المحاضرة الثالثة

قوانين مندل في علم الوراثة:

القوانين الإحصائية لانتقال الصفات الوراثية عند الكائنات ثنائية الصيغة الصبغية ؟

– تتميز خلايا الكائنات ثنائية الصيغة الصبغية بوجود الصبغيات على شكل أزواج، وبالتالي تكون كل مورثة ممثلة بأليلين إما متشابهين، نقول أنها متشابهة الاقتران Homozygote ويكون الفرد من سلالة نقية pure Line بالنسبة للصفة أو الصفات المدروسة، أو مختلفين ونقول في هذه الحالة أنها مختلفة الاقتران Heterozygote ويكون الفرد من سلالة هجينة Hybrid.

– إذا كان لأفراد السلالة الهجينة مظهراً خارجياً مطابقاً لأحد أليلي المورثة، نسمي الأليل الذي يتم التعبير عنه بالأليل السائد Allele Dominant ونسمي الأليل الذي لم يُعبر عنه بالأليل المتنحي Allele Recessive. أما في حالة ظهور مظهر وسيط نتحدث عن تساوي السيادة Co - dominance.

لمعرفة كيفية انتقال الصفات الوراثية عند الكائنات ثنائية الصيغة الصبغية والقوانين المحددة لهذا الانتقال، نقترح المعطيات التجريبية التالية:

أولاً – انتقال زوج واحد من الأليلات : الهجونة الأحادية

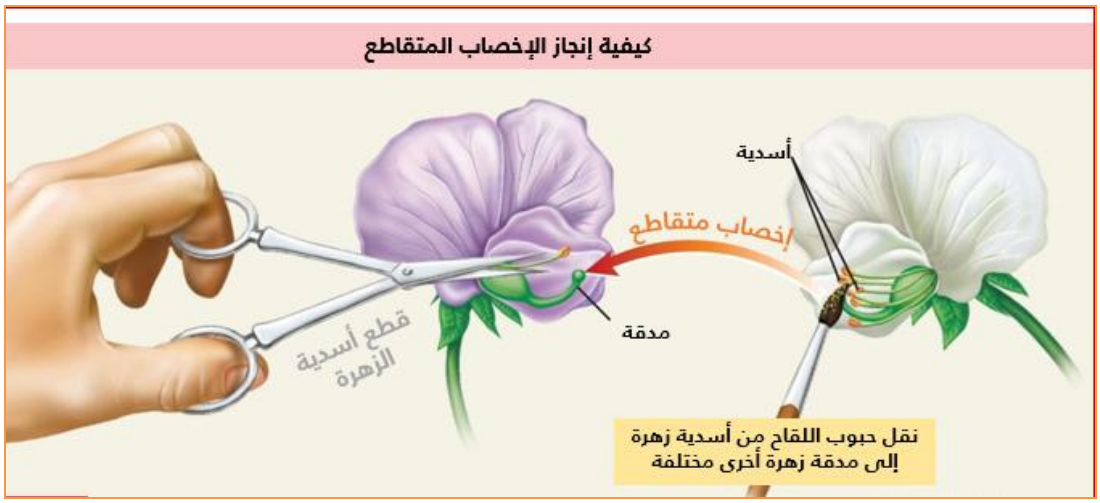
1– الهجونة الأحادية : حالة السيادة التامة (المطلقة)

عند دراسة انتقال الصفات الوراثية، يُعتمد على تتبع المظهر الخارجي للأفراد، هذا المظهر تتحكم فيه مورثة، تكون ممثلة عند ثنائيات الصيغة الصبغية، بأليلين نسمي شكلهما بالنمط الوراثي.

خلال دراسة انتقال الصفات الوراثية، نميز عدة حالات، حسب الصفات المراد تتبعها. نتحدث عن الهجونة الأحادية عندما يتعلق الأمر بتتبع انتقال صفة واحدة (زوج واحد من الأليلات)، ونتحدث عن الهجونة الثنائية عندما يتعلق الأمر بانتقال صفتين (زوجين من الأليلات).

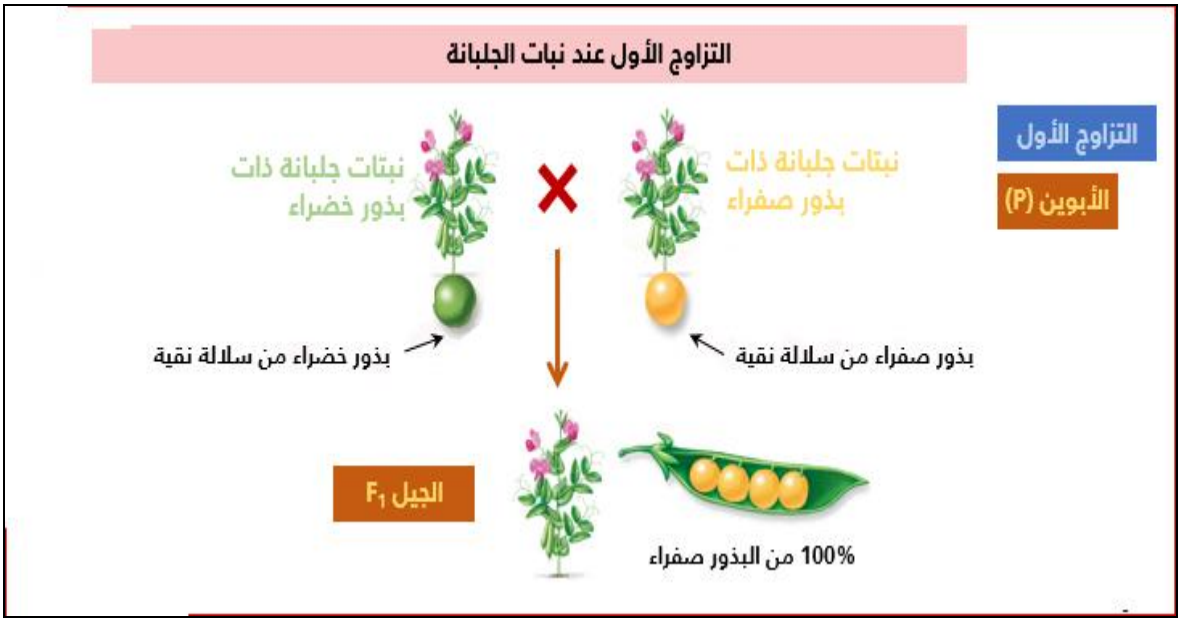
لفهم كيفية انتقال الصفات الوراثية، ندرس حالة الهجونة الأحادية عند مورثة مرتبطة بصبغي لا جنسي (للذكر و الأنثى أليلان لنفس المورثة)، حيث قام العالم Mendel بإنجاز تزاوجات بين نباتات بازلاء تختلف فيما بينها بصفة و تنتمي لسلالة نقية.

بما أن أزهار نبات البازلاء تعتبر خنثى (أي انها تضم الأعضاء التناسلية الذكرية : الأسدية، و الأعضاء التناسلية الأنثوية: المدقة)، فكان من الضروري على العالم Mendel أن يمنع الإخصاب الذاتي للأزهار. لذلك قام هذا العالم بإنجاز إخصاب متقاطع، بنقله لحبوب لقاح نبتة إلى مدقة نبتة مختلفة، بعد إزالة أسدية هذه الأخيرة. يمثل الشكل بالأسفل، كيفية إنجاز الإخصاب المتقاطع.



خلال أعماله، قام Mendel بإجراء مجموعة من التزاوجات على نباتات بازلاء الزهور مختلفة بالنسبة لصفة لون البذور:

التزاوج الأول: قام Mendel بإجراء تزاوج بين نبتتي بازلاء تنتميان لسلالة نقية (أبوين P)، إحداهما ذات بذور صفراء و الأخرى ذات بذور خضراء، فحصل Mendel على نبتات بازلاء (الجيل F_1) كلها ذات بذور صفراء. مكن هذا التزاوج Mendel من وضع أول قوانينه لانتقال الصفات الوراثية. يمثل الشكل بالأسفل، ظروف و نتائج هذا التزاوج الأول.



نستنتج القانون الاول لمندل: ان الابوان من سلالة نقية والجيل F_1 هجناء متجانسون فيما بينهم (اي التقاء امشاج الابوان النقيان يعطي جيلا هجينا)

حلل نتائج التزاوج الأول ماذا تستنتج: نتج عن تزاوج نبتتين من سلالة نقية، لإحداهما بذور صفراء و الأخرى بذور خضراء، نبتات بازلاء لها بذور صفراء فقط. لجميع أفراد الجيل F_1 نفس

المظهر الخارجي، و هو اللون الأصفر للبذور، نقول أن الجيل F_1 متجانس (يبدي كل أفراده نفس المظهر الخارجي).

نعلم أن الأبوين من سلالة نقية، إذن سيكونان متشابها الاقتران، حيث ستكون النبتة ذات البذور الصفراء، حاملة لأليلي اللون الأصفر، بينما النبتة ذات البذور الخضراء، ستكون حاملة لأليلي اللون الأخضر. أما النبتات الناتجة عن هذا التزاوج، و رغم إبدائها للمظهر بذور صفراء، إلا أنها حاملة لأليل اللون الأصفر و أليل اللون الأخضر، أي أنها مختلفة الاقتران بالنسبة لهذه الصفة، و نقول كذلك أنها هجينة.

كما أشرنا إلى ذلك، فرغم أن بذور نبتات البازلاء للجيل F_1 تتوفر على أليل اللون الأصفر للبذور و أليل اللون الأخضر لها، إلا أنها تبرز اللون الأصفر فقط. نستنتج إذن، أنه يتم فقط تعبير أحد الأليلين إلى مظهر خارجي، نقول أن أليل اللون الأصفر سائد على أليل اللون الأخضر، وبالتالي أليل اللون الأخضر متنحي.

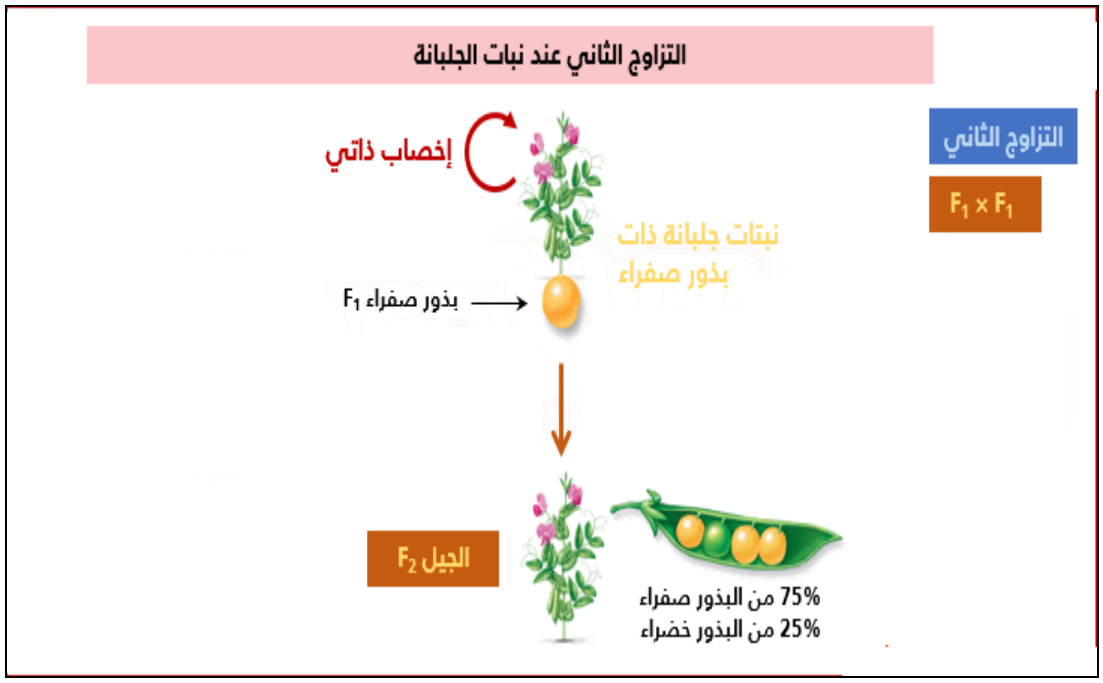
حدد المظاهر الخارجية والأنماط الوراثية للأبوين وأفراد الجيل الأول F_1 باستعمال الرموز الملائمة:

لدينا أليل مسؤول عن اللون الأصفر Jaune للبذور، و أليل مسؤول عن اللون الأخضر Vert لها، لكن الأليل المسؤول عن اللون الأصفر سائد، فنرمز له بالحرف J (بالكتابة الكبيرة)، بينما الأليل المسؤول عن اللون الأخضر متنحي، فنرمز له بالحرف v (بالكتابة الصغيرة). ستكون المظاهر الخارجية و الأنماط الوراثية على الشكل التالي :

المظاهر الخارجية و الأنماط الوراثية للأبوين و أفراد الجيل F_1

الأفراد	المظهر الخارجي	النمط الوراثي	
الأبوين (P)	[J]	J // J	متشابهي الاقتران
	[v]	v // v	
الجيل F_1	[J]	J // v	مختلف الاقتران

التزاوج الثاني : قام Mendel بزرع بذور نبتات البازلاء (الجلبانة) المتحصل عليها بعد التزاوج الأول (نبات الجيل الاول F_1)، فحصل على نباتات بازلاء تركها، لتقوم بإخصاب ذاتي، حتى يكون التزاوج بين أفراد F_1 فيما بينهم، فحصل على نباتات بازلاء F_2، تتوفر على 75% من البذور الصفراء و 25% من البذور الخضراء. من خلال هذا التزاوج، وضع Mendel القانون الثاني لانتقال الصفات الوراثية. يمثل الشكل أسفله ظروف و نتائج هذا التزاوج الثاني.

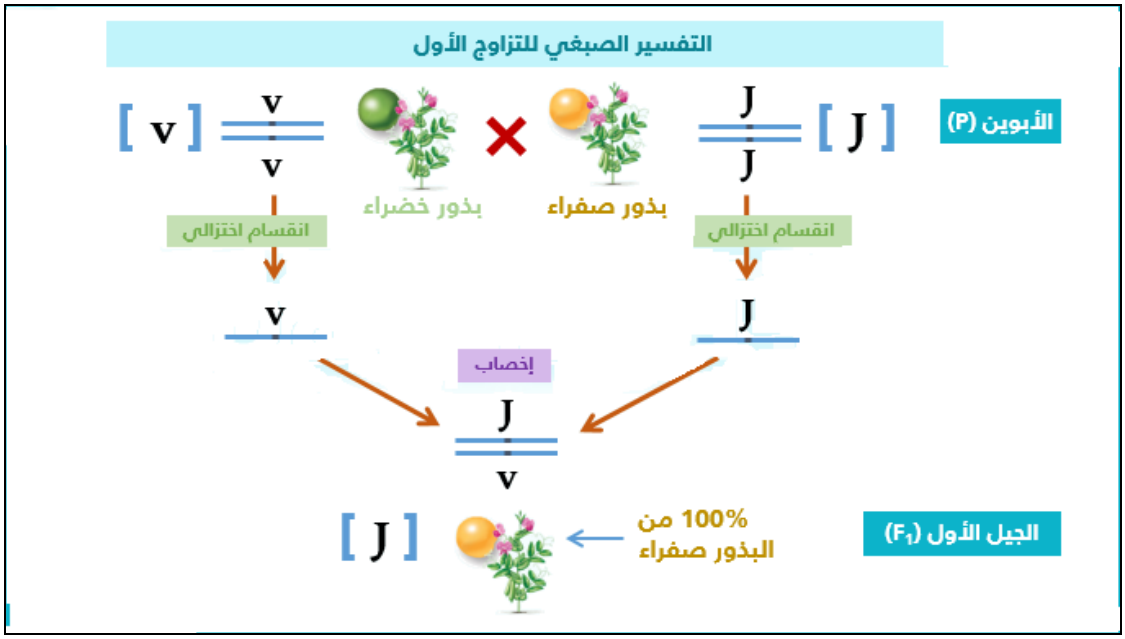


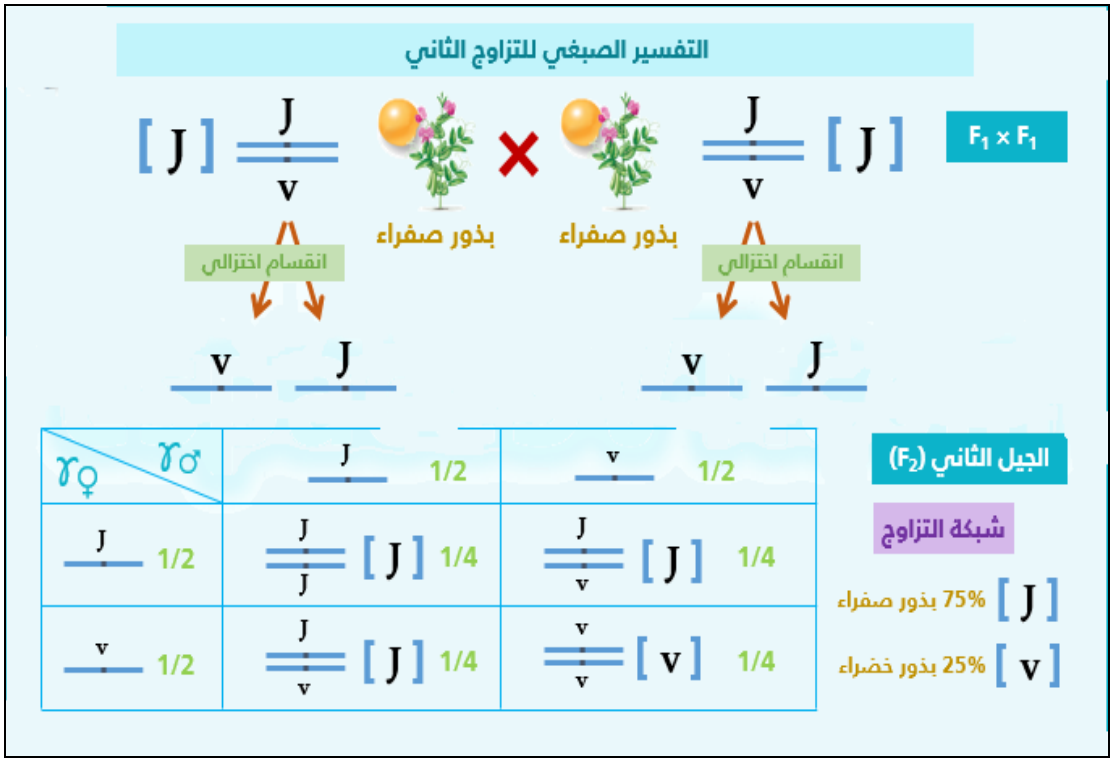
ماذا تلاحظ بخصوص النتائج المتحصل عليها في التزاوج الثاني:

بعد إنجاز تزاوج أفراد F_1 الهجينة فيما بينها، نحصل على جيل F_2 غير متجانس، بسبب الحصول على بذور صفراء بنسبة 75% و بذور خضراء بنسبة 25%. نلاحظ ظهور الصفة المتنحية (البذور الخضراء) من جديد، بعد أن اختفت في الجيل F_1. و لا يمكن تفسير هذا الأمر، إلا باجتماع الأليلين المتنحيين.

أنجز التفسير الصبغي لنتائج التزاوجين الأول و الثاني، ماذا تستنتج:

بعد إنجاز التفسير الصبغي لنتائج التزاوجين الأول و الثاني، يُفترض أن تكون النتائج المتحصل عليها كالتالي :

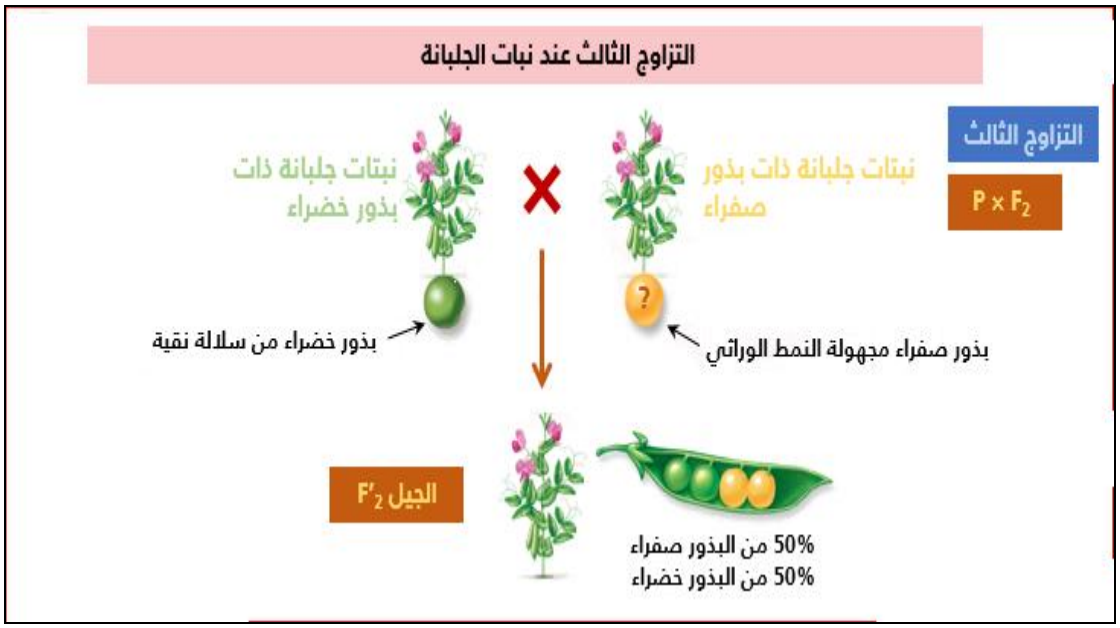




يتبين من خلال النتائج المتحصل عليها في التفسير الصبغي (النتائج النظرية)، أنها مطابقة للنتائج التجريبية، و بالتالي فالتفسير الصبغي المنجز صحيح.

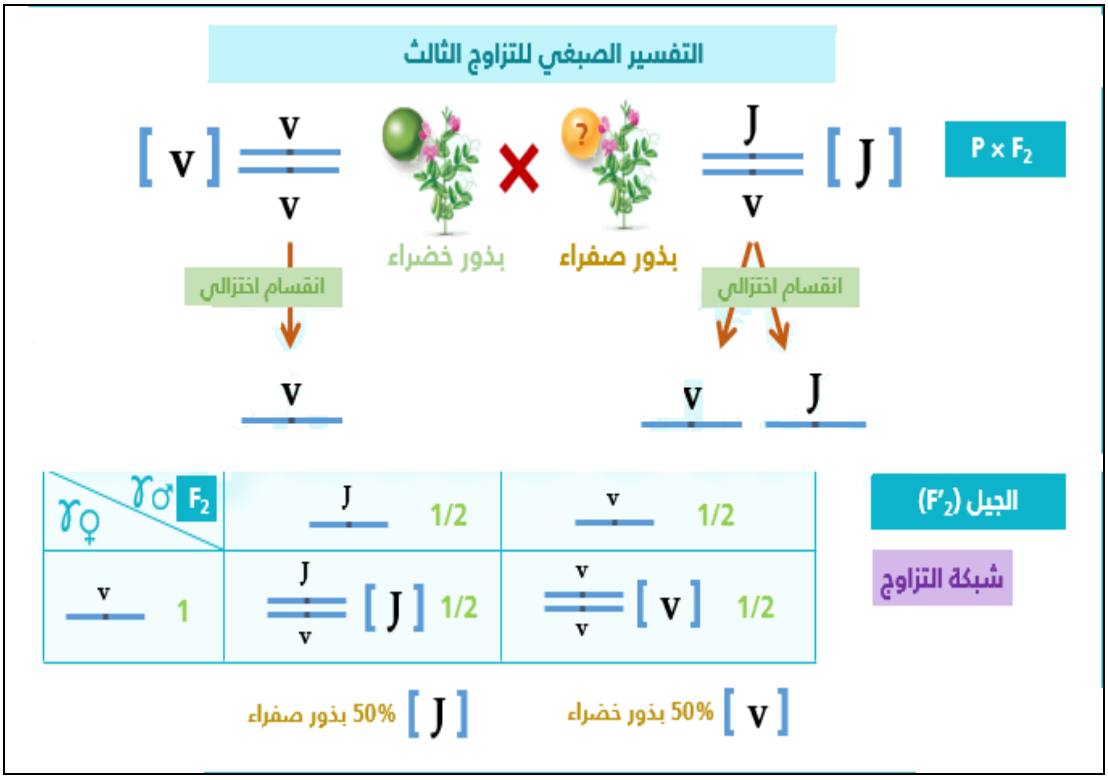
ملاحظة: نشير إلى أن مختلف النتائج المتحصل عليها خلال التزاوجات السابقة لنبتات البازلاء، لا تدل على أن مورثة لون البذور محمولة على صبغي جنسي، سنعتبر إذن على أن هذه المورثة محمولة على صبغي لا جنسي (صبغي جسدي).

التزاوج الثالث: أخذ Mendel بذورا صفراء من الجيل F_2، لم يكن على علم بنمطها الوراثي، فقام بإجراء تزاوج بينها و بين نبات بازلاء ذات بذور خضراء، فحصل على جيل F_2 نصف بذوره صفراء و النصف الأخر خضراء. تمثل الوثيقة أسفله ظروف و نتائج هذا التزاوج الثالث.



بين لماذا لم يتمكن مندل من تحديد النمط الوراثي للبذور الصفراء للجيل الثاني F_2 قبل اجراء التزاوج الثالث: من خلال شبكة التزاوج المتحصل عليها في التزاوج الثاني، فإن البذور الصفراء [J] تحتمل نمطين وراثيين، أولهما النمط متشابه الاقتران : J||J، والثاني مختلف الاقتران : J||v (لكون الأليل الأصفر سائد)، و بالتالي فالمظهر الخارجي وحده لهذه البذور لا يسمح بتحديد نمطها الوراثي.

أنجز تفسيراً صبغياً تفسر من خلاله نتائج التزاوج الثالث، مبيناً الهدف منه.إذا اعتبرنا النمط الوراثي للبذور الصفراء، هو النمط الوراثي متشابه الاقتران J||J، فإننا سنجد أنفسنا في نفس ظروف التزاوج الأول (تزاوج الأبوين)، فالمفروض أن نحصل على جيل متجانس، له فقط البذور الصفراء، لكن اختلاف النتيجة المتحصل عليها في التزاوج الثالث تدعو للاعتقاد، أن النمط الوراثي لهذه البذور هو النمط الوراثي مختلف الاقتران J||v. لتأكيد هذا الأمر، ننجز التفسير الصبغي :



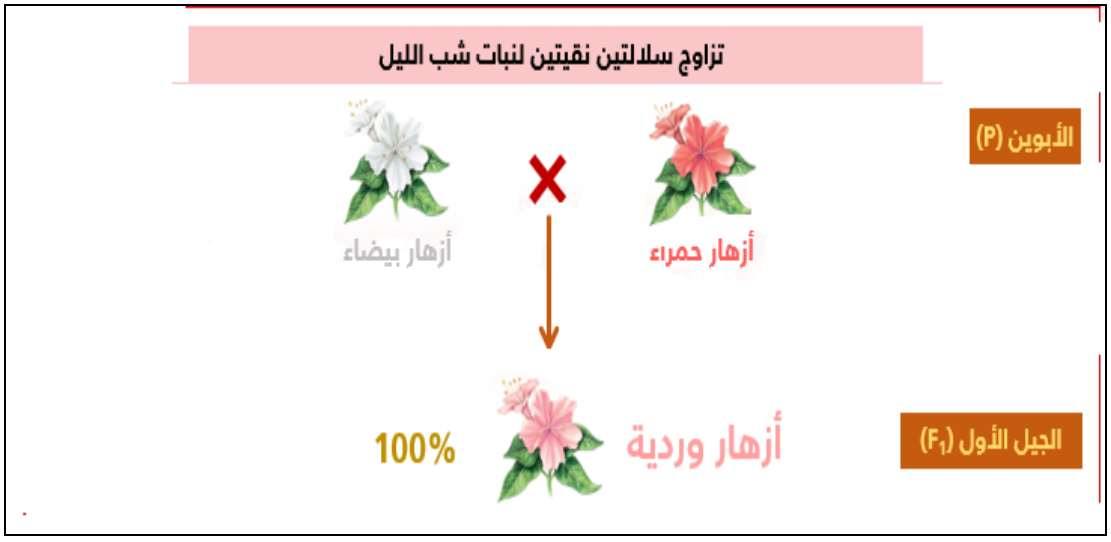
**نلاحظ أن النتائج النظرية، تطابق النتائج التجريبية المتحصل عليها، إذاً فبذور البازلاء الصفراء التي أخذها Mendel، هي بذور مختلفة الاقتران J||v.

يهدف هذا التزاوج إلى تحديد النمط الوراثي لفرد مجهول النمط (أو يحتمل عدة أنماط وراثية)، وذلك بإجراء تزاوج مع فرد يحمل الصفة المتنحية (لأنه معروف النمط : متشابه الاقتران بالنسبة للأليلين المتنحيين)، يسمى هذا التزاوج، **بالتزاوج الاختباري Test Cross.

حصيلة: عندما يتعلق الأمر بدراسة انتقال صفة واحدة، نتحدث عن الهجونة الأحادية، وعند ارتباط المورثة المعنية بصبغي لا جنسي، و في حالة السيادة التامة لأليل على آخر، نحصل بعد التزاوج الأول (بين الأبوين) على نسبة 100% من أفراد يتوفرون على الصفة السائدة، في الجيل F_1، و بعد التزاوج الثاني $F_1 \times F_1$، نحصل في الجيل F_2، على 75% من أفراد يتوفرون على الصفة السائدة و 25% من أفراد يتوفرون على الصفة المتنحية.

2– الهجونة الأحادية : حالة تساوي السيادة

ولدراسة مظهر آخر لكيفية انتقال الصفات الوراثية و تعبيرها، تم إجراء تزاوج عند نبات شب الليل Mirabilis jalapa، حيث تم إنجازه بين سلالتين نقيتين من نبات شب الليل، الأولى ذات أوراق تويجية حمراء، و الثانية ذات أوراق تويجية بيضاء، فتم الحصول على جيل F_1، لجميع أفراده أوراق تويجية وردية. نشير إلى أنه تم اعتماد الإخصاب المتقاطع، لتجنب حدوث إخصاب ذاتي لنفس الأزهار.



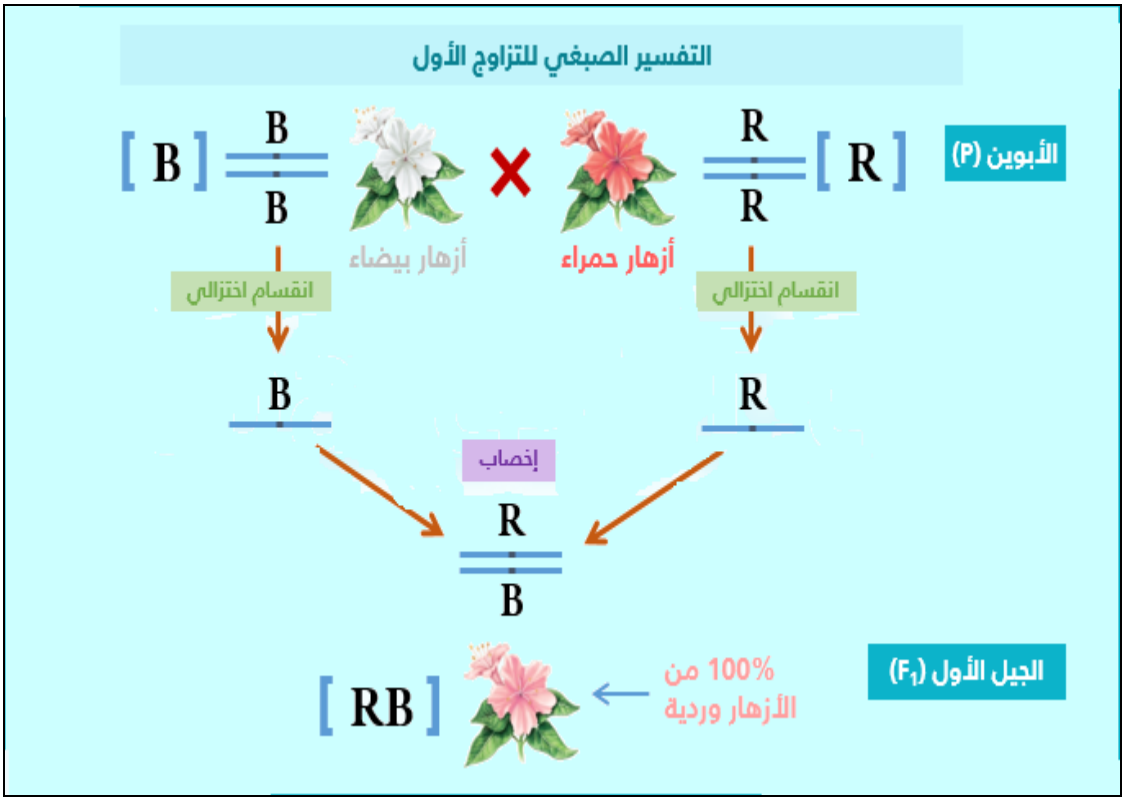
حلل النتائج المتحصل عليها خلال هذا التزاوج ماذا تستنتج:

عند إنجاز تزاوج بين زهرتي شب الليل مختلفتان بصفة لون الأوراق التويجية، حمراء مع بيضاء، نحصل في الجيل F_1 على أزهار، لها كلها أوراق تويجية وردية، نقول أن الجيل F_1 متجانس. وبما أن الأبوين من سلالة نقية، فإن الجيل F_1 ، سيكون كذلك هجين ← تحقق القانون الأول لمندل.

← نلاحظ من خلال هذا التزاوج كذلك أن أفراد الجيل F_1 ، يبرزون صفة اللون الوردي للأوراق التويجية، و هي صفة جديدة لم تكن لدى الأبوين. إذن رغم توفر أفراد هذا الجيل على الأليلين الأحمر و الأبيض، إلا أنه لم يتم تعبير أحدهما على حساب الآخر، بل ظهرت صفة وسيطة بين اللونين، فنقول أن هناك تساوي السيادة بين الأليلين.

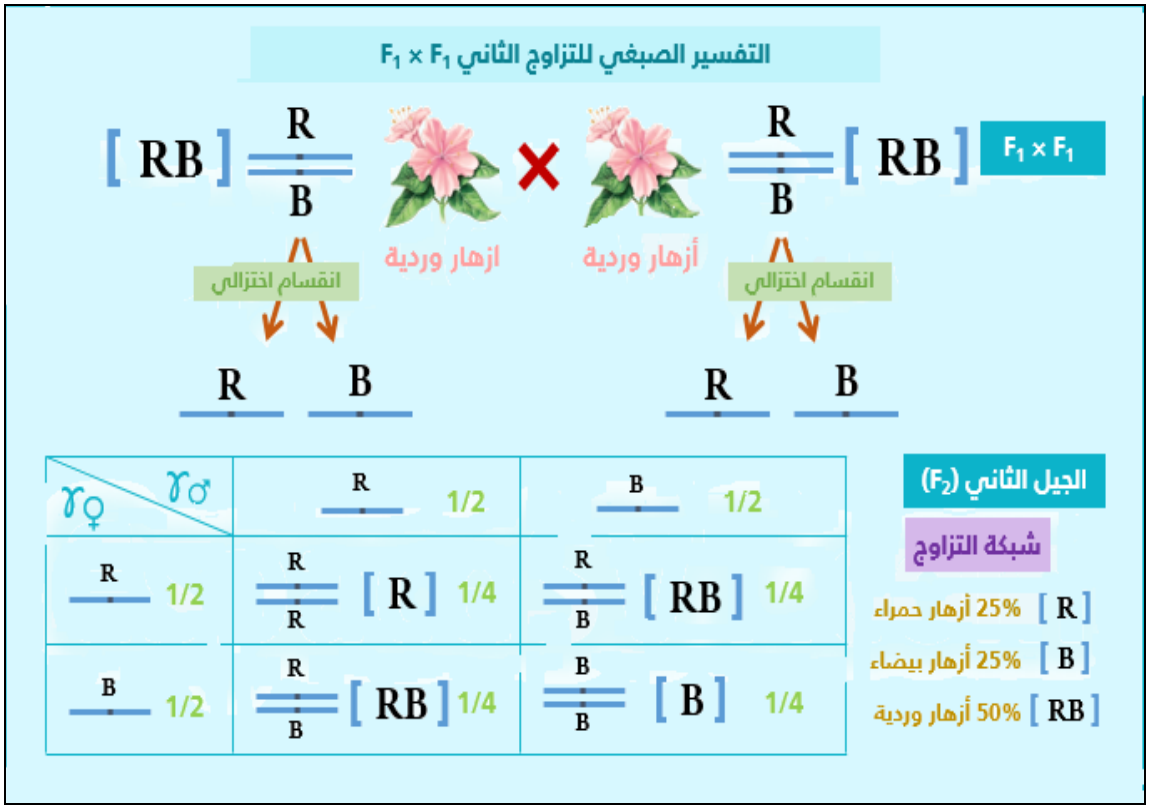
أنجز تفسيراً صبغياً تفسر من خلاله نتائج هذا التزاوج:

بما أن الأليلان متساويا السيادة، سنرمز لهما معا بحروف كبيرة Majuscules، فنعطي للأليل المسؤول عن اللون الأحمر Rouge للأوراق التويجية الحرف R، بينما الأليل المسؤول عن اللون الأبيض Blanc للأوراق التويجية الحرف B. سيكون التفسير الصبغي على الشكل التالي:



← النتائج المحصل عليها نظريا، تُطابق النتائج المحصل عليها تجريبيا.

أنجز تفسيراً صبغياً تتوقع من خلاله النتائج المفترض الحصول عليها عند إجراء تزاوج F_1 فيما بينهم: ننجز التفسير الصبغي لتزاوج أفراد F_1 فيما بينهم ($F_1 \times F_1$) :



← من خلال هذا التفسير الصبغي، من المرتقب الحصول على ثلاثة مظاهر خارجية : أزهار ذات أوراق تويجية حمراء [R] نمطها الوراثي R||R بنسبة 25%، و أزهار ذات أوراق تويجية بيضاء [B] نمطها الوراثي B||B بنسبة 25%، و أزهار ذات أوراق تويجية وردية [RB] نمطها الوراثي R||B بنسبة 50%.

حصيلة: عند ارتباط المورثة المعنية بصبغي لاجنسي، و في حالة تساوي السيادة بين أليلين، نحصل بعد التزاوج الأول (بين الأبوين) على نسبة 100% من أفراد يتوفرون على صفة جديدة (وسيطة)، في الجيل F_1، و بعد التزاوج الثاني $F_1 \times F_1$، نحصل في الجيل F_2، على 50% من أفراد يتوفرون على الصفة الوسيطة، و 50% من أفراد يتوفرون على الصفتين الأصليتين (25% لكل صفة).

لماذا لا نستعمل التزاوج الراجع أو الاختباري في حالة تساوي السيادة بالهجونة الاحادية:

لأنه ليس من الضروري في هذه الحالة، التأكد من نقاوة السلالة، لأن المظهر الخارجي يعبر على النمط الوراثي (لون الأزهار مثلاً عند إنجاز تزاوج بين زهرتي شب الليل مختلفتان بصفة لون الأوراق التويجية، حمراء مع بيضاء، نحصل في الجيل F_1 على أزهار، لها كلها أوراق تويجية وردية).

بكل بساطة لأنه يتطلب تزاوج فرد حامل لصفة سائدة مع فرد حامل لصفة متنحة لنفس المورثة، و في حالة تساوي السيادة لا يوجد المتنحي.

كما أن الهدف من التزاوج الراجع هو تحديد النمط الوراثي للفرد المختبر، وهذا الأخير نمطه معروف سلفاً، ففي حالة تساوي السيادة، الحامل للمظهر الجديد سيكون هجين، أما الحاملون للمظاهر الأبوية سيكونون من سلالة نقية. وبالتالي لا نحتاج في حالة تساوي السيادة إلى تزاوج راجع أو اختباري.

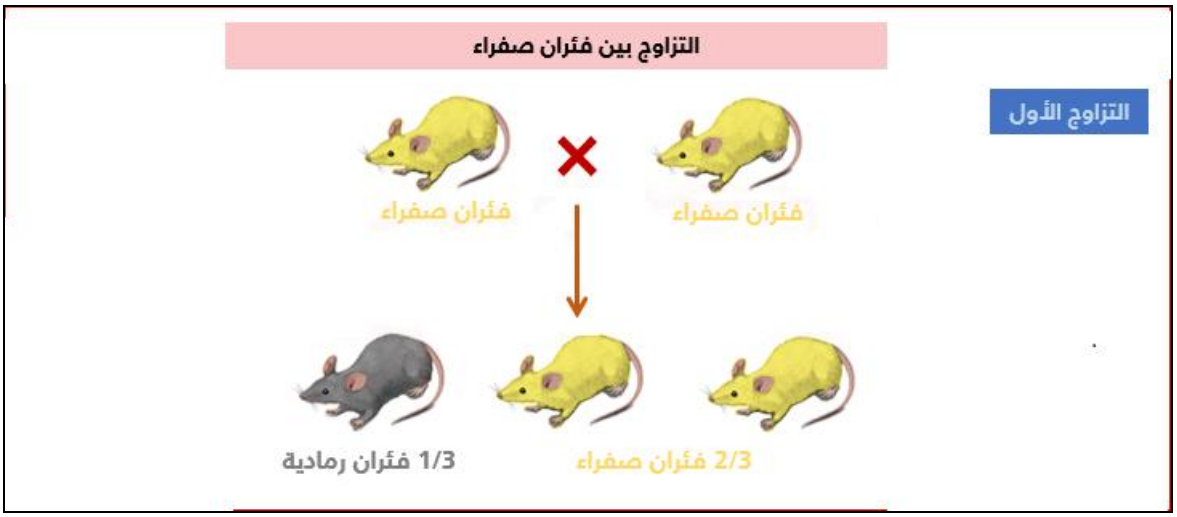
هل يتحقق القانون الثاني لمندل في حالة تساوي السيادة: الجزم بتحقق القانون الثاني لمندل يتطلب الحصول على أفراد بمظهر خارجي متنحي بعد تزاوج فردين بالمظهر السائد وهجينين، فنقول أن الصفة المتنحية ظهرت بسبب كون الأمشاج نقية وتتوفر على أليل واحد، هذا الأمر لا ينطبق على حالة تساوي السيادة بين أليلين.

3– الهجونة الأحادية : حالة مورثة مميتة

تعتبر المورثة المميتة من بين الحالات التي صادفت العلماء خلال دراستهم لانتقال الصفات الوراثية عند مجموعة من الكائنات الحية، و هي تكون في الغالب ناتجة عن اجتماع أليلين، مما يؤدي إلى موت الكائنات الحية الحاملة لهما، و بالتالي عدم احتسابهم في الدراسة الإحصائية.

لفهم هذه الحالة، نقترح دراسة صفة لون الفرو عند الفأر، حيث تم القيام بالتزاوجات التالية :

التزاوج الأول : تم إنجازه بين فئران صفراء فيما بينها، فكانت النتيجة دائماً، الحصول على مظهرين خارجيين مختلفين: فئران صفراء بنسبة 3/2، و فئران رمادية بنسبة 3/1. تمثل الوثيقة أسفله، ظروف هذا التزاوج و النتائج المحصل عليها.



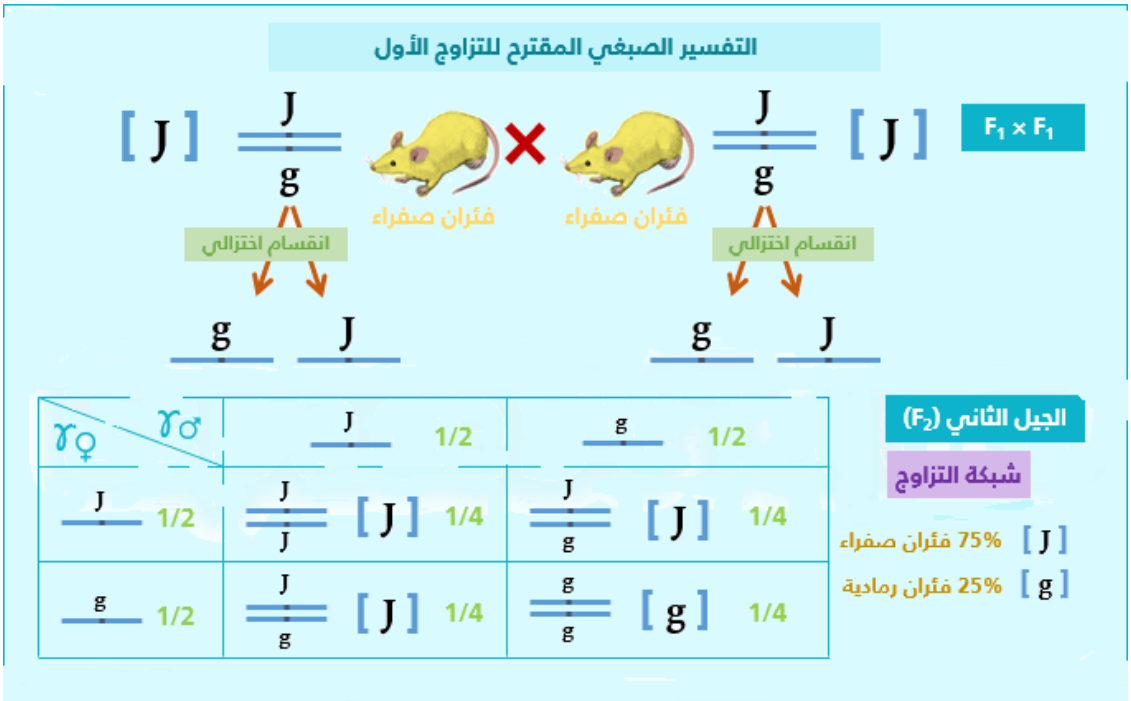
ما مختلف المعلومات الممكن استخراجها من خلال تحليل نتائج هذا التزاوج

من خلال التزاوج الأول، و الذي تم بين فئران صفراء، نحصل في النسل (الجيل الأول) على فئران غير متجانسة (صفراء و رمادية)، و بالتالي فالأبوان لا ينتميان لسلالة نقية. الفئران الرمادية تظهر هذه الصفة رغم غيابها لدى الأبوين، و بالتالي نستنتج أن الأليل المسؤول عن اللون الرمادي متنح، لأنه كان متواجدا عند الأبوين، لكن لم يتم تعبيره أمام الأليل المسؤول عن اللون الأصفر السائد، و بعد التزاوج الأول، اجتمع الأليلان المتنحيان ليعطيان فئران بلون رمادي ← تحقق القانون الثاني لمندل.

حدد النمط الوراثي للأبوين، ثم استنتج نسب المظاهر الخارجية والأنماط الوراثية المنتظر الحصول عليها نظرياً.

نظرا لحصولنا في التزاوج السابق على أفراد بلون رمادي في الجيل الأول، فإن الأبوين معا يتوفران على الأليل المسؤول عن هذا اللون، لكنهما يبديان مظهرا خارجيا أصفر، نستنتج بالتالي أن الأبوين معا مختلفي الاقتران.

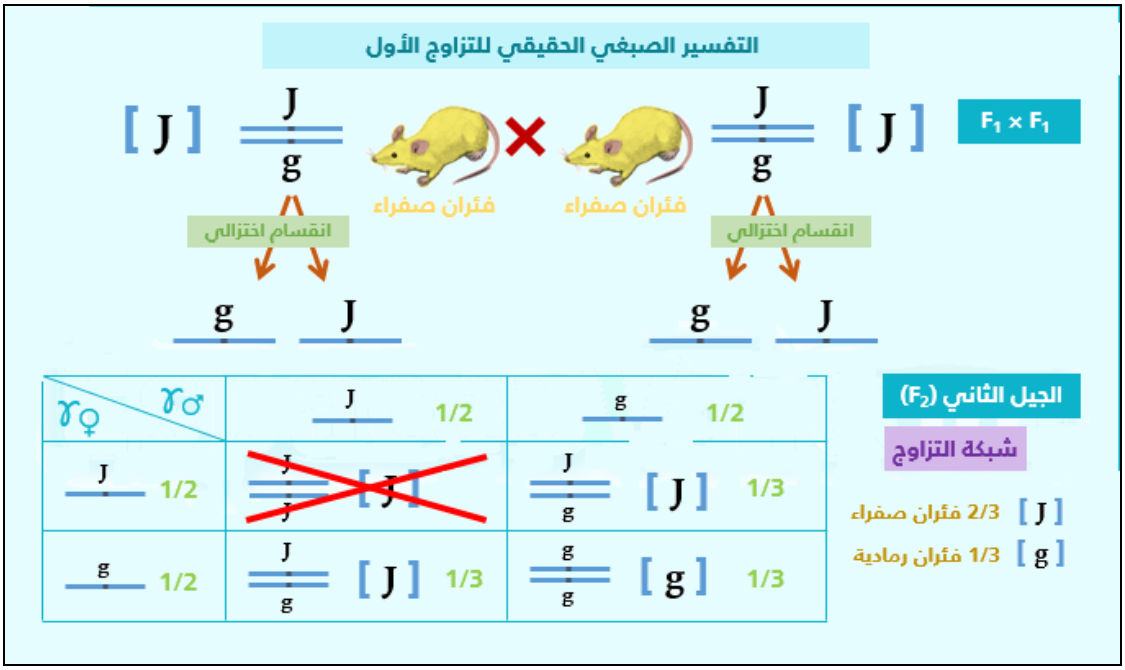
لحساب النتائج المنتظر الحصول عليها نظريا، ننجز التفسير الصبغي باستعمال الرموز التالية : الأليل المسؤول عن اللون الأصفر Jaune (سائد) ← J ، الأليل المسؤول عن اللون الرمادي Gris (متنحي) ← g. النمط الوراثي للأبوين سيكون : J||g.



إذن، فالنتائج المنتظر الحصول عليها نظريا هي : 75% (3/4) أفراد بلون أصفر [J]، و 25% (1/4) أفراد بلون رمادي [g] .

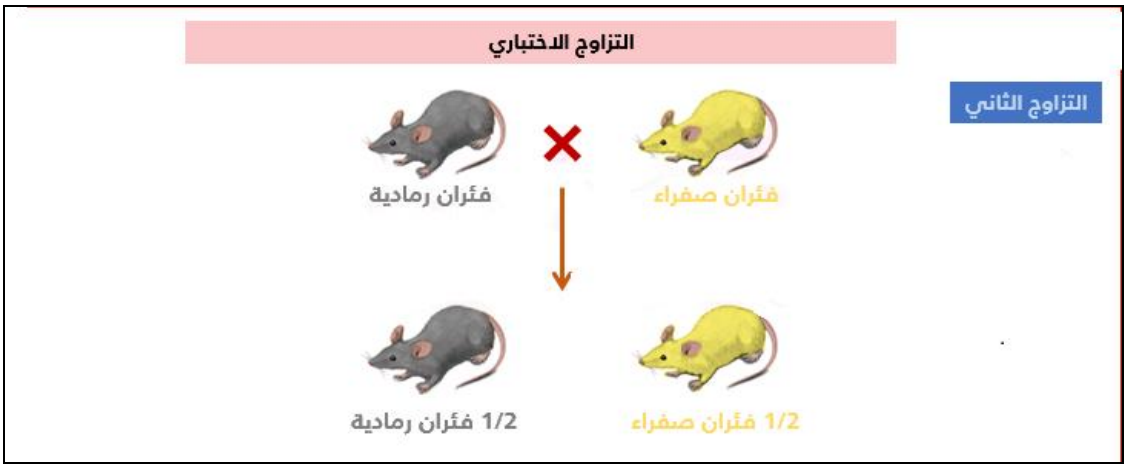
قارن النتائج المتحصل عليها نظرياً بالنتائج المتحصل عليها تجريبياً، ثم أنجز تفسيراً صبغياً لتفسير الاختلاف.

النتائج المتحصل عليها نظريا، تختلف عن النتائج المحصل عليها تجريبيا، حيث أن هذه الأخيرة تساوي 66,6 % (2/3) أفراد بلون أصفر [J]، و 33,3% (1/3) أفراد بلون رمادي [g]، مما يدعو للاعتقاد أننا امام حالة خاصة، لا يمكن تفسيرها إلا بوجود نمط وراثي لا يسمح ببقاء الفئران الحاملة له حية، نتحدث عن مورثة مميتة. بملاحظتنا لشبكة التزاوج في التفسير الصبغي أعلاه، يتبين لنا أن النمط الوراثي المميت هو J||J، الشيء الذي يسمح بتفسير نتائج هذا التزاوج. سيكون التفسير الصبغي في هذه الحالة على الشكل التالي :



← من خلال هذا التفسير الصبغي، يتضح أن النتائج النظرية تطابق النتائج التجريبية، و بالتالي، فنحن فعلا أمام حالة مورثة مميتة.

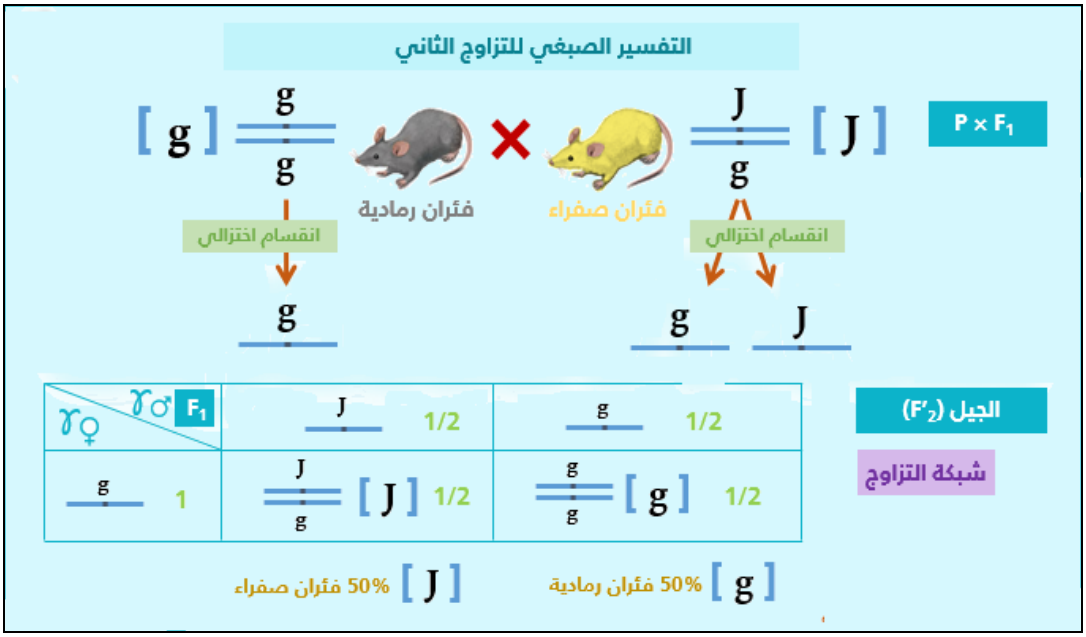
التزاوج الثاني : تم إنجازه بين فئران صفراء و فئران رمادية، فتم الحصول في الجيل التالي على 50% من الفئران صفراء و 50% من الفئران رمادية. تمثل الوثيقة أسفله ظروف و نتائج هذا التزاوج.



أنجز التفسير الصبغي للتزاوج الثاني بعد تحديد النمطين الوراثيين للفأرين المتزاوجين :

التزاوج الثاني يشبه التزاوج الاختباري حيث يتم بين فرد هجين (الفأر الأصفر) ذو النمط الوراثي: J||g، و فرد متنحي (الفأر الرمادي) ذو النمط الوراثي: g||g.

سيكون التفسير الصبغي على الشكل التالي :



← النتائج المحصل عليها نظريا تطابق النتائج التجريبية.

حصيلة: تعتبر النسب المئوية 2/3 و 1/3 المتحصل عليها بعد تزاوج معين، دليلا على وجود مورثة مميتة. كما أن أحد النمطين الوراثيين المتشابهي الاقتران سيكون غائبا (باعتباره مميتا).

س: لماذا قمت بالتزاوج الثاني أي التزاوج الاختباري

التزاوج الثاني لم نقم بإجرائه كتزاوج اختباري انما هو مُقترح، لكن يمكن اعتباره اختبارياً إذا اردنا التأكد من النمط الوراثي للفئران الصفراء والتي يجب أن تكون دائما مختلفة الاقتران، لكون المورثة مميتة في حالة تشابه الاقتران.

س: هل قانون ماندل الثاني دائما محقق في حالة الهجونة الاحادية ؟

قانون مندل الثاني دائما محقق، لأن هناك دائما افتراق للأليلات خلال الانقسام الاختزالي، كما أن الأمشاج دائما نقية. **أما بالنسبة للتزواج الاول للفئران نتحدث عن تزاوج بين فردين يحملان نفس المظهر الخارجي إذاً هو ليس هجونة احادية** لأن الهجونة الأحادية هي تزاوج بين سلالتين نقيتين لهما مظهران خارجيان مختلفان لنفس الصفة؛ بينما هذا التزاوج يبين أن الأبوين ليسا من سلالة نقية، نظرا لظهور الصفة المتنحية. كما لا يجب ان نبحث عن تحقق القانون الاول لمندل كون شرط الهجونة لم يتحقق؛ لأن الأبوان ليسا من سلالة نقية وكذلك الفئران لهما نفس المظهر الخارجي للصفة الوراثية المدروسة.

تعريف القانون2 لمندال ؟ القانون الثاني لـ Mendel أو قانون نقاوة الأمشاج

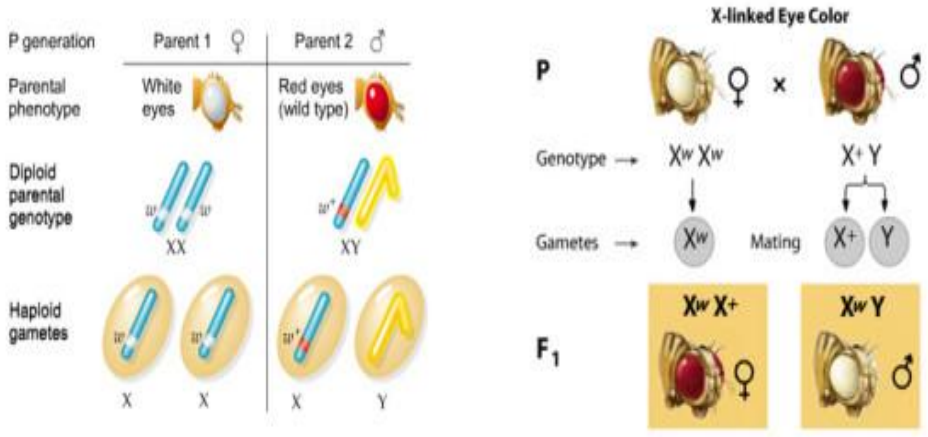
أتناء تشكل الأمشاج يفترق العاملان الوراثيان (الأليلات) اللذان يحملان الصفتين المتعارضتين ويلتقيان أتناء الاخصاب، كما يقول القانون الثاني لمندل بنقاوة الأمشاج، أي أن كل مشيج لا يحتوي إلا على أحد الأليلين، أي أنه لا يمكن تفسير مختلف المظاهر الخارجية المتحصل عليها في نتائج التزاوج الأول إلا بافتراق الأليلين أثناء تشكل الأمشاج. فنتيجة افتراق الأليلين أثناء الانقسام الاختزالي (تشكل الأمشاج) سيصبح من الممكن التقاء أليلين متنحيين ليعطيان فأراً رمادياً، رغم كون الأبوين كلاهما أصفر اللون.

متى نقول ان القانون2 لمندل قد تحقق؟ عندما نقوم بتزاوج ثاني لأفراد الجيل F_1 الهجناء و نحصل على جيل F_2 غير متجانسون بحيث عند تشكل أمشاج الجيل F_1 يتم افتراق الصبغيات المتماثلة وبالتالي الأليلات فتتشكل أمشاج لا تحمل الا أحد الأليلين المحددين لصفتين متعارضتين ويلتقيان من جديد أتناء الاخصاب في الجيل F_2 هنا نقول أن القانون التاني لـ Mendel تحقق.

الهجونة الأحادية : حالة مورثة مرتبطة بالجنس

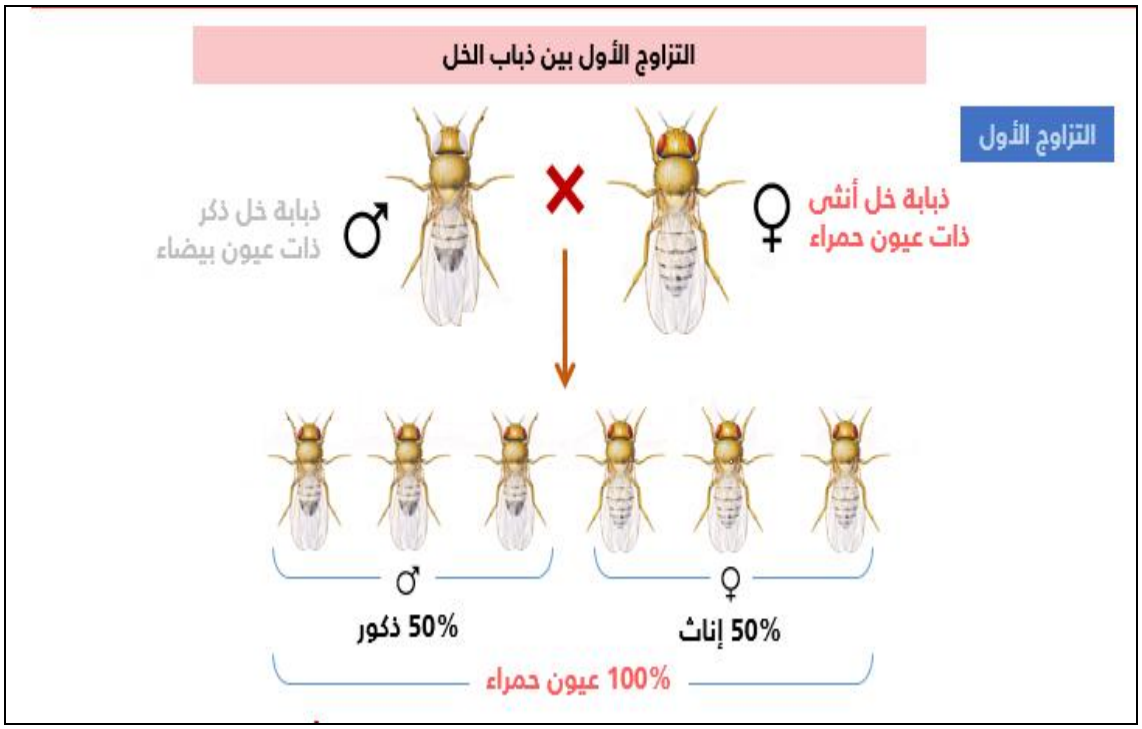
لاحظ العالم Morgan، خلال دراسته لانتقال بعض الصفات الوراثية عند ذبابة الخل، اختلافا في النتائج المتحصل عليها بمجرد تغيير جنس الأفراد المتزاوجين، فاستنتج على أنه ليست كل الصفات الوراثية محمولة على صبغيات لاجنسية، بل أن بعضها يكون محمولا على صبغيات جنسية.

قام العالم Morgan، بدراسة انتقال صفة لون العيون عند ذبابة الخل،



حيث قام بالتزاوجين التاليين :

التزاوج الأول: تم إنجازه بين ذبابة خل أنثى تنتمي لسلالة نقية و ذات عيون حمراء، مع ذبابة خل ذكر تنتمي كذلك لسلالة نقية و ذات عيون بيضاء. حصل Morgan في الجيل F_1 على ذباب خل، لجميع أفراده عيون حمراء، نصفهم ذكور ونصفهم إناث. تمثل الوثيقة أسفله ظروف و نتائج هذا التزاوج.



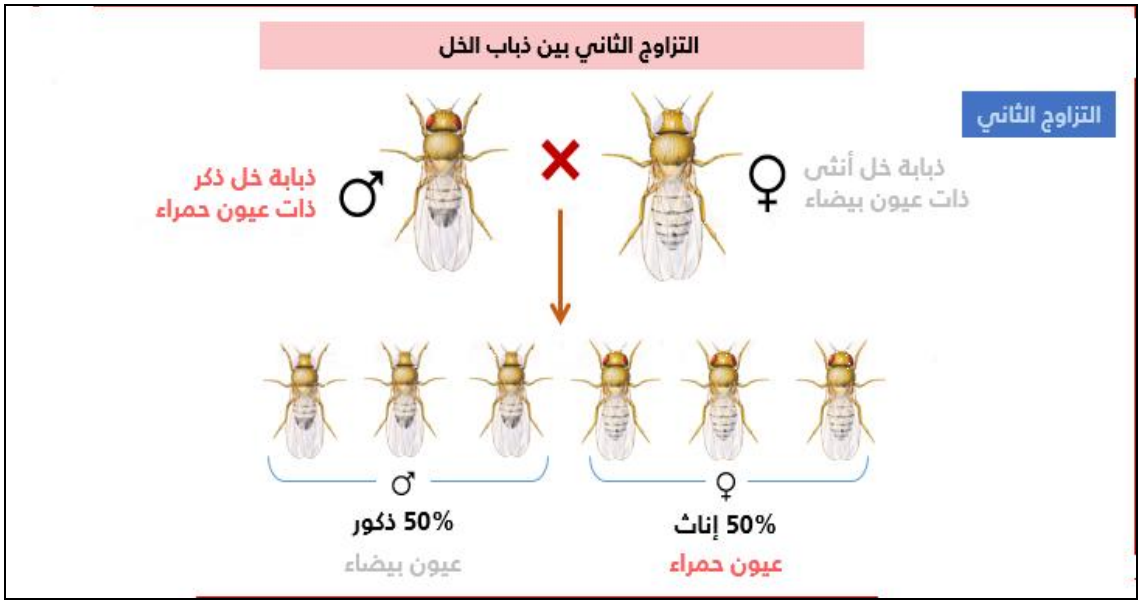
ما مختلف المعلومات الممكن استخراجها من خلال تحليل نتائج التزاوج

عند إنجاز تزاوج بين ذبابة خل أنثى تنتمي لسلالة نقية و ذات عيون حمراء مع ذكر ينتمي كذلك لسلالة نقية و ذي عيون بيضاء، نحصل في الجيل F_1 على ذباب خل، لجميع أفراده عيون حمراء. نستنتج من هذه النتيجة على أن الأليل المسؤول عن اللون الأحمر للعيون سائد، و الأليل المسؤول عن لون العيون البيضاء متنحي، لاختفاء هذه الصفة عند أفراد الجيل F_1 الهجناء.

هل هذا التزاوج وحده كافي لنؤكد تحقق القانون الأول لمندل؟ علل اجابتك.

التزاوج الأول وحده غير كاف للجزم بتحقق القانون الأول لمندل، رغم تجانس أفراد الجيل F_1، و هذا راجع إلى أن التزاوج تم بين أنثى تحمل صفة، و ذكر يحمل صفة مغايرة، و بالتالي، فمن الضروري إجراء **التزاوج العكسي** (تغيير الصفة بين الذكور و الإناث)، للتأكد من تحقق هذا القانون.

التزاوج الثاني : و هو تزاوج عكسي للتزاوج الأول حيث تم إنجازه بين ذبابة خل أنثى تنتمي لسلالة نقية و ذات عيون بيضاء، مع ذبابة خل ذكر تنتمي كذلك لسلالة نقية و ذات عيون حمراء. حصل Morgan هذه المرة في الجيل F_1 يتكون من 50% ذكور لهم عيون بيضاء، و 50% أناث لهم عيون حمراء. تمثل الوثيقة أسفله ظروف و نتائج هذا التزاوج.



ماذا تلاحظ بخصوص النتائج المتحصل عليها خلال التزاوج الثاني. كيف تفسر هذه النتيجة؟

أعطى التزاوج العكسي (التزاوج الثاني)، جيلا F_1 غير متجانس رغم أن الأبوين من سلالة نقية، و بالتالي فإن القانون الأول لمندل لم يتحقق (استثناء القانون الأول لمندل). نلاحظ كذلك خلال هذا التزاوج أن الذكور أخذو صفة أمهاتهم، بينما الإناث أخذن صفة أبائهن، مما يدعو للاعتقاد

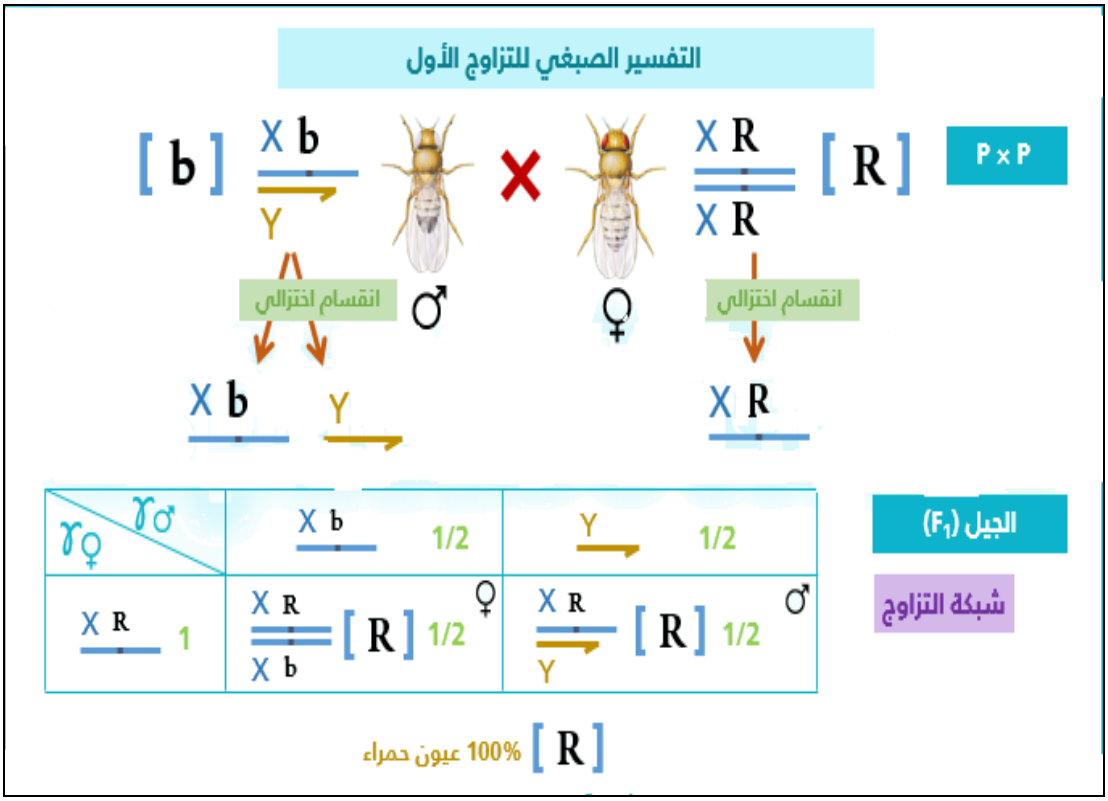
بكون هذه المورثة محمولة على صبغي جنسي، و بالضبط، الصبغي الجنسي X، لان هذه الصفة تظهر عند الذكور و الإناث.

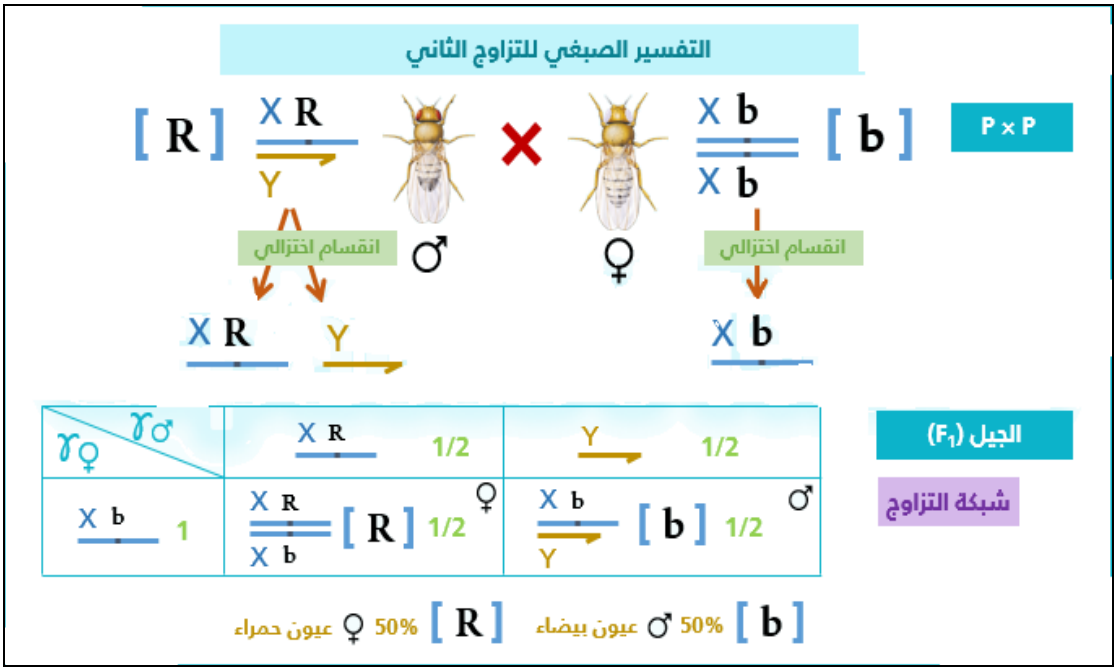
أنجز التفسير الصبغي للتزاوجين الأول والثاني، مستعملاً الرموز الملائمة

الأليل المسؤول عن لون العيون الحمراء Rouges سائد و نرمز له بـ R، أما الأليل المسؤول عن لون العيون البيضاء Blanches متنح و نرمز له بـ b. عندما تكون المورثة محمولة على الصبغي الجنسي X، يجب الإشارة في الرموز المستعملة خلال التفسير الصبغي إلى كل من الصبغيين X عند الأنثى و الصبغيين X و Y عند الذكر. أما بخصوص المظهر الخارجي، فتُستعمل نفس الطريقة المعتمدة في حالة الصبغيات اللاجنسية.

خلال التزاوج الأول، سيكون النمط الوراثي للأنثى : XRXR بمظهر خارجي [R]، و الذكر XbY بمظهر خارجي [b]، و خلال التزاوج الثاني، سيكون النمط الوراثي للأنثى : XbXb بمظهر خارجي [b]، و الذكر XRY بمظهر خارجي [R]. (يمكن استعمال طريقة أخرى للترميز: أنظر التفسير الصبغي).

سيكون التفسير الصبغي للتزاوجين الأول و الثاني على الشكل التالي :





← النتائج النظرية تطابق النتائج المحصل عليها تجريبياً، و بالتالي فمورثة لون العيون عند ذبابة الخل تتموضع على صبغي جنسي (الصبغي الجنسي X).

ملحوظة: عند أغلب الكائنات الحية ثنائية الصيغة الصبغية، تتوفر الأنثى على صبغيين جنسيين متشابهين فنسميهما X (نقول أنها متشابهة الأمشاج)، إما عند الذكر فيكون الصبغيان الجنسيان مختلفان، فنسمي أحدهما X و الآخر Y (نقول أنه متغاير الأمشاج).

لكن هناك حالات استثنائية، حيث يكون في بعضها (عند الدجاج مثلا) الذكر متشابه الأمشاج، فنرمز لصبغياته الجنسية بـ Z (النمط الوراثي في هذه الحالة ZZ)، بينما تكون الأنثى متغايرة الأمشاج، ونرمز لصبغياتها الجنسية بـ Z و W (النمط الوراثي في هذه الحالة ZW).

هناك حالات أخرى استثنائية، حيث يتوفر الذكر على صبغي جنسي واحد X (النمط الوراثي في هذه الحالة XO)، بينما الأنثى تتوفر على صبغيين جنسيين X (النمط الوراثي في هذه الحالة XX)، مثل حالة الجراد.

حصيلة: نقول أن المورثة المدروسة محمولة على صبغي جنسي، عند الحصول على إحدى الحالات التالية :

1- عدم تحقق القانون الأول لمندل رغم نقاوة سلالتي الأبوين، حيث يتم الحصول على جيل F_1 غير متجانس.

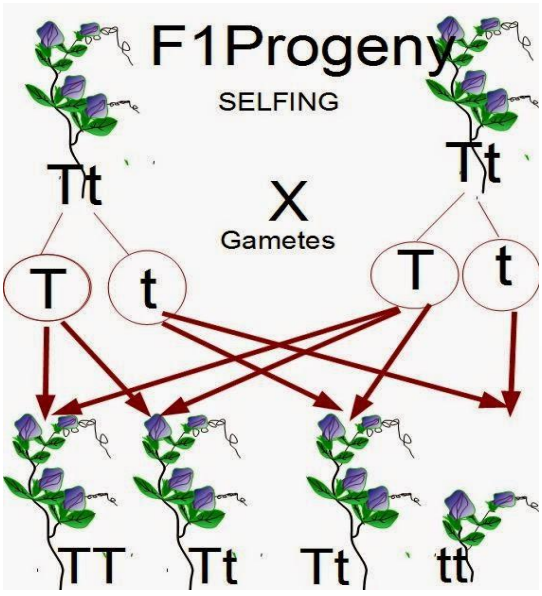
2- عندما يعطي التزاوج العكسي نتائج مختلفة، حيث يساهم تغيير جنس الأفراد المتزاوجين في الحصول على نتائج مختلفة.

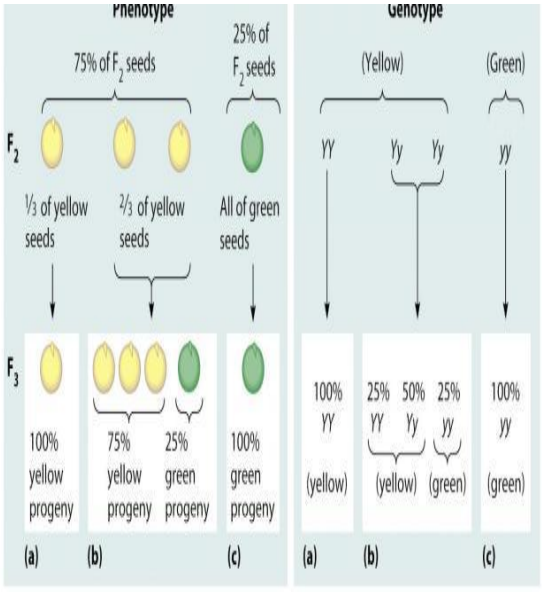
3- عندما يعطي تزاوج معين، نتائج يختلف فيها الذكور عن الإناث بالنسبة للصفة المدروسة.

اختبار الطرز المظهرية:

لجأ مندل لاختبار الطرز المظهرية وذلك حتى يتمكن من تحديد النمط الوراثي للفرد المدروس وبالتالي الحكم على تركيبه الوراثي فاستخدم عدة طرق:

التزاوج (التلقيح) الذاتي: وهو ترك مندل نباتات الجيل الاول F_1 للتلقيح الذاتي وأطلق على نتائج التلقيح اسم نباتات الجيل الثاني F_2 حيث لاحظ أن قسماً منها يحمل صفة الاب والقسم الثاني يحمل صفة الام ولكن بنسب مختلفة اي نسبة النباتات الحاملة للصفة السائدة الى الصفة المتنحية (3:1). أى بنسبة 3 سائدة : 1 متنحية. وطالما أنه اعطى طراز مظهري مخالف للآباء فيمكن الحكم بأن التركيب الوراثي للأبوين هجين (مختلف اللواقح).

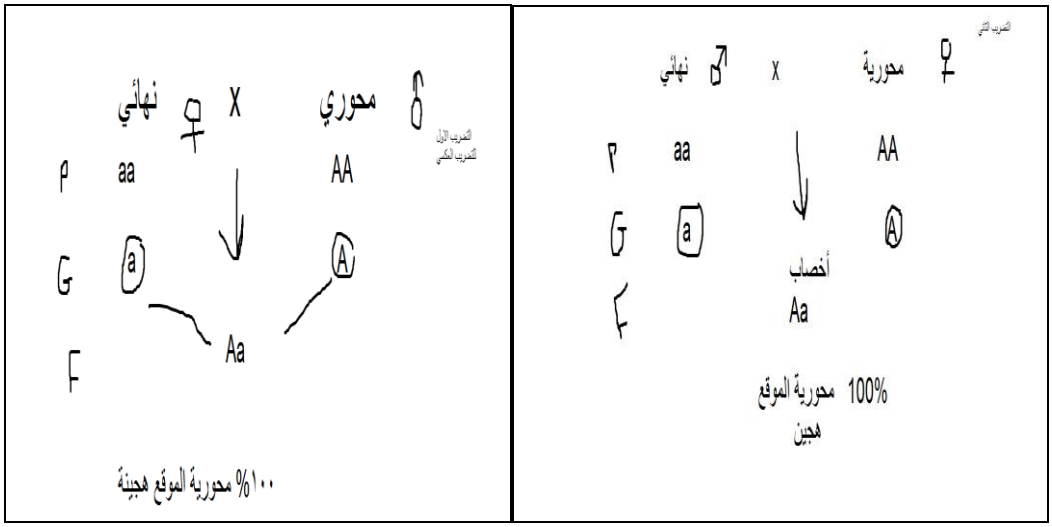




التضريب العكسي: هو تضريب يحصل بين فردين احدهما يحمل الطراز السائد، والاخر يحمل الطراز المتنحي لصفة معينه وبالعكس... ويعني ذلك أن الفرد الذي كان يحمل الطراز السائد يحمل الطراز المتنحي اما الفرد الذي كان يحمل الطراز المتنحي سوف يحمل الطراز السائد

إذا كان النواتج بالحالتين متشابهة فالمورثة لتلك الصفه تقع على كروموسوم جسمي وان كان النتائج مختلفة عند عكس الطرز فهذا يعني ان المورثة لتلك الصفة تقع على كروموسوم جنسي او في السايتوبلازم او على احدى العضيات

مثال: عند تزويج نباتين احدهما ذو ازهار محورية الموقع نقيه والأخرى ذو أزهار طرفيه الموقع ظهرت جميع افراد الجيل الاول محورية الموقع



إذاً وحسب ما تبين من التضريب فإن المورثة تقع على كروموسوم جسمي وليس جنسي

التزاوج (التلقيح ، التضريب) الاختباري:

كيف يمكن معرفة التركيب الجيني للفرد الذي يحمل الصفة السائدة ؟

وهل يمكن معرفة هل هو نقي أم هجين من الشكل الظاهري؟

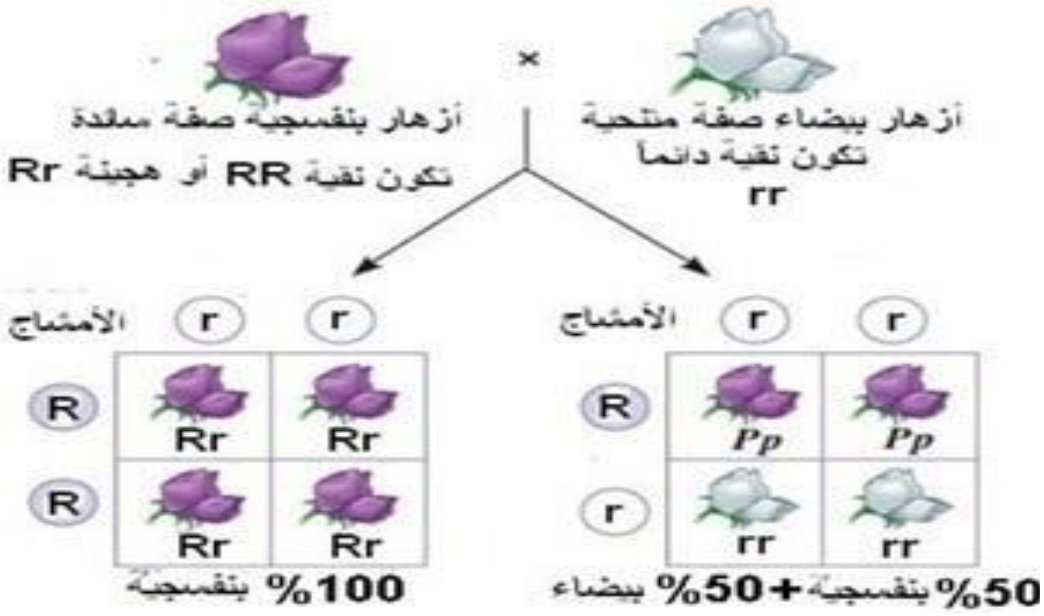
لا يمكن التمييز بين الفرد من الشكل ولكن يمكن معرفتها من خلال إجراء تزاوج مع فرد معلوم تركيبه الجيني وهو الفرد الذي يحمل دائما الصفة المتنحية ."لماذا"؟ لأنه دائما نقي وهذا يعرف بالتلقيح الاختباري .

التلقيح الإختباري: هو تزاوج بين فردين أحدهما يحمل الصفة المتنحية والآخر يحمل الصفة السائدة المجهولة النقاوة. يهدف هذا التزاوج إلى تحديد النمط الوراثي لفرد مجهول النمط (أو يحتمل عدة أنماط وراثية)، وذلك بإجراء تزاوج مع فرد يحمل الصفة المتنحية (لأنه معروف النمط: متشابه الاقتران بالنسبة للأليلين المتنحيين). إذاً الهدف منه: هو معرفة التركيب الجيني

للصفة السائدة (نقي أم هجين) – معرفة الطراز الوراثي للفرد الذي يحمل الصفة السائده مجهولة النقاوة. النسبة المتوقع ظهورها : 1 : 1 أي 50% : 50%

كيف يجري هذا التضريب: يجري ذلك بتضريبه مع فرد اخر يحمل الصفة المتنحية لتلك الصفة فاذا كان جميع افراد النسل يحملون الطراز السائد فان ذلك الفرد يكون نقيا في تلك الصفة أما اذا كان 50% من النسل سائد 50% متنحي فيعني ذلك ان الفرد هجين في صفتة.

مثال: لون الأزهار في نبات البازلاء... جين لون الأزهار القرمزي R سائد على جين لون الأزهار الأبيض r ، وللتأكد من الطراز الجيني للفرد ذو الأزهار القرمزية نقياً أم هجيناً يتم إجراء التلقيح الاختباري.

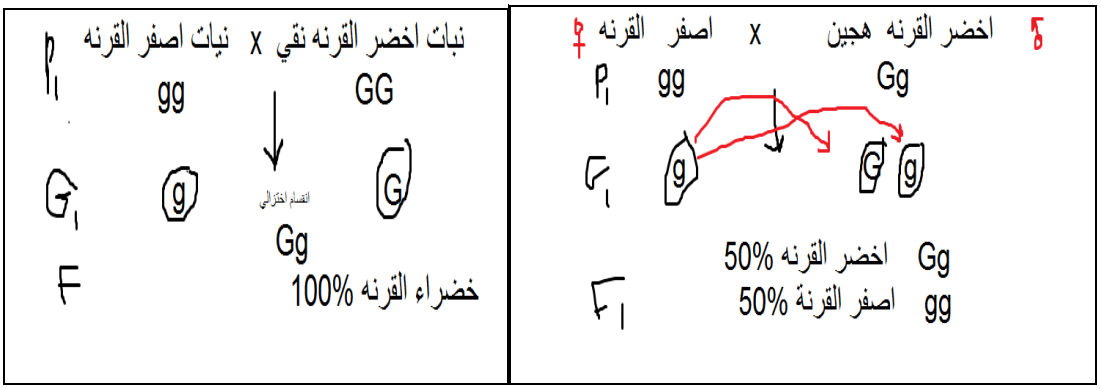


التضريب (التزاوج) الراجع: نسمي التزاوج رجعياً إذا تزاوج نسل الجيل الأول F_1 رجعياً مع أحد أبويه (أو مع أفراد لها تركيب وراثي مطابق للآباء) ويرمز له بـ Back coss (BC).

وهو تضريب يجري بين افراد هجينة من الجيل الاول مع احد الابوين او مع فرد يمثل احدهما في التركيب الوراثي

مثال : نبات بازلاء ذو قرون خضراء اللون نقي، ضرب بآخر ذو قرون صفراء اللون نقي، فظهرت جميع افراد الجيل الاول خضراء اللون، وعند اجراء التضريب الرجعي ظهر 50% من الناتج ذو قرون خضراء اللون و 50% ذو قرون صفراء اللون

نرمز لعامل الصفة السائدة بالرمز G نرمز لعامل الصفة المتنحي g



إذن: إذا ظهرت جميع النباتات ذات قرون خضراء اللون: اذا النبات اخضر القرون يحمل الصفة السائدة وهو نقي في صفته .

وعند اجراء التضريب الرجعي بين افراد الجيل الاول مع الاب المتنحي تظهر نصف البذور خضراء ونصف البذور ذات قرون صفراء ... اذا النبات اخضر القرون يحمل الصفة السائدة وهو خليط وهجين في صفته

********** **انتهت المحاضرة**