

الأستاذ الدكتور

معاذ محي محمد شريف العبدلي

الوراثة المنديلية: -

تعود نشأة علم الوراثة الى العالم كريكور مندل 1822-1884 م والذي يعد والد علم الوراثة Father of genetics والذي عمل راهبا في مدينة برون Brunn في النمسا سابقاً وفي سلوفاكيا حالياً. بدء مندل تجاربه عام 1854 واصبح مدرساً للعلوم، وفي عام 1857 بدأ تجاربه الرائدة على نبات البزاليا Pisum sativum في حديقة الدير . استمر بتجاربه لمدة سبع سنوات وقام بعرض تجاربه في اجتماعين لجمعية العلوم والتاريخ الطبيعي في برون. نشرت ابحاثه التي تضمنت ما يعرف بقوانين مندل في مجلة الجمعية عام 1866 تحت عنوان تجارب في تهجين النبات وبقيت ابحاثه طي النسيان حتى عام 1955 عندما اكتشفا في وقت واحد ثلاثة علماء في النبات هم دي فريز في هواندا وكورنيس في المانيا وتشير ماك في النمسا. وفي الحقيقة لم يكن مندل اول من أجري تجارب التهجين فقد سبقه عدد من الباحثين ولكن مندل اول من حلل نتائجه على اساس سلوك الصفات الفردية ويعود سبب نجاح مندل في تجاربه الى

- 1- استخدامه الطريقة العلمية في تحليل تجاربه.

- 2- تصنيف نباتات البزاليا الناتجة من تهجيناته ومقارنة نسبها بنماذج رياضية.

- 3- صياغة فرضية لتفسير ما وجده من اختلافات وانتقال وحدات التوريث وتفسيرها بصورة صحيحة.

- 4- استنباط نموذج رياضي دقيق لانتقال الصفات الوراثية.

يعود نجاح مندل كذلك الى اختياره الحكيم لنبات البزاليا كونه (حولي، له مجموعة من الصفات الواضحة، يمكن تنميته وتضريبه بسهولة، نبات ذاتي التلقيح يسهل اجراء التلقيح الخلطي له، كونه نبات ثنائي المجموعة الكروموسومية عكس النباتات متعددة المجموعة الكروموسومية) وقد اختار مندل في تجاربه سبعة ازواج من الصفات المختلفة يمكن تمييزها بسهولة هي:

ت	الصفة	السائدة	المتنحية
1	ارتفاع الساق	طويلة	قصيرة
2	لون القرنة غير الناضجة	خضراء	صفراء
3	شكل القرنة غير الناضجة	منفوخة	مضغوطة محززة بالبذور
4	موقع الزهرة على النبات	ابطية	طرفية
5	لون الفلقات	صفراء	خضراء
6	شكل البذور الناضجة	ممتلئة	مجعدة
7	لون غلاف البذرة	ابيض	رمادي

أجري مندل بدقة تامة ولكي يمنع حدوث التلقيح الذاتي للازهار المراد تهجينها عمل على نزع المتك من الازهار قبل نضجها التام، وفي وقت اجراء التلقيح نقل حبوب اللقاح من الازهار المختارة كاب الى مياسم الازهار المختارة كأمهات. أطلق على التضريب الاول بين ضربين نقيين مختلفين بصفة واحدة او عدة صفات بالجيل الابوي Parental generation او P1 وتترك البذور على النبات لحين النضج. وعند اخذ هذه البذور وزراعتها فانها تنمو الى نباتات تعرف بذرية الجيل الاول F1 و F1 Generation و F2 من Filial، والتي تتفتح ذاتياً لأنتاج بذور تشكل عند زراعتها ونموها ذرية الجيل الثاني F2 Generation ويمكن ان تستمر العملية لعدة اجيال. كما أجري مندل تضريبات رجعية او عكسية back cross تتم بين الذرية (النسل) الناتج من الهجن مع الاباء. وكان مندل دقيق في تنفيذ تجاربه ولاحظ تأثير البيئة المحيطة في النتائج الا ان العامل الوراثي كان أكثر تأثيراً.

قانون مندل الاول:

مبدأ الانعزال: Principle of segregation:

اذا اختلف فردان في زوج من الصفات الوراثية النقية المتضادة فان احدى الصفات تختفي في افراد الجيل الاول وتظهر في افراد الجيل الثاني بنسبة 3 سائد : 1 متنحي.

التفسير:-

ان الصفات الوراثية تحدد بوحدات او عوامل Factors تنتقل من الاباء الى الابناء بواسطة الامشاج Gametes، وتكون هذه العوامل بصورة مزدوجة في الاباء وعند تكوين الامشاج تنعزل هذه العوامل عن بعضها بحيث يحصل كل كميت على واحد من هذه الأزواج. وعند اتحاد الكميات الذكرية والانثوية تعود العوامل للازدواج او الاتحاد لتكوين البيضة المخصبة Zygote، ويظهر الجيل الاول حامل للصفة السائدة او المتغلبة اما الجيل الثاني فيظهر بنسبة 3 سائد الى 1 متنحي.

اشار مندل الى ان العوامل المختلفة للصفة مثل طول الساق لا تمتزج ولا يؤثر أحدهما على الاخر في الهجن الناتجة من افراد الجيل الاول بل تنعزل Segregate ويذهب كل عامل الى كميت مختلف وهذه الكميات تتحد بصورة عشوائية لتكون ابناء الجيل الثاني.

ولتوضيح مبدأ الانعزال نستخدم الحروف الهجائية كرموز للجينات، ولكل عامل وراثي (جين) صورتان (Allel morphs) تحتل كل منهما نفس الموقع على أحد الكروموسومين المتماثلين ويسمى كل فرد منهما اليل Allele. وهذه العوامل تعد وحدات مطلقة يرمز لكل منهما بالأحرف A و B او اي حرف اخر وعادة يشير الحرف الكبير الى الجين السائد والصغير للجين المتنحي فاذا اخذنا الصفتين المتضادتين (الطول والقصر) لنبات البزاليا فان صفة الطول هي السائدة ويرمز لها D والقصر هي المتنحية ويرمز لها d وان كل من الصفتين تنشأ من اتحاد مشيجين فيرمز للنبات النقي طويل الساق DD وينتج نوع واحد

من الامشاج D ويرمز للنبات الهجين طويل الساق Dd وينتج نوعين من الامشاج D، d ويرمز للنبات القصير النقي dd وينتج نوع واحد من الكميات هو d. فلو فرضنا انه تم تضريب بين نبات بزاليا طويل الساق واخرى قصيرة الساق فما الناتج المتوقع من هذا التضريب

الاباء (P) طويلة الساق × قصيرة الساق

dd DD
d × D G الامشاج

↓

انفراد الجيل الاول F1 Dd نباتات طويلة الساق

F1 × F1 (اخصاب ذاتي)

Dd × Dd طويل الساق × طويل الساق

↓

(D) (d)

↓

(D) (d)

♂ \ ♀	D	d
D	DD طويلة الساق	Dd طويلة الساق
d	Dd طويلة الساق	dd قصيرة الساق

ستكون النسبة 1:3 اي ثلاثة طويلة الساق و 1 قصيرة الساق ومن الضروري التاكيد على ان هذه النسبة 1:3 تتطلب توفير بعض الشروط لتحقيق هذه النسبة وتعرف بفرضيات قانون مندل الاول وهي:-

- 1- جميع الكميات والزيجات تكون ذات حيوية متساوية Equal viability.
- 2- تتحد الكميات مع بعضها بعشوائية وبلا تفضيل Randomness.
- 3- وجود السيادة التامة في الصفة Dominance.
- 4- تتحد الصفة بزواج واحد من الجينات.

الطراز المظهري والتركيب الوراثي:

الطراز المظهري phenotype: وهو شكل الكائن الحي الخارجي بالنسبة لصفة واحدة او لمجموعة صفات فالطراز المظهري هو اي صفة متغيرة او واضحة وقابلة للتقدير وموجودة في الكائن الحي مثال على ذلك طول الساق ، لون الازهار ،ويمكن القول ان الطراز المظهري هو محصلة نواتج الجين المعبر عنها في بيئة معينة.

التركيب الوراثي Genotype وهو مجموعة من الجينات التي يحملها الفرد بالنسبة لصفة واحدة او مجموعة من الصفات ويتحدد التركيبي الوراثي عند الاخصاب ويحمله الكائن الحي بلا تغيير باستثناء (الطفرات الوراثية) طيلة حياته ، ويكون التركيبي الوراثي على نوعين :

- 1- متماثل الزيجة Homozygous وينتج من اتحاد كميتين يحملان اليات متماثلة Identical allele وينتج نوعاً واحداً من الاليات المحمولة في الكميات ويكون التركيبي نقي او متماثلاً.
- 2- متباين الزيجة Heterozygous وهو التركيبي الوراثي الهجين Hybrid وينتج من اتحاد كميتين يحملان اليين مختلفين ويعطي نوعين من الكميات وتعد صفة الهجين مرادفة للفرد ذو التركيبي الوراثي متباين الزيجة

التضريب الاختباري Test cross

لغرض التعرف على التركيبي الوراثي للصفة السائدة في افراد الجيل الاول اجري مندل تجاربه لدعم استنتاجاته حيث يتشابه التركيبي الوراثي النقي السائد DD مع التركيبي الوراثي الخلطي او الهجين Dd في نفس النمط المظهري ولغرض معرفة التركيبي الوراثي الدقيق يجرى ما يعرف بالتضريب الاختباري Test cross وهو تضريب التركيبي المجهول مع الاب المتنحي النقي فيكون هناك احتمالين

1. إذا كان التركيبي الوراثي المجهول متماثل الزيجة AA فانه يعطي نوع واحد من الكميات هو A فعند تضريبه مع الاب النقي المتنحي aa والذي يعطي نوع واحد من الكميات هو a فسوف تكون الذرية الناتجة جميعها حاملة للصفة السائدة وبشكل خلطي هجين Aa

$$Aa \times aa$$

↓

$$100 \% Aa$$

الأستاذ الدكتور
معاذ محي محمد شريف العبدلي

2. اذا كان التركيب الوراثي المجهول متباين الزيجة Aa فانه يعطي نوعين من الكميات A و a عند تضريبه بالاب المتنحي النقي الذي يعطي نوع واحد من الكميات a فتكون نصف الذرية الناتجة حاملة للصفة السائدة والنصف الاخر حاملة للصفة المتنحية.

الأستاذ الدكتور

معاذ محي محمد شريف العبدلي

$$Aa \times aa$$

$$Aa \downarrow a$$

$$50\% AA \text{ و } 50\% Aa$$

ولهذا التضريب اهمية كبيرة في علم الوراثة ويستخدم للكشف عن نقاوة التراكيب الوراثية المستخدمة من عدمه.

التضريب العكسي Back cross

يعد تعبير التضريب العكسي مرادفاً للتضريب الاختباري حيث تشير المصادر الى ان التضريب العكسي يتضمن تزواج احد افراد نسل الجيل الاول رحعياً مع احد ابويه او مع افراد ذات تركيب وراثي يماثل التركيب الوراثي لأحد الابوين.

تحويرات النسبة المندلية للشكل المظهري 1:3

على الرغم من سريان قانون مندل الاول في كثير من الكائنات الحية وعلى صفات متعددة فان هناك حالات تظهر شذوذاً عن النسبة المندلية المتوقعة وهذا يعني اما ظهور صفات جديدة غير موجودة في الابوين او ان تكون حالة وسطية بين صفات الابوين وهذا له علاقة بموضوع السيادة

انواع السيادة Types of dominance.

هناك عدد من انماط السيادة في الكائنات بوجودها تظهر نسب مختلفة من الانماط المظهرية في الجيل الثاني F2 تختلف عن النسب المندلية التي تخضع صفاتها المضادة للسيادة التامة وهناك انواع من السيادة

1- السيادة الكاملة Complete dominance.

2- هذا النمط من السيادة يكون فيه الفرد الهجين Aa له نفس الشكل المظهري للفرد النقي Aa اي الجين (a) موجود لكنه مخفي وظيفياً وتؤدي السيادة التامة الى ظهور النسب التقليدية 1:3 في الجيل الثاني من التضريبات احادية الهجين .

3- السيادة غير الكاملة Incomplete dominance (شبه السيادة).

يكون فيها الفرد الهجين حالة وسط بين الابوين وتؤدي للحصول على انماط ظاهرية لا يمكن تفسيرها على ضوء السيادة الكاملة، فعند تضريب نبات احمر الازهار يعود لخلق السبع مع اخر

ابيض الازهار يكون ناتج الجيل الاول ازهار وردية Pink وفي الجيل الثاني تكون النسبة 1 حمراء: 2 وردية: ابيضاء.

4- السيادة المشتركة co-dominance.

تظهر عندما يكون بإمكان كل اليل التعبير عن نفسه في الافراد الخليطة او الهجينة ويعمل كل اليل بطريقة محددة ومستقلاً عن الاخر ويكون التأثير مشتركاً في الهجين وتعد مجاميع الدم في الانسان مثال على السيادة المشتركة فعند تزاوج افراد من طراز الدم AB يكون النسل الناتج نسبته 1 من طراز A و 2 من طراز الدم AB و 1 من طراز B اس 1:2:1 بدل من 1:3:1.

5- السيادة التفوقية Over dominance.

يظهر هذا النوع من السيادة في الحالات المتعلقة بالصلاحية والحيوية مثل الحجم والانتاجية، وفي هذا النوع من السيادة يكون الهجين ذو نمط مظهري عند قياسه كميأ يعطي أكثر من الابوين متماثلي الزيجة مثال على ذلك لون العين في حشرة الدروسوفيلا يكون الهجين Ww يعطي زيادة في كمية الصبغات عن الافراد النقية WW والابيض ww وتكون النسبة محورة 1:2:1.

• الجينات المميتة Lethal gens.

تؤثر الجينات في حيوية الكائن الحي اضافة الى تأثيره في الصفات المظهرية حيث تصاب الكائنات الحية الحاملة لهذه الجينات (المميتة) بالضرر او تقلل من فعاليتها او حيويتها او تسبب لها الموت فتسمى بالجينات المميتة فاذا كان الجين المميت من النوع السائد فان جميع افراد الحاملة لهذه الجينات ستموت وبعضها الاخر يتضرر ويحدث الموت في وقت متأخر. اما الجينات المميتة المحمولة بصورة هجينة فانها لا تسبب اي تأثير الا اذا حدث تزاوج بين فردين حاملين لهذه الصفة مثال عليها:

1- صفة اللون الاصفر في الفئران: الجينات المميتة السائدة

لاحظ العالم كينوت 1905 ان الجين المسؤول عن اللون الاصفر في الفئران سائد سيادة تامة على اليله الرمادي، وان النسل الناتج في افراد الجيل الاول F1 (اصفر) عند تلقيح افراد صفر بأخرى رمادية ظهر فيه افراد صفر ورمادية بنسبة 1:1 ، وعند اجراء تلقيح بين افراد صفر اللون كانت النسبة الناتجة 1:2 وهي نسبة محورة عن النسبة المنديلية وعند عمل تشريح للامهات في فترة الحمل وجد ربع الاجنه كانت ناقصة النمو وميتة.

اصفر هجين $Yy \times Yy$

$Yy \quad Yy$

$1yy \quad 2Yy \quad 1yy$

2- صفة الدجاج الزاحف Creeping fowls

من الصفات التي تعود الى الجينات المتنحية المميّنة ويمتاز الدجاج الزاحف بقصر اطرافه وتشوه الارجل والاجنحة ويفقد القدرة على المشي ويستعين في حركته بالزحف ويظهر التزاوج بين فردين زاحفيين في الجيل الاول مختلفة عن النسب المندلية .:

الاباء $Cc \times Cc$

	زاحف	↓	زاحف
F1	1CC	2Cc	1cc
	طبيعي	زاحف	تموت

الأستاذ الدكتور
معاذ محي محمد شريف العبدلي