

## قانون مندل الثاني

الأستاذ الدكتور

معاذ محي محمد شريف العبدلي

### التوزيع الحر Independment Assortment

سبق وان تطرقنا الى قانون مندل الأول (انعزال الصفات الوراثية) وكان يتضمن دراسة سلوك زوج واح من الجينات، وبما ان الكائن الحي يملك اعداد كبيرة من العوامل الوراثية المحددة لصفات الفرد فان مندل أجرى تجاربه لدراسة سلوك زوجين او أكثر من العوامل الوراثية.

وينص قانون مندل الثاني على الآتي :

((تعزل العوامل الوراثية (الجينات) المختلفة بصورة مستقلة (حرة)).))

ولتوضيح هذا القانون نذكر بالتفصيل تجربة مندل للتضريب ثنائي الهجين والتي عرف نتائجها من دراسته السابقة للقانون الأول وحدد ان البذور الممتلئة والصفراء بأنها سائدة ونظائرها من الاليلات المنتجة للبذور المجددة والخضراء المتنحية، حيث كانت جميع بذور الجيل الأول F1 ممتلئة وصفراء، وعندما ترك هجن الجيل الأول لكي تتخصب ذاتياً لاحظ ظهور أربعة أنماط مظهرية في الجيل الثاني كان اثنان منها مماثلاً للأباء اما التركيبان الاخران كانا جديدين وبنسب خاصة، فمن مجموع 556 بذرة ظهر التوزيع الآتي:

$$315 \text{ ممتلئة صفراء } \frac{9}{16} , 101 \text{ مجددة صفراء } \frac{3}{16}$$

$$108 \text{ ممتلئة خضراء } \frac{3}{16} , 32 \text{ مجددة خضراء } \frac{1}{16}$$

وكانت النسبة 1:3:3:9

P1 الإباء بذور ممتلئة صفراء × بذور مجددة خضراء

wwgg ↓ WWGG

wg WG

F1 افراد الجيل الأول WwGg × بذور ممتلئة صفراء

الاخصاب الذاتي (F1×F1) WwGg × WwGg

الأستاذ الدكتور

معاذ محي محمد شريف العبدلي

	WG	Wg	wG	Wg
WG	WWGG ممتلئة صفراء	WWGg ممتلئة صفراء	WwGG ممتلئة صفراء	WwGg ممتلئة صفراء
Wg	WWGg ممتلئة صفراء	WWgg ممتلئة خضراء	WWGg ممتلئة صفراء	Wwgg ممتلئة خضراء
wG	WwGG ممتلئة صفراء	WwGg ممتلئة صفراء	wwGG مجعدة صفراء	wwGg مجعدة صفراء
wg	WwGg ممتلئة صفراء	Wwgg ممتلئة خضراء	wwGg مجعدة صفراء	wwgg مجعدة خضراء

الجيل الثاني

F2 1:3:3:9

9: ممتلئة صفراء

3: ممتلئة خضراء

3: مجعدة صفراء

أجرى مندل تجربة أخرى لدعم فرضية الانعزال المستقل وذلك بأجراء التضريب الاختباري ثنائي الهجين حيث ظرب نبات F1 بذور ممتلئة صفراء مع النباتات الابوية التي تحمل الصفتين المختلفتين (مجعدة خضراء) وحصل على النتائج الآتية في جيل الاختبار :-

24 ممتلئة صفراء، 25 ممتلئة خضراء، 22 مجعدة صفراء، 27 مجعدة خضراء وعند اختبار الاعداد لأبسط حالاتها نحصل على النسب 1:1:1:1 وعليه تكون نتائج الفرضية مطابقة لنتائج التجربة في جيل الاختبار مما يدل على صحة الفرضية.

شرح قانون مندل الثاني

((جينات أزواج الصفات المتضادة تكون حرة في انعزالها، أي تتوزع توزيعاً حراً على الكميات))

وهذا يعني توجد حرية في توزيع العوامل الوراثية على الكميات ولا يوجد شرط ان يذهب الاليل السائد مع السائد بل ممكن ان يذهب السائد مع المتنحي او مع السائد وكذلك الحال بالنسبة للاليل المتنحي. وهذه الحرية في التوزيع بحيث يمكن الحصول على أربع كميات: الأول: سائد – سائد، الثاني سائد – متنحي، الثالث متنحي – سائد، الرابع متنحي – متنحي.

وان نسبة توزيع الكميات تكون 1:1:1:1 او  $\frac{1}{4} : \frac{1}{4} : \frac{1}{4} : \frac{1}{4}$  ، ولمعرفة أنواع الكميات لزوجين من الصفات في بذور البزاليا نعمل الاتي على فرض ان:

W يرمز لصفة البذور الممتلئة  
G يرمز للون البذور الصفراء  
w يرمز لصفة البذور المجعدة  
g يرمز لصفة لون البذور الخضراء  
وعند الاتحا تكون الكميات :

$$\begin{array}{lcl} \frac{1}{2} W + \frac{1}{2} G & \longrightarrow & \frac{1}{4} \text{ WG تعطي بذور صفراء ممتلئة} \\ \frac{1}{2} W + \frac{1}{2} g & \longrightarrow & \frac{1}{4} \text{ Wg تعطي بذور خضراء ممتلئة} \\ \frac{1}{2} w + \frac{1}{2} G & \longrightarrow & \frac{1}{4} \text{ wG تعطي بذور مجعدة صفراء} \\ \frac{1}{2} w + \frac{1}{2} g & \longrightarrow & \frac{1}{4} \text{ wg تعطي بذور خضراء مجعدة} \end{array}$$

والنتيجة نحصل على أربع كميات مختلفة من زوجين من الصفات. اما في حالة ثلاثة صفات فأنا نحصل على ثمانية أنواع مختلفة من الكميات (2<sup>3</sup>).  
الاشكال او الطرز المضهرية في حالة زوجين من العوامل الوراثية المتضادة:

$$\begin{array}{lcl} 1=1 \times 1 & \text{ممتلئ اصفر} & WWGG \\ 2=2 \times 1 & \text{ممتلئ اصفر} & WWGg \\ 1=1 \times 1 & \text{ممتلئ اخضر} & WWgg \\ 2=2 \times 1 & \text{ممتلئ اصفر} & WwGG \\ 4=2 \times 2 & \text{ممتلئ اصفر} & WwGg \\ 2=2 \times 1 & \text{ممتلئ اخضر} & Wwgg \\ 1=1 \times 1 & \text{مجعد اصفر} & wwGG \\ 2=2 \times 1 & \text{مجعد اصفر} & wwGg \\ 1=1 \times 1 & \text{مجعد اصفر} & wwgg \end{array}$$

نجمع التراكيب الوراثية = 16

نجمع التراكيب المتشابهة ستكون كالاتي:

$$\begin{array}{lcl} 9 = & \text{ممتلئ اصفر} & \\ 3 = & \text{مجعد اصفر} & \\ 3 = & \text{ممتلئ اخضر} & \\ 1 = & \text{مجعد اخضر} & \end{array}$$

وتمثل الاشكال او الطرز المظهرية في حال زوجين من الصفات الوراثية.

اما طريقة حساب الطرز المظهرية في حالة زوج واحد من الصفات الوراثية او الجينات فان قانون مندل الأول تكون نسبة الطرز المظهرية من العوامل المضادة هي 3:1 لزوج واحد فقط من الجينات أي موقع وراثي واحد n.

$$\begin{matrix} 3:1 \\ \times \end{matrix}$$

اما إذا كان زوجين من الصفات فنضرب النسبة 3:1 بنفسها  $\frac{3:1}{9:3:3:1}$

وإذا كانت ثلاثة ازواج  $\frac{9:3:3:1 \times 3:1}{27:9:9:3:3:3:1}$  وهكذا

➤ نسبة التراكيب الوراثية حسب قانون مندل الأول هي 1:2:1 (سائد نقي، 2 سائد هجين، 1ممتحي) لزوج واحد من الجينات او الصفات وعندما يكون زوجان من الصفات يمكن ان نجد النسبة كالاتي.

$$\frac{1:2:1 \times 1:2:1}{1:2:1:2:4:2:1:2:1}$$

➤ قاعدة عامة النقي تكون نسبته  $\frac{1}{4}$  او 1 . والهجين (الخليط) نسبته  $\frac{1}{2}$  او 2 .

شرح المثال السابق: - تكون الطرز الوراثية 4 وفيها عدد الافراد او التراكيب الوراثية:

1- ممتلي اصفر

G-W- ونسبته 16/9 وهي كالاتي

$$GG-WW \text{ أي عدد الافراد } = 1$$

$$GG-Ww \text{ أي عدد الافراد } = 2$$

$$Gg-WW \text{ أي عدد الافراد } = 2$$

$$Gg-Ww \text{ أي عدد الافراد } = 4$$

اذن المجموع هو 9 أفراد ممتلي اصفر.

2- ممتلي اخضر Gg-W-

$$ggWW \text{ نسبته } \frac{1}{16} \text{ أي عدد الافراد } = 1$$

$$ggWw \text{ نسبته } \frac{2}{16} \text{ أي عدد الافراد } = 2$$

اذن مجموع الافراد يساوي 3 ممتلي اخضر.

3- مجعد اصفر G-ww

$$GGww \text{ ونسبته } \frac{1}{16} \text{ أي عدد الافراد } = 1$$

$$Ggww \text{ ونسبته } \frac{2}{16} \text{ أي عدد الافراد } = 2$$

4- مجعد اخضر ggww

ggww ونسبته  $\frac{1}{16}$  أي عدد الافراد = 1. وبذلك يكون المجموع النهائي 9:3:3:1 = 16.

عدد أزواج الجينات الهجينة في الإباء heterozygous	عدد أنواع الكميات التي يكونها أفراد الجيل الأول	عدد التراكيب الوراثية المحتملة في أفراد الجيل الثاني	عدد المظاهر المحتملة في أفراد الجيل الثاني	عدد أنواع التراكيب الوراثية المحتملة في أفراد الجيل الثاني	عدد أنواع التراكيب الوراثية الهجينة المحتملة في أفراد الجيل الثاني	عدد أنواع التراكيب الوراثية النقية المحتملة في أفراد الجيل الثاني
1-	2	4	2	3	1	2
2-	4	16	4	9	5	4
3-	8	64	8	27	19	8
4-	16	256	16	81	65	16
5-	32	1024	32	243	211	32
n-	$2^n$	$4^n$	$2^n$	$3^n$	$3^n - 2^n$	$2^n$

تعريف مهمه:

- الهجين: ذلك الكائن الحي الذي ينتج من تزاوج أبوين مختلفين في صفة معينة.
- الصفة السائدة: هي الصفة التي تسود في أفراد الجيل الأول وتكون اما نقية او هجينة.
- الصفة المتنحية: هي الصفة التي تختفي في أفراد الجيل الأول وتظهر في أفراد الجيل الثاني.
- الجين Gene: هو العامل الوراثي الذي يحدد سمه واحده في صفة معينة ويوجد في الدايبيلودات زوج وله تأثير بايولوجي محدد.
- الاليل Allele هو الجين المنفرد وهو أحد الجينات البديلة لصفة معينة مثل الاليل المسؤول عن امتلاء البذور W او الاليل المسؤول عن تجعدها w في صفة شكل بذور البزاليا، او الاليل المسؤول عن قصر النبات t في صفة ارتفاع النبات.
- Heterozygous الفرد المتباين: هو الفرد الذي يحمل اليلين متباينين في زوج صفة معينة مثل Ww في شكل البذور و Tt في صفة ارتفاع النبات فالفرد الهجين في تلك الصفة يدعى متباين وراثياً.
- Homozygous متماثل وراثياً: اذ كان الفرد يملك اليلين متماثلين لصفة معينة مثل WW في صفة شكل البذور او الفرد النقي في تلك الصفة فهذا الفرد هو متماثل وراثياً.
- Phenotype الطراز المظهري: هو المظهر البايولوجي لصفة معينة او اكثر وقد تكون على المستوى الكيمياوي او البنائي او السلوكي في مهر يمكن ملاحظته على الفرد.
- Genotype التركيب الوراثي او الطراز الوراثي: هو الجوهر او المحتوى الجيني الذي يشمل المجموعة الكاملة للمادة الوراثية التي يرثها الفرد من والديه.

الأستاذ الدكتور  
معاذ محي محمد شريف العبدلي