كلية العلوم

القسم : **علم الحياة**

السنة : **الثانية**

المادة : وراثة نباتية

المحاضرة : **السادسة/نظري/**د. ياسمين

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z



2025

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

وراثة نصباتية
المحاضرة السادسة

# الفصل السادس

# وراثـــة الصفات الكميـــة

## *Inheritance of quantitative traits*

### أولاً- الصفات الوصفية والصفات الكمية:

إن أحد الأسباب الرئيسة لنجاح العالم مندل Gregor Mendel في دراساته الوراثية التي أدت إلى اكتشاف المبادئ الأساسية في علم الوراثة، هو اختياره للصفات ذات التضاد الحاد، أو الواضح التي يسهل التمييز بين اختلافاتها، وتسمى مثل هذه الصفات بالصفات الوصفية Qualitative traits.

على العكس من مندل فقد أجرى الباحث Galton دراسته على صفات غير واضحة التضاد، تصف الطول التي تتغير باستمرار، ولهذا يصعب التمييز بين اختلافاتها أو الاختلافات بين الأفراد، وتسمى مثل هذه الصفات بالصفات الكمية. لذلك اقتنع غالتون بفرضية (الاختلاط أو الامتزاج الوراثي، إذ شبّه التهجين بمزج سائلين من لونين مختلفين ويكون لون الهجين الناتج وسطاً بين لوني الأبوين) التي تم نقضها فيما بعد. وعندما أعيد اكتشاف قوانين مندل من جديد من قبل H. DeVries و E.Tschermack و C. Correns عام 1900 كان لابد من تفسير النتائج التي حصل عليها غالتون استناداً إلى مبدأ الانتقال المستقل للمورثات.

وكان العالم جوهانسون Johanson عام 1903، ونلسون إيل Nelson-Ehle عام 1908، من الأوائل الذين استطاعوا تفسير التغيرات المستمرة للصفات الكمية استناداً إلى نظرية مندل، من خلال الأبحاث التي أجريت على صفات بعض النباتات، مثل وزن حبوب الفول، وعدد صفوف الحبوب في عرانيس الذرة، ولون الحبوب في القمح. لقد اقترح هذان العالمان فرضية العامل المتعدد multiple-factor التي تنص على أن الصفات الكمية تنتج من الفعل التراكمي لعدد من المورثات المختلفة، المستقلة في انتقالها (تأثير تجمعي Additive effect).

تتمتع الصفات الوصفية بإمكانية تطبيق قانوني مندل على انتقالها الوراثي من حيث سيادة أحد النمطين الظاهريين الأبويين في الجيل الأول، ونسبة افتراقهما في الجيل الثاني، وذلك لسهولة تمييز الاختلافات بين الأنماط الظاهرية؛ لأن التغيرات بين الصفتين المتقابلتين تكون متقطعة (أي الفرق بينهما واضح) discontinuous، ولهذا يمكن بسهولة فرز الأفراد المختلفة في كل جيل، وإحصاء عددها مثل (طويل – قصير، أملس – مجعد). ويكون مسؤولاً عن الانتقال الوراثي للصفة الوصفية (النوعية) الواحدة زوج واحد من المورثات المتقابلة الذي يشغل نفس الموقع المورثي gene locus على كل من الصبغيين المتقابلين. (Gene locus: هو المكان الذي تشغله مورثة مسؤولة عن صفة ما على كل من الصبغيين المتقابلين، أو على زوج الصبغيات المتشابهة)، ويظهر تعبير المورثة السائدة المسؤولة عن الصفة الوصفية في كل الأفراد الحاملة لها لأن نفاذيتها penetrance تكون كاملة أي 100%. نادراً ما تتأثر ظروف الوسط الخارجي تأثيراً واضحاً في وراثة الصفات الوصفية.

**النفاذية Penetrance:** إنّ قدرة مورثة ما على التعبير عن نفسها، وبالتالي إعطاء الصفة الموافقة تتعلق أحياناً بعدد آخر من المورثات، هذا من ناحية، وبتوفر الشروط البيئية المحيطة الملائمة من ناحية أخرى. ولهذا فإنه لا يكفي وجود المورثة في فرد ما لتعبّر عن نفسها ولإعطاء الصفة. وتحدد النفوذية النسبة المئوية للأفراد الذين يمتلكون هذه المورثة ويتمكنون من الوصول إلى النمط الظاهري الموافق. ومن الأمثلة عن هذه المورثات تلك المسؤولة عن زيادة عدد الأصابع في الانسان، والذي يعود إلى وجود مورثة سائدة، في حين أنّ وجود خمسة أصابع يعود إلى الطابع الوراثي المتنحي متماثل اللواقح. **النفاذية التامة Complete penetrance:** هي تعبير المورثة عن نفسها في كل الأفراد الحاملة لها. أما **النفاذية غير التامة Incomplete penetrance:** فهي نسبة الأفراد التي تعبر فيها المورثة عن نفسها من عدد الأفراد الحاملة لها. فإذا كان 100 فرد يحملون المورثة وعبرت المورثة عن نفسها في 60 فرداً فقط، تكون نفوذية المورثة 60 %.

أما الصفات الكمية فلا تظهر بهذا الشكل من التضاد الحاد للصفات المتقابلة وإنما تختلف عن بعضها بشكل سلسلة من التغيرات المتدرّجة في حدّتها بين النمطين المتطرّفين عند الآباء، لذلك يصعب التمييز بين الأنماط الظاهرية للأفراد المختلفة في كل جيل، إذ إن التّغيرات بين هذه الأفراد لا تكون متقطّعة بل تكون مستمرّة ومتصلة. كما يلاحظ في كثير من الصفات عند الإنسان مثل الطول، والوزن، واللون، والذكاء، وعند الحيوانات مثل كمية الحليب، وعند النباتات مثل كمية الحبوب، ولون الحبوب في القمح. ولهذا لا تنطبق القوانين المندلية على وراثة الصفات الكمية من حيث سيادة أحد النمطين الظاهريين الأبويين في الجيل الأول ونسبة التوزع المستقل في الجيل الثاني. ويعبر عن الاختلافات بين الأفراد بواحدات قياس الطول، أو الحجم، أو الوزن، أو بروائز الذكاء ....الخ. (السنتمتر، والغرام، والليتر، ومعامل الذكاء)، لذلك تسمى الصفات الكمية أحياناً بالصفات القياسية أو القابلة للقياس Metric characters.

يكون مسؤولاً عن الصفة الكمية الواحدة أزواج عدة مختلفة من المورثات التي تشغل أماكن مورثية مختلفة على أزواج صبغية متعددة. وتكون هذه المورثات متساوية في السيادة فيما بينها وذات انتقال مستقل عن بعضها، ويكون الطابع الظاهري للصفة الكمية ناتجاً عن تراكم أو تجمع التأثيرات الصغيرة والمتساوية للمورثات السائدة المتعددة، وتتأثر هذه الصفات بشكل كبير بالظروف البيئية المحيطة.

**الصفات الوصفية (النوعية) Qualitative characters:** هي صفات متقابلة، ذات تضاد حاد؛ لأن التغيرات أو الاختلافات بينها متقطعة، ويمكن تمييز النمط الظاهري بوضوح، وكذلك الاختلافات بين الأفراد، ويكون مسؤولاً عن الصفة زوج من المورثات المتقابلة، ذات النفوذية الكاملة، ولا تتأثر عادة بظروف الوسط. ويمكن تطبيق قانوني مندل الأول والثاني عليها من حيث سيادة أحد النمطين الظاهريين الأبويين في الجيل الأول ونسبة التوزع المستقل في الجيل الثاني.

**الصفات الكمية Quantitative characters:** هي صفات متقابلة، ذات تضاد غير حاد؛ لأن التغيرات أو الاختلافات فيما بينها غير متقطعة، ولا يمكن وصفها بسهولة؛ لذلك تسمى بالتغيرات المستمرة، ويعبر عنها بواحدة قياس الوزن، أو الحجم، أو الطول، وغيرها، لذلك تسمى أيضاً بالصفات القياسية. ويتحكم في الصفة الواحدة أزواج عدة من المورثات المتعددة polygenes، المتساوية في السيادة فيما بينها، ذات الانتقال المستقل عن بعضها، التي تؤثر بشكل تجميعي (تراكمي)، بحيث يعطي كل منها تأثيراً صغيراً في إظهار الصفة الواحدة، وتكون هذه المورثات ذات شدة نفاذية مختلفة، لأنها تتأثر بتغيرات الوسط بشدة. إن أسباب الاختلافات المستمرة في الصفات الكمية تعود إلى الانفصال والتوزع المستقل لأزواج عدة مختلفة من المورثات المتقابلة المسؤولة عن الصفة الواحدة، إضافة إلى تأثير الظروف البيئية في ظهور الصفات الكمية.

## ثانياً-الاختلافات بين الصفات الوصفية والكمية:

نوضّح الفروق بين الصفات النوعية والصفات الكمية في الجدول (9).

الجدول (9): الفروق بين الصفات النوعية والصفات الكمية.

| | الصفات الوصفية (النوعية) | الصفات الكمية (القياسية) |
|---|---|---|
| 1 | مسؤول عنها زوج واحد من المورثات المتقابلة. | مسؤول عنها عدة أزواج من المورثات. |
| 2 | ذات تضاد حاد للصفات المتقابلة. | ذات تضاد غير حاد للصفات المتقابلة. |
| 3 | يمكن تطبيق قانون مندل عليها من حيث سيادة أحد النمطين الظاهريين الأبويين في F1 ونسبة افتراقهما في F2، مع بعض الاستثناءات مثل لون الأزهار الناتجة عن السيادة غير التامة). | لا يمكن تطبيق قانون مندل عليها من حيث سيادة أحد النمطين الظاهريين الأبويين في F1 ونسبة افتراقهما في F2. |
| 4 | يظهر تعبير المورثة السائدة (بحال السيادة التامة) في كل الأفراد الحاملة لها لأن نفوذيتها كاملة (100%). | يختلف تعبير المورثات عن بعضها في النمط الظاهري للأفراد ذات التركيب الوراثي الواحد لأن شدة نفاذيتها مختلفة. |
| 5 | لا تبدي ظروف الوسط الخارجي تأثيراً واضحاً فيها. | تؤثر ظروف الوسط الخارجي إلى حد كبير في ظهور التغيرات المستمرة فيها. |
| 6 | الاختلافات منقطعة. | الاختلافات مستمرة أو غير منقطعة. |
| 7 | يسهل التمييز بين الأنماط الظاهرية المختلفة | يصعب التمييز بين الأنماط الظاهرية المختلفة بحال التغيرات الطفيفة، ولكن يمكن التمييز بين التمييز بين الحالات المتطرفة مثل الطول أو لون البشرة الأبيض والأسمر. |

يعتبر لون البشرة عند الإنسان مثالاً واضحاً على وراثة الصفات الكمية. وينتج من التزاوج بين أفراد من العرق الأسود الصافي والعرق الأبيض الصافي أبناء يتميزون بلون وسط ما بين لوني الأبوين، أو مايسمى بالخلاسي، وعند التزاوج بين الخلاسي والأبيض يكون الأبناء بألوان متدرجة بين الخلاسي والأبيض، إضافة إلى الخلاسي والأبيض. وكذلك يعطي التزاوج بين الخلاسي والأسود أبناءً بألوان متدرجة بين الخلاسي

والأسود، إضافةً إلى الخلاسي والأسود. وبذلك يكون لون البشرة في الأبناء الناتجة من هذه التزاوجات متغيراً من الأسود إلى الأبيض مروراً بسلسلة متدرجة من الألوان المعتدلة مابين نمطي الأبوين دون وجود حدود واضحة لهذه الألوان، وهذا ما يعبر عنه بالتغير المستمر للصفة، ولتوضيح تأثير العوامل البيئية في التغيرات المستمرة للصفة الكمية نلاحظ أن لون البشرة يمكن أن يتغير نتيجة التعرض لأشعة الشمس. وتتحكم في وراثة لون البشرة عند الإنسان ست مورثات، يرمز إليها ($P_1P_1P_2P_2P_3P_3$).

أبيض × أسود

P: $P_1P_1P_2P_2P_3P_3$ × $p_1p_1p_2p_2p_3p_3$

G: $(P_1P_2P_3)$ $(p_1p_2p_3)$

$F_1$: $P_1p_1P_2p_2P_3p_3$

خلاسي

عند زواج أفراد خلاسية اللون مع أفراد خلاسية اللون ينتج سبعة أنماط ظاهرية تتدرج في ألوانها من الأسود إلى الأبيض، وذلك بحسب عدد المورثات السائدة والمتنحية في التركيب الوراثي.

### ثالثاً- تجارب نيلسون- إيل Nelson-Ehle على نبات القمح:

من الدراسات المهمّة للصفات الكمية نذكر تجارب نلسون- إيل **Nelson Ehle** حول وراثة لون الحبوب في القمح. فعند التهجين بين سلالتين صافيتين من القمح، الأولى بيضاء الحبوب، والثانية حمراء الحبوب، كانت أفراد الجيل الأول متوسطة الاحمرار، ونتج من تزاوج أفراد الجيل الأول 265 نباتاً أحمر الحبوب، و71 نباتاً أبيض

الحبوب؛ أي بنسبة (1:3) تقريباً. وتشير نتائج الجيل الأول إلى أن هذه الهجونة من نمط السيادة غير الكاملة، أما نتائج الجيل الثاني فتدل على التشابه مع نسبة الانفصال والتوزع المستقل للهجونة الأحادية المندلية.

لكن تجارب التهجين بين القمح الأبيض الحبوب، وسلالات أخرى من القمح الأحمر الحبوب، أعطت في الجيل الثاني نتائج مختلفة. ففي بعض التجارب كانت نسبة الحبوب الحمراء إلى البيضاء (1:15)، وتشبه نسبة الهجونة الثنائية المندلية (1:3:3:9) عندما يكون الاختلاف بزوجين من المورثات المتقابلة. في تجارب أخرى كانت هذه النسبة (1:55)؛ أي قريبة من (1:63)، وهي تشبه نسبة الهجونة الثلاثية عندما يكون الاختلاف بثلاثة أزواج من المورثات المتقابلة. ويوجد تجارب لم يعثر فيها على الحبوب البيضاء. ولم تكن الحبوب الحمراء الناتجة في جميع هذه التجارب بالكثافة اللونية نفسها.

يمكن تفسير نتائج هذه التجارب بافتراض أن صفة اللون الأحمر لحبوب القمح تنتج من العمل التراكمي لعدد كبير من المورثات المختلفة السائدة ($R_1R_2R_3...R_n$) على المورثات المقابلة لها، المسؤولة عن اللون الأبيض ($r_1r_2r_3...r_n$)، وأن وجود مورثة سائدة واحدة في التركيب الوراثي للفرد، يكون كافياً لإعطاء اللون الأحمر للحبوب، ولكن كلما ازداد عدد المورثات السائدة كان اللون الأحمر أكثر كثافة، أما اللون الأبيض فينتج فقط في حالة تشابه اللواقح للمورثات المتنحية.

يمكن تفسير ظهور النسبة (1:3) في التهجين الأول باختلاف السلالتين بزوج واحد من المورثات المتقابلة. ويكون النمط الوراثي للسلالة ذات الحبوب البيضاء ($r_1r_1r_2r_2r_3r_3...r_n$)، وللسلالة ذات الحبوب الحمراء ($P_1R_1r_2r_2r_3r_3...r_n$)، ولأفراد الجيل الأول ($R_1r_1r_2r_2r_3r_3...r_n$) أواختصاراً ($R_1r_1$)، بعد إهمال المورثات المتنحية المشتركة بين السلالتين، ويكون النمط الظاهري لهذه الأفراد متوسط الحمرة التي تعطي في الجيل الثاني الأنماط الوراثية (1 $R_1R_1$+2 $R_1r_1$+1 $r_1r_1$) ذات الأنماط الظاهرية (1 أحمر: 2 أحمر متوسط :1 أبيض).

أما ظهور النسبة (1:15)، في التجربة الثانية، فيفسر بالاختلاف في زوجين من المورثات، وبالتالي يكون النمط الوراثي للسلالة ذات الحبوب الحمراء ($R_1R_1R_2R_2$)، وللسلالة ذات الحبوب البيضاء($r_1r_1r_2r_2$)، ويكون التركيب الوراثي لأفراد الجيل الأول ($R_1r_1R_2r_2$)، ونمطها الظاهري أحمر متوسط. وتتوزع التراكيب الوراثية الستة عشر في الجيل الثاني على النحو الآتي:

16/1 ($R_1R_1R_2R_2$) متشابه اللواقح للمورثات السائدة، بلون أحمر قاتم.

16/2 ($R_1r_1R_2R_2$) يحوي ثلاث مورثات سائدة وواحدة متنحية، بلون أحمر قاتم متوسط.

16/2 ($R_1R_1R_2r_2$) يحوي ثلاث مورثات سائدة وواحدة متنحية، بلون أحمر قاتم متوسط.

16/1 ($R_1R_1r_2r_2$) يحوي مورثتين سائدتين ومورثتين متنحيتين، بلون أحمر متوسط.

16/1 ($r_1r_1R_2R_2$) يحوي مورثتين سائدتين ومورثتين متنحيتين، بلون أحمر متوسط.

16/4 ($R_1r_1R_2r_2$) يحوي مورثتين سائدتين ومورثتين متنحيتين، بلون أحمر متوسط.

16/2 ($R_1r_1r_2r_2$) يحوي مورثة سائدة واحدة وثلاث مورثات متنحية، بلون احمر فاتح.

16/2 ($r_1r_1R_2r_2$) يحوي مورثة سائدة واحدة وثلاث مورثات متنحية، بلون أحمر فاتح.

16/1 ($r_1r_1r_2r_2$) متشابه اللواقح بالنسبة للمورثات المتنحية، بلون أبيض.

يمكن اختصار الأنماط الظاهرية كما يأتي:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 16/1 | : | 16/4 | : | 16/ 6 | : 16/4 : 16/1 |
| أحمر قاتم | | أحمر قاتم متوسط | | أحمر متوسط | أحمر فاتح أبيض |

$P_1$: $R_1R_1R_2R_2 \times r_1r_1r_2r_2$

G: $(R_1R_2)$ $(r_1r_2)$

$F_1$: $R_1r_1R_2r_2$

أحمر متوسط

$F_1 \times F_1$

| ♂ / ♀ | $R_1R_2$ | $R_1r_2$ | $r_1R_2$ | $r_1r_2$ |
|---|---|---|---|---|
| $R_1R_2$ | $R_1R_1R_2R_2$ | $R_1R_1R_2r_2$ | $R_1r_1R_2R_2$ | $R_1r_1R_2r_2$ |
| $R_1r_2$ | $R_1R_1R_2r_2$ | $R_1R_1r_2r_2$ | $R_1r_1R_2r_2$ | $R_1r_1r_2r_2$ |
| $r_1R_2$ | $R_1r_1R_2R_2$ | $R_1r_1R_2r_2$ | $r_1r_1R_2R_2$ | $r_1r_1R_2r_2$ |
| $r_1r_2$ | $R_1r_1R_2r_2$ | $R_1r_1r_2r_2$ | $r_1r_1R_2r_2$ | $r_1r_1r_2r_2$ |

وهكذا نلاحظ أن حبوب الجيل الثاني تتدرج من اللون الأحمر القاتم 16/1 ، إلى الأحمر القاتم المتوسط 16/4، إلى الأحمر المتوسط 16/6 ، إلى الأحمر الفاتح 16/4 ، إلى الأبيض 16/1. ونلاحظ وجود تناسب طردي بين عدد المورثات السائدة المسؤولة عن اللون الأحمر والكثافة اللونية.

وتفسر النسبة (1:55) بالاختلاف في ثلاثة أزواج من المورثات المتقابلة، ولهذا يكون النمط الوراثي للسلالة ذات الحبوب الحمراء $(R_1R_1R_2R_2R_3R_3)$، والسلالة ذات الحبوب البيضاء $(r_1r_1r_2r_2r_3r_3)$، ويكون التركيب الوراثي لأفراد الجيل الأول $(R_1r_1R_2r_2R_3r_3)$، ونمطها الظاهري أحمر متوسط. ينتج في الجيل الثاني (64) تركيباً وراثياً يراوح فيها عدد المورثات السائدة بين 0 و 6. يمكن تصنيف هذه التراكيب الوراثية بحسب عدد المورثات السائدة على الشكل الآتي:

| عدد المورثات السائدة | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد المورثات المتنحية | 6 | 5 | 4 | 3 | ٢ | 1 | 0 |
| التكرار أو الاحتمال من 64 | 1 | 6 | 15 | 20 | 15 | 6 | 1 |

يكون احتمال ظهور الحبوب البيضاء 64/1، أما الأنماط الظاهرية للون الأحمر 64/63، فتتوزع على ست درجات لونية تتدرج من الأحمر القاتم إلى الأحمر الفاتح.

نلاحظ أنه بازدياد عدد أزواج المورثات ذات التأثير التراكمي، يزداد عدد الأنماط الظاهرية الانتقالية بين نمطي الأبوين، ويتناقص احتمال ظهور الطابع الظاهري للأب المتنحي، وللأب السائد الصافي أو المتماثل اللواقح. وهذا مايفسر عدم العثور على الحبوب البيضاء في بعض التجارب.

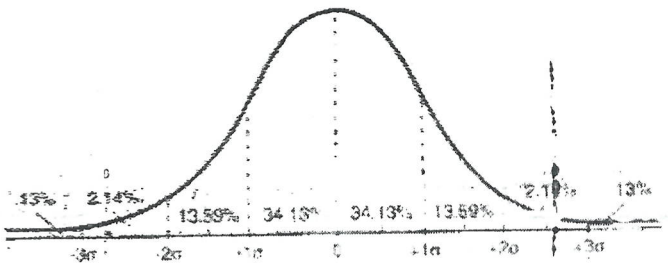
في أثناء دراسة وراثة الصفات الكمي- كثيراً ما نلاحظ ظاهره الانعزال التجاوري Transgressive segregtion، وهي الزيادة أو النقص في ظهور الصفة الكمية الأبوية عند الأنسال، في الجيل الثاني؛ نتيجة تجمع المورثات المتعددة ذات التأثير التراكمي. فعند التهجين بين السلالات المختلفة عن بعضها بدرجة التعبير الكمي، أو المتساوية بدرجة التعبير الكمي لصفة ما، يظهر في ذريتها أنماط ذات تعبير للصفة المدروسة بدرجة أكثر أو أقل مما هي عند الأبوين، ويحدث ذلك عندما لاتظهر في أحد الأبوين أو كليهما درجة التعبير القصوى للصفة الكمية المدروسة.

مثلاً عند التهجين بين سلالتين من القمح المتميز بحبوب ذات لون أحمر فاتح، تكون أفراد الجيل الأول مشابهة للأبوين، ولكن تظهر في أفراد الجيل الثاني الحبوب الحمراء القاتمة، والبيضاء، إضافة إلى الألوان المتوسطة، نتيجة حدوث الانعزال الوراثي.

ست مورثات ذات تأثير تراكمي، وتؤدي إلى ظهور سلسلة متدرجة للتغيرات المستمرة من القصير جداً – إلى الطويل جداً، وغالباً ما يصعب على الباحث تمييز هذه التغيرات بشكلٍ جيد؛ لأنها تتأثر أيضاً بظروف الوسط (التغذية والرياضة).

## سادساً- منحني التوزيع الطبيعي Normal distribution curve:

لقد بينت الدراسات التجريبية أن أغلب الظواهر الحيوية تتوزع بشكل يوافق منحني التوزيع الطبيعي (الشكل 43)، بحيث تكون معظم تكرارات قيم أو صفوف الظاهرة الحيوية واحتمالاتها، مجاوراً للمتوسط، وتتناقص هذه التكرارات بالتدريج كلما ابتعدنا عن المتوسط، إلى اليمين وإلى اليسار.




الشكل (43): منحني التوزيع الطبيعي.

ويعبر منحني التوزيع الطبيعي عن إمكانية التغير المستمر الناتج عن تأثير الظروف البيئية، لذلك يكون لكل طابع وراثي منحني توزيع، خاص به، يأخذ شكلاً ناقوسياً ذا نهاية عظمى واحدة. فإذا ظهرت أكثر من نهاية واحدة فيفسر ذلك بعدم التجانس الوراثي للجماعة المدروسة؛ أي وجود عدة أنماط وراثية مختلفة في الجماعة الواحدة. وفي هذه الحالة يمكن استعمال منحنيات التوزيع الطبيعي؛ لفصل الأنماط المختلفة من خلال التركيز على صفة واحدة. ويتميز كل منحنٍ طبيعي بخواص فردية، وخواص عامة

2. **الخواص العامة:** مهما اختلف منحني التوزيع الطبيعي فإن:

مساحة الجزء المحصور بين $\sigma -$ و $\sigma +$ يساوي 68.28 % من المساحة الكلية.

ومساحة الجزء المحصور بين $\sigma 2-$ و $\sigma 2+$ تساوي 95.45% من المساحة الكلية.

ومساحة الجزء المحصور بين $\sigma 3 -$ و $\sigma 3+$ تساوي 99.73 % .

وهذا يعني أن 68.28 % من مجموع احتمالات النتائج يقع في حدود $\bar{X} \pm \sigma$ وأن 95.45 % منها يقع في حدود $\bar{X} \pm 2\sigma$ ، وأن 99.73% منها يقع في حدود $\bar{X} \pm 3\sigma$ ، وبذلك نستطيع معرفة إذا كان انحراف النتائج عائداً إلى المصادفة.

ويقبل علماء الإحصاء أن الانحراف العائد إلى المصادفة يكون $\geq 2\sigma$ ؛أي $\geq 0.95$، أما الانحراف المهم الذي لا يعود إلى المصادفة، وإنما إلى أسباب أخرى فيكون $\leq 2\sigma$ ؛ أي $\leq 0.95$. ولكن بعض العلماء يقبل الانحراف العائد إلى المصادفة من رتبة أقصاها $3\sigma$ ؛ أي 0.99 ، وتقدر أهمية الانحراف من العلاقة:

$$Z = \frac{d}{\sigma}$$

حيث إنّ: Z – أهمية الانحراف المعياري.

D – الانحراف الملاحظ.

$\Sigma$ – الانحراف المعياري.

**مثال (1):**

عند تهجين دبابات خل، ذات أجنحة ضامرة، مع ذبابات خل ذات أجنحة طويلة متخالفة اللواقح، نتج في الجيل الأول 745 ذبابة طويلة الجناح، و709 ضامرة الجناح. برهن أن التوزيع يوافق النسبة المندلية في الهجونة الأحادية، وأن الاختلاف يعود إلى الصدفة.

ب- عدد النباتات التي تقع بين $\bar{X} \pm 2\sigma$ :

$$6000 \times 95.45/100 = 5727$$

ت- = 5727 نباتاً

ث- عدد النباتات التي تقع بين $\pm 3\sigma$ :

$$6000 \times 99.73 /100 = 5983.8$$

$\approx$ 5984 نباتاً

ملاحظة: يوجد 16 نبات يقع في المجال < 95 و> 185 ، ويمكن حساب ذلك كما يأتي : 6000 X 0.27/100 = 16.

**سابعاً- دراسة صفة الذكاء :**

ذكرنا سابقاً أن صفة الذكاء هي صفة كمية، يتحكم بها عدد من المورثات المتعددة polygenes، ويمكن تعريف الذكاء بأنه القدرة على حل المشكلات والمسائل شرط أن تكون جديدة لدى الشخص، أو هو القدرة على التكيف، وذلك للتفريق بين الذكاء الموروث والذكاء البيئي (المكتسب).

فالذكاء ليس تكديساً للمعلومات المكتسبة، بل هو نوع من القدرة أو الطاقة، وبذلك يعرفه العالم Piaget عام 1956، بأنه القدرة على التكيف الواعي عبر الأوضاع الجديدة. وتوزع أفراد الجماعات البشرية، بحسب روائز الذكاء، في خمس مجموعات (المتفوقون عقلياً -الأذكياء - العاديون - الأغبياء - المتخلفون عقلياً).

يحسب معامل الذكاء einberg Intelligence من العلاقة الآتية:

$$\text{معامل الذكاء (IQ)} = \frac{\text{العمر العقلي}}{\text{العمر الزمني}} \times 100$$

يبلغ معامل الذكاء عند المتفوقين عقلياً 120 < ؛ أي يبتعدون عن المتوسط الحسابي وحدتين من وحدات الانحراف المعياري نحو الاتجاه الموجب، وتبلغ نسبتهم 2.14% من مجموع الأفراد.

ويبلغ عند الاذكياء مابين 110 – 120 ؛ أي يبتعدون عن المتوسط الحسابي وحدة من وحدات الانحراف المعياري نحو الاتجاه الموجب؛ أي بنسبة 13.585% من مجموع الأفراد.

أما عند الأفراد العاديين فيكون معامل الذكاء مابين 90 – 110، ويتوزعون حول المتوسط الحسابي بزائد وناقص وحدة من وحدات الانحراف المعياري، ويمثلون المستوى المتوسط، وتبلغ نسبتهم بحسب منحني التوزيع الطبيعي 68.28 % من مجموع الأفراد.

ويكون معامل الذكاء عند الأفراد الأغبياء بين 80 – 90 ، ويبتعدون عن المتوسط الحسابي وحدة من وحدات الانحراف المعياري نحو الاتجاه السالب؛ أي بنسبة 13.585 من مجموع الأفراد.

وعند المتخلفين عقلياً يكون معامل الذكاء 80> ، ويبتعدون عن المتوسط الحسابي وحدتين من وحدات الانحراف المعياري نحو الاتجاه السالب، وتبلغ نسبتهم 2.14% من مجموع الأفراد.

ويتم حساب هذه النسب على الشكل الآتي:

إن نسبة الأفراد العاديين + نسبة الأفراد الأذكياء والأغبياء تقع بين σ 2– و σ2+ ؛ أي تساوي % 95.45. لذلك تبلغ نسبة الأفراد الأذكياء والأغبياء:

$$95.45\ \% - 68.28\ \% = 27.17\ \%$$

وبذلك تساوي نسبة كل من الأذكياء والأغبياء $\frac{27.17}{2}$ = 13.585 %.

مكتبة A to Z