

الوراثة المانديلية (1)

سندرس فيما يلي التجارب التي قام بها مندل والقوانين الأساسية للوراثة التي نتجت عن التجارب السابقة والنظرية التي تشرح هذه القوانين. تجارب مندل Mendel على بازلاء الزهور عام 1857:

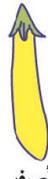
سبب اختيار مندل لنبات بازلاء الزهور *Pisum sativum* :

1- البازلاء نبات ذاتي الأخصاب Self-fertilizing مما يسمح بمراقبة عملية التلقيح.

2- نبات موسمي سهل الزراعة.

3- يمتلك صفات واضحة ويوجد أصناف وسلالات نقية تختلف عن بعضها بصفة واحدة فقط

الصفات السبعة التي درسها مندل :

	طول الساق	لون الزهرة	لون البذرة	شكل البذرة	لون القرن	شكل القرن	موقع الأزهار
الصفة السائدة	 طويل	 أرجواني	 أصفر	 ممتلئ	 أخضر	 ممتلئ	 محوري
الصفة المتنحية	 قصير	 أبيض	 أخضر	 مجعد	 أصفر	 مجعد	 قمي

سبب نجاح تجارب مندل وحصوله على قوانينه:

1- درس مندل السلوكية الوراثة لكل صفة بشكل مستقل عن غيرها.

2- قام بحساب وعد الافراد التي تحمل كل مظهر من مظاهر الصفات في كل جيل.

3- قام بتحليل المعطيات الرقمية وجعلها على شكل نسب تعبر ضمناً عن قوانينه.

4- افترض وجود عوامل تورث مسؤولة عن اظهار الصفات الوراثة المختلفة هي المورثات Genes .

بداية نقدم بعض المصطلحات الوراثة المهمة :

- **الطابع الظاهري Phenotype**: يشير الطابع الظاهري إلى المظاهر والصفات والخصائص الحيوية الكثيرة للكائن الحي والتي قد تكون: صفات كيميائية أو بنوية تركيبية، أو خصائص سلوكية بغض النظر عن التركيب الوراثي لذلك الكائن، فقد يكون الطابع الظاهري صفة متميزة قابلة للتقدير واضحة للعين مثل لون الزهرة أو قوام الشعر، وقد تحتاج لاختبارات خاصة لمعرفة طراز الدم.

فالطابع الظاهري: هو التعبير الآني عن تركيب وراثي معين تحت ظرف بيئي محدد، فتركيب وراثي معين يعبر عن نفسه مظهرياً بطابع ظاهري محدد واحد تحت ظرف بيئي واحد ثابت، ولكن عند تبدل الظروف البيئي يتبدل الطابع الظاهري الذي يتحكم به ذلك التركيب الوراثي، وبما أن التركيب الوراثي المسؤول عن صفة مظهرية محددة ثابت نسبياً وإن عوامل البيئة وظروفها متغيرة، فإننا نستطيع القول: إن الطابع الظاهري كثير التبدل والتغير وفقاً لتغير عوامل البيئة وتبدلها.

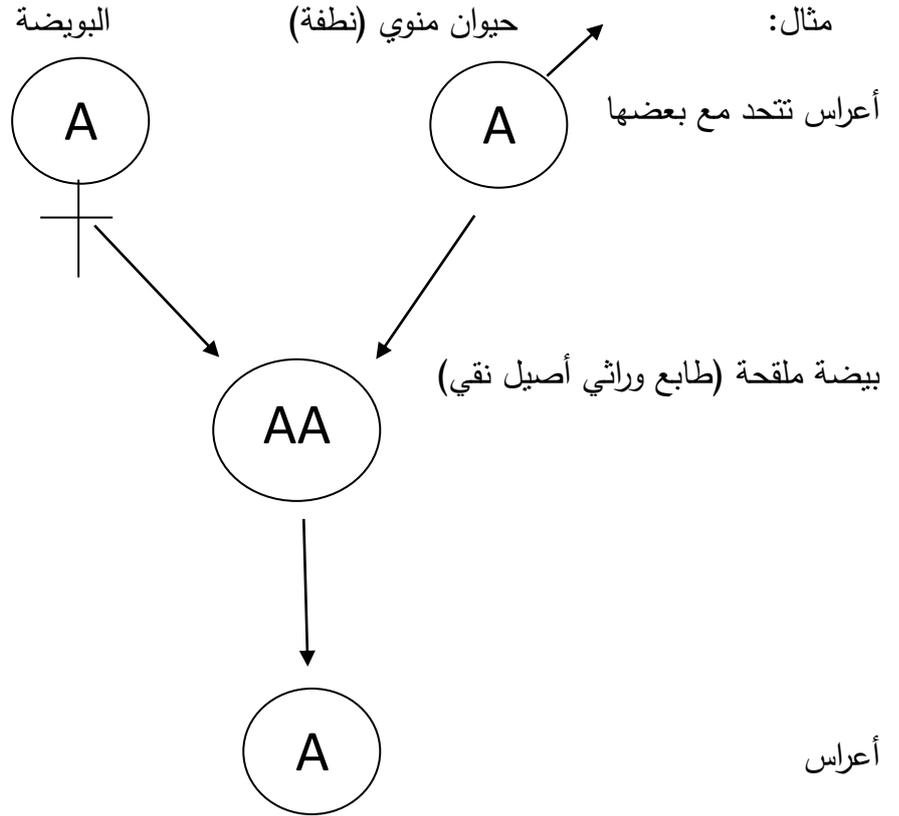
**مثال 1:** عند زراعة نبات أخضر كالقمح بعيداً عن الضوء يفقد لونه الأخضر ويتوقف عن القيام بعملية التمثيل الضوئي، وبإعادة النبات ذاته إلى الضوء تعود المادة الخضراء إلى الظهور ثانية ويستمر النبات بالقيام بعملية التمثيل الضوئي من جديد، فالتركيب الوراثي المسؤول عن تكوين اليخضور في هذا النبات ثابت ولكن تكوين اليخضور يحتاج إلى الضوء، ولذلك رأينا أنه مع ثبات التركيب الوراثي للنبات نفسه كان له طابعان ظاهريان (غياب اليخضور، ووجود اليخضور) تحت ظرف بيئتين مختلفتين (الظلام، والضوء).

**مثال 2:** تنتج الأرناب من قطع هيمالايا في ظروف البيئة العادية صبغة سوداء على أطراف الأنف والذيل و الأقدام والأذنين، فإذا وضعت تلك الأرناب تحت ظروف حرارية مرتفعة جداً تنتج أرناب بيضاء تماماً، فالمرث الذي يتحكم بطراز لون الهيمالايا متخصص في أنزيم حساس للحرارة ولذلك يتعرض للتثبيط، (عدم النشاط) عند ارتفاع الحرارة مما ينتج عنه فقد للصبغ الأسود.

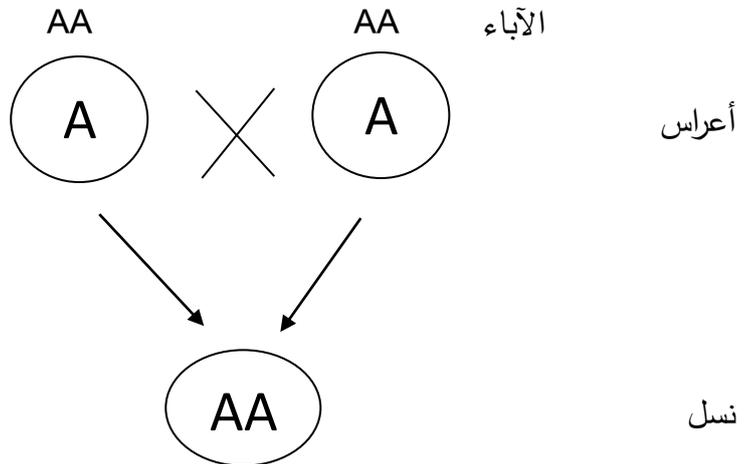
- **الطابع الوراثي Genotype**: يتحدد الطابع الوراثي لكائن معين بمجموعة المادة الوراثية أو بالتركيب المورثي أو البنية الوراثية التي يرثها الكائن الحي من آباءه ويورثها لأبنائه ويبقى الطابع الوراثي ثابت نسبياً، فيما عدا بعض التبدلات النادرة والمفاجئة التي تتعرض لها المادة الوراثية بسبب الطفرات.

وهنا نميز في الطوابع الوراثية مايلي:

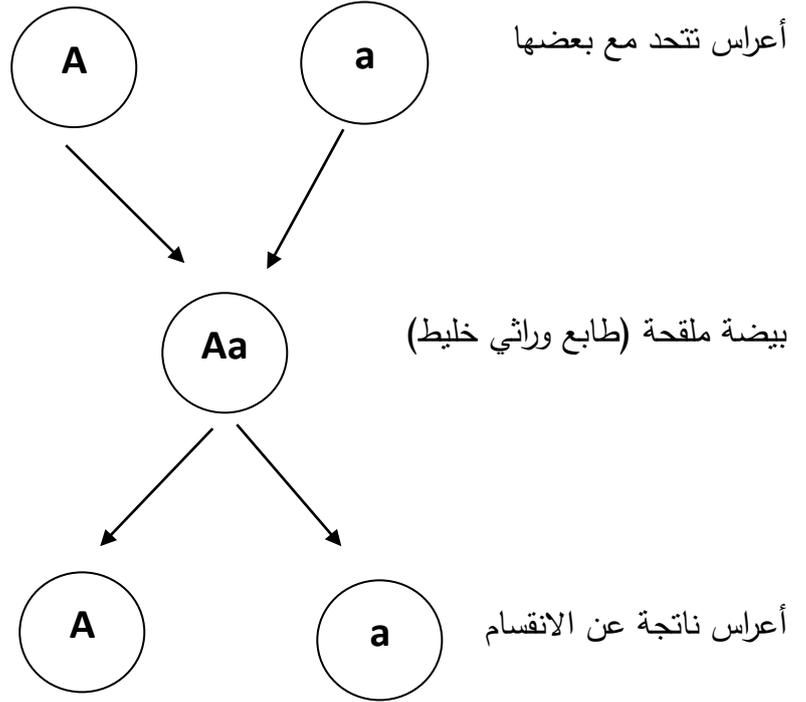
1- **الطابع الوراثي الأصيل (النقي)**: ينتج عن اتحاد عروسين تحملان مورثات متطابقة، والفرد الأصيل ينتج نوعاً واحداً من الأعراس .



2- السلالة النقية: مجموعة من الأفراد المتشابهة في جميع صفاتها وخصائصها والتي لها تركيب وراثي متشابه واحد، ويعمل الاقارح الذاتي أو التزاوج بين أفراد شديدة القرابة ولأجيال عديدة سلالات نقية ذات طابع وراثية نقية وينتج التزاوج بين الأفراد الأصيلة التابعة لسلالة نقية نسلأً أصيلاً نقياً مشابهاً للآباء.



3- الطابع الوراثي الخليط: ينتج اتحاد الأعراس التي تحمل مورثات مختلفة طابعاً وراثياً مختلطاً، وتعطي أفراد مثل هذه الطوابع أنواعاً مختلفة من الأعراس.



4- الهجين Hybrid: يطابق هذا المصطلح الطابع الوراثي الخليط، ففي الهجونة الأحادية يكون الخلط في موقع واحد وفي الهجونة الثنائية يكون الخلط في موقعين أما في الهجونة المتعددة فيكون الخلط في مواقع عديدة.

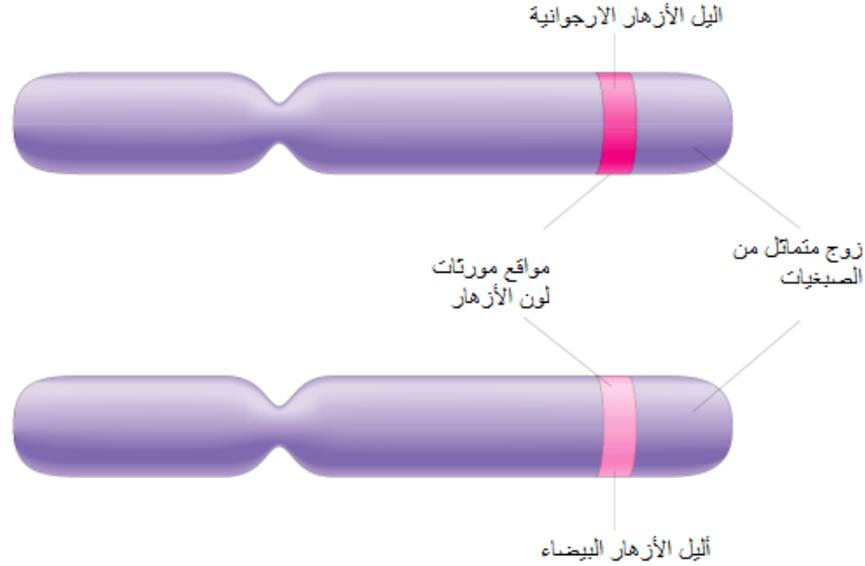
5- ماهو الفرق بين المورثة وتعبير المورثة (الأليل):

المورثة **Gene**: هي قطعة من ال DNA تحمل المعلومات لانتاج صفة معينة وليست هي الصفة، لانقول مورثة صفراء او خضراء.....

تأثير **تعبير المورثة (الأليل)**: هو المظهر الذي تنتجه المورثة، أي تعبیر المورثة، مثلا اللون (الأصفر - الأخضر)، الشكل (طويل - قصير)،...

6- **الفرد متشابه اللواقح (الأصيل)**: الفرد الذي يحمل مورثتين متماثلتين تحددان صفة ما مثل RR,rr

7- **الفرد متخالف اللواقح (الهجين)**: الفرد الذي يحمل مورثتين مختلفتين تحددان صفة ما مثل Rr



## علاقات نظائر (أليلات) الصبغيات:

**1- المورثات السائدة والمورثات المتنحية:** عندما لا تستطيع إحدى المورثات التعبير عن نفسها مظهرياً إلا إذا كانت في تركيب وراثي أصيل فإننا نسميها مورثة متنحية، بينما نسمي المورثة التي تعبر عن نفسها مظهرياً في الحالة الخليطة كما في الحالة النقية الموروثة السائدة، ونعبر عن المورثات السائدة كتابياً بحروف كبيرة كما نعبر عن المورثات المتنحية بحروف صغيرة، وعادة ما نستخدم الحرف الأول من اسم المظهر الطافر للصفة من أجل الترميز الوراثي.

**مثال:** غياب ترسيب الصبغة في جسم الإنسان هو مظهر طافر (غير عادي) ومتنحي يسمى ظاهرة الألبينو Albinism ، ولذا نستخدم (A) وهو الحرف الأول من الكلمة للتعبير عن المورثة السائدة (اللون العادي)، ونستخدم الرمز (a) للتعبير عن المورثة المتنحية (غياب اللون أي الألبينو)، ويمكن الحصول على ثلاثة طابع وراثية وطابعين ظاهريين:

طابع ظاهرية	طابع وراثية
عادي (ذو صبغة)	سائد أصيل AA
عادي (ذو صبغة)	سائد خليط Aa
ألبينو (بدون صبغة)	متنحي أصيل aa

أ- الأفراد الحاملة : تكون المورثات المتنحية (مثل تلك المسؤولة عن ظاهرة الألبينو) ضارة لهؤلاء الذين يحملونها بشكل نقي (طابع وراثي متحى أصيل) بينما يكون الفرد الخليط طبيعياً كالطابع الوراثي السائد الأصيل، وتلك المورثة المتنحية في الفرد الخليط ( $Aa$ ) يخفي تعبيرها الظاهري بواسطة المورثة السائدة النظيرة، ويسمى الفرد الخليط في هذه الحالة (الفرد الحامل).

ب- ترميز الطابع البرية: عندما يكون من الواضح أن طابعاً ظاهرياً أكثر تكراراً في العشيرة من الطابع الظاهري البديل له، فإن الطابع الأول عادة ما يرجع له على أنه الطابع البري.

بينما يسمى الطابع الظاهري الذي تندر ملاحظته باسم الطابع الطافر، وفي هذا النظام فإن الرمز (+) يستخدم للدلالة على المورثة العادية للطابع البري، ويؤخذ الحرف الأساسي للتعبير عن المورثة من اسم الطفرة أو المظهر غير العادي.

مثال : لون الجسم الأسود في ذبابة الخل ناتج عن تحكم المورثة المتنحية ( $b$ ) والطابع البري (الجسم الرمادي) ناتج عن تحكم المورثة السائدة ( $b+$ )، إذا كان المظهر الطافر سائد فإن الرمز الأساسي يكون حرفاً كبيراً بدون إضافة، بينما نرسم لمورثة الطابع البري المتنحية الحرف الكبير نفسه مع إضافة (+) أعلاه.

## 2- النظائر ذات السيادة المشتركة:

نظائر المورثات التي تفتقد علاقات السيادة والتحي، يمكن أن يقال عنها نظائر وسيطة (نظائر ذات سيادة مشتركة)، وهذا يعني أن كل مورثة لها درجة معينة من التعبير عندما تكون ضمن الطابع الوراثي الخليط، ولهذا فإن الطابع الوراثي الخليط يعبر عن نفسه مظهرياً بشكل يختلف بوضوح عن كل من الطابعين الوراثيين الأصليين.

قد نلاحظ أحيانا حالة تختلف عن السيادة التامة التي لوحظت في حالة الألبينو، قد تظهر لدينا سيادة غير تامة (ناقصة أو وسطية) حيث تتميز هجن الجيل الأول  $F_1$  بصفات متوسطة بين الأبوين، نتيجة التأثير المتكافئ للمورثتين السائدة والمتنحية. مثال: لوحظ عند إجراء تهجين بين أزهار قرمزية وأزهار بيضاء في نبات شب الليل البستاني أن نباتات الجيل الأول  $F_1$  كانت وردية اللون، ويعود سبب اللون الأخير إلى الكمية القليلة للصبغ الأحمر مقارنة مع اللون القرمزي، في حين ينعدم الصباغ في الأزهار البيضاء.

ويحدث أحياناً أن نحصل على أفراد في  $F_1$  تحمل صفات الوالدين معاً، وهذا ما يسمى السيادة المشتركة أو المتساوية.

مثال: ولادة الأطفال ذوي الزمرة الدموية (AB) لأبوين أحدهما زمرة دمه (A) والآخر زمرة دمه (B) حيث تكون مورثتي الزمرتين الأخيرتين تكونان ذات سيادة مشتركة إذا التقنا في الطابع الوراثي (AB).

ويحدث أن يفوق الطابع الوراثي متخالف اللواقح بطابعه الظاهري على الطابع الظاهري لكلا الطابعين الوراثيين للأبوين متمثلي اللواقح، تدعى مثل هذه الطواع الوراثية المتباينة اللواقح السيادة المفرطة أو الفائقة أو المتعدية.

### قوانين ماندل

صاغ العالم ماندل ثلاثة قوانين اعتماداً على نتائج تجاربه التهجينية:

قانون ماندل الأول: (قانون تشابه هجن  $F_1$  أو قانون السيادة) الهجونة الأحادية:

تكون جميع أفراد الجيل الأول (النسل) من نمط واحد وذلك خلال تهجين أشكال أبوية متشابهة اللواقح. (مثال:  $RR \times rr$  تعطي  $Rr$ ).

قانون ماندل الثاني : (قانون الانفصال):

تتفصل القرائن المورثية المتقابلة انفصلاً متكاملاً عند تشكل الأعراس لتعود وتتحد ثانية في الأبناء (مثال: إذا كان لدينا النمط الوراثي  $Rr$  ينفصل القرين  $R$  المتوضع على صبغي عن قرينه  $r$  المتوضع على الصبغي المقابل خلال الانقسام المنصف).

قانون ماندل الثالث: قانون التوزيع الحر :

وفق هذا القانون سنضع في حسابنا وجود صفتين أو أكثر في الوقت نفسه، يحكم كلاً منها شفع من المورثات الجسمية المستقلة في توزيعها (أي مورثتين مستقلتين)، ويسود أحد المورثات على الآخر سيادة تامة، والمتحكم بالصفة فقط زوج واحد من المورثات.

مثال: بالإضافة إلى موقع لون فراء خنازير غينيا (أسود =  $B-$ ، أبيض =  $bb$ ) يوجد موقع آخر محمول على صبغي مختلف يتوزع مستقلاً يتحكم بطول الشعر، حيث (شعر قصير =  $-$ ، شعر طويل =  $||$ )، وتوجد أربعة طواع وراثية مختلفة تتحكم بالطواع الظاهرية أسود قصير الشعر ( $BbLL, BbLl, Bbll, Bbll$ ) ويوجد طابعان

وراثيان مختلفان ينتج كل منهما خنازير سوداء طويلة الشعر (Bbll, Bbll) كما يوجد طابعان وراثيان للأبيض قصير الشعر (bbLL, bbLl) بينما يوجد طابع وراثي واحد فقط يعطي الطابع الظاهري الأبيض طويل الشعر (bbll).

والطابع الوراثي الهجين الثنائي هو ذلك التركيب الخليط في موقعين، وتعطي الهجن الثنائية أربع أعراس مختلفة وراثياً، بتكرارات متساوية تقريباً ويرجع ذلك إلى الترتيب العشوائي لأشفاغ الصبغيات غير النظيرة على الصفيحة الاستوائية في الدور الاستوائي من الانقسام الاختزالي الأول.

مثال : الهجين الثنائي لخنازير غينيا أسود قصير الشعر (BbLl) ينتج أربعة طرز من الأعراس بنسب متساوية.

الأعراس	التكرار
B L =BL	1/4

ويمكننا فيما يلي تلخيص الأعراس التي يعطيها كل طابع من الطوابع الوراثة التسعة الممكنة والمتضمنة لشفعين من المورثات ذات التوزيع الحر:

الطوابع الوراثة	الأعراس وتكراراتها النسبية
BBLL	BL%100
BbLl	1/2BL:1/2Bl
BBll	100%Bl
BbLL	1/2BL:1/2bL
BbLl	1/4BL:1/4Bl:1/4bL:1/4bl
Bbll	1/2Bl:1/2bl
bbLL	bL%100
bbLl	1/2bL:1/2bl
bbll	bl%100

ووفق هذه القوانين نستنتج مايلي من الجلسة :

عندما قام ماندل التهجين بين سلالتين تختلفان عن بعضهما البعض بزواج واحد من المورثات (هجونة أحادية):

1- كل أفراد  $F_1$  متشابهة وتحمل مظهر واحد.

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.

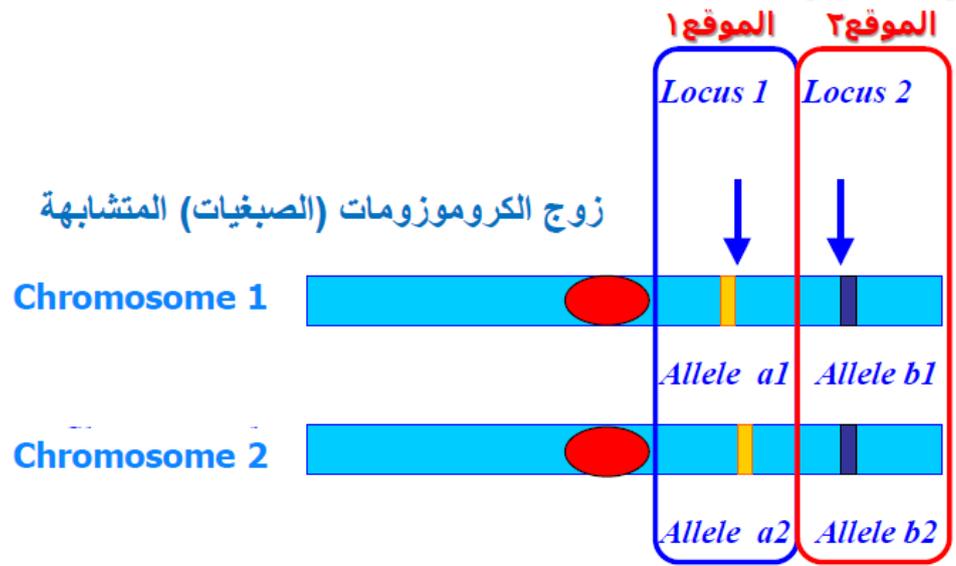
3- الصفة التي اختفت في  $F_1$  ، عادت وظهرت بنسل  $F_2$  بنسبة 25% .

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

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

6- يختفي أثر المورثة المسؤولة عن الصفة المتحية في  $F_1$  ولكن المورثة لا تزول ولا تتحطم، يعود ويظهر أثرها في  $F_2$  .

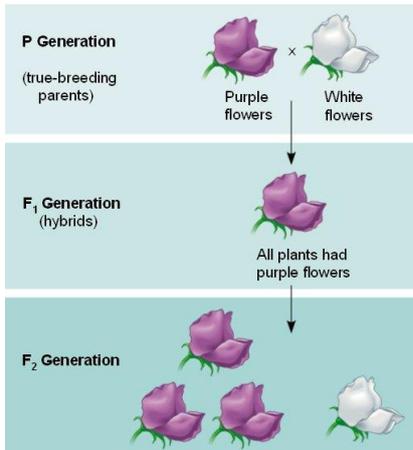
7- الصفة يحكمها زوج من المورثات القرينة (النظيرة - الأليل)، محمولة على زوج من الصبغيات القرينة (الشقيقة- المتشابهة- النظيرة) في النباتات الثنائية الصيغة الصبغية.



### زوج من الصبغيات (الكروموزومات) في خلية واحدة

8- يرمز للمورثة المسؤولة عن الصفة السائدة بحرف كبير (B) ، والمورثة المسؤولة عن الصفة المتنحية بحرف

صغير (b).



9- أنواع السيادة :

أ- السيادة التامة :

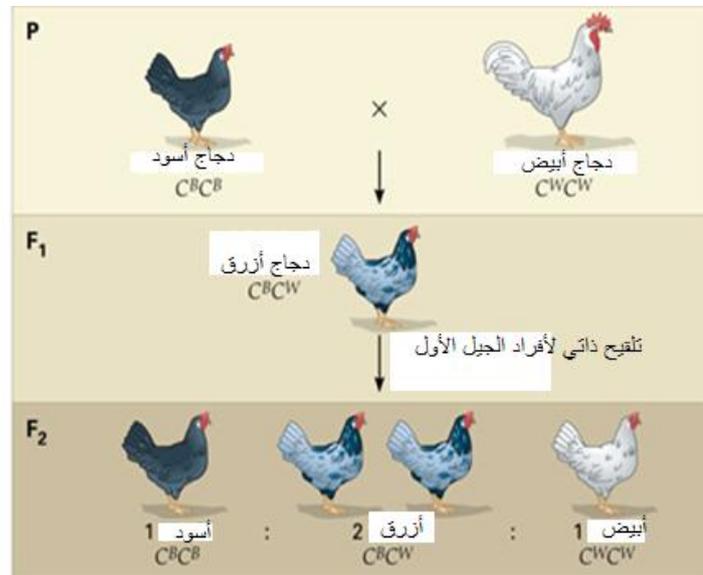
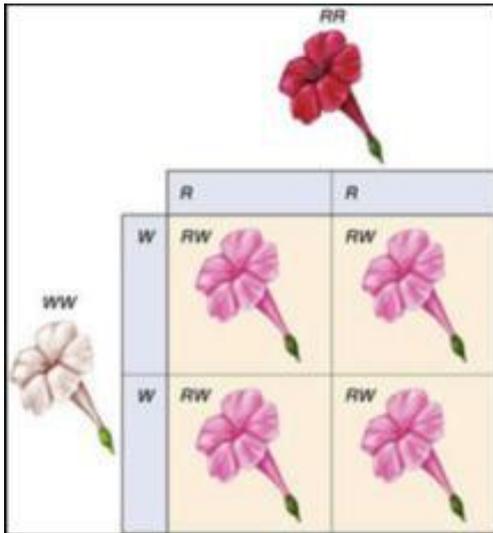
نسبة الطواع الوراثية : 1:2:1

نسبة الطواع الظاهرية : 3:1

ب- السيادة غير التامة (الناقصة-الوسطية):

نسب الطواع الوراثية : 1 : 2 : 1

نسب الطواع المظهرية: 1 : 2 : 1



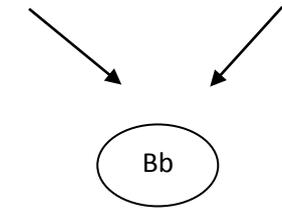
ج- السيادة المشتركة أو المتساوية : زمرة الدم عند الإنسان AB

**مسألة 1:** الفراء الاسود لخنازير غينيا صفة سائدة ، واللون الابيض هو الصفة المتنحية . فإذا لقح فرد اسود نقي من خنازير غينيا مع فرد ابيض. ماهي نسبة الافراد سوداء اللون الخليطة المتوقعة في الجيل الثاني؟

• الطابع الظاهري P : أسود × ابيض

• الطابع الوراثي G : BB × bb

• الاعراس G : B b



الطابع الوراثي ل F1 :

الطابع الظاهري: أسود

النسبة : %100

F1 × F1

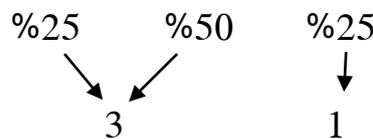
الطابع الظاهري : أسود هجين × أسود هجين

الطابع الوراثي: Bb × Bb

الاعراس G : (1/2 B + 1/2 b) × (1/2 B + 1/2 b)

الطابع الوراثي للجيل الثاني: BB 2 Bb bb

الطابع الظاهري: أبيض نقي أسود هجين أسود نقي



النسبة :

نسب الطابع المظهرية:

**مسألة 2:** ( القرائن متعادلة السيادة (ذات السيادة المشتركة):

تمثل ألوان الجلد في قطيع الشورتهورن من الماشية نموذجاً تقليدياً للأليلات المتعادلة السيادة فاللون الأحمر محكوم بالتركيب الوراثي  $C^R C^R$  والقرميدي (خليط من الأحمر والابيض) بالتركيب  $C^R C^W$ ، والابيض بالتركيب

$C^W C^W$

A . إذا لقحت افراد الشورتهورن لونها قرميدي مع بعضه البعض، فما هي الاشكال الظاهرية ونسبها والتراكيب الوراثية؟  
 B . اذا لقحت افراد حمراء مع اخرى قرميدية و تركت افراد الجيل الاول لتلقح بعضها لإنتاج الجيل الثاني ، ما هي نسبة افراد الجيل الثاني من المتوقع أن يكون لونها قرميدي وكذلك لبقية الالوان؟

A . الطابع الظاهري P: قرميدي × قرميدي

G: الطابع الوراثي  $C^R C^W \times C^R C^W$

الأعراس  $(1/2 C^W + 1/2 C^R) \times (1/2 C^W + 1/2 C^R)$

F1  $1/4 C^W C^W$        $1/2 C^R C^W$        $1/4 C^R C^R$

الطابع الظاهري F1 : أحمر 25%      قرميدي 50%      أبيض 25%

النسبة الظاهرية : (1:2:1)

B . الطابع الظاهري: قرميدي × أحمر

الطابع الوراثي:  $C^R C^R \times C^R C^W$

الأعراس  $C^R (1/2 C^W + 1/2 C^R)$

F1 الطابع الوراثي  $1/2 C^R C^W : 1/2 C^R C^R$

F1 الطابع الظاهري أحمر : قرميدي

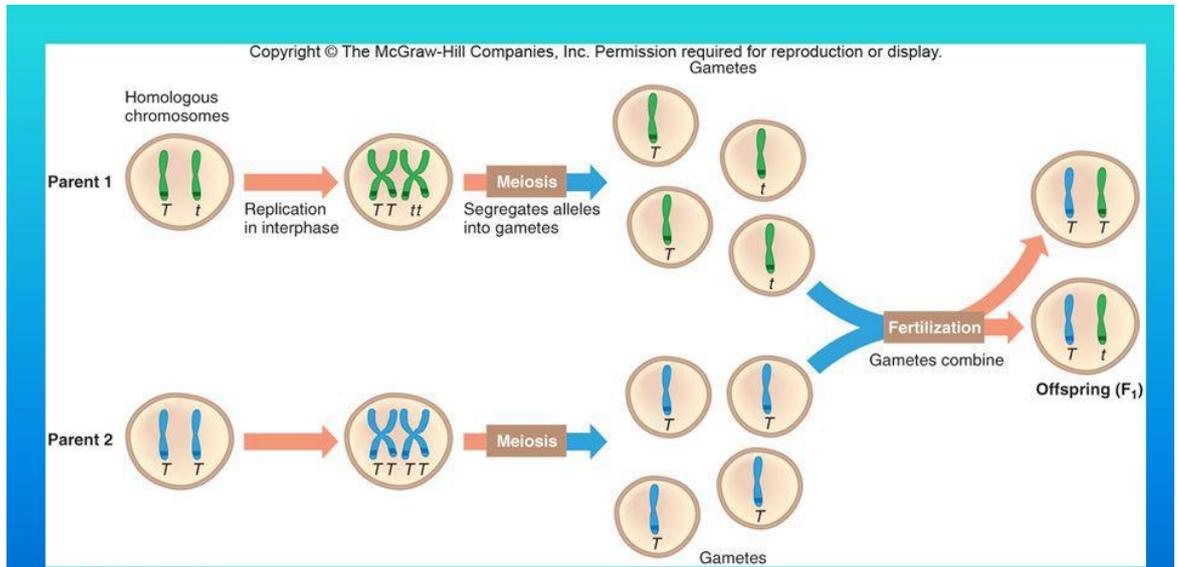
تركت أفراد الجيل الأول لتلقح بعضها فتكون الاحتمالات كالتالي:

	$1/2C^{RCR}$	$1/2C^{RCW}$
$1/2C^{RCR}$	$1/4 C^{RCR} \times C^{RCR}(1)$	$1/4 C^{RCR} \times C^{RCW}(2)$
$1/2C^{RCW}$	$1/4 C^{RCR} \times C^{RCW}(2)$	$1/4 C^{RCW} \times C^{RCW}(3)$

وبالتالي يمكن تلخيص الطوابق الوراثية الناتجة في الجيل الثاني عن طراز التزاوج المشار إليها بالجدول السابق:

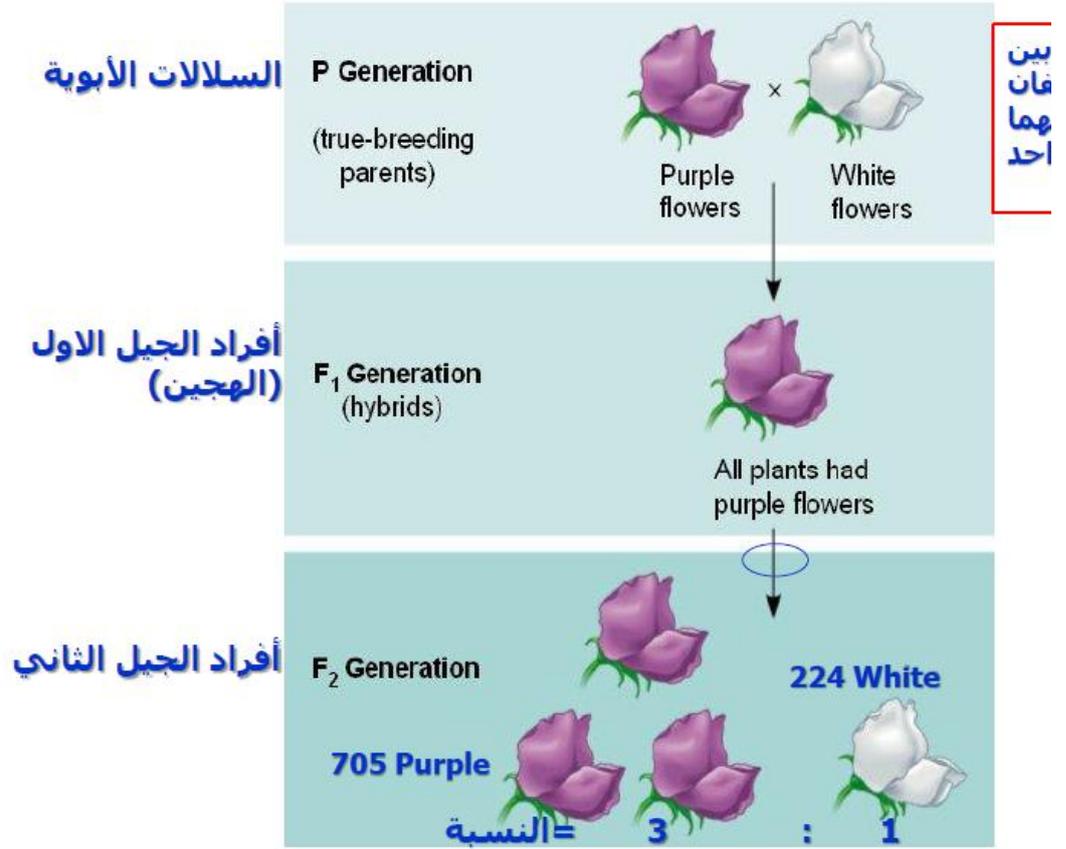
طراز التزاوج	تكرار التزاوج	الطوابق الوراثية لنسل الجيل الثاني		
		$C^{RCR}$	$C^{RCW}$	$C^WC^W$
$(1) C^{RCR} \times C^{RCR}$	1/4	1/4	0	0
$(2) C^{RCR} \times C^{RCW}$	1/2	1/4	1/4	0
$(3) C^{RCW} \times C^{RCW}$	1/4	1/16	1/8	1/16
	المجموع	9/16	6/16	1/16
	الطوابق الظاهرية	أحمر	قرميدي	أبيض

بالتالي نسبة الأفراد ذات اللون القرميدي  $6/16=3/8$ .



### قانون ماندل الأول والثاني

## الهجونة الاحادية Mono-hybridism



## الوظيفة

مسألة (1):

يوجد زوج من المورثات يحكم طول الساق في نبات البازلاء مورثة سائدة تنتج الساق الطويل (L) ومورثة متنحية تنتج الساق القصير ( I ) ، أوجد الطرز الممكنة للتزاوج بين التراكيب الوراثية الثلاثة مع ذكر الطابع الظاهرية.

مسألة (2):

يحكم لون فراء الثعالب الأسود الفضي مورثة متنحية هو ( b ) بينما يحكم اللون الأحمر المورثة السائدة ( B ) عين النسب الوراثية والظاهرية من التلقينات التالية:

أحمر خليط × أحمر أصيل نقي

أسود فضي × أحمر خليط

أسود فضي × أحمر نقي

مسألة (3):

ينتج لون فراء خنازير غينيا الأصفر في وجود الطابع الوراثي الأصيل ( C<sup>Y</sup> C<sup>Y</sup> ) واللون الكريمي بوجود الطابع الوراثي الخليط ( C<sup>Y</sup> C<sup>W</sup> ) واللون الأبيض بوجود الطابع الوراثي الأصيل ( C<sup>W</sup> C<sup>W</sup> ) ماهي نسبة الطابع الوراثية والظاهرية التي من المحتمل أن تنتج عند تلاقح أفراد لونها كريمي مع بعضها البعض؟

{انتهت الجلسة}