

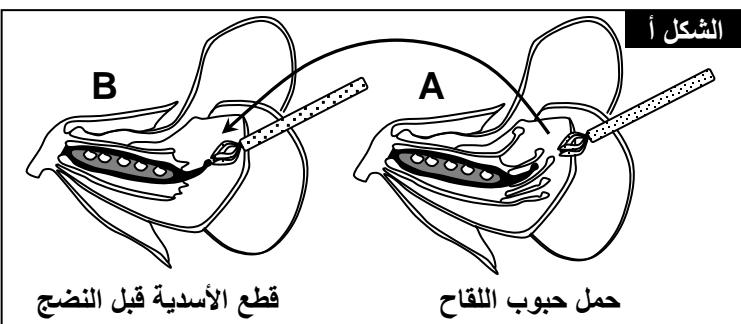
القوانين الإحصائية لانتقال الصفات الوراثية عند ثنائيات الصيغة الصبغية

الوثيقة 1: تجارب ماندل Mendel.



JOHANN GREGOR MENDEL

★ اختار Mendel لهذه الدراسة نبات الجلبانة الذي يظهر صفات متعارضة (بذور صفراء أو حضراء، أزهار بيضاء أو بنفسجية، بذور ملساء أو متعددة) فقام بزرع سلالتين نقبيتين من نبات الجلبانة، تتميز السلالة الأولى ببذور ملساء *Graines lisses* والسلالة الثانية ببذور متعددة (*Graines ridées*). ولضمان الإخصاب المتبادل بين هاتين السلالتين منع Mendel الإخصاب الذاتي الذي يتم بصورة طبيعية قبل تفتح أزهار الجلبانة وذلك بقطع الأسدية *Les étamines* قبل نضجها في مستوى الأزهار المستقبلة لحبوب اللقاح من أزهار أخرى (أنظر الشكل أ). نتج عن هذا التزاوج تشكل بذور كلها ملساء تكون الجيل الأول الذي سوف نرمز له بـ F_1 .



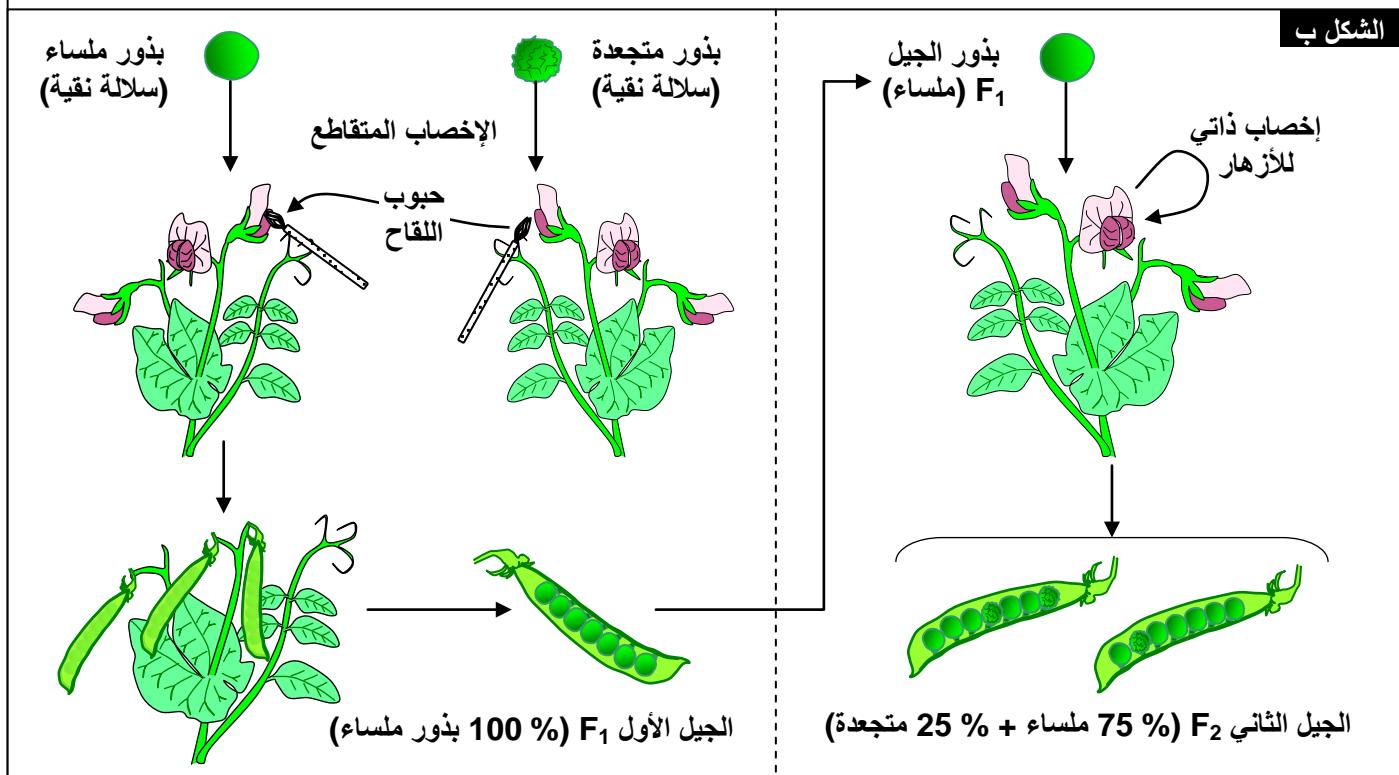
الشكل أ

★ قام Mendel بإحداث تزاوج بين أفراد الجيل الأول ($F_1 \times F_1$) بنفس الطريقة السابقة فحصل على الجيل الثاني F_2 مكون من 75 % من بذور ملساء، و25 % من بذور متعددة. (أنظر الشكل ب). قام Mendel بعد ذلك بزرع بذور الجيل F_2 تاركاً أزهارها تلتح ذاتياً.

حصل ماندل على النتائج التالية:

- ✓ البذور المتعددة F_2 تعطي 100 % من البذور المتعددة.
- ✓ 25 % من البذور الملساء أفراد الجيل F_2 تعطي 100 % من البذور الملساء.
- ✓ 50 % من البذور الملساء أفراد الجيل F_2 يعطون 75 % من البذور ملساء و25 % من البذور المتعددة.

- (1) ماذا تستنتج من تحليل نتائج تجربة ماندل؟
- (2) أعط التأويل الصبغي لنتائج تجربة ماندل، آخذاً بعين الاعتبار معطيات جدول الوثيقة 2 حول الترميز.



الوثيقة 2: معطيات حول الترميز.

⇨ نرمز للمظهر الخارجي لفرد ما بالحرف الأول اللاتيني من التسمية الفرنسية للصفة المدروسة. ويكتب هذا الحرف بين معقوقتين وبكتابة كبيرة Majuscule عندما تكون الصفة سائدة Dominante، وبكتابة صغيرة Récessif عندما تكون الصفة متحية Minuscule.

مثال : بذور ملساء [L] ، بذور متجعدة [l].

⇨ نرمز للحليلات المسئولة عن صفة ما كما هو الشأن بالنسبة للمظهر الخارجي بالحرف الأول اللاتيني من التسمية الفرنسية لهذه الصفة.

⇨ نرمز للنمط الوراثي بالشكل التالي: L//L حيث يمثل الخطان الزوج الصبغي الذي يحمل الحليلين كما نرمز لكل حليل بحرف.

مثال: النمط الوراثي للبذور المتجعدة هو : r//r والنمط الوراثي للبذور الملساء هو lma//l أو l//l.

⇨ تعريف بعض المفاهيم :

✓ السلالة النقية: تكون السلالة نقية بالنسبة لصفة معينة، عندما تنتقل هذه الصفة من جيل إلى آخر دون تغيير.

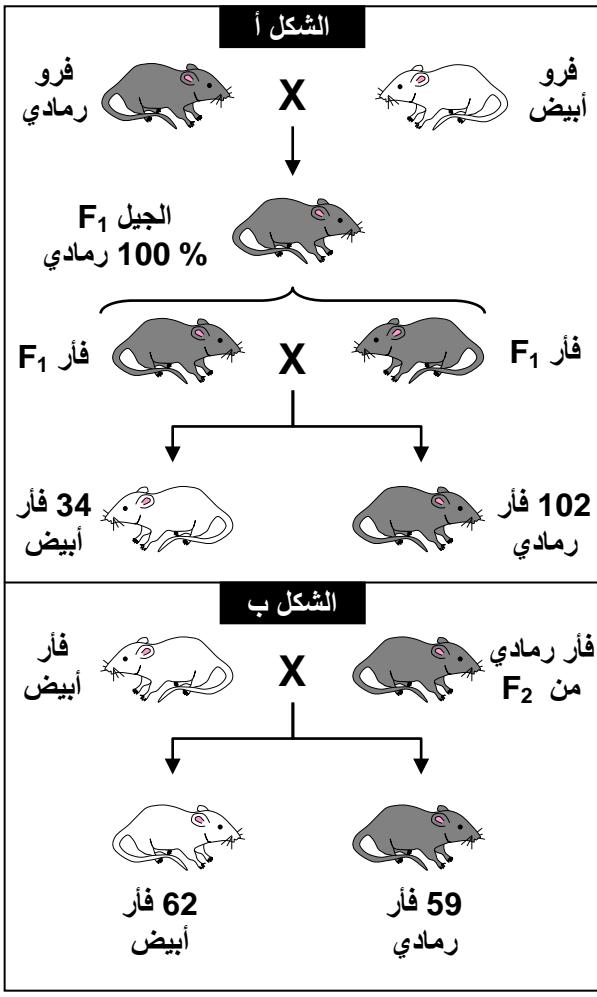
✓ السلالة المتواحشة: السلالة ذات الصفة المرجعية الأكثر حضورا في الطبيعة.

✓ التهجين: تزاوج طبيعي أو اصطناعي بين حيوانات أو نباتات من أنواع أو سلالات مختلفة، ينتج عنه أفراد هجاء.

✓ المظهر الخارجي: هو الشكل الظاهر أو المعبر عنه لصفة معينة.

✓ النمط الوراثي: حليلات المورثة المتحكمة في الصفة المدروسة، وعند ثانية الصبغية الصبغية تكون كل مورثة ممثلة بحليلين، حليل على كل صبغي من الصبغيات المتماثلة. وهذا يكون الفرد إما متشابه الاقتران عندما يكون الحليلان متشابهان، أو مختلف الاقتران، عندما يكون الحليلان مختلفان.

الوثيقة 3: دراسة تجريبية لانتقال صفة لون الفرو عند الفئران



عند ظهور نتائج Mendel (1866)، حاول هذا الباحث تطبيق مبادئه على الحيوانات، فدرس انتقال صفة لون الفرو، أحد هما ذو فرو أبيض والآخر ذو فرو رمادي. يعطي التزاوج بين فئران إحداها رمادية والأخرى بيضاء (سلالة الآباء P)، خلفاً متجانساً مكون فقط من فئران رمادية اللون (الجيل الأول F₁). يقوم بتزاوج أفراد F₁ مع بعضها فتحصل على الجيل الثاني F₂. يتكون من فئران رمادية وفئران بيضاء (انظر الشكل أ).

1) حدد نمط التزاوج المنجز.

2) عرف السلالة النقية.

3) حل النتائج المحصل عليها في F₁ وفي F₂.

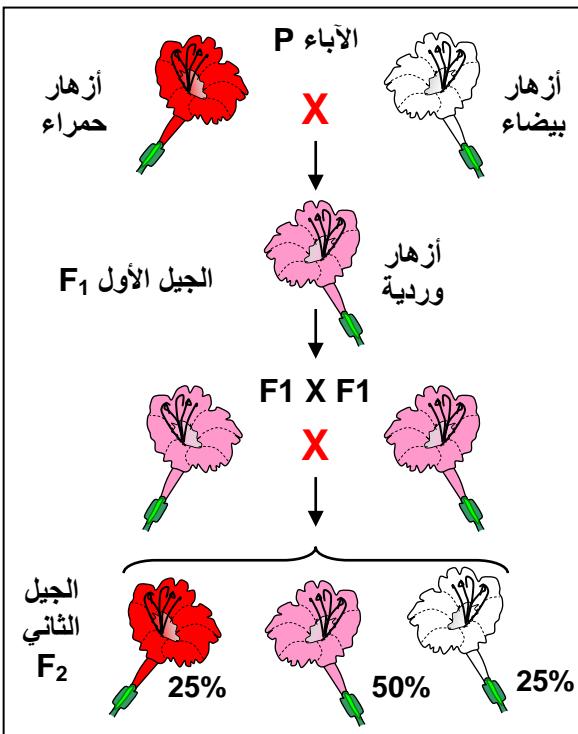
4) فسر صبغياً النتائج المحصل عليها في كل من F₁ و F₂.

من أجل التأكيد من نقاوة سلالة الفئران ذات اللون الرمادي في الجيل الثاني F₂، يقوم بإجراء تزاوج بين فرد رمادي من F₂ وفرد آخر أبيض، فتحصل على خلف يضم فئران رمادية وفئران بيضاء كما هو ممثل على الشكل ب.

5) ماذا نسمي هذا النوع من التزاوج؟ ماذا تستنتج من تحليل نتيجة هذا التزاوج؟

هذا الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma :

الوثيقة 4: التهجين عند نبات شب الليل:



قصد دراسة ظاهر آخر لكيفية انتقال الصفات الوراثية وتعبيرها، تم إجراء تزاوج عند نبات شب الليل *Mirabilis jalapa*، حيث تم إنجازه بين سلالتين نقيتين من نبات شب الليل، الأولى ذات أوراق توبيخية حمراء *Rouge*، والثانية ذات أوراق توبيخية بيضاء *Blanche*، فتم الحصول على نباتات هجين ذات أوراق توبيخية وردية *Rose* تمثل الجيل الأول F₁ (انظر الرسم أدناه). نشير إلى أنه تم اعتماد الإخصاب المتقاطع، لتجنب حدوث إخصاب ذاتي لنفس الأزهار.

(2) حل هذه النتائج، ثم استنتاج.

يعطي تزاوج نباتات F₁ فيما بينها جيل ثان F₂ غير متجانس ومكون من 25% نباتات ذات أزهار بيضاء و25% نباتات ذات أزهار حمراء و50% نباتات ذات أزهار وردية.

(3) فسر صبغيا النتائج المحصل عليها في F₁ وفي F₂.

الوثيقة 5: دراسة صفة مرتبطة بمورثة مميزة عند الفئران:

نقوم بتجزء سلالتين من فئران صفراء *Jaune*، فنحصل على خلف غير متجانس يضم: 202 فأر أصفر و98 فأر رمادي *Gris*.

(1) ماذا يمكنك استنتاجه من خلال نتائج هذا التزاوج؟ علل جوابك؟

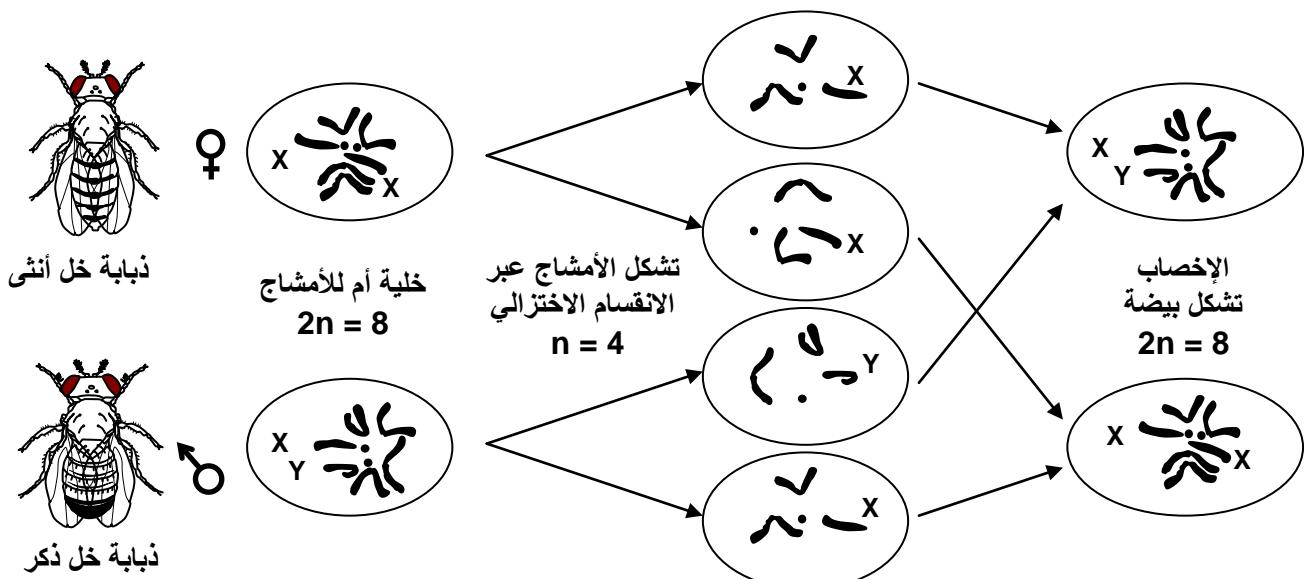
(2) أحسب نسبة الأنماط المحصل عليها. ماذا تلاحظ؟

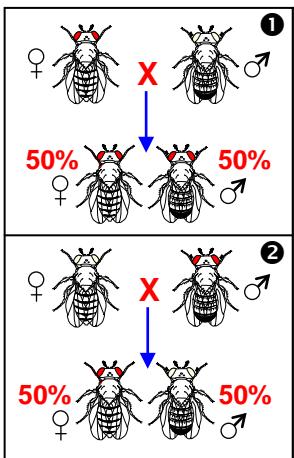
(3) فسر صبغيا هذه النتائج علما أنه لوحظ في رحم الأم فأر صفراء ميّة.

الوثيقة 6: دور الصبغيات الجنسية في تحديد الجنس:

استعمل Morgan في تجاربها حول انتقال الصفات الوراثية ذبابة الخل *Drosophila*، وذلك نظراً لخصوصياتها المتجالية في نموها في أواسط بسيطة وقصر دورة نموها وقلة عدد صبغياتها (2n = 8). خلال تجارب التهجين عند ذبابة الخل، لاحظ العالم Morgan، اختلافاً في النتائج المحصل عليها بمجرد تغيير جنس الأفراد المترابجين، فاستنتج على أنه ليست كل الصفات الوراثية محمولة على صبغيات لاجنسية، بل أن بعضها يكون محمولاً على الصبغيات الجنسية. تعطي الوثيقة أدناه رسمياً تخطيطياً توضيحاً لدور الصبغيات الجنسية في تحديد الجنس عند ذبابة الخل.

انطلاقاً من تحليل معطيات هذه الوثيقة، صف سلوك الصبغيات الجنسية أثناء الانقسام الاختزالي والإخصاب.





الوثيقة 7: دراسة انتقال صفة لون العيون عند ذبابة الخل:

نجز تزاوجات بين سلالتين نقيتين من ذباب الخل تختلفان بلون العيون، الأولى متوجهة ذات عيون حمراء Rouge وسلالة طافرة ذات عيون بيضاء Blanche.

★ التزاوج الأول ①: تم بين أنثى ذات عيون حمراء وذكر ذو عيون بيضاء فحصلنا في الجيل الأول F_1 على أفراد كلهم بعيون حمراء.

1) ماذا تستخلص من نتائج هذا التزاوج؟

★ التزاوج الثاني ②: تزاوج عكسي تم بين أنثى ذات عيون بيضاء وذكر ذو عيون حمراء. فحصلنا على جيل F_1 مكون من 50% إناث بعيون حمراء و50% ذكور بعيون بيضاء.

2) حل هذه النتائج؟ ماذا تستنتج؟

3) أعط تفسيراً صبغياً للنتائج المحصل عليها.

الوثيقة 8: دراسة انتقال صفتين متعارضتين عند نبات الجلبانة:

قام العالم Mendel بمتزاوج سلالتين نقيتين من نبات الجلبانة تختلفان بصفتين، شكل ولون البذرة: الأولى ملساء Jaune وصفراء Verte. والسلالة الثانية متتجدة Ridée وخضراء Lisse. فحصل في الجيل الأول F_1 على بذور كلها ملساء وصفراء.

1) ماذا تستنتج من تحليل نتائج هذا التزاوج؟

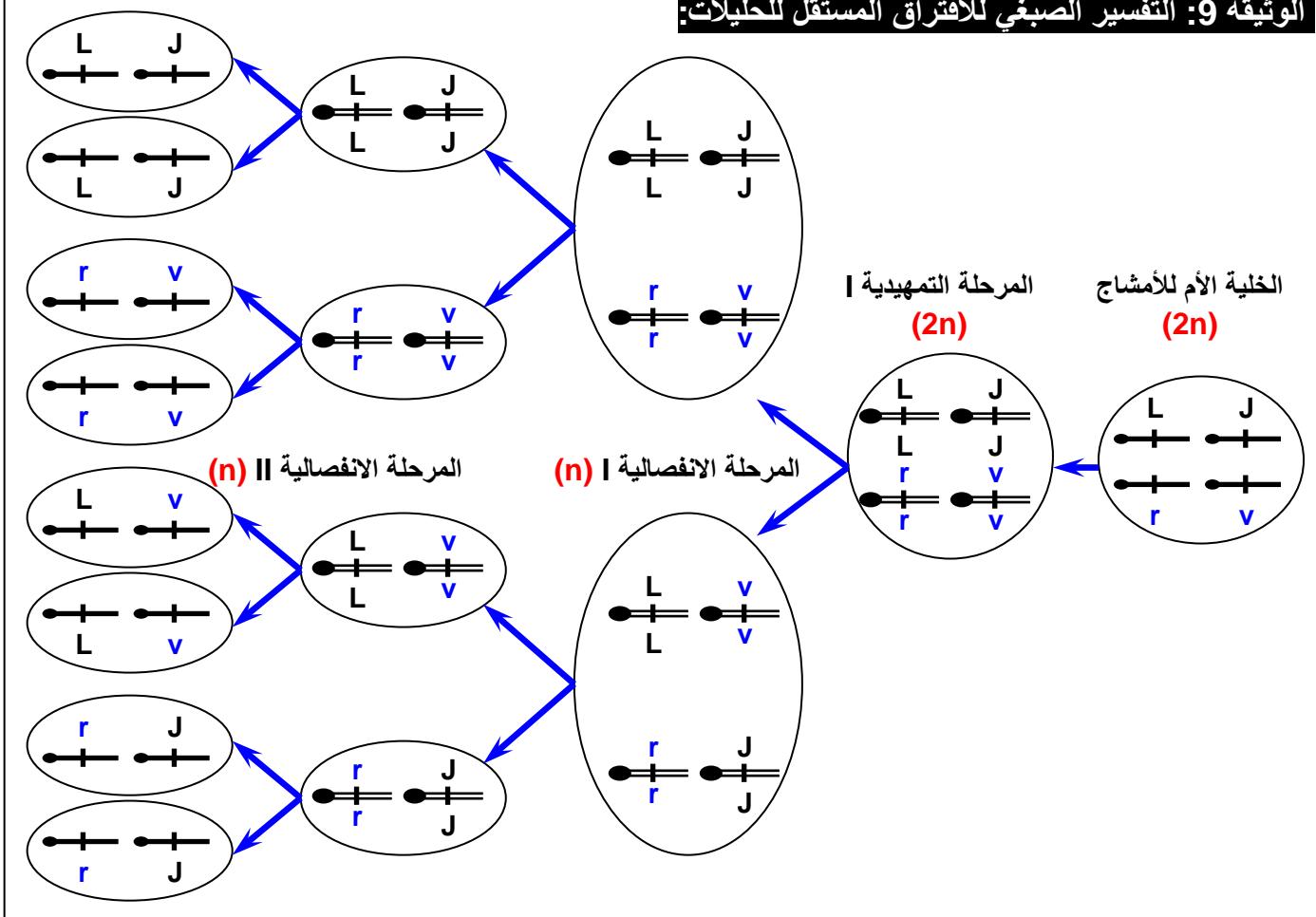
قام Mendel بزرع بذور من F_1 وترك الأزهار تتلقيح ذاتياً، وبعد الإثمار جني بذور الجيل F_2 فحصل على 556 بذرة تتوزع كالتالي:

بذرة خضراء وملساء	101	★	بذرة صفراء وملساء	315	★
بذرة خضراء ومتتجدة	32	★	بذرة صفراء ومتتجدة	108	★

2) أحسب النسبة المئوية المحصل عليها في الجيل F_2 .

3) فسر صبغياً نتائج F_1 و F_2 ، مستعملاً الرموز: أحضر (J,L) ، أصفر (V,V) ، ملمس (I,I) ، متتجعد (R,r) .

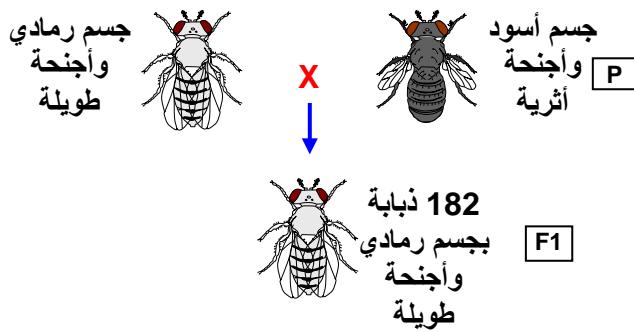
الوثيقة 9: التفسير الصبغي للافترق المستقل للحييلات:



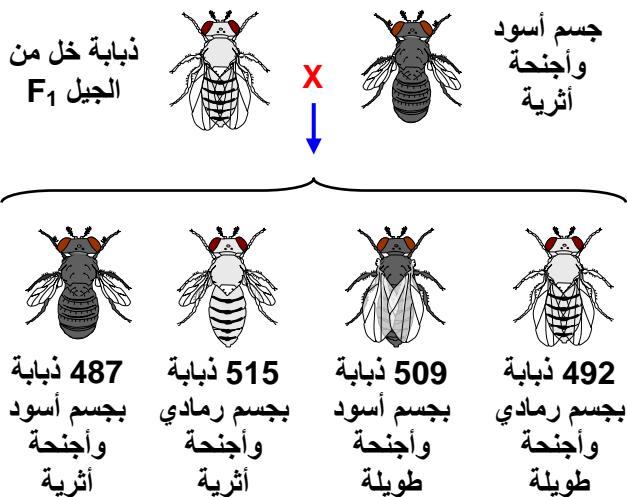
الوثيقة 10: شبكة التزاوج: أتمم الشبكة وذلك بتحديد الأنماط الوراثية والمظاهر الخارجية لأفراد الجيل F_2 .

r	v	r	J	L	v	L	J	♂	♀
— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —		
[,]	[,]	[,]	[,]	[,]	[,]	[,]	[,]		
[,]	[,]	[,]	[,]	[,]	[,]	[,]	[,]		
[,]	[,]	[,]	[,]	[,]	[,]	[,]	[,]		
[,]	[,]	[,]	[,]	[,]	[,]	[,]	[,]		
[,]	[,]	[,]	[,]	[,]	[,]	[,]	[,]		
[,]	[,]	[,]	[,]	[,]	[,]	[,]	[,]		
[,]	[,]	[,]	[,]	[,]	[,]	[,]	[,]		
[,]	[,]	[,]	[,]	[,]	[,]	[,]	[,]		

التزاوج الأول



التزاوج الثاني



الوثيقة 11: دراسة الهجينة الثانية عند ذبابة الخل:

نقوم بتزاوج أول عند سلالتين نقبيتين من ذبابة الخل (أنظر الرسوم التخطيطية أمامه)، الأولى ذات جسم رمادي وأجنحة طويلة *Gris Longues*. والثانية ذات جسم أسود حalk *Eben* وأجنحة أثيرة *Véstigiales*. نحصل في الجيل الأول F_1 على 182 ذبابة خل رمادية ذات أجنحة طويلة.

(1) ماذا تستنتج من تحليل نتائج هذا التزاوج؟

نقوم بعد ذلك بتزاوج ثانٍ بين ذبابة خل من الجيل الأول F_1 وذبابة خل ذات جسم أسود حalk وأجنحة أثيرة. فنحصل على النتائج الممثلة على الرسم أمامه.

(2) كيف نسمى هذا النوع من التزاوج؟ وما هي الغاية منه؟

(3) أحسب النسب المئوية للأنواع المحصل عليها في F_2 . ماذا تستنتج؟

(4) فسر صبغيا نتائج التزاوجين، مستعملا الرموز: رمادي (*G,g*), أسود (*E,e*), طولية (*L,l*), أثيرة (*V,v*).

الوثيقة 12: دراسة الهجنة الثانية عند ذبابة الخل:

نقوم بتزواج سلالتين نقيتين من ذبابة الخل تختلفان بزوجين من الصفات. الأولى ذات أجنة عادية **Normal** وعيون **Rouge** والأخرى ذات أجنة مقورة **Tronqué** وعيون بنية **Brun**. نحصل في الجيل الأول F_1 على خلف متجانس ذو مظهر خارجي بأجنة عادية وعيون حمراء.

1) ماذا تستنتج من تحليل هذه النتائج؟

نقوم بتزواج ثانى بين أنثى هجينه من F_1 وذكر ثانى التنجي، فحصلنا في الجيل الثاني F_2 على:

★ 400 ذبابة خل ذات أجنة مقورة وعيون بنية. ★ 109 ذبابة خل ذات أجنة عادية وعيون بنية
★ 111 ذبابة خل ذات أجنة عادية وعيون حمراء. ★ 410 ذبابة خل ذات أجنة مقورة وعيون حمراء.

2) ماذا نسمي هذا النوع من التزاوج وما هي الغاية منه؟

3) حدد نسب الأفراد المحصل عليها في F_2 . ماذا تستنتج؟

4) أعط تفسيراً صبغياً لهذه النتائج.

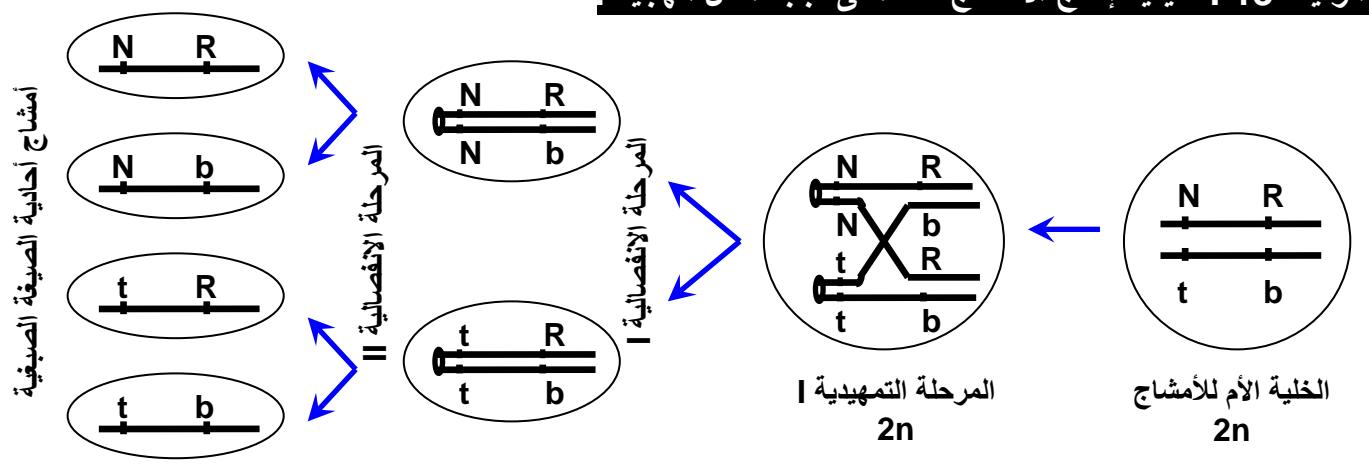
نقوم بتزواج ثالث بين أنثى ذات أجنة عادية وعيون بنية مع ذكر F_1 ذو أجنة عادية وعيون حمراء. فحصلنا على الجيل F'_2 مكون من:

★ 170 ذبابة خل ذات أجنة عادية وعيون حمراء ★ 175 ذبابة خل ذات أجنة مقورة وعيون بنية.

5) حدد نسب الأفراد المحصل عليها في F'_2 . ماذا تلاحظ؟

6) كيف تفسر هذه النتيجة؟

الوثيقة 13 : كيفية إنتاج الأمشاج عند أنثى ذبابة الخل الهجينة:



الوثيقة 14: دراسة الهجنة الثانية عند نبات الطماطم:

نقوم بتزواج سلالتين نقيتين من الطماطم، تختلفان بزوجين من الصفات . الأولى سهلة الجنى وحساسة لطفيلي **stemphyllium** والأخرى صعبة الجنى ومقاومة لهذا الطفيلي. نحصل في الجيل الأول F_1 على خلف متجانس يتكون من طماطم صعبة الجنى ومقاومة لطفيلي.

1) ماذا تستنتج من تحليل هذه النتائج؟

نقوم بتزواج ثانى بين طماطم ثنائية التنجي وطماطم هجينه من F_1 ، فحصلنا في الجيل الثاني F_2 على:

★ 39 % من الطماطم سهلة الجنى وحساسة لطفيلي. ★ 11 % من الطماطم سهلة الجنى ومقاومة لطفيلي.
★ 11 % من الطماطم صعبة الجنى وحساسة لطفيلي. ★ 39 % من الطماطم صعبة الجنى ومقاومة لطفيلي.

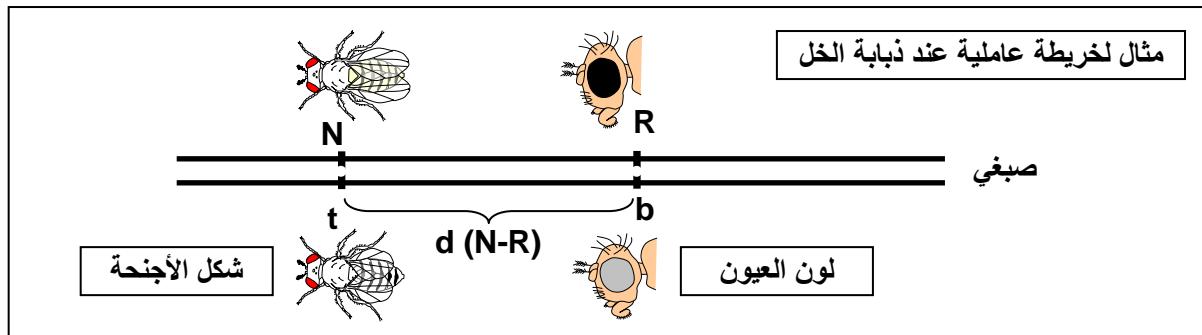
2) ماذا نسمي هذا النوع من التزاوج وما هي الغاية منه؟

3) ماذا تستنتج من النسب المحصل عليها في هذا التزاوج؟

4) أعط تفسيراً صبغياً لهذه النتائج.

الوثيقة 15: قياس المسافة بين مورثتين ووضع الخريطة العاملية (La carte factorielle)

لقد لاحظ العالم الأمريكي Thomas Hunt Morgan أنه في حالة تزاوج سلالتين مختلفان بصفتين في حالة مورثتين مرتبطتين، فإن نسبة التركيبات الجديدة الناتجة عن هذا التزاوج تكون دائماً ثابتة. انطلاقاً من هذه الملاحظة افترض Morgan أن موقع المورثة فوق الصبغي يكون دائماً ثابتاً. فوضع علاقة بين نسبة التركيبات الجديدة ونسبة احتمال حدوث عبور صبغي. إذ كلما كبرت المسافة بين مورثتين إلا وارتفعت نسبة احتمال حدوث العبور وبالتالي ارتفعت نسبة التركيبات الجديدة. ومنه فإن نسبة التركيبات الجديدة تمكننا من تحديد المسافة الفاصلة بين مورثتين، وبالتالي إنجاز الخريطة العاملية.



لقياس المسافة بين مورثتين، استعمل $1\% = 1\text{CMg} = \text{CMg}$ وحدة Morgan (Centimorgan)، بحيث أن $d(a-b)$ هي المسافة بين التركيبات الجديدة. وهكذا فالمسافة الفاصلة بين مورثتين a و b هي $d(a-b)$.

$$d(a-b) = \frac{\text{عدد الأفراد ذوي التركيبات الجديدة}}{\text{العدد الإجمالي للأفراد}} \times 100$$

باستئنار هذه المعطيات ومعطيات تمرين الوثيقة 12:

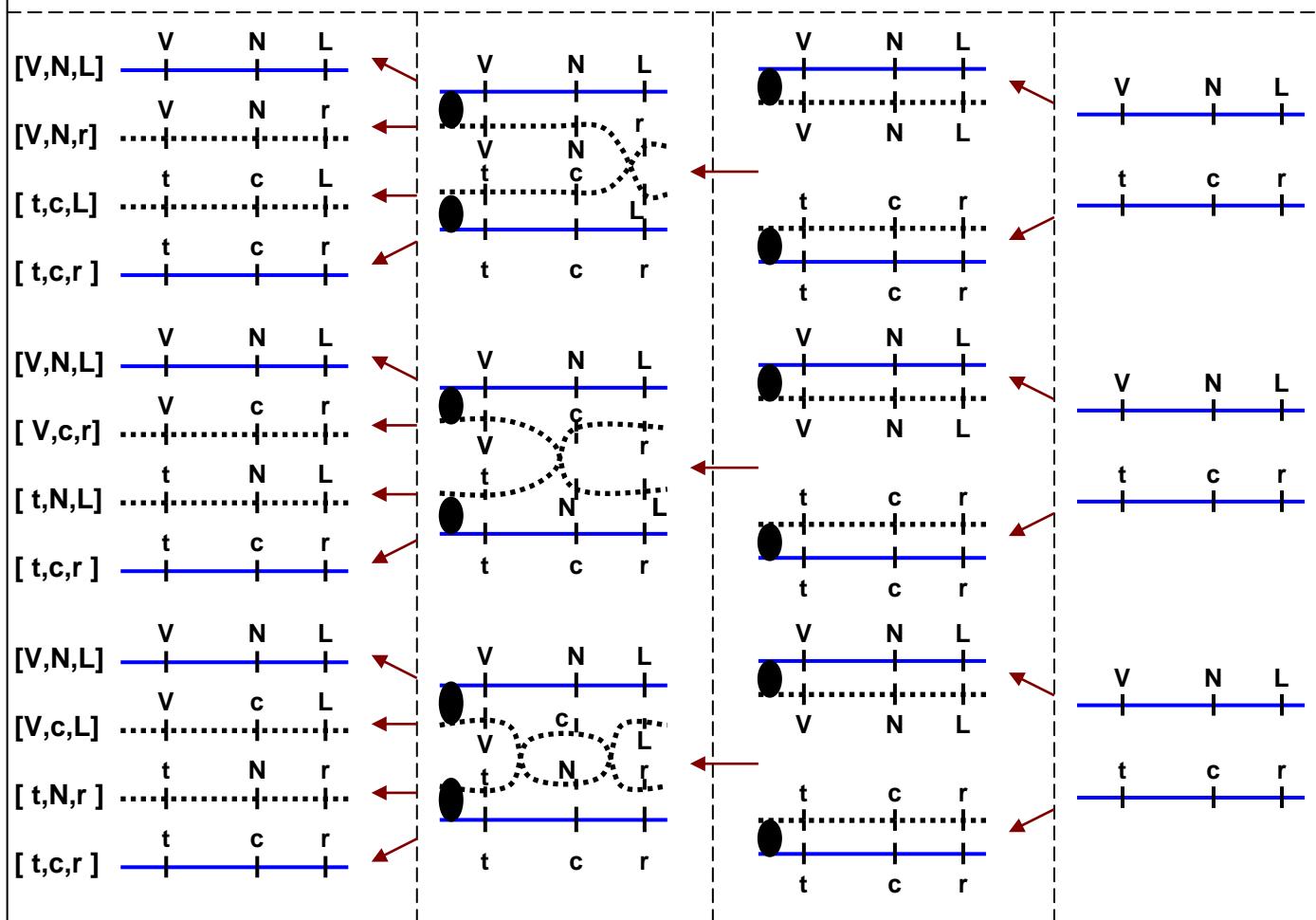
- 1) أحسب المسافة بين المورثتين لون العيون وشكل الأجنحة $d(N - R)$.
- 2) أنجز الخريطة العاملية.

الوثيقة 16: تحديد التموضع النسبي للمورثات لدى نبات الطماطم

تم التزاوج بين سلالتين نقيتين من الطماطم، سلالة (SM) ذات أوراق خضراء وقد عادي وثمار ملساء، مع سلالة (M) ذات أوراق مبقعة بالأصفر وقد قصير وثمار ناعمة. نحصل على جيل أول F_1 متجانس بأوراق خضراء وقد عادي وثمار ملساء. ويعطي التزاوج الراجع بين نبتة هجينية F_1 ونبتة من السلالة (M) النتائج التالية:

✓	417	نبتة ذات أوراق خضراء وقد عادي وثمار ملساء.
✓	425	نبتة ذات أوراق مبقعة وقد قصير وثمار ناعمة.
✓	16	نبتة ذات أوراق خضراء وقد عادي وثمار ناعمة.
✓	3	نبتة ذات أوراق خضراء وقد قصير وثمار ملساء.
✓	55	نبتة ذات أوراق مبقعة وقد عادي وثمار ناعمة.
✓	59	نبتة ذات أوراق مبقعة وقد قصير وثمار ملساء.
✓	5	نبتة ذات أوراق مبقعة وقد عادي وثمار ناعمة.
✓	20	نبتة ذات أوراق مبقعة وقد قصير وثمار ملساء.

- 1) ماذا تستنتج من تحليل نتائج التزاوج الأول؟
- 2) باستعمال الرموز التالية: قد عادي (N, n)، أوراق خضراء (V, v)، ثمار ملساء (L, l)، قد قصير (C, c)، أوراق مبقعة (T, t)، ثمار ناعمة (R, r). حدد المظاهر الخارجية المحصل عليها في الجيل الثاني F_2 ، مع حساب نسبة كل مظهر.
- 3) ماذا تستنتج من نتيجة التزاوج الراجع؟ وكيف تفسر ظهور التركيبات الجديدة عند نبات الطماطم؟
- 4) احسب المسافة بين المورثات المدروسة.
- 5) أنجز الخريطة العاملية $\text{La carte factorielle}$ بالنسبة للمورثات الثلاث.



الوثيقة 18: التهجين لدى ذبابة الخل.

تم تزاوج أول بين أنثى من ذباب الخل من سلالة نقية ذات جسم رمادي Gris وعيون ملساء Lisse وأجنحة كاملة Complètes مع ذكر من سلالة نقية ذو جسم أصفر Jaune وعيون حرشاء Jaunes وأجنحة مبتورة Tronquées. فحصلنا في الجيل F_1 على خلف متجانس ذو جسم رمادي، عيون ملساء، وأجنحة كاملة.

تم تزاوج ثانٍ بين أنثى من الجيل الأول F_1 مع ذكر من سلالة نقية ذو جسم أصفر، عيون حرشاء، وأجنحة مبتورة. فحصلنا في الجيل F_2 على 2880 ذبابة خل موزعة على 8 مظاهر خارجية:

- ▷ 1080 ذبابة خل ذات جسم رمادي، عيون ملساء، وأجنحة كاملة.
- ▷ 78 ذبابة خل ذات جسم أصفر، عيون ملساء، وأجنحة كاملة.
- ▷ 1071 ذبابة خل ذات جسم أصفر، عيون حرشاء، وأجنحة مبتورة.
- ▷ 66 ذبابة خل ذات جسم رمادي، عيون حرشاء، وأجنحة مبتورة.
- ▷ 293 ذبابة خل ذات جسم رمادي، عيون ملساء، وأجنحة مبتورة.
- ▷ 6 ذبابة خل ذات جسم رمادي، عيون حرشاء، وأجنحة كاملة.
- ▷ 282 ذبابة خل ذات جسم أصفر، عيون حرشاء، وأجنحة كاملة.
- ▷ 4 ذبابة خل ذات جسم أصفر، عيون ملساء، وأجنحة مبتورة.

(1) ماذا تستنتج من تحليل نتائج هذه التزاوجات؟

(2) عن ماذا يعبر تركيب الجيل F_2 ؟

باستعمال الرموز التالية: جسم رمادي (G,g)، عيون ملساء (l,l)، أجنحة كاملة (C,C)، جسم أصفر (j,J)، عيون حرشاء (R,r). أعطاء تفاصيلاً ص比亚ً لنتائج التزاوج الأول والتزاوج الثاني.

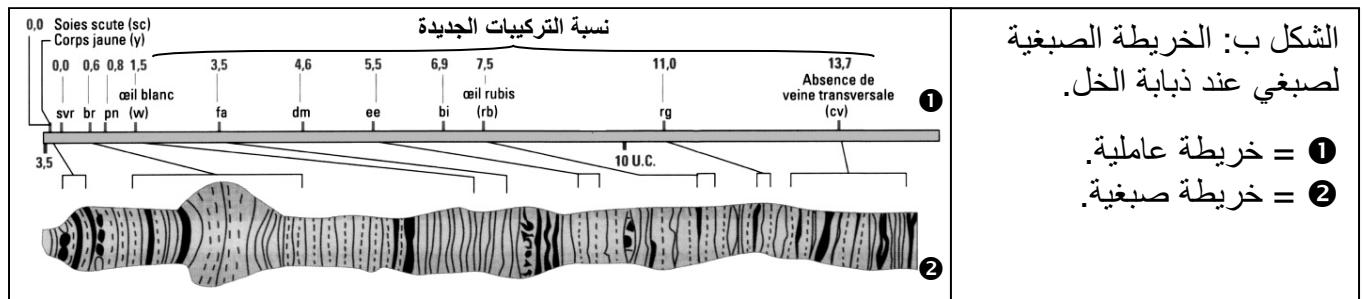
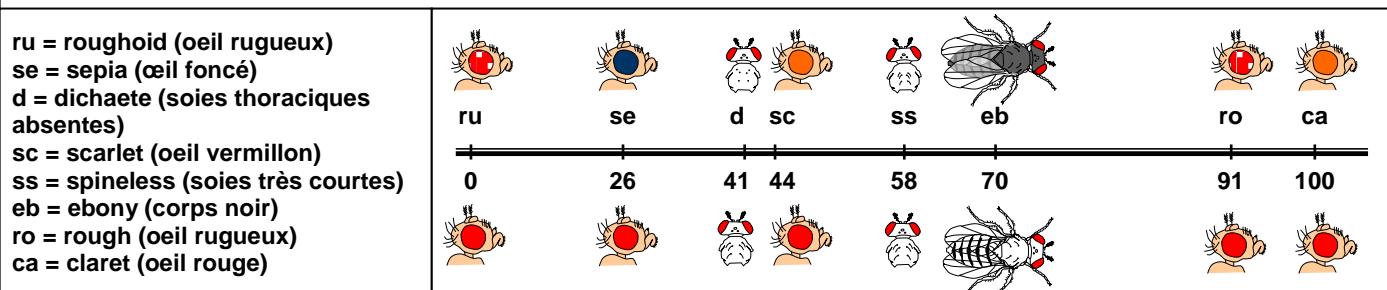
(3) أعط تفاصيلاً ص比亚ً لهذه التزاوجات.

(4) أحسب المسافة بين المورثة j و r. وبين المورثة r و t. وبين المورثة j و t.

(5) استنتاج التموضع النسبي للمورثات الثلاث، ثم أجز الخريطة العاملية بالنسبة لهذه المورثات.

الوثيقة 19: الخريطة العاملية والخريطة الصبغية.

(- d'après E. Altenburg -) الشكل أ: الخريطة العاملية للصبغي 3 عند ذبابة الخل (المسافة بالسنتيمتر)



الوثيقة 20: حصيلة القوانين الإحصائية لانتقال الصفات الوراثية.

حالة خاصة	النسب الإحصائية		الهجونة الأحادية (أبوان من سلالة ندية)
	F ₂	F ₁	
في حالة مورثة مرتبطة بالجنس، لا يعطي تزوج ذكر من سلالة A بأنثى من سلالة B نفس نتيجة التزوج العكسي، أي أنثى من سلالة A يذكر من سلالة B.	3/4 ، 1/4	صفة الأب ذي الحليل السائد 100 %	سيادة تامة
	، 1/4 ، 1/4 1/2	صفة وسيطة 100 %	تساوي السيادة
	، 3/16 ، 1/16 9/16 ، 3/16	صفة الأب ذي الحليل السائد 100 %	سيادة تامة بالنسبة للحالات
	، 1/16 ، 1/16 ، 3/16 ، 2/16 6/16 ، 3/16	جيل متجانس له الصفة السائدة بالنسبة للزوج الحليبي الأول، وصفة وسيطة بالنسبة للزوج الحليبي الثاني	سيادة تامة بالنسبة لزوج حليبي وتساوي السيادة بالنسبة للأخر
	، 1/16 ، 1/16 ، 1/16 ، 1/16 ، 2/16 ، 2/16 ، 2/16 ، 2/16 4/16	جيل متجانس له صفتين وسيطتين بالنسبة للزوجين الحليلين.	تساوي السيادة بالنسبة لزوجين الحليلين
	3/4 ، 1/4	صفة الأب ذي الحالات السائد 100 %	أحد الآباء سائد والأخر متتحي
			مورثتان مرتبطتان