



الوراثة mendelian: Mendelian genetics

يمكن التعبير عن علم الوراثة بانه العلم الذي يتعامل مع العوامل الوراثية (الجينات) التي تشكل الكروموسومات في نواة الخلية النباتية وهي تمثل المادة الوراثية في الخلية وتتكون من DNA وهي المسؤولة عن نقل الصفات الوراثية من الاباء الى الابناء او ما نطلق عليه بالذرية. يعد الراهب كريكور موندل Gregor Mendel المؤسس الأول لعلم الوراثة. ولد عام 1822 في اقليم زراعي بتشيكوسلوفاكيا ودخل الكنيسة (الدير) صبياً فقيراً، اهتم منذ صباه بدراسة علم الحياة وعلم الرياضيات، التحق عام 1851 في جامعة فيينا لدراسة التاريخ الطبيعي، ثم عاد 1854 ليعمل مدرساً للعلوم الطبيعية في مدينة بورن Burn. بدأ في سنة 1856 بتنفيذ تجرب على نبات البزاليـا *pisum sativum* أو بسلة الحدائـق Garden-Pea فجمع اصناف من البزاليـا التجارية وذلك لدراسة الاختلافات فيها، وبعد سبع سنوات من التجارب قدم نتائجه والتغيرات التي توصل اليها (قانونية الشهيرين في كيفية توارث الصفات) في اجتماع لجمعية التاريخ الطبيعي في Burnn سنة 1869، ونشرت تلك النتائج في مجلة الجمعية 1866. الا ان احدا لم يهتم بنتائجـه المهمة لانشغالـ العلماء حين ذاك براءـ دارـون في التطور والنشـوء. وبقيـت طـي النسيـان اكـثر من 34 عامـاً الى ان اعيد اكتـشافـها عامـ 1900 من قبل ثلاثة علمـاء كـلا على انفرـاد وهم كـارـل كـورـنـز Karl Correns (المانيا) و دـي فـراـيز De Vries (هـولـنـدا) و فـون تـشـيرـماـك Von Tscher~mak (الـنمـسـا)، و وجد كلـ منـهم تـقرـيرـ مـونـدل اـثنـاء مـراجـعـته للـمـصـارـدـ المـتـعـلـقةـ بـعـملـهـ وأـشـارـواـ الىـ التـقـرـيرـ فيـ بـحـوثـهـ نـشـرـوـهـاـ عـامـ 1900.

تجارب موندل:

اطلع موندل على تجارب تهجين النباتات التي قام بها الباحثون الذين سبقوه في تربية النباتات واستفاد من نتائجـهم حيث لـجـأـ منـذـ الـبداـيـةـ عـلـىـ ثـبـيـتـ الصـفـةـ الـورـاثـيـةـ المـدـرـوـسـةـ، وـذـلـكـ بـالـتـأـكـيدـ عـلـىـ نـقاـوةـ الصـفـةـ مـنـ خـلـالـ السـماـحـ لـلـنبـاتـ بـانـ تـلـقـحـ نـفـسـهـ بـنـفـسـهـ لـعـدـةـ اـجيـالـ (جـمـيعـ الـأـفـرـادـ مـتـشـابـهـ لـلـابـوـنـ)ـ وـبـذـلـكـ يـمـكـنـ الـحـصـولـ عـلـىـ سـلـالـةـ نـقـيـةـ درـسـ العـالـمـ مـونـدلـ نـبـاتـ البـزـالـيـا Pisum sativa Pea وقد اختار سـبـعـ صـفـاتـ هـيـ:

1. ملمس البذور (البذور الملساء والبذور المجعدة).
 2. لون الفلكتين (الاصفر والاخضر).
 3. لون البذور (رصاصي او ابيض).
 4. لون القرنة (خضراء او صفراء).
 5. نوع القرنة (ممتلئة او فارغة).
 6. طول النبات (طويل هو قصير).
 7. موقع الازهار (متدليـةـ عـلـىـ طـولـ السـاقـ اوـ مـتـجـمـعـةـ فـيـ نـهـاـيـةـ السـاقـ).
- السـؤـالـ هـوـ لـمـاـذـاـ اـخـتـارـ مـونـدلـ نـبـاتـ البـزـالـيـاـ؟

الجواب هو:-

1- بسبب وجود اختلافات وراثية واضحة بين نباتات البازاليا.

Diversity

2- النباتات ذات تلقيح ذاتي Self - Pollinated Crops

3- سهولة النمو والتطور وقصر دورة حياتها Short Life Cycle

4- سهولة التميز والسيطرة على الصفة المراد دراستها Easy to Control Traits.

قانون مندل الاول:

مبدأ الانعزال: Principle of Segregation

سبق أن ذكرنا أن مندل قد اختار سبعة ازواج من الصفات النبات البازاليا كما استعمل اعدادا كبيرة من العينات التجريبية، وحصل على اعداد كبيرة من افراد النسل خلافا لما سبقوه الذين استعملوا اعدادا قليلة من العينات، ركز في كل تجربة على صفة واحدة فقط، كما استعمل معلوماته الرياضية لتفصير نتائجه.

فقد قام مثلا بزراعة بذور البازلاء، لها الصفة النقية لطول الساق وبذور اخرى لها الصفة النقية لقصر الساق. عند تكوين الأزهار قام بنشر لقاح من منك نبات طويل الساق على ميسن نبات قصير الساق. كما قام بعكس العملية أي نثر حبوب اللقاح من منك نبات قصير إلى ميسن نبات طويل الساق. وقد ضمن نجاح العملية بقطع اسدية النباتات المنقول إليها حبوب اللقاح، أي أنه أجرى التلقيحات اليدوية بين النباتات وجمع البذور الناتجة من كل نبات ثم زرعها مرة ثانية فوجد أن جميع النباتات الناتجة من التلقيح أو التهجين كانت طويلة الساق وتشبه أحد الأبوين فقط، ولا تبدي أي اثر لصفة الاب الآخر (أي لا توجد نباتات قصيرة، وهذه هي صفة الجيل الاول F1)، كما ظهر لمندل ان هذه النتائج لاتعتمد على طبيعة الجنس ذكر او انثى. ترك مندل هذه النباتات لكي تتلاشى ذاتيا، وضمن ذلك بان غطى الازهار قبل نضجها باكياس من النايلون حتى لا تصل حبوب اللقاح من نباتات اخرى وبعد نضوج ثمارها جمع البذور وزرعها مرة اخرى فوجد أن النباتات الناتجة بعضها قصير وبعضها الآخر طويل وكانت النسبة تقارب من 1:3 (1:2:1) وهذه صفة الجيل الثاني (F2) كرر مندل الخطوات السابقة وعلى صفات اخرى لنبات البازلاء وهي ماحصل لجميع التزاوجات التي اختارها. وكانت النتائج ظهور صفة واحدة متماثلة لصفة احد الأبوين فقط واحتفاء الصفة الثانية في الجيل الاول (F1) وحصل على نتائج متماثلة اطلق مندل على الصفة التي تظهر في جميع افراد الجيل الاول بالصفة السائدة المترتبة Dominant trait اما الصفة الاخرى التي لم تظهر في الجيل الاول وظهرت بنسبة 25% تقريبا من افراد الجيل الثاني هذه صفة بقية كامنة في افراد الجيل الاول اطلق عليها اسم الصفة المترتبة Recessive trait، ومن حسن حظ مندل انه لم يلاحظ وجود أشكال وسطية بين الصفتين التي عمل بها تلقيح في افراد الجيل الاول. في حين عند

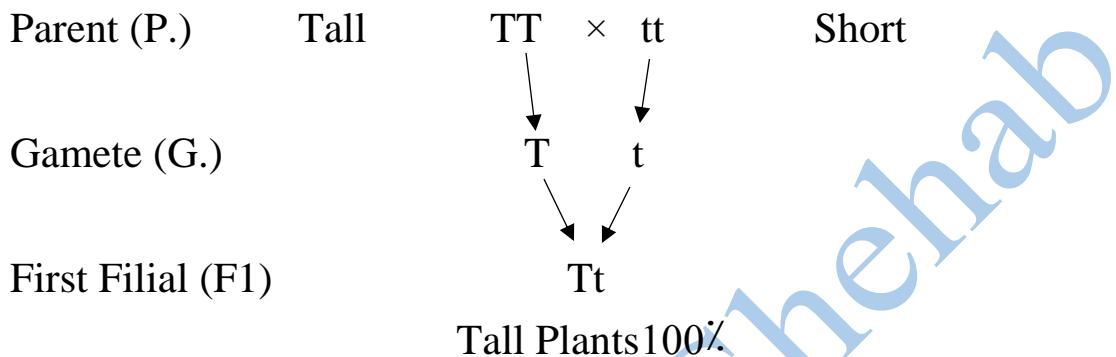
تهجين الجيل الأول مع بعضها للحصول على أفراد الجيل الثاني ظهر لمندل ان بعض الأفراد تحمل صفة أحد الآبوبين المختفية.

اجري مندل عدا للافراد التي حصل عليها في الجيل الثاني (F_2) وكرر التجربة لبقية الصفات المدروسة السبعة فوجد انها تقترب من النسبة 3 : 1 (3 سائدة: 1 متتحية) لقد اقترح مندل لتفسير نتائجه أن صفة طول الساق ناتجة عن مسبب سائد موجود في الوحدات التassالية (الكميات) اسمه العنصر السائد Dominant element او العامل السائد Dominant Factor رمز له بالحرف (T) الكبير. اما صفة النبات ذي السيقان القصيرة ناتجة عن عامل متتحي اسمه العنصر المتتحي Recessive element او العامل المتتحي Recessive Factor ورمز له حرف (t) الصغير والتي تشير الى مبدأ وحدة الصفات characters Principle of unit factor بكلمة الجين Gene وهي كلمة اغريقية تعني عرف او عنصر ومنها جاءت تسمية العلم الذي يهتم بدراسة كيفية انتقال الصفات الوراثية Genetics افترض مندل وجود زوج من العناصر (الجينات المورثات) لكل صفة وراثية وذلك لأن نبات الجيل الاول تحمل في ذاتها عاماً الصفة السائدة (طويل الساق) الى جانب قصر الساق، مما يدل على وجود زوج من الأليلات (الجينات) السائدة والمتتحية في هذا النبات (نباتات الجيل الاول). اذ لا يمكن أن تظهر الصفة السائدة أن لم تحوي الليل السيادة، ولا يمكن أن ينتج عن تزوجها نباتات ذات الصفة متتحية ان لم تحوي الأليل المتتحي. ان كل كميت يمثل جيناً (الليل) واحد منها فقط. كعامل الطول وعامل القصر مثلاً، أما البيضة المخصبة Zygote المتكونة من اتحاد الكميـت الذكـري والأنثـوي والتي تكون الجنـين ثـم الفـرد فـانـها تحتـوي زوجـاً (اثـنين) فـقط

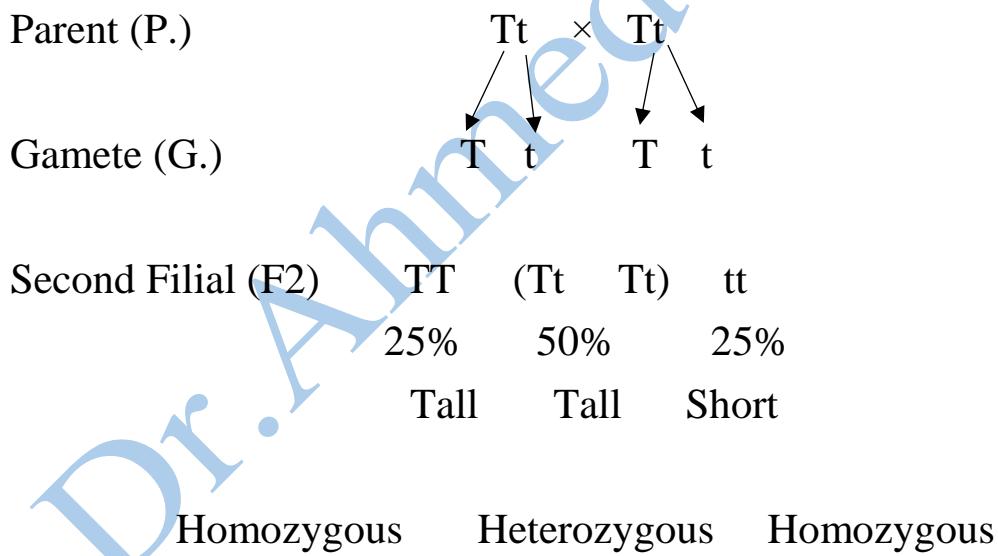
فإذا كان النمط التركيبـي الجـينـي Genotype هو (TT) فـانـ كلـ كـميـت يـحملـ اللـيلـ وـاحـدـ فقط (T)، اما اذا كان التركـيب الـورـاثـي الجـينـي (tt) فـانـ كلـ كـميـت يـحملـ اللـيلـ وـاحـدـ ايـضاً (t)، واذا كان النـمـطـ الجـينـيـ بتـركـيبـ هـجـينـيـ (Tt) فـانـ نـصـفـ الـكمـيـتـاتـ تحـملـ تـركـيبـ وـرـاثـيـ (T) وـالـنـصـفـ الـأـخـرـ بـصـيـغـةـ (t).

نستـنتجـ ماـ تـقدـمـ أنـ الأـفـرادـ الـتـيـ تـعـودـ إـلـىـ سـلـالـةـ أـصـيـلـةـ التـرـكـيبـ الـوـرـاثـيـ نقـيـةـ تحـملـ نـوعـاً واحدـاًـ مـنـ الـكـمـيـتـاتـ وـهـيـ تـنـشـأـ عـنـ اـجـتمـاعـ كـمـيـتـاتـ مـتـمـاثـلـةـ لـالـأـلـيلـاتـ الصـفـةـ Alleles تـكوـينـ الـبـيـضـةـ المـخـصـبـةـ Zygote ولـذـكـ تـدـعـىـ مـتـمـاثـلـةـ الـأـلـيلـاتـ Homozygous، اـمـاـ الـأـفـرادـ الـهـجـينـةـ الـتـيـ تـنـتـجـ نـوـعـيـنـ مـخـلـفـيـنـ مـنـ الـكـمـيـتـاتـ، وـتـنـشـأـ فـيـ الـأـصـلـ مـنـ اـجـتمـاعـ الـكـمـيـتـاتـ الـمـخـلـفـةـ الـأـلـيلـاتـ الـمـتـقـابـلـةـ فـتـدـعـىـ مـخـلـفـةـ الـأـلـيلـاتـ اوـ الـكـمـيـتـاتـ Heterozygous وـيـنـعـزـلـ الـأـلـيلـيـنـ عـنـ بـعـضـهـمـاـ كـمـاـ فـيـ المـثـالـ السـابـقـ T, t عـنـ تـكـوـينـ الـكـمـيـتـاتـ وـهـذـاـ هوـ قـانـونـ منـدلـ الـأـولـ الـذـيـ يـدـعـىـ بـقـانـونـ الـانـعـزالـ Law of segregation اوـ انـعـزالـ الـجـينـاتـ (الـأـلـيلـاتـ)ـ وـالـذـيـ يـنـصـ:

(ان العوامل الوراثية المزدوجة تتعزل عن بعضها البعض عند تكوين خلايا تناصيلية (الامشاج) في الفرد ثم تعود فتزدوج بعملية الاخشاب عند تكوين الزايكوت او الفرد الجديد، ويمكن صياغة قانون مندل الأول بالشكل الاتي:- اذا تزاوج فرداً يختلفان فيما بينهما الزوج من الصفات، فان افراد الجيل الأول (الهجين) تظهر عليهما الصفة السائدة فقط. وفي الجيل الثاني تعزل الصفات السائدة عن المترحية بنسبة 3 سائد: 1 متاحي. وكما يلي:-



وعندما زرع نباتات الجيل الاول F1 وتركها تتلقي ذاتياً Self - Pollination وبصورة طبيعية Naturally وكما يلي:-



وبذلك تكون نسبة النباتات الطويلة الى النباتات القصيرة هي 3:1. ان الارقام الحقيقية = Real Numbers التي حصل عليها مندل فعلا هي: Short , 798 = Tall Plants 266 و بذلك فان النسبة تكون: 798 : 266 هي 3:1 Short Plants. ان اليلات الجين قد تكون متماثلة او غير متماثلة وكما يلي:-

الجين في النبات له اليلات Allele متماثلة للصفة تحت الدراسة مثل: **Homozygous**

TT,tt

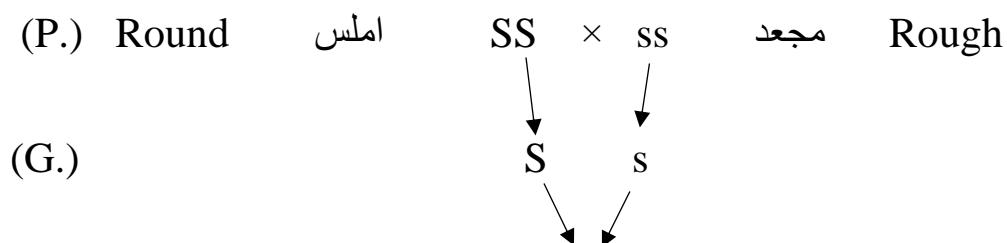
الجين في النبات له الليلات Allele غير متماثلة للصفة تحت الدراسة مثل Tt

أن هناك مصطلحان مهمان يجب التأكيد عليهما وكما يلي:-

F1 = First Filial وتعني الجيل الاول F2 = **Second Filial** وهي الجيل الثاني. وهذا الى F3 , F4 وغيرها من الأجيال الأخرى. يمكن الاستنتاج من المثال السابق بأن الانقسام الاختزالي Meiosis Division الذي يحدث في الخلايا الجسمية Somatic Cells يؤدي الى انتاج خلايا جنسية Sexual Cells وهي احادية المجموعة الكروموسومية وتسمى Haploid or Mono-plaid وهذه الخلايا الجنسية تمثل الكمييات Gametes. ان الخلايا الجسمية Somatic Cells تحتوي على العدد الكامل من الكروموسومات n^2 اي انها ثنائية التضاعف Diploid بينما الخلايا الجنسية Sexual Cells احادية Haploid، اي تحوي نصف العدد الاصلي من الكروموسومات (n). لتوضيح الامر اكثر نأخذ الانسان Human كمثال حيث أن العدد الكلي للكروموسومات هو 46 ويعني ذلك 23 زوج من الكروموسومات في الخلايا الجنسية Somatic Cells عند الانسان ولكن عند حصول الانقسام الاختزالي Meiosis ت تكون الخلايا الجنسية Sexual Cells والتي تحتوي على نصف العدد الاصلي Original Number من الكروموسومات وهو 23 كروموسوم فقط الخلية الجنسية الذكرية في الانسان Sperm تحتوي على 23 كروموسوم الخلية الجنسية الأنثوية في الانسان Oval تحتوي على 23 كروموسوم وبذلك فان اتحاد Sperm مع Oval تؤدي الى تكوين الجنين والذي تحتوي خليته الأولى Zygote على 46 كروموسوم، 23 كروموسوم جاءت من الام و 23 كروموسوم جاء من الاب. تنقسم خلية Zygote انتقاماً اعتماداً على Mitosis Division وبذلك يحدث النمو Growth. ان الخلية الذكرية في النبات تسمى حبة اللقاح Pollen والخلية الأنثوية في النبات تسمى البويضة Oval. لقد تم صياغة معادلة جبرية لتعبير عن نتائج F2 اي الجيل الثاني في ما سبق من الأمثلة وكما يلي:

$A^2 + 2Aa + a^2$ حيث ان: A^2 نباتات طولية اصلية اي نقية متغلبة. وان $2Aa$ =نباتات طولية خليطة. واخيراً a^2 = نباتات قصيرة اصلية اي نقية متتحية.

يمكن أن نضع مثال اخر لتوضيح الامر وهو عن تجربة اجريها مندل حول صفة ملمس بذور نباتات البزالية (املس Round و مجعد Rough) ووجد ما يلي:



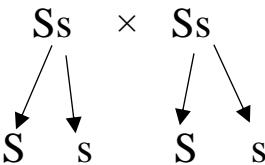
First Filial (F1)

Ss

Round 100%

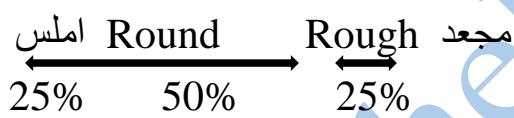
وعندما عمل تلقيح ذاتي Round Self - Pollination للنبات Ss وكما يلي:

Parent (P.)



Gamete (G.)

Second Filial (F2)



نقى متختي مجد املس خليط نقى متغلب املس

Rough Recessive Pure Mixed Round Round Dominant Pure

وبذلك حصل على نفس النسب السابقة وكما في المثال الأول. يتضح من المثالين السابقين حول البيزاليما من تجارب مندل بان قانون انعزال العوامل الوراثية Genes الى البيلاتها من خلال الانقسام الاختزالي والمسمي Law of Segregation of Alleles . أن الجينات تتعزل البيلاتها وتكون كميات Gametes ويمكن أن يعرف هذا القانون بانه (عاماً اي زوج من الصفات المتضادة لجين خليط الأليلات او من الصفات الاليلية لجين متماثل الأليلات. ينزعلان عن بعضهما عند تكوين الكميات دون أي تغير). لتوسيع الأمر نتابع هذه الجينات ومن ثم البيلاتها وكما يلي:

aa , Aa , AA

a , a , A , a , A , A

يمكن أن نضع القاعدة التالية:- ان الكائنات الجنسية تحمل ازواجا من العوامل الوراثية aa , Aa , AA ينعزل فردا كل زوج منها عند تكوين الكميات خلال الانقسام الاختزالي Meiosis وتحد هذه الكميات عند تكوين الذريه Offspring بعد التضريب (النسل الجديد).

الطراز المظاهري والطراز (التركيب الوراثي):

يطلق الطراز المظاهري (Phenotype) على شكل الكائن الحي الخارجي بالنسبة لصفة واحدة او لمجموعة من الصفات فالطراز المظاهري هو أي صفة متغيرة او واضحة وقابلة للتقدير موجودة في الكائن الحي ومثال ذلك طول الساق ولون الازهار، ويمكن القول أن الطراز المظاهري هو محصلة نواتج الجين المعبر عنها في بيئة معينة.

أما التركيب الوراثي (Genotype) فيمثل مجموعة الجينات التي يحملها الفرد بالنسبة لصفة واحدة أو المجموعة من الصفات، ويتحدد التركيب الوراثي عند الأخصاب و يحمله الكائن الحي بلا تغيير (باستثناء الطفرات الوراثية) طيلة حياته، ويكون التركيب الوراثي على نوعين:

1. متماثل الزيجة (Homozygous): وينتج من اتحاد كميتين يحملان اليلات متماثلة Identical Alleles وينتج نوع واحد من الاليات المحمولة في الكميّات وبعد التركيب الوراثي نقى او متماثلاً.

2. متبادر الزيجة (Heterozygous): وهو التركيب الوراثي الخليط او الهجين Hybrid) وينتج عند اتحاد كميتين يحملان اليدين مختلفين، ويعطي نوعين مختلفين من الكميّات، وتعد صفة الهرجين Hybrid) مرادفة للفرد ذو التركيب الوراثي متبادر الزيجة.

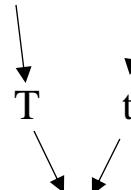
التضريبي الاختباري:

: اختبار الشكل المظہری لصفة واحدة: (Test Cross) Phenotype Test

يمكن معرفة التركيب الوراثي Genotype Structure لطبيعة صفة النبات من خلال المعلومات عن الآباء ومن هي الجينات السائدة النقية Pure Dominant او السائدة الخليطة Mixed Dominant واخيراً المتردية النقية Pure Recessive وبذلك يمكن معرفة طبيعة الذرية Offspring. أما من ناحية المظهر الخارجي Phenotype للنبات يمكن معرفة النباتات التي تمتلك الجينات المتردية النقية Pure Recessive Genes كما هو الحال في النباتات القصيرة Short Plants والبذور المجددة Rough Seeds، وغيرها من الصفات المتردية. إن النباتات التي تظهر الصفات السائدة Dominant فان جيناتها قد تكون سائدة نقية Pure Dominant او سائدة مختلطة Mixed Traits . أي أن التراكيب الوراثية Genotype قد تكون متماثلة Homogenous Dominant او غير متماثلة Heterogeneous وقد اجري مندل تضريبي اختباري Test Cross للتمييز بين الصفات المتماثلة وغير المتماثلة وراثياً للصفة السائدة و ذلك بتضريبي نباتات الجيل الاول F1 التي تسيطر عليها الجينات السيادية مع نبات متراجي متماثل Recessive Homogenous. المثال التالي يوضح الحالات:-

Parent (P.)

TT × tt



Gamete (G.)

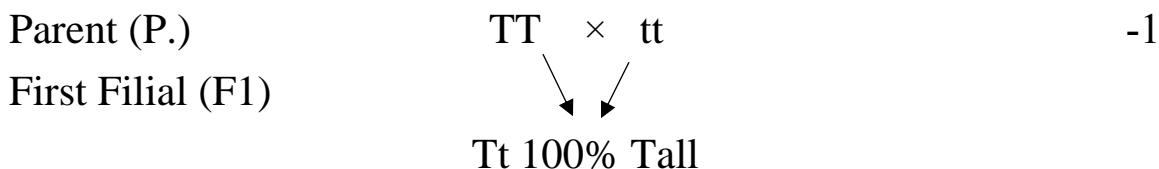
Tt

First Filial (F1)

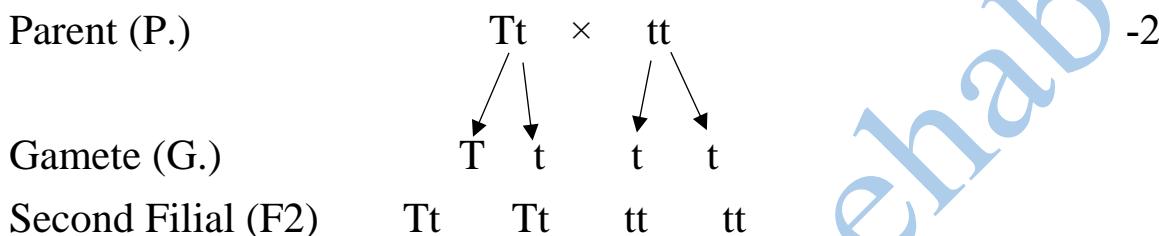
Second Filial (F2)

TT (Tt Tt) tt

الآن نجري التصريحات التالية والتي هي تصريح كل فرد من F2 مع النبات المتنحي لنفس الصفة ::



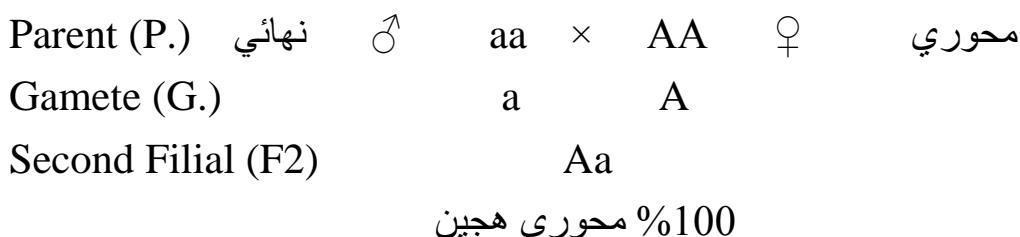
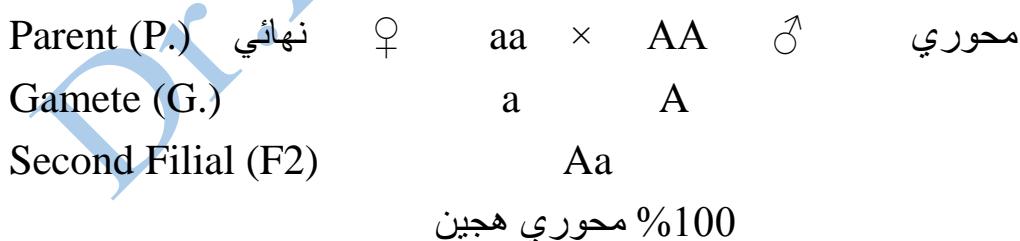
وهذا يعني النبات الطويل هو سائد نقى (TT) Homozygote Dominant



وهذا يعني ان النبات الطويل Tall Plant هو طويل خليط وليس نقى. ان النسب التي تم الحصول عليها هي:

50% Tall Heterozygote and 50% Short Homozygote

التصريح العكسي: Reciprocal Cross: هو تصريح يحصل بين فردين احدهما يحمل الطراز السائد والآخر يحمل الطراز المتنحي لصفة معينة وبالعكس، ويعني الفرد الذي كان يحمل الطراز السائد يحمل الطراز المتنحي اما الفرد الذي كان يحمل الطراز المتنحي سوف يحمل الطراز السائد، اذا كان الناتج بالحالتين متشابهة فالموروثة لذلك الصفة تقع على كروموسوم جسمى وان كان النتائج مختلفه عند عكس الطراز فهذا يعني ان الموروثة الصفة تقع على كروموسوم جنسى او في السايتوبلازم او على احدى العضيات وكما يلى: مثال: عند تصريح نباتين احدهما ذو ازهار محورية الموضع نقى والأخرى ذو ازهار طرفية الموضع ظهرت جميع افراد الجيل الاول محورية الموضع



التضريب الرجعي (Backcross): يرد مصطلح التضريب العكسي في عدد كبير من مصادر وكتب الوراثة بصيغة المرادف لـ **الختبار Testcross**، في حين تشير مصادر اخرى الى ان التضريب الرجعي يتضمن تزاوج أحد افراد نسل الجيل الأول (F1) رجعياً مع احد ابويه او اي مع افراد لهم تركيب وراثي يماثل تركيب الوراثي أحد الابوين. وكما في المثال:

مثال: ضرب نبات بزاليا ذو قرن حضرة اللون بأخر ذو قرن صفراء اللون فظهرت جميع افراد الجيل الاول حضرة اللون وعند اجراء التضريب الرجعي ظهر 50% من الناتج ذو قرن حضرة اللون و 50% ذو قرن صفراء اللون

الحل:

لما ظهرت جميع النباتات ذات قرن حضرة اللون اذا النبات اخضر القرنه يحمل الصفة السائدة وهو نقي في صفتة

الفرضية:

نرمز لعامل الصفة السائدة بالرمز G

نرمز لعامل الصفة المتاحي بالرمز g

Parent (P.) GG اخضر القرنة × gg اصفر القرنة

Gamete (G.)

First Filial (F1)

Gg

100% اخضر القرنة هجين

Parent (P.)

Gg × gg

Gamete (G.)

G , g

First Filial (F1)

Gg , gg

اصفر 50% اخضر 50%

تضريبات أحادية الهجين: تكون الهجن من تضريب فردين مختلفين وراثيا فمثلا التضريب (AA × aa) والمتضمن اباء مختلفة بزوج واحد من الأليلات، يطلق عليها تضريبات أحادية الهجين متباين الزبحة لزوج واحد من الأليلات، وتعد هذه التضريبات أساسية للوراثة mendelian كما في قانون مندل الاول.

تحويرات النسبة المندلية للشكل المظهرى : 1:3

على الرغم من سريان قانون الانعزال في كثير من الكائنات الحية وعلى الصفات متعددة فان عدد من الحالات تظهر شذوذًا عن النسبة المندلية المتوقعة وهذا يعني أما ظهور صفات جديدة غير موجودة في الأبوين، أو أن تكون الصفة حالة وسطية بين صفة الأبوين و هذا له علاقة بموضع السيادة.

أنواع السيادة : Types of Dominance

تمكن الباحثون من اكتشاف أنواع أخرى من السيادة التي ادت الى ظهور نسب مختلفة لأنماط المظهرية في الجيل الثاني F_2 تختلف عن النسب المندلية وهناك عدة أنواع للسيادة منها:

1. السيادة الكاملة : complete Dominance : في هذا النوع من السيادة يكون متباين الزيجة (Aa) له نفس النمط المظاهري لمتماثل الزيجة (AA) أي أن الجين المتنحي (a) موجود ولكنه مخفي وظيفياً. وتؤدي السيادة الكاملة الى ظهور النسبة التقليدية 1:3 في الجيل الثاني من تضريبات أحاديه الهجين.

2. السيادة الغير كاملة (شبه السيادة) : Incomplete Dominance : وفيها يكون الفرد الهجين حالة وسط بين الأبوين وتؤدي الى الحصول على أنماط ظاهرية لايمكن تفسيرها على ضوء السيادة الكاملة كالنسبة المحورة عن النسبة المندلية 1:3 فعند تضريب نبات ذي از هار حمراء يعود لنبات حلق السبع مع نبات مماثل في از هار بيضاء يكون ناتج الجيل الأول F1 ذي از هار وردية Pink وفي الجيل الثاني تظهر النسبة (1) حمراء: (2) وردية: (1) بيضاء بسبب السيادة غير الكاملة.

3. السيادة المشتركة (التعادلية) : Co dominance : وتظهر هذه السيادة عندما يكون بقدرة كل من الأليلين التعبير عن نفسها في الأفراد الخليطة (الهجينة)، ويعمل كل اليل بطريقة محددة ومستقلأً عن الآخر ويكون التأثير مشتركاً في متباين الزيجة وتعد أنتيجينات مجاميع الدم ABO في الإنسان مثلاً واضحاً للسيادة المشتركة، فاللتزاوج بين أفراد من طراز دم AB سوف ينتج نسل بنسبة 1 ومن طراز الدم A و 2 من طراز الدم AB : و 1 من طراز الدم B وهذه النسبة أي 1:2:1 محورة عن النسبة المندلية 1:3 ولكنها خاضعة لمبدأ الانعزال ايضاً.

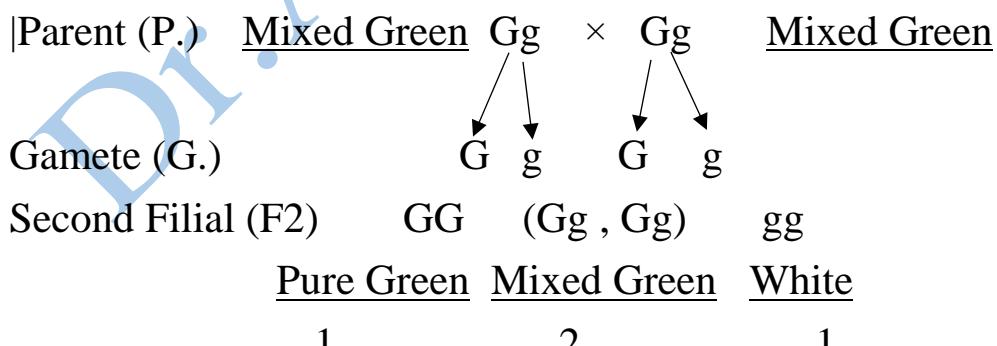
4. السيادة التفوقيه : Over dominance : ويظهر هذا النوع من السيادة في الحالات المتعلقة بالصلاحية الحيوية مثل الحجم والانتاجية والحيوية. وفي هذا النوع من السيادة يكون متباين الزيجة ذو نمط مظاهري عند قياسه كمياً اكثراً من كلا الأبوين المتماثلي الزيجة والمثال على ذلك وراثة لون العين في حشرة الدروسوفلا حيث يسبب متباين الزيجة Ww زيادة في كمية الصبغت التاليفية عن كل من متماثل الزيجة البري WW والأبيض ww ، حيث تظهر النسبة المحورة 1:2:1 في الجيل الثاني.

الجينات المميتة: Lethal Genes

تؤثر الجينات على حيوية الكائن بالإضافة إلى تأثيرها على الصفات المظهرية، حيث تصب الكائنات الحية الحاملة لهذه الجينات بالضرر أو تقليل فعاليتها الحيوية وإذا ما سببت لها الموت فتسمى بالجينات المميتة، وإذا كان الجين المميت من النوع السائد وذي التأثير المباشر، فإن جميع الأفراد الحاملة لهذه الجينات سوف تموت. وبعضهما الآخر بسبب الضرر أولاً ويحدث الموت حالة متأخرة، أما الجينات المميتة المترتبة المحمولة بصورة هجينة (متباينة الزيجية) فإنها لا تسبب أي تأثير إلا إذا حدث تزاوج بين فردان حاملين لهذه الصفة، ومن الأمثلة على ذلك:

1- صفة اللون الأبيض في الذرة الصفراء:

يوجد تحوير Modification آخر للنسب المندلية بالنسبة للمظهر الخارجي Phenotype للنبات ولصفة واحدة وهذا ناتج من تأثير الجينات المميتة Lethal Genes وهي الجينات التي تميز حاملها ذو التركيب الوراثي المعين. للتوضيح الأمر حول الجينات المميتة يكون من خلال المثال الآتي:- تعرف جميعاً أن النباتات الراقية تنمو وتصنع ذاتها من خلال عملية التركيب الضوئي Photosynthesis وإن هناك جينات معينة مسؤولة عن هذه العملية. في نباتات الذرة الصفراء Corn هناك جينات متحكمة في إنتاج مادة اليغدور Chlorophyll والمهمة في عملية التركيب الضوئي. إن الجين المتحكم بإنتاج المادة الخضراء هو Gg وإن الاليل G كامل السيادة على الاليل المتحكي g وبذلك فإن نباتات الذرة ذات التركيب الوراثي Gg تحتوي على مادة الكلورو菲ل و تستطيع القيام بعملية التركيب الضوئي. أما النباتات ذات التركيب الوراثي gg لا تنتج مادة اليغدور Chlorophyll وتكون بيضاء مصفرة اللون Pale Color. عند تضريب Crossing نبات يحوي تركيبة الوراثي الجين Gg مع ثبات مماثل نحصل على الآتي:



المفروض أن تكون النسب المثلية للمظهر الخارجي Phenotype و التركيب الوراثي Genotype كما يلي:-
 Phenotype 3:1

Genotype 1:2:1

ولكن الواقع يختلف حيث ان بعد انبات البذور Seed Germination تتكون البادرات seedlings و تنمو حتى يصل عمرها حوالي 14 يوما ثم يستنزف مخزون المواد الغذائية stored Materials في سويداء البذرة Endosperm ويجب أن يكون النبات الجديد قادر على صنع غذائه بنفسه لكي ينمو و يعيش. في هذه الحالة نجد أن النبات الذي يحمل التركيب الوراثي gg سيموت لعدم قدرته على صنع المادة الخضراء Chlorophyll لكي يقوم بصنع عذاته بنفسه وبذلك فالنسبة تتغير وتكون كالتالي:-

Phenotype 3:0

Genotype 1:2

ان تغيير النسبة 3:1 الى 3:0 هو دليل على حصول تحوير النسبة المندلية.

قانون مندل الثاني : Mendel Second Law

Mendel Law of Independent Assortment of Genes

ان قانون مندل في التوزيع الحر للجينات Independent Assortment ينص على (توزيع الجينات المختلفة بصورة مستقلة عن بعضها البعض في الهجين الوراثي). اذا ما تم تضريب Crossing نباتين من البذالك ويكونان مختلفين بصفتين ولذا يدعى هذا النظام من التهجين بالتهجين الثنائي الصفة Dihybrid System. ان التوزيع الحر للجينات يحدث في الجيل الثاني F₂ ويمكن توضيح ذلك من خلال تضريب نباتين ذات صفات مختلفة ونتيجة التضريب هي نباتات الجيل الاول F₁ التي تكون ذات صفة واحدة فقط ويكون مظهرها الخارجي Phenotype معتمدًا على الصفات ان كانت متغلبة Recessive Traits او متتحية Dominant Traits . أما في الجيل الثاني F₂ فتتوزع كل صفة عن الاخرى متمثلاً بجيناتها ولهذا يسمى هذا بالقانون الحر او المستقل للتوزيع الجينات.

:Example 1

تم تضريب نبات طويل (Tall) ولها ازهار حمراء اللون(Red) RR وبهذا يكون (Tall - Red) ورمز النبات TTRR مع نبات اخر قصير الساق (Short) tt وازهاره بيضاء اللون (white) rr وبهذا يكون تركيبة الوراثي ttrr Short- White. صفتى النبات الطويل ولون الازهار الاحمر متغلبة Dominant، بينما صفتى قصر النبات ولون الازهار البيضاء متتحية Recessive والتضريب كما يلي:-

Parent (P.)	Tall-Red	TTRR	\times	ttrr	Short- White
Gamete (G.)		P1		P2	
First Filial (F1)			TtRr		Tall-Red

تم بعد ذالك تضريب Self - Pollination افراد الجيل الأول مع بعضها Crossing افراد الجيل الأول مع بعضها وكمما يلي:

Parent (P.)	TtRr	\times	TtRr
Gamete (G.)	TR, Tr, tR, tr		TR, Tr, tR, tr
ونعمل الجدول الآتي للحصول على نباتات الجيل الثاني F2			

	TR	Tr	tR	tr
TR	TTRR	TTRr	TtRR	TtRr
Tr	TTRr	TTrr	TtRr	Ttrr
tR	TtRR	TtRr	ttRR	ttRr
tr	TtRr	Ttrr	ttRr	ttrr

Phenotype: - ٩ : ٣ : ٣ : ١
Red-tall : white-tall : Short-Red : Short-White

Genotype:

Homozygous 1 9 Red-Tall

Heterozygous 8

Homozygous 1 3 White-Tall

Heterozygous 2

Homozygous 1 3 Short-Red

Heterozygous 2

Homozygous 1 1 Short-White

:Example2

تم اجراء التضريب Crossing بين نباتات بزاليا ذات بذور مدورة ولون اصفر - Rough Round Yellow Seeds واخرى ذات بذور مجعدة ولون اخضر Green - Seeds. صفتى البذور المدوره SS واللون الاصفر YY متفعلة Dominant بينما صفتى البذور المجعدة ss واللون الاخضر yy متحية Recessive. اجري عملية التضريب Crossing للجيدين الاول و الثاني F1 and F2 مع ذكر افراد و نسب المظهر الخارجي والتركيب الوراثي Phenotype . (واجب بيتي للطالب).

ملاحظة مهمة:- شروط عمل قانون مندل الثاني هي:

1 - عدم وجود ظاهرة الارتباط Linkage.

2 - عدم وجود ظاهرة تداخل الجينات Genes Interaction.

طريقة حساب عدد الأشكال المظهرية والتركيب الوراثية لزوج واحد أو لعدة ازواج من الصفات المضادة:

من قانون مندل الأول تكون النسبة المظهرية الزوج وأحد من العوامل المتضادة هي 3:1 لزوج واحد فقط (اي موقع وراثي واحد n)، اما اذا كان زوجين من الصفات أي 2n فنضرب النسبة الأولى 3:1 بنفسها وكالاتي:

$$3:1$$

$$3:1 \times$$

$$\underline{9:3:3:1}$$

اما اذا كان لدينا ثلاثة ازواج ازواجه فنضرب النسبة 1:3 بنفسها ثلاثة مرات وكالاتي:

$$9:3:3:1$$

$$3:1 \times$$

$$\underline{27:9:9:3:9:3:3:1}$$

وهكذا

نسبة التركيب الوراثية حسب قانون مندل الأول في 1:2:1 (1 سائد اصيل 2 سائد هجين 1 متوري) هذا لزوج واحد فقط من الصفات، وعندما يكون زوجان من الصفات يمكن أن نجدد النسبة بطريقة الضرب كما في حساب نسبة الأشكال المظهرية، ففي حالة زوجين من الصفات تكون النسبة

$$1:2:1$$

$$2:1 : 1 \times$$

$$\underline{1:2:1:2:4:2:1:2:1}$$

وهكذا نكرر عملية الضرب مرة أخرى في حالة ثلاثة ازواج.

قاعدة مهمة:

الأصيل دائمًا نسبته 1\4 او 1\1

والهجين (الخليط) نسبته 2\1 او 2\2

مصطلحات

الجين: Gene: هي قسم من الحمض النووي الريبيوزي منقوص الأوكسجين، وهي DNA و هي مسؤولة عن مهام مختلفة مثل صنع البروتينات، وتشكل جداول الحمض النووي الطويلة مع الكثير من الجينات الكروموسومات، حيث توجد جزيئات الحمض النووي DNA في الكروموسومات وتتووضع هذه الكروموسومات داخل نواة الخلية. والكروموسوم هو جزيء مفرد طويل من الحمض النووي DNA ويحتوي هذا الحمض على معلومات وراثية مهمة.

الجين السائد: dominant gene: هو الجين الذي يطغى اثره على الجين المتنحي عند اجتماعهما في خلايا الكائن الحي ويرمز له بحرف لاتيني كبير

الجين المتنحي: Recessive gene: الجين الذي يختفي تأثيره عندما يجتمع مع جين سائد ويرمز له بحرف لاتيني صغير

الصفة السائدة: dominant Character: هي الصفة الوراثية التي تظهر في الطراز الشكلي للجيل الأول نتيجة تزاوج كائنين يختلفان عن بعضهما في زوج الصفات المتضادة ويرمز لها بحرف لاتيني كبير

الصفة المتنحية: Recessive Character: هي الصفة الوراثية التي لا تظهر في الطراز الشكلي للجيل الأول وتظهر في الجيل الثاني ويرمز لها بحرف لاتيني صغير.

الطرز الجينية: Genotype: الصفات الوراثية التي يحملها الفرد على شكل جينات . بمعنى أن الطراز الجيني هو تركيب الجينات في الفرد. وهو المسؤول عن تكوين الطراز الشكلي (المظيري)

الطرز الشكلية (المظيرية): Phenotype: هي صفات الكائن الحي المظيرية التي نراها بالعين (مثل الطول والقصر) أو الوظيفية أو التركيبية الناتجة عن تأثير الجينات وعوامل البيئة.

الクロموسومات: Chromosome: تراكيب خيطية الشكل، موجودة داخل النواة تحتوي على مادة DNA المسؤولة عن حمل الجينات الوراثية.

غير متماثل الجينات(خليط): Heterozygous: وهو الفرد الذي يحتوي في تركيبه الوراثي على جينات وراثية مختلفة وبالرموز Rr أو Tt مثلاً.

متماثل الجينات: Homozygous: وهو الفرد الذي يحتوي في تركيبه الوراثي على عوامل وراثية (جينات) متماثلة بالرموز RR أو rr مثلاً.

النبات الهجين (خليط/ غير نقي: Hybrid): هو نبات يحمل جينين لصفة ما أحدهما سائد والآخر متاحي ويرمز لهما بحرف لاتيني كبير وآخر صغير لنفس الحرف.

المصادر:

- علي، حميد جلوب.; (1988). اسس تربية ووراثة المحاصيل الحقلية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.
- الفيصل، عبدالحسين موبيت.; (1999). الوراثة العامة. الاردن - عمان
- Internet