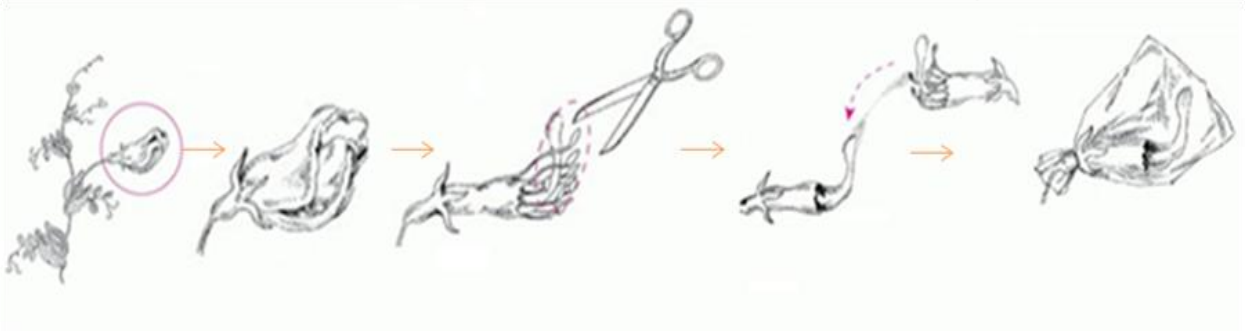
Remove Watermark Now

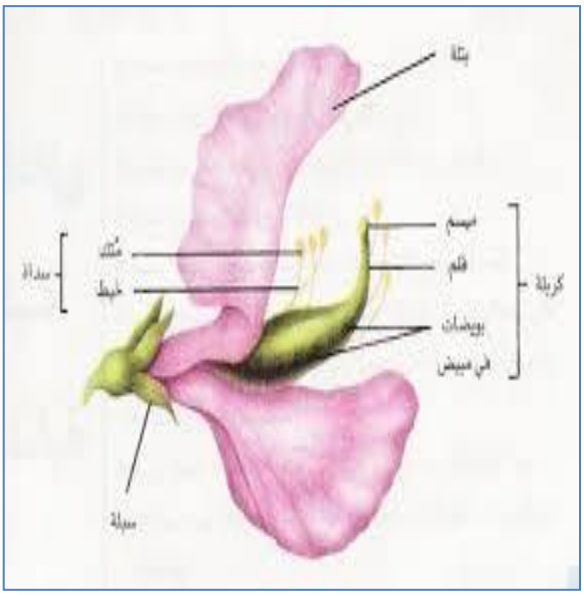
المحاضرة الثالثة

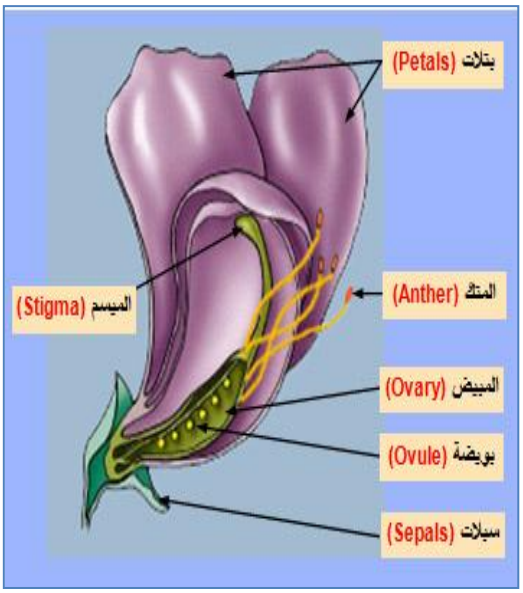
الوراثة الإنتقالية (المندلية أو الكلاسيكية)
Transmission (Mendelian or Clasical) Genetics

علم الوراثة **Genetics** هو العلم الذي يدرس ويفسر آلية انتقال الصفات من الآباء إلى الأبناء.
تعني كلمة **Genetics** باللاتينية الميلاد Genesis أي دراسة التوارث من جيل إلى آخر.
وقد اتخذ الوراثيون ثلاثة اتجاهات رئيسية لهذه الدراسة هي:
1- الوراثة الانتقالية: وذلك لتفسير مظاهر انتقال الصفات من جيل إلى آخر.
2- الوراثة الجزيئية: وذلك من خلال دراسة نشاط الجزيئات التي تحمل المعلومات الوراثية (الجينات).
3- وراثة العشائر: وتعني دراسة تباين الجينات بين وداخل العشائر.
- يعتمد الاتجاه الأول لدراسة التوارث أساساً على نفس الطريقة التجريبية التي استعملها مندل في منتصف القرن العشرين. فعند تلقيح الكائنات ذات الصفات أو الأشكال المظهرية المختلفة معاً أمكن ملاحظة انتقال هذه الصفات للجيل التالي؛ وتسمى هذه الصفات المنتقلة بالمندلية من خلال الوراثة التي سميت من قبل بالوراثة الكلاسيكية، وحيث أنها تتعلق بانتقال الجينات بين الأجيال لذلك أطلق عليها حديثاً الوراثة الانتقالية Transmission Genetics
- لم يكن مندل أول من أجرى تلقيحات وتهجينات بين الأصناف ولكنه كان أول من نجح في اكتشاف قوانين التوارث. ومن المعروف الآن أنه يتحكم في وراثة الصفات عوامل (وحدات) معينة تسمى بالجينات Genes، والتي تنتقل من جيل إلى جيل، وتوجد هذه الجينات على ما يسمى بالكروموسومات Chromosomes وذلك طبقاً للقواعد التي وصفها جريجور جوهان مندل Gregor Johan Mendel الذي أجرى عام 1856 أول مجموعة من تجارب التهجين في بازلاء الزهور Pisum sativum .

أسباب اختيار مندل لنبات بازلاء الزهور Pisum sativum **في تجاربه:**
يشار إلى أنّ العالم مندل اختار نبتة البازيلاء ليجري عليها كافة تجاربه لعدة أسباب منها:
1- البازلاء نبات ذاتي الأخصاب Self-fertilizing مما يسمح بمراقبة عملية التلقيح.
إنّ هذه النبتة تمتلك أزهاراً خنثى، تحمل الزهرة أعضاء التأنيث وأعضاء التذكير معاً، حيث أن هذا التركيب يتيح إجراء عمليّتي التلقيح الذاتي Self-pollination، وأيضاً التّلقيح الخلطيّ أو الصناعي ويسمى أيضاً التهجين Cross-pollination.
يتضمن التلقيح الذاتي سقوط حبات الطلع من المآبر على مياسم نفس الزهرة، والثمرة المتطورة بعد التلقيح عبارة عن " قرن " وبداخله البذور.
بينما يتم التهجين بنزع أو إزالة الأعضاء الذكرية (المتك، المآبر) قبل تفتح الزهرة ونضج حبوب اللقاح فيها (استخلاص الأعضاء المذكرة من الزهرة وتحويلها إلى زهرة مؤنثة أي عملية خصي الأزهار)، ثم يوضع على مَيْسِم الزهرة حبوب لقاح من زهرة أخرى لصنف يحمل الصفة المتضادة ولكنه نبات مرغوب وذلك باستخدام ريشةِ ألوان، ثم إغلاق الزهرة بكيس من أجل منع حدوث تلقيح غير مرغوب.







قطاع طولي يوضح تركيب زهرة نبات البازلاء

مراحل التهجين

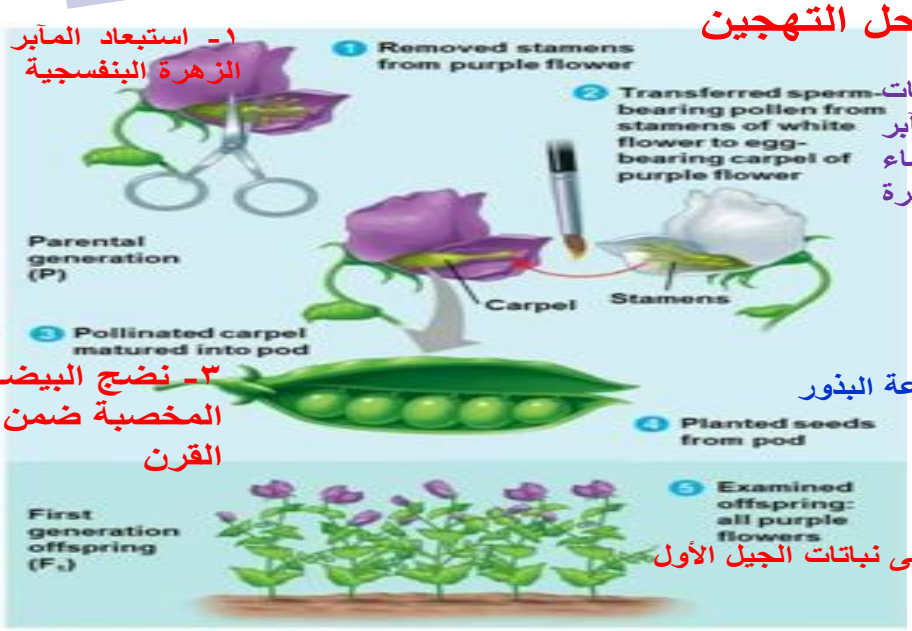
١- استبعاد المآبر من الزهرة البنفسجية

٢- نقل حبات الطلع من مآبر الزهرة البيضاء إلى مياسم الزهرة البنفسجية

٣- نضج البيضات المخصبة ضمن القرن

٤- زراعة البذور

٥- الحصول على نباتات الجيل الأول

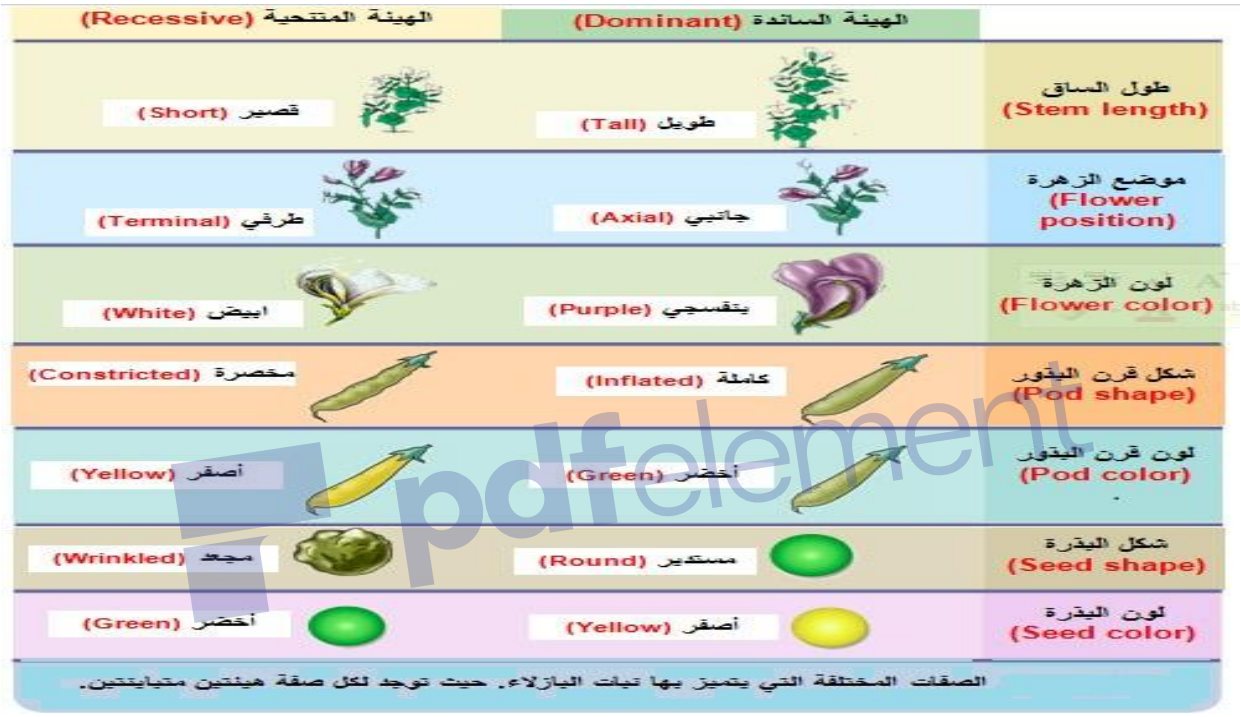


مراحل التهجين: 1- يتم نزع المتك من الزهرة ذات اللون البنفسجي قبل تفتحها ونضج حبوب اللقاح؛ 2- بعدها تنقل حبات الطلع من مآبر الزهرة البيضاء إلى مياسم الزهرة البنفسجية. 3- وعند نضج البيضات المخصبة ضمن القرن، 4- نقوم بزراعة البذور، 5- بغية الحصول على نباتات الجيل الأول

Remove Watermark Now

2- نبات موسمي سهل الزراعة؛ إنَّ قصرَ دورةِ حياة نبات البازيلاء حيث ينمو النبات وينضج خلال موسم نمو واحد، بالإضافة لسهولةَ زراعتِه وجمعِ بذوره شجَّع مندل على استخدامِه في تجارُبه للحصول على نتائج بحثٍ سريعة.
3- يمتلكَ صفات واضحة ويوجد أصناف وسلالات عديدة نقية تختلف عن بعضها بصفة واحدة فقط وتنتج افراداً مشابهة لها.
4- كما أنَّ نبتة البازيلاء لها مجموعةٌ من الصفات الوراثيّة المُتضادّة المتقابلة المختلفة عن بعضها البعض، ولكل صفة هيئتين يسهل تمييزهما وملاحظتُهما بسهولةٍ ويسر؛ مثلاً من المُمكن أنْ تكونَ النبتة طويلةً، أو قصيرة الساق، وكذلك بالنّسبة لبذورها قد تكون مجعّدة، أو مَلساءَ، موقع الزهرة محوري أو قمي.

الصفات السبع التي اختارها مندل بتجاربه:



pdfelement

<u>أسباب نجاح مندل في اكتشاف قانونيه في الوراثة:</u>

1- افترض ماندل بأن الصفات الوراثية المختلفة ناتجة عن تحكم وحدات أو عوامل توريث Factors تنتقل عبر الأجيال، محافظة على شخصيتها المتميزة وصفاتها المحددة دون أن تضيع، هذه الوحدات عرفت لاحقا بالمورثات Genes بواسطة جوهانسون Johanson.
2- قام بإجراء تهجينات محددة بحيث تحكم في اختيار الأبوين واللذان يختلفان في صفة واحدة أو صفتين على الأكثر من الصفات التي سبق أن اختارها.
3- ركز اهتمامه على صفة واحدة فقط أو عدد قليل من الصفات الظاهرة والواضحة للعيان، حيث درس ماندل السلوكية الوراثية لكل صفة بشكل مستقل عن غيرها بحيث استطاع اقتفاء أثر كل صفة وسلوكياتها عبر الأجيال المتعاقبة (تجزئة الصفات). حيث درس زوج كل صفة على حده (لون الزهرة أو طول النبات أو شكل القرون...مثلا)؛ ثم درس زوجي كل صفتين معا (لون الزهرة وطول الساق أو لون الزهرة وشكل القرون أو لون القرون ولون الفلقات ..الخ)
4- قام بحساب وعد الأفراد التي تحمل كل مظهر من مظاهر الصفات في كل جيل. أي أنه قام بإحصاء عدد الأشكال المظهرية للنسل الناتج من أبوين مختلفين. وبذلك أوضح طريقة التوراث على أساس قياسي.
5- استخدم مندل العلاقات الرياضية لربط نتائج التهجين، حيث قام بتحليل المعطيات الرقمية وجعلها على شكل نسب تعبر ضمناً عن قوانينه.

Remove Watermark Now

أسباب نجاح مندل في دراساته على نبات بازلاء الزهور Pisum sativum :

1- درس مندل التلقيح الذاتي للهجن الفردية Dihybrid crosses في (F_1) لزوجي كل صفة من الصفات على حده و(أستنتج منها قاعدة الانعزال Segregation)؛ ثم درس التلقيح الذاتي للهجن الزوجية Dihybrid crosses في (F_1) لزوجي كل صفتين معاً، و(أستنتج منها قاعدة التوزيع المستقل للصفات assortment of traits Independent)، ولم يدرس صفات الفرد كلها مرة واحدة.

2- كان مندل يقوم قبل التهجين بين النباتات بزراعتها لمدة عامين للتأكد من نقاوتها الوراثية (سلالات صافية).

3- كانت عوامل الصفات التي درسها مستقلة عن بعضها، فقد كانت جينات كل صفة موجودة على كروموسوم مختلف ومستقل عن الكروموسومات الأخرى.

4- كانت جينات هذه الصفات السبعة موجودة في النواة وليست موجودة في السيتوبلازم وكانت الجينات محمولة على كروموسومات جسمية وليست على زوج الكروموسوم الجنسي.

5- ظهرت سيادة تامة لأحد أليلي كل صفة على الآخر في الجيل الأول دائماً (لم يكن هناك تداخل أليلي ولكن ظهرت بعد ذلك في الجيل الأول F_1 حالات سيادة غير تامة).

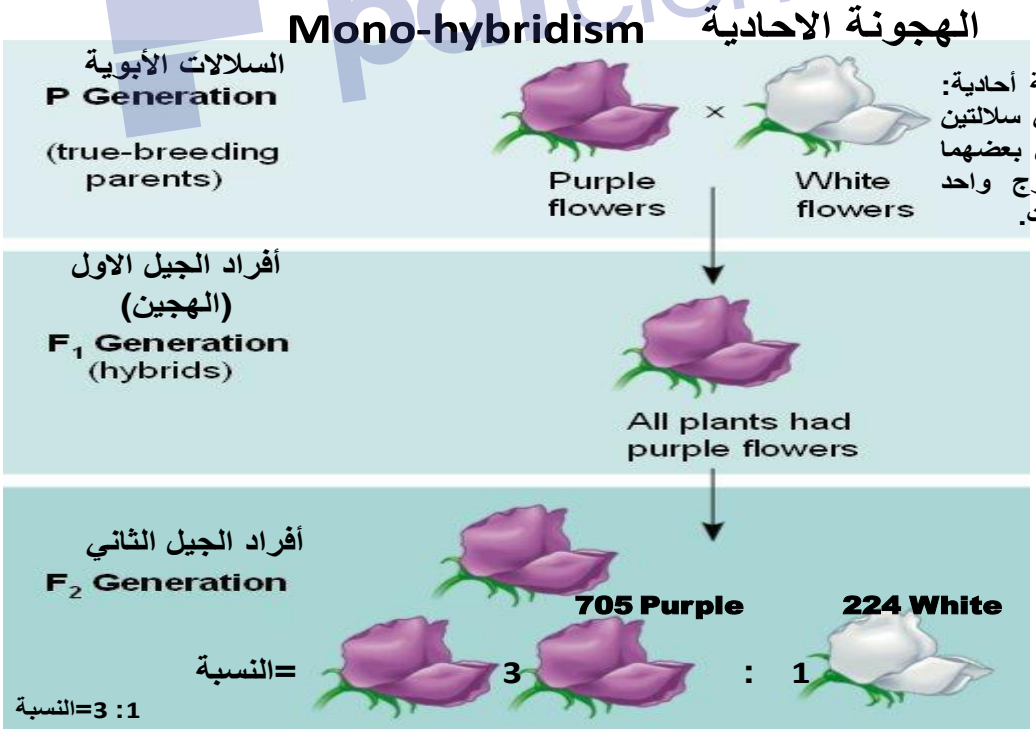
6- كانت كل صفة من الصفات تتأثر بزوج واحد من الأليلات (لا يوجد تداخل جيني).

القوانين الأساسية للوراثة أو مايعرف اليوم بقوانين مندل:

1- قانون مندل الأول أو قانون الانعزال أو الانفصال " Segregation low "

- هجن مندل في إحدى تجاربه الأولى بين صنفين نقيين من البازلاء، الأول: بذوره ملساء، والثاني بذوره مجعدة، ويُدعى التهجين الذي يشتمل على شفع واحد من الصفات بالهجونة الأحادية Mono-hybridization .

التهجينات الأحادية (Monohybrid crosses)

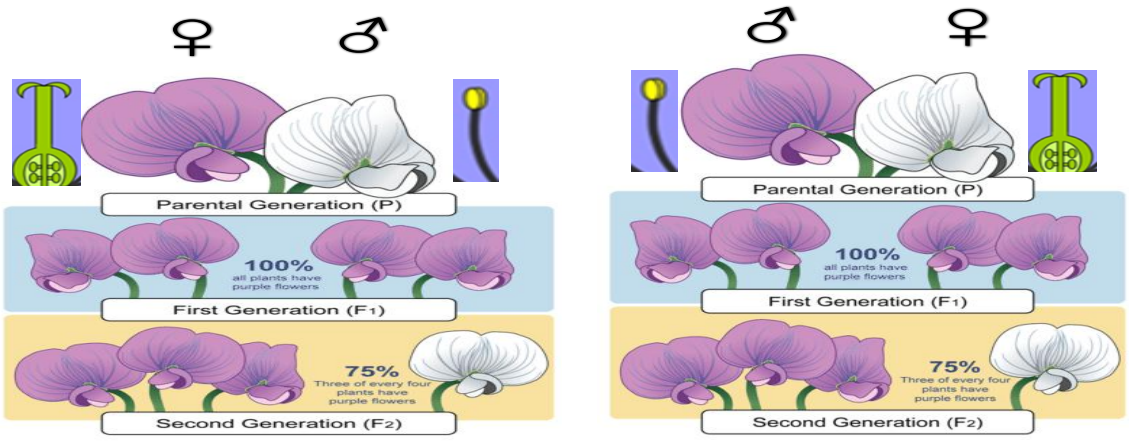


الاستنتاجات:

1- وجد مندل أن جميع النسل (كل أفراد الجيل الأول F_1 التي تُسمى هجونة أحادية) متشابهة وتحمل مظهر واحد للصفة وهي صفة الأب السائد (الصفة السائدة Dominant)، ويرمز للمورثة المسؤولة عن الصفة السائدة بحرف كبير (B).

Remove Watermark Now

2- تشابهت النتائج التي تم الحصول عليها بغض النظر عن جنس الأبوين (سواء اخذت حبات الطلع من النبات ابيض الازهار أو بنفسجي الازهار أو كانت البويضات من ازهار بيضاء او بنفسجية، كانت النتيجة هي ذاتها – تلقيح تبادلي.)

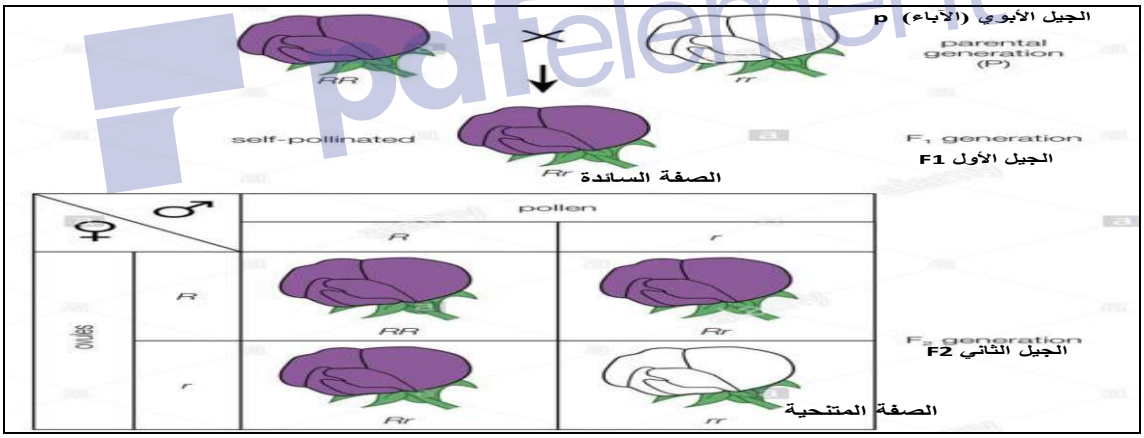


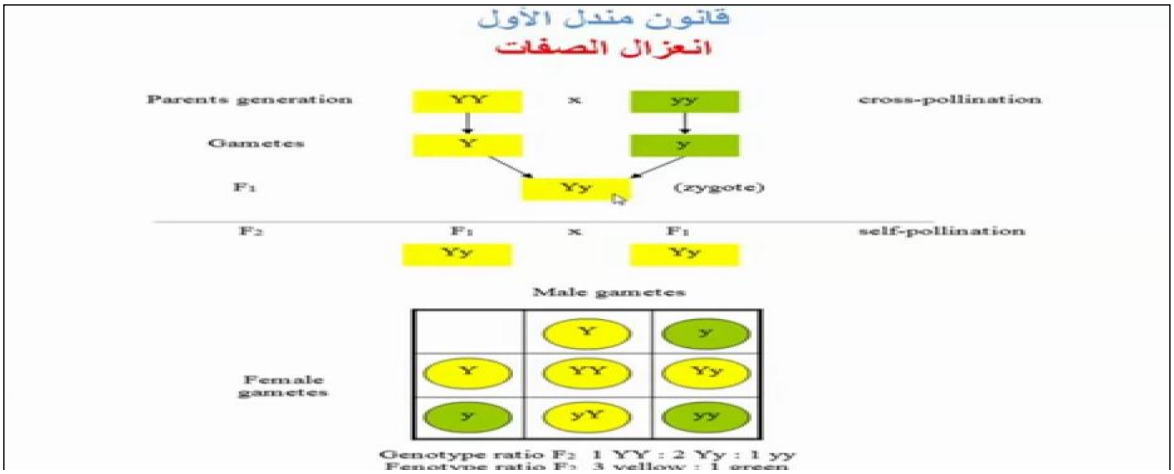
3- الصفة التي اختفت في F_1، عادت وظهرت بنسل الجيل الثاني F_2 بنسبة 25% وتسمى (الصفة المتنحية Recessive)، ويرمز للمورثة المسؤولة عن الصفة المتنحية بحرف صغير b

4- العامل المسؤول عن تحديد أحد المظاهر هو المورثة Gene .

5- الصفة التي تظهر في F_1 (صفة سائدة) وتُخفي الصفة الثانية (المتنحية).

6- يختفي أثر المورثة المسؤولة عن الصفة المتنحية في F_1 ولكن المورثة لا تزول ولا تتحطم، يعود ويظهر أثرها في F_2 ، أي أن المورثات تحافظ على ثباتها واستمراريتها في الأجيال اللاحقة.

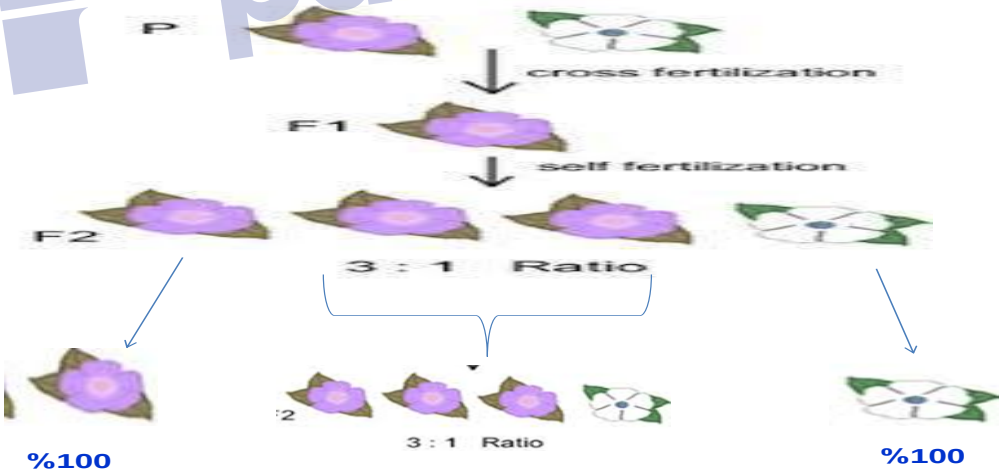




7- الصفة يحكمها زوج من المورثات القرينة (النظيرة – الأليل)، محمولة على زوج من الصبغيات القرينة (الشقيقة- المتشابهة- النظيرة) في النباتات الثنائية الصيغة الصبغية.

زوج من الصبغيات (الكروموزومات) في خلية واحدة

8- وجد دائماً أن أفراد الجيل الأول F_1 يحملون هيئة أحد الآباء، وأن أفراد الجيل الثاني F_2 يحمل بعضهم هيئة أحد الآباء، والبعض الآخر يحمل هيئة الأب الآخر بنسبة 3 : 1 تقريباً، ولمعرفة عدد المورثات المسؤولة عن الصفة، عُرضت أفراد الجيل الثاني F_2 التي تم الحصول عليها للتلقيح الذاتي، حيث أعطت النباتات التي تحمل الصفة المتنحية في الجيل الثالث F_3 نفس الصفة دائماً، أي أنها تتكاثر بنقاوة وبالتالي تبين أن الأفراد بيضاء الأزهار نقية التركيب الوراثي، في حين توزعت النباتات التي تحمل الصفة السائدة (بنفسجية الأزهار في مثالنا) إلى نمطين لا يمكن التمييز بينهما بالشكل الخارجي (بالطابع الظاهري). يشكل النمط الأول 3/1 نباتات الصفة السائدة فقط (أي النباتات نقية وراثياً)، بينما يشكل النمط الثاني 3/2 منها ويعطي نباتات تحمل الصفة السائدة بنسبة 4/3 وأخرى تحمل الصفات المتنحية بنسبة 4/1 (أي: نفس النسبة التي أعطتها نباتات الجيل الأول).



نتائج الهجونة الاحادية للصفات التي اختارها ماندل

السائد	X	المتنحي	عدد السائد	عدد المتنحي	المجموع	النسبة
بذور مستديرة	X	بذور مجعدة	5474	1850	7324	1 : 2.96
بذور صفراء	X	بذور خضراء	6022	2001	8023	1 : 3.01
أزهار بنفسجية	X	أزهار بيضاء	705	224	929	1 : 3.15
قرون كاملة	X	قرون مخصرة	882	299	1181	1 : 2.95
قرون خضراء	X	قرون صفراء	428	152	580	1 : 2.82
أزهار جانبية	X	أزهار طرفية	651	207	858	1 : 3.14
ساق طويل	X	ساق قصير	787	277	1064	1 : 2.84

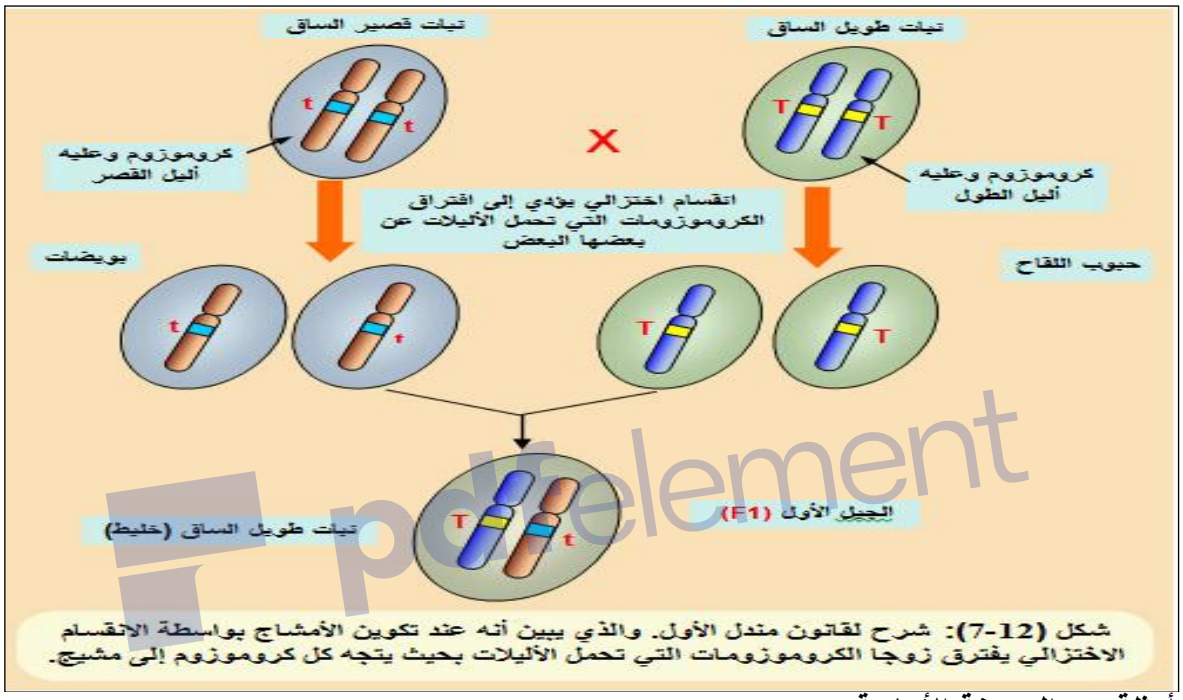
Remove Watermark Now

أدت النتائج التي حصل عليها مندل من تهجيناته الأحادية والتفسيرات التي قدمها لتلك النتائج إلى اكتشافه للقانون الأول من قوانين علم الوراثة، والذي يعرف بـ

قانون مندل الأول "قانون الانعزال أو الافتراق أو الانفصال Segregation low والذي ينص على

- تقع كل صفة من صفات الكائنات الحية تحت سيطرة زوج واحد من الأليلات - (شفع من العوامل تسمى المورثات المتقابلة والتي لا تمتزج مع بعضها بعضاً وإنما تبقى منفصلةً طوال حياة الفرد)- ويفترق هذان العاملان حين تكوين الأعراس (الأمشاج) خلال الانقسام المنصف لتتوضع في أعراس مختلفة. بحيث يوجد أليل واحد فقط لكلّ صفة في المشيج، ثم تعود لتلقي ثانيةً عشوائياً خلال عملية الإخصاب وتكوين البيوض الملقحة مكونةً أفراد النسل (الأبناء).

- يتضمن الهجين، الناتج عن التهجين بين سلالتين نقيتين مختلفتين، طرازي العوامل الوراثية للأبوين، واللذين ينعزلان عن بعضهما البعض ليذهب كل منهما الى خلية عروسية.



شكل (12-7): شرح لقانون مندل الأول. والذي يبين أنه عند تكوين الأمشاج بواسطة الانقسام الاختزالي يفترق زوجا الكروموزومات التي تحمل الأليلات بحيث يتجه كل كروموزوم إلى مشيج.

أمثلة عن الهجونة الأحادية:

حالات مرضية (ظواهر) مسؤول عنها زوج واحد من المورثات

1- البهاق Albinism الفرد المصاب به يسمى الأبهق Albino

* يوجد البهاق عند كثير من الحيوانات والنباتات بالإضافة للإنسان * حالة ناتجة عن تحكم زوج واحد من المورثات، والمسؤول عن المرض مورثة متنحية، يظهر المرض بحال التركيب الوراثي المتنحي الأصيل.

2- مرض التقزم الناتج عن سوء تغذية الغضاريف Chondrodystrophic dwarfism

* يتحكم بالصفة مورثة سائدة

اختبار الطرز المظهرية في الهجونة الأحادية ونسبها:

يمكن معرفة التركيب الوراثي للأفراد ذات المظهر السائد المتحصل عليها في الجيل الثاني F_2 لمعرفة فيما إذا كان تركيبها الوراثي سائد أصيل (نقي - متماثل العوامل) أو سائد خليط (هجين - غير متماثل العوامل) بإحدى الطرق التالية:

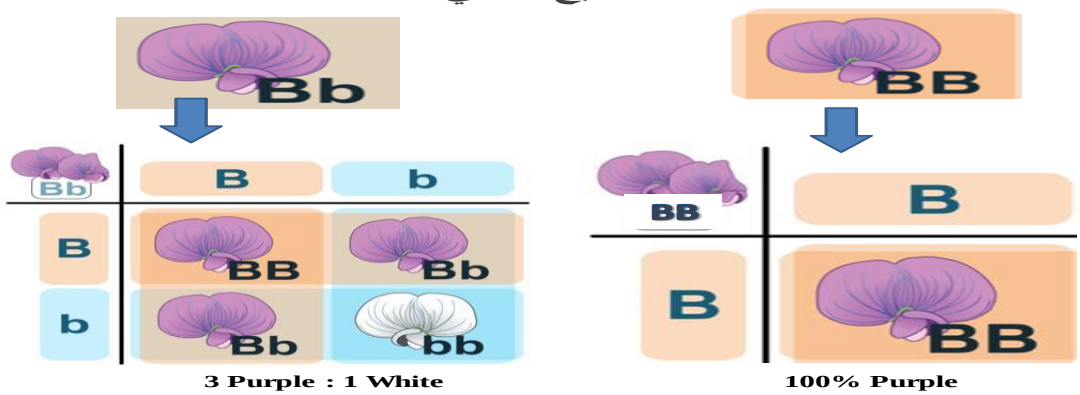
1- التلقيح الذاتي:

- وذلك بدراسة الجيل الثالث (في النباتات) حيث تزرع بذور كل نبات مراد اختباره - يحمل الصفة السائدة - في الجيل الثاني في خط أو خطين (أو أكثر) وتترك للتلقيح الذاتي.

- فإذا لم يحدث انعزال في النسل الناتج، أي إذا أعطى نسلاً متشابهاً 100% هذا دليل أن الفرد نقي وراثياً (نقاء الصفة - متماثلة التركيب الوراثي)

- أما إذا حدث انعزال أي ظهرت نباتات تحمل صفة جديدة (الصفة المتنحية) تكون هذه النباتات غير نقية (الفرد ذو تركيب وراثي خليط أو غير متماثل التركيب الوراثي). فالنباتات التي تحمل الصفة المتنحية تعطي دائماً أشكالاً مظهرية متنحية حيث أنها نقية متماثلة التركيب الوراثي.

اختبار الطرز المظهرية ونقاوة التراكيب الوراثية من خلال التلقيح الذاتي



2- طريقة التلقيح الاختباري (الهجونة الاختبارية) Test cross {صفة واحدة}

التلقيح الاختباري: هو تزاوج فيما بين فرد ذي مظهر سائد مع فرد ذي مظهر متنحي بالنسبة لصفة وراثية معينة. ويعتبر وسيلة للكشف عن تركيب وراثي غير معروف (قد يكون متباين وقد يكون متماثل) مع سيادة أحد المورثين على نظيره.

سبب اللجوء اليه: يتشابه الطابع الوراثي الأصيل السائد مع الطابع الوراثي الخليط من حيث الطابع الظاهري، لذلك يلزم إجراء تلقيح اختباري للتمييز بينهما، ويكون الأب المستخدم في التلقيح الاختباري دائماً متنحياً أصيلاً لكل المورثات موضوع الاختبار، وبالتالي ممكن تقدير عدد أنواع الأعراس الممكن انتاجها من الفرد المراد اختبار تركيبه الوراثي.

وللتلقيح الاختباري أهمية في حالة الهجونة الأحادية، فهو يمكن من اختبار النمط الوراثي للفرد ذي المظهر السائد المجهول النقاوة هل هو بحالة نقية (أصيلة) أم خليطة. فإذا أعطى التزاوج الاختباري جيلاً متجانساً 100% مظهر سائد (أي: جميع أفراد النسل الناتج يحملون الطراز السائد)، يكون النمط الوراثي للفرد ذي الصفة السائدة متشابه الاقتران ونقياً في تلك الصفة، أما إذا أعطى هذا التزاوج جيلا غير متجانس بنسب متساوية 50% من النسل بمظهر سائد و 50% بمظهر متنحي فيكون النمط الوراثي للفرد ذي المظهر السائد مختلف الاقتران وبالتالي الفرد خليط في صفته.

مثال 1: اللون الأسود في الأرانب يسود اللون الأبيض، والأرنب الأسود في هذه الحالة إما أن يكون خليط أو نقي وعلى اعتبار إن B اللون الأسود و b اللون الأبيض

فإن الأفراد في الجيل الأول تكون ذات تركيب وراثي كالتالي:

Phenotype : سوداء (BB / Bb) بيضاء bb

للتفريق بين هذين النوعين وراثيا (Genotype) يلقح كل منهما مع الصفة المتنحية bb

(أب التلقيح الاختباري) bb X B? (تركيب وراثي غير معروف تماماً)

↓

Bb أسود (100%) (لم يحدث انعزال للصفة في الجيل التالي الناتج) ← إذاً الفرد تركيبه الوراثي سائد نقي BB (متماثلة التركيب الوراثي).

bb X B?

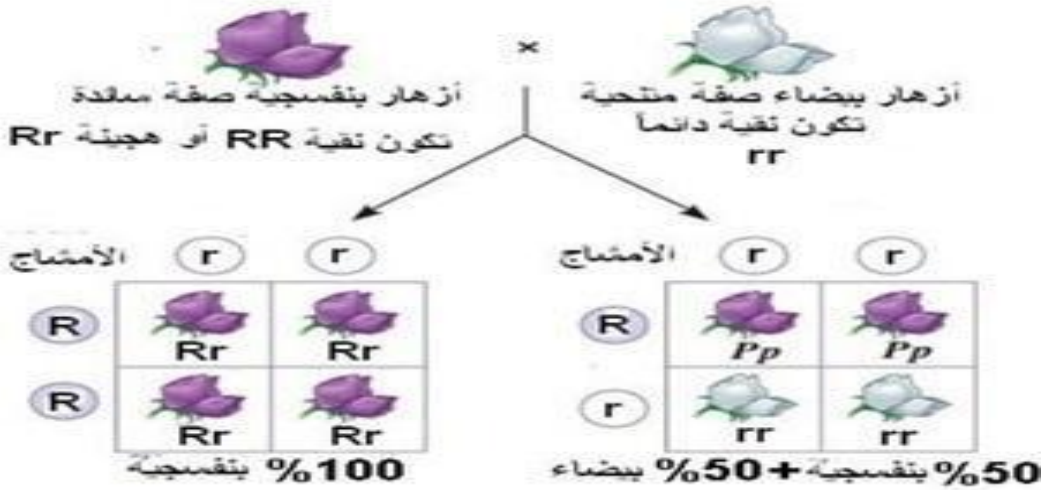
↓

bb : bb Bb Bb

2 أبيض (50%) : 2 أسود (50%) (حدث انعزال) ← إذاً الفرد تركيبه الوراثي خليط Bb

Remove Watermark Now

مثال 2: لون الأزهار في نبات البازلاء... جين لون الأزهار البنفسجي R سائد على جين لون الأزهار الأبيض r ، وللتأكد من الطراز الجيني للفرد ذو الأزهار البنفسجية هل هو نقي أم هجين يتم إجراء التلقيح الاختباري.



1: 1 خليط في صفته نقي في صفته

3- طريقة التلقيح الرجعي: إذا تزاوج نسل الجيل الأول رجعياً مع أحد أبويه أو مع أفراد لها تركيب وراثي مطابق للآباء. ويرمز له بـ Back coss (BC).

مثال: لقحت أنثى من خنازير غينيا سوداء مع ذكر أبيض، ثم لقح ذكر من الجيل الأول رجعياً مع أمه.

الطابع الظاهري للآباء ذكر أبيض أنثى سوداء

الطابع الوراثي للآباء bb BB

F_1 (Male + Female) Bb

التهجين الرجعي BC ذكر أسود Bb × أم سوداء BB

الأعراس: ½ b ½ B B

F(BC) Bb ½ BB ½

pdfelement

2- قانون ماندل الثاني: قانون التوزيع الحر (التوزيع المستقل) للصفات

Law of independent assortment

أجرى مندل تجارب على نباتات من البازلاء تختلف عن بعضها في صفتين هذا التهجين يسمى **بالهجونة الثنائية Dihybridization** وهي التهجين بين سلالتين تختلفان عن بعضهما البعض بصفتين يحكمهما زوجان من المورثات تقعان على صبغيات مختلفة مستقلة، أي المورثات غير مرتبطة.

وتدعى نباتات الجيل الأول بالهجن الثنائية Dihybrids .

فقد هجن مندل في أحد تجاربه نباتاً بذوره ملساء الشكل صفراء اللون؛ مع نبات بذوره مجعدة الشكل خضراء اللون، وكلا الصنفين نقيان، وكانت جميع نباتات F_1 ملساء الشكل صفراء اللون، وقد كان معلوماً لمندل من تجارب الهجونات الأحادية أن هاتين الصفتين الأخيرتين سائدتان.

ثم أنبت مندل نباتات F_1 وسمح للأزهار بالتلقيح الذاتي،($F_1 \times F_1$) وهنا يمكن توقع احتمالين:

بذور ملساء صفراء × بذور مجعدة خضراء

RRYY rryy

↓

F_1 : بذور ملساء صفراء RrYy

Remove Watermark Now

1- الاحتمال الأول: يتحقق إذا كانت **المورثات مرتبطة:** RY// ry ، أي: لا تتوزع توزعاً مستقلاً. (مورثة الشكل واللون محمولة على صبغي واحد) وبالتالي فإنه سوف ينشأ نوعين فقط من الأمشاج هما: (RY) و (ry)، والتي تؤدي إلى إنتاج ذرية شبيهة بالأبوين.

($F_1 \times F_1$): RY //ry × RY// ry ← والنتيجة تكون 4/3 نباتات F_2 ذات بذور ملساء الشكل صفراء اللون، بينما يكون 4/1 البذور مجعدة، وخضراء اللون.

♂ \ ♀	**RY**	**ry**
RY	RRYY	RrYy
ry	RrYy	rryy

2- الاحتمال الثاني: يتحقق إذا كانت مورثات الشكل واللون تقعان على صبغيات مختلفة مستقلة، مورثة شكل البذرة على صبغي و مورثة لون البذرة على صبغي آخر **(أي: المورثات غير مرتبطة**: R//r×Y//y، وبالتالي تتوزع توزعاً مستقلاً خلال تشكل الأعراس؛ لتعطي أربع أنماط من الخلايا الجنسية RY, Ry, rY, ry، تكون خلال التقائها مع بعضها بعض 16 نباتاً، تتوزع على أربعة طوابع ظاهرية بنسبة 9 ملساء صفراء، 3 ملساء خضراء، 3 مجعدة صفراء، 1 مجعدة خضراء.

واعتماداً على مبدأ الهجونة الأحادية، فإن احتمال ظهور كل صفة يكون كمايلي:البذور الملساء (سائدة) 4/3، الصفراء (سائدة) 4/3، المجعدة (متنحية) 4/1، الخضراء (متنحية) 4/1، وبالتالي يكون احتمال ظهور الطوابع الظاهرية في F_2 في الهجونة الثنائية كالآتي:

ملساء صفراء 16/ 9 = 4/ 3 × 4/ 3

ملساء خضراء 16/ 3 = 4/ 1 × 4/ 3

مجعدة صفراء 16/ 3 = 4/ 3 × 4/ 1

مجعدة خضراء 16/ 1 = 4/ 1 × 4/ 1

نلاحظ من خلال هذه النتائج، ظهور أربعة مظاهر خارجية بنسب مختلفة، مظهرين خارجيين، شبيهين بمظهري الأبوين (البذور الملساء-الصفراء والبذور المجعدة-الخضراء) نسميهما مظاهر أبوية ونسبتها 16/10، ومظهرين خارجيين جديدين (البذور الملساء-الخضراء والبذور المجعدة-الصفراء) نسميهما مظاهر جديدة التركيب ونسبتها 16/6. وبالتالي النسبة 16/10 هي مجموع النسب " مظاهر أبوية " 16/10 = 16/1 + 16/9

أما النسبة 16/6 هي مجموع النسب " مظاهر جديدة التركيب " 16/6 = 16/3 + 16/3

RrYy × RrYy

RY, Ry, rY, ry RY, Ry, rY, ry

↓

9/16 R- Y- : 1/9 RRYY 2/9 RRYy 2/9 RrYY 4/9 RrYy

3/16 R- yy: 1/3 RRyy 2/3 Rryy

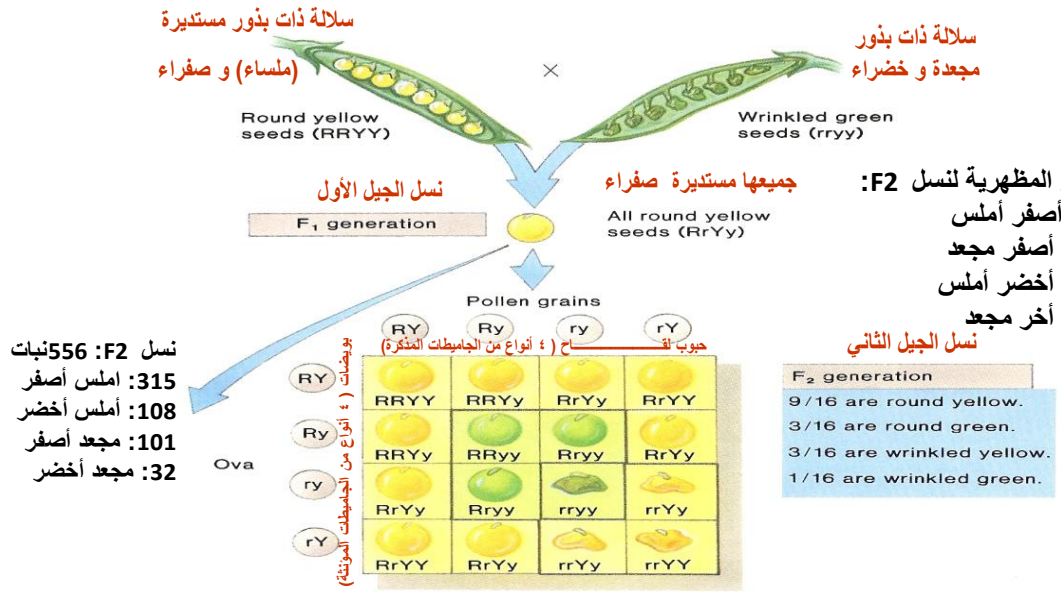
3/16 rrY- : 1/3 rrYY 2/3 rrYy

1 rryy 1/16yyrr

فسر مندل هذه النتائج على أساس أن كل زوج من العوامل الوراثية (الأليلات) الخاص بكل صفة من الصفات ـ لون البذور وشكلها ـ قد انعزل بطريقة حرة ومستقلة وبدون التأثر بزوج الأليلات الخاصة بالصفة الأخرى. **حالات تموضع مورثتي شكل ولون البذور عند نبات البازلاء.**

Remove Watermark Now

تمثيل نتائج تجربة مندل الثانية (الهجونة الثنائية Dihybridism)



الطرز المظهرية لنسل F2:
9/16أصفر أملس
3/16 أصفر مجعد
3/16 أخضر أملس
1/16 أخر مجعد

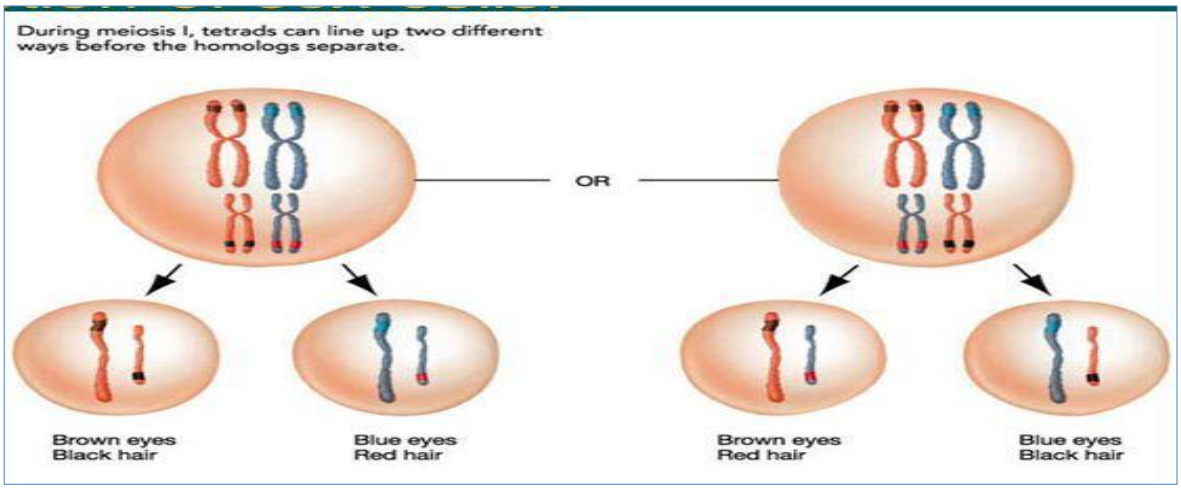
نسل F2: 556نبات
315: املس أصفر
108: أملس أخضر
101: مجعد أصفر
32: مجعد أخضر

مربع (بانيت) يوضح نتائج تهجين صفتين لبذور البازلاء الأولى (مستديرة x مجعدة) و الثانية (صفراء x خضراء)

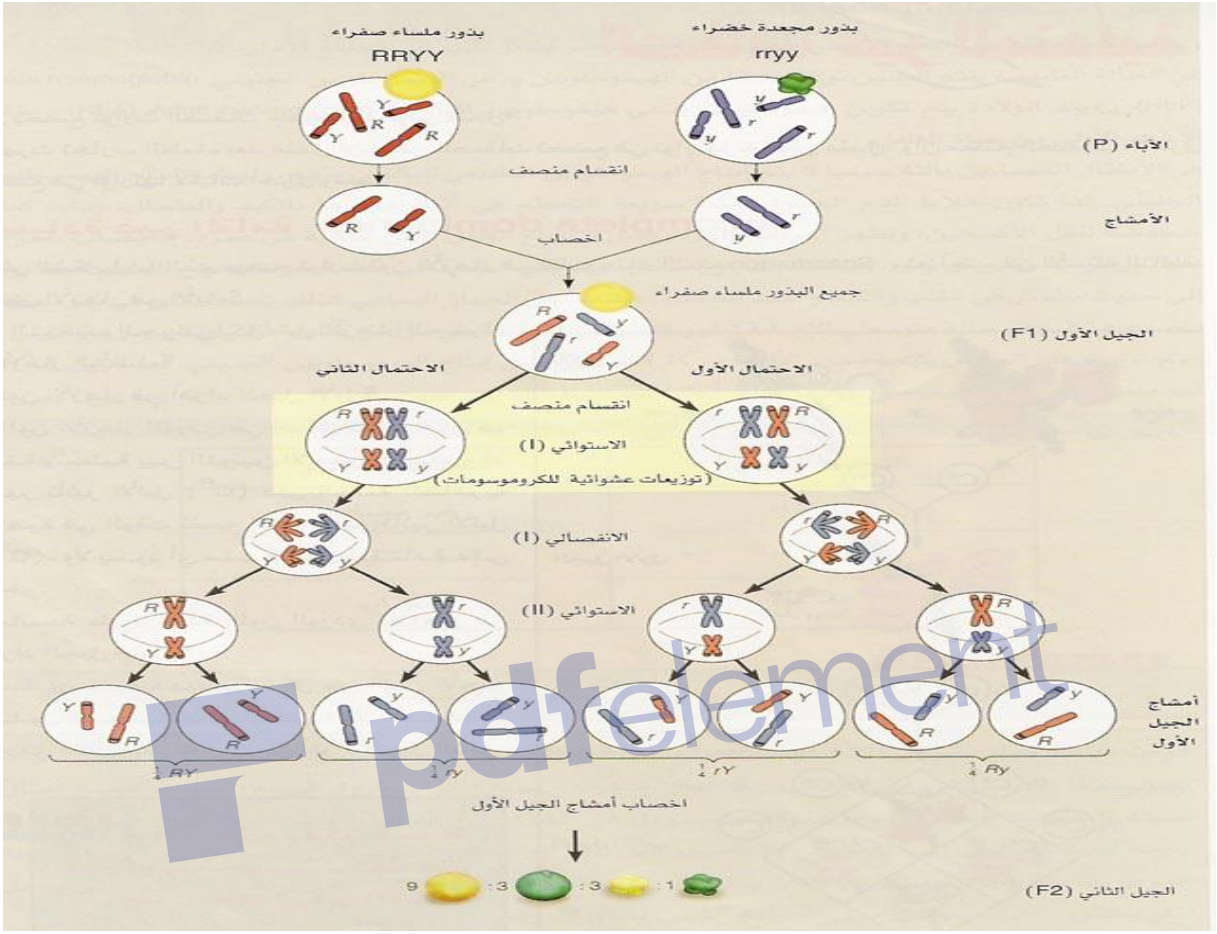
وبعد ما تأكد مندل من نتائج تجربته الثانية التي درس فيها سلوك أليلات زوجين من الجينات مسئولان عن إظهار صفتين مختلفتين، صاغ قانونه الثاني:

قانون ماندل الثاني: قانون التوزيع الحر (المستقل) للصفات الذي ينص على أن: كل زوج من المورثات محمول على زوج مختلف ومستقل من الصبغيات وبالتالي تتوزع المورثات التي تحدد صفات مختلفة كلاً عن الأخرى بصورة مستقلة عن بعضها البعض أثناء تشكل الأعراس خلال الانقسام المنصف. (وبالتالي يعتبر هذا القانون صحيحاً فقط عندما تقع المورثات على صبغيات مستقلة. وينشأ من ذلك التوزيع المستقل للصبغيات أنواعاً جديدة من الذرية، تختلف عن الآباء في الجيل الثاني).

التوزيع الحر: انعزال أليلا جين ما (يكون مسئولاً عن إظهار صفة محددة) بصورة مستقلة و دون أن تتأثر الصفة بانعزال أليلا أي جين آخر (يكون مسئولاً عن إظهار صفة أخرى)، و يعرف ذلك بـ انعزال صفتين Dihybrid Segregation.



- إذا اختلف فردان في زوجين من الصفات الأليلومورفية (المتضادة أو المتفارقة) فإنه ينتج من تزاوجهما جيلاً يحمل الصفة السائدة من كل زوج من الصفات وبتلقيحه ذاتياً تنعزل كل صفة عن الأخرى في الجيل الثاني بنسبة 1: 3: 3: 9 بالنسبة للصفة السائدة إلى الصفة المتنحية (في كل زوج من الصفات) ـ على الترتيب.



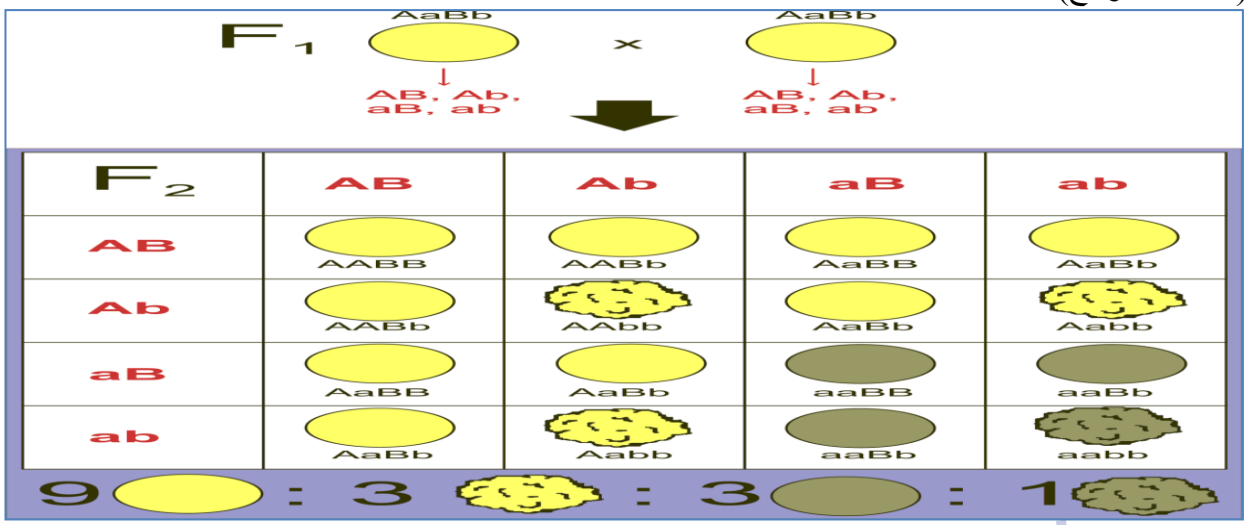
بعض الحقائق الوراثية عن نقاوة المادة الوراثية وثباتها:

- أثبتت التجارب أن المورثات تنعزل بطريقة دقيقة وثابتة في كل جيل.
- بشكل عام، لا تتغير ولا تتبدل المورثات بوجود مورثات أخرى، لكل منها شخصيتها المستقلة، فهي نقية وثابتة (مثال: المورثات المتنحية لا تبدي تبديل عند حفظها لأجيال كثيرة في الكائنات الحية متباينة المورثات ذات المظهر السائد، فالمورثات لا تتحلل ولا يختفي أثرها).
- يمكن للمورثات أن تتعرض للتغيير والتبديل بشكل مفاجئ وبنسبة نادرة من خلال الطفرات Mutations.
- المورثات لا تتأثر بالطراز الوراثي والطراز المظهري لأي جسم آخر توضع فيه. (إن نقل مبيض أنثى خنزير غينيا سوداء اللون ووضعه مكان مبيض أنثى مصابة بالبهاق وتركها للتزاوج مع ذكر مصاب بالبهاق، أدى لإعطاء أفراد سوداء).
- إن مهمة الطراز الوراثي منح الشيفرة الوراثية لتطور كائن ما ورسم حدود تطوره وضمن هذه الحدود سيعتمد طراز وراثي محدد على عوامل غير ثابتة من جيل إلى آخر تسبب تبدل في الصفات المظهرية.
مظهر الفرد = عوامل وراثية + ظروف بيئية

Remove Watermark Now

اختبار الطرز الوراثية في الهجونة الثنائية ونسبها:

1- يتم اختبار التراكيب الوراثية ذات المظهر السائد ومعرفتها من خلال التلقيح الذاتي ونسب الطرز المظهرية لأفراد النسل الناتج. حيث ترك مندل نباتات الجيل الأول F_1 للتلقيح الذاتي وأطلق على نتائج التلقيح اسم نباتات الجيل الثاني F_2 حيث لاحظ أن قسماً منها يحمل صفة الأب والقسم الثاني يحمل صفة الأم ولكن بنسب مختلفة أي نسبة النباتات الحاملة للصفة السائدة إلى الصفة المتنحية (9:3:3:1). وطالما أنه ظهر في النسل الناتج طرز مظهرية مخالفة للآباء فيمكن الحكم بأن التركيب الوراثي للأبوين هجين (مختلف اللواقح).



2- يتم اختبار التراكيب الوراثية ذات المظهر السائد ومعرفتها من خلال التلقيح الاختباري ونسب الطرز المظهرية لأفراد النسل الناتج. فالتلقيح الاختباري: هو تزاوج بين فرد هجين من F_1 مع فرد ثنائي التنحي. أي: هو تلقيح أفراد نباتات الجيل الأول F_1 الحاملة لصفتين سائدتين (هجين ثنائي Dihybrid) ولكن لا يعرف تركيبها الوراثي (نقياً أم خليطاً) والتي نمطها الجيني GgWw - مع أب نقي ينتج الصفتين المتنحيتين (أخضر مجعد) وله التركيب الجيني المتماثل المتنحي ggww.

والهدف من التلقيح الاختباري هو ملاحظة الانعزال الحر من خلال الأنماط المظهرية المشاهدة.

حيث نجد أحد أربعة تراكيب وراثية هي GGWW أو GGWw أو Gg WW أو Gg Ww.

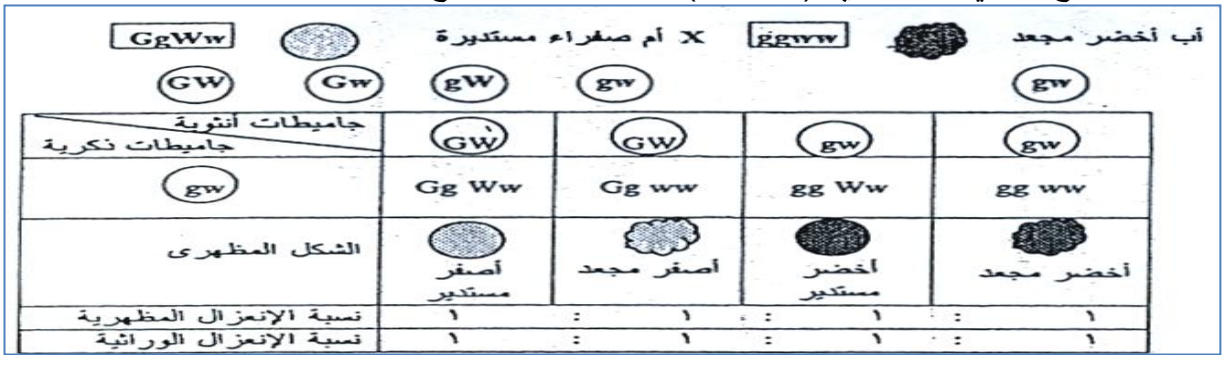
إذا أجري التلقيح لهذه التراكيب الوراثية السابقة بتلقيحها اختبارياً مع أب متنحي في الصفتين (أب أخضر مجعد ggww) فإنه يمكن تمييز هذه التراكيب الوراثية بهذا الاختبار كما يلي:

GGWW x gg ww ← كل النسل بذوره صفراء مستديرة Gg Ww

GG Ww x gg ww ← 1/2 أصفر مستدير Gg Ww: 1/2 أصفر مجعد Ggww

Gg WW x gg ww ← 1/2 أصفر مستدير Gg Ww: 1/2 أخضر مستدير gg Ww

أما التركيب الوراثي الرابع الخليط في زوجي الصفات Gg Ww فبتلقيحه اختبارياً ينتج ما يظهر في الشكل Gg Ww x gg ww ← تم الحصول على أربع صفوف من الطوابع الظاهرية، والتي يتميز كل منها بطابع وراثي خاص، أي: (1:1:1:1) وهذا يدل على توزيع شفعين من المورثات توزيعاً مستقلاً



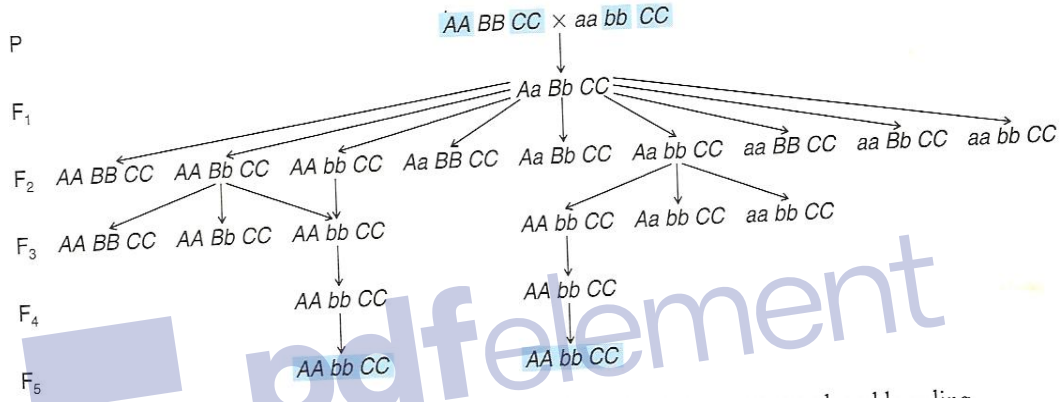
25% : 25% : 25% : 25%

تكمن أهمية التلقيح الاختباري، في حالة الهجونة الثنائية، في تحديد كيفية تموضع المورثتين أي هل المورثتين مستقلتين أم مرتبطتين.
فإذا ظهر جيل غير متجانس بنسب إحصائية متساوية 4/1 ، 4/1 ، 4/1 ، 4/1 أي: (1:1:1:1) موزعة إلى 2/1 مظاهر أبوية و 2/1 مظاهر جديدة التركيب ، تكون هذه النسب دالة عن تحقق القانون الثاني لـ Mendel وأن المورثتين مستقلتين.
أما إذا ظهر جيل غير متجانس بنسب غير متساوية وتكون نسبة المظاهر الأبوية مرتفعة جداً عن نسبة المظاهر الجديدة التركيب، لا يتحقق القانون الثاني لـ Mendel، وتكون المورثين مرتبطتين ارتباطاً نسبياً مع وجود نقط عبور. وفي حالة ظهور جيل غير متجانس بمظهرين أبويين فقط، تكون المورثتين مرتبطتين ارتباطا مطلقا بدون وجود لنقط عبور .

الهجونة الثلاثية Trihybridization:

مخطط يوضح كيفية وراثة 3 أزواج من الصفات Trihybrid Inheritance

يقصد بوراثة 3 أزواج من الصفات: تهجين فردين يختلفان في 3 صفات .



هجونة ثلاثية: التهجين بين سلالتين أو فردين أو نباتين يختلفان عن بعضهما البعض بثلاث صفات. وتدعى نباتات الجيل الأول بالهجن الثلاثية Dihybrids

طبق مندل قانون التوزيع المستقل على ثلاثة أشفاع وأكثر من الصفات، فقد هجن مندل نباتات بازلاء تختلف عن بعضها بثلاث صفات مثل هذا التهجين يدعى الهجونة الثلاثية

مثال: التهجين بين نباتين يتميزان كلاً منهما بأنه حقيقي التوارث، نقي أو صافي - النبات الأول: (طويل الساق – زهوره حمراء – بذوره صفراء TTRRYY) مع نبات (قصير الساق- زهوره بيضاء - بذوره خضراء ttrryy).

* كانت جاميطات الأب الأول كلها ذات نمط جيني (TRY)، و كانت جاميطات الأب الأخر كلها ذات نمط الجيني (try).
* وفقاً لمندل وبسبب السيادة التامة كانت نباتات الجيل الأول F_1 كلها طويلة الساق - حمراء الأزهار – صفراء البذور، ولكن نمطها الجيني متخالف اللواقح TtRrYy. تسمى هذه النباتات الناتجة هجن ثلاثية.
* وإذا ما توزعت المورثات الخاصة بشكل الساق ولون الأزهار ولون البذور توزعاً مستقلاً عن بعضها بعض وتوضعت في الأعراس المتشكلة في نهاية الانقسام المنصف وبما أن احتمال كل مورثة 2/1 ، فأثناء انتقال المورثات بشكل مستقل فاحتمال كل نمط من الأعراس المتشكلة يساوي 2/1 × 2/1 ×2/1 = 8/1 . وبالتالي كل فرد من أفراد الجيل الأول سيعطي 8 أنواع من الأعراس (2^3) بنسبة متساوية أي: (TRY) (Try) (TrY) (tRY) (tRy) (trY) (try).
* حسب قانون مندل الثاني، فإن كل زوج من جينات الصفات الثلاثة سوف ينعزل مستقلاً عن جينات الصفتين الأخريين.

Remove Watermark Now

* عندما تتزاوج الأمشاج الثمانية للأب الأول (حبوب اللقاح) مع الأمشاج الثمانية للأب الثاني (البويضات) تلقيح ذاتي لأحد أفراد الجيل الأول أو تلقيح بين إثنين من أفراد الجيل الأول يكون هناك 64 احتمالاً لنسل الجيل الثاني

وبالتالي يؤدي الالتقاء العشوائي للأنماط الثمانية من الأعراس إلى ظهور 64 نباتاً تتوزع على 27 صفاً من الطوابع الوراثية المختلفة $^{3}(3)$، ولكن بسبب السيادة فإن الـ 27 صفاً الأخيرة تضم ثمانية صفوف من الطوابع الظاهرية المختلفة $^{3}(2)$، والتي يمكن ترتيبها حسب نمطها المظهري كالتالي (الصفات السائدة بلون غامق):

27 (**طويل الساق - أحمر الأزهار - أصفر البذور**)
9 (**طويل الساق – احمر الأزهار** – أخضر البذور)
9 (**طويل الساق** – أبيض الأزهار – **أصفر البذور**)
9 (قصير الساق – **أحمر الأزهار** – **أصفر البذور**)
3 (**طويل الساق** – أبيض الأزهار – أخضر البذور)
3 (قصير الساق – **أحمر الأزهار** – أخضر البذور)
3 (قصير الساق – أبيض الأزهار - **أصفر البذور**)
1 (قصير الساق – أبيض الأزهار – أخضر البذور).

ملاحظات: * في النباتات صادقة التربية:

1- في حالة توريث زوج واحد من الصفات وجد أن:
عدد الجاميطات = 2 نسبة الانعزال للمجاميع المظهرية في الجيل الثاني = 1:3

2- في حالة توريث زوجين من الصفات وجد أن:
عدد الجاميطات = 4 نسبة الانعزال للمجاميع المظهرية في الجيل الثاني = 1:3:3:9

3- في حال توريث 3 ازواج من الصفات وجد أن:
عدد الجاميطات = 8 نسبة الانعزال للمجاميع المظهرية في الجيل الثاني = 1:3:3:3:9:9:9:27

** إذاً يمكن استنتاج أنه في حال توريث عدد (ن) من الصفات يكون:
عدد الجاميطات = $(2)^{ن}$ نسبة الانعزال للمجاميع المظهرية في الجيل الثاني = $(1:3)^{ن}$

** ونظراً لأنه كلما ازداد عدد أزواج العوامل الوراثية في تلقيح معين ازدادت صعوبة التحليل لنتائج الجيل الثاني، هذا يدفعنا لاستنتاج عدد من العلاقات الأساسية التي يمكن بواسطتها حساب النتائج المتوقعة في الجيل الثاني F_2 مهما كان عدد ازواج العوامل الداخلة في التزاوج وفق الجدول:

تحديد عدد الطرز الوراثية والمظهرية الناتجة في F_2 ونسبها.

عدد ازواج المورثات المتباينة (الخليطة) التي يشملها التلقيح	عدد أنماط الأعراس في F_1	عدد أنماط البيوض الملقحة وبالتالي عدد إفراد F_2 (عدد التراكيب الوراثية من ($F_1 \times F_1$)	عدد الطرز الوراثية في F_2	عدد الطرز الوراثية المتماثلة النقية في F_2	عدد الطرز الوراثية الهجينة (الخليطة) في F_2	صيغة الانفصال بالطابع الوراثي في F_2	صيغة الانفصال بالطابع الظاهري في F_2	عدد الطرز المظهرية في F_2 (السيادة تامة)
n	2^n	4^n	3^n	2^n	$3^n - 2^n$	$(1:2:1)^n$	$(3:1)^n$	2^n
1 (هجونة أحادية)	$2^1=2$	$4^1 = 4$	$3^1 = 3$	2	1	$(1:2:1)^1$	$(3:1)^1$	2
2 (هجونة ثنائية)	$2^2=4$	$4^2 = 16$	$3^2 = 9$	4	5	$(1:2:1)^2$	$(3:1)^2$	4
3 (هجونة ثلاثية)	$2^3 = 8$	$4^3 = 64$	$3^3 = 27$	8	19	$(1:2:1)^3$	$(3:1)^3$	8
4 (هجونة رباعية)	$2^4=16$	$4^4 = 256$	$3^4 = 81$	16	65	$(1:2:1)^4$	$(3:1)^4$	16
5 (هجونة خماسية)	$2^5=32$	$4^5 = 1024$	$3^5 = 243$	32	211	$(1:2:1)^5$	$(3:1)^5$	32
10	1024	1,084.576	59,049	64	58.025	$(1:2:1)^{10}$	$(3:1)^{10}$	1024

********** **انتهت المحاضرة** **********

pdfelement