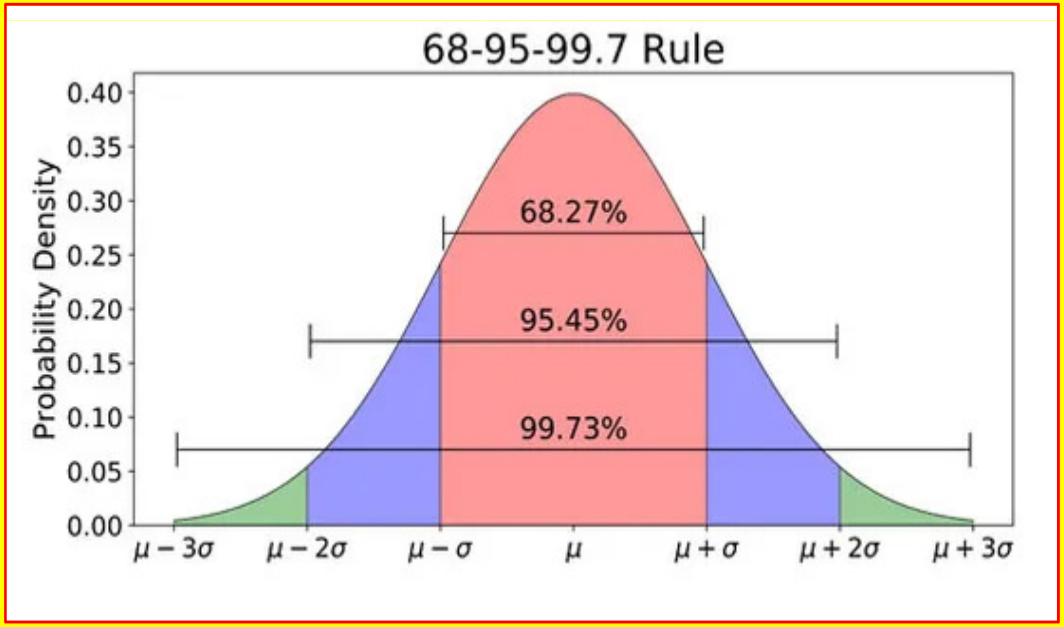
المدرسة العليا للأساتذة آسيا جبار قسنطينة
قسم العلوم الطبيعية

الدكتور بوحوحو مولود

فصل 12:
الوراثـــة الكـمـيـة



مقدمة

1- التوزيع الطبيعي للصفات الكمية

1- أ- دراسة لون بذرة القمح

2- المتوسط الحسابي

3- قياس الاختلافات - (SD+ Cv)-

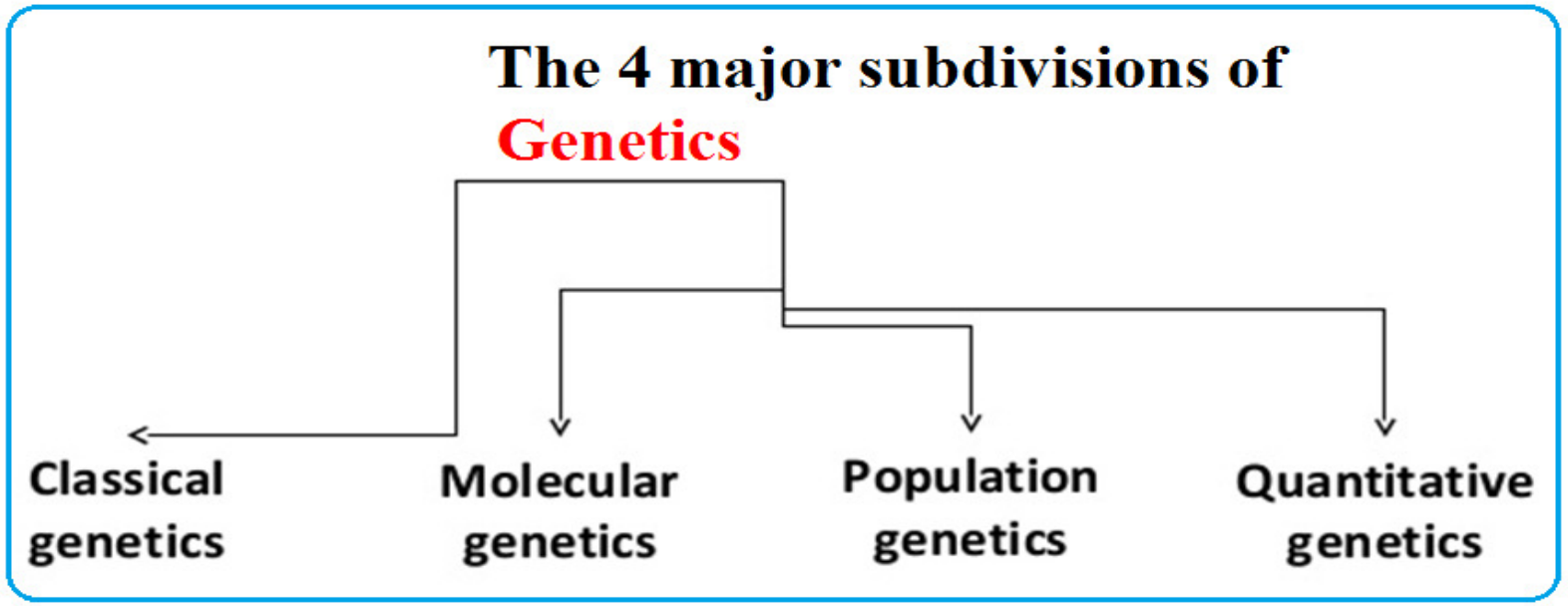
4- التباين (σ)

5- تقدير عدد الجينات للصفات الكمية

6- المكافئ الوراثي (h^2)

مقدمة:

ـ تتميز الصفات المندلية الكلاسيكية بأنها :ـ صفات نوعية (Qualitative trails)
ـ سهلة التصنيف إلى مجاميع من الأنماط الظاهرية، ـ و تنتج من تأثير جين أو جينين.
ـ يوجد الكثير من الصفات المهمة في النباتات والحيوانات والإنسان لا يمكن تصنيفها إلى مجاميع متميزة، ولكن يمكن أن يعبرعنها بوحدات قياس المسافة أو الوزن أو الحجم وبذا تشكل إختلافات مستمرة، وتكون هذه الصفات كمية (Quantitative trails) في طبيعتها وتنتج من فعل وتفاعل عدة جينات تصل أو تفوق الـ 100 جين أو أكثر من ذلك، كما تتأثر هذه الصفات بعوامل البيئة المختلفة.

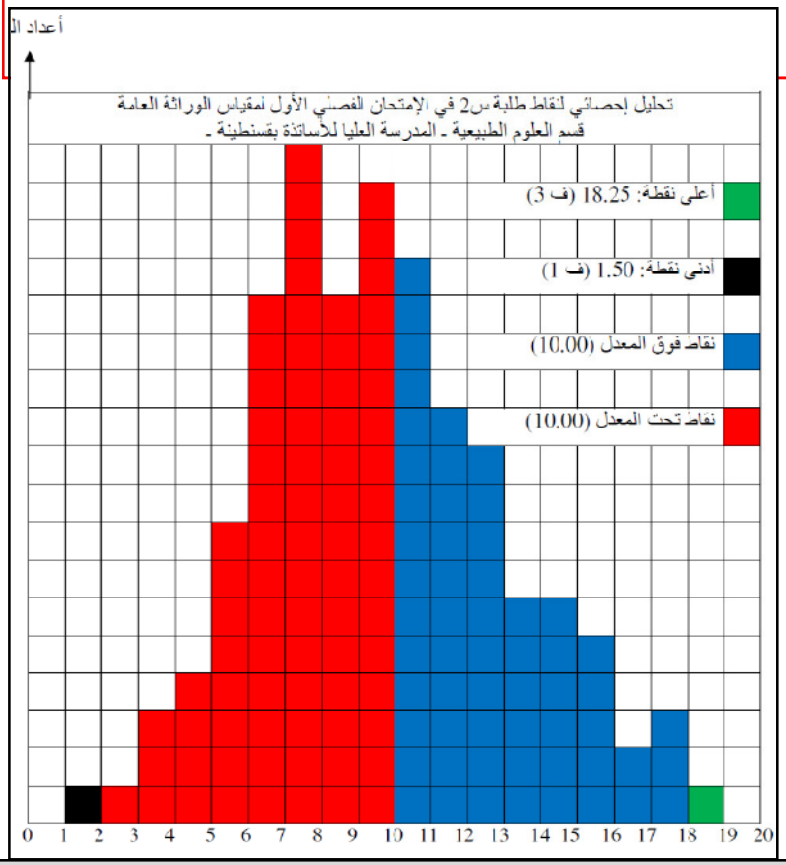


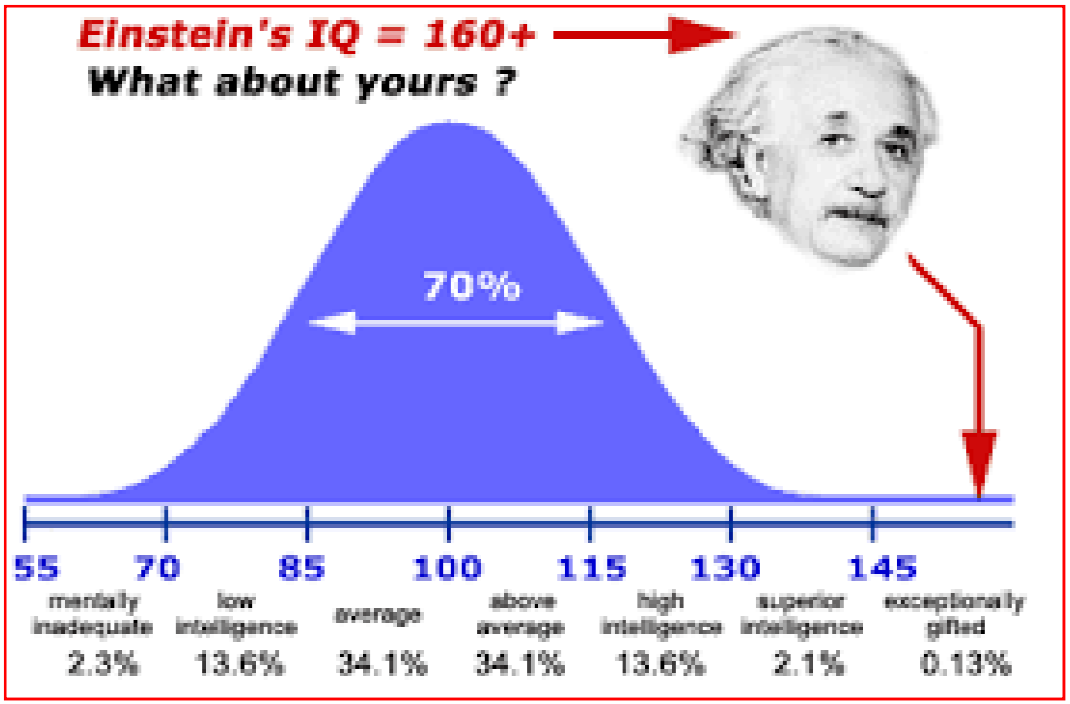
يمكن تلخيص أهم الفروق بين الصفات النوعية والصفات الكمية في الجدول الموالي:

	الصفات النوعية	الصفات الكمية
1	اختلاف غير مستمر (متقطع)؛ فئات مظهرية مميزة	اختلاف مستمر؛ والقياسات المظهرية ذات مجال واسع ومستمر
2	عادة ما يحكمها زوج واحد من الجينات	تتأثر بعدد كبير من الجينات
3	يتم تحليل نتائجها بأخذ أعداد ونسب	يتم تحليل نتائجها بالتحليلات الإحصائية التي تعطي تقديرات لثوابت العشيرة مثل المتوسط الحسابي والانحراف القياسي
4	لا تقاس بوحدات وإنما يعبر عنها بلفظ كاللون أو الشكل	تقاس بوحدات مثل كلغ، سم، ...
5	تكاد لا تتأثر بالبيئة	تتأثر بالبيئة بشكل واضح
6	كأمثلة : لون البذرة في البازلاء، شكل العرف في الطيور	كأمثلة : إنتاج الحبوب وارتفاع النبات وإنتاج الحليب والبيض في الحيوان، والقامة ووزن الجسم وحاصل الذكاء (**Intelligence quotient**) ولون البشرة عند الانسان

1- التوزيع الطبيعي (المعتدل) للصفات الكمية
(Normal Distribution of Quantitative Trails)

تظهر دراسة صفة كمية في عشيرة كبيرة بأن عدد قليل من الأفراد يمتلك الطرز المظهرية المتطرفة، بينما أكثر الأفراد يكونون بالقرب من قيمة المعدل (المتوسط الحسابي) لتلك العشيرة. وهذا النمط من التوزيع المتناظر المتصف بشكل الجرس يطلق عليه مصطلح التوزيع الطبيعي (Normal distribution).





لاحظ علماء الوراثة بين عام 1900-1910 بأن الإختلافات المستمرة تعكس آلية وراثية تختلف عن تلك الاختلافات غير المستمرة، وبالتالي وضعت فرضية الجينات المتعددة (Multiple-gene Hypothesis) لتفسير الإختلافات المستمرة.

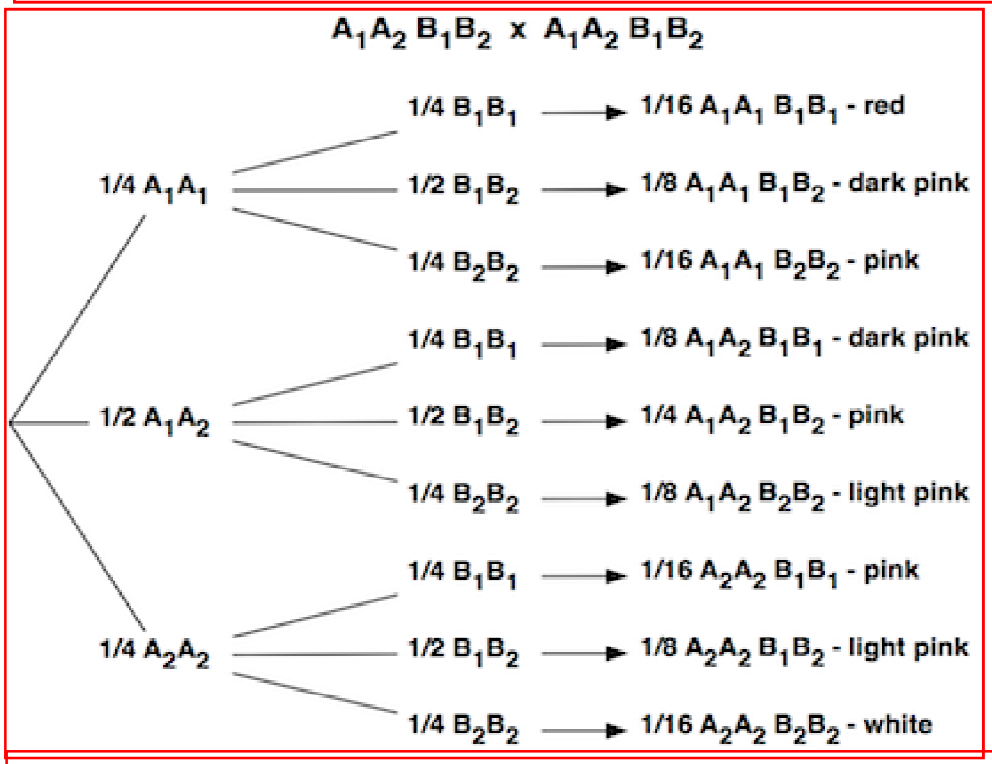
وجاء البرهان لهذه الفرضية من خلال الأبحاث الكلاسيكية لدراسة لون بذرة القمح لكل من:

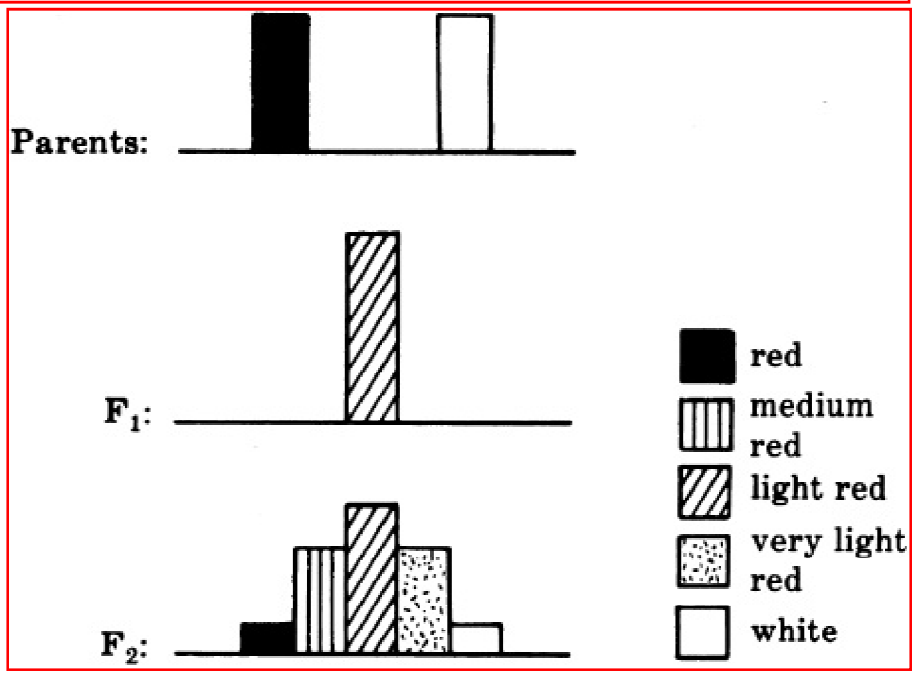
السويدي Herman NILSSON-EHLE (1873-1949)

والأمريكي E.M. EAST (1879-1938) خلال الفترة 1910 - 1913.

1- أ - دراسة لون بذرة القمح (Seed Color of Wheat study):

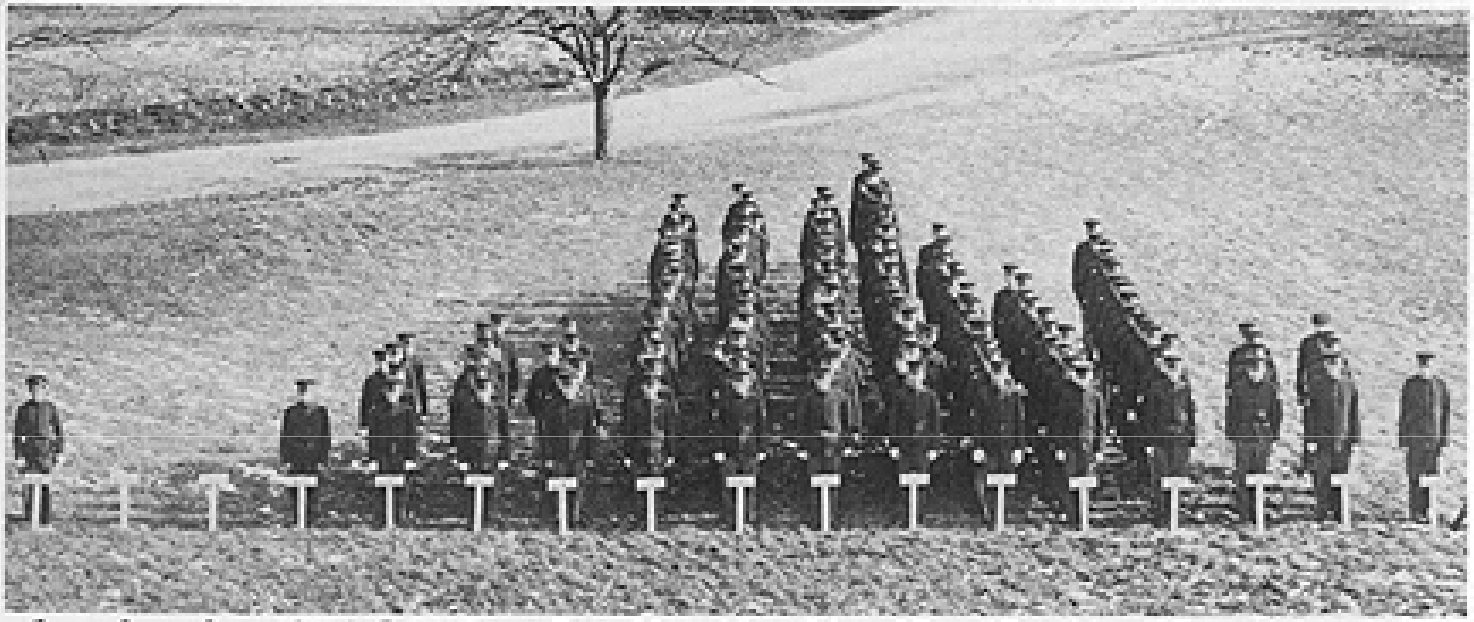
- قام العالم EAST بعمل تهجينات بين صنفين من القمح، إحداهما ذي بذور حمراء وآخر ذي بذور بيضاء. - كانت بذور **الجيل 1** ذات لون متوسط بين الأبوين (وردية)، وعند ترتيب بذور **الجيل 2** لوحظ تدرج مستمر من الأحمر إلى الأبيض، حسب المخطط الموالي :





تدل هذه النتائج على إنعزال مستقل لزوجين من الجينات أو الجينات المضاعفة ***Duplicate genes*** التي تؤثر على نفس الصفة وذات تأثير تجميعي.

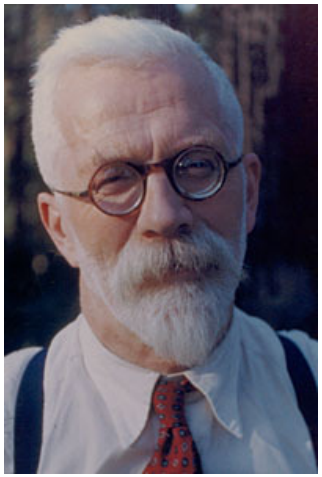
وتوجد أمثلة أخرى شائعة كالطول ولون البشرة في الإنسان وطول أوراق التويج في التبغ وحجم الأرنب التي توضح فرضية الجينات المتعددة.



ويعتبر الآن مفهوم الجينات المتعددة للصفات الكمية أحد الأساسيات المهمة في علم الوراثة، حيث يدعم هذا المفهوم بإستعمال الطرق الإحصائية لكل من:

- عالم البيولوجيا والإحصاء البريطاني Ronald Aylmer FISHER (1890-1962)
- وعالم الوراثة الأمريكي Sewall WRIGHT (1889-1988).

Sewall WRIGHT



Ronald Aylmer FISHER

وترتكز وراثة الصفات الكمية على جينات مستقلة (في غالبيتها) كثيرة (متعددة)، ولكنها تؤثر على نفس النمط الظاهري وبطريقة تجميعية، بحيث ينتج كل جين جزء من التأثير الكلي ولا توجد سيادة كاملة بين الأليلات.

*** تأثير عوامل البيئة على الناتج النهائي للصفات الكمية:**

- يمكن التعبير عن النمط الظاهري للصفة الكمية بالمعادلة التالية :

النمط الظاهري = النمط الجيني + البيئة + (النمط الجيني × البيئة)

- ويمكن قياس تأثير كل جزء من المعادلة إحصائياً بواسطة التباين (الإختلاف) (σ^2) ***(Variance)***، وتصبح المعادلة :

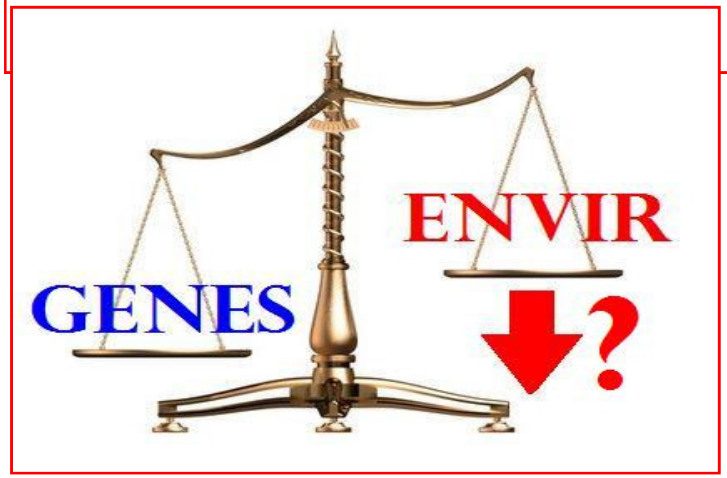
التباين بالنمط الظاهري =

التباين بالنمط الجيني + التباين بالبيئة + التباين (النمط الجيني × البيئة)،

- وبتعبير آخر :

$$\sigma^2 p = \sigma^2 G + \sigma^2 E + \sigma^2 GE$$

- وعند دراسة هذه الصفات يجب فصل التأثير الوراثي عن التأثير البيئي باستعمال طرق إحصائية خاصة.



2- المتوسط الحسابي (*Average*):

يعبر عن القيمة المظهرية المتوسطة لصفة موزعة توزيعا معتدلا بالمتوسط الحسابي ($\overline{X}$)، وهو عبارة عن مجموع القياسات الفردية ($\sum X$) مقسوما على عدد الأفراد المقاسة (N)، ويدل الحرف اليوناني ($\sum$) على الجمع الذي يليه.

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{N} X_i}{N} = \frac{X_1 + X_2 + \cdots + X_N}{N}$$

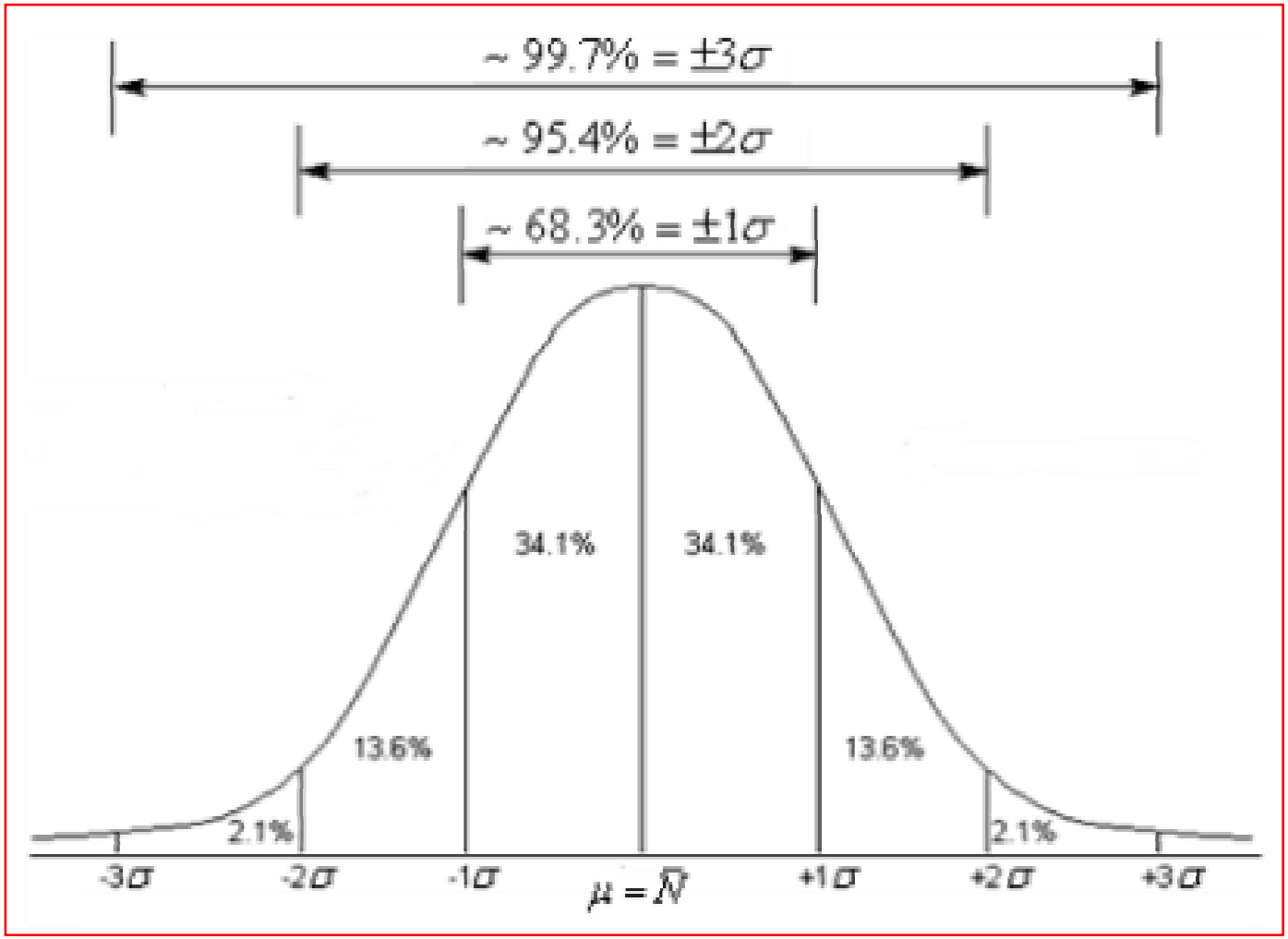
و $\overline{X}$ قياس مشتق من عينة، ويستبدل بالرمز μ وهو ثابت قياس للعشيرة التي سحبت منها العينة.

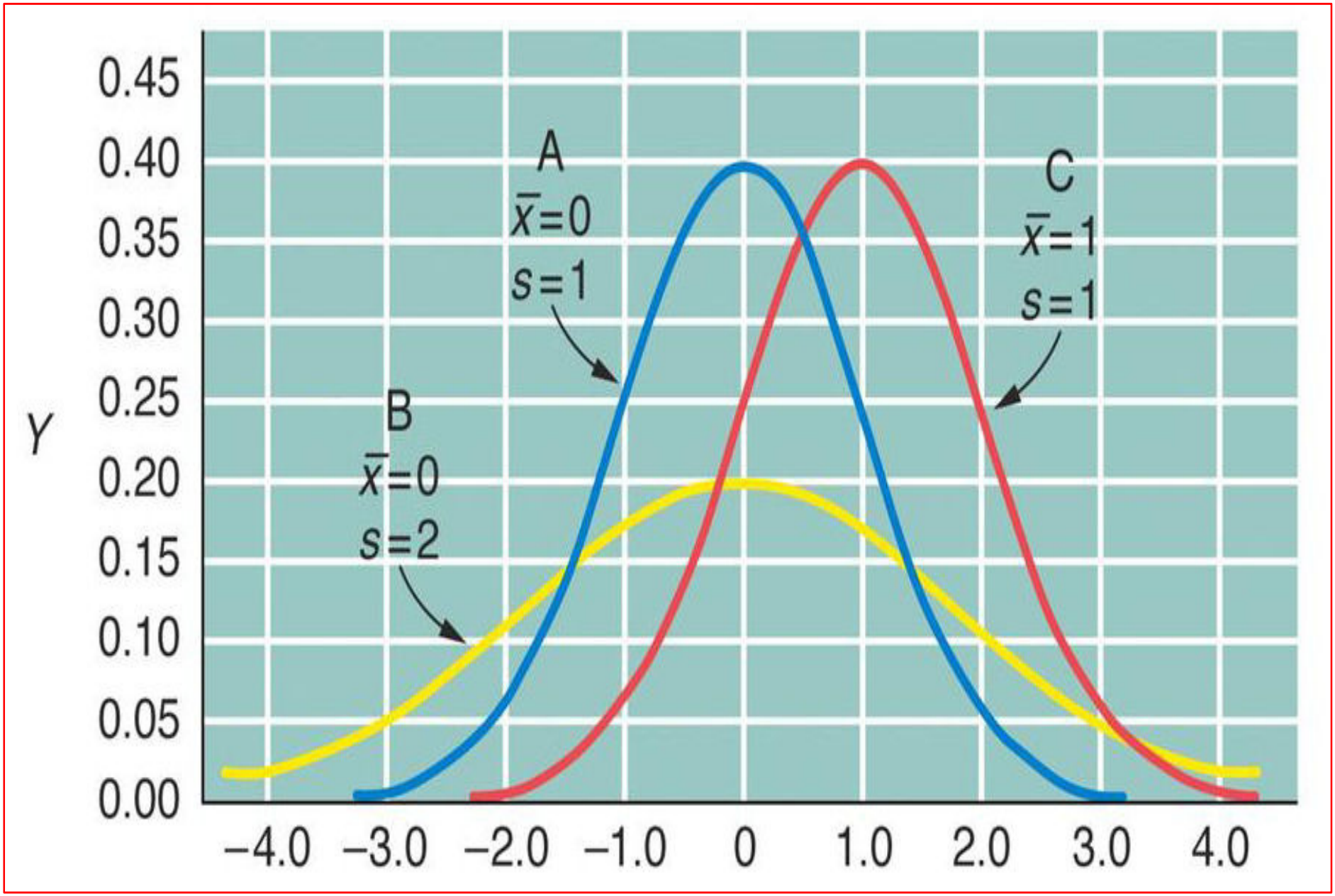
3- قياس الاختلافات :

أكثر القياسات لمقدار الاختلاف في العشيرة نفعا هو الانحراف القياسي (المعياري) (Standard Deviation)، ويرمز له بالحرف اليوناني σ"سيجما". والعينة المسحوبة من هذه العشيرة سيكون لها انحرافا قياسيا S، و الذي يحسب من خلال العلاقة:

$$s = \sqrt{\frac{\sum \left(X - \overline{X}\right)^2}{N-1}}$$

من خواص أي عشيرة (مجتمع أو مجموعة) معتدلة التوزيع أن حوالي 2/3 من القياسات (68 %) ستقع في مدى انحراف قياسي واحد زائد أو ناقص عن المتوسط (μ ±σ)، وحوالي 19/20 من القياسات (95 %) ستقع في مدى انحرافين قياسيين عن المتوسط (μ ±2σ).




0.45
0.40
0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
Y
A
$\bar{x}=0$
$s=1$
B
$\bar{x}=0$
$s=2$
C
$\bar{x}=1$
$s=1$
−4.0
−3.0
−2.0
−1.0
0
1.0
2.0
3.0
4.0

*معامل الاختلافات (C_V) (Coefficient of variation):

ويمكننا من المقارنة بين الاختلافات النسبية للصفات المختلفة، ويعطى من العلاقة:

معامل الاختلاف بالنسبة للعشيرة $= C_V = \sigma / \mu$

معامل الاختلاف بالنسبة للعينة $= C_V = s / \overline{X}$

4- التباين σ^2(Variance):

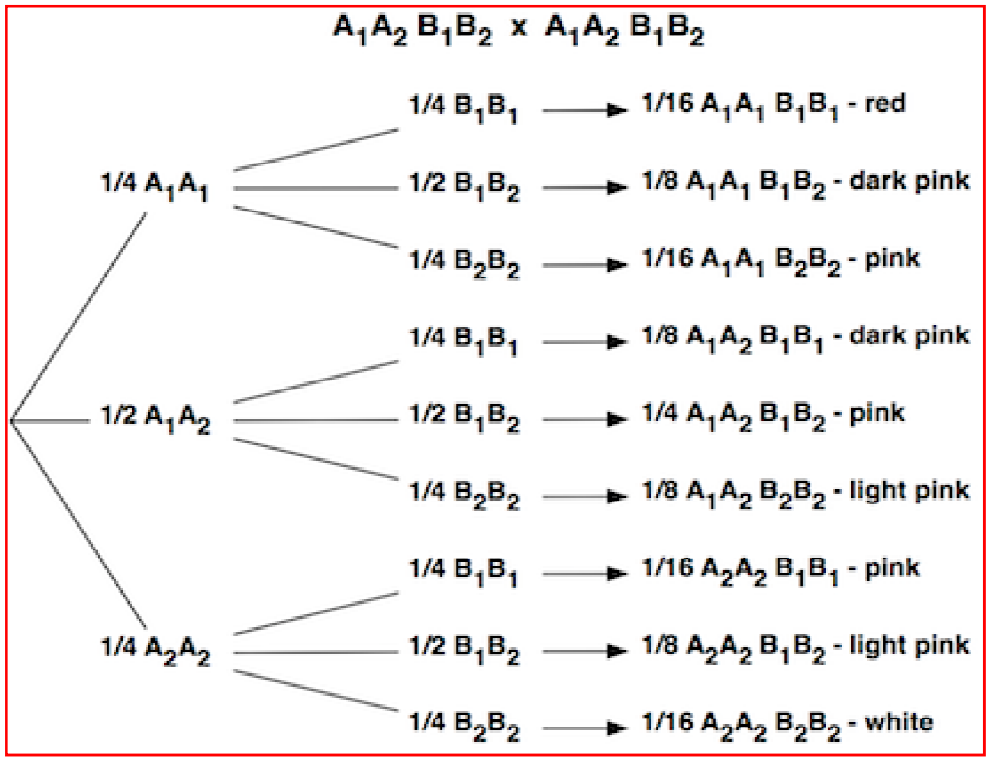
وهو مربع الانحراف القياسي. وبطريقة تسمى "تحليل التباين" يمكن إجراء تجزئة إحصائية للتباين المظهري الكلي ($\sigma^2 p$) الخاص بصفة معينة في العشيرة إلى مكوناته من التباين الوراثي ($\sigma^2 G$)، والتباين اللاوراثي (أو البيئي) ($\sigma^2 E$)، والتباين الراجع إلى التفاعل بين التركيب الوراثي والبيئة ($\sigma^2 GE$). وعلى ذلك نكتب :

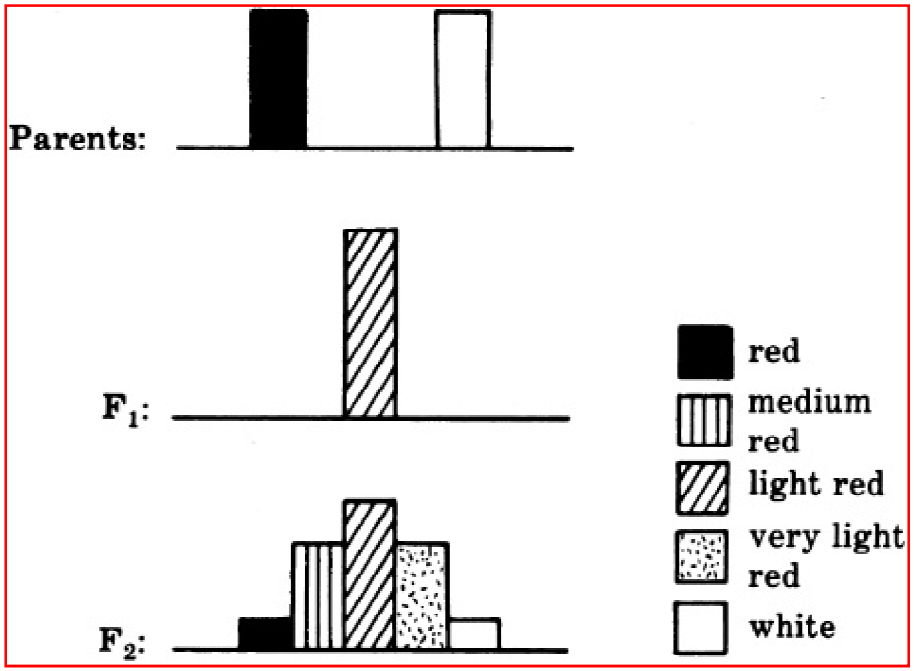
$$\sigma^2 p = \sigma^2 G + \sigma^2 E + \sigma^2 GE$$

5- تقدير عدد الجينات للصفات الكمية:

يمكن تقدير عدد الجينات المشتركة في الصفة بحساب تكرار حدوث الجزء من الجيل 2 (الناتج من التلقيح الذاتي لهجين الجيل 1 بين الصنفين النقيين) الذي يكون طرازه المظهري مشابه لذلك الذي تعطيه السلالات الأبوية النقية.

عدد الجينات المشتركة في الصفة	1	2	3	4	...	n
جزء الجيل 2 الذي يشبه أحد الأبوين	1/4	1/16	1/64	1/256	...	$(1/4)^n$





6- المكافئ الوراثي (Heritability):

عبارة عن القدر من التباين المظهري الكلي الذي يرجع إلى تأثير الجينات، وهو أيضا مقياس للدرجة التي يتأثر بها الشكل الظاهري بالوراثة، ويرمز له بالرمز h^2 والذي يساوي النسبة بين التباين (الاختلاف) الوراثي σ^2G إلى التباين بالنمط الظاهري σ^2P أي:

$$h^2 = \frac{\sigma^2 G}{\sigma^2 P} = \frac{\sigma^2 G}{\sigma^2 G + \sigma^2 E}$$

وتتراوح **قيمة المكافئ الوراثي من 0 إلى 1**، ويمكن حساب قيمته في الأمثلة التالية :

1- إذا كان كل التباين في النمط الظاهري هو تباين بيئي أي أن : $\sigma^2E = \sigma^2P$،
فيكون $\sigma^2G = 0$، وعليه تكون قيمة h^2 مساوية إلى الصفر .

2- إذا كان كل التباين في النمط الظاهري هو وراثي، أي أن : $\sigma^2G = \sigma^2P$،
وبذا تكون قيمة h^2مساوية إلى واحد.

3- إذا كان نصف الإختلاف في النمط الظاهري يعود إلى تأثير النمط الوراثي،
أي أن : $\sigma^2G = 1/2\ \sigma^2P$ أو $2\ \sigma^2G = \sigma^2P$،
وبذا تكون قيمة h^2 مساوية إلى النصف.

الصفة و الحيوان	h^2
انتاج البيض في الدواجن	0.15 - 0.05
دهون الظهر في الخنزير	0.7 - 0.5
انتاج اللبن في الماشية	0.4 - 0.2
الزيادة اليومية في وزن الماشية	0.5 - 0.3
وزن الجزة في الغنم	0.6 - 0.3

ـ ولما كان المكافئ الوراثي لإنتاج البيض في الدواجن منخفضا، فإن التحسين المتوقع الحصول عليه من الانتخاب الإجمالي قليل.

ـ وعليه ولغرض تحسين إنتاج البيض يلجأ المربون إلى تحسين الظروف البيئية (التغذية، الحرارة، إطالة فترة التعرض للإضاءة).

فصل 12: الوراثـــة الكـــمـيـــة

من الامتحانات السابقة ...

تمرين رقم 5: أجري اختبار تقدير حاصل الذكاء (Intelligence Quotient) لدى عينة مكونة من 300 طالب، والغرض اختيار 255 منهم لتسجيلهم بمدرسة خاصة.

1- استعن بمنحنى التوزيع الطبيعي الموالي معطيا معادلة أقل قيمة لحاصل الذكاء لدى الفئة المختارة بدلالة بعض المؤشرات الاحصائية المدروسة في ملحق "الوراثة الكمية".

- .....
.....
.....

2- بين بالتلوين على المنحنى المدى (المساحة) الذي تتواجد فيه الفئة الراسبة.