

الفصل الثاني:

القوانين الإحصائية لانتقال الصفات الوراثية

عند ثنائيات الصيغة الصبغية

www.9alami.com

تمهيد:

تعتبر الكائنات الثنائية الصيغة الصبغية نتيجة إخصاب لخلايا جنسية أحادية الصيغة الصبغية، الشيء الذي يعطي بيضة ثنائية الصيغة الصبغية تحتوي على أزواج من الصبغيات المتماثلة وبذلك توجد كل مورثة على شكل زوج من حليلين. فما هي القوانين التي تتحكم في انتقال الحليلات عبر أجيال هذه الكائنات؟

1 - دراسة انتقال زوج من الحليلات في حالة السيادة التامة: الهجونة الثنائية.

① تجارب Mendel وتأويلها الصبغي.

a - تجارب Mendel. أنظر نشاط 1، لوحة 1

اختار Mendel لهذه الدراسة نبات الجلبانة الذي يظهر صفات متعارضة (بذور صفراء أو خضراء، أزهار بيضاء أو بنفسجية، بذور ملساء أو متجعدة) فقام بزراعة سلالتين نقيتين من نبات الجلبانة، تتميز السلالة الأولى ببذور ملساء Graines lisses والسلالة الثانية ببذور متجعدة (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 المستقبلية لحبوب اللقاح من أزهار أخرى.

نتج عن هذا التزاوج تشكل بذور كلها ملساء تكون الجيل الأول الذي سوف نرمز له بالحرف F1. قام Mendel بإحداث تزاوج بين أفراد الجيل الأول (F1 X F1) بنفس الطريقة السابقة فحصل على الجيل الثاني F2 مكون من 75% من بذور ملساء، و 25% من بذور متجعدة. أنظر الوثيقة 1، لوحة 2.

قام Mendel بعد ذلك بزراعة بذور الجيل F2 تاركا أزهارها لتلقح ذاتيا. فحصل على النتائج التالية:

- ✓ البذور المتجعدة F2 تعطي 100% من البذور المتجعدة.
- ✓ 25% من البذور الملساء أفراد الجيل F2 تعطي 100% من البذور الملساء.
- ✓ 50% من البذور الملساء أفراد الجيل F2 يعطون 75% من البذور الملساء و 25% من البذور المتجعدة.

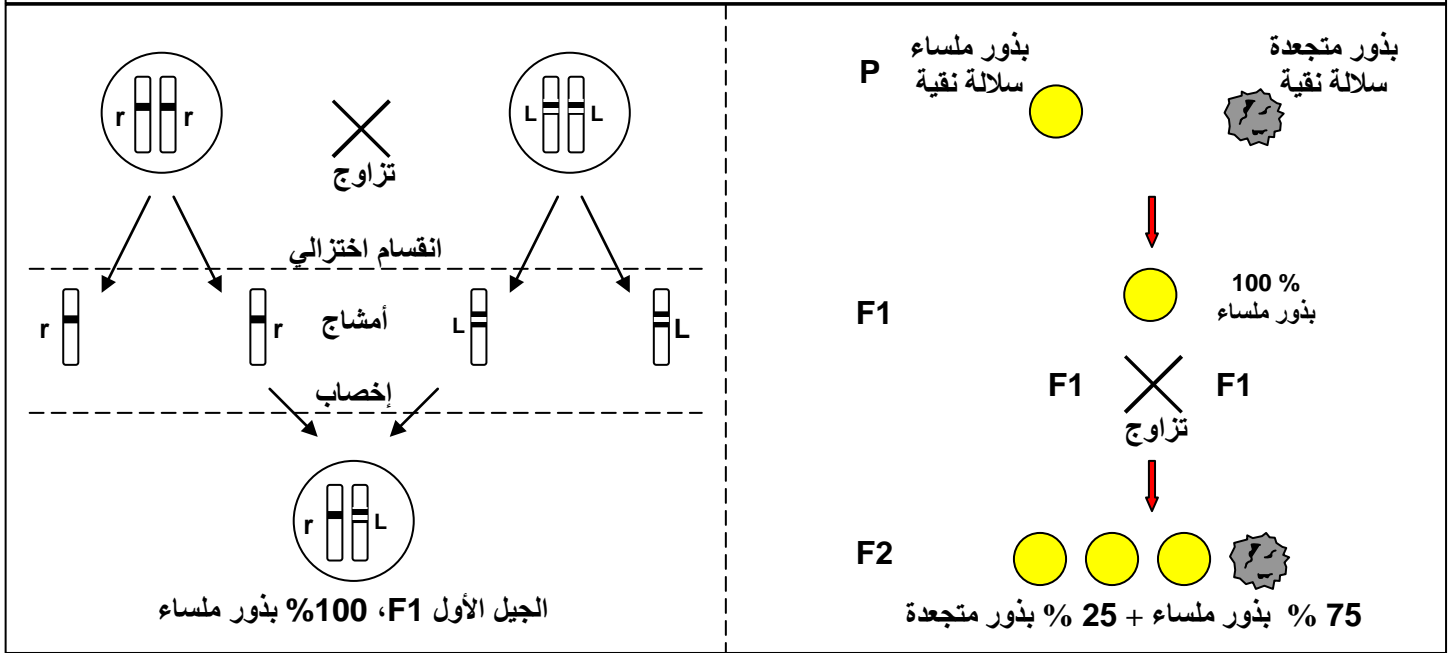
(1) ماذا تستنتج من تحليل نتائج تجربة ماندل؟

(2) أعط التأويل الصبغي لنتائج تجربة ماندل، أخذا بعين الاعتبار معطيات الجدول أسفله حول الترميز:

معطيات حول الترميز

- ❖ نمرز للمظهر الخارجي لفرد ما بالحرف الأول اللاتيني من التسمية الفرنسية للصفة المدروسة. ويكتب هذا الحرف بين معقوفتين ويكتابة كبيرة Majuscule عندما تكون الصفة سائدة Dominante، ويكتابة صغيرة Minuscule عندما تكون الصفة متنحية Récessif.
- ❖ مثال: بذور ملساء [L] ، بذور متجعدة [r].
- ❖ نمرز للحليلات المسؤولة عن صفة ما كما هو الشأن بالنسبة للمظهر الخارجي بالحرف الأول اللاتيني من التسمية الفرنسية لهذه الصفة.
- ❖ نمرز للنمط الوراثي بالشكل التالي: L // L حيث يمثل الخطان الزوج الصبغي الذي يحمل الحليلين كما نمرز لكل حليل بحرفه.
- ❖ مثال: النمط الوراثي للبذور المتجعدة هو: r // r و النمط الوراثي للبذور الملساء هو إما L // L أو L // r.
- ❖ تعريف بعض المفاهيم:
 - * السلالة النقية: تكون السلالة نقية بالنسبة لصفة معينة، عندما تنتقل هذه الصفة من جيل إلى آخر دون تغيير.
 - * السلالة المتوحشة: 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 المتحكم في الصفة المدروسة، وعند ثنائيات الصيغة الصبغية تكون كل مورثة ممثلة بحليلين، حليل على كل صبغي من الصبغيات المتماثلة. وهكذا يكون الفرد إما متشابه الاقتران عندما يكون الحليلان متشابهان، أو مختلف الاقتران، عندما يكون الحليلان مختلفان.

الوثيقة 1 : نتائج دراسة انتقال الصفة شكل البذور عند نبات الجلبانة والتأويل الصبغي لنتائج التزاوج الأول.



b - تحليل نتائج تجارب Mendel.

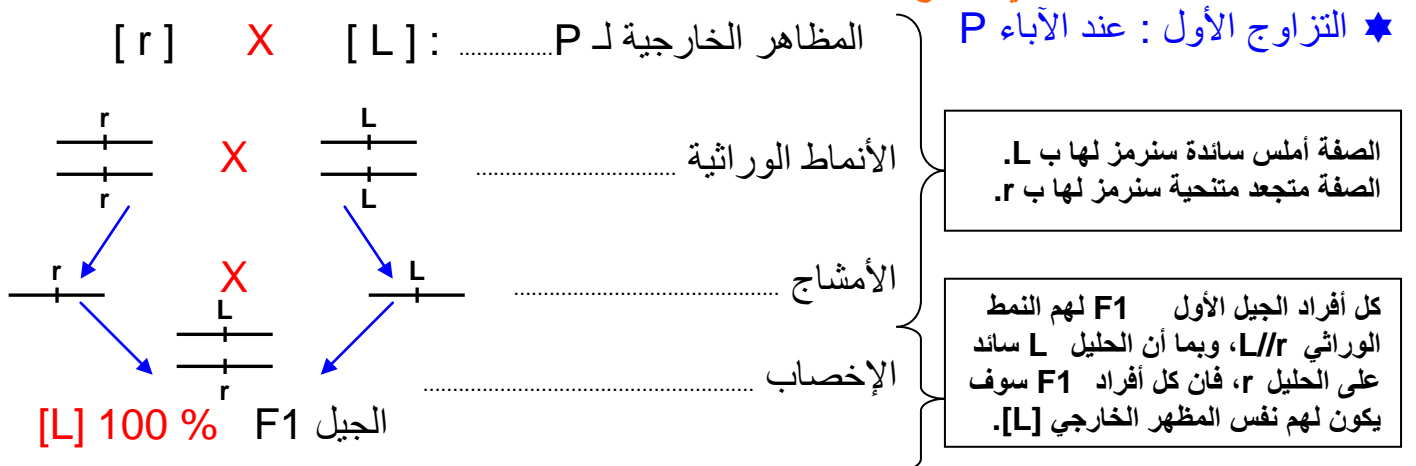
★ يعطي التزاوج الأول بين الآباء P، الجيل الأول F1 مكون من أفراد متجانسون ويشبهون في المظهر الخارجي الأب ذي الشكل الأملس، مع غياب الشكل متجدد.

★ عند التزاوج الثاني (F1 X F1)، يظهر جيل ثاني F2، مكون من أفراد غير متجانسين (25% متجددة + 75% أملس). هذا يعني أن أفراد الجيل الأول F1 كانت تحمل الشكل متجدد ولكنه لم يظهر إلا في الجيل الثاني F2. هذا يعني أن الفرد الهجين F1 يحمل العاملين الوراثيين المسؤولين عن المظهرين الخارجيين المتعارضين. نستنتج من هذا أن الشكل أملس سائد Dominant، بينما الشكل متجدد متنحي Récessif.

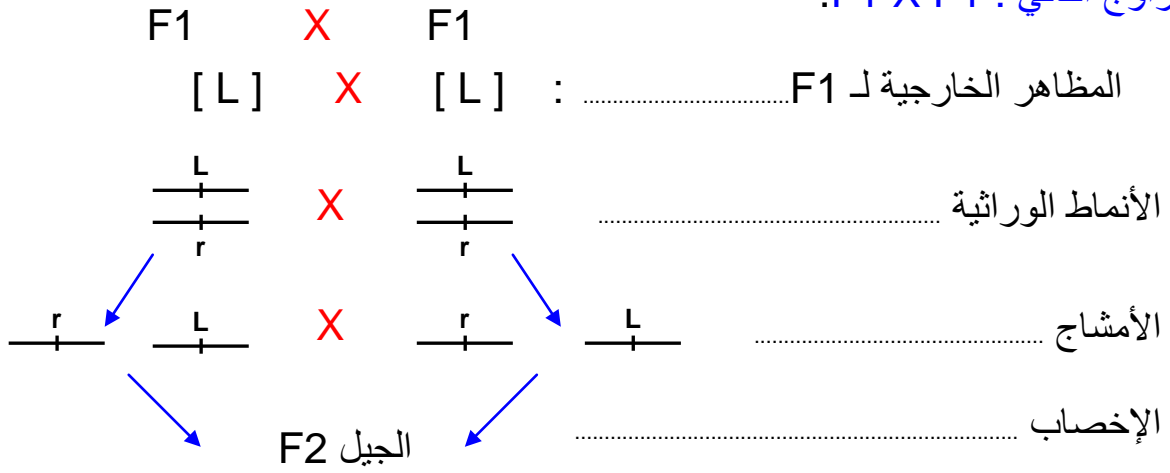
c - استنتاج: القانون الأول لـ Mendel.

نسمي هذا القانون قانون تجانس الهجاء :
في حالة تزاوج سلالتين نقيتين تختلفان بصفة واحدة، نحصل في الجيل الأول F1 على أفراد متجانسة ذات صفة الأب السائدة.

d - التأويل الصبغي لنتائج أعمال Mendel.



★ التزاوج الثاني : F1 X F1.



في F2 يمكن تلخيص إمكانية الإخصاب، في جدول ذي مدخلين، يسمى شبكة التزاوج **L'échiquier de croisement**. حيث يكتب في المدخل العمودي، مختلف أصناف الأمشاج الأنثوية ونسبها، وفي المدخل الأفقي، مختلف أصناف الأمشاج الذكورية ونسبها.

يتكون الجيل الثاني F2 من :
المظاهر الخارجية: 75 % [L] + 25 % [r]
الأنماط الوراثية: 25 % بنمط وراثي r//r
50 % بنمط وراثي L//r
25% بنمط وراثي L//L

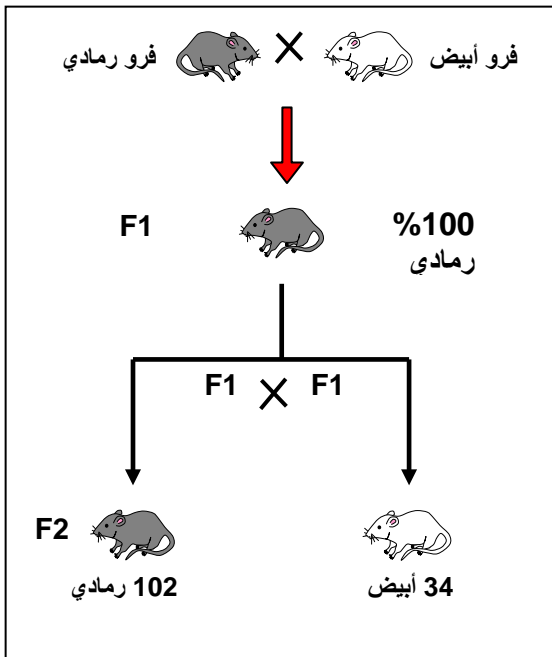
50% $\frac{r}{r}$	50% $\frac{L}{L}$	♂ / ♀
25% $\frac{L}{r}$	25% $\frac{L}{L}$	50% $\frac{L}{r}$
25% $\frac{r}{r}$	25% $\frac{L}{r}$	50% $\frac{r}{r}$

e - استنتاج: القانون الثاني لـ Mendel.

نسمى هذا القانون قانون نقاوة الأمشاج :

أثناء تشكل الأمشاج يفترق العاملان الوراثيان اللذان يحملان الصفتين المتعارضتين، فيحتوي كل مشيج على أحد حليلي المورثة، اذن هو نقي.
② انتقال صفة لون الفرو عند الفئران:

a - معطيات تجريبية. أنظر تمرين 1، لوحة 2.



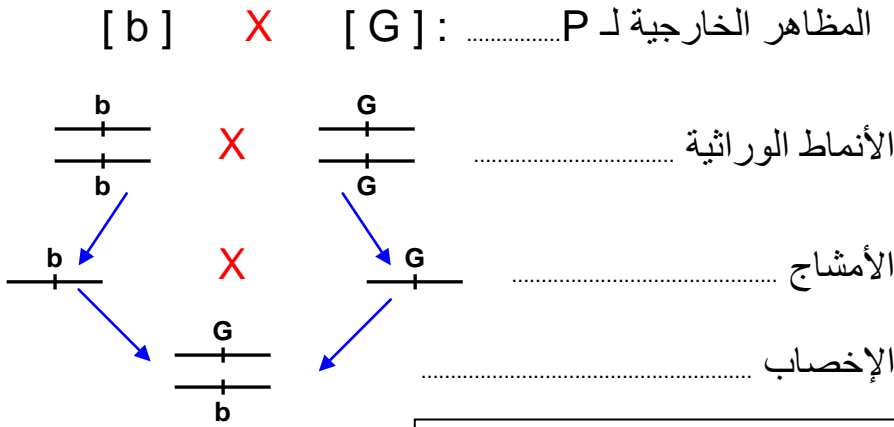
- تمرين 1: لدينا سلالتين نقيتين من الفئران تختلفان بلون الفرو، أحدهما ذو فرو أبيض والثاني ذو فرو رمادي. يعطي التزاوج بين فئران إحداها رمادية والأخرى بيضاء (سلالة الآباء P)، خلفا متجانسا مكون فقط من فئران رمادية اللون (الجيل الأول F1).
- نقوم بتزاوج أفراد F1 مع بعضها فنحصل على الجيل الثاني F2 يتكون من فئران رمادية و فئران بيضاء. (أنظر الوثيقة أمامه)
- حدد نمط التزاوج المنجز.
 - عرف السلالة النقية .
 - حلل النتائج المحصل عليها في F1 و في F2.
 - فسر صبغيا النتائج المحصل عليها في كل من F1 و F2 .
- من أجل التأكد من نقاوة سلالة الفئران ذات اللون الرمادي نقوم بإجراء تزاوج بين فرد رمادي و فرد آخر أبيض فنحصل على خلف يضم 50 % من الفئران رمادية و 50% من الفئران بيضاء.
- 5) ماذا نسمى هذا النوع من التزاوج ؟ ماذا تستنتج من تحليل نتيجة هذا التزاوج ؟

b - تحليل نتائج التزاوج.

- (1) لقد تم التزاوج بين أفراد من نفس النوع، ينتمون لسلاطين نقيتين، تختلفان في صفة واحدة. ادن نمط التزاوج هو عبارة عن هجونة أحادية.
- (2) تكون السلالة نقية بالنسبة لصفة معينة، عندما تنتقل هذه الصفة إلى الخلف بدون تغيير عبر أجيال متعددة. ونفسها بوجود حليلين متشابهين بالنسبة للمورثة المرتبطة بتلك الصفة.
- (3) إن جميع أفراد الجيل F1 متجانسون فيما بينهم، ويشبهون في المظهر الخارجي الأب ذي اللون الرمادي. اعتمادا على القانون الأول لـ Mendel نستنتج أن صفة اللون رمادي صفة سائدة، بينما الصفة لون أبيض صفة متنحية.
- نلاحظ كذلك أن الصفة أبيض ظهرت لدى أفراد الجيل F2، ولم تكن تظهر عند الجيل F1، نستنتج أن أفراد الجيل F1 يحملون الحليل المسؤول عن الصفة أبيض، ولا يظهر عندهم لكونه حليل متنحي
- (4) التفسير الصبغي لنتائج التزاوج:

بما أن رمادي سائد سنرمز له ب G، وأبيض متنحي سنرمز له ب b.

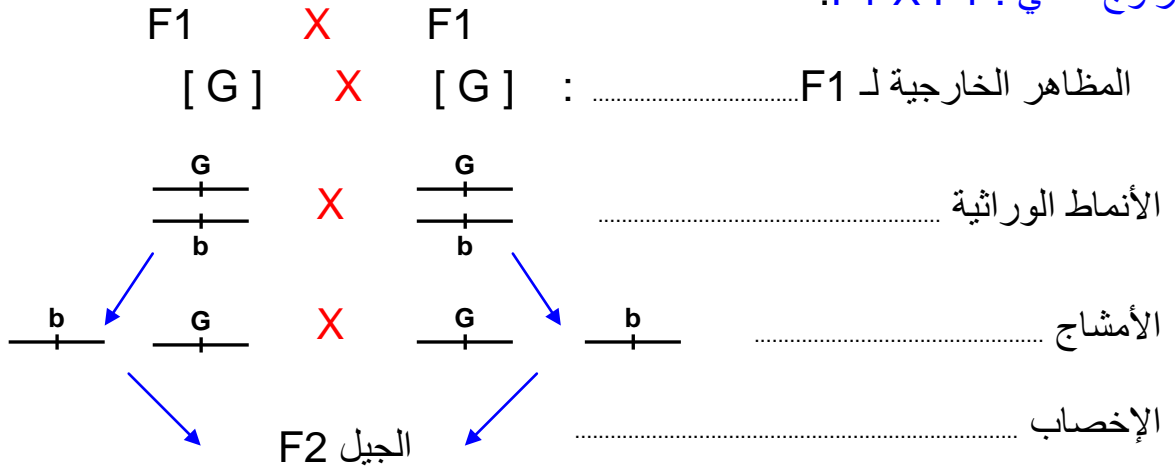
★ التزاوج الأول : عند الآباء P



الجيل F1 100% [L]

كل أفراد الجيل الأول F1 لهم النمط الوراثي G/b، وبما أن الحليل G سائد على الحليل b، فإن كل أفراد F1 سوف يكون لهم نفس المظهر الخارجي [G].

★ التزاوج الثاني : F1 X F1



شبكة التزاوج

50% $\frac{b}{b}$	50% $\frac{G}{G}$	♂ / ♀
25% $\frac{G}{b}$	25% $\frac{G}{G}$	50% $\frac{G}{b}$
25% $\frac{b}{b}$	25% $\frac{G}{b}$	50% $\frac{b}{b}$

يتكون الجيل الثاني F2 من :
المظاهر الخارجية: [G] 75 % + [b] 25 %
الأنماط الوراثية: 25 % بنمط وراثي b//b .
50 % بنمط وراثي G//b .
25% بنمط وراثي G//G .

(5) نسمي هذا النوع من التزاوج بالتزاوج الاختباري Test Cross، وهو تزاوج يتم بين فرد ذي مظهر خارجي سائد ونمط وراثي غير معروف، وفرد ذي مظهر خارجي متنح أي متشابه الاقتران بالنسبة للصفة المدروسة.

في هذا التزاوج، يرتبط المظهر الخارجي للخلف بنمط الأمشاج التي ينتجها الأب ذو المظهر الخارجي السائد. وبذلك نجد حالتين:

◀ **الحالة الأولى:** إذا كان النمط الوراثي للأب ذو المظهر السائد هو G//G، فسوف ينتج نمطا واحدا من الأمشاج G/، وبالتالي نحصل عند الخلف على 100% G//b أي 100% فئران رمادية.

◀ **الحالة الثانية:** إذا كان النمط الوراثي للأب ذو المظهر السائد هو G//b، فسوف ينتج نمطين من الأمشاج G/ و b/، وبالتالي نحصل عند الخلف على 50% G//b + 50% b//b. أي 50% فئران بيضاء + 50% فئران رمادية.

نلاحظ أن نتيجة هذا التزاوج الاختباري هي 50% فئران بيضاء + 50% فئران رمادية. نستنتج ان أن الفأر الرمادي مختلف الاقتران G//b.

II – دراسة انتقال زوج من الحليلات في حالة تساوي السيادة.

① التهجين عند نبات شب الليل أنظر تمرين 2، لوحة 2.

تمرين 2:

نقوم بتزاوج سلالتين نقيتين من شب الليل La belle de nuit إحداهما ذات أزهار حمراء Rouge والأخرى ذات أزهار بيضاء Blanche . فنحصل على نباتات هجينة ذات أزهار وردية Rose تمثل الجيل الأول F1.
(1) حلل هذه النتائج . ماذا تستنتج؟

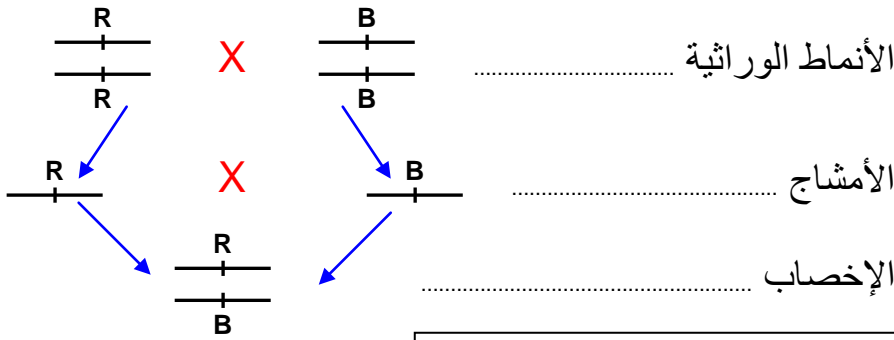
يعطي تزاوج نباتات F1 فيما بينها جيل ثاني F2 غير متجانس ومكون من 25% نباتات ذات أزهار بيضاء و 25% نباتات ذات أزهار حمراء و 50% نباتات ذات أزهار وردية.
(2) فسر صبغيا النتائج المحصل عليها في F1 و في F2.

② تحليل نتائج التزاوج:

(1) إن أفراد الجيل F1 متجانسون، إلا أن صفتهم لا تشبه أي صفة من صفات الوالدين، بل هي صفة وسيطة بين صفتي الأبوين. نستنتج من هذا أن هناك غياب للسيادة أو نقول كذلك تساوي السيادة.

(2) التفسير الصبغي لنتائج التزاوج: نرسم للأحمر ب R، والأبيض ب B.
 ★ التزاوج الأول: عند الآباء P

[R] X [B] :P المظاهر الخارجية لـ

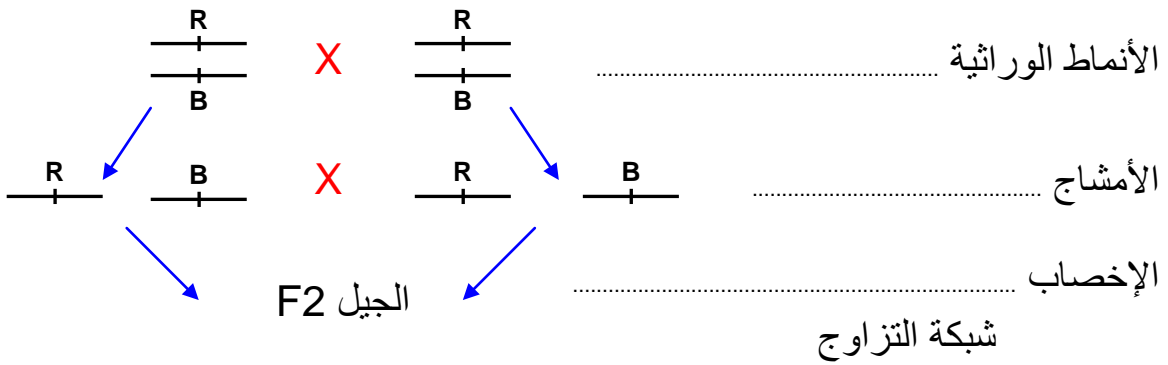


الجيل F1 100% [RB]

كل أفراد الجيل الأول F1 لهم النمط الوراثي R//B، وبما أن هناك تساوي السيادة، فإن كل أفراد F1 سوف يكون لهم نفس المظهر الخارجي [RB].

★ التزاوج الثاني: F1 X F1

F1 X F1 :F1 المظاهر الخارجية لـ
 [RB] X [RB]



يتكون الجيل الثاني F2 من :
 المظاهر الخارجية: [B] 25% + [R] 25%
 [RB] 50% +
 الأنماط الوراثية: 25% بنمط وراثي R//R
 50% بنمط وراثي R//B +
 25% بنمط وراثي B//B

50% $\frac{B}{+}$	50% $\frac{R}{+}$	♂ / ♀
25% $\frac{R}{+}$ 25% $\frac{B}{+}$	25% $\frac{R}{+}$ 25% $\frac{R}{+}$	$\frac{R}{+}$ 50%
25% $\frac{B}{+}$ 25% $\frac{B}{+}$	25% $\frac{R}{+}$ 25% $\frac{B}{+}$	$\frac{B}{+}$ 50%

III - دراسة انتقال زوج من الحليلات في حالة المورثة المميّنة.

① التهجين عند الفئران أنظر تمرين 3، لوحة 2.

تمرين 3:

نقوم بتزاوج سلالتين من فئران صفراء Jaune هجينة. فنحصل على خلف غير متجانس يضم: 202 فأر أصفر و 98 فأر رمادي Gris.

- 1) ماذا يمكنك القول عن الصفة لون رمادي والصفة لون أصفر؟ علل جوابك؟
- 2) أحسب نسبة الأنماط المحصل عليها. ماذا تلاحظ؟
- 3) فسر صبغياً هذه النتائج علماً أنه لوحظ في رحم الأم فئران صفراء مميّنة

② تحليل نتائج التزاوج:

(1) إن ظهور فنران رمادية عند الخلف، يدل على أن الحليل المسؤول عن هذه الصفة كان عند الآباء ولم يظهر عندهم. يمكننا القول إذن أن صفة لون رمادي صفة متنحية وصفة لون أصفر صفة سائدة.

(2) نسب الأنماط المحصل عليها:

بما أننا في حالة سيادة تامة، فالنسب المتوقعة هي % 25 مظهر خارجي متنحي + % 75 مظهر خارجي سائد.

نسبة الفنران الصفراء هي : $(98 + 202) / 100 * 202 = 67.33\%$ يعني $2/3$

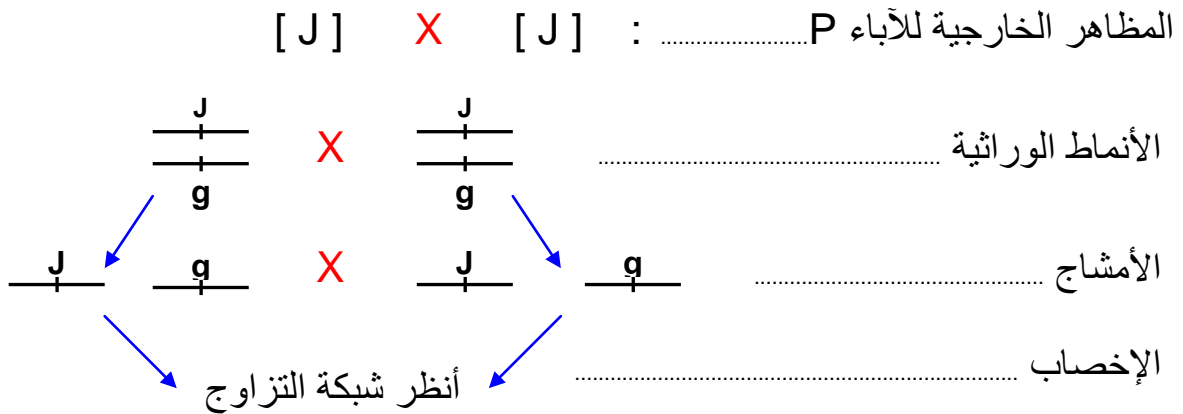
نسبة الفنران الصفراء هي : $(98 + 202) / 100 * 98 = 32.66\%$ يعني $1/3$

نلاحظ أن هذه النسب تخالف النسب المحصل عليها عند F2 في حالة السيادة التامة.

(3) التأويل الصبغي لنتائج التزاوج:

المظهر الخارجي لصفة اللون أصفر هو [J] . و المظهر الخارجي لصفة اللون أصفر هو [g] .

التأويل الصبغي للتزاوج [g] X [J]

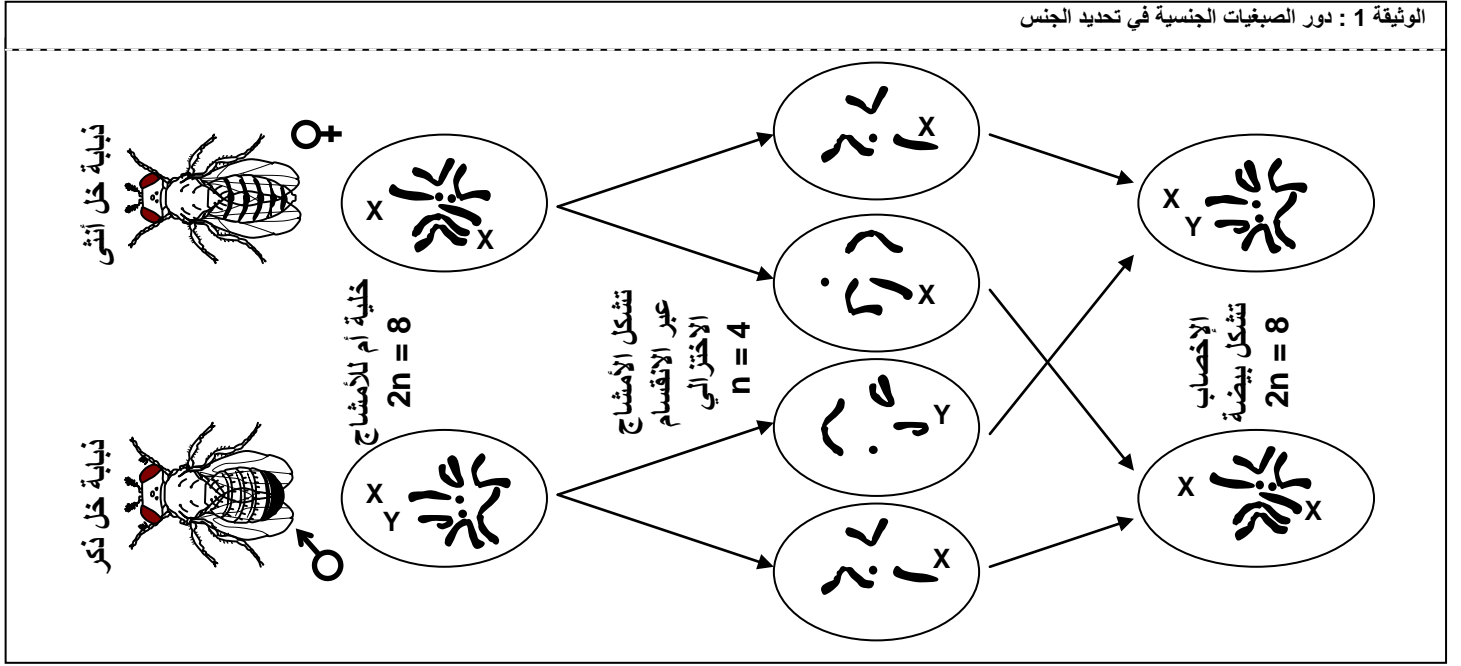


شبكة التزاوج

50% $\frac{g}{g}$	50% $\frac{J}{g}$	♂ / ♀
25% $\frac{J}{g}$	25% $\frac{J}{J}$	$\frac{J}{g}$ 50%
25% $\frac{g}{g}$	25% $\frac{J}{g}$	$\frac{g}{g}$ 50%

إن تشابه الاقتران بالنسبة للحليلين السائدين j//j يؤدي إلى موت هذه الفنران، وهذا ما يفسر وجود فنران مميّة في رحم الأم، و يفسر أن ثلث الفنران ذات لون رمادي، والثلثين بلون أصفر. نتكلم في هذه الحالة عن مورثة مميتة G.létale.

IV - دراسة انتقال زوج من الحليلات في حالة مورثة مرتبطة بالجنس. (أنظر الوثيقة 1، لوحة 3)



إن ملاحظة الخريطة الصبغية لكائن ثنائي الصيغة الصبغية يبين أن النواة تحتوي على أزواج من الصبغيات المتماثلة، تشكل الصبغيات اللاجنسية، بالإضافة إلى صبغيان جنسيان. عند الذكر يكون الصبغيان الجنسيان مختلفين فنقول أنه متغاير الأمشاج ونرمز له ب XY. عند الأنثى يكون الصبغيان الجنسيان متشابهين فنقول أنه متشابه الأمشاج ونرمز له ب XX. (في بعض الحالات الأنثى هي التي تكون متغايرة الأمشاج كحالة الطيور والأسماك)

① انتقال صفة مرتبطة بالجنس عند ذبابة الخل أنظر تمرين 4، لوحة 3.

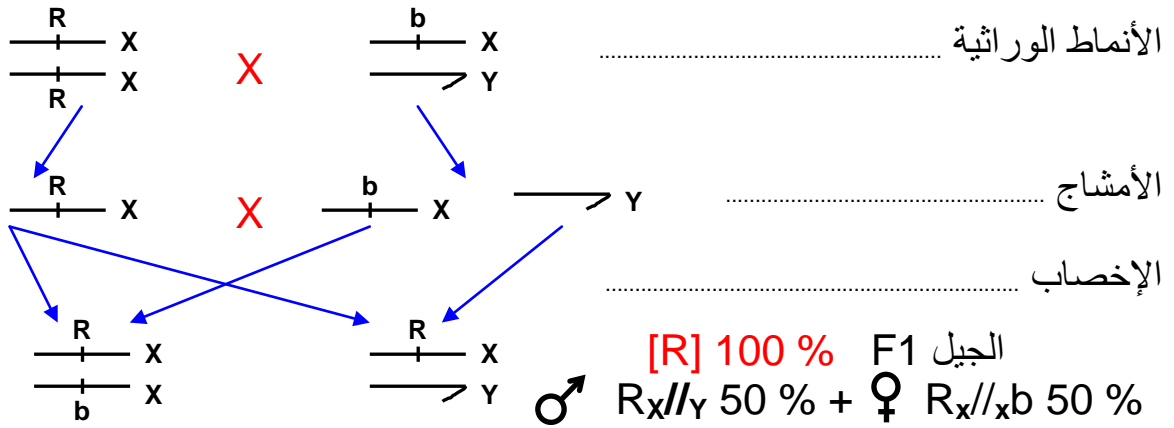
- تمرين 4: ننجز تزاوجات بين سلالتين نقيتين من ذباب الخل تختلفان بلون العيون، الأولى متوحشة ذات عيون حمراء Rouge وسلالة طافرة ذات عيون بيضاء Blanche .
- ★ التزاوج الأول : تم بين أنثى ذات عيون حمراء وذكر ذو عيون بيضاء فحصلنا في الجيل الأول F1 على أفراد كلهم بعيون حمراء. (1) ماذا تستخلص من نتائج هذا التزاوج ؟
- ★ التزاوج الثاني: تزاوج عكسي Croisement réciproque تم بين أنثى ذات عيون بيضاء وذكر ذو عيون حمراء. فحصلنا على جيل F1 مكون من 50% إناث بعيون حمراء و 50% ذكور بعيون بيضاء. (2) حلل هذه النتائج ؟ ماذا تستنتج ؟ (3) أعط تفسيراً صبغياً للنتائج المحصل عليها.

② تحليل نتائج التزاوج:

- (1) في التزاوج الأول نلاحظ أن كل أفراد الجيل الأول F1 متجانسون ولهم الصفة عيون حمراء. طبقاً للقانون الأول لـ Mendel نستنتج أن الحليل المسؤول عن الصفة أحمر سائد (R)، وبالتالي فالحليل أبيض متنحي (b).
- (2) يعطي التزاوج العكسي جيل F1، يتكون من أفراد غير متجانسين، كما نلاحظ أن المظهر الخارجي لأفراد هذا الجيل يختلف حسب الجنس. نستنتج إذن أن الأمر يتعلق بمورثة مرتبطة بالصبغيات الجنسية. وبما أن الصفة " لون العيون " تظهر عند كل من الذكور والإناث، فإن هذه المورثة يحملها الصبغي الجنسي X.
- (3) التفسير الصبغي للنتائج المحصل عليها:

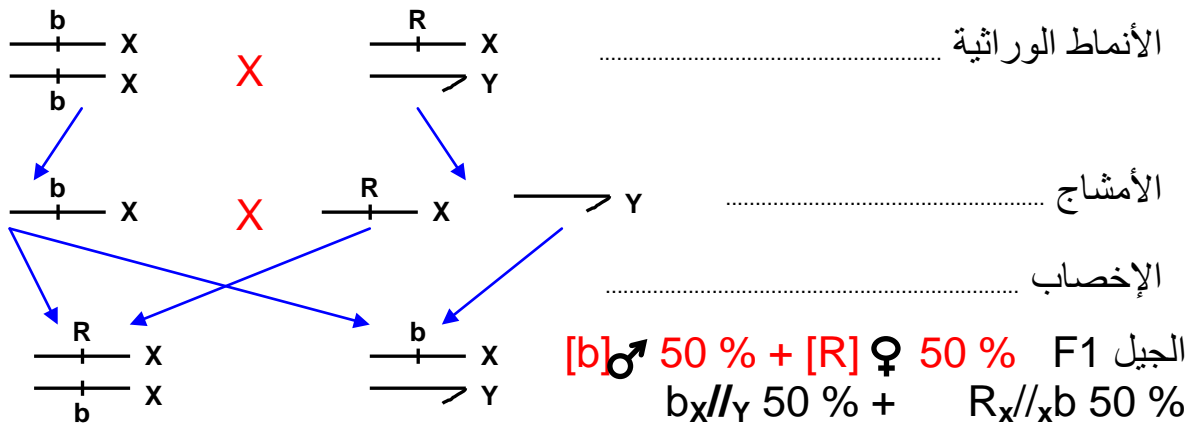
★ التزاوج الأول :

المظاهر الخارجية لـ P : ذكور بعيون بيضاء [b] X إناث بعيون حمراء [R]



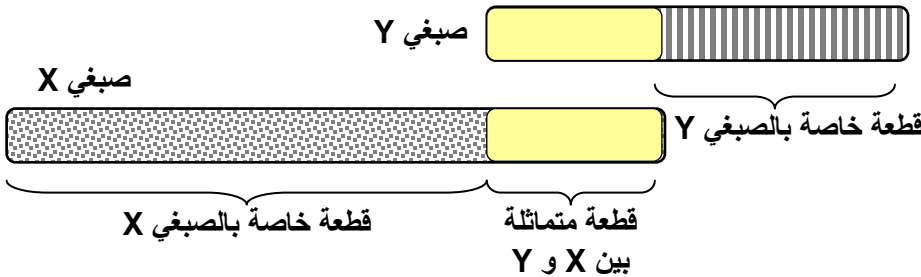
★ التزاوج الثاني = التزاوج العكسي :

المظاهر الخارجية لـ P : ذكور بعيون حمراء [R] X إناث بعيون بيضاء [b]



ملاحظة:-

يمكن تفسير انتقال الصفات الوراثية المرتبطة بالجنس بكون المورثات المسؤولة عن هذه الصفات تتوضع على جزء الصبغي الجنسي X الذي ليس له مماثل على الصبغي Y. أو على جزء الصبغي Y الذي ليس له مقابل على X.



ادن التوضعات الممكنة للمورثة عند الصبغي الجنسي:

- على الجزء المميز للصبغي X : المورثة ممثلة بحليلين عند الأنثى وبحليل واحد عند الذكر.
- على الجزء X الذي له مماثل في الصبغي Y : المورثة ممثلة بحليلين عند الأنثى، و بحليلين عند الذكر. تخضع لنفس قوانين الصفة غير المرتبطة بالجنس.
- على الجزء المميز للصبغي Y : المورثة ممثلة بحليل واحد عند الذكر، وغير ممثلة بأي حليل عند الأنثى. اذن صفة خاصة بالذكور.

V - دراسة انتقال زوجين من الحليلات: الهجونة الثنائية.

نتكلم عن الهجونة الثنائية إذا كان التزاوج بين أفراد ينتمون لسلاطين نقيتين تختلفان في صفتين. وفي هذه الحالة فالمورثتين إما أن تكونان على نفس الصبغي فنتكلم عن مورثات مرتبطة، Les gènes liés. وإما أن تكونان على صبغيين مختلفين فنتكلم عن مورثات مستقلة Les gènes indépendants.

① حالة المورثات المستقلة:

أ - الهجونة الثنائية عند نبات الجلبانة.

a - تمرين أنظر التمرين 5، لوحة 3.

تمرين 5

قام Mendel بتزاوج سلالتين نقيتين من نبات الجلبانة تختلفان بصفتين، شكل ولون البذرة: الأولى ملساء Lisse وصفراء Jaune. والسلالة الثانية متجعدة Ridée وخضراء Verte. فحصل في الجيل الأول F1 على بذور كلها ملساء و صفراء.

(1) ماذا نسمي هذا النوع من التزاوج؟

(2) حلل هذه النتائج، ماذا تستنتج من ذلك؟

قام Mendel بزراع بذور من F1 و ترك الأزهار تتلقح ذاتيا. وبعد الإثمار جني بذور الجيل F2 فحصل على 556 بذرة تتوزع كالتالي:

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

(3) أحسب النسب المئوية المحصل عليها في الجيل F2.

(4) فسر صبغيا نتائج F1 و F2، مستعملا الرموز: أخضر (V,v)، أصفر (J,j)، أملس (L,l)، متجعد (R,r).

b - حل التمرين:

(1) تم التزاوج بين فردين من سلالتين نقيتين تختلفان بصفتين اثنتين، يتعلق الأمر دن بالهجونة الثنائية.

(2) نلاحظ أن أفراد الجيل الأول F1 متجانسون، ويشبهون في مظهرهم الخارجي الأب ذو الشكل الأملس واللون الأصفر. نستنتج دن أن الصفة أملس سائدة على متجعد، وأصفر سائد على أخضر. وهكذا نكتب الحليلات كما يلي: أملس L، أصفر J، متجعد j، وأخضر v.

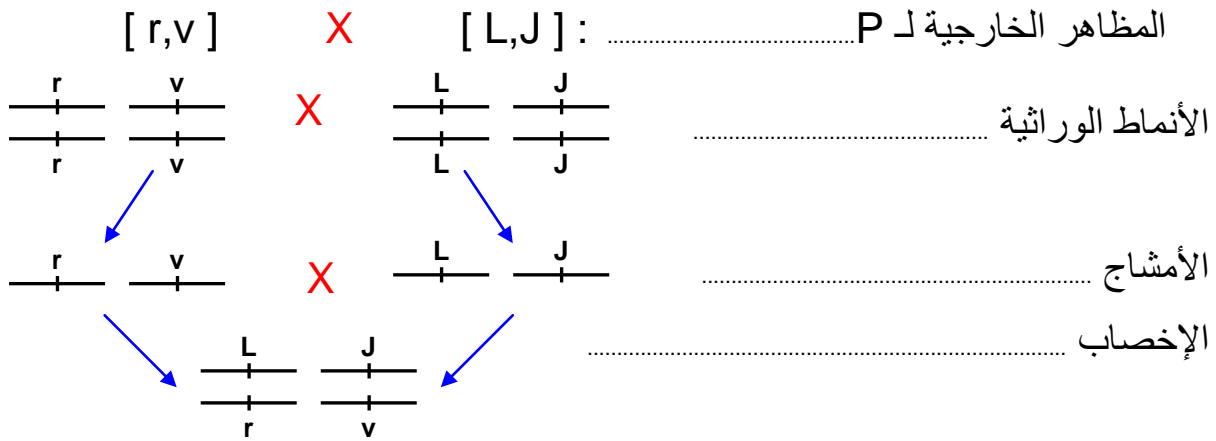
(3) حساب النسب المئوية عند F2:

نلاحظ أن الجيل F2 غير متجانس ويضم أربعة مظاهر خارجية. مظهران يشبهان المظاهر الخارجية للأباء: [L,J] و [L,v]، ومظهران خارجيان جديان: [L,j] و [r,J].

مظاهر أبوية	● نسبة المظهر الخارجي [L,J] : $(315 / 556) \cdot 100 = 56.6 \%$
	● نسبة المظهر الخارجي [r,v] : $(32 / 556) \cdot 100 = 5.75 \%$
مظاهر جديدة التركيب	● نسبة المظهر الخارجي [L,v] : $(101 / 556) \cdot 100 = 18.16 \%$
	● نسبة المظهر الخارجي [r,J] : $(108 / 556) \cdot 100 = 19.4 \%$

لا يمكن تفسير ظهور صفات جديدة إلا بالافتراق المستقل للحليلات أثناء تشكل الأمشاج.

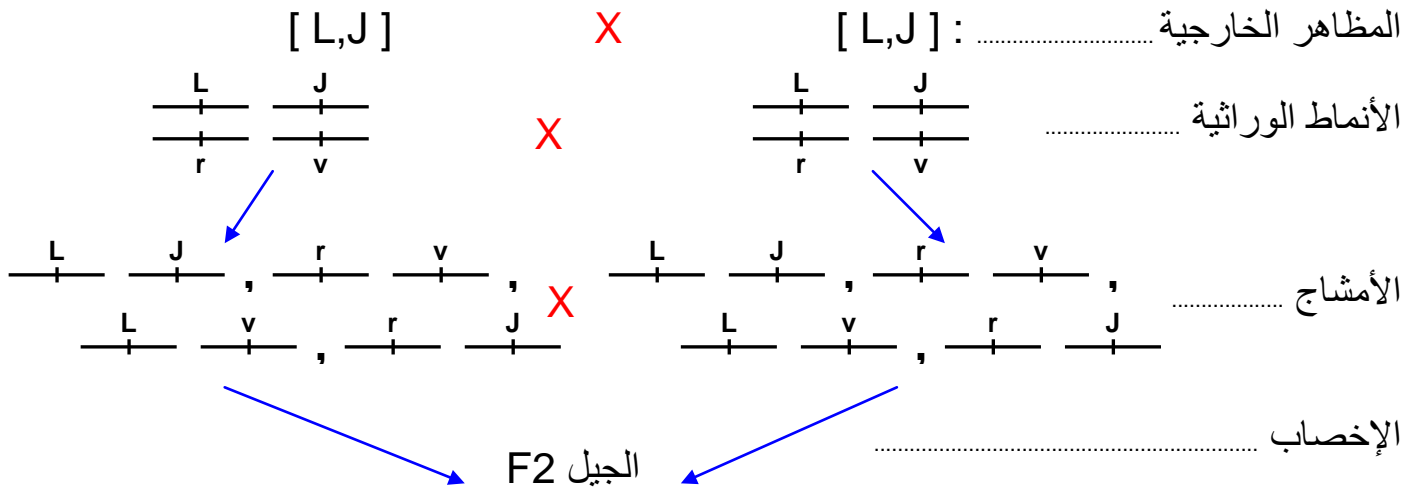
4) التأويل الصبغي لنتائج التزاوج:
 ★ التزاوج الأول : عند الآباء P



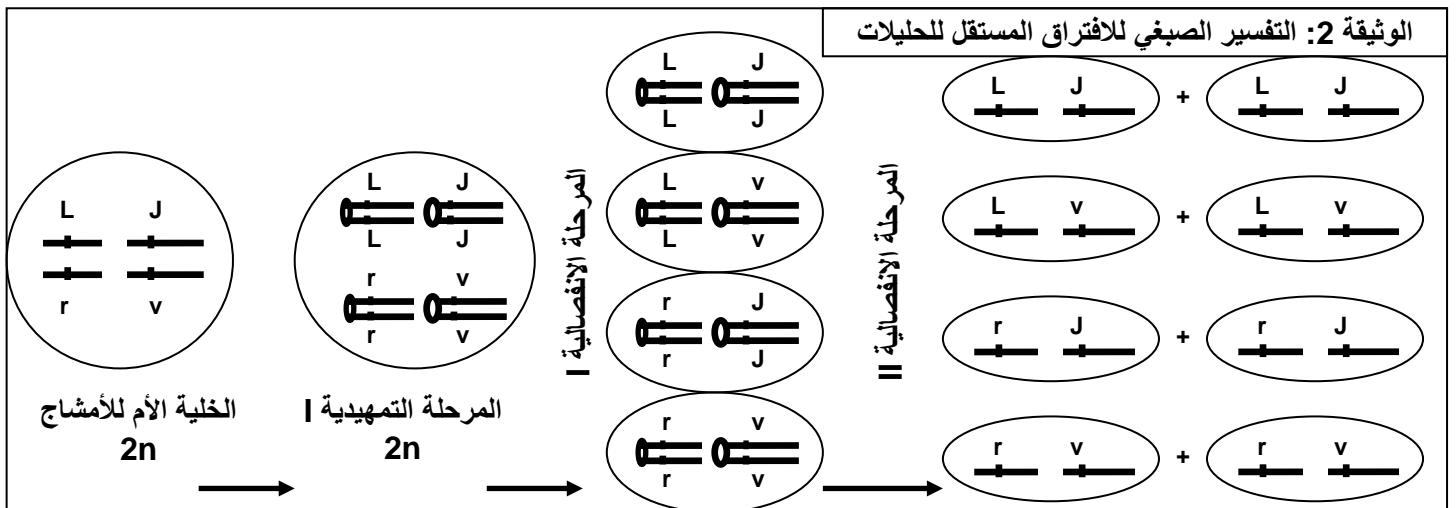
الجيل F1 100 % [L,J]

كل أفراد الجيل الأول F1 لهم النمط الوراثي L//r,J//v ، وبما أن L و J سائدين، فإن كل أفراد F1 سوف يكون لهم نفس المظهر الخارجي [L,J].

★ التزاوج الثاني : F1 X F1



بفعل التخليط البيصبغي ينتج كل فرد هجين من الجيل F1 أربعة أنواع من الأمشاج بنسب متساوية: 1/4 لكل نوع، مشيجان أبيضان بنسبة 50 % و مشيجان جديدان بنسبة 50 % . (أنظر الوثيقة 2، لوحة 3).
 أنظر الوثيقة 1، لوحة 4:



شبكة التزاوج				الوثيقة 1:
$\frac{r}{r}$ $\frac{v}{v}$	$\frac{r}{r}$ $\frac{J}{J}$	$\frac{L}{L}$ $\frac{v}{v}$	$\frac{L}{L}$ $\frac{J}{J}$	$\frac{\text{♂}}{\text{♀}}$
$\frac{r}{L}$ $\frac{v}{J}$	$\frac{r}{L}$ $\frac{J}{J}$	$\frac{L}{L}$ $\frac{v}{J}$	$\frac{L}{L}$ $\frac{J}{J}$	$\frac{L}{r}$ $\frac{J}{J}$
$\frac{r}{L}$ $\frac{v}{v}$	$\frac{r}{L}$ $\frac{J}{v}$	$\frac{L}{L}$ $\frac{v}{v}$	$\frac{L}{L}$ $\frac{J}{v}$	$\frac{L}{r}$ $\frac{v}{v}$
$\frac{r}{r}$ $\frac{v}{J}$	$\frac{r}{r}$ $\frac{J}{J}$	$\frac{L}{r}$ $\frac{v}{J}$	$\frac{L}{r}$ $\frac{J}{J}$	$\frac{r}{r}$ $\frac{J}{J}$
$\frac{r}{r}$ $\frac{v}{v}$	$\frac{r}{r}$ $\frac{J}{v}$	$\frac{L}{r}$ $\frac{v}{v}$	$\frac{L}{r}$ $\frac{J}{v}$	$\frac{r}{r}$ $\frac{v}{v}$

في الجيل الثاني F2 نحصل على المظاهر الخارجية التالية:

- أفراد لهم المظهر الخارجي [L,J] ، يشكلون 9/16 من F2 أي % 56.25.
- أفراد لهم المظهر الخارجي [L,v] ، يشكلون 3/16 من F2 أي % 18.75.
- أفراد لهم المظهر الخارجي [r,J] ، يشكلون 3/16 من F2 أي % 18.75.
- أفراد لهم المظهر الخارجي [r,v] ، يشكلون 1/16 من F2 أي % 6.25.

c - القانون الثالث لـ Mendel:

يسمى هذا القانون: قانون استقلالية أزواج الحليلات.

أثناء تشكل الأمشاج وأثناء المرحلة الانفصالية، يمكن لكل فرد من زوج صبغي معين أن يجتمع بأحد فردي الزوج الصبغي الآخر. وينتج عن هذا أن كل عنصر من زوج حليلي معين، يمكنه أن يجتمع بأحد عنصري الزوج الحليلي الآخر، وهذا ما يسمى بالافتراق المستقل للحليلات.

ب - الهجونة الثنائية عند ذبابة الخل

a - تمرين أنظر التمرين 6، لوحة 4.

تمرين 6: نقوم بتزاوج سلالتين نقيتين من ذبابة الخل الأولى ذات جسم رمادي Gris وأجنحة طويلة Longues . والثانية ذات جسم أسود حالك Eben وأجنحة أثرية Véstigiales . نحصل في الجيل الأول F1 على 182 ذبابة خل رمادية ذات أجنحة طويلة.

- حلل نتاج هذا التزاوج . ماذا تستنتج؟
نقوم بعد ذلك بتزاوج ثاني بين ذبابة خل من الجيل الأول F1 و ذبابة خل ذات جسم أسود حالك وأجنحة أثرية. فنحصل على النتائج التالية
★ 492 ذبابة خل رمادية اللون و ذات أجنحة طويلة
★ 509 ذبابة خل سوداء حالكة وذات أجنحة طويلة
★ 515 ذبابة خل رمادية اللون وذات أجنحة أثرية
★ 487 ذبابة خل سوداء حالكة وذات أجنحة أثرية
- كيف نسمي هذا النوع من التزاوج ؟ وما هي الغاية منه؟
- أحسب النسب المنوية للأنواع المحصل عليها في F2. ماذا تستنتج؟
- فسر صبغياً نتاج هذا التزاوج الثاني. مستعملاً الرموز : رمادي (G,g)، أسود (E,e)، طويلة (L,l)، أثرية (V,v).

b - حل التمرين:

(1) نلاحظ أن أفراد الجيل الأول F1 متجانسون ويشبهون في مظهرهم الخارجي الأب ذو الجسم الرمادي والأجنحة الطويلة. اذن طبقا للقانون الأول لـ Mendel نستنتج أن :
 • الحليل المسؤول عن صفة اللون رمادي سائد على الحليل أسود.
 • الحليل المسؤول عن صفة الأجنحة طويلة سائد على الحليل أثرية.
 سنرمز لرمادي ب (G)، وأسود ب (e). سنرمز طويلة ب (L)، وأثرية ب (v)

(2) نسمي هذا النوع من التزاوج بالتزاوج الراجع، لأنه تم بين فرد هجين F1 و أب P متنحي. الغاية منه هو التحقق من الانفصال المستقل لزوجي الحليلين.

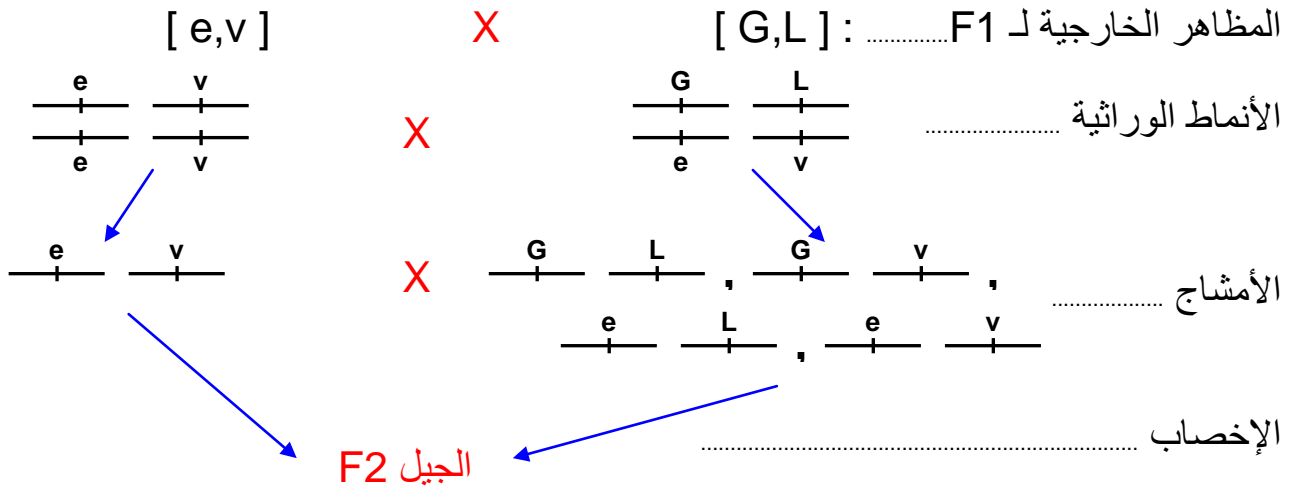
(3) حساب النسب المئوية المحصل عليها في F2:

- المظهر الخارجي (رمادية، أجنحة طويلة) : $24.56\% = 100 \cdot (492 / (487 + 509 + 515 + 492))$
- المظهر الخارجي (سوداء، أجنحة طويلة) : $25.41\% = 100 \cdot (509 / 2003)$
- المظهر الخارجي (رمادية، أجنحة أثرية) : $25.71\% = 100 \cdot (515 / 2003)$
- المظهر الخارجي (سوداء، أجنحة أثرية) : $24.31\% = 100 \cdot (487 / 2003)$

إن الفرد الثنائي التنحي [e,v]، لا ينتج سوى نمط واحد من الأمشاج (e/v)، وبالتالي فالمظهر الخارجي لأفراد الخلف F2 سيعكس النمط الوراثي للأمشاج التي أنتجها الفرد الهجين. ومنه نستنتج هل المورثات مستقلة أم مرتبطة.

تدل النسب المحصل عليها في F2 : (25 % + 25 % + 25 % + 25 %) على أنه خلال تشكل الأمشاج عند الفرد الهجين، يجتمع كل حليل من زوج حليلي معين بلا تمييز مع أحد حليلي الزوج الحليلي الآخر. نستنتج من ذلك أن الحليلان (G,e) و (L,v) محمولان على زوجين مختلفين من الصبغيات. أي أن المورثات مستقلة.

(4) التأويل الصبغي لنتائج التزاوج:



شبكة التزاوج				
$\frac{e}{+} \quad \frac{v}{+}$ 1/2	$\frac{e}{+} \quad \frac{L}{+}$ 1/2	$\frac{G}{+} \quad \frac{v}{+}$ 1/2	$\frac{G}{+} \quad \frac{L}{+}$ 1/2	♂ / ♀
$\frac{e}{+} \quad \frac{v}{+}$ 1/4	$\frac{e}{+} \quad \frac{L}{+}$ 1/4	$\frac{G}{+} \quad \frac{v}{+}$ 1/4	$\frac{G}{+} \quad \frac{L}{+}$ 1/4	$\frac{e}{+} \quad \frac{v}{+}$ 1/2

نحصل في F2 على $[e,v] 25\% + [e,L] 25\% + [G,v] 25\% + [G,L] 25\%$.
نلاحظ أن النتائج النظرية تطابق النتائج التجريبية، وأن المورثات مستقلة.

② حالة المورثات المرتبطة:

أ - التهجين عند ذبابة الخل.

a - تمرين أنظر التمرين 7، لوحة 4.

تمرين 7

نقوم بتزاوج سلالتين نقيتين من ذبابة الخل تختلفان بزوجين من الصفات . الأولى ذات أجنحة عادية Normal و عيون حمراء Rouge والأخرى ذات أجنحة مقورة Tronqué و عيون بنية Brun . نحصل في الجيل الأول F1 على خلف متجانس ذو مظهر خارجي بأجنحة عادية و عيون حمراء.

(1) ماذا تستنتج من تحليل هذه النتائج؟

نقوم بتزاوج ثاني بين أنثى هجينة من F1 وذكر ثنائي التنحي، فحصلنا في الجيل الثاني F2 على :

★ 400 ذبابة خل ذات أجنحة مقورة و عيون بنية . ★ 109 ذبابة خل ذات أجنحة عادية و عيون بنية
★ 111 ذبابة خل ذات أجنحة مقورة و عيون حمراء . ★ 410 ذبابة خل ذات أجنحة عادية و عيون حمراء

(2) ماذا نسمي هذا النوع من التزاوج و ما هي الغاية منه ؟

(3) حدد نسب الأفراد المحصل عليها في F2 . ماذا تستنتج؟

(4) أعط تفسيراً صعباً لهذه النتائج.

نقوم بتزاوج ثالث بين أنثى ذات أجنحة مقورة و عيون بنية مع ذكر F1 ذو أجنحة عادية و عيون حمراء . فحصلنا على الجيل F'2 مكون من:

★ 170 ذبابة خل ذات أجنحة عادية و عيون حمراء ★ 175 ذبابة خل ذات أجنحة مقورة و عيون بنية .

(5) حدد نسب الأفراد المحصل عليها في F'2 . ماذا تلاحظ؟

(6) كيف تفسر هذه النتيجة ؟

b - حل التمرين:

(1) نلاحظ أن الجيل الأول F1 متجانس ويشبه في مظهره الخارجي الأب ذو أجنحة عادية و عيون حمراء . طبقاً للقانون الأول لـ Mendel نستنتج أن أجنحة عادية سائد على أجنحة مقورة، و عيون حمراء سائد على عيون بنية.

نرمز لأجنحة عادية و عيون حمراء بـ [N,R] وأجنحة مقورة و عيون بنية بـ [t,b] .

(2) نسمي هذا النوع من التزاوج بالتزاوج الراجع BackCross، والغاية منه هو التحقق من الانفصال المستقل للحليلات.

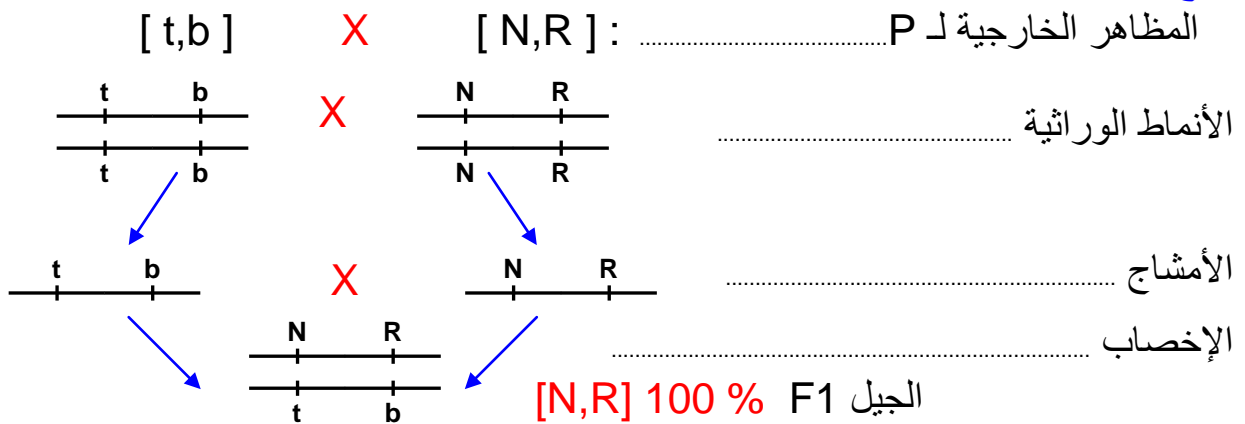
3) النسب المئوية للأنواع المحصل عليها في F2:

- نسبة المظهر الخارجي [N,R] هي: $100 \cdot (410 / (410 + 400 + 111 + 109)) = 39.81 \%$
- نسبة المظهر الخارجي [t,b] هي: $100 \cdot (400 / 1030) = 38.83 \%$
- نسبة المظهر الخارجي [N,b] هي: $100 \cdot (109 / 1030) = 10.58 \%$
- نسبة المظهر الخارجي [t,R] هي: $100 \cdot (111 / 1030) = 10.78 \%$

نلاحظ أن هذه النتائج تخالف القانون الثالث لـ Mendel (قانون الافتراق المستقل للحليلات) إذ لا نحصل على أربعة مظاهر خارجية بنسب متساوية، بل نحصل على مظهرين خارجيين أبويين [N,R] ، [t,b] بنسب كبيرة، ومظاهر خارجية جديدة التركيب [N,b] ، [t,R] بنسب ضعيفة. هذا يدل على عدم الافتراق المستقل للحليلات، وهو ما يعني أن المورثتين مرتبطين.

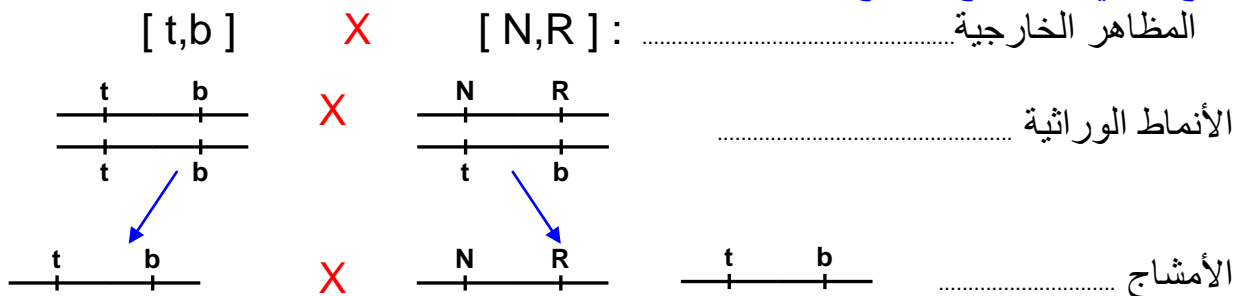
4) التأويل الصبغي لنتائج التزاوجات :

★ التزاوج الأول : عند الآباء P .



★ التزاوج الثاني : التزاوج الراجع.

المظاهر الخارجية : [N,R] :



نلاحظ أن النتائج النظرية تخالف النتائج التجريبية حيث نحصل في F2 على مظاهر خارجية أبوية فقط، ([N,R] ، [t,b]).

		♀
50 %	50 %	♂
50 %	50 %	
		100 %

إن ظهور مظاهر خارجية جديدة التركيب في F2، يفسر بافتراض وجود تركيبات جديدة في أمشاج الأنثى الهجينة، وذلك لحدوث تبادل أجزاء صبغية بين الصبغيات المتماثلة خلال الانقسام الاختزالي. (أنظر الوثيقة 1، لوحة 5).

ج - خلاصة:

بالإضافة إلى التخليط البيصبغي الذي تخضع له الحليلات أثناء الانقسام الاختزالي، تساهم ظاهرة العبور الصبغي بانجاز تخليط إضافي لهذه الحليلات (تخليط ضمصبغي) مما يؤدي إلى تكون أمشاج متنوعة وراثيا، ويؤدي الالتقاء العشوائي لهذه الأمشاج إلى تنوع وراثي كبير بين أفراد الجيل.

VI - قياس المسافة بين مورثتين.

① العلاقة بين نسبة التركيبات الجديدة والمسافة بين مورثتين: أنظر نشاط 4 لوحة 5.

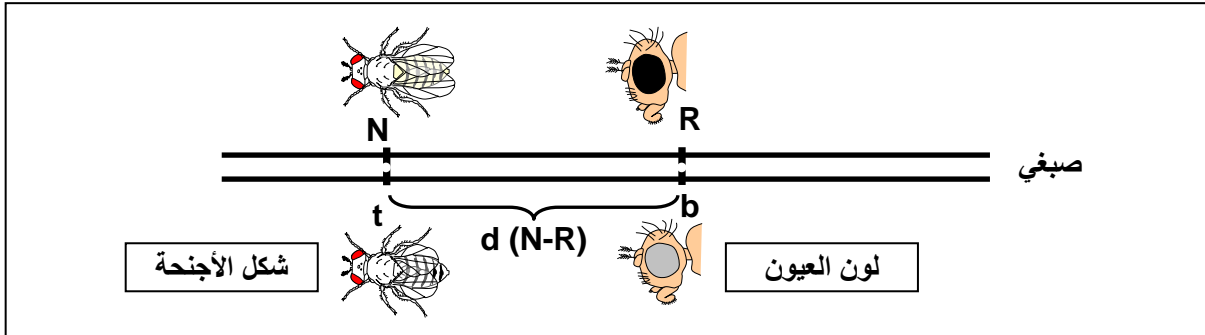
④ نشاط 4: قياس المسافة بين مورثتين ووضع الخريطة العاملية (La carte factorielle).

تقديم : لقد لاحظ العالم الأمريكي Thomas Hunt Morgan أنه في حالة تزاوج سلالتين تختلفان بصفتين في حالة مورثتين مرتبطين، فإن نسبة التركيبات الجديدة الناتجة عن هذا التزاوج تكون دائما ثابتة. انطلاقا من هذه الملاحظة افترض Morgan أن موقع المورثة فوق الصبغي يكون دائما ثابتا. فوضع علاقة بين نسبة التركيبات الجديدة ونسبة احتمال حدوث عبور صبغي. إذ كلما كبرت المسافة بين مورثتين إلا وارتفعت نسبة احتمال حدوث العبور و بالتالي ارتفعت نسبة التركيبات الجديدة. لقياس هذه المسافة نستعمل وحدة (CMg) : (Centimorgan) ، بحيث أن $1 \text{ CMg} = 1\%$ من التركيبات الجديدة. وهكذا فالمسافة الفاصلة بين مورثتين a و b هي $d(a-b)$.

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

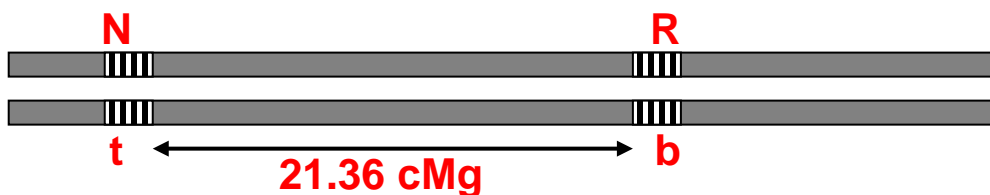
باستثمار هذه المعطيات و معطيات التمرين 7 لوحة 4 ،

أحسب المسافة بين المورثتين لون العيون وشكل الأجنحة ($d(N-R)$) .



انطلاقا من معطيات التمرين 7، لوحة 4، نحسب المسافة بين المورثتين لون العيون وشكل الأجنحة : $d(R,N)$

$$d(R,N) = \frac{\text{عدد الأفراد ذوي التركيبات الجديدة}}{\text{العدد الإجمالي للأفراد}} \times 100 = \frac{109 + 111}{1030} \times 100 = 21.36 \text{ cMg}$$



② دراسة مثال عند الطماطم:

a - تمرين أنظر التمرين 9، لوحة 6.

تمرين 9:

تم التزاوج بين سلالتين نقيتين من الطماطم، سلالة (SM) ذات أوراق خضراء وقد عادي وثمار ملساء، مع سلالة (M) ذات أوراق مبقةة بالأصفر وقد قصير وثمار ناعمة. نحصل على جيل أول F1 متجانس بأوراق خضراء وقد عادي وثمار ملساء. ويعطي التزاوج الراجع بين نبتة هجينة F1 ونبتة من السلالة (M) النتائج التالية:

★ 417	نبتة ذات أوراق خضراء وقد عادي وثمار ملساء
★ 425	نبتة ذات أوراق مبقةة 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 خضراء وقد قصير وثمار ناعمة
★ 59	نبتة ذات أوراق مبقةة وقد عادي وثمار ملساء
★ 5	نبتة ذات أوراق مبقةة وقد عادي وثمار ناعمة
★ 20	نبتة ذات أوراق مبقةة 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 مبقةة (T,t)، ثمار ناعمة (R,r). حدد المظاهر الخارجية المحصل عليها في الجيل الثاني F2، 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 La carte factorielle بالنسبة للمورثات الثلاث.

b - حل التمرين:

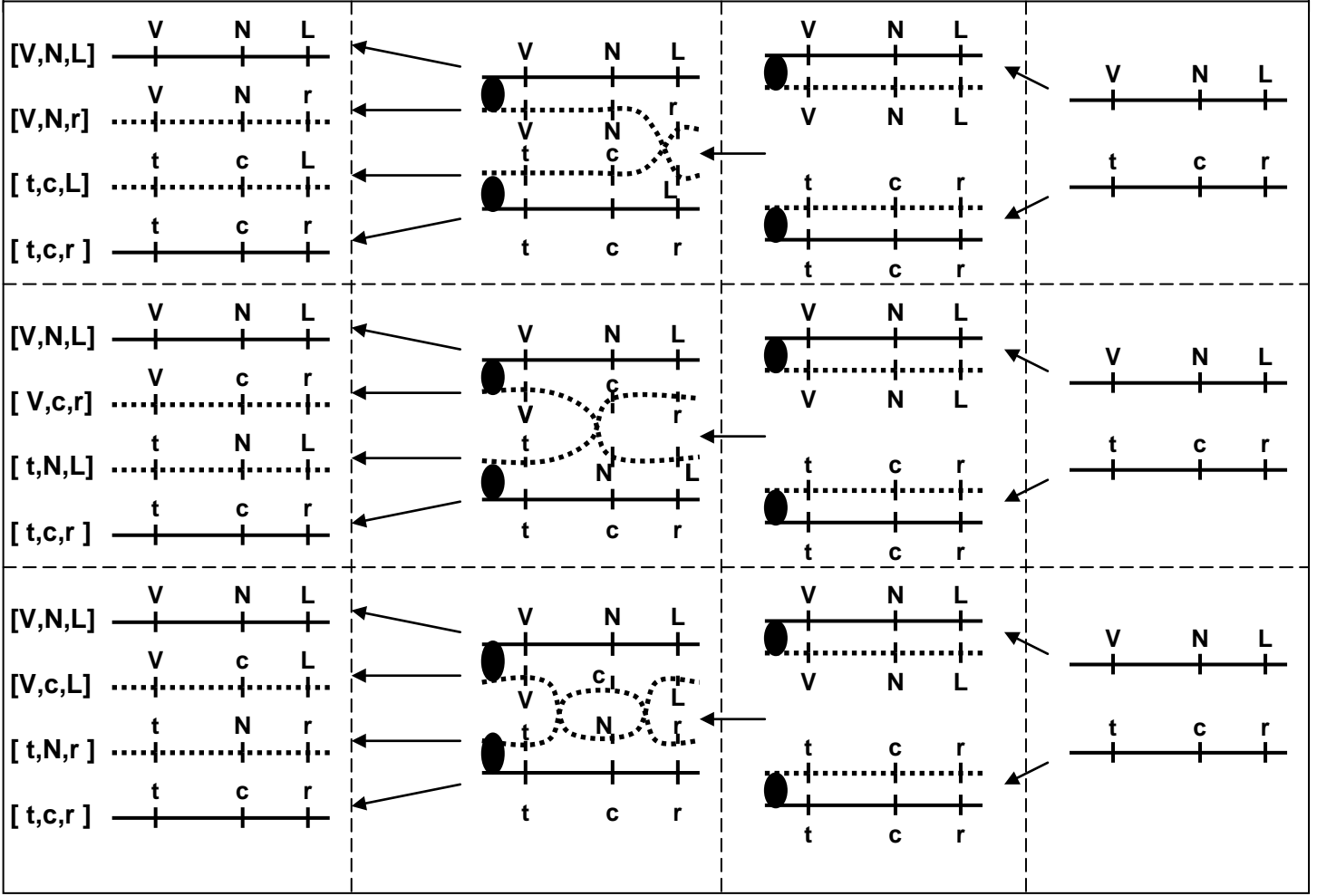
(1) لقد تم التزاوج بين سلالتين نقيتين تختلفان بثلاث صفات وراثية، نتكلم ادن عن الهجونة الثلاثية. نلاحظ أن كل أفراد الجيل الأول F1 متجانسون ويشبهون في مظهرهم الخارجي الأب ذو قد عادي، أوراق خضراء، وثمار ملساء. واعتمادا على القانون الأول لماندل فإن الصفات قد عادي، أوراق خضراء، وثمار ملساء سائدة على الصفات قد قصير، أوراق مبقةة، وثمار ناعمة.

(2) المظاهر الخارجية المحصل عليها في الجيل الثاني F2 هي:

<p>مظاهر أبوية بنسبة % 84.2</p> <p>مظاهر جديدة التركيب بنسبة % 15.8</p>	• [V,N,L] بنسبة (417/1000).100 = 41.7 %
	• [t , c, r] بنسبة (425/1000).100 = 42.5 %
	• [V,N ,r] بنسبة (16/1000).100 = 1.6 %
	• [V,c,L] بنسبة (3/1000).100 = 0.3 %
	• [V,c,r] بنسبة (55/1000).100 = 5.5 %
	• [t,N,L] بنسبة (59/1000).100 = 5.9 %
	• [t,N,r] بنسبة (5/1000).100 = 0.5 %
	• [t,c,L] بنسبة (20/1000).100 = 2 %

(3) نلاحظ أن نسبة المظاهر الخارجية الأبوية كبيرة جدا بالمقارنة مع المظاهر الخارجية الجديدة التركيب. نستنتج من هذا أن المورثات مرتبطة.

يفسر ظهور تركيبات جديدة لدى النبتة بحدوث ظاهرة العبور الصبغي عند تشكل الأمشاج لدى الأب الهجين F1. أنظر الوثيقة 1، لوحة 6.



$$d(V-N) = \frac{5+59+55+3}{1000} \times 100 = 12.2 \text{ cMg}$$

❖ (4) حساب المسافة بين المورثات: المسافة بين القد ولون الأوراق هي:

$$d(N-L) = \frac{16+3+5+20}{1000} \times 100 = 4.4 \text{ cMg}$$

❖ المسافة بين القد وشكل الثمار هي:

$$d(V-L) = \frac{+55+59+20}{1000} \times 100 = 15 \text{ cMg}$$

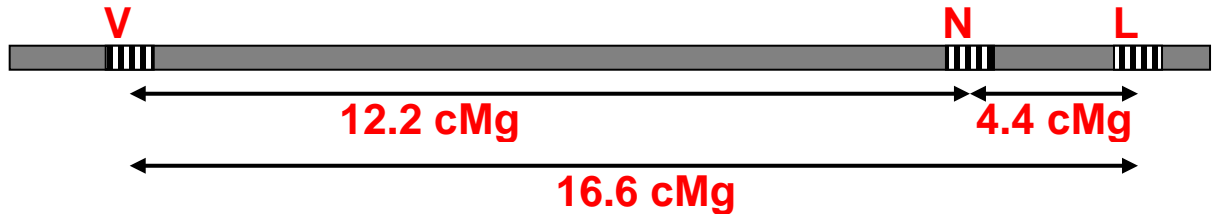
❖ المسافة بين اللون وشكل الثمار هي:

نلاحظ أن: $d(V-L) = d(V-N) + d(N-L)$ نستنتج من هذا أن المورثة (N,c) تتموضع بين المورثتين (V,t) و (L,r).

نلاحظ كذلك حدوث عبور مزدوج بين L و v، ولم يحتسب خلال تحديد المسافة بين المورثتين، لذلك فإن $d(V-L) < d(V-N) + d(N-L)$. اذن يجب الأخذ بعين الاعتبار وقوع عبورين في نفس الوقت وبذلك فالمسافة d(V-L) هي:

$$d(V-L) = \frac{16+55+59+20 + (2 \times (5+3))}{1000} \times 100 = 16.6 \text{ cMg}$$

5) الخريطة العاملية هي تمثيل لصبغي على شكل خط طولي، ترتب عليه المورثات حسب تموضعها النسبي فوق الصبغيات.



③ دراسة مثال عند ذبابة الخل:

a - تمرين أنظر التمرين 10، لوحة 7.

تمرين 10:

تم تزاوج بين أنثى من ذباب الخل من سلالة نقية ذات جسم رمادي Gris و عيون ملساء Lisse وأجنحة كاملة Complètes مع ذكر من سلالة نقية ذو جسم أصفر Jaune و عيون حرشاء Rugueuses وأجنحة مبتورة Tronquées. فحصلنا في الجيل F1 على خلف متجانس ذو جسم رمادي، عيون ملساء، وأجنحة كاملة.

(1) ماذا نسمي هذا النوع من التزاوج ؟

(2) حل نتيجة هذا التزاوج. ماذا تستنتج؟

تم تزاوج أنثى من الجيل الأول F1 مع ذكر من سلالة نقية ذو جسم أصفر، عيون حرشاء، وأجنحة مبتورة. فحصلنا في الجيل F2 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.

(3) ماذا نسمي هذا النوع من التزاوج ؟ وما الغاية منه؟

(4) عن ماذا يعبر تركيب الجيل F2 ؟

(5) أحسب نسب الأفراد المحصل عليها في F2 . ماذا يمكنك استنتاجه من هذه النسب ؟

(6) باستعمال الرموز التالية: جسم رمادي (G,g)، عيون ملساء (L,l)، أجنحة كاملة (C,c)، جسم أصفر (J,j)، عيون حرشاء (R,r)، أجنحة مبتورة (T,t). أعط تفسيراً صعباً لنتائج التزاوج الأول والتزاوج الثاني.

(7) أحسب المسافة بين المورثة z و r . و بين المورثة r و t . و بين المورثة z و t .

(8) ماذا يمكننا أن نقول عن التوضع النسبي للمورثات الثلاث.

(9) أنجز الخريطة العاملية بالنسبة للصفات الثلاث.

b - حل التمرين:

(1) نسمي هذا النوع من التزاوج بالهجونة الثلاثية Trihybridisme لأنه تم بين سلالتين نقيتين تختلفان بثلاث صفات وراثية.

(2) كل أفراد الجيل F1 متجانسون ويشبهون في مظهرهم الخارجي الأب ذو جسم رمادي، عيون ملساء وأجنحة كاملة. وتطبيقاً للقانون الأول لـ Mendel فإن الصفات جسم رمادي، عيون ملساء وأجنحة كاملة سائدة على الصفات جسم أصفر، عيون حرشاء، وأجنحة مبتورة.

3) نسمي هذا النوع من التزاوج بالتزاوج الراجع BackCross، لأنه تم بين فرد من F1 غير متشابه الاقتران، نمطه الوراثي معروف، مع فرد من النمط الأبوي ثلاثي التنحي. الغاية من هذا التزاوج هو التحقق من الانفصال المستقل للحليلات.

4) إن تركيب الجيل F2 يعبر عن تركيب أنماط الأمشاج الأنتوية، لأن الذكر هو من سلالة نقية وثلاثي التنحي، فانه لن ينتج سوى نمط واحد من الأمشاج. أنظر الوثيقة.

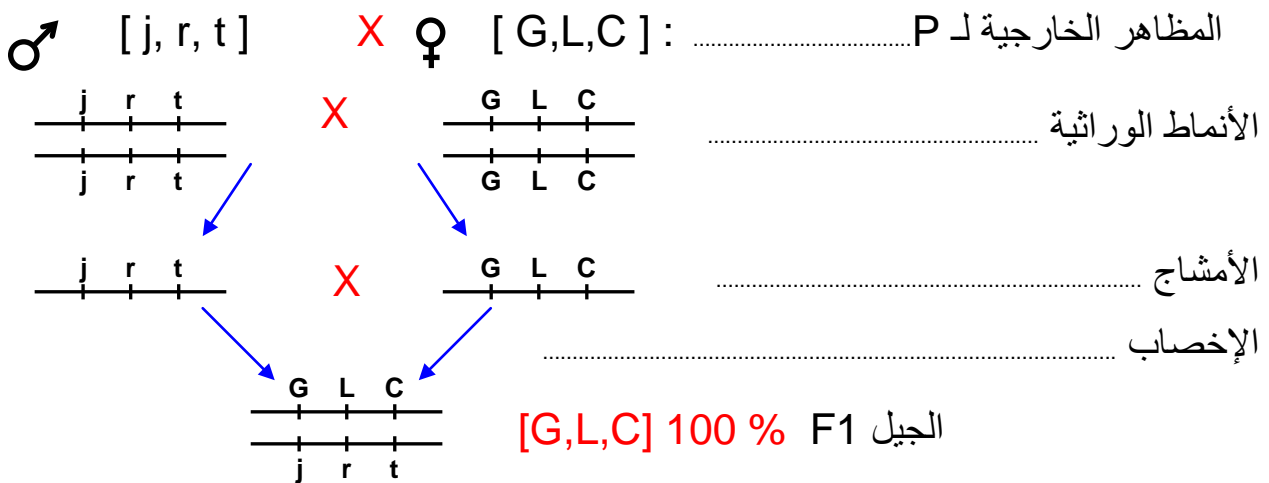
5) حساب نسب الأفراد المحصل عليها في F2:

أنماط أبوية 74.69 %	}	• الأفراد [G,L,C] النسبة المئوية: $37.50 \% = (1080/2880) \times 100$
		• الأفراد [j, r, t] النسبة المئوية: $37.19 \% = (1071/2880) \times 100$
أنماط جديدة التركيب 25.31 %	}	• الأفراد [G,L, t] النسبة المئوية: $10.17 \% = (293/2880) \times 100$
		• الأفراد [j, r, C] النسبة المئوية: $9.79 \% = (282/2880) \times 100$
		• الأفراد [j, L, C] النسبة المئوية: $2.71 \% = (78/2880) \times 100$
		• الأفراد [G, r, t] النسبة المئوية: $2.29 \% = (66/2880) \times 100$
		• الأفراد [G,r,C] النسبة المئوية: $0.21 \% = (6/2880) \times 100$
		• الأفراد [j, L, t] النسبة المئوية: $0.14 \% = (4/2880) \times 100$

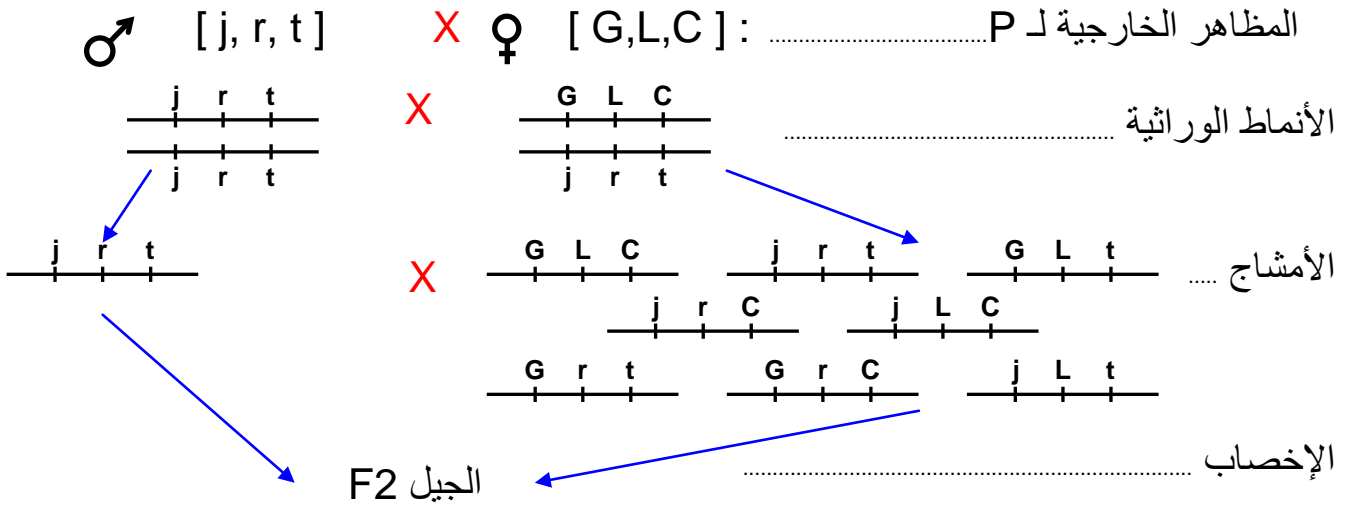
نلاحظ أن الأنماط الجديدة التركيب تظهر بنسب ضعيفة مقارنة بالأنماط الأبوية، نستنتج من هذا أن المورثات مرتبطة.

6) التفسير الصبغي لنتائج التزاوج:

★ التزاوج الأول : عند الآباء P .



★ التزاوج الثاني : التزاوج الراجع.



شبكة التزاوج

$\frac{jLt}{jrt}$	$\frac{GrC}{jrt}$	$\frac{Grt}{jrt}$	$\frac{jLC}{jrt}$	$\frac{jrc}{jrt}$	$\frac{GLt}{jrt}$	$\frac{jrt}{jrt}$	$\frac{GLC}{jrt}$	♀
$\frac{jLt}{jrt}$	$\frac{GrC}{jrt}$	$\frac{Grt}{jrt}$	$\frac{jLC}{jrt}$	$\frac{jrc}{jrt}$	$\frac{GLt}{jrt}$	$\frac{jrt}{jrt}$	$\frac{GLC}{jrt}$	♂
$\frac{jLt}{jrt}$	$\frac{GrC}{jrt}$	$\frac{Grt}{jrt}$	$\frac{jLC}{jrt}$	$\frac{jrc}{jrt}$	$\frac{GLt}{jrt}$	$\frac{jrt}{jrt}$	$\frac{GLC}{jrt}$	$\frac{GLC}{jrt}$
[j,L,t]	[G,r,C]	[G,r,t]	[j,L,C]	[j,r,C]	[G,L,t]	[j,r,t]	[G,L,C]	المظاهر الخارجية

(7) حساب المسافة بين المورثة ج و r: $d(j-r)$

$$d(j-r) = ((4+6+66+78)/2880) \times 100 = 5.35 \text{ cMg}$$

حساب المسافة بين المورثة r و t: $d(r-t)$

$$d(r-t) = ((4+6+282+293)/2880) \times 100 = 20.31 \text{ cMg}$$

حساب المسافة بين المورثة ج و t: $d(t-j)$

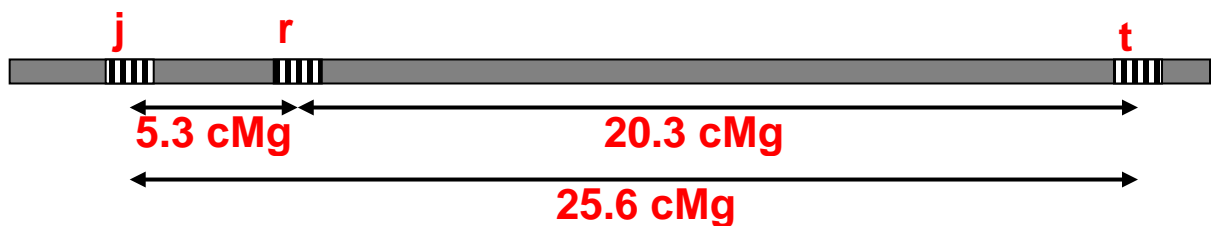
$$d(t-j) = ((2 \times (4+6) + 66 + 78 + 282 + 293) / 2880) \times 100 = 25.66 \text{ cMg}$$

(8) يتبين من النتائج المحصل عليها في السؤال السابق أن:

$$d(j-t) \approx d(r-j) + d(r-t)$$

نستنتج من هذا أن المورثة r تتواجد بين المورثة ج والمورثة t.

(9) الخريطة العاملية بالنسبة للصفات الثلاث:



الخريطة العاملية

ملاحظة : لقد مكنت الملاحظة المجهرية لصبغيات عملاقة عند ذبابة الخل من الكشف عن وجود أشرطة متعاقبة تختلف حسب تلوينها. وقد تبين أن كل خلل في تعاقب هذه الأشرطة يؤدي إلى خلل في ظهور الصفات المتوحشة وظهور صفات جديدة. انطلاقاً من هذه الملاحظات تمكن الباحثون من وضع خرائط صبغية توضح تموضع المورثات على الصبغيات.

خلاصة : أنظر الوثيقة 1، لوحة 7.

حالة خاصة	النسب الإحصائية		الوثيقة 1 : خلاصة		
	الجيل الثاني F2	الجيل الأول F1			
في حالة مورثة مرتبطة بالجنس، لا يعطي تزاوج ذكر من سلالة A بأنثى من سلالة B نفس نتيجة التزاوج العكسي، أي أنثى من سلالة A بذكر من سلالة B.	3/4 ، 1/4	100 % صفة الأب ذي الحليل السائد	سيادة تامة	الهجونة الأحادية (أبوان من سلالة نقية)	
	1/4 ، 1/4 ، 1/2	100 % صفة وسيطة	تساوي السيادة		
	1/16 ، 3/16 ، 3/16 ، 9/16	100 % صفة الأب ذي الحليل السائد	سيادة تامة بالنسبة للحليلين	مورثتان مستقلتان	الهجونة الثنائية (أبوان من سلالة نقية)
	1/16 ، 1/16 ، 2/16 ، 3/16 ، 3/16 ، 6/16	جيل متجانس له الصفة السائدة بالنسبة للزوج الحليلي الأول، وصفة وسيطة بالنسبة للزوج الحليلي الثاني	سيادة تامة بالنسبة للزوج حليلي وتساوي السيادة بالنسبة للآخر		
	1/16 ، 1/16 ، 1/16 ، 2/16 ، 2/16 ، 2/16 ، 4/16	جيل متجانس له صفتين وسيطتين بالنسبة للزوجين الحليلين.	تساوي السيادة بالنسبة للزوجين الحليلين		
3/4 ، 1/4	100 % صفة الأب ذي الحليلين السائدين.	أحد الأبوين سائد والآخر متحي	مورثتان مرتبطتان		