



الوراثة الكمية: Quantitative Genetics

ان الصفات التي درست سابقاً كانت صفات وصفية وتحدد نوعية الصفة من حيث اللون والشكل وكانت دراسة وراثتها تسمى وراثة الصفات النوعية وان الصفات mendelian معظمها صفات نوعية وصفية وهي صفات غير مستمرة وإنما محددة ولا تخضع لمنحنى التوزيع الطبيعي وتعتمد في وراثتها على سيطرة جين واحد أو زوج من الجينات ولا تتأثر بالعوامل البيئية وتكون السيادة تامة أو غير تامة في الجيل الأول F1 وان معظم الصفات تكون محددة وتخضع الى نسب معينة في الجيل الثاني F2. أما وراثة الصفات الكمية فهي تختص في دراسة الصفات التي لا يمكن تصنيفها إلى مجاميع متميزة وإنما صفات مستمرة وتقاس بوحدات الكم مثل وحدات قياس المسافة أو الوزن أو الحجم وتكون الاختلافات بين الصفات مستمرة وتخضع لمنحنى التوزيع الطبيعي وان الجيل الأول هو وسط بين الأبوين وتتحكم بهذه الصفات مجموعة من الجينات تسمى بالجينات المتعددة Multiple genes أو Polygenes وم معظم الصفات الكمية هي اقتصادية في الكثير من النباتات والحيوانات مثل حاصل الحبوب أو كمية الحليب وزن اللحم، وهناك مثال على الإنسان هو وزن الإنسان وطول قامته فهي من الصفات الكمية إن أفراد الجيل الأول لا يشبه احد الأبوين كما في الصفات النوعية وإنما وسط بين الأبوين أما في الجيل الثاني F2 فتكون الصفة متدرجة فصمة احد الآباء الذي يحمل الصفة السائدة تكون في احد طرفي الممنوني وصفة الأب الآخر الذي يكون متراجعاً في الجانب الآخر من منحنى التوزيع وقد وضعت فرضية الجينات المتعددة لتفسير الاختلافات المستمرة للصفة الكمية في F2 والأجيال المتعاقبة. وقد اجرى العالم نسلن تجربة في 1910 لاثبات صحة فرضية الجينات المتعددة بتضريب صنف من نبات الحنطة ابيض الحبوب مع صنف اخر احمر الحبوب فحصل في الجيل الأول على نباتات من الحنطة ذات حبوب وسط بين الأبوين ثم ترك نباتات الجيل الأول للتلقيح الذاتي فحصل على حبوب ذات الوان متدرجة بين الاب الاول الابيض وحبوب نباتات تشبه الاب الثاني حمراء ومنها الوان اقل من المتوسط والآخر لون اكثرا من المتوسط اي خمسة أنماط مظهرية في افراد الجيل الثاني F2.

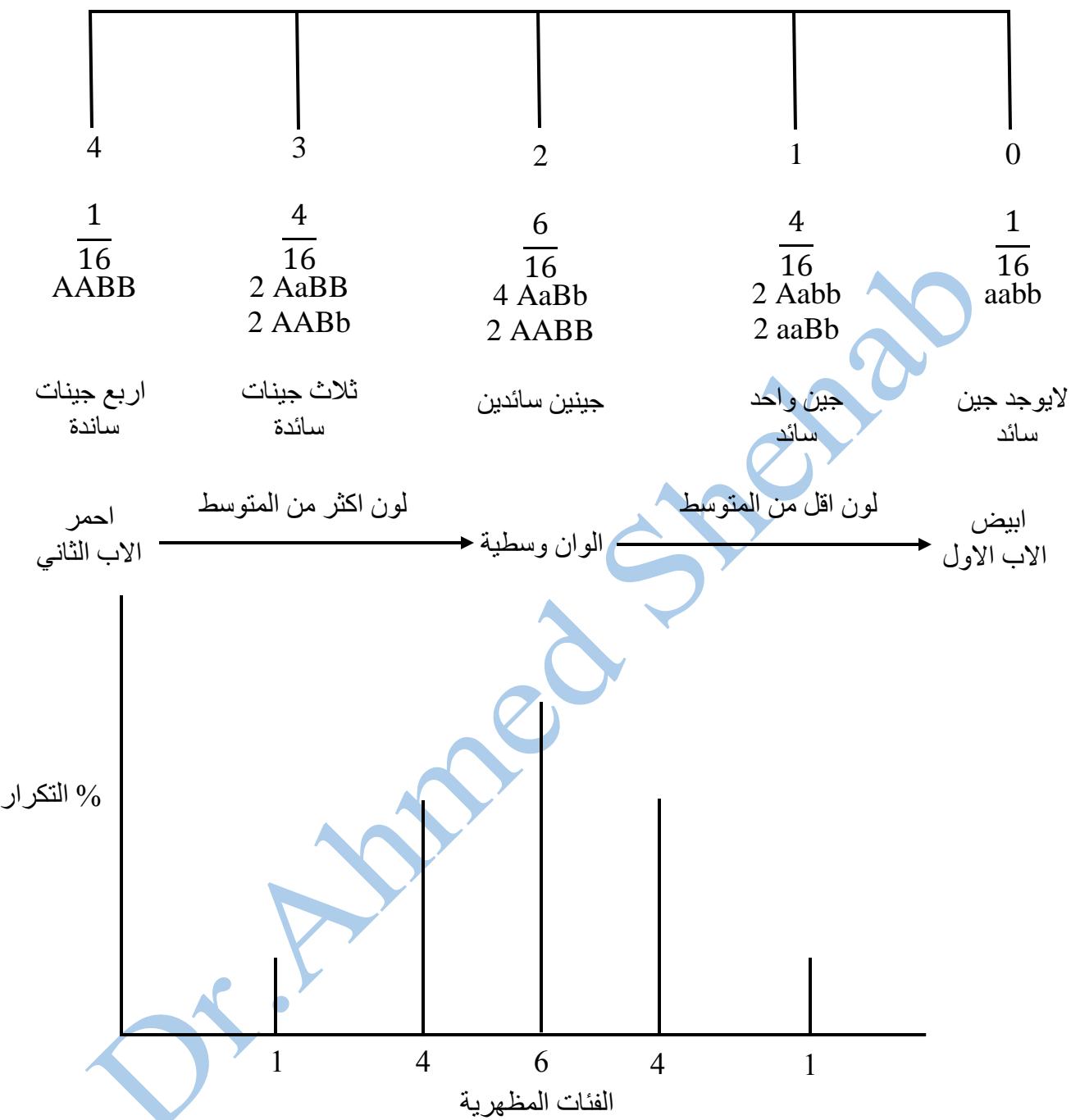
صنف حنطة ابيض الحبوب AABB × aabb صنف حنطة احمر الحبوب (P.)

(G.) AB ab

(F1) AaBb

لون متوسط بين الابيض والاحمر

AaBb × AaBb



$$\frac{1}{4^n} = \frac{1}{16} = \text{نسبة الطراز المظهيـري المشابـه لأحد الـآبـوين}$$

عدد ازواج الجينات $n = 2$

نسبة الطراز المظهيـري الكلـيـة $5 = 2N+1$

تقدير عدد أزواج الجينات في الصفات الكمية:

أن معرفة عدد الجينات يساعد على معرفة تعيين الصفات الكمية في تربية النبات والحيوان ولكن من الصعب تعين الجينات بالضبط بسبب الاختلافات في التأثيرات البيئية والوراثية وهناك طرق لإيجاد الصفات الكمية ومنها طريقتين.

الطريقة الأولى: وجود جدول تقريري بواسطته يتم تعين تردد حدود كلا من الطرفين في الجيل الثاني الذي يشبهان النمط المظاهري للأبوبين.

عدد ازواج الجينات	نسبة الطراز المظاهري المشابه لأحد الآبوبين
1	$\frac{1}{4}$
2	$\frac{1}{16}$
3	$\frac{1}{64}$
4	$\frac{1}{256}$
5	$\frac{1}{1024}$

مثال: ضرب صنفين من نبات الحنطة أحدهما يعطي حاصل للحبوب بمعدل وزن 30 غم والآخر يعطي حاصل للنبات بمعدل 20 غم بينما كانت نباتات الجيل الأول قد أعطت حاصل بمعدل 25 وعندما تركت نباتات الجيل الأول للتلقيح الذاتي وجد أن 4 نباتات من بين 256 نبات أعطت حاصل بمعدل 30 غم، أحسب عدد أزواج الجينات التي تتحكم وتسيطر على هذه الصفة الكمية وبصورة تقريرية.

$$\frac{1}{64} = \frac{4}{256}$$

نسبة الطراز المظاهري المشابه لأحد الآبوبين = 3
عدد أزواج الجينات التي تسيطر وتتحكم بهذه الصفة

الطريقة الثانية: هو تقدير عدد الجينات عن طريق معلومات الاختلافات الوراثية في الجيل الثاني

أن الجيل الأول الذي يحمل صفة كمية معينة تكون هذه الصفة مكتسبة من الأب الأول P1 ومن الأب الثاني P2 وقد شارك كل من الآبدين بنصف الجينات وعليه فلا يحصل هنا انعزال للجينات أما عند ترك أفراد الجيل الأول للتلقيح الذاتي فيحصل انعزال للجينات وتكون تراكيب جديدة وان الجيل الثاني تؤثر عليه عوامل وراثية وعوامل بيئية إما الجيل الأول فقط عوامل بيئية لأن P1 و P2 و F1 و F2 تزرع في بيئة واحدة وعليه يمكن إيجاد الاختلاف الوراثي في الجيل الثاني من المعادلة التالية

$$\sigma^2 G_{F2} = \sigma^2 P_{F2} - \sigma^2 P_{F1}$$

البيان الوراثي للجيل الثاني $\sigma^2 G_{F2}$

البيان المظاهري للجيل الأول $\sigma^2 P_{F1}$

بيئة البيئة

البيان المظاهري للجيل الثاني $\sigma^2 P_{F2}$

سببه الانعزالت الوراثية والبيئية

ويمكن إيجاد عدد أزواج الجينات من تطبيق معادلة كاستل:

$$N = \frac{D^2}{8(\sigma^2 P_{F2} - \sigma^2 P_{F1})}$$

الفرق بين الآبدين D

عدد ازواج الجينات N

كما يمكن إيجاد تأثير ومساهمة كل جين سائد في التحكم بالصفة الكمية من المعادلة التالية
مساهمة كل أليل فعال

$$a = \frac{D}{2N} = \text{مساهمة كل أليل}$$

مثال: تمثل البيانات التالية الوسط الحسابي (المعدل) والتباين² لصفة طول السنبلة لصنفين من الخنطة الناعمة والجيل الأول من تضريب الصنفين الآبوبين والجيل الثاني الناتج من التقليح الذاتي للجيل الأول، أحسب عدد أزواج الجينات التي تتحكم بوراثة هذه الصفة.

الأجيال	الوسط الحسابي	التباين
P1	17.146	3.560
P2	6.620	0.660
F1	12.10	2.30
F2	12.90	6.92

$$N = \frac{D^2}{8(\sigma^2 P_{F2} - \sigma^2 P_{F1})}$$

$$N = \frac{(17.146 - 6.620)^2}{8(6.92 - 2.30)}$$

$$N = \frac{(10.526)^2}{36.88}$$

$$N = 3$$

عدد أزواج الجينات المسيطرة على وراثة طول السنبلة = 3

التوريث أو المكافى الوراثي: Heritability هو درجة سيطرة الوراثة على صفة معينة وان قيمة معامل التوريث مهمة عند دراسة الصفة الكمية لأنها تحدد مقدار التأثير الوراثي على الصفة ويمكن إيجاد قيمة التوريث لأنه يمثل نسبة الاختلاف بين النمط الوراثي إلى الاختلاف بالنمط الظاهري الكلي. ونسبة التوريث تقسم إلى قسمين نسبة التوريث بالمعنى الواسع والضيق.

حيث ان نسبة التوريث بالمعنى الواسع

$$\% h^2_{b.s} = \frac{\sigma^2 G}{\sigma^2 P} \times 100 = \frac{\sigma^2 A + \sigma^2 D}{\sigma^2 A + \sigma^2 D + \sigma^2 E} \times 100$$

$\sigma^2 G$	التباين الوراثي
$\sigma^2 P$	التباين المظاهري

$\sigma^2 E$	التباین البيئي
$\sigma^2 D$	التباین السيادي
$\sigma^2 A$	التباین الاضافي

حيث ان نسبة التوريث بالمعنى الواسع اذا كانت اقل من 0-40% تكون واطئة وبين 40-60% تكون متوسطة بينما من 60-100% تكون عالية.
اما نسبة التوريث بالمعنى الضيق

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

اما نسبة التوريث بالمعنى الضيق اذا كانت اقل من 0-20% تكون واطئة وبين 20-40% تكون متوسطة بينما من 40-100% تكون عالية.

ويكون التوريث صفر الى 1 او من 1 الى 100 كنسبة مئوية

مثال: تمثل البيانات التالية الوسط الحسابي (المعدل) والتباین² لصنفين من الحنطة لصفة وزن 100 حبة بالغرام وللجيل الأول والجيل الثاني الناتج من التقليح الذاتي للجيل الأول، 1- أحسب عدد أزواج الجينات المسيطرة على وراثة هذه الصفة. 2- جد نسبة التوريث الأجيال

الأجيال	الوسط الحسابي	التباین
P1	12.97	5.36
P2	27.98	10.32
F1	18.45	6.72
F2	27.90	12.35

- عدد أزواج الجينات المسيطرة على صفة وزن 100 غم

$$N = \frac{D^2}{8(\sigma^2 P_{F2} - \sigma^2 P_{F1})}$$

$$N = \frac{(27.98 - 12.97)^2}{8(12.35 - 6.72)}$$

$$N = 5$$

$$\text{خمسة أزواج عدد الجينات} = 5$$

- أيجاد نسبة معامل التوريث أو المكافئ الوراثي

$$\frac{\text{تباین الاب الاول} + \text{تباین الاب الثاني} + \text{تباین الجيل الاول}}{3} = \sigma^2 E$$

$$\frac{\sigma^2 P_1 + \sigma^2 P_2 + \sigma^2 F_1}{3} = \sigma^2 E$$

$$7.47 = \frac{5.36 + 10.32 + 6.72}{3} = \sigma^2 E$$

ذكرنا قبل قليل ان التباين بين افراد الجيل الثاني $\sigma^2 F_2$ هو نفسه تباين الشكل المظهرى $\sigma^2 P$ وهذا يعني ان الاختلاف او التباين بين النباتات لصفة معينة في افراد الجيل الثاني متآتى من التأثير البيئي + تأثير التركيب الوراثي، وهذا يجعل ان:

$$\Sigma^2 F_2 = \sigma^2 P = \sigma^2 G + \sigma^2 E$$

$$\text{التباین الوراثي} = \text{تباین الجيل الثاني} - \text{التباین البيئي} \quad \sigma^2 F_2 - \sigma^2 E$$

$$\sigma^2 G = \sigma^2 F_2 - \sigma^2 E$$

$$\sigma^2 G = 12.35 - 7.47 = 4.88$$

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

$$\sigma^2 P = 4.88 - 7.47 = 12.35$$

$$h^2 = \frac{4.88}{12.35} \times 100$$

$$h^2 = 39.514\%$$

وهذا يشير الى ان 39.514% من التباينات لهذه الصفة ترجع الى التأثيرات الوراثية والباقي الى التأثيرات البيئية

يمكن استخراج التحسين الوراثي للصفة من خلال المعادلة التالية:

$$\Delta G = K \times h^2_{n.s} \times \sigma P$$

حيث ان

$$\sigma^2 F_2 = \sigma^2 P$$

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

ΔG = التحسين الوراثي الذي يتم الحصول عليه من الدورة الانتخابية

σP = الانحراف القياسي للتباين المظهرى ويحسب من

<u>K ثابت الانتخاب</u>	<u>شدة الانتخاب % في المجتمع</u>
2.42	%2
2.06	%5
1.76	%10

كما يمكن حساب درجة السيادة ونوعها من المعادلة التالية:

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

ففي حالة كون درجة السيادة كانت:

- 0 يعني ذلك عدم وجود سيادة
- اقل من 1 يعني وجود سيادة جزئية
- 1 يعني وجود سيادة تامة
- اكبر من 1 يعني وجود سيادة فائقة

مثال: اذا علمت ان نسبة التوريث بالمعنى الضيق لصفة ارتفاع النبات في محصول الخطة 50% وتبين الجيل الثاني 25% والتبالين السيادي للصفة 6% احسب: 1- نسبة التوريث بالمعنى الواسع 2- درجة السيادة وما نوعها 3- التحسين الوراثي المتوقع بشدة انتخاب 5%.

الحل:

$$1- \%h^2_{n.s} = \frac{\sigma^2 A}{\sigma^2 P} \times 100 = \frac{50}{100} = \frac{\sigma^2 A}{25} = \sigma^2 A = 12.5$$

$$\sigma^2 G = \sigma^2 A + \sigma^2 D = 12.5 + 6 = 18.5$$

$$\%h^2_{b.s} = \frac{\sigma^2 G}{\sigma^2 P} \times 100 = \frac{18.5}{25} \times 100 = 74\%$$

$$2- \bar{a} = \sqrt{\frac{2\sigma^2 D}{\sigma^2 A}} = \sqrt{\frac{2 \times 6}{12.5}} = \sqrt{\frac{12}{12.5}} = 0.97$$

نوع السيادة = سيادة جزئية لأنها اكبر من الصفر واقل من الواحد

$$3- \Delta G = K \times h^2_{n.s} \times \sigma P$$

$$\Delta G = 0.50 \times 5 \times 2.06$$

$$\Delta G = 5.15$$

حساب عدد الكميّات والأنماط المظهّرية والوراثيّة للصفات الكميّة:

إن عدد الكميّات والأنماط الوراثيّة في الصفات الكميّة هي نفسها في الصفات النوعيّة

$$\text{عدد الكميّات (الأمّاج)} = 2^N$$

$$\text{عدد الأنماط الوراثيّة} = 3^N$$

أما عدد الأنماط المظهّرية فتختلف عن النوعيّة فتطبق القانون

$$\text{الأنماط المظهّرية} = 2N+1 \text{ بدلاً من } 2^N \text{ حيث } N \text{ هو عدد أزواج الجينات}$$

الطرق الأحصائيّة المستخدمة لدراسة الصفات الكميّة

المتوسط (المعدل): يمثل ملخص وصفي مفید للعينة لكنه لا يبيّن مدى انتشار البيانات.

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

التباین: Variance: يبيّن مدى انتشار البيانات حول المتوسط وهو مجموع مربع الانحرافات عن المتوسط مقسوماً على درجات الحرية أي العدد الكلي مطروحاً منه واحد.

$$S^2 = \frac{\sum (\bar{X}_i - X_i)^2}{n - 1}$$

الانحراف المعياري: Standard deviation: هو الجذر التربيعي للتباین.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X}_i - X_i)^2}{n - 1}}$$

المصادر:

- علي، حميد جلوب: (1988). اسس تربية ووراثة المحاصيل الحقلية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.

- الراوي، خاشع محمود: (1989). المدخل الى الاحصاء. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل. كلية الزراعة والغابات. المكتبة الوطنية بغداد

.307

Internet •