

مقرر الوراثة الكمية
(الجزء النظري)
قسم المحاصيل الحقلية
السنة الخامسة

د. نور علي
مدرس في قسم لمحاصيل الحقلية

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

- تعد الاختلافات الظاهرة بين أفراد النوع الواحد أساساً في استمرار بقائه و تطوره و تحسينه عبر عمليات التربية.
- حيث تعرض الكائنات الحية لظروف إحيائية أو لا إحيائية غير مناسبة قد تؤدي إلى تعرضها للانقراض و لكن بفعل عملية الانتخاب الطبيعي الذي حدث بسبب وجود تباينات بين الافراد فقد تطورت أنواع أكثر ملائمة وقدرة على التكيف مع الظروف المحيطة مما ضمن استمرارها وبقائها.
- و من هنا تظهر أهمية وجود التباينات خاصة التباينات الوراثية Genetic variance و هي الاختلافات التي تورث من جيل إلى الآخر و تتحكم بها مجموعة من العوامل الوراثية أما بالنسبة للتباينات البيئية Environmental variance التي ترجع لتأثير البيئة على الشكل المظهري للفرد فهي أقل أهمية حيث أنها لا تورث و يس لها إسهام في تطور النوع أو تحسين المحاصيل خلال عملية التربية.

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

- يقاس مقدار الاختلاف بين الأفراد بمقياس يعرف باسم التباين Variance حيث يعبر عن القيم انحرافات عن متوسط العشيرة فإن التباين هو متوسط مربعات هذه القيم.
- التباين له مكونات مختلفة تتمثل بـ:
- التباين الوراثي Genotypic variance و هو تباين القيم الوراثية و الذي يقسم بدوره إلى:
- 1. التباين الإضافي Additive variance و هو مقياس للقيمة التربوية
- 2. تباين السيادة Dominance variance و هو مقياس للانحرافات العائدة لعفل السيادة
- 3. تباين التفاعل Interaction variance و هو مقياس للانحرافات العائدة للعفل التفاعل بين المورثات
- التباين البيئي Environmental variance و هو التباين العائد للظروف البيئية
- التباين الكلي او المظهري Total or Phenotypic variance و هو تباين القيم المظهرية و هو عبارة عن مجموع المكونات المنفردة للتباين.

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

مكونات التباين		
القيمة التي يقاس تباينها	الرمز	مكون التباين
القيمة المظهرية	V_P	المظهري
القيمة الوراثية	V_G	الوراثي
القيمة التربوية	V_A	الإضافي
الانحراف السيادي	V_D	السيادي
الانحراف التفاعلي	V_I	التفاعلي
الانحراف البيئي	V_I	البيئي

◦ عليه فإن مكونات التباين الكلي أو المظهري يعبر عنها كما يلي:

$$V_P = V_G + V_E$$

◦ ويقسم التباين الوراثي V_G إلى:

$$V_G = V_A + V_D + V_I$$

◦ بالتالي يعبر عن التباين المظهري ما يلي:

$$V_P = V_A + V_D + V_I + V_E$$

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

V_A Additive variance التباين الإضافي

و هو مقياس لقيمة التربية، و يرجع إلى لاختلاف التراكيب الوراثية الأصلية في التأثير على الصفة
ويعد أهم مكونات التباين الوراثي لأنه الوحيد الذي يمكن الاعتماد عليه عند الانتخاب

التباين
الوراثي و
مكوناته

V_I Interaction variance التباين التفاعل

و هو مقياس للانحراف الذي يعود إلى التفاعل بين المورثات غير الأليلية

Dominance variance التباين السيادي V_D

و هو مقياس للانحراف الذي يعود إلى السيادة نتيجة التفاعل بين المورثات الأليلية

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

- تحليل الصفات الوراثية ففي العشيرة يتطلب تقسيم القيمة المظهرية إلى مكوناتها الأساسية و هي:
- التركيب الوراثي أي مجموعة المورثات المحددة التي يمتلكها الفرد.
- البيئة أي مجموعة العوامل المؤثرة في القيمة المظهرية عدا العوامل الوراثية.
- و يعبر عن ذلك بالمعادلة التالية:

$$P = G + E$$

أي: القيمة المظهرية = القيم الوراثية + الانحراف البيئي

- على فرض أن متوسط الانحراف البيئي مساوي للصفر فإن المعادلة تصبح:

$$P = G$$

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

◦ نعبر عن الخصائص الوراثية للعشيرة ن طريق وصف ما يلي:

1. التكرار الوراثي Gene frequency و يتعلق بالأليل الواحد دون قرينه ضمن العشيرة.

2. قيم (تكرار) التراكيب الوراثية (a, d) (Genotypic values) حيث تصف المورثة بما تحويه من أليلين في الفرد الواحد

3. أو وصفهما معاً.

◦ و يتم قياس الصفة ضمن العشيرة باستخدام مصلح القيمة Value التي تعبر عن قيمة الشكل المظهري للفرد (Phenotypic value)

◦ و هنا لابد من تناول العديد من المقاييس الإحصائية من اجل الوصف الكمي للعشيرة

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

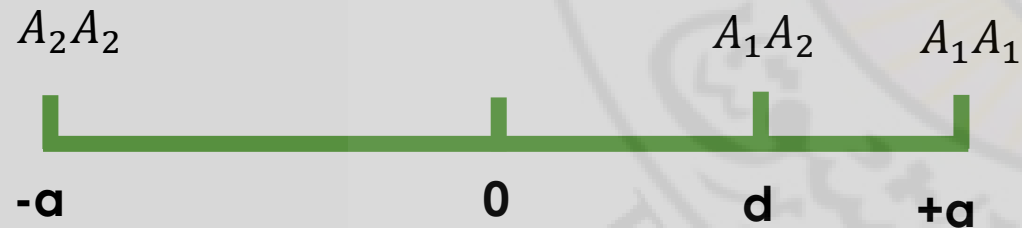
متوسط العشيرة Population mean

- يعد من أهم القيم الإحصائية في الوصف الكمي للعشيرة، و يمثل متوسط التراكيب الوراثية التي تتكون منها العشيرة.
- لنفرض دراسة موقع وراثي واحد (A) وفيه آليلين (A_1, A_2) بالتالي نرمز لقيم الوراثة للتراكيب الوراثية كما يلي:

$$A_1A_1 = +a$$

$$A_1A_2 = d$$

$$A_2A_2 = -a$$



- حيث A_1 تزيد من الصفة لذلك تحصل على القيمة الإيجابية
- النقطة 0 تمثل القيمة الوسطية بين التركيبين الوراثيين الأصليين A_2A_2 و A_1A_1
- قيمة التركيب الوراثي الخليط A_1A_2 سوف تعتمد بالتالي على درجة السيادة

- لا يوجد سيادة $d = 0$

- سيادة تامة $d = |a|$

- سيادة غير تامة $d < |a|$

- سيادة فائقة $d > |a|$

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

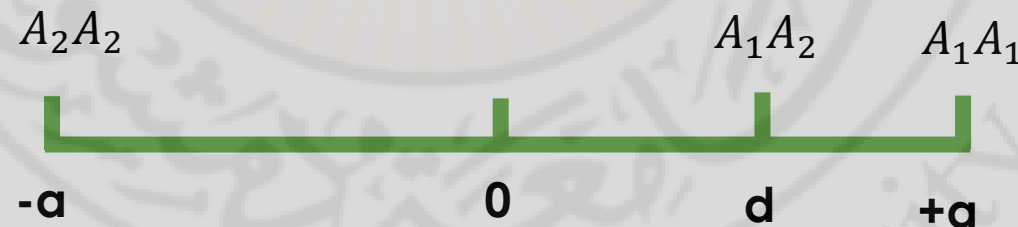
متوسط العشيرة Population mean

◦ القيم الوراثية لـ a ، $-a$ ، d يتم حسابها عند قيمة وسطية

$$\frac{a + (-a)}{2} = \text{القيمة الوسطية}$$

◦ لكن يجب حسابها عند القيمة الحقيقية التي تعادل صفر

◦ لذا تطرح القيمة الوسطية من القيم الوراثية لـ a ، $-a$ ، d للحصول على قيمها الحقيقية عند قيمة وسطية تعادل الصفر



المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

◦ مثال (1):

نفرض أن طالباً ما ذهب لقياس أطوال نباتات القمح، وهذه الصفة يتحكم بها مورثة واحدة (A) لها أليلين (A1, A2) فوجد البيانات التالية:

- النباتات التي تحمل التركيب الوراثي A1A1 أعطت أطوال 14 سم
- النباتات التي تحمل التركيب الوراثي A1A2 أعطت أطوال 12 سم
- النباتات التي تحمل التركيب الوراثي A2A2 أعطت أطوال 6 سم

◦ والمطلوب:

1. ضع القيم على مقياس المتوسط؟
2. احسب القيمة الوراثية a ، $-a$ ، d ؟
3. احسب متوسط العشيرة لطول النباتات إذا علمت أن تكرار الأليل A2 (q) يساوي 0.2

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

متوسط العشيرة Population mean

التركيب الوراثي تكرار التركيب الوراثي (F)	القيمة (V)	متوسط تكرار التركيب الوراثي في العشيرة (F x V)
A_1A_1	$+a$	$p^2 \cdot a$
A_1A_2	d	$2pq \cdot d$
A_2A_2	$-a$	$-q^2 \cdot a$

◦ نرسم لتكرار الأليل A_1 بـ p
 ◦ نرسم لتكرار الأليل A_2 بـ q

$$p + q = 1$$

◦ بالتالي تكون تكرارات التراكيب الوراثية كما يلي:

$$A_1A_1 = p^2$$

$$A_1A_2 = 2pq$$

$$A_2A_2 = q^2$$

و ذلك حسب النسبة الماندلية 1:2:1

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

بالتالي يكون متوسط القيمة في العشيرة او متوسط العشيرة (M) = مجموع (تكرار التركيب الوراثي X القيمة)

متوسط تكرار التركيب الوراثي في العشيرة (F x V)	القيمة (V)	تكرار التركيب الوراثي (F)	التركيب الوراثي
$p^2 \cdot a$	$+a$	p^2	A_1A_1
$2pq \cdot d$	d	$2pq$	A_1A_2
$-q^2 \cdot a$	$-a$	q^2	A_2A_2

$$M = p^2a + 2pqd - q^2a$$

$$M = p^2a - q^2a + 2pqd$$

$$M = a(p^2 - q^2) + 2pqd$$

$$M = a(p + q)(p - q) + 2pqd$$

$$M = a(p - q) + 2pqd$$

يعود للتركيب الوراثي الأصيل

يعود للتركيب الوراثي الخليط

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

لابد من ان نضع في الحسبان أن قيمة متوسط العشيرة M تتغير في حالات مختلفة

(1) غياب السيادة $d = 0$

◦ نعوض قيمة d في المعادلة: $M = a(p - q) + 2pqd$

بالتالي تصبح: $M = a(p - q)$

نعوض قيمة $p = 1 - q$ في المعادلة السابقة لتصبح

$$M = a(1 - q - q)$$

$$\underline{M = a(1 - 2q)}$$

(2) السيادة التامة $d = a$

◦ نعوض قيمة $d = a$ ونعوض قيمة $p = 1 - q$ في المعادلة:

$$M = a(p - q) + 2pqd$$

◦ لتصبح: $M = a(1 - 2q) + 2aq(1 - q)$

$$M = a - 2aq + 2aq - 2aq^2$$

$$M = a - 2aq^2$$

$$\underline{M = a(1 - 2q^2)}$$

(3) في حال تأثر الصفة بالعديد من العوامل الوراثية (صفة كمية)

$$M = \sum a(p - q) + 2 \sum pqd$$

(4) لنفرض ان تكرر الأليل $A1$ يساوي الواحد أي $p = 1$ و السيادة معدومة أي $d = 0$ بالتالي:

$$M = a(1 - 2q)$$

$$M = a(1 - 2 \times 0)$$

$$\underline{M = a}$$

(5) لنفرض ان تكرر الأليل $A2$ يساوي الواحد أي $q = 1$ و السيادة معدومة أي $d = 0$ بالتالي :

$$M = a(1 - 2q)$$

$$M = a(1 - 2 \times 1)$$

$$\underline{M = -a}$$

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

تابع للمثال (1)

◦ احسب متوسط العشيرة لطول النبات إذا علم أن تكرار $0.2 = A_2(q)$

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

متوسط تأثير المورثة Average effect of single gene (α_1 , α_2)

- سابقاً تحدثنا عن انتقال القيم من الآباء إلى الأبناء.
- الآباء تنقل مورثاتها إلى الأبناء وليس التراكيب الوراثية.
- حيث التراكيب الوراثية تتحلل و تندثر بانتهاء هذا الجيل و تتكون تراكيب وراثية جديدة في الأجيال اللاحقة.
- بالتالي لابد من وجود مقياس جديد للقيم المختلفة في الأجيال اللاحقة يقيس المورثات ولا يقيس التراكيب الوراثية .
- هذا المقياس يعرف باسم القيمة الوراثية أو قيمة التربية Breeding value و معرفتها تربط قيمة التربية بالمورثات التي يحملها الفرد و التي تنتقل منه إلى الجيل التالي.
- و بالتالي من اجل معرفة متوسط للعشيرة لابد من دراسة ما يعرف بمتوسط التأثير الأليلي او المورثي أو متوسط تأثير المورثة والذي يعرف بأنه: متوسط انحراف قيمة الأفراد التي تحتوي على هذه المورثة عن متوسط العشيرة
- أو يعرف بأنه متوسط انحراف الأفراد التي تحمل هذا الأليل و الذي وصلها من احد الأبوين عن متوسط العشيرة مع ملاحظة أن الليل الآخر لهذه المورثة التي وصلها من الأب الآخر يكون مأخوذ بشكل عشوائي من العشيرة.

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

متوسط تأثير المورثة

- نفرض دراسة موقع وراثي A يحوي أليلين (A1، A2) و نريد دراسة متوسط تأثير الأليل A1 في الأبناء، بالتالي هناك تركيبان وراثيان فقط يحويان الأليل A1 هما:

$$A_1A_1 = p^2$$

$$A_1A_2 = pq$$

- بالتقسيم على p تصبح:

$$A_1A_1 = p$$

$$A_1A_2 = q$$

- بالمثل لنفرض اننا نريد دراسة متوسط تأثير الأليل A2 في الأبناء، بالتالي هناك تركيبان وراثيان فقط يحويان الأليل A2 هما:

$$A_2A_2 = q^2$$

$$A_1A_2 = pq$$

- بالتقسيم على q تصبح:

$$A_2A_2 = q$$

$$A_1A_2 = p$$

Genotype	A_1A_1	A_1A_2	A_2A_2	متوسط قيمة التركيب الوراثي (القيم المطلقة)
Value	a	d	-a	-----
α_1 (A1) (قيمة مطلقة)	p	q	-	$p \cdot a + q \cdot d$
α_2 (A2) (قيمة مطلقة)	-	p	q	$p \cdot d - q \cdot a$

نحسب متوسط التأثير الأليلي ليس كقيم مطلقة بل كاحرفات عن متوسط العشيرة حيث نطرح قيمها من قيمة متوسط العشيرة (M)

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

متوسط تأثير المورثة

$$\begin{aligned}\alpha_2 &= M - |\alpha_2| \\ \alpha_2 &= pd - aq - [a(p - q) + 2pqd] \\ \alpha_2 &= pd - aq - a(p - q) - 2pqd \\ \alpha_2 &= pd - aq - ap + aq - 2pqd \\ \alpha_2 &= pd - ap - 2pqd \\ \alpha_2 &= -ap - 2pqd + pd \\ \alpha_2 &= -ap - pd(2q - 1) \quad \text{q-1= -p} \\ \alpha_2 &= -ap - pd(q + \textcolor{teal}{q} - \textcolor{teal}{1}) \\ \alpha_2 &= -ap - pd(q - p) \\ \alpha_2 &= \underline{\underline{-p [a + d(q - p)]}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= M - |\alpha_1| \\ \alpha_1 &= ap + qd - [a(p - q) + 2pqd] \\ \alpha_1 &= ap + qd - a(p - q) - 2pqd \\ \alpha_1 &= ap + qd - ap + aq - 2pqd \\ \alpha_1 &= aq + qd - 2pqd \\ \alpha_1 &= aq + qd(1 - 2p) \quad \text{p-1= q} \\ \alpha_1 &= aq + qd(\textcolor{teal}{1} - \textcolor{teal}{p} - p) \\ \alpha_1 &= aq + qd(q - p) \\ \alpha_1 &= \underline{\underline{q[a + d(q - p)]}}\end{aligned}$$

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

متوسط تأثير الاستبدال الوراثي

(α) Average effect of gene substitution

هو التغير الناتج في القيم نتيجة تحويل عدد من الآلائل

A2 إلى A1 بصورة عشوائية

و يعبر عنها بالمعادلة التالية:

$$\alpha = \alpha_1 - \alpha_2$$

وهناك طريقتين لحسابه:

1. باستخدام القيم المطلقة لـ α_1 ، α_2

2. باستخدام α_1 ، α_2 كانحرافات عن متوسط العشيرة

1. باستخدام القيم المطلقة لـ α_1 ، α_2

$$\alpha = \alpha_1 - \alpha_2$$

$$\alpha = (ap + qd) - (dp - aq)$$

$$\alpha = ap + qd - dp + aq$$

$$\alpha = a(p + q) + d(q - p)$$

$$\underline{\alpha = a + d(q - p)}$$

2. باستخدام α_1 ، α_2 كانحرافات عن متوسط العشيرة

$$\alpha = \alpha_1 - \alpha_2$$

$$\alpha = q[a + d(q - p)] - (-p[a + d(q - p)])$$

$$\alpha = q[a + d(q - p)] + p[a + d(q - p)]$$

$$\alpha = [a + d(q - p)](q + p)$$

$$\underline{\alpha = a + d(q - p)}$$

$$q + p = 1$$

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

متوسط تأثير الاستبدال الوراثي (α) Average effect of gene substitution

العلاقة بين α ، α_1 ، α_2

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= q \cdot \alpha \\ \alpha_2 &= -p \cdot \alpha \\ \alpha &= \alpha_1 - \alpha_2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= q[a + d(q - p)] \\ \alpha_2 &= -p[a + d(q - p)] \\ \alpha &= a + d(q - p)\end{aligned}$$

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

مثال (2):

مثال: لنفرض اننا ندرس المورثة A التي تحمل الأليلين A1، A2 باعتبار أن $(+a = 4, -a = -4, d = 2)$ عند قيمة وسطية أصلية (0)، و المطلوب: احسب قيم α_1 ، α_2 ، α عند تكرار الأليل A2 = 0.1 (q= 0.1) ؟

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

القيم التربوية أو القيم التوريثية (قيمة التركيب الإضافي) Breeding value

- القيمة التربوية هي قيمة الفرد التي نعود إلى متوسط قيم أبنائه.
- القيمة التربوية تساوي ضعف متوسط انحراف الأبناء عن متوسط العشيرة.
- و هذا عائد إل ان الآباء تعطي نصف المادة الوراثية (أي أليل واحد) بالتالي يتم مضاعفته ب 2 لكي تصبح القيمة مطابقة للآباء.
- إن حساب متوسط التأثير الأليلي (α_1 ، α_2) للآلائ A1 و A2 يساعد في حساب القيمة التربوية A
- بالتالي القيمة التربوية هي مجموع متوسطات تأثيرات الآلائ التي يحملها الفرد (وهي تحسب للمواقع فقط)
- القيمة التربوية تحسب للتركيب الوراثي للفرد المدروس وليس لكامل العشيرة
- في الفرد يتحكم بالمورثة أليلين فقط، لكن ضمن العشيرة يوحد عدة آلائ تتحكم بنفس الموقع الوراثي (المورثة) موزعة على الأفراد
- إذا كانت القيمة التربوية عالية أي هنا أثر إضافي فنلجأ للانتخاب أي انتخاب هذا الأليل من الآباء سوف يصيف إلى الأبناء
- إذا كان التأثير ناتج عن السيادة فنلجأ للتهجين أي تجميع الآلائ المختلفة في الأبناء

القيمة التربوية (A)	التركيب الوراثية
$\alpha_1 + \alpha_1 = 2\alpha_1 = 2q\alpha$	A_1A_1
$\alpha_1 + \alpha_2 = (q - p)\alpha$	A_1A_2
$\alpha_2 + \alpha_2 = 2\alpha_2 = -2p\alpha$	A_2A_2

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

القيم التربوية أو القيم التوريثية (قيمة التركيب الإضافي)
Breeding value

التركيب الوراثية	التكرار (f)	القيمة التربوية (vA)	متوسط القيمة التربوية (f*vA)
A_1A_1	p^2	$2q\alpha$	$2q\alpha.p^2$
A_1A_2	$2pq$	$(q - p)\alpha$	$(q - p)\alpha.2pq$
A_2A_2	q^2	$-2p\alpha$	$-2p\alpha.q^2$

$$متوسط القيمة التربوية للعشيرة = 2p^2q.\alpha + 2pq.\alpha(q - p) - 2pq^2\alpha$$

$$متوسط القيمة التربوية للعشيرة = 2pq\alpha (p + q - p - q)$$

$$متوسط القيمة التربوية للعشيرة = 2pq\alpha \times 0$$

$$متوسط القيمة التربوية للعشيرة = 0$$

◦ بالتالي هنا لابد من معرفة ما يدعى بتوازن هادري - واينبرغ (أو عشيرة هاردي - واينبرغ)

◦ حيث: في عشيرة يتلاقح أفرادها عشوائياً و خلطياً فإن تكرارات التركيب الوراثية و تكرارات الألائل تبقى ثابتة في حال عدم حدوث الطفرات، الهجرة و الانتخاب

◦ على فرض أن العشيرة في حالة توازن هاردي - واينبرغ فإن متوسط القيمة التربوية يساوي الصفر، برهن ذلك؟

يمكن التحقق من ذلك بضرب القيمة التربوية لكل تركيب وراثي بتكراره ثم جمع النواتج وذلك لمعرفة متوسط القيمة التربوية للعشيرة بشكل عام

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

قيمة التركيب الوراثي (G) Genotypic value

- قيمة التركيب الوراثي و هو يعني العلاقة بين الآلائل الموجود في الموقع الواحد و بين المواقع كلها
- و هذا بالنسبة لموقع واحد فيه أليلين A1 و A2 فالعلاقة بين الأليلين في موقع واحد إما أن تكون إضافة او سيادة
- يتم تقسم قيمة التركيب الوراثي لعدة أقسام لتسهيل دراسة و وصف العشيرة ، وتقسم إلى:
- 1. قسم عائد إلى قيمة الإضافة: حيث تعمل الآلائل على إضافة قدر معين للتركيب الوراثي للفرد و تعرف ب الآلائل المضيضة
- 2. قسم عائد إلى قيمة انحراف السيادة: تكون العلاقة بين الأليل وقرينه في نفس الموقع
- حيث في فعل السيادة يحجب أليل تأثير الأليل الآخر ، ويقسم السيادة إلى:

◦ سياد معدومة $d = 0$

◦ سيادة تامة $d = |\alpha|$

◦ سيادة جزئية d تقع بين 0 و +a أو d تقع بين 0 و -a

هناك العلاقة بين الآلائل في مواقع مختلفة وهذا ما يعرف بالتفوق أي أن موقع يحجب تأثير موقع آخر أو أليل في موقع ما يحجب تأثير أليل آخر في موقع مختلف و هذا ما يعرف بالتفاعل المورثي (سيادة بين مورثات غير أليلية)

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

دراسة تأثير انحراف السيادة (Dominance Deviation) لموقع وراثي واحد فيه أليلين A1 و A2

◦ أولاً: ندرس تأثير السيادة للتركيب الوراثي A1A1

◦ يتم حساب قيمة التركيب الوراثي كانحراف عن متوسط العشيرة (M)، لأنه دائماً يتم حساب كل القيم من العشيرة

$$GA_1A_1 = a - M$$

$$GA_1A_1 = a - [a(p - q) + 2pqd]$$

$$1 - p = q$$

$$GA_1A_1 = a - ap + aq - 2pqd$$

$$GA_1A_1 = a(1 - p + q) - 2pqd$$

$$GA_1A_1 = a(2q) - 2pqd$$

$$GA_1A_1 = 2q(a - pd)$$

$$P = G + E$$

$$P = A + D + I + E$$

$$G = A + D + I$$

حيث: نهمل دائماً | (تفاعل المورثات) فتصبح المعادلة

$$G = A + D$$

أي قيمة التركيب الوراثي = قيمة التربية + قيمة انحراف السيادة

$$GA_1A_1 = a = \text{قيمة التركيب الوراثي}$$

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

دراسة تأثير انحراف السيادة (Dominance Deviation) لموقع وراثي واحد فيه أليلين A1 و A2

$$D_{A_1A_1} = G_{A_1A_1} - A_{A_1A_1}$$

$$A_{A_1A_1} = 2q\alpha \quad \text{حيث:}$$

$$D_{A_1A_1} = 2q(\alpha - dq) - 2q\alpha$$

$$D_{A_1A_1} = 2q\alpha - 2q^2d - 2q\alpha$$

$$D_{A_1A_1} = -2q^2d$$

◦ ويمكن التعبير عن هذه القيمة بصورة متوسط تأثير α

$$\alpha = a + d(q - p)$$

$$a = \alpha - d(q - p)$$

◦ نعوض في المعادلة $GA_1A_1 = 2q(a - pd)$

$$GA_1A_1 = 2q[\alpha - d(q - p) - pd]$$

$$GA_1A_1 = 2q(\alpha - dq + dp - pd)$$

$$GA_1A_1 = 2q(\alpha - dq)$$

◦ يتم حساب قيمة التركيب الوراثي كانحراف عن متوسط العشيرة (M)، لأنه دائماً يتم حساب كل القيم من العشيرة

$$GA_1A_1 = a - M$$

$$GA_1A_1 = a - [a(p - q) + 2pqd]$$

$$GA_1A_1 = a - ap + aq - 2pqd$$

$$GA_1A_1 = a(1 - p + q) - 2pqd$$

$$GA_1A_1 = a(2q) - 2pqd$$

$$GA_1A_1 = 2q(a - pd)$$

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

دراسة تأثير انحراف السيادة (Dominance Deviation) لموقع وراثي واحد فيه أليلين A1 و A2

- ندرس تأثير السيادة للتركيب الوراثي A1A2
- يتم حساب قيمة التركيب الوراثي كانحراف عن متوسط العشيرة (M)، لأنه دائماً يتم حساب كل القيم من العشيرة

$$GA_1A_2 = d - M \text{ كانحراف}$$

$$GA_1A_2 = d - [a(p - q) + 2pqd]$$

$$GA_1A_2 = d - ap + aq - 2pqd$$

$$GA_1A_2 = aq - ap + d - 2pqd$$

$$GA_1A_2 = a(q - p) + d - 2pqd$$

$$GA_1A_2 = a(q - p) + d(1 - 2pq)$$

$$\text{قيمة التركيب الوراثي} = G_{A_1A_2} = d$$

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

دراسة تأثير انحراف السيادة (Dominance Deviation) لموقع وراثي واحد فيه أليلين A1 و A2

$$D_{A_1A_2} = G_{A_1A_2} - A_{A_1A_2}$$

$$A_{A_1A_2} = \alpha(q - p) \quad \text{حيث:}$$

$$D_{A_1A_2} = \alpha(q - p) + 2dqp - \alpha(q - p)$$

$$D_{A_1A_2} = 2dqp$$

ويمكن التعبير عن هذه القيمة بصورة متوسط تأثير α

$$\alpha = a + d(q - p)$$

$$a = \alpha - d(q - p)$$

نعوض في المعادلة $GA_1A_2 = a(q - p) + d(1 - 2pq)$

$$GA_1A_2 = [\alpha - d(q - p)](q - p) + d(1 - 2pq)$$

:
:
:

$$GA_1A_2 = \alpha(q - p) + 2dqp$$

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

دراسة تأثير انحراف السيادة (Dominance Deviation) لموقع وراثي واحد فيه أليلين A1 و A2

- ثانياً: ندرس تأثير السيادة للتركيب الوراثي A2A2
- يتم حساب قيمة التركيب الوراثي كانحراف عن متوسط العشيرة (M)، لأنه دائماً يتم حساب كل القيم من العشيرة

$$GA_2A_2 = -a - M$$

$$GA_2A_2 = -a - [a(p - q) + 2pqd]$$

$$GA_2A_2 = -a - a(p - q) - 2pqd$$

$$GA_2A_2 = -a(1 + p - q) - 2pqd$$

$$GA_2A_2 = -a(p + 1 - q) - 2pqd$$

$$GA_2A_2 = -a(p + p) - 2pqd$$

$$GA_2A_2 = -2ap - 2pqd$$

$$GA_2A_2 = -2p(a + dq)$$

$$G_{A_2A_2} = \text{قيمة التركيب الوراثي} = -a$$

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

دراسة تأثير انحراف السيادة (Dominance Deviation) لموقع وراثي واحد فيه أليلين A1 و A2

$$D_{A_2A_2} = G_{A_2A_2} - A_{A_2A_2}$$

$$A_{A_2A_2} = -2p\alpha \quad \text{حيث:}$$

$$D_{A_2A_2} = -2p(\alpha + dp) - (-2p\alpha)$$

$$D_{A_2A_2} = -2p\alpha - 2p^2d + 2p\alpha$$

$$D_{A_2A_2} = -2p^2d$$

ويمكن التعبير عن هذه القيمة بصورة متوسط تأثير α

$$\alpha = a + d(q - p)$$

$$a = \alpha - d(q - p)$$

نعوض في المعادلة $GA_2A_2 = -2p(a + dq)$

$$GA_2A_2 = -2p[\alpha - d(q - p) + dp]$$

$$GA_2A_2 = -2p[\alpha - dq + dp + dq]$$

$$GA_2A_2 = -2p(\alpha + dp)$$

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

ذكرنا سابقاً أن مكونات التباين الكلي أو المظهري تقسم إلى:

1. التباين الإضافي (V_A):

- هو مقياس للقيمة التربوية أو قيمة التربية
- يرجع ييب هذا التباين إلى اختلاف التراكيب الوراثية الأصلية بالتأثير على الصفة
- هو أهم مكونات التباين الوراثي بالنسبة لمربي النبات لأن قيمته هي عبارة عن الموجه للمربي، فإذا كانت قيمته مرتفعة في الجيل المدروس (F_2)، (F_3 ،) يقوم المربي بالانتخاب لتلك الصفة أما إذا كانت قيمته منخفضة فيلجأ المربي للتهجين الرجعي

مكونات التباين		
مكون التباين	الرمز	القيمة التي يقاس تباينها
المظهري	V_P	القيمة المظهرية
الوراثي	V_G	القيمة الوراثية
الإضافي	V_A	القيمة الإضافية (التربوية)
السيادي	V_D	القيمة السيادية (الانحراف السيادي)
التفاعلي	V_I	الانحراف التفاعلي
البيئي	V_I	الانحراف البيئي

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

ذكرنا سابقاً أن مكونات التباين الكلي أو المظهري تقسم إلى:

2. التباين السيادي (V_D):

◦ هو مقياس للانحراف الذي يعود للسيادة الناتجة عن تفاعل المورثات الأليلية لنفس الموقع

3. التباين التفاعلي (V_I):

◦ هو مقياس للانحراف الذي يعود إلى تفاعل بين المورثات غير الأليلية أي الموجودة على مواقع مختلفة و يطلق عليها حالت التفوق

مكونات التباين		
مكون التباين	الرمز	القيمة التي يقاس تباينها
المظهري	V_P	القيمة المظهرية
الوراثي	V_G	القيمة الوراثية
الإضافي	V_A	القيمة الإضافية (التربوية)
السيادي	V_D	القيمة السيادية (الانحراف السيادي)
التفاعلي	V_I	الانحراف التفاعلي
البيئي	V_I	الانحراف البيئي

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

كيفية حساب التباين الوراثي ومكوناته المختلفة (V_A) و (V_D) و (V_I)

التركيب الوراثي	A_1A_1	A_1A_2	A_1A_2
القيمة	+a	d	-a
التكرار	p^2	$2pq$	q^2
قيمة التركيب الوراثي G	$2q(\alpha - dq)$	$\alpha(q - p) + 2dqp$	$-2p(\alpha + dp)$
قيمة التربية A	$2q\alpha$	$\alpha(q - p)$	$-2p\alpha$
قيمة السيادة D	$-2q^2d$	$2dqp$	$-2p^2d$

هذا الجدول مهم جداً ومنه نستطيع حساب التباين الوراثي ومكوناته

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

حساب التباين الإضافي V_A

التباين الإضافي = مجموع قيم التربية لكل تركيب وراثي كانحراف عن متوسط العشيرة $\times$ التكرار

$$V_A = (2q\alpha)^2 \times p^2 + [\alpha(q-p)]^2 \times 2pq + (-2p\alpha)^2 \times q^2$$

$$V_A = 4p^2q^2\alpha^2 + 2pq\alpha^2(q-p)^2 + 4p^2q^2\alpha^2$$

$$V_A = 2pq\alpha^2[2pq + (q-p)^2 + 2pq]$$

$$V_A = 2pq\alpha^2[2pq + q^2 - 2pq + p^2 + 2pq]$$

$$V_A = 2pq\alpha^2[q^2 + p^2 + 2pq]$$

$$V_A = 2pq\alpha^2(p+q)^2$$

$$V_A = 2pq\alpha^2$$

متطابقة

$$p + q = 1$$

◦ نعوض قيمة $\alpha = a + d(q-p)$ في المعادلة

$$V_A = 2pq[a + d(q-p)]^2$$

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

حساب التباين السیادی V_D

التباين السیادی = مجموع قيم السیادة لكل تركيب وراثي كانحراف عن متوسط العشيرة $\times$ التكرار

$$V_D = (-2q^2d)^2 \times p^2 + (2pqd)^2 \times 2pq + (-2p^2d)^2 \times q^2$$

$$V_D = 4p^2q^4d^2 + 8p^3q^3d^2 + 4p^4q^2d^2$$

$$V_D = 4p^2q^2d^2(q^2 + 2pq + p^2)$$

$$V_D = 4p^2q^2d^2(p + q)^2$$

$$V_D = 4p^2q^2d^2$$

متطابقة

$$p + q = 1$$

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

حساب التباين التفاعلي V_I

- هو تفاعل المورثات وتأثيرها ببعضها البعض في مواقع مختلفة
- وهو: مقياس للانحراف الذي يعود للتفاعل بين المورثات غير الأليلية أي حالات التفوق في مواقع مختلفة
- لنفرض وجود موقعين وراثيين، بالتالي تكون حالات التفاعل:

1. التفاعل بين قيمتين تربويتين أي إضافي X إضافي $V_{A \times A}$

2. التفاعل بين موقعين أي إضافي X سيادي $V_{A \times D}$

3. التفاعل بين انحرافين سياديين $V_{D \times D}$

$$V_I = V_{A \times A} + V_{A \times D} + V_{D \times D} + \dots \dots \dots \text{وجود مواقع أخرى}$$

- يعتبر تباين خطير لأنه يؤدي إلى انحراف النتائج لذلك نعتبر قيمته مهملة و تساوي الصفر

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

حساب التباين الوراثي

التباين الوراثي = مجموع قيم التراكيب الوراثية لهذا الموقع $\times$ التكرار

و هناك طريقتان للحساب:

1. التباين الوراثي = مجموع قيم التراكيب الوراثية كانحراف عن متوسط العشيرة $\times$ التكرار (هذه الطريقة غير مطلوبة)

◦ نقول مربع: لأنه عندما نعبر عن القيم كانحرافات عن متوسط العشيرة فإن التباين هو متوسط مربعات هذه القيم $(V = (X - \bar{X})^2)$
 $V_G = [2q(\alpha - qd)]^2 \times p^2 + [\alpha(q - p) + 2pqd]^2 \times 2pq + [-2p(\alpha + pd)]^2 \times q^2$

:

:

$$V_G = 4p^2q^2d^2 + 2pq\alpha^2$$

$$V_G = 2pq(2pqd^2 + \alpha^2)$$

2. التباين الوراثي = التباين الإضافي + التباين السيادي (هذه الطريقة مطلوبة)

$$V_G = V_A + V_D$$

(باعتبار أن التباين التفاعلي معدوم)

المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

وهناك ثلاث حالات للتباين الوراثي، حسب نوع السيادة وهي:

1. السيادة المعدومة أي $d = 0$ بالتالي يصبح:

$$\alpha = [a + d(q - p)]$$

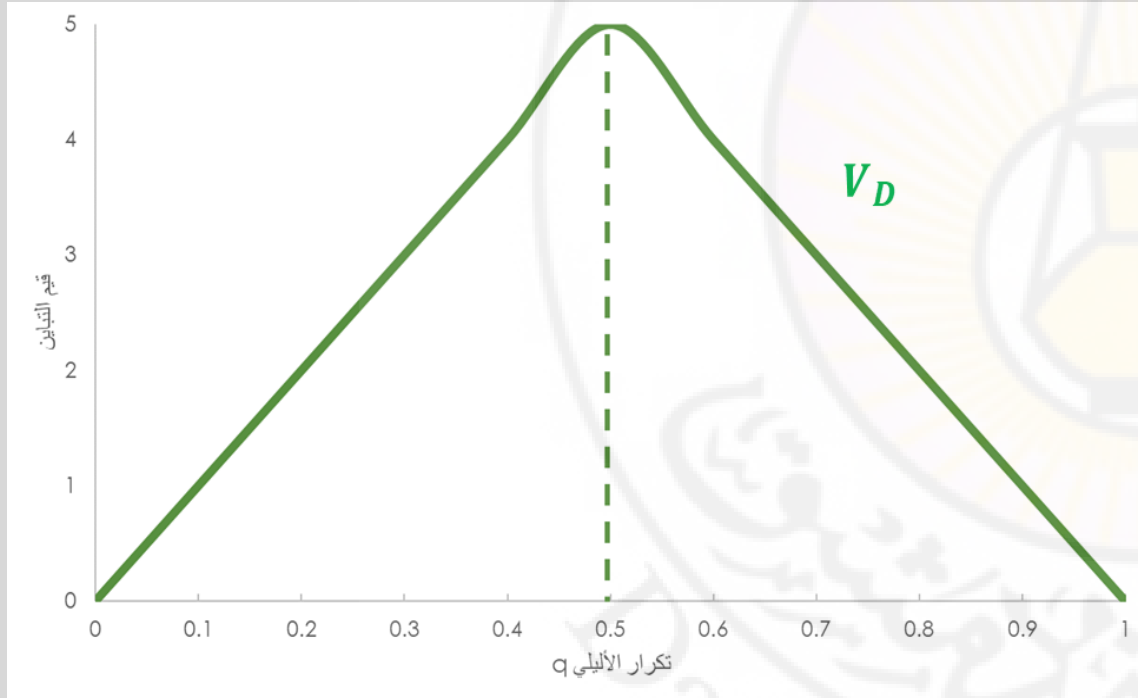
$$\alpha = a$$

بالتعويض في المعادلة التالية $V_G = V_A = 2pqa^2$

$$V_G = V_A = 2pqa^2$$

○ نحصل على أعلى قيمة للتباين الإضافي عندما تكون السيادة

معدومة ولا يوجد تباين تفاعلي، و عندما تكون $p = q = 0.5$



المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

وهناك ثلاث حالات للتباين الوراثي، حسب نوع السيادة وهي:

2. حالة السيادة التامة حيث $d = |a|$

بالتعويض في المعادلة التالية $V_A = 2pq\alpha^2$

$$V_A = 2pq[a + d(q - p)]^2$$

$$V_A = 8pq^3a^2$$

$$V_D = (2pqd)^2$$

$$V_G = V_A + V_D$$

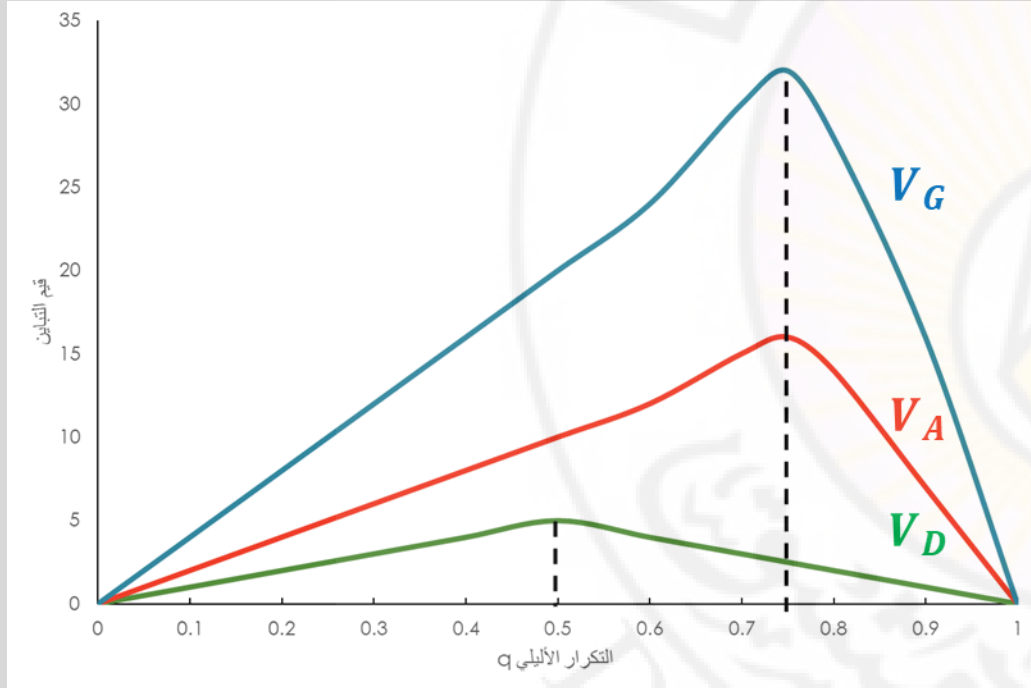
$$V_G = 8pq^3a^2 + (2pqd)^2$$

نحصل على أعلى قيمة لـ V_D عندما $0.5=q=p$

نحصل على أعلى قيمة لـ V_A عندما $0.75 = q$

نستنتج من ذلك: أن التباين الإضافي والسيادي يصبحان أكثر وساطة وفعالية إذا

كانت كل التكرارات الأليلية الانعزالية تساوي النصف $0.5=q=p$

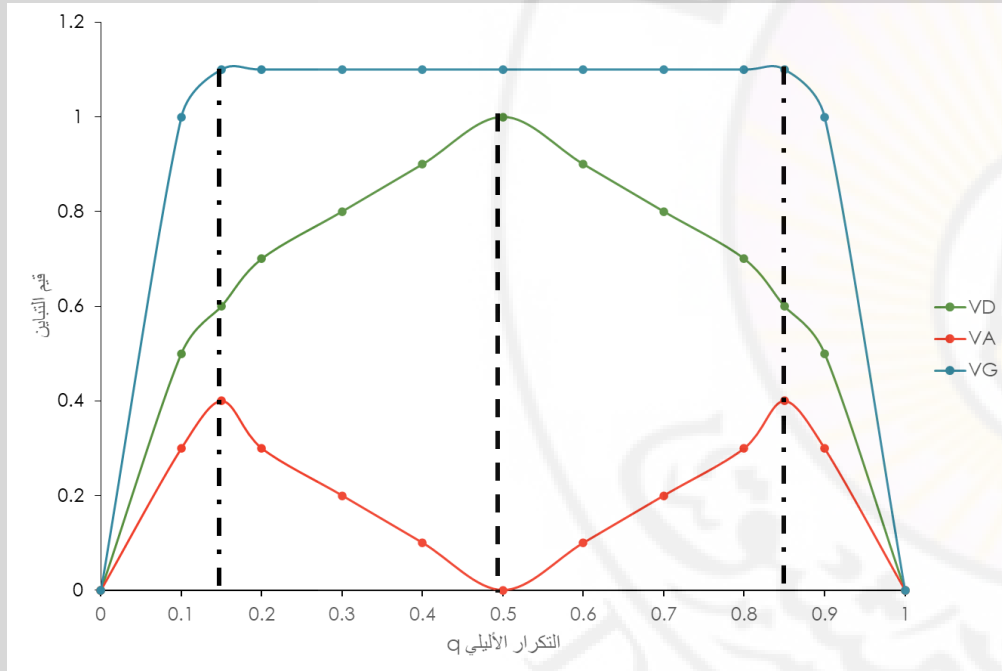


المحاضرة الأولى: القيم، المتوسطات والتباين

وهناك ثلاث حالات للتباين الوراثي، حسب نوع السيادة وهي:

3. في حالة السيادة الفائقة

- في السيادة الفائقة تكون قيمة V_D اعلى قيمة وبالي تكون قيمة V_A معدومة و تصل إلى اعلى قيم عندما $0.15 = q$ ، $0.85 = q$
- يبقى التباين الوراثي عبر مجال واسع من تكرارات الأليل المتتحي q ثابت



المحاضرة الأولى: الوظائف

◦ سؤال (1):

احسب قيم $\alpha, \alpha_1, \alpha_2$ عند تكرار وراثي $q = 0.2, 0.3, 0.4, 0.5$

◦ سؤال (2):

احسب قيمة التربوية لكل من التراكيب الوراثية المختلفة A_1A_1, A_1A_2, A_2A_2 عند تكرار وراثي $q = 0.2, 0.3, 0.4, 0.5$

◦ سؤال (3):

لنفرض ان تكرار الأليل A_1 والمسبب لزيادة وزن الكتلة الحيوية في النبات يعادل $p = 0.7$ و متوسط التأثير لهذا الأليل تعادل $\alpha_1 = 0.96$ و المطلوب أوجد كلاً مما يلي:

1. التباين الإضافي والسيادي؟

2. القيم التربوية و انحرافات السيادية للتراكيب الوراثية المختلفة A_1A_1, A_1A_2, A_2A_2 إذا علمت ان $a=4$



الوراثة الكمية (الجزء النظري) قسم المحاصيل الحقلية، السنة الخامسة

د. نور علي

مدرس في قسم المحاصيل الحقلية

المحاضرة الثانية: خصائص الصفات الكمية

الصفات الكمية **Quantitative traits** هي الصفات التي فيها استمرار في الشكل المظهري و تتدرج من مستوى إلى آخر دون وجود فواصل محددة بين المستويات المختلفة (صفة الطول، الغلة،)

تتأثر هذه الصفات بعدد كبير من الالآئل التي ذات تأثير صغير تجميعي

و تسهم البيئة بشكل كبير في تحديد مظهر الصفات

تندى بالصفات المقيسة **Metrical traits** لأنها درستها تستدعي القياس

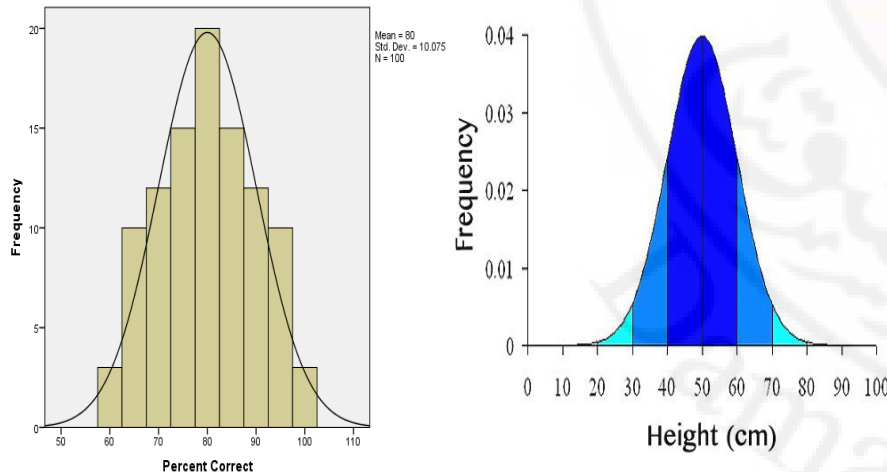
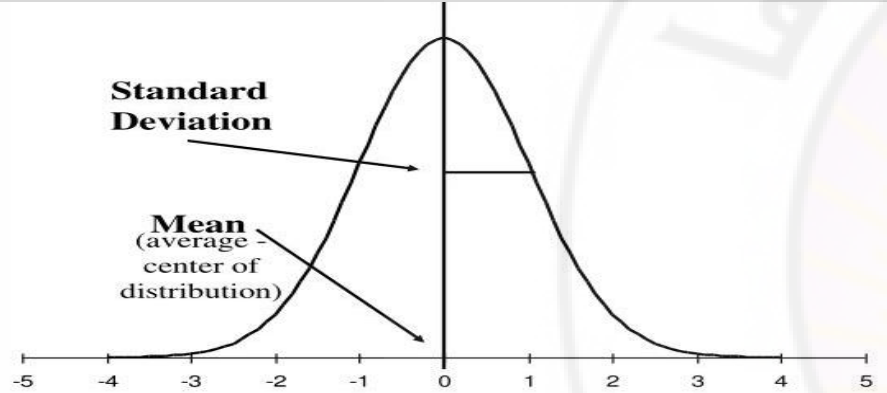
يتحكم ببعض هذه الصفات مورثة واحدة ذات أثر كبير (مورثة رئيسية) **Major gene**، إلا أن أغلبها يتحكم فيها عدد كبير من العوامل الوراثية **Multiple factors**

تأتي أهمية الصفات الكمية من حقيقة كونها تشكل أهم الصفات الاقتصادية و تحتاج إلى طرق خاصة في دراستها عند التربية لأجلها.

ولأن القيم المظهرية لهذه الصفات تحددها القياسات (ليس فئات منفصلة) فالفروق هي مسألة درجات لذلك فإن الصفات الكمية في العشيرة (المجتمع) تشكل ما يسمى بالتوزيع الحر و الذي يمكن وصفه بيانياً.

يعود سبب عدم انتماء الأفراد إلى فئات محددة بالنسبة للصفات الكمية (على خلاف الصفات الوصفية) أنها أكثر تعقيد من الناحية الوراثية، حيث يتحكم بها عشرات و حتى مئات من المورثات.

يستخدم في تقدير الصفات الكمية مقاييس إحصائية متنوعة مثل المتوسط، التباين، الانحراف القياسي او المعياري، معامل الاختلاف و غيرها.



المحاضرة الثانية: خصائص الصفات الكمية

أهم خصائص وراثـة الصفات الكمية

1. يتحكم بها عدة عوامل وراثية ذات تأثير كبير (مورثات رئيسية) (Major genes) و عوامل وراثية أخرى ذات تأثير قليل (مورثات ثانوية) (Minor genes)
2. تعد المورثات الثانوية (Minor genes) أثر تأثيراً بالبيئة و لا يمكن قياس تأثير البيئة على كل عامل بشكل منفرد.
3. يكون تأثير المورثات الرئيسية في الشكل المظهري كبير بينما لا يظهر تأثير المورثات الثانوية إلا بد تجمع عدد كبير منها في التركيب الوراثي وهي أساس التطور و الانتخاب البيعي.
4. تنعزل المورثات الثانوية بكثرة و تتوزع على أعداد كبيرة من التراكيب الوراثية بنسبة 3^n (حيث n هي عدد المورثات التي يختلف فيها الأبوان).
5. تتميز المورثات الثانوية بان الشكل المظهري لا يتأثر عن إحلال مورثة مكان أخرى لوجود عدة التراكيب تعطي نفس الشكل.
6. العشائر خلطية التلقيح تحوي عدد كبير وخليط من هذه العوامل.
7. الانعزال فائق الحدود Transgressive segregation هو من أهم خصائص الصفات الكمية، حيث يظهر الجيل الثاني F2 لبعض التلاقيات بحيث تزيد عن صفة الأب الأعلى او تقل عن صفة الأب الأدنى للصفات المدروسة.

المحاضرة الثانية: خصائص الصفات الكمية

تحديد فنات و نسب الانعزالات الوراثية في F2 للصفات الكمية

مثال (في حال وجود عدد قليل من العوامل الوراثية التي تتحكم بالصفة):

صفة كمية يتحكم بها ثلاث أزواج من العوامل الوراثية Aa, Bb, Cc وكانت الآلائل السائدة هي التي تزيد من الصفة على افتراض ان الصفة المظهرية مردها ه وجود 5 آلائل سائدة تظهر في أي من تراكيب التالية:

AaBBCC, AABbCC, AABBCc, AABBCc ؟

الحل:

يمكن حساب نسبة ظهور أي تركيب وراثي في F2 من المعادلة التالية: $\frac{2^x}{4^n}$

حيث:

x: تمثل عدد المواقع الوراثية الخليطة في التركيب الوراثي المراد معرفة نسبته في F2

n: تمثل عدد المواقع الوراثية الخليطة في F1

P1 X P2
AABBCC X aabbcc (pure lines)



F1: AaBbCc (n=3)



F2: AABBCc (x=1)

$$\frac{2^x}{4^n} = \frac{2^1}{4^3} = \frac{2}{64}$$

وهي نسبة متساوية لكل تركيب وراثي فيه 5 آلائل سائدة، بالتالي نسبة التراكيب الوراثية التي فيها 5 آلائل سائدة هي

$$\frac{2}{64} + \frac{2}{64} + \frac{2}{64} = \frac{6}{64}$$

المحاضرة الثانية: خصائص الصفات الكمية

تحديد فئات و نسب الانعزالات الوراثية في F2 للصفات الكمية

في حال وجود عدد كبير من العوامل الوراثية التي تتحكم بالصفة هناك طريقتين لتحديد فئات و نسب الانعزالات وهما

1. المعادلة ذات الحدين $(A + B)^n$ حيث:

A: هي عدد الآلائل التي تؤثر على الصفة في أحد الاتجاهات (كأن تزيد الصفة مثلاً)

B: هي عدد الآلائل التي تؤثر على الصفة بالاتجاه الآخر (ان تنقص الصفة مثلاً)

n: هي عدد الآلائل الموجودة (عدد الآلائل التي تزيد و تنقص من الصفة A+B)

مفكوك المعادلة: $(A + B)^n = nC_0A^nB^0 + nC_1A^{n-1}B^1 + nC_2A^{n-2}B^2 + nC_3A^{n-3}B^3 + \dots + nC_nA^0B^n$

حيث:

مثال:

صفة طول النبات يتحكم بها 5 أزواج من المورثات (أي 10 الآلائل) و المطلوب:

1. بين نسبة الأفراد في F2؟

2. وماهي نسبة الحصول على تركيب وراثي يحمل أليلين B و 8 آلائل A؟

○ C: توافق

○ $nC_0 = 1$

○ $nC_1 = n$

○ $nC_n = 1$

المحاضرة الثانية: خصائص الصفات الكمية

تحديد فنات و نسب الانعزالات الوراثية في F2 للصفات الكمية

في حال وجود عدد كبير من العوامل الوراثية التي تتحكم بالصفة هناك طريقتين لتحديد قنات و نسب الانعزالات وهما

2. مثلث باسکال

تساعد هذه الطريقة على:

○ تحديد نسبة الانعزالات في F2

◦ كل معامل عددي هو عبارة عن مجموع المعاملين العددين الموجودين

أعلاه على اليمين و اليسار

مثال:

صفة وزن النبات يتحكم بها 3 أزواج من المورثات (أي 6 الآلائل) بين

نسبة الأفراد في F2؟

وماهى نسبة الحصول على تركيب وراثى يحمل آليلين B و 4 آلائل A؟

المعاملات العددية للصفات المظهرية

عدد الآائل

التركيب السائد 1 التركيب المتنحي

1 1

1 2 1

1 3 3 1

1 4 6 4 1

1 5 10 10 5 1

1 6 15 20 15 6 1

$$1 \quad 7 \quad 21 \quad 35 \quad 35 \quad 21 \quad 7 \quad 1$$

1 8 28 56 70 56 28 8 1

1 9 36 84 126 126 84 36 9 1

1 10 45 120 210 252 210 120 45 10 1 10

عدد التراكيب

الوراثية الحاوية

على الآائل السائدة

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

المحاضرة الثانية: خصائص الصفات الكمية

◦ مثال(2):

◦ لنفرض أن صفة طول النبات في القمح يتحكم بها 3 مورثات ل منها يحتوي على أليلين، وأن مساهمة كل أليل تعادل 5 سم للطول الأساسي للنبات في الحالة المتنحية ألا و هو 120 سم و المطلوب:

1. ما هو طول النباتات F1 عند تهجين بين صنفين من القمح متماثل اللواقح أحدهما سائد و الآخر متنحي؟

2. أعطي لتوزيع المتوقع لطول النباتات عند تهجين F1XF1؟

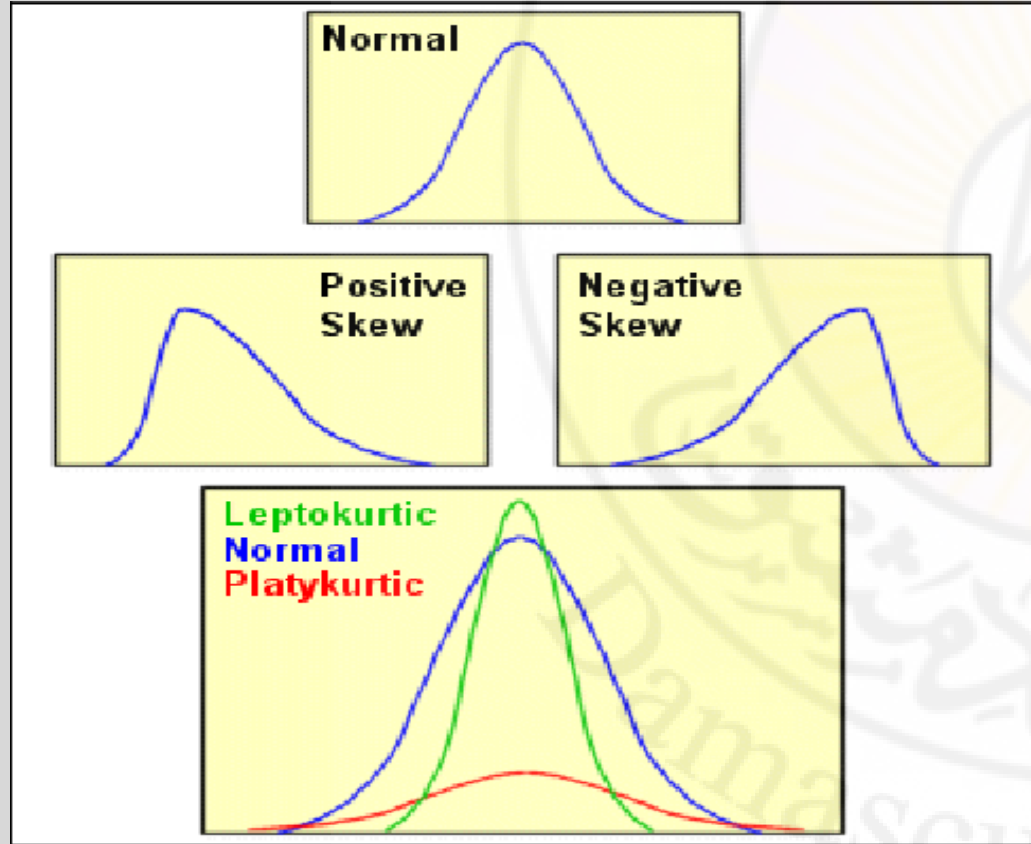
3. ما هي نسبة لسلالات F2 التي تملك طول مساوي للأباء؟

المحاضرة الثانية: خصائص الصفات الكمية

توزع الانعزالات المظهرية في F2 للصفات الكمية

◦ تتدخل العديد من العوامل في تحديد طريقة توزع الانعزالات المظهرية للصفات الكمية في الجيل الثاني و هي:

1. عدد المورثات التي تتحكم بالصفة
2. حالة السيادة التي تبديها المورثات (تامة، غير تامة)
3. كون المورثات مرتبطة أم تتوزع توزيعاً حراً
4. كون المورثات متساوية في تأثيره على الصفة ام لا.
5. وجود حالاً من التفوق بين المورثات التي تتحكم بالصفة فيما بينها أو مع مورثات أخرى
6. مدى تثر الصفة بالعوامل البيئية.
7. مدى تأثر المورثات المتحكممة بالصفة بمورثات أخرى.



المحاضرة الثانية: خصائص الصفات الكمية

تقدير عدد المورثات المتحكم في الصفات الكمية

- لا يمكن تقدير الحد الأقصى لعدد المورثات التي تتحكم بصفة كمية ما، بل يمكن تحديد الحد الأدنى لعدد هذه المورثات وذلك ضمن مجموعة محددة الحجم وذلك وفقاً للمعادلة التالية:
- نفترض في هذه المعادلة:
- عدم وجود ارتباط أو تفاعل بين المورثات المتحكم بالصفة.
- لكل المورثات درجة واحدة من الأهمية في التأثير على الصفة
- لكل المورثات درجة واحدة من السيادة

$$N = \frac{D^2}{8(V_{F_2} - V_{F_1})}$$

حيث:

ويمكن التعبير عنها على الشكل التالي:

$$N = \frac{D^2}{8V_A}$$

حيث V_A التباين العائد للفعل التراكمي

◦ N : الحد الأدنى لعدد المورثات التي تتحكم بالصفة

◦ D : الفرق بين متوسط الأبوين $(\bar{P}_2 - \bar{P}_1)$

◦ V_{F_1} : تباين الجيل الأول

◦ V_{F_2} : تباين الجيل الثاني

المحاضرة الثانية: خصائص الصفات الكمية

طرق تقدير مكونات التباين في الصفات الكمية

- إذا كانت الأفراد غير متماثلة، فيتم حساب التباين البيئي لكل تركيب وراثي
- حيث أن التباين البيئي يختلف بين السلالات ذوات الأصول الوراثية المتشابهة
- ونظراً لاختلاف مدى تأثير التراكيب الوراثية الأصلية السائدة أو الأصلية المتنحية بالبيئة، يتم حسابها من خلال حساب متوسط التباين للآباء و F1 حيث تكون هذه العشائر متجانسة وراثياً
- باستخدام المعادلة التالية:

$$V_E = \frac{V_{P_1} + V_{P_2} + V_{F_1}}{3} = \sqrt[3]{V_{P_1} \cdot V_{P_2} \cdot V_{F_1}}$$

و عند غياب F1 تصبح المعادلة:

$$V_E = \frac{V_{P_1} + V_{P_2}}{2} = \sqrt[2]{V_{P_1} \cdot V_{P_2}}$$

- يقدر التباين البيئي لأي صفة، بحساب مدى التباين في هذه الصفة في عشيرة يحمل جميع أفرادها نفس التركيب الوراثي أي أفراد العشيرة متماثلة وذلك باستخدام المعادلة التالية:

$$V_E = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n - 1}$$

حيث:

- X: القيمة المشاهدة للصفة لكل فرد م أفراد العشيرة
- n: عدد أفراد العشيرة الكلي

المحاضرة الثانية: خصائص الصفات الكمية

طرق تقدير مكونات التباين في الصفات الكمية

أولاً: التقدير على أساس نسب الآلائل و قيمتها الوراثية

- وهذا قد شرح بالتفصيل في المحاضرة الأولى
- بشكل مختصر

$$V_A = 2pq\alpha^2$$

$$V_A = 2pq[a + d(q - p)]^2$$

$$V_D = (2pqd)^2$$

$$V_G = V_A + V_D$$

$$V_G = 2pq[a + d(q - p)]^2 + (2pqd)^2$$

ثانياً: التقدير على أساس تحليل التباين ANOVA

- لنفترض أن التجربة تضم 5 سلالات من F6 و الناتجة عن تلقين ابوين متماثلي اللواقح، وتم الحصول عليها بطريقة البذرة الواحدة و على فرض ان كل السلالات نقية التركيب، و قد زرعت بطريقة القطاعات العشوائية الكاملة (RCPD) وذلك في ثلاث مكررات كما هو موضح بالجدول، و المطلوب:
- حساب المتوسط، التباين، الانحراف المعياري، الخطأ المعياري، معامل التباين؟

المحاضرة الثانية: خصائص الصفات الكمية

line	R1	R2	R3	المجموع
L1	120	125	126	371
L2	140	145	143	428
L3	133	135	137	405
L4	139	141	142	422
L5	155	157	153	465
المجموع	687	703	701	$\Sigma X = 2091$

◦ المتوسط $= M = \frac{\Sigma X}{N} = \frac{2091}{15} = 139.4$

◦ التباين $= V = \frac{\Sigma X^2 - \frac{(\Sigma X)^2}{N}}{N-1} = \frac{293107 - \frac{(2091)^2}{15}}{15-1} = 115.82$

◦ الانحراف المعياري $= SD = \sqrt{V} = \sqrt{115.82} = 10.76$

◦ معامل التباين (%) $= CV = \frac{SD}{M(\bar{X})} \times 100 = \frac{10.76}{139.4} \times 100 = 7.71\%$

بالنهاية سوف نحصل على جدول يدعى بجدول المعايير الإحصائية للصفات الكمية و هو على الشكل الآتي

line	R1	R2	R3	المجموع
L1	14400	15625	15876	45901
L2	19600	21025	20449	61074
L3	17689	18225	18769	54683
L4	19321	19881	20164	59366
L5	24025	24649	23409	72083
المجموع	95035	99405	98667	$\Sigma X^2 = 293107$

Descriptive Statistics

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation	Variance
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Statistic
Height	15	37.00	120.00	157.00	139.4000	2.77883	10.76237	115.829
Valid N (listwise)	15							

المحاضرة الثانية: خصائص الصفات الكمية

S.O.V	d.f	S.S	M.S.S	E.M.S	Ft	Fc
المكررات Rep	$r - 1$					
Treatment الأصناف	$t - 1$	SS_1	MS_1	$\sigma^2 e + r \cdot \sigma^2 g$		
Error الخطأ التجريبي	$(r - 1)(t - 1)$	SS_2	MS_2	$\sigma^2 e$		
Totalالمجموع	$rt - 1$					

◦ من المثال السابق وضح ما هي مصادر التباين؟

◦ مصادر التباين هي:

1. تباين بين المكررات
2. التباين بين الأصناف
3. التباين ضمن الأصناف
4. المجموع

◦ احسب قيم مصدر التباين المختلفة؟

◦ مصادر التباين بشكل نظري هي:

1. التباين البيئي
2. التباين الوراثي
3. التباين الظاهري او المظهري

$$V_E = \sigma^2 e = MS_2$$

$$V_G = \frac{MS_1 - MS_2}{r} = \frac{\sigma^2 e + r \cdot \sigma^2 g - \sigma^2 e}{r} = \frac{r \cdot \sigma^2 g}{r} = \sigma^2 g$$

$$V_P = V_G + V_E = \sigma^2 g + \sigma^2 e$$

r: عدد المكررات
t: عدد المعاملات أي الأصناف
d.f: درجة الحرية
S.S: مجموع مربعات الانحرافات
M.S.S: متوسط مجموع مربعات الانحرافات
E.M.S: متوسط مجموع مربعات الانحرافات المتوقعة
Ft: قيمة F الجدولية
Fc: قيمة F المحسوبة

المحاضرة الثانية: خصائص الصفات الكمية

$$1. CF = \frac{GT^2}{N} = \frac{(2091)^2}{15} = 291485$$

$$2. SST = \sum X^2 - CF = 293107 - 291485 = 1622$$

$$3. SS_t = \frac{\sum (\sum t)^2}{r} - CF = \frac{(120+125+126)^2 + (140+145+143)^2 + \dots}{3} - 291485 = 1568$$

$$4. SS_r = \frac{\sum (\sum r)^2}{t} - CF = \frac{(120+140+133+139+155)^2 + \dots}{5} - 291485 = 30.7$$

$$5. SSE = SST - SS_t - SS_r = 23.6$$

S.O.V	df	SS	MS	Fc	Ft (5%)	الفروق
SSr	2	30.7	15,2	5.15	4.46	*
SSt	4	1567.6	391.9	142.8	3.84	**
SSe	8	23.6	2.9			
SST	14	1622				

◦ يتم حساب قيمة F الجدولية حسب درجة الحرية و ذلك عند 5% و 1% (مخبرياً)

◦ إذا كان $F_t < F_c$ بالتالي الفروق معنوية

◦ * تعني معنوية على 5%

◦ ** تعني معنوية عند 1%

حساب مصادر التباين بشكل عملي:

وتتلخص طريقة التحليل في الآتي :

1. تقدير ما يسمى معامل التصحيح (C.F.) وهو عبارة عن مربع المجموع الكلي على عدد الأفراد في التجربة

2. تقدير المجموع الكلي لمربعات انحرافات الأفراد في التجربة عن المتوسط العام (Total Sum of Squares (SST)

3. حساب مجموع مربعات الانحرافات بين المعاملات (Between SS (SSt)

4. حساب مجموع مربعات الانحرافات داخل المعاملات (Within SS (SSr)

5. حساب الخطأ التجريبي SSE

6. تقسيم عدد درجات الحرية طبقاً لمصادر الاختلاف

7. لتقدير متوسط مربعات الانحرافات $MS = \frac{SS}{df}$ Mean Sum of Squares (MS)

8. إيجاد قيمة F وذلك كالآتي : $F_c = \frac{MS}{MS_e}$

9. وتُقارن هذه القيمة المحسوبة بقيم F عند درجتين للحرية أحدهما خاصة بالمعاملات والآخرى خاصة بالخطأ .

المحاضرة الثانية: خصائص الصفات الكمية

$$1. CF = \frac{GT^2}{N} = \frac{(2091)^2}{15} = 291485$$

$$2. SST = \sum X^2 - CF = 293107 - 291485 = 1622$$

$$3. SS_t = \frac{\sum(\sum t)^2}{r} - CF = \frac{(120+125+126)^2 + (140+145+143)^2 + \dots}{3} - 291485 = 1568$$

$$4. SS_r = \frac{\sum(\sum r)^2}{t} - CF = \frac{(120+140+133+139+155)^2 + \dots}{5} - 291485 = 30.7$$

$$5. SSE = SST - SS_t - SS_r = 23.6$$

1. التباين البيئي

$$\sigma^2_e = MS_e = 2.9$$

2. التباين الوراثي

$$\sigma^2_g = \frac{MS_t - MS_e}{r} = \frac{391.9 - 2.9}{3} = 129.65$$

3. التباين المظهري

$$\sigma^2_p = \sigma^2_g + \sigma^2_e = 129.65 + 2.9 = 132$$

S.O.V	df	SS	MS	Fc	Ft (5%)	الفروق
SSr	2	30.7	15.2	5.15	4.46	*
SSt	4	1567.6	391.9	142.8	3.84	**
SSE	8	23.6	2.9			
SST	14	1622				

◦ يتم حساب قيمة F الجدولية حسب درجة الحرية و ذلك عند 5% و 1% (مخبرياً)

◦ إذا كان $F_t < F_c$ بالتالي الفروق معنوية

◦ * تعني معنوية على 5%

◦ ** تعني معنوية عند 1%

المحاضرة الثانية: خصائص الصفات الكمية

◦ احسب معامل الاختلاف الظاهري P_{CV} ، معامل الاختلاف البيئي E_{CV} ، معامل الاختلاف الوراثي G_{CV} ؟

$$1. P_{CV} = \frac{SD_P}{\bar{X}} \times 100 = \frac{\sqrt{V_P}}{\bar{X}} \times 100 = \frac{\sqrt{132}}{139.4} \times 100 = 8.24\%$$

$$2. E_{CV} = \frac{SD_E}{\bar{X}} \times 100 = \frac{\sqrt{V_E}}{\bar{X}} \times 100 = \frac{\sqrt{2.9}}{139.4} \times 100 = 1.22\%$$

$$3. G_{CV} = \frac{SD_G}{\bar{X}} \times 100 = \frac{\sqrt{V_G}}{\bar{X}} \times 100 = \frac{\sqrt{129.65}}{139.4} \times 100 = 8.16\%$$

◦ يعرف معامل الاختلاف بأنه مقياس لتشتت أو تبعثر توزيع الاحتمال أو توزيع التكرار، ويحسب من المعادلة التالية:

$$CV = \frac{\text{التباين المعياري}}{\text{المتوسط}} \times 100 = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100 = \frac{\sqrt{V}}{\bar{X}} \times 100$$

إذا كان قيمة CV بين 0-10 % فهو منخفض

إذا كانت قيمة CV بين 10-20 % فهو متوسط

إذا كانت قيمة CV بين 20-30 % فهو مرتفع

المحاضرة الثانية: الوظائف

○ الوظيفة:

ما هي مصادر التباين لنباتات F2 في حال تم زراعة الآباء في ثلاث مكررات مع نباتات F2 عملاً أن:

		R1	R2	R3
Parents	P1	150	155	145
	P1	115	120	125
F2	L1	120	125	126
	L2	140	145	143
	L3	133	135	137
	L4	139	141	142
	L5	155	157	153



الوراثة الكمية (الجزء النظري) السنة الخامسة، قسم المحاصيل الحقلية

د. نور علي

مدرس في قسم المحاصيل الحقلية

المحاضرة الثالثة: التكوين الوراثي للعشيرة

مقدمة

- **العشيرة:** هي مجموعة من الكائنات الحية التي تشترك في خواص معينة منها: ان تعيش في منطقة معينة، تخضع لعوامل بيئية واحدة الخ..
- **العشيرة المنдлиّة:** هي مجموعة من الاقراد التي تشترك في خواص معينة و تتكاثر جنسياً و يجري التلقيح الخلطي فيها (لا يعني انها خاضعة لقوانين ماندل في الانعزالات)
- **صفات هذه العشيرة:**
 1. النوع اعلى رتبة في العشيرة
 2. أفراد العشيرة تتكاثر جنسياً و خلطياً مع بعضها.
 3. كبيرة الحجم وذل كي تظهر أشكال المظهرية ذات التراكيب الوراثية معينة بأعداد و تكرارات تطابق او تقارب النسبة المنдлиّة المتوقعة في حال الاختلاف في زوج او كثر من العوامل الوراثية
- العشيرة بالمعنى الوراثي لا تعني الأفراد، بل هي مجموعة أفراد متزاوجة فيما بينها.
- حيث وراثة العشائر لا تتعلق بالتركيب الوراثي للأفراد فقط، بل أيضاً بعملية انتقال الآلائل (المورثات) من جيل إل آخر.
- حيث تتفكك التراكيب الوراثية للأباء خلال عملية الانتقال (التكاثر) إلى مكوناتها الأولية و تتكون نخبة جديدة من التراكيب الوراثية في الأبناء
- حيث تبقى الآلائل مستمرة من جيل إلى آخر.
- في حين ان التراكيب الوراثية لا تستمر.

المحاضرة الثالثة: التكوين الوراثي للعشيرة

العوامل المؤثرة على الخصائص لوراثية للعشيرة

1. حجم العشيرة : تعد المورثات المنتقلة من جيل إلى آخر عينة من المورثات الموجودة في الآباء، ومن ثم يخضع تباين المورثات لتباين ناتج عن أخذ العينات من الأجيال المتعاقبة

السؤال: كيف يتم أخذ العينات من العشيرة:

لا يمكن تطبيق الدراسات و التجارب الإحصائية على كامل العشيرة لذلك لابد من أخذ عينات تمثل هذه العشيرة و تتصف العينات بـ:

◦ العشوائية أي أخذ العينات بعشوائية

◦ عدم التحيز

◦ كل فرد من العشيرة له نفس الفرصة لأي فرد آخر في أن يتم اختياره ليمثل العشيرة.

2. اختلافات الخصوبة والمقدرة على البقاء: تختلف التراكيب الوراثية بين الآباء والأبناء في خصوبتها و من ثم في نسبة إسهامها في إنتاج الأعراس مما يؤثر على تكرار المورثة خلال عملية الانتقال.

3. الهجرة و الطفرات: التي تسبب تغير في تكرار المورثات في العشيرة

4. نظام التزاوج: يتأثر اتحاد الأعراس بنظام التزاوج بين الآباء، فتكرارات التراكيب الوراثية في جيل الأبناء تتأثر بالتراكيب الوراثية للآباء

المحاضرة الثالثة: التكوين الوراثي للعشيرة

التكرار الوراثي:

◦ مثال:

- تم دراسة عينة تمثل عشيرة، مكونة هذه العينة من $N=100$ ، وتوزع عدد الأفراد التي تحمل التراكيب الوراثية كما يلي:

	المجموع	A2A2	A1A2	A1A1	
عدد الأفراد 100=	100	10	70	20	عدد الأفراد
عدد الألائل التي تحملها لأفراد = 200 أليل	110	---	70	40	عدد الألائل A1
	90	20	70	---	عدد الألائل A2

أحسب نسبة التكرار الوراثي للتراكيب الوراثية A2A2، A1A2، A1A1 ؟

احسب نسبة تكرار الأليل A1، A2 ؟

- مما سبق، فإن دراسة العشيرة من الناحية الوراثية يهتم بـ:

1. دراسة التراكيب الوراثية للأفراد و تكرارات هذه التراكيب

2. دراسة انتقال المورثات من جيل إلى آخر

- حيث المورثات أو القرائن الموجودة في العشيرة لها خاصية الاستمرار كما ذكرنا سابقاً بينما التراكيب الوراثية ليس لها هذه الخاصية حيث تندحر و تتشكل تراكيب جديدة من جيل إلى آخر .

- بالتالي يتم توصيف التركيب الوراثي للعشيرة عن طريق المورثات التي يحملها أفراد هذه العشيرة، أي عن طريق التكرار الوراثي، بالتالي يتم وصف العشيرة عن طريق:

1. تحديد و وصف الألائل الموجودة في كل موقع وراثي

2. تحديد النسبة المئوية أو تكرار كل أليل في كل موقع وراثي.

المحاضرة الثالثة: التكوين الوراثي للعشيرة

التكرار الوراثي:

◦ نستنتج أن:

◦ عدد الصبغيات التي تحمل الأليل A_1 $2NP + NH =$

◦ وبالتالي نسبة الصبغيات التي تحمل الأليل A_1 هي:

$$\text{نسبة الصبغيات التي تحمل الأليل } A_1 = \frac{2NP + NH}{2N} = \frac{2NP}{2N} + \frac{NH}{2N} = P + \frac{H}{N} = p$$

$$p = P + \frac{1}{2}H$$

◦ بالمثل، فإن تكرار الأليل A_2 يساوي:

$$q = Q + \frac{1}{2}H$$

◦ ويمكن توضيح العلاقة بين تكرارات التراكيب الوراثية و لتكرارات الوراثية (تكرارات الألائل) كما يلي:

الألائل		التراكيب الوراثية		
A2	A1	A2A2	A1A2	A1A1
q	p	Q	H	P

◦ نفرض وجود N من الأفراد و أن:

◦ النسبة المئوية للأفراد ذات التركيب الوراثي $P = A_1A_1$

◦ عدد الأفراد من النوع A_1A_1 $N.P =$ تحمل الأليل A_1 على الصبغيين.

◦ النسبة المئوية للأفراد ذات التركيب الوراثي $Q = A_2A_2$

◦ عدد الأفراد من النوع A_2A_2 $N.Q =$ تحمل الأليل A_2 على الصبغيين.

◦ النسبة المئوية للأفراد ذات التركيب الوراثي $H = A_1A_2$

◦ عدد الأفراد من النوع A_1A_2 $N.H =$ تحمل الأليل A_1 على صبغي واحد فقط.

المحاضرة الثالثة: التكوين الوراثي للعشيرة

قانون هاردي- واينبرغ

◦ في العشائر كبيرة الحجم، و التي يحدث فيها تلاقح و تزاوج عشوائي، فإن التكرار الوراثي وتكرار التراكيب الوراثية يبقى ثابت من يل إلى آخر في حالة غياب:

1. الطفرات

2. الانتخاب

3. الهجرة

أي:

$$p + q = 1$$

$$P + H + Q = 1$$

برهان قانون هاردي- واينبرغ

◦ لنفرض وجود مجموعة من الأفراد تتلاقح عشوائياً، حيث يتم دراسة موقع وراثي بها وليكن A وفي أليلان A و تكراره p ، و أليل a و تكراره q، بالتالي يكون توزع هذه الأفراد حسب تراكيبها الوراثية و تكرارها كما يلي:

AA

Aa

aa

p^2

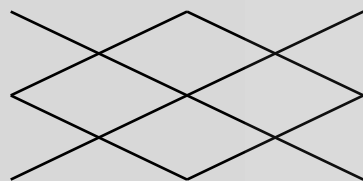
$2pq$

q^2

◦ فإذا تزاوجت هذه الأفراد عشوائياً كما ذكرنا سابقاً فإن نسبة لتراكيب الوراثية المختلفة في الجيل التالي لابد من تساوي تماماً النسبة الموجودة في جيل الآباء

المحاضرة الثالثة: التكوين الوراثي للعشيرة

برهان قانون هاردي- واينبرغ



AA

p^2

Aa

$2pq$

aa

q^2

AA

p^2

p^4

$2p^3q$

p^2q^2

Aa

$2pq$

$2p^3q$

$4p^2q^2$

$2pq^3$

aa

q^2

p^2q^2

$2pq^3$

q^4

◦ لنفرض وجود مجموعة من الأفراد تتلاقح عشوائياً، حيث يتم دراسة موقع وراثي بها وليكن A وفي أليلان A و تكراره p ، و أليل a و تكراره q، بالتالي يكون توزع هذه الأفراد حسب تراكيبها الوراثية و تكرارها كما يلي:

AA

p^2

Aa

$2pq$

aa

q^2

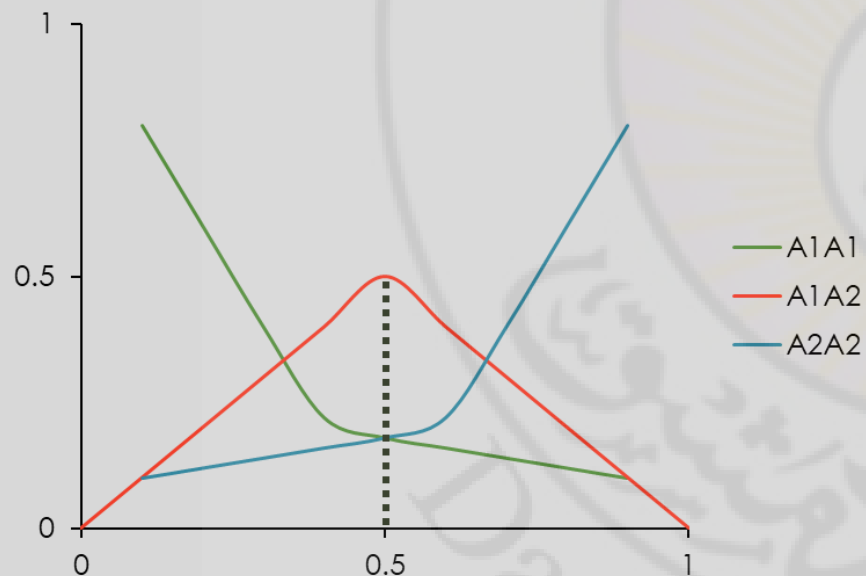
◦ نلاحظ وجود 6 تراكيب وراثية مختلفة، و تكون نسبة الأفراد الناتجة عن هذا التزاوج كما يلي:

◦ فإذا تزاوجت هذه الأفراد عشوائياً كما ذكرنا سابقاً فإن نسبة لتراكيب الوراثية المختلفة في الجيل التالي لابد من تساوي تماماً النسبة الموجودة في جيل الآباء، كما يلي:

المحاضرة الثالثة: التكوين الوراثي للعشيرة

برهان قانون هاردي- واينبرغ

◦ وقد توصلنا لهذا التوازن بعد جيل واحد من التزاوج العشوائي بغض النظر عن تكرارات التراكيب الوراثية بين الآباء



الأبناء			تكرار التزاوج	نمط التزاوج
aa	Aa	AA		
---	---	p^4	p^4	$AA \times AA$
---	$2p^3q$	$2p^3q$	$4p^3q$	$AA \times Aa$
p^2q^2	$2p^2q^2$	p^2q^2	$4p^2q^2$	$Aa \times Aa$
---	$2p^2q^2$	---	$2p^2q^2$	$aa \times AA$
$2pq^3$	$2pq^3$	---	$4pq^3$	$aa \times Aa$
q^4	---	---	q^4	$aa \times aa$
q^2	$2pq$	p^2	المجموع	

نستنتج:

التكرارات الوراثية للبناء هي نفس التكرارات الوراثية الخاصة بتوازن هاردي - واينبرغ وهي: $p^2: 2pq: q^2$

المحاضرة الثالثة: التكوين الوراثي للعشيرة

مثال:

◦ نفترض ان الأباء تحتوي على التكرار الأليلي التالي في موقع وراثي ما:

A1	A2	الأليل
p	q	التكرار

كيف يمكن تحقيق توازن هاردي- واينبرغ

◦ لابد من اتباع ثلاث خطوات هي:

1. من تكوين الاعراس في جيل الآباء (أليل)

2. من اتحاد الاعراس لتكوين البويضة الملقحة (تركيب وراثي)

3. من التراكيب الوراثية في البيوض الملقحة إلى تكرار مورثة في جيل الأبناء (حساب التكرار الوراثي في النسل الناتج)

A1A1	A1A2	A2A2	التركيب الوراثي
P	H	Q	التكرار

◦ برهن التوازن على فرض ان تكرارات التراكيب الوراثية كانت كما يلي:

A1A1	A1A2	A2A2	التركيب الوراثي
0.64	0.32	0.4	التكرار

المحاضرة الثالثة: التكوين الوراثي للعشيرة

كيف يمكن تحقيق توازن هاردي- واينبرغ

1. الخطوة الأولى: من تكوين الاعراس في جيل الآباء (أليل)

تكرار وراثي للآباء

$$p = 0.64 + \frac{1}{2}(0.32) = 0.8$$

$$q = 0.4 + \frac{1}{2}(0.32) = 0.2$$

$$p + q = 0.8 + 0.2 = 1$$

◦ برهن التوازن على فرض ان تكرارات التراكيب الوراثية كانت كما يلي:

التركيب الوراثي	A2A2	A1A2	A1A1
التكرار	0.4	0.32	0.64

المحاضرة الثالثة: التكوين الوراثي للعشيرة

كيف يمكن تحقيق توازن هاردي- واينبرغ

2. الخطوة الثانية: من اتحاد الاعراس لتكوين البويضة الملقحة

◦ برهن التوازن على فرض ان تكرارات التراكيب الوراثية كانت كما يلي:

	A1 (0.8) p	A2 (0.2) q
A1 (0.8) p	0.64 p^2	0.16 pq
A2 (0.2) q	0.16 pq	0.04 q^2

A1A1	A1A2	A2A2
p^2	$2pq$	q^2
0.64	0.32	0.04

التركيب الوراثي	A1A1	A1A2	A2A2
التكرار	0.64	0.32	0.4

بالتالي مجموع تكرارات التراكيب الوراثية:

$$p^2 + 2pq + q^2 = 0.64 + 0.32 + 0.04 = 1$$

المحاضرة الثالثة: التكوين الوراثي للعشيرة

كيف يمكن تحقيق توازن هاردي- واينبرغ

2. الخطوة الثالثة: حساب التكرار الوراثي في النسل الناتج

◦ برهن التوازن على فرض ان تكرارات التراكيب الوراثية كانت كما يلي:

$$p(A1) = 0.64 + \frac{1}{2}(0.32) = 0.8$$

$$q(A2) = 0.04 + \frac{1}{2}(0.32) = 0.2$$

$$p + q = 0.8 + 0.2 = 1$$

وهكذا يبقى التكرار الوراثي والتكرارات التراكيب الوراثية في العشيرة ثابت من جيل إلى آخر في حال ثبات الشروط الخاصة بتوازن هاردي- واينبرغ

التركيب الوراثي	A2A2	A1A2	A1A1
التكرار	0.4	0.32	0.64

المحاضرة الثالثة: التكوين الوراثي للعشيرة

مثال:

◦ في إحدى العشائر كانت نسبة الأفراد المتماثلة المتنحية 0.09 ، احسب النسبة المئوية للأفراد الخليطة و المتماثلة السائدة في هذه العشيرة؟

الحل:

$$aa = q^2 = 0.09 \Rightarrow q = 0.3$$

$$p + q = 1$$

$$p = 1 - q$$

$$p = 1 - 0.3 = 0.7$$

النسبة المئوية للأفراد الخليطة

$$Aa = 2pq = 2 \times 0.7 \times 0.3 = 0.42$$

النسبة المئوية للأفراد المتماثلة السائدة

$$AA = p^2 = (0.7)^2 = 0.49$$

هل تحقق توازن هاردي-واينبرغ؟

$$p^2 + 2pq + q^2 = 0.09 + 0.42 + 0.49 = 1$$

المحاضرة الثالثة: الوظائف

السؤال (1):

- في تجربة للعالم لاش عام 1947 على مجموعة من ماشية الشورت هورن، وحد ان نسبة الألوان فيها تتوزع كما يلي:
- وجد ان 8.6% من هذه الأفراد ذات لون أبيض تركيبها الوراثي rr
- وجد ان 43.8% من هذه الأفراد ذات لون أبيض تركيبها الوراثي Rr
- وجد ان 47.6% من هذه الأفراد ذات لون أبيض تركيبها الوراثي RR
- المطلوب:
- احسب التكرار لكل من الأليل r ، R ؟

المحاضرة الثالثة: الوظائف

السؤال (2):

◦ في إحدى العشائر، كانت نسبة الأفراد التي تحمل الصفة السائدة 0.19 ، المطلوب اوجد نسبة الأفراد الخليطة في هذه العشيرة؟

السؤال (3):

◦ في إحدى العشائر، كانت الأفراد تختلف فيما بينها بزواج واحد من العوامل الوراثية، و وجدت التراكيب الوراثية التالية و تكراراتها كما يلي:

A1A1	A1A2	A2A2
0.30	0.60	0.10

◦ المطلوب

1. اوجد التردد الوراثي لكل من A1 و A2؟

2. أثبت أن هذه العشيرة تكون في حالة اتزان بعد جيل واحد من التزاوج العشوائي؟