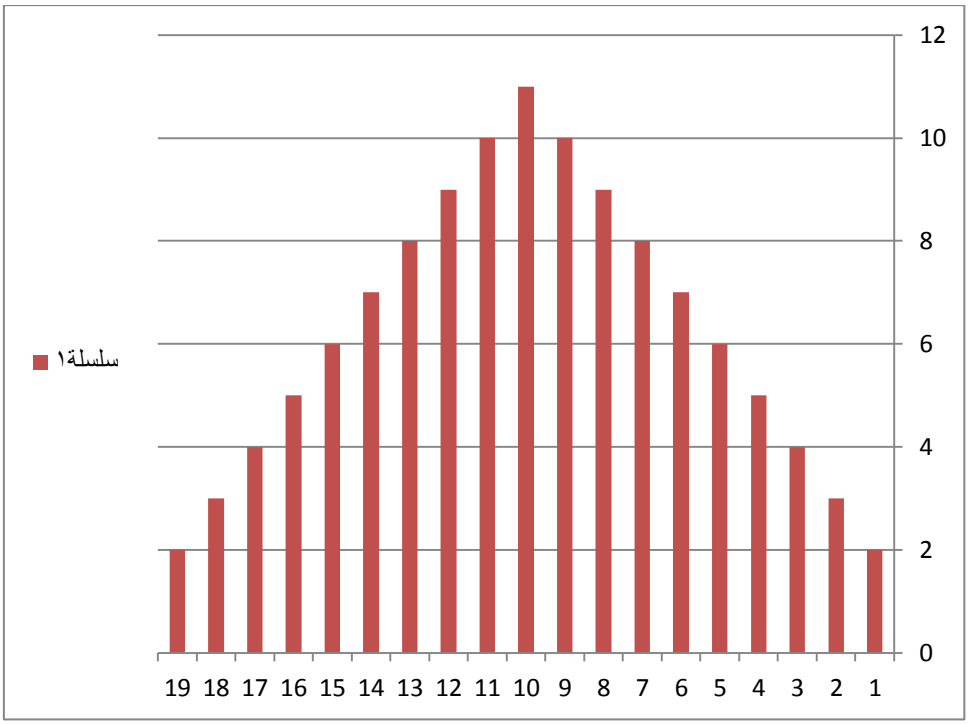
التوارث الكمي Quantitative Inheritance

أن زيادة عدد الجينات المسيطرة على صفة ما تجعل طبيعة وراثتها واسلوب انتقالها من الاباء الى النسل مختلف تماماً عما هو عليه في الوراثة المندلية حيث ان تأثر الصفة التي يتحكم بها عدد كبير من الجينات كصفة الحاصل وبعض الصفات الاقتصادية الاخرى يكون كبيراً بالعوامل البيئية المحيطة بها وتكون درجة توارثها مختلفة ولهذا فأن الانعزال الوراثي للعوامل الوراثية المسيطر على مثل هذه الصفات (الكمية) في الجيل الثاني وحسابها يختلف تماماً عن الوراثة المندلية فالصفات الكمية تقاس بأستخدام الطرق الاحصائية .

الصفات الكمية هي الصفات التي فيها استمرار في الشكل المظهري ، وتتدرج من مستوى الى اخر دون وجود فواصل محددة بين المستويات المختلفة كما في صفة الطول والحاصل وقوة النمو وموعد النضج ، تتأثر الصفات الكمية بعدد كبير من الجينات (الأليلات) التي لها تأثير صغير تجميعي ، وتأثر البيئة تأثيراً كبيراً في تحديد مظهر هذه الصفات وأغلب ماتكون هذه الصفات ذات أهمية اقتصادية كبيرة.

وتأتي اهمية دراسة الصفات الكمية من حقيقة كونها ت}لف أهم الصفات الاقتصادية وتحتاج الى طرق خاصة في دراستها عند التربية لأجلها ، ولأن قيم الطرز المظهرية للفرد تحددها قياسات (مثل الطول بالسنتمتر) وليس فئة وصفية (نوعية) منفصلة مثل اللون ، فإن الفروق بين فردين هي مسألة الدرجة (سم) وليس النوع (اللون) ، ولأن الفروق بين الافراد هي مسألة درجات فأن الصفات الكمية في عشيرة ما تشكل ما يسمى بالتوزيع المستمر أي يأخذ التوزيع التكراري لمعظم الصفات الكمية شكل المنحنى الطبيعي، لذلك في الدراسات على الصفات الكمية تطبق خواص المنحنى الطبيعي ، وفي بعض الاحيان قد يضطر الباحث الى تغيير وحدة القياس حتى ينطبق التوزيع المشاهد على التوزيع الطبيعي قدر الامكان.





شكل يوضح توزيعاً لصفة كمية (الطول) في عشيرة ينتج عنه منحنى طبيعي ومتوسط يقسم المنحنى الى نصفين عند القمة.

التباين Variance

التباين هو حدوث الاختلافات بين الافراد بسبب التغيرات في التركيب الوراثي Genotype و أو الظروف البيئية Enviromental فعند زيارة حقل من حقول تربية الاجيال الانعزالية لنبات الحنطة يُلاحظ وجود اختلافات أو تباينات بين النباتات في صفات متعددة وخاصة الكمية Quantitative traitsكالطول وحجم المساحة الورقية وعدد الاشطاء وغيرها .تعد الاختلافات الظاهرة بين افراد النوع الواحد أساساً في استمرار بقائه وتطوره وتحسينه عبر عمليات التربية ، فلولا هذه الاختلافات لما كان هناك حياة على وجه الارض منذ أمد بعيد ، والكائنات الحية لدى تعرضها لظروف بيئية قاسية ، أو اجهادات إحيائية أو غير إحيائية مختلفة (كالامراض والجفاف والملوحة والصقيع والبرودة .... الخ) يمكن ان تقضي عليها ، وما أرتقت هذه الأنواع وتطورت ، لأن تطور الكائنات الحية إلى أشكال مختلفة يحدث بفعل الإنتخاب الطبيعي ولا يمكن ان يحدث إلا في وجود الاختلافات Variance ، ومن ثم ما أمكن تحسينها ببرامج التربية التقليدية وهي بدورها تعتمد كيراً على هذه الختلافات .

أنواع التباين

يرجع التباين الموجود داخل الانواع النباتية الى مصدرين رئيسيين

1- التباين الوراثي Genetic variation

وهو نوع من التباين يعود الى الاختلاف في التركيب الوراثي للأفراد فعند زراعة صنفين من الحنطة مثلا أباء 99 ورشيد نلاحظ وجود اختلافات واضحة بين الصنفين في الكثير من الصفات كطول النباتات والغلة ودرجة مقاومتها للاجهادات الاحيلئية واللااحيائية ومحتوى حبوبها من المركبات النشوية والبروتين. اما درجة توريث هذه الصفات وظهورها في الاجيال اللاحقة فتختلف من صفة لاخرى.

ويمكن تقسيم التباين الوراثي G σ^2 الى المكونات الاتية

أ- التباين الاضافي Additive variation

ويرمز له بالرمز A σ^2 وهو جزء من التباين الوراثي يعود الى الفعل المتجمع للجينات .

ب- التباين السيادي Dominance variation

ويرمز له بالرمز D σ^2 وهو جزء من التباين الوراثي يعود الى الفعل السيادة (تامة وغير تامة وفائقة)

ج- تباين التفوق Epistasis variation

ويرمز له بالرمز I σ^2 وهو جزء من التباين الوراثي العائد الى ظاهرة التفوق

***2- التباين البيئي* Environmental variation**

ويرمز له E σ^2 وهو نوع من التباين يظهر بين أفراد متماثلة في تركيبها الوراثي نتيجة تعرضها لظروف نمو مختلفة ، فعند زراعة أصناف ناتجة من سلالات نقية في بيئات مختلفة (تباين صفات التربة الفيزياوية والكيمياوية ، شدة ضوئية متباينة ، ....الخ) تظهر بعض الاختلافات بين النباتات ، الا انها لاتورث من جيل الى جيل وتزول بزوال المسبب البيئي الذي عمل على أظهارها ، فمثلاً يلاحظ وجود تباين كبير في قوة نمو نباتات أحد أصناف الشعير وطوله وحجمه *عند زراعته في تربة ملحية بالمقارنة مع النباتات* المزروعة في تربة غير ملحية.

مما سبق يمكن تعريف الشكل أو الطراز المظهري Phenotype *بأنه* التعبير الاتي عن التركيب الوراثي ضمن ظروف بيئية محددة . *اما الطراز الوراثي* Genotype فهو مجموعة الجينات التي تؤثر في صفات النبات والتي ورثها من آبائه . فمهما اختلفت الظروف البيئية فان التركيب الوراثي يظل ثابتاً تقريباً ، في حين ان الشكل المظهري يتغير بتغير الظروف البيئية ، وقد تتشابه الاشكال الظاهرية على الرغم من أن مكوناتها الوراثية مختلفة .

يمكن التعبير عن ذلك

مظهر الفرد = التركيب الوراثي للفرد + تأثير البيئة + تداخل التركيب الوراثي مع البيئة

$$P = G + E + I$$

نسبة التوريث والتوارث الكمي Heritability and Quantitative Inheritance

فالتوارث Inheritance: هو عملية انتقال الصفة بكاملها من الاباء الى الابناء دون وجود تغاير وراثي بين الافراد فمثلا اباء كان لون ازهارها حمراء انتجت ذرية ذات ازهار حمراء اي ان الصفة انتقلت بكاملها من الاباء الى الابناء لهذا لا يمكن اجراء انتخاب او تحسين للصفة لعدم وجود تغاير بين افرادها.

التوريث Heritability: هو مقدار التغيير الوراثي في صفة معينة الذي يحصل بين جيل واخر فلو اخذنا صفة الحاصل وهي صفة كمية لا يمكن ان تنتقل من الاباء الى الابناء دون تغيير وليس من الضروري ان يكون حاصل الذرية مشابها لحاصل الاباء لان الصفة كمية وتكون محكومة بعدد كبير من الجينات والتوريث ليست لها علاقة بالصفات النوعية التي لا يمكن تحسينها لعدم وجود تغايرات بين افراد الجماعة الواحدة لتلك الصفة لان مفهوم التوريث يرتبط اساسا في دراسة الصفات الكمية ذات القيم المتدرجة وليس له علاقة بالصفات النوعية من هنا تقيس درجة التوريث مقدار التغيير الوراثي لصفة معينة من جيل الى اخر او تقيس مقدار التغاير الوراثي منسوبا الى مجموعة التغاير الكلي كما في المعادلةالتالية:

$$H^2_{B.S}\,\% = \frac{\sigma^2 G}{\sigma^2 G + \sigma^2 E} \times 100$$

وهنا تكون $H^2_{B.S}$ درجة التوريث بالمعنى الواسع معبرا عنها بنسبه مئوية و (σ^2 G) التباين الوراثي منسوبا الى التباين المظهري، كما وان مجموع التباين الوراثي والتباين البيئي يساوي التباين المظهري

$$\sigma^2 P = \sigma^2 G + \sigma^2 E$$

ويمكن ان يعرف التوريث بانه ذلك الجزء من التباين المظهري الذي يكون وراثيا لصفة معينة كما في المعادلة التالية.

$$H^2_{B.S}\% = \frac{\sigma^2 G}{\sigma^2 P} \times 100$$

ويمكن القول بان التوريث عبارة عن مقياس ما يقدمة التركيب الوراثي الى مجموع الاختلافات (اختلافات المظهر الخارجي) اي ان تباين المظهر الخارجي او P σ^2 = تباين الجيل الثاني (الجيل الانعزالي) F_2 σ^2 بحيث تصبح (σ^2 P = σ^2 F_2)

ولحساب درجة السيادة

$$\bar{a} = \sqrt{\frac{2\sigma^2 D}{\sigma^2 A}}$$

حيث ان $\sigma^2 A$ = التباين الاضافي و $\sigma^2 D$ = التباين السيادي

اذا كانت قيمة $\bar{a}$ = 1 فهذا يدل على وجدود سيادة تامة اما اذا كانت قيمة $\bar{a}$ > 1 يعني وجود سيادة جزئية

ا ما اذا كانت قيمة $\bar{a}$ < 1 يعني وجود سيادة فائقة

وقد ذكر Frey , Homer يمكن حساب التباين البيئي على اساس الجذر التربيعي لحاصل ضرب تبايني الابوين $\sigma^2 E = \sqrt{\sigma^2 P1 \times \sigma^2 P2}$

وإذا توفرت بيانات عن الصفة في الجيل الاول فأنه يفضل حساب التباين البيئي على اساس أنه الجذر التربيعي لحاصل ضرب تباين الجيل الاول في تباين الابوين ،

كما يلي:

$$\sigma^2 E = \sqrt{\sigma^2 F_1 \times \sigma^2 P1 \times \sigma^2 P2}$$

مثال / اذا كان التباين البيئي σ^2 E = 20 والتباين الوراثي σ^2 G = 50 جد درجة التوريث بالمعنى.الواسع.

$$H^2_{B.S}\,\% = \frac{\sigma^2 G}{\sigma^2 G + \sigma^2 E} \times 100 \quad = \frac{50}{70} \times 100 = 71.4\%$$

فاذا تم حساب نسبه التوريث لصفه الحاصل لمحصول ما وكانت نسبه التوريث 50 % وهذا يعني بأنه في حاله انعزال العوامل الوراثية للمجتمعات في الجيل الثاني 50 % من الاختلاف في الحاصل يعود الى تأثير العوامل الوراثية وتكون فرصه الانتخاب جيده وتزداد فرصة الانتخاب كلما ارتفعت نسبه التوريث اما اذا انخفضت نسبه التوريث فهذا يعني ان هنالك تأثير للعوامل البيئية ويمكن ان تغطي على العوامل الوراثية ومن هذا نستنتج بان كلا العوامل الوراثية والبيئية مهمه لان الجين المسيطر على صفه معينه لا يمكن ان يظهر الا بوجود البيئة المناسبة ولكن هنالك طريقه افضل لحساب درجه التوريث بالمعنى الضيق على اساس فعل الجين الاضافي لان نسبه التوريث بالمعنى الضيق هي التي تحدد طريقه التربية التي يلجا اليها مربي النبات الانتخاب ام التهجين فاذا كانت مرتفعة يلجا الى الانتخاب واذا كانت منخفضه يلجا الى التهجين ويتم تقديرها من خلال المعادلة التالية

$$h^2_{n.s}\% = \frac{\sigma^2 A}{\sigma^2 P} \times 100$$

حيث ان

$h^2_{n.s}$ = نسبه التوريث بالمعنى الضيق

σ^2 A= التباين الاضافي

وتعد $h^2_{n.s}$ اكثر اهميه لمربي النبات من $H^2_{B.s}$ لان النوع الاول لا تنعزل فيه الصفة من جيل الى اخر حيث تتجمع الجينات من النوع المصنف اما النوع الثاني فيمثل التغاير الكلي (التغلب وقوه الهجين والتفوق المضيف) ويكون نسبه ما يحصل عليه المربي في الانتخاب قليل اضافه الى الانعزال الوراثي .

تتراوح قيمه التوريث بين الصفر و(1) وهذا يعادل 100% فاذا كان σ^2 G =σ^2 P فان h^2 % تساوي (1) او 100 % اما اذا كان σ^2 E =σ^2 P فان σ^2 G =صفر

ان درجه التوريث هي من اهم المعالم الوراثية التي يجب معرفتها لأي صفه كميه وتتوقف عليها الامور التالية

1- معرفه وتحديد الطريقة المتبعة لتربيه وتحسين المحصول للصفة المدروسة

2- ان قيمتها بالمعنى الضيق $h^2_{n.s}$ تعطي فكره عن درجه التشابه بين الاقارب

3- تعتبر مهمه لتقدير مقدار التحسين الوراثي المتوقع لأي دوره انتخابية.

4- استخدامها في وضع دلائل الانتخاب.

يمكن استخراج التحسين الوراثي للصفة من خلال المعادلة التالية $\Delta G = K h^2_{n.s} \sigma p$

حيث ان

$h^2_{n.s}$ % = درجه التوريث بالمعنى الضيق

ΔG = التحسين الوراثي الذي يتم الحصول عليه من الدورة الانتخابية

σP = الانحراف القياسي للتباين المظهري

K = ثابت شده الانتخاب

شده الانتخاب % في المجتمع	K (ثابت الانتخاب)
% 2	2.42
% 5	2.06
% 10	1.7

مثال:

اجري تضريب بين صنفين من الذرة الصفراء وكان حاصل نباتات $P_1 = 60$ غم/نبات وحاصل نباتات $P_2 = 40$ غم/نبات ونسبة التوريث بالمعنى الضيق 16% وكان الانحراف المعياري لصفة حاصل النبات 5 والتباين السيادي 7.7 احسب

1- التباين البيئي 2- درجة السيادة وما نوعها 3-نسبة التوريث بالمعنى الواسع

$$h^2_{n.s} = \frac{\sigma^2 A}{\sigma^2 P} \times 100 \quad = \frac{16}{100} = \frac{\sigma^2 A}{25}$$

$$\sigma^2 A = \frac{400}{100} = 4$$

$$\bar{a} = \sqrt{\frac{2\sigma^2 D}{\sigma^2 A}} \rightarrow \quad a = \sqrt{\frac{2(7.7)}{4}} \quad = \sqrt{3.85} = 1.96$$

نوع السيادة فائقة لأنها اكبر من واحد

$$\sigma^2 G = \sigma^2 A + \sigma^2 D \rightarrow 4 + 7.7 = 11.7$$

$$\sigma\, p = \sqrt{\sigma^2 p}$$

$$\sigma^2 E = \sigma^2 P - \sigma^2 G \rightarrow \sigma^2\, E = 25 - 11.7 = 13.3$$

$$\%H^2{}_{B.S} = \frac{\sigma^2 G}{\sigma^2 P} \times 100 = \frac{11.7}{25} \times 100 = 46.8\,\%$$

الصفات الكميه والصفات النوعية

من الصعوبة تحديد وراثة بعض الصفات وهل هي صفات نوعية (وصفيه) ام كمية فمثلا صفة ارتفاع النبات هي صفة كمية وتعامل على هذا الاساس في برامج التربية والتحسين ولكن في بعض الحالات وجدت على انها تتأثر بعامل وراثي واحد او اكثر ومعنى هذا بانها صفة نوعية . بينما في دراسات اخرى وجدت صفة ارتفاع النبات بانها صفة كمية لأنها تتأثر بعدد كبير من العوامل الوراثية.

الصفات النوعية	الصفات الكمية
1- يتحكم بها عدد قليل من الجينات	1- يتحكم بها عدد كبير من الجينات
2- تأثرها بالبيئة بدرجة قليلة	2- تأثرها بالبيئة بدرجة كبيرة
3- تأثير الجين هو من النوع الرئيسي (Major gene)	3- تأثير الجين من النوع الثانوي (minor gene)
4- الصفة متقطعة	4- الصفات ذات تدرج واسع ومستمر
5- تخضع الى القوانين المندلية	5- تخضع الى التحليلات الاحصائية

لذا يجب على مربي النبات ان يكون ملما بالصفات الكمية والنوعية لمعرفة مثل هذه الصفات حقليا ليتسنى له لوضع برنامج التربية المناسب الذي يمكن بواسطته استنباط تراكيب وراثية جديدة.

تحسين الصفات الكمية

ان التحدي الكبير امام مربي النبات بشكل عام هو تحسين الصفات الكمية وذلك للعدد الكبير من الجينات التي يصعب جمعها في النبات. وكذلك لان الفعل الجيني لهذه الصفات هو من النوع الثانوي لذا فان للصفة الكمية تتأثر كثيرا بعوامل البيئة مثل كمية ونوعية المياه. التسميد. الاشعاع. طبيعة التربة وغير ذلك فينتج مما يسمى بالتدخل الوراثي البيئي (G x E) من جهة اخرى لابد من الاشارة الى وجود جينات ساكنة (Silent gene) لم تكن تعمل سابقا في بيئة معينة لا كنها قد تظهر فعلها في بيئة اخرى وذلك بما يسمى بيئة الجين (Gene Ecology) ان ظهور صفات معينة في البيئة لصنف عند زراعته في بيئة جديدة يعزى الى ما يسمى (epigenetic effect) اي التأثير الوراثي وهو في الواقع هو تأثير وراثي لا كنه ساكن وغير واضح في عدة بيئات فيظهر تحت الفعل عوامل بيئية معينة وفي ما يلي بعض التأثيرات الجينية المختلفة في توارث الصفات الكمية. (انواع الفعل الجيني).

المصادر

الوراثة الكمية	د. محمود صبوح مها لطفي حديد عدنان قنبر
أساسيات تربية النبات	د. حمدي جاسم حمادي د.حميد ظاهر جسام
مباديء الأنتخاب والتحسين الوراثي النباتي	د. غسان عياش د. محمد سلمان مها جابر ندى الحافي

1- Williams, W. P.; P. M. Buckley, and F. M. Davis. 1989. Combining ability for resistance in corn to fall armyworm and south. Western corn borer 29: 913-915.

2- Yenice, N. and O. L. Arslan. 1997. Heterosis reported for a synthetic variety obtained from selfed sunflower lines. Turkish. Agri. And forestry. 21 (3): 307-370.

3- Yilmaz, H. A. and S. H. Emiroku. 1995. Broomrape resistaance yield, yield components and some chemical characteristics in breeding hybrid sunflower. Turkish J. Agri and force. 19 (6): 397-406.

محاضرات نباتات خلطية التلقيح (دراسات عليا)