كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الرابعة

المادة : علم الوراثة الجزيئي

المحاضرة: الثانية/نظري/د. ديفانا

{{ مكتبة A to Z }}

2024 2025

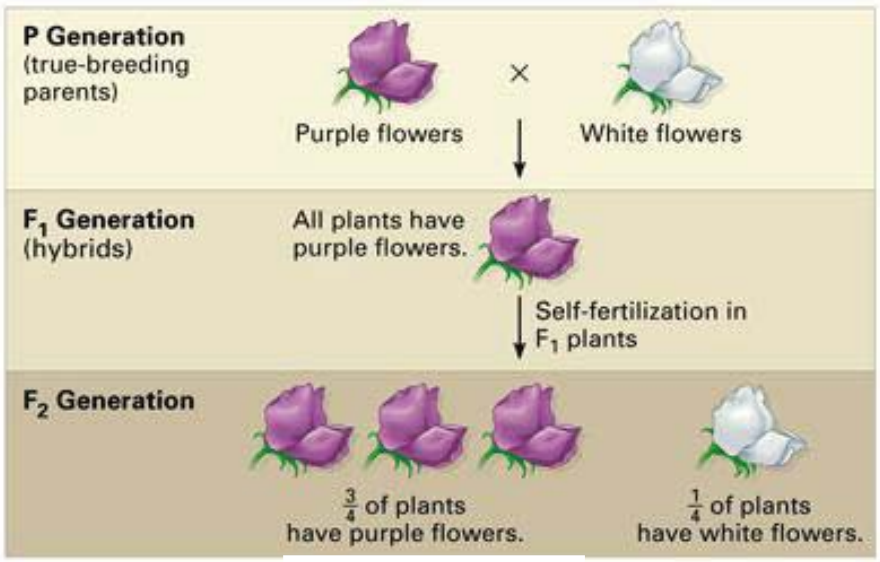
Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

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

المحاضرة الثانية

الوراثة المندلية (1)



الوراثة المندلية

❑ تعود البداية الحقيقية لعلم الوراثة إلى جريجور جوهان مندل Gregor Johann Mendel وهو راهب نمساوي كان يعمل مدرّساً للفيزياء والأحياء في مدينة برن، وخلال السنوات 1857-1865م أجرى تجارباً عدة على نبات البازلاء في حديقة الدير الذي كان يعمل فيها، وتوصل إلى اكتشاف بعض المبادئ الأساسية التي تحكم توارث الصفات. نشر مندل نتائج تجاربه وملاحظاته في عام 1966 ومنها وضع قانوني الوراثة المشهورين (قانون انعزال الصفات وقانون التوزيع الحر).

الوراثة المندلية

❑ الموقع الذي أجرى فيه مندل تجاربه في جمهورية التشيك

قوانين الوراثة المندلية Mendel's laws

❑ لقد فشلت كل المحاولات التي أجريت لتفسير انتقال الصفات الوراثية قبل تجارب مندل، بسبب أنها أخذت كل الصفات الوراثية معاً في نفس الوقت، ولم تأخذ كل صفة على حدا، واستمر الغموض في تفسير انتقال الصفات الوراثية حتى ظهور نتائج تجارب مندل Medel.

❑ **نجحت تجارب مندل لعدة أسباب منها :**

- أنّه أخضع نتائجه للتحليل الإحصائي
- ركّز اهتمامه على دراسة صفة واحدة في كل مرة.

قوانين الوراثة المندلية Mendel's laws

❑ **اختار مندل نبات البازلاء لأنه يتصف بخصائص تلائم هذه التجارب وهي:**

1) قصر دورة حياته وهذا يؤدي إلى إمكانية زراعة 3 – 4 أجيال في السنة.
2) سهولة متابعة نموه.
3) وجود عدد من الصفات الوراثية المتضادة الواضحة مثل (لون الأزهار إما بنفسجية أو بيضاء)
4) إمكانية الحصول على سلالات نقية، ذلك لأنه نبات ذاتي التلقيح.
5) أزهاره خنثى وهذا يمكّن من تلقيحه ذاتياً أو خلطياً بسهولة.

قوانين الوراثة المندلية Mendel's laws

❑ **درس مندل الصفات المتضادة السبعة التالية :**

1. موضع الزهرة إبطي أو طرفي (قمّي)
2. لون الزهرة بنفسجي أو أبيض
3. لون القرن (الثمرة) أخضر أو أصفر
4. شكل البذرة مستدير أو مجعّد
5. شكل القرن أملس أو مخصّر به اختناق بين البذور
6. لون البذرة أصفر أو أخضر
7. طول الساق طويل أو قصير

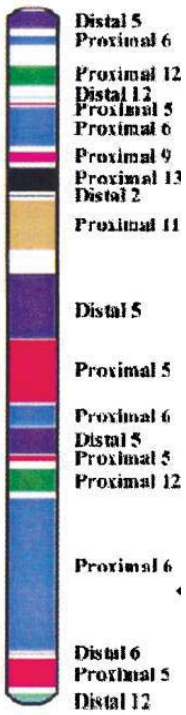
Mendel's laws قوانين الوراثة المندلية

The seven pea characteristics studied by Mendel

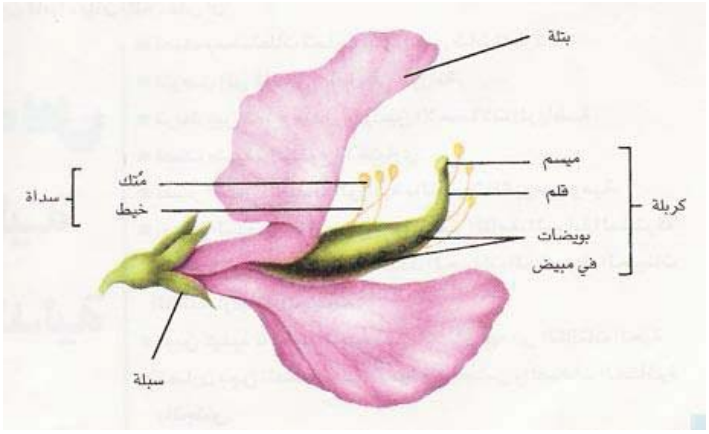
Character الصفة	Dominant Trait الهيئة السائدة	Recessive Trait الهيئة المتنحية
Flower color لون الزهرة	Purple بنفسجي	White أبيض
Flower position موضع الزهرة	Axial جانبي	Terminal طرفي
Seed color لون البذرة	Yellow أصفر	Green أخضر
Seed shape شكل البذرة	Round مستدير	Wrinkled مجعد
Pod shape شكل قرن البذور	Inflated كاملة	Constricted مُخصره
Pod color لون قرن البذور	Green خضراء	Yellow صفراء
Stem length طول الساق	Tall طويل	Dwarf قصير

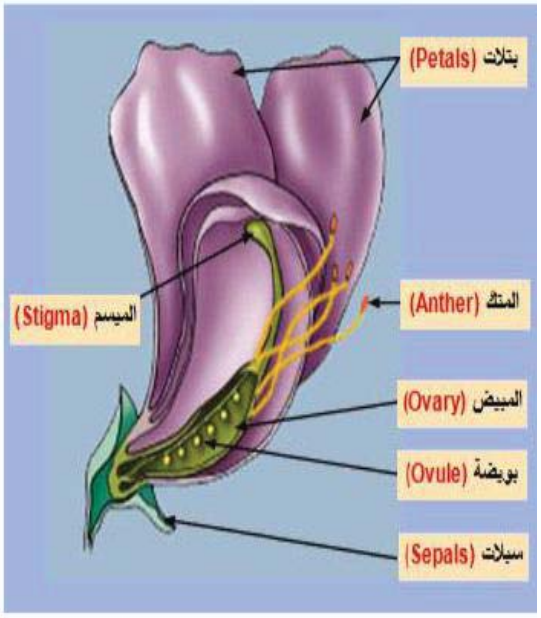
Mendel's laws قوانين الوراثة المندلية

❑ ولقد كان مندل محظوظاً لأن كل صفة من الصفات السبعة التي درسها يتحكّم فيها جين واحد محمول على صبغي (كروموزوم) مختلف بالرغم من أنّ البازلاء لديه سبعة أزواج من الصبغيات فقط.



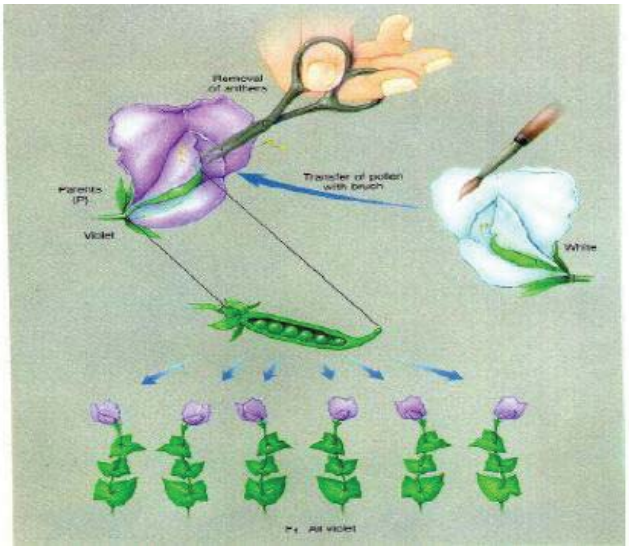
قوانين الوراثة المندلية Mendel's laws

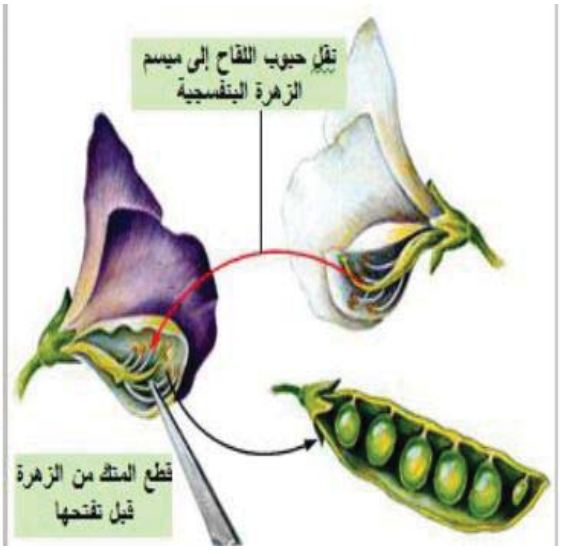




مقطع طولي يوضّح تركيب زهرة نبات البازلاء

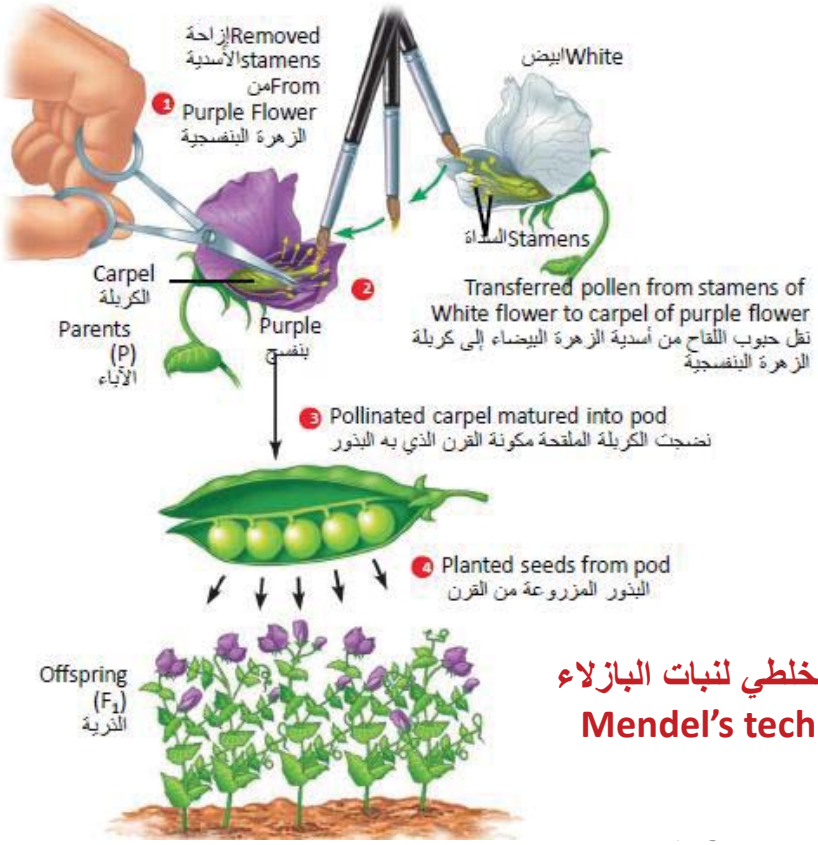
قوانين الوراثة المندلية Mendel's laws





طريقة إجراء التلقيح الخلطي، حيث يتم نزع المتك من الزهرة ذات اللون البنفسجي قبل تفتحها ثمّ تلقّح بحبوب لقاح من الزهرة البيضاء

Mendel's laws قوانين الوراثة المندلية



التقنية التي استخدمها مندل للقيام بالتلقيح الخلطي لنبات البازلاء
Mendel's technique for cross-fertilization of pea plants

Mendel's First Experiment تجربة مندل الأولى

1- اختار نبات نقي لصفة طول النبات (TT) (دائما يعطي نباتات طويلة الساق)، ونبات آخر نقي لصفة القصر (tt) (دائماً ينتج نباتات قصيرة الساق) وسمّاها جيل الآباء Parents أو P.

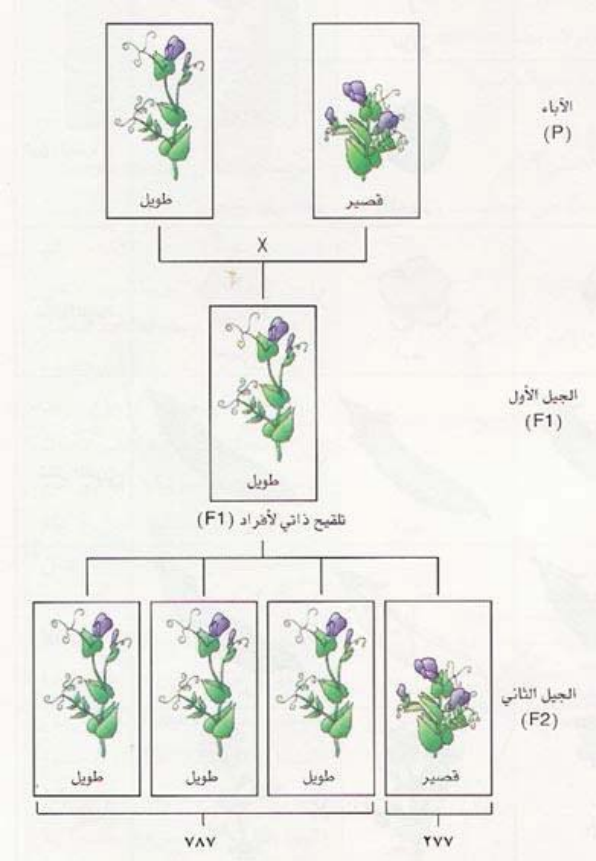
2- نقل حبوب اللقاح من متك زهرة إلى مبيض زهرة أخرى.

3- جمع البذور المتكونة ثم زرعها.

4- حصل على نباتات سمّاها الجيل الأول First generation أو F1، وكانت جميعها طويلة الساق.

5- قام بالتهجين بين أفراد الجيل الأول، ثم جمع البذور و زرعها فحصل على أفراد الجيل الثاني "Second generation أو F2" وكانت النباتات منعزلة في أطوال سيقانها بنسبة 3 نباتات طويلة الساق (TT و Tt و Tt)، و 1 نبات ذو ساق قصيرة (tt).

تجربة مندل الأولى Mendel's First Experiment



تجربة مندل الأولى Mendel's First Experiment

علامة التلقيح | الشكل المظهري | التركيب الوراثي

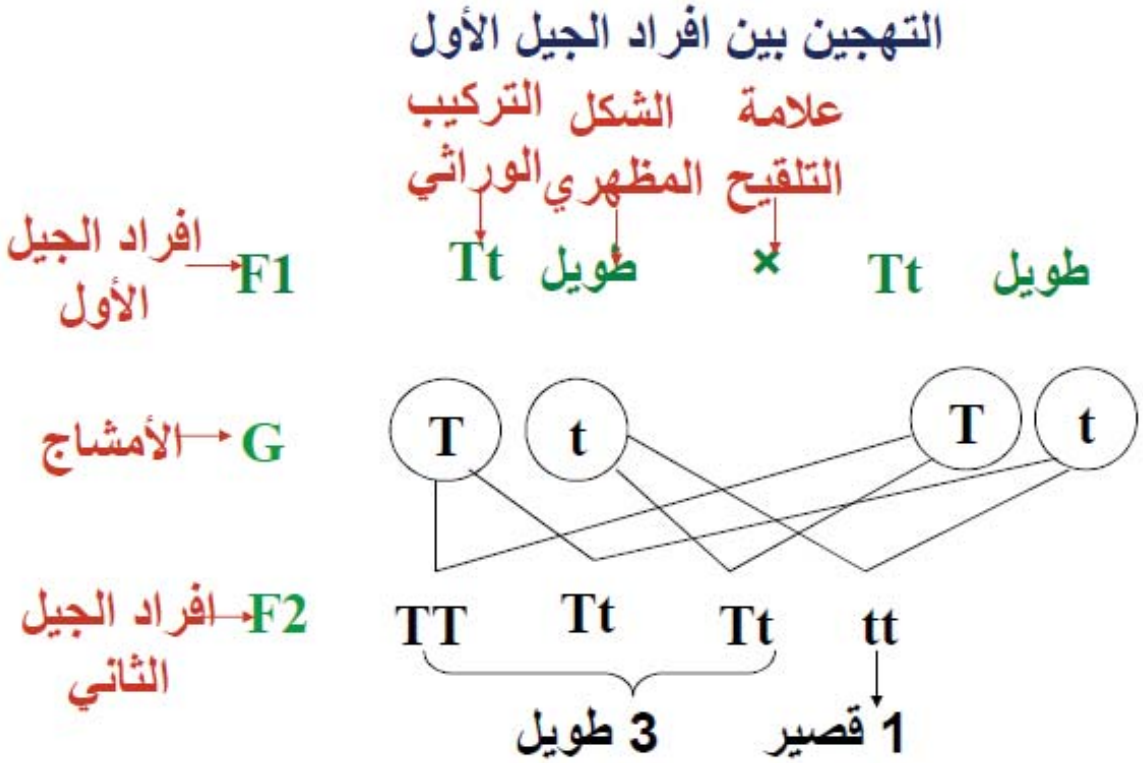
الآباء ← P: قصير tt × طويل TT

الأمشاج ← G: t | T

أفراد الجيل الأول ← F1: Tt

كل النسل طويل

تجربة مندل الأولى Mendel's First Experiment



تجربة مندل الأولى Mendel's First Experiment

❑ درس مندل توارث زوج واحد من الصفات في نبات البازلاء وكانت تظهر في الجيل الأول صفة واحدة من الصفتين المتضادتين، وأطلق مندل على الصفة التي تظهر في الجيل الأول اسم **الصفة السائدة** وعلى الصفة التي لا تظهر في الجيل الأول وتظهر في الجيل الثاني اسم **الصفة المتنحية**.

❑ السيقان الطويلة للنباتات ذات التركيب الوراثي (Tt) عائد إلى أنّ الأليل السائد T عبّر عن صفة الساق الطويلة بطريقة طغت وسادت **سيادة تامّة** Complete dominance على تعبير الأليل t الذي اعتُبر متنحياً، ويكون النسل الناتج بنسة 3 طويل: 1 قصير.

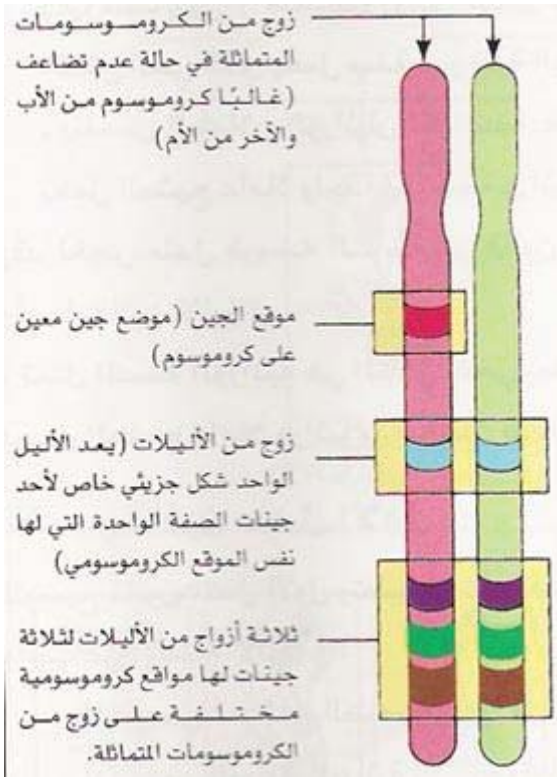
تجربة مندل الأولى Mendel's First Experiment

- رمز للجين السائد بحرف كبير وللجين المتنحّي بحرف صغير، فمثلاً جين الطول T سائد على جين القصر t
- تسمّى T و t أليلات لأنها تحكم نفس الصفة ولها نفس الموقع على الكروموزومات المتماثلة.

النسبة المظهرية في قانون مندل الأول 3: 1

في حين أنّ نسبة التراكيب الوراثية هي 1:2:1

قانون مندل الأول (قانون الانعزال) Law of Segregation



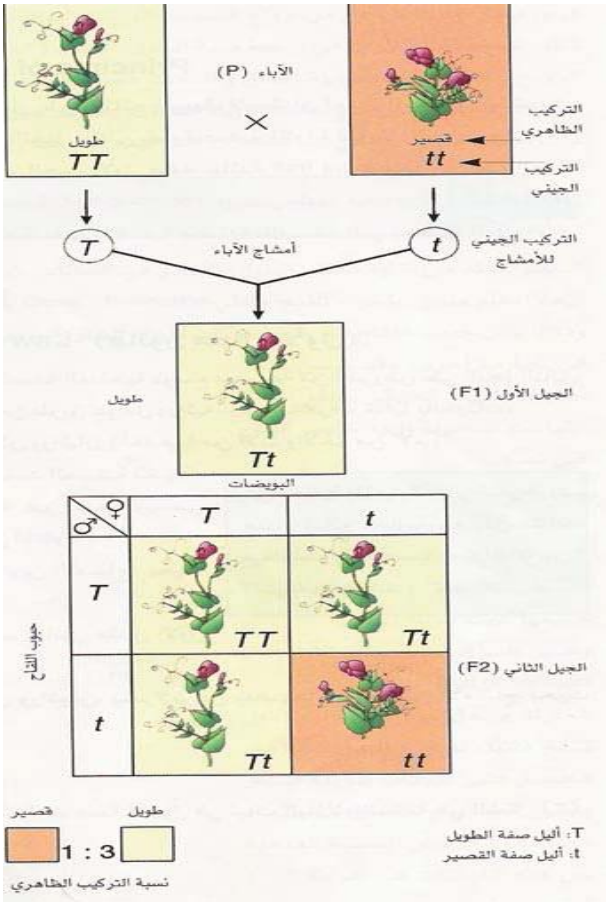
الفرق بين الجين والأليل

قانون مندل الأول (قانون الانعزال) Law of Segregation

- الفرد الحامل للتركيب الوراثي (TT) يسمى فرد متماثل (نقي) سائد Homozygous dominant
- الفرد الحامل للتركيب الوراثي (tt) يسمى فرد متماثل (نقي) متنحي Homozygous recessive.
- الفرد الحامل للتركيب الخليط Tt، يسمى خليط (غير متماثل) Heterozygous.

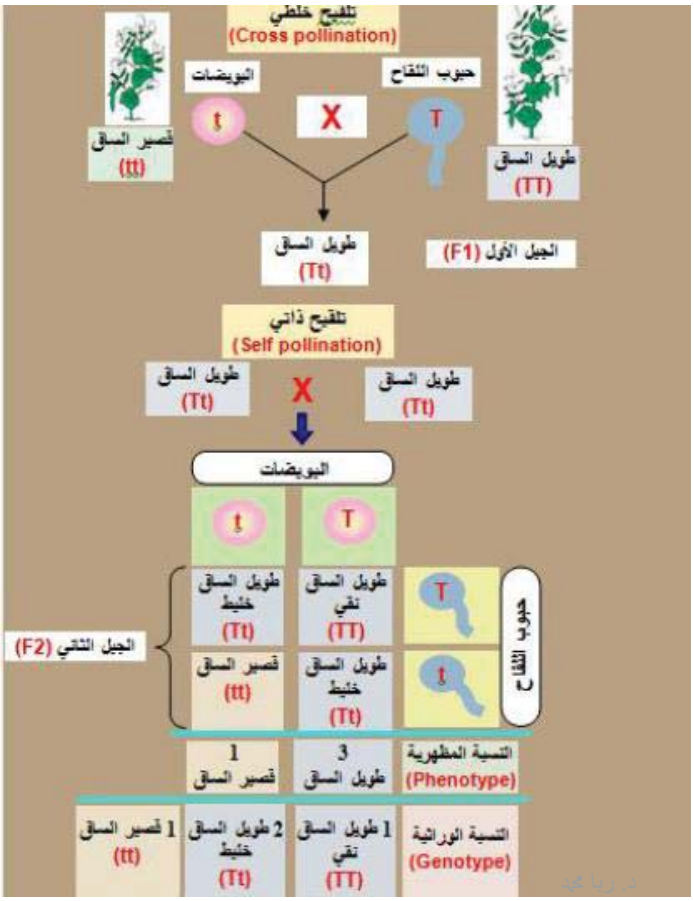
- **الانعزال** في التركيب الوراثي (Tt) يعطي أمشاج (T) و أخرى (t)
- بينما يعطي التركيب (TT) أمشاج كلها (T)
- يعطي التركيب (tt) أمشاج كلها (t)

قانون مندل الأول (قانون الانعزال) Law of Segregation



التركيب المظهري والوراثي لصفة الطول بحسب تجربة مندل الأولى

قانون مندل الأول (قانون الانعزال) Law of Segregation



التعبير بالطريقة الرمزية لنتائج التهجين الأحادي بين نبات طويل الساق ونبات قصير الساق في تجارب مندل

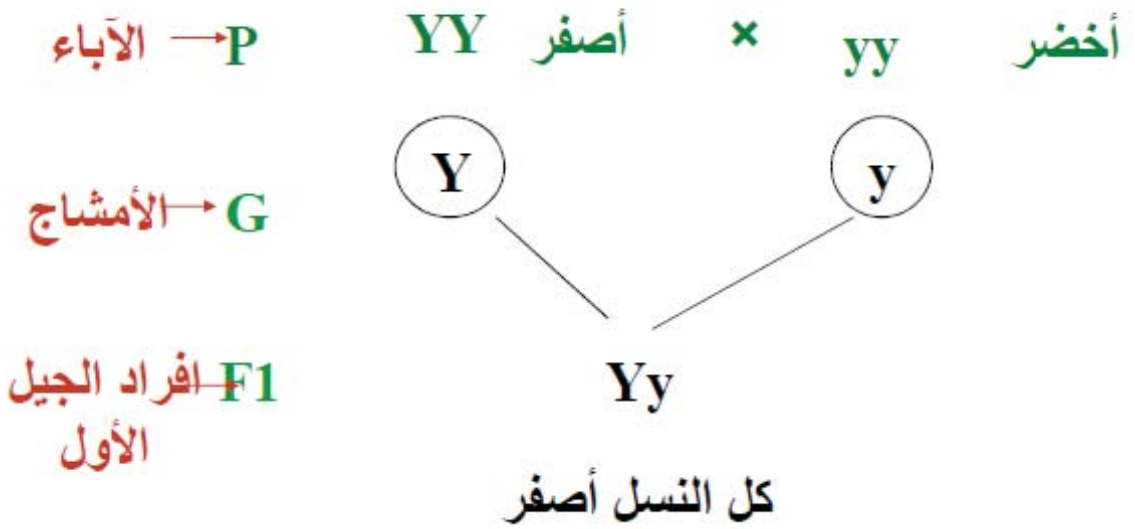
قانون مندل الأول (قانون الانعزال) Law of Segregation

من التجارب الأولية لمندل أنه عند تهجين صنفي بازلاء يختلفان في لون البذور فإنّ النسل الناتج يشبه أحد الأبوين، مثلاً عند تلقيح نبات ذو بذور خضراء مع آخر ذو بذور صفراء، كان النسل الناتج كله ذو بذور صفراء، ثم زرع مندل البذور الصفراء وترك النباتات الناتجة تتلقح ذاتياً لكي تعطي بذور الجيل الثاني والتي قام بزراعتها لتنتج نباتات الجيل الثاني.

في الجيل الثاني وجد أنّ عدد النباتات ذات البذور الصفراء كان ثلاثة أضعاف عدد النباتات ذات البذور الخضراء، أي

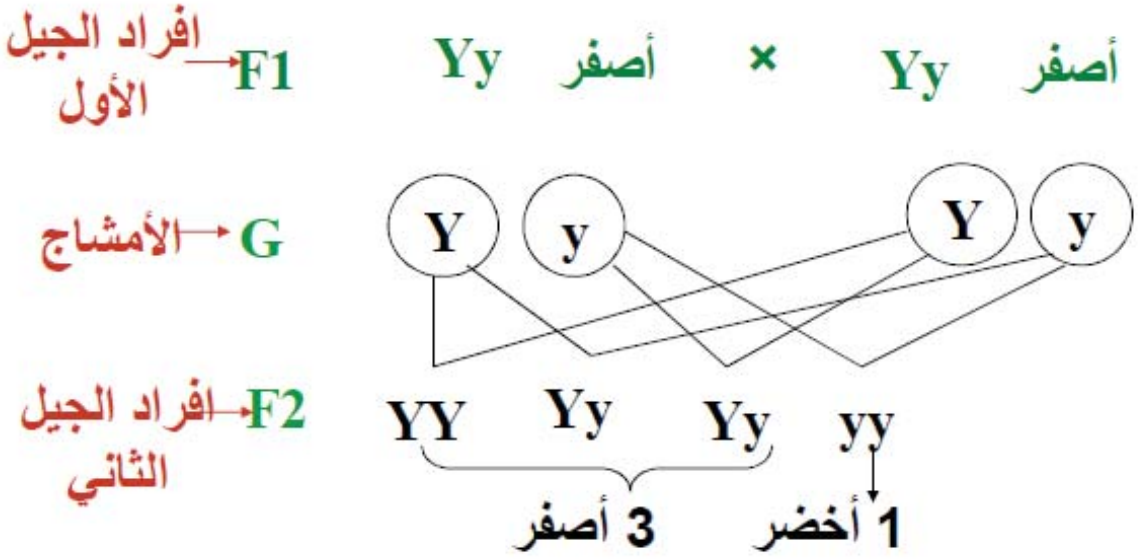
3 بذور صفراء: 1 خضراء

قانون مندل الأول (قانون الانعزال) Law of Segregation



قانون مندل الأول (قانون الانعزال) Law of Segregation

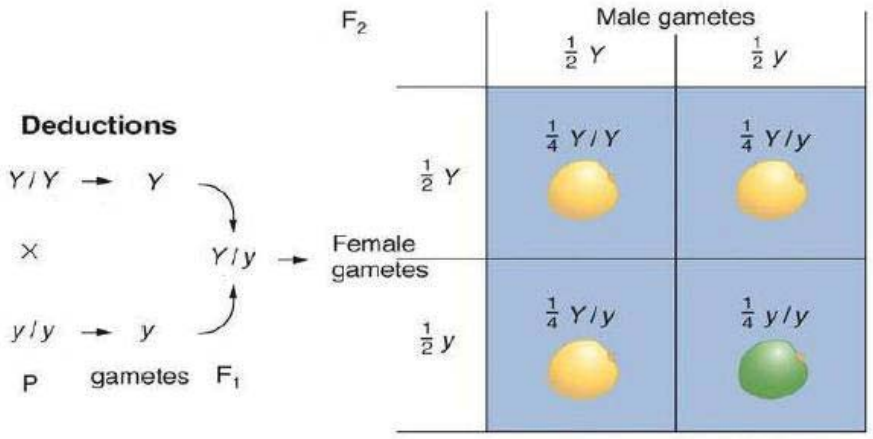
التهجين بين افراد الجيل الأول



قانون مندل الأول (قانون الانعزال) Law of Segregation

كرر مندل التجربة وأحصى عدد النباتات ذات البذور الخضراء والصفراء ومع تكرار التجربة كان يحصل دائماً على نفس النسبة وهي :

3 بذور صفراء: 1 خضراء



Phenotype of F2: ¾ yellow + ¼ green

قانون مندل الأول (قانون الانعزال) Law of Segregation

❑ استمر مندل في تجاربه فترك نباتات الجيل الثاني للتلقيح ذاتياً للحصول على الجيل الثالث من كل نبات على حدا، فوجد أنّ:

1- النباتات ذات الصفة المتنحية تعطي دائماً نباتات تحمل نفس الصفة المتنحية

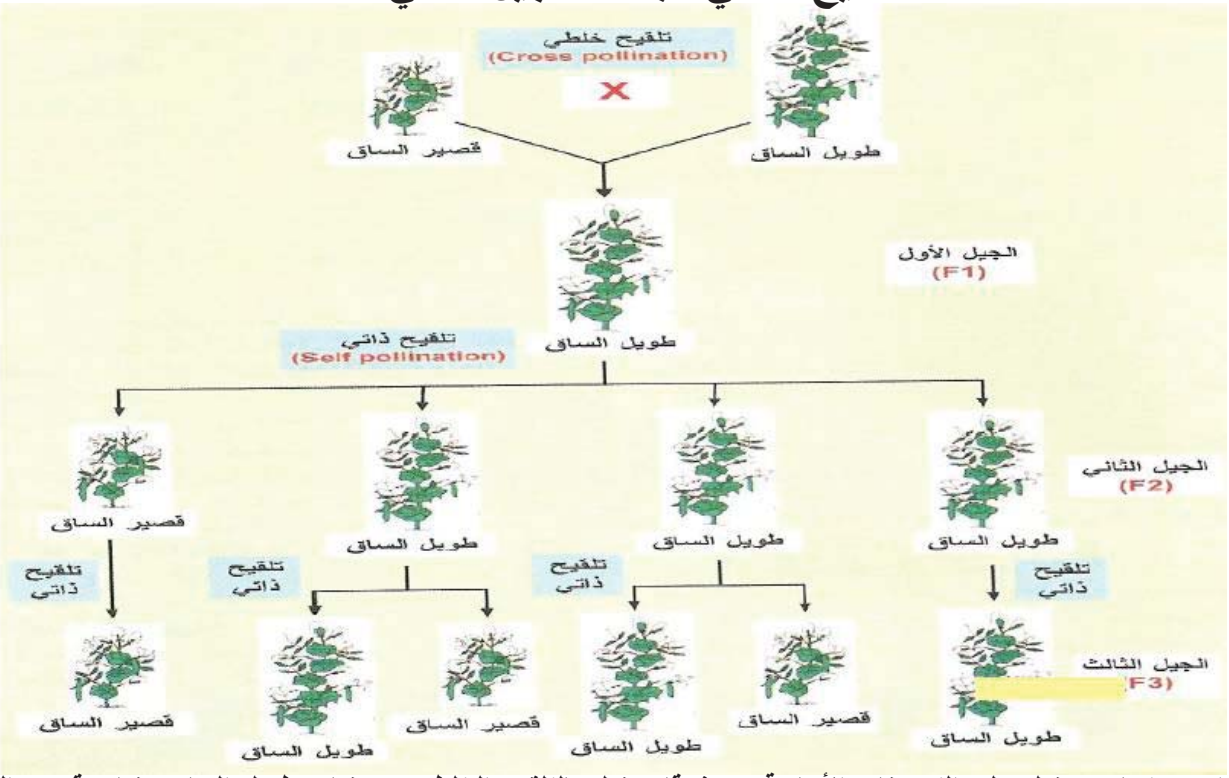
2- النباتات ذات الصفة السائدة تعطي مجموعتين من النباتات:

المجموعة الأولى: نباتات تظهر فيها الصفة السائدة فقط.

المجموعة الثانية: نباتات تسلك سلوك أفراد الجيل الأول وتعطي نسلاً بنسبة 1:3

قانون مندل الأول (قانون الانعزال) Law of Segregation

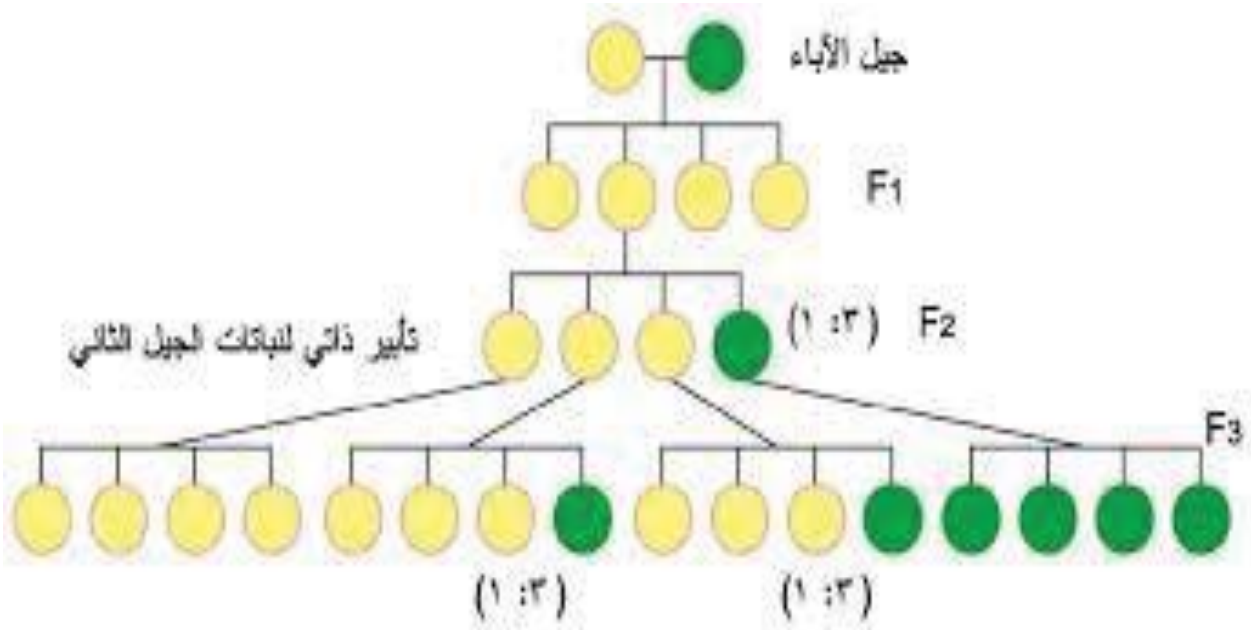
التلقيح الذاتي لنباتات الجيل الثاني



إحدى تجارب مندل على التهجينات الأحادية: حيث قام مندل بالتلقيح الخلطي بين نبات طويل الساق ونبات قصير الساق، وتلاه بتلقيحات ذاتية للجيل الأول والثاني

قانون مندل الأول (قانون الانعزال) Law of Segregation

نواتج الجيل الثالث في حال البذور الصفراء والخضراء



قانون مندل الأول (قانون الانعزال) Law of Segregation

نتائج مندل على التهجينات الأحادية

الساند	X	المنتحي	عدد الساند	عدد المنتحي	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

قانون مندل الأول (قانون الانعزال) Law of Segregation

نتائج مندل على التهجينات الأحادية

الصفة	الصفة الساندة	الآباء	الصفة المتنحية	الجيل الأول	الجيل الثاني ساند : متنحي	النسبة الحقيقية
لون الزهرة	أحمر	X	أبيض	أحمر	٧٠٥ : ٢٢٤	١ : ٣,١٥
موضع الزهرة	جانبي	X	طرفي	جانبي	٦٥١ : ٢٠٧	١ : ٣,١٤
لون البذرة (١)	أصفر	X	أخضر	أصفر	٦٠٢٢ : ٢٠٠١	١ : ٣,٠١
شكل البذرة	أملس	X	أجعد	أملس	٥٤٧٤ : ١٨٥٠	١ : ٢,٩٦
شكل القرن	أملس	X	أجعد	أملس	٨٨٢ : ٢٩٩	١ : ٢,٩٥
لون القرن	أخضر	X	أصفر	أخضر	٤٢٨ : ١٥٢	١ : ٢,٨٢
طول الساق	طويلة	X	قصيرة	طويلة	٧٨٧ : ٢٧٧	١ : ٢,٨٤

(١): يشير لون البذرة أصلاً إلى لون الفلقات فيها.

قانون مندل الأول (قانون الانعزال) Law of Segregation

❑ بعد إجراء عدّة تجارب استنتج مندل أن هناك ضوابط تتحكم بتوارث الصفات في الكائن الحي أسماها عوامل Factors وعرفت فيما بعد بالجينات Genes ويعرّف الجين بمادة وراثية تحمل على الكروموزومات، وتتحكم في صفة من صفات الفرد، حيث يأخذ كل فرد عاملاً واحداً لإحدى الصفتين المتضادتين من كلا الأبوين.

❑تنقل العوامل من جيل إلى آخر بوساطة خلايا التكاثر الذكرية والأنثوية (الأمشاج)

قانون مندل الأول (قانون الانعزال) Law of Segregation

نص قانون الانعزال :

العوامل الوراثية تنعزل عن بعضها تماماً عند تكوين الأمشاج (الجاميطات)

التلقيح الاختباري

❑ يجري التلقيح الاختباري بين الفرد الذي يحمل الصفة السائدة مجهولة التركيب الوراثي مع فرد آخر يحمل الصفة المتنحية المضادة لها وذلك بهدف تحديد التركيب الوراثي المجهول للفرد ذي الصفة السائدة.

❑ مثال: حدّد إذا ما كان نبات البازلاء أخضر القرون (صفة سائدة) نقياً GG أو خليطاً Gg.

الحل: نجري تلقيحاً اختبارياً لهذا النبات مع نبات آخر قرونه صفراء (صفة متنحية) ومن النتائج يمكننا استنتاج التركيب الوراثي لهذا الفرد.

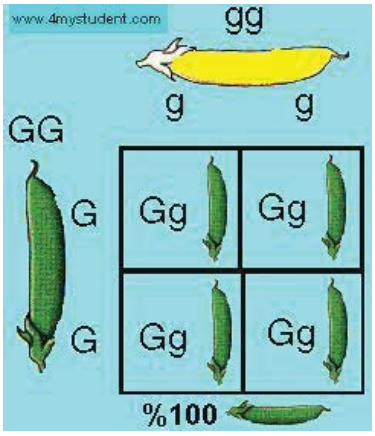
التلقيح الاختباري

❑ **الحل:**

• إذا كان النسل الناتج من التلقيح يحمل الصفة السائدة (القرون الخضراء)، فمعنى ذلك أنّ النبات المجهول تركيبه الوراثي نقي GG.

• إذا كان نصف النسل الناتج من التلقيح يحمل الصفة السائدة (القرون الخضراء)، ونصفه يحمل الصفة المتنحية (القرون الصفراء) فمعنى ذلك أنّ النبات المجهول تركيبه الوراثي خليط Gg

النبات السائد تركيبه الوراثي نقي



النبات السائد تركيبه الوراثي خليط