الدرس1-1: تركيب النباتات

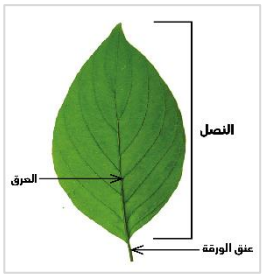


Q ما هو سبب الاختلافات بين معظم النباتات؟

بسبب التنوع في التراكيب الأساسية: الأوراق، السوق، الجذور، الأزهار، البذور.

أولاً: الأوراق النباتية:

Q الأوراق: هي الأعضاء التي تتم فيها عملية البناء الضوئي والتي تستخدم ضوء الشمس والماء وثاني أكسيد الكربون لتكوين السكريات.



Q مما تتكون الورقة في النبات؟

نصل الورقة ـ عرق وسطي وعروق ـ عنق الورقة - الثغور.

Q النصل: الجزء الأكبر من الورقة النباتية وهو مفلطح وعريض ويحتوي على الخلايا التي تقوم بعملية البناء الضوئي.



Q إما أن يكون النصل كبيراً ومفلطحاً، مثال:
أو أن يكون إبرياً، مثال: أوراق نبات الصنوبر.

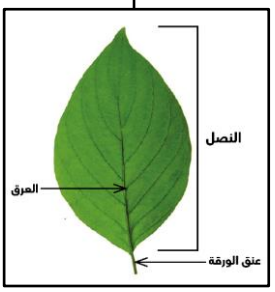
Q الثغور: ثقوب صغيرة بنصل الورقة تسمح بخروج بخار الماء إلى الهواء وتبادل الغازات بين الورقة والوسط الخارجي.

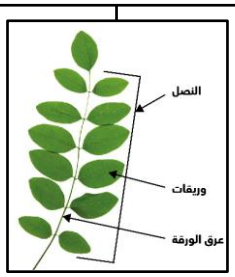
Q العروق: تراكيب أنبوبية الشكل ينتقل خلالها الماء والعناصر المعدنية والسكريات إلى جميع أنحاء النصل.

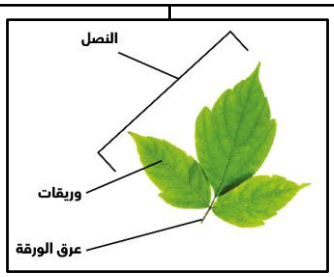
وجه المقارنة	النباتات ذوات الفلقة الواحدة	النباتات ذوات الفلقتين
نمط عروق الأوراق	عروق متوازية 	عروق متفرعة 

Q عنق الورقة: تركيب صغير يصل بين نصل الورقة وساق النبتة يدعم النصل وينقل السوائل بين الأوراق والسوق.

تُصنَّف الأوراق النباتية إلى بسيطة ومركَّبة:

- أنواع الأوراق النباتية
  - **البسيطة**
    تتكون من نصل واحد
    

  - **المركبة**
    لها نصلان أو أكثر من الوريقات وترتبط جميعها بعنق واحد
    - **ريشية**
      تُشبِه ريش الطيور ، لها وريقات تتفرّع من عرق وسطي (مركزي)
      مثل: نخيل جوز الهند، الدردار، الجوز، الورد
      

    - **راحية**
      تشبه راحة اليد وأصابعها ، لها وريقات تتشعّب من نقطة مركزية
      مثل: الفراولة، الترمس، الكستناء
      

تحورات "أنواع" مختلفة لأوراق الأشجار:



علل لما يأتي تعليلاً علمياً صحيحاً

- نبتة الصبار تكيفت أوراقها للعيش في الظروف الحارة والجافة.
  لأن أوراقها سميكة تسمح لها بحفظ الماء داخلها.

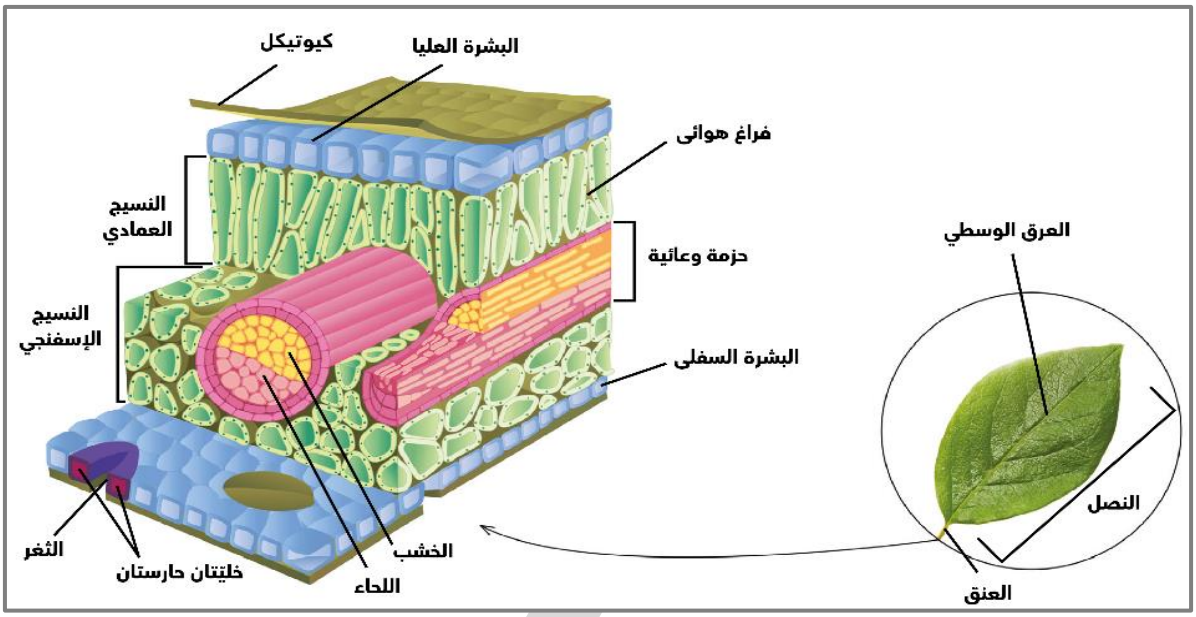


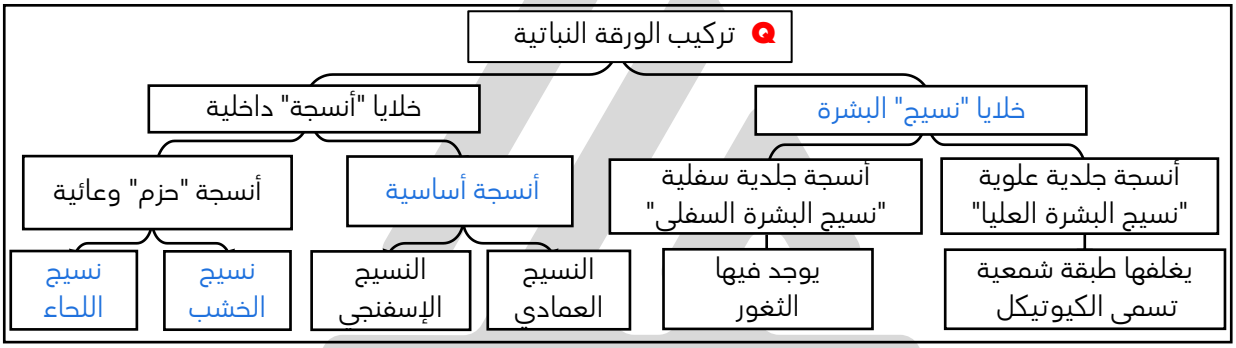
- تحتوي أوراق نبات الصنوبر على بشرة شمعية, وثغور غارقة تحت سطح الأوراق.
  حتى ينخفض خسارة الماء من الأوراق.

- أوراق نبات الجرة متحوره بهذا الشكل.
  لجذب الحشرات وهضمها لأنها مصدر للنيتروجين.

تركيب الورقة النباتية:

- علل لما يأتي تعليلاً علمياً صحيحاً: تعتبر أوراق النباتات من أهم مصانع الغذاء في العالم.
  لأن السكر والزيوت والبروتينات التي تصنع بداخلها هي مصدر الغذاء لجميع الكائنات الحية على وجه الأرض.





- كيوتيكل: طبقة شمعية تغلف السطح العلوي لأوراق معظم النباتات تؤدي مع طبقة البشرة دوراً في منع تسرب الماء إلى خارج الورقة.
- النسيج الوسطي: أنسجة أساسية برنشمية تشكل الجزء الأكبر من تركيب الورقة النباتية تحدث فيها عملية البناء الضوئي.
- يتكون النسيج الوسطي من نوعين من الأنسجة: نسيج وسطي عمادي ونسيج وسطي إسفنجي.

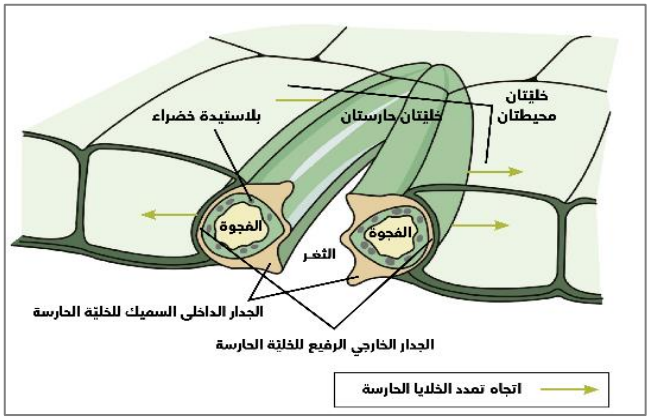
وجه المقارنة	النسيج الوسطي العمادي	النسيج الوسطي الإسفنجي
الخصائص	طبقة من الخلايا مستطيلة الشكل المتراصة بعضها على بعض والغنية بالبلاستيدات الخضراء	طبقة من الخلايا غير منتظمة الشكل والمتباعدة بعضها عن بعض، بينها فراغات تمتلئ بالهواء الذي يتصل بالهواء الخارجي عبر الثغور
مكان وجوده	أسفل النسيج العلوي الجلدي للورقة	تحت النسيج الوسطي العمادي
الوظيفة "الأهمية"	القيام بعملية البناء الضوئي	القيام بعملية البناء الضوئي - التهوية

- ما أهمية الثغور الموجودة في بشرة الورقة.

  تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين الورقة والهواء المحيط بها، وتفقد الماء خارج الورقة من خلالها.

آلية فتح وغلق الثغور :

يتألف الثغر من خليتين حارستين تتوسطهما فتحة ثغرية.

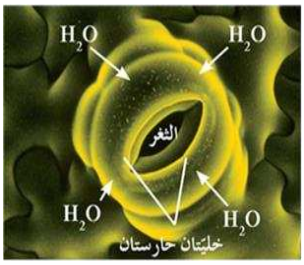


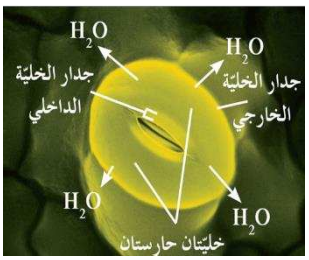
Q الخلية الحارسة: خلية متخصصة في البشرة "النسيج الجلدي" تحتوي على البلاستيدات الخضراء تؤدي دوراً في ضبط فتح الثغور وإغلاقها.

Q كيف تضبط الخلايا الحارسة عملية فتح الثغور وإغلاقها ؟

☆ ممكن أن يأتي السؤال بصيغة أخرى: ماذا تتوقع أن يحدث : عندما يدخل الماء إلى الخليتين الحارستين أو يخرج منهما

عندما يدخل الماء إلى الخليتين الحارستين يزداد ضغط الامتلاء فيهما فتنتفخان ثم يندفع جدرهما الرقيقة الخارجية البعيدة لتتخذ شكلاً مقوساً فتبتعد الخليتان الحارستين عن بعضهما , فينفتح الثغر ويصبح أكثر اتساعاً
وعندما يخرج الماء من الخليّتين الحارستان ينخفض ضغط الامتلاء فيهما فتنكمشان فينخفض شدّ الجدر السميكة الداخلية للخليتين الحارستين فتقتربان من بعضهما فيغلق الثغر وتصبح فتحة الثغر أضيق.





Q يتأثر فتح الثغور وانغلاقها بالعوامل البيئية الخارجية وهي:

- وجود الضوء
- حرارة الطقس
- قوة الرياح
- نسبة الرطوبة

تغلق النباتات ثغورها للحفاظ على حياتها

عندما تزداد نسبة تبخر الماء من النبتة, في حالة

- ارتفاع درجة حرارة الطقس كثيراً
- شدة الضوء
- ازدياد سرعة الرياح
- خلال الطقس الجاف

ثانياً: السوق النباتية:

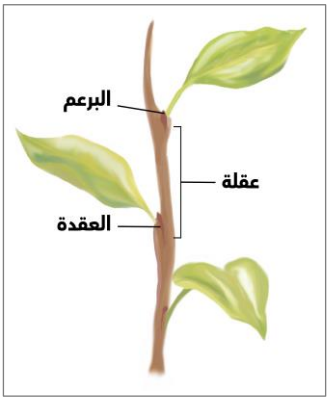
- الساق: تراكيب تتثبت عليها الأوراق.

- أهمية (وظيفة) السوق النباتية:
  - حمل الأوراق والأزهار.
  - نقل الماء والمواد الغذائيّة إلى جميع أجزاء النبتة.
  - تخزين الغذاء الزائد عن الحاجة في بعض النباتات.

مثال: لنبات البطاطا ساق تحت أرضيّة تُخزن كميّات كبيرة من النشا.

تتم عملية النقل في السوق عن طريق بعض الخلايا الأنبوبية وهي :

- نسيج الخشب : نقل الماء والأملاح المعدنية إلى أعلى من الجذر إلى الأوراق والأزهار.
- نسيج اللحاء: نقل السكريات من الأوراق إلى جميع أجزاء النبتة.
- العقد: مواضع تتصل فيها الأوراق بسوق النبات.
- العقلة: قطعة من الساق تقع بين عقدتين متجاورتين.
- البراعم: تراكيب يبدأ فيها النمو في معظم السوق وقد تنمو إلى أوراق أو فروع أو أزهار.



وجه المقارنة	ساق دوار الشمس	ساق النعناع
نمط ظهور البراعم في الساق	نمط تبادلي	على الجانبين المتقابلين

Q ما أهمية نمط نمو البراعم على الجانبين المتقابلين أو في نمط تبادلي على طول الساق.

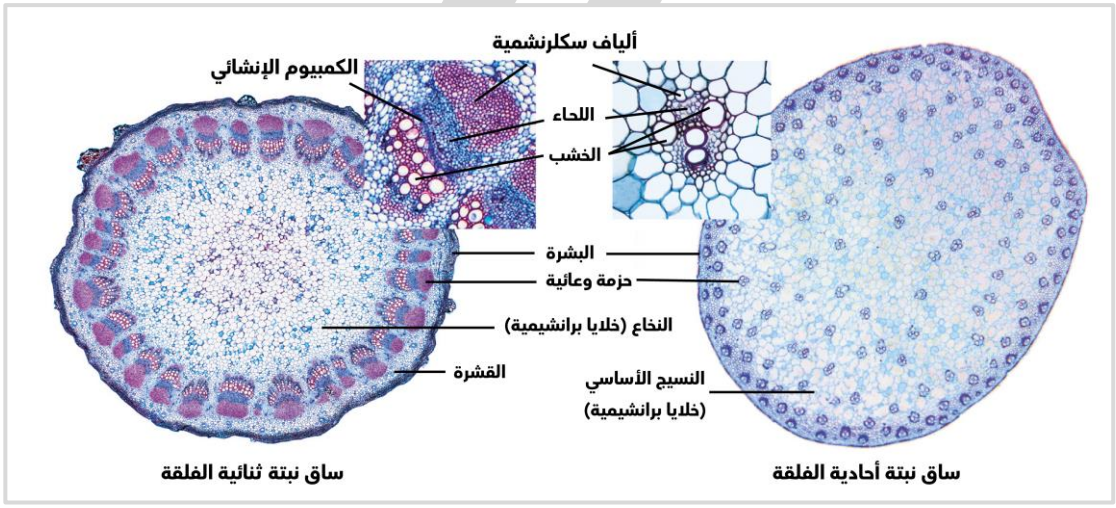
حتى يتيح لأوراق النبات أكبر قدر من التعرض للضوء التي تحتاجه لعملية البناء الضوئي.

تركيب الساق :

Q يتكون ساق النبات من ثلاثة أنواع من الأنسجة:

- نسيج البشرة
  - خلايا ذات جدر سميكة يغلفها من الخارج غلاف شمعي للحماية
- الأنسجة الأساسية
  - معظمها من الخلايا البرنشمية مثل: القشرة والنخاع.
- الأنسجة الوعائية (تترتب في حزم وعائية)
  - نسيج الخشب
    - نقل الماء والأملاح المعدنية إلى أعلى من الجذر إلى عروق الأوراق والأزهار
  - نسيج الكمبيوم الإنشائي
    - طبقة من الأنسجة الإنشائية توجد بين اللحاء والخشب في الحزم الوعائية للساق
  - نسيج اللحاء
    - نقل السكريات من الأوراق إلى جميع أجزاء النبتة

قطاع عرضي في ساق نبات زهري أحادي الفلقة وثنائي الفلقة:



وجه المقارنة	نبات أحادي الفلقة	نبات ثنائي الفلقة
توزيع الحزم الوعائية في الساق	مبعثرة بين خلايا الأنسجة الأساسية	تتوزع بشكل دائري منظم لتشكل حلقة حول النخاع
ترتيب الخشب واللحاء في الحزم الوعائية	اللحاء لجهة الخارج والخشب لجهة مركز الساق "للداخل"	
وجود القشرة والنخاع والكمبيوم الإنشائي	غير موجود	موجود

ثالثاً: الجذور:



- الجذر: الجزء من النبتة الذي ينمو تحت سطح التربة.

- ما أهمية (وظيفة) الجذر:
  - امتصاص الماء والعناصر المعدنية من التربة ونقلها.
  - تثبيت النبات بقوة في التربة.
  - بعضها يخزن الغذاء الفائض عن حاجة النباتات.





- عدد أنواع الجذور في النباتات؟

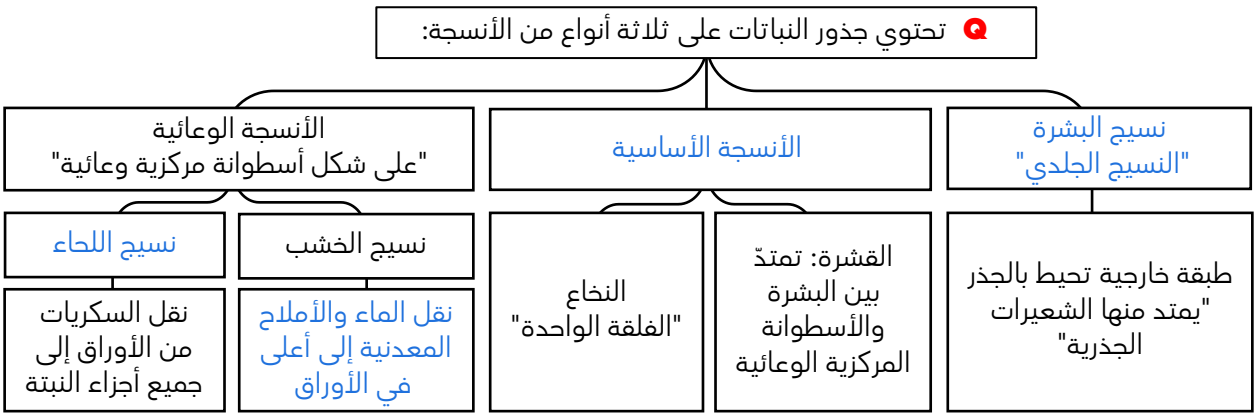
  جذور وتدية - جذور ليفية.

وجه المقارنة	أولاً: الجذر الوتدي	ثانياً: الجذر الليفي
أين يوجد	في النباتات ثنائية الفلقة	في النباتات أحادية الفلقة
التعريف (الشكل)	جذر مركزي كبير الحجم يحمل الكثير من الجذور الجانبية التي تتفرع منه	كتلة من التراكيب الخيطية الرفيعة والقصيرة
المميزات	▪ تنمو عميقاً داخل التربة لامتصاص الماء والعناصر المعدنية من المياه الجوفية. ▪ يثبت النبات بقوة في التربة. ▪ بعضها تخزن كميات كبيرة من الغذاء (الجزر - البنجر) لكي تستخدمها لإنتاج الأزهار والثمار.	▪ تنمو في السنتيمترات القليلة العلوية من التربة وعلى مساحة كبيرة لتمتص الماء والعناصر المعدنية من الطبقة السطحية للتربة. ▪ تلتف حول حبيبات التربة وتحيط بها بإحكام فتمنع تآكل الطبقات السطحية للتربة.
مثال	الفول والملوخية والجزر والبنجر	الحشائش

- علل لما يأتي تعليلاً علمياً صحيحاً: تمنع الجذور الليفية تآكل الطبقات السطحية للتربة.

  لأن العديد منها يلتف حول حبيبات التربة ويحيط بها بإحكام.

تركيب الجذور:



الشعيرات الجذرية الماصة تراكيب أنبوبية دقيقة تنمو من الأغشية الخلوية لبعض خلايا البشرة في الجذر.

Q ما أهمية الشعيرات الجذرية الماصة؟

زيادة مساحة السطح الماص للماء بدرجة كبيرة.

علل لما يأتي تعليلاً علمياً صحيحاً:

Q أقصى امتصاص مائي للجذر يكون في منطقة التمايز.

لوجود الشعيرات الجذرية الماصة بهذه المنطقة التي تزيد مساحة السطح الماص للماء.

Q تؤدي بشرة الجذور دوراً مزدوجاً.

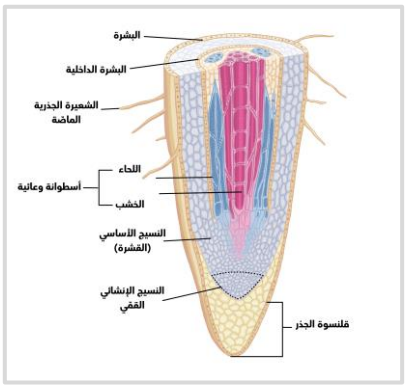
لأنها تقوم بحماية الأنسجة الداخلية للجذر وامتصاص الماء والأملاح.

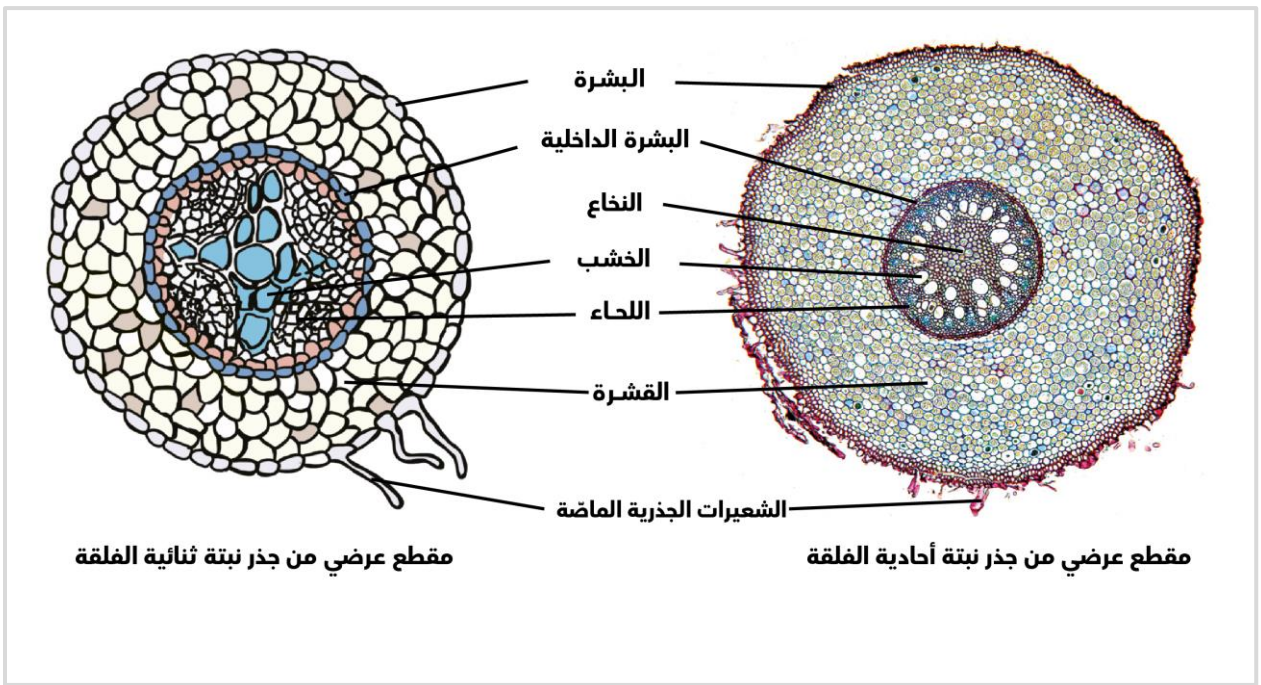
Q ما أهمية النسيج الإنشائي القمي؟

ينتج خلايا جديدة بالقرب من قمة الجذر فينمو الجذر في الطول.

Q قلنسوة الجذر: منطقة من الجذر تغطي الخلايا الحديدة الهشة للنسيج الإنشائي القمي فتحمي الجذر.

قطاع طولي في جذر نبات ثنائي الفلقة "وتدي"





Q القشرة: طبقة إسفنجية من النسيج الأساسي تمتد من البشرة لتصل إلى البشرة الداخلية (الأندوديرمس).

Q البشرة الداخلية (الأندوديرمس): حلقة من الخلايا تحيط بالأسطوانة المركزية الوعائية.

Q الأسطوانة الوعائية: يكون اللحاء مستقلًّا عن الخشب لكنّهما يتوزّعان بشكل تبادلي.

Q النخاع: مساحة مركزية من الأنسجة الأساسية البرنشمية تحيط بها حلقة النسيج الوعائي في النباتات أحادية الفلقة.

وجه المقارنة	جذر نبات أحادي الفلقة	جذر نبات ثنائي الفلقة
النسيج الوعائي	حلقة تحيط بالنخاع	قلباً مصمتاً في مركز الجذر له أذرع عبارة عن الخشب , ويتوزع اللحاء بين هذه الأذرع
النخاع	موجود في مركز القطاع	غير موجود "جذر مصمت"

رابعاً: الأزهار والبذور والثمار:

Q الزهرة: عضو التكاثر الجنسي في النباتات الزهرية.

Q ما وظيفة الزهرة؟

- إنتاج الأمشاج الذكرية (حبوب اللقاح) والأمشاج المؤنّثة (البيض)
- التركيب الذي تتم فيه عملية الإخصاب.

Q متى يبدأ التكاثر الجنسي في النباتات الزهرية؟

عندما تنتقل حبوب اللقاح (الجاميتات الذكرية)، إلى الأجزاء التي تحتوي على البيض في الزهرة.

وجه المقارنة	التلقيح	الإخصاب
التعريف "المفهوم"	انتقال حبوب اللقاح من الأجزاء المذكرة إلى الأجزاء المؤنثة في الزهرة	اتحاد الخلايا المذكرة مع الخلية البيضية وهي تحدث بعد عملية التلقيح

Q ماذا ينتج من عملية الإخصاب؟

الزيجوت (اللاقحة) التي تنمو إلى جنين النبتة والذي تنمو حوله الأنسجة لتغذيه لتكوين البذرة.

Q البذرة: تركيب تكاثري يتكون من جنين النبتة وغذائها المدخر.

في النباتات الزهرية تتكون البذور داخل تركيب يسمى: الثمرة.

مثال: ثمار الخوخ - الطماطم - الجوز - العنب.

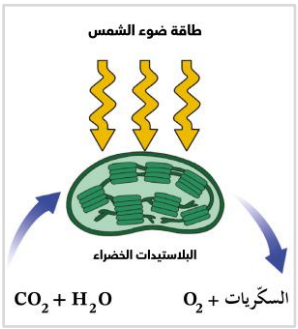
Q الثمرة: تركيب في النباتات الزهرية يحيط بالبذور ويحميها ويساعد في انتشارها لمواطن جديدة.

الدرس 1-2: التغذية في النباتات

Q من أين تحصل الكائنات الحية على الطاقة اللازمة لها؟

من الطاقة الكيميائية المختزنة في الغذاء التي مصدرها عملية البناء الضوئي التي تقوم بها الكائنات ذاتية التغذية.

Q البناء الضوئي: هو العملية التي تستخدم فيها الكائنات ذاتية التغذية (التي تحتوي على الكلوروفيل) طاقة ضوء الشمس لبناء الكربوهيدرات "السكريات" من المواد غير العضوية البسيطة مثل ثاني أكسيد الكربون والماء.

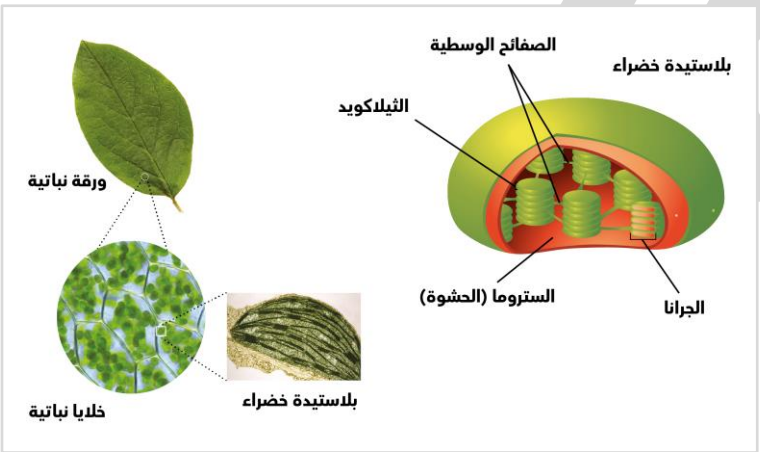


Q ما هي الكائنات التي تقوم بعملية البناء الضوئي؟

الكائنات ذاتية التغذية مثل: النباتات الخضراء، الطحالب وحيدة الخلية، بعض الطلائعيات "البكتيريا الزرقاء" (أي كائنات بها بلاستيدات وأصباغ نباتية).

Q في أي جزء من النبات تحدث عملية البناء الضوئي؟

في البلاستيدات الخضراء.



Q البلاستيدات الخضراء:

عضيّات خلوية تحتوي على الأصباغ النباتية، يتم فيها عملية البناء الضوئي في الخلايا النباتية.

Q تركيب البلاستيدة الخضراء

- غشاء مزدوج
- الستروما "الحشوة": مادة جيلاتينية عديمة اللون تقع بين الجرانا وتحتوي على حبيبات من النشا وقطرات دهنية
- **الجرانم:** عبارة عن أكياس غشائية قرصية الشكل متراصة بعضها فوق بعض وتعرف بالثيلاكويدات (15 أو أكثر)
  - **الجرانا:** هو مجموع الجرانم
    - **الثيلاكويد:** القرص الواحد من أقراص الجرانم "الجرانا"، مجوف ويحتوي على الأنظمة الضوئية مع صبغة الكلوروفيل وجميع الأصباغ اللازمة لعملية البناء الضوئي.
  - الصفائح الوسطية: حواف الثيلاكويد التي تمتد خارج حدود الجرانا
    - تزيد مساحة سطح الأقراص المعرضة للضوء

ما أهمية "وظيفة" كلاً مما يلي:

- صبغة الكلوروفيل.

  الصبغة الأساسية لعملية البناء الضوئي في جميع النباتات.

- كلوروفيل "أ" وكلوروفيل "ب".

  يمتصّان الأطوال الموجية البنفسجية والزرقاء والحمراء من الطيف المرئي لضوء الشمس التي تمدّ عملية البناء الضوئي بالطاقة اللازمة لها.

- علل لما يأتي تعليلاً علمياً صحيحاً: تبدو معظم النباتات خضراء اللون.

  لأن أصباغ الكلوروفيل لا تمتص الضوء الأخضر من الطيف المرئي لضوء الشمس بل تعكسه.

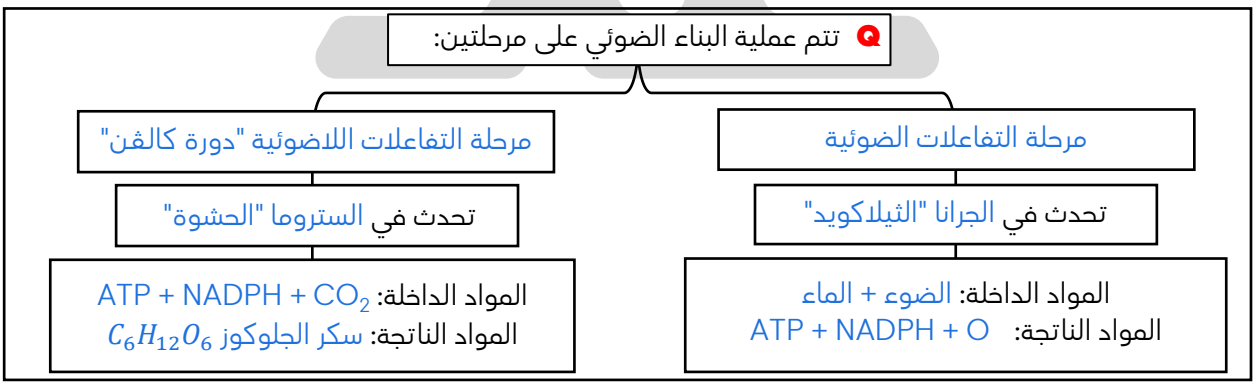
آلية عملية البناء الضوئي:

ملاحظة:

تستخدم النباتات ذاتية التغذية الطاقة الضوئية للشمس أثناء عملية البناء الضوئي لصنع الكربوهيدرات من الماء وثاني أكسيد الكربون وينتج غاز الأكسجين كناتج ثانوي لهذه العملية.

- ما أهمية سكر الجلوكوز (سداسي الكربون) الناتج عن عملية البناء الضوئي؟

  الطاقة المخزنة في الروابط التساهمية للجلوكوز والكربوهيدرات الأخرى تستخدم لاحقاً لإنتاج الأدينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP) الذي يعتبر عملة الطاقة للخلية الحية.

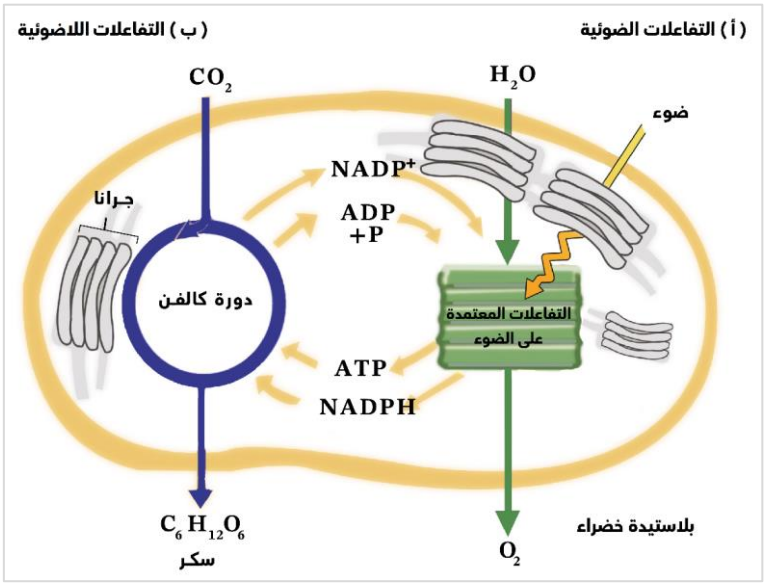


ATP ـ NADPH:

مركبا طاقة يتكونان من مرحلة التفاعلات الضوئية لعملية البناء الضوئي.

Q ما أهمية الأدينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP)؟

عملة الطاقة للخلية الحية.



المرحلة الأولى: التفاعلات الضوئية (المعتمدة على الضوء):

Q التفاعلات الضوئية: مرحلة من مراحل عملية البناء الضوئي تستلزم وجود الضوء لكي تتم.

Q ما أهمية التفاعلات الضوئية؟

تنتج ATP و NADPH اللذان يستخدمان في التفاعلات اللاضوئية حيث يتم اختزال غاز CO_2 بواسطة الهيدروجين ليتكون السكر.

Q أين تحدث؟ في مناطق متنوعة من غشاء الثيلاكويد تعرف بالنظام الضوئي (1) والنظام الضوئي (2).

Q ما المقصود بالنظام الضوئي (1) والنظام الضوئي (2)؟ وحدات جامعة للضوء في البلاستيدات الخضراء.

كيف تحدث التفاعلات الضوئية:

أولاً : تفاعلات النظام الضوئي (2):

- **النظام الضوئي (2) :**
  تبدأ عندما يمتص الضوء بواسطة الكلوروفيل والأصباغ الأخرى في النظام (2) الذي يستخدم بعضاً من طاقة الضوء لشطر جزيئات الماء بواسطة بعض الإنزيمات إلى أيونات هيدروجين (H^+) وغاز الأكسجين (O) وإلكترونات عالية الطاقة (e^-).

Q النظام الضوئي (2):

وحدة جامعة للضوء في البلاستيدة الخضراء توجد بغشاء الثيلاكويد يتم فيها شطر جزيء الماء في مرحلة التفاعلات الضوئية من عملية البناء الضوئي.

Q ما أهمية الماء في التفاعلات الضوئية "النظام الضوئي (2)"؟

- مصدر أيونات الهيدروجين (H^+).
- مصدر الإلكترونات عالية الطاقة (e^-).
- مصدر غاز الأكسجين (O_2).

- **مسار الإلكترونات (سلسلة نقل الإلكترون):**
تقوم سلسلة نقل الإلكترونات بنقل الإلكترونات عالية الطاقة من النظام الضوئي (2) إلى النظام الضوئي (1) واستخدام الطاقة في نقل أيونات الهيدروجين من الستروما إلى داخل تجويف الثيلاكويد بآلية النقل النشط.

سلسلة نقل الإلكترونات:

مجموعة من المركبات الوسطية في غشاء الثيلاكويد تتحرك عبرها الإلكترونات عالية الطاقة من النظام الضوئي (2) إلى النظام الضوئي (1) أثناء التفاعلات الضوئية.

ثانياً: تفاعلات النظام الضوئي (1):

- **النظام الضوئي (1) :**
كما في النظام الضوئي(2) , تنقل الأصباغ طاقة الضوء إلى الإلكترونات المحررة في النظام الضوئي(2) ثم تلتقط هذه الإلكترونات عالية الطاقة بواسطة مركبات $NADP^+$ ليتكون NADPH , وهو مركب يستخدم خلال عملية صنع سكر الجلوكوز.

- **تحرك أيونات الهيدروجين:**
يمتلئ السطح الداخلي لغشاء الثيلاكويد بأيونات الهيدروجين موجبة الشحنة، فيجعل السطح الخارجي لغشاء الثيلاكويد مشحوناً بشحنة سالبة وسطحه الداخلي مشحوناً بشحنة موجبة.

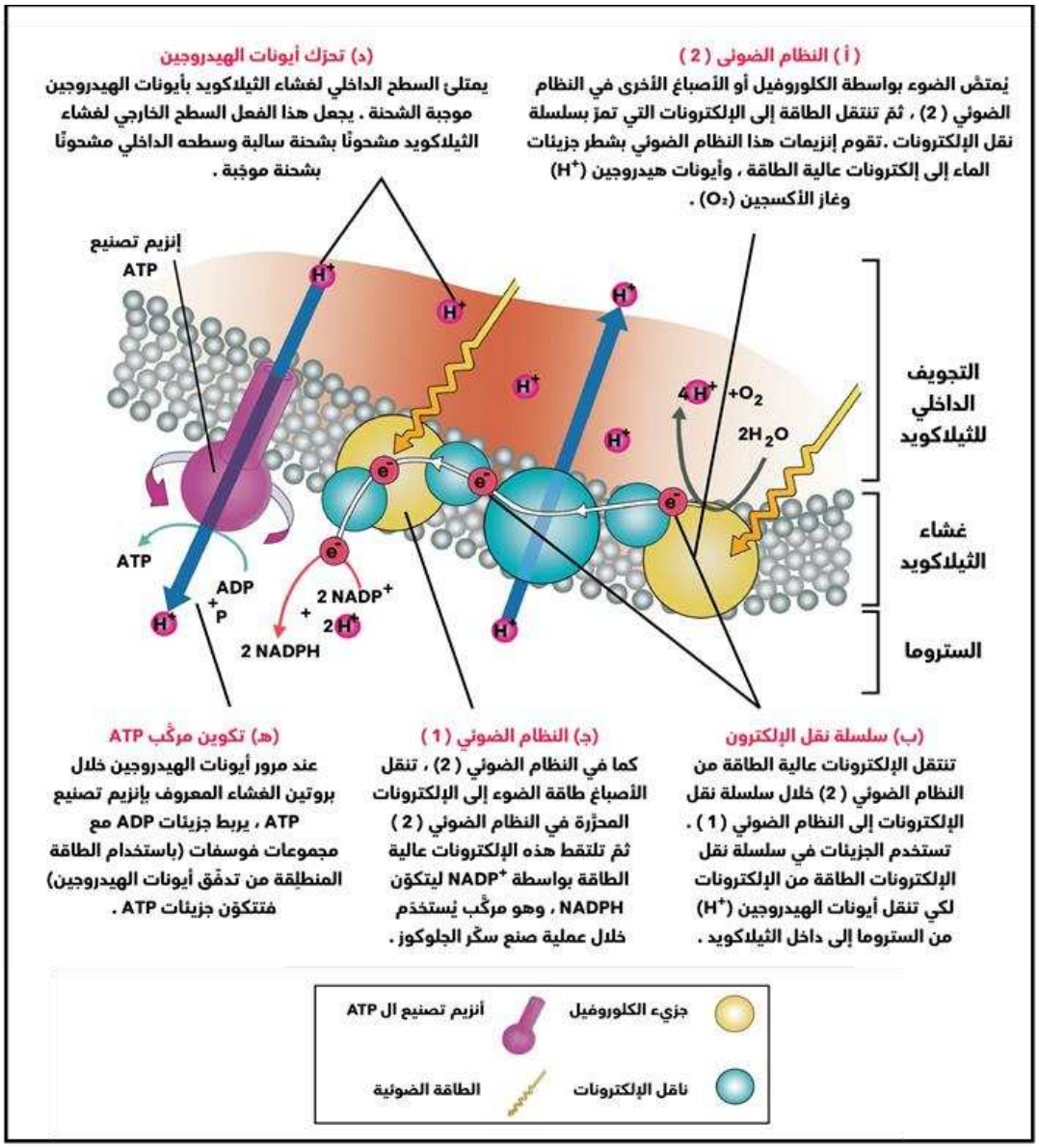
- **تكوين مركب ATP:**
عند مرور أيونات الهيدروجين خلال بروتين الغشاء (إنزيم تصنيع ATP)، يربط جزيئات ADP مع مجموعات فوسفات (باستخدام الطاقة المنطلقة من تدفق أيونات الهيدروجين) فتتكون جزيئات ATP.

$$ADP + P \longrightarrow ATP$$

ما أهمية "وظيفة" إنزيم تصنيع ATP؟

يربط جزيئات ADP مع مجموعات الفوسفات باستخدام الطاقة المنطلقة من تدفق أيونات الهيدروجين لتكوين جزيئات ATP.

وجه المقارنة	تفاعلات النظام الضوئي (2)	تفاعلات النظام الضوئي (1)
	▪ غاز الأكسجين O ▪ أيونات الهيدروجين H^+ ▪ إلكترونات عالية الطاقة e^-	$ATP - NADPH^+$



مخطط يوضح شرح خطوات التفاعلات الضوئية في أغشية الثيلاكويد في البلاستيدة الخضراء

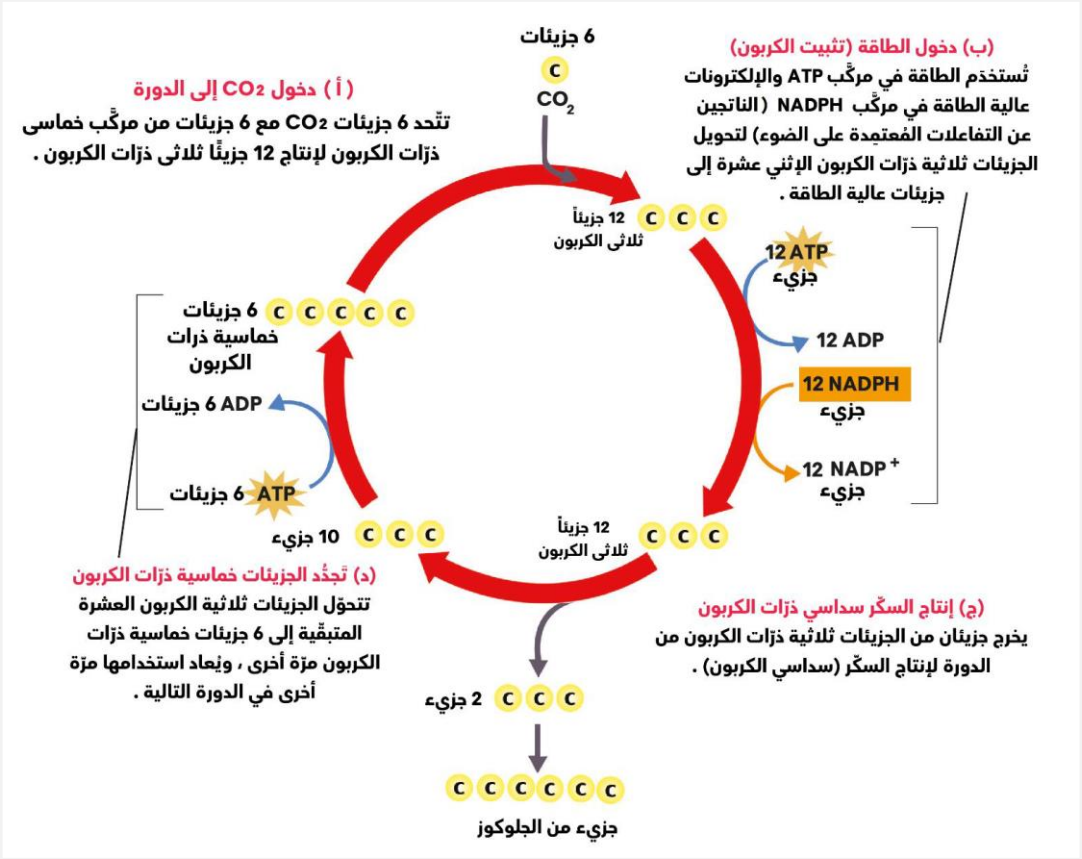
المرحلة الثانية: التفاعلات اللاضوئية (غير المعتمدة على الضوء) "دورة كالڤن":

- التفاعلات اللاضوئية: مرحلة من مراحل عملية البناء الضوئي لا تستلزم وجود الضوء لكي تتم.
- أين تحدث؟ خارج الجرانا في الستروما (الحشوة) بالبلاستيدات الخضراء.

- علل لما يأتي تعليلاً علمياً صحيحاً: لا تحدث التفاعلات اللاضوئية قبل حدوث التفاعلات الضوئية.
لأنها تعتمد على نواتج التفاعلات الضوئية وهما مركبي ATP و NADPH اللازمان لتثبيت (اختزال) غاز CO_2.

- ما أهمية مركب NADPH بالنسبة للتفاعلات اللاضوئية ؟
مصدر للهيدروجين اللازم لتثبيت غاز CO_2 في صورة مادة كربوهيدراتية.

شرح آلية حدوث التفاعلات اللاضوئية (غير المعتمدة على الضوء):



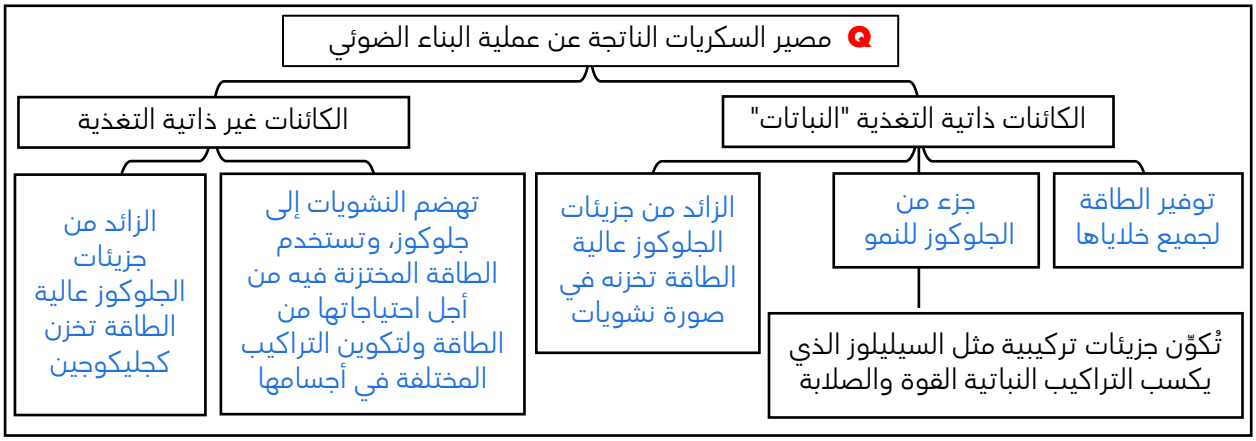
وجه المقارنة	التفاعلات الضوئية	التفاعلات اللاضوئية "دورة كالڤن"
المواد الداخلة في التفاعل	كلوروفيل + H_2O طاقة ضوئية ADP + $NADP^+$	18ATP + 12NADPH + CO_2
المواد الناتجة من التفاعل	ATP + NADPH + O_2	السكر $C_6H_{12}O_6$ 18 ADP + 12 $NADP^+$

مصير السكريات الناتجة عن عملية البناء الضوئي

أهمية السكر الناتج عن عملية البناء الضوئي:

يوفر **الطاقة** التي تحتاجها الكائنات ذاتية التغذية وغير ذاتية التغذية للقيام بوظائفها الحيوية مثل النمو والتكاثر، فالكائنات ذاتية التغذية وغير ذاتية التغذية تحول طاقة الجلوكوز إلى طاقة تختزن في ATP، وتستخدم هذه الطاقة لأداء جميع الوظائف الحيوية.

- من هي أول الكائنات الحية التي تستهلك السكريات؟ الكائنات ذاتية التغذية.
- السكروز: الشكل السائد للسكر الذي يتم نقله بواسطة أنسجة اللحاء.



- ما أهمية "وظيفة" البكتيريا الموجودة في القنوات الهضمية للأبقار.

استخدام السيليلوز كمصدر للطاقة.

العوامل المؤثرة في عملية البناء الضوئي:

- عدد العوامل المؤثرة على عملية البناء الضوئي.

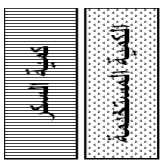
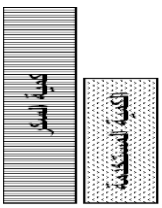
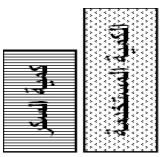
- الطاقة من الشمس (الضوء).
- الماء.
- ثاني أكسيد الكربون.
- وجود الكلوروفيل.

- **الضوء:**

- أهمية الكلوروفيل والأصباغ الأخرى:

تعمل كقرون استشعار ضوئية تمتص طاقة الضوء وتحولها إلى طاقة كيميائية وينتج غاز O_2 خلال هذه المرحلة.

- نقطة التعويض: كمية الطاقة الضوئية المقتنصة أثناء عملية البناء الضوئي اللازمة لبقاء النباتات على قيد الحياة.

إذا كانت كمية السكر التي تنتجها عملية البناء الضوئي متوازنة تماماً مع كمية السكر التي تستخدمها النباتات لكي تبقي حية	إذا كانت كمية السكر التي تنتجها عملية البناء الضوئي أكبر من كمية السكر التي تستخدمها	إذا كانت كمية السكر التي تنتجها عملية البناء الضوئي أقل من كمية السكر التي تستخدمها
		
لن تكون هناك طاقة مكتسبة أو مفقودة	اكتسب طاقة. يمكن أن تخزن الطاقة الزائدة عن حاجتها أو تستخدمها للنمو.	يفقد طاقة، ضعف في النمو

©

تختلف كمية ضوء الشمس التي تحتاج إليها النباتات لتصل إلى **نقطة التعويض.**

نباتات تحتاج إلى كمية كبيرة من ضوء الشمس للنمو	نباتات تحتاج لكمية معتدلة من الضوء للنمو
قصب السكر والحشائش المدارية 	اللبلاب والعنب (نباتات الظل) 

- **الماء:**

المركب الأساسي لعملية البناء الضوئي , تحتاجه النباتات لتكمل المرحلة الأولى من البناء الضوئي.

Q علل لما يأتي تعليلاً علمياً صحيحاً: يؤثر مدى توافر الماء في إتمام عملية البناء الضوئي.

ممكن أن يأتي السؤال بصيغة أخرى: ما أهمية (وظيفة) الماء بالنسبة لعملية البناء الضوئي؟

- الماء مادة خام للتفاعلات الضوئية.
- يحفظ الخليتين الحارستين مملوءتين بالماء لتبقى الثغور مفتوحة لدخول غاز ثاني أكسيد الكربون اللازم لعملية البناء الضوئي.

- **ثاني أكسيد الكربون:**

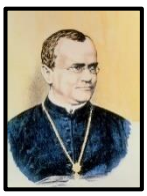
يعتبر من العوامل المهمة في التفاعلات اللاضوئية ويستخدم لصنع السكريات أثناء دورة كال ن.

الدرس 1-1: الأنماط الوراثية



- الصفات الوراثيّة: الصفات التي يمكن أن تنتقل من الآباء إلى الأبناء من جيل إلى جيل.
- علم الوراثة: علم يطلق على الدراسة العلميّة للصفات الوراثية الموروثة.

مندل مؤسس علم الوراثة.



- عدد مميزات تجارب مندل.

قام بدراسة كل صفة على حدة في بداية تجاربه ـ استخدم أعداد كبيرة من النباتات (20 ألف) ـ استخدم الاحتمالات والإحصاء الرياضي في تفسير النتائج.

- سبب اختيار مندل لنبات البازلاء في تجاربه

أزهاره خناث يسمح بالتلقيح الذاتي والتلقيح الخلطي	يحمل أزواجاً من الصفات المتضادة (المتعارضة) لتكون سهلة التمييز والرؤية مما سهل على مندل ملاحظة نتائج تجاربه	قصر دورة حياته (3 شهور) تسمح بتكرار التجارب 3-4 مرات على الأقل على مدار العام

علل لما يأتي تعليلاً علمياً صحيحاً:



- تحاط الأزهار بكيس من الورق.

لضمان عدم وصول حبوب لقاح من زهرة أخرى إليها (لحدوث التلقيح الذاتي).

- سهولة حدوث التلقيح الذاتي في أزهار نبات البازلاء.

لأنها خناث وتحيط بتلات التويج بأعضائها التناسلية تاماً في شكل زورق.

- تقطع الأسدية من الأزهار التي أجرى التجربة عليها.

لمنع حدوث التلقيح الذاتي للزهرة نفسها، وإحداث التلقيح الخلطي فيها.

ما هو ترتيب التجارب التي قام بها مندل على نبات البازلاء؟

أولاً: زراعة النباتات وتركها تتلاقح ذاتياً لتنتج الصفة نفسها التي كان يدرسها من جيل إلى آخر من دون تغيير للتأكد من نقاء الصفة.

ملاحظة:

النباتات الطويلة لا تنتج إلا نباتات طويلة، النباتات ذات الأزهار البنفسجية لا تنتج إلا أزهاراً بنفسجية، وأطلق عليها "صفات نقية".

- علل لما يأتي تعليلاً علمياً صحيحاً: زرع مندل النباتات وتركها تتلاقح ذاتياً.

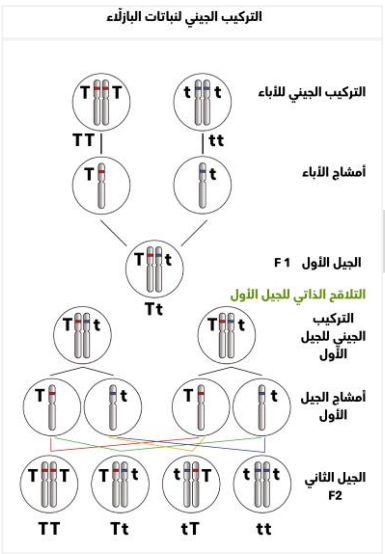
  للتأكد من نقاء الصفات أو لتُنتج الصفة نفسها التي كان يدرسها من جيل إلى آخر من دون أيّ تغيير.

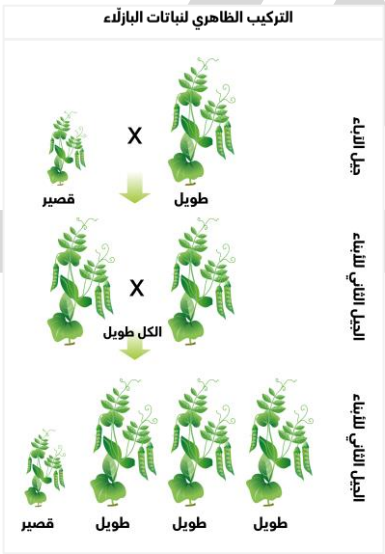
ثانياً: استخدم مندل في تجاربه مجموعتين مختلفتين من النباتات النقية (تحمل كل مجموعة منهما أحد شكلي الصفة التي كان يدرس توارثها) وأطلق عليها "جيل الآباء"، وأجرى التلقيح الخلطي بين المجموعتين ثم زرع البذور الناتجة، فأنتجت بذورها نباتات أطلق عليها "الجيل الأول" (F_1).

- جيل الآباء: مجموعتين مختلفتين من النباتات النقية يحمل كل منهما أحد شكلي الصفة المدروسة.
- الجيل الأول (F1): النباتات الناتجة عن التلقيح الخلطي لنباتات جيل الآباء.

مثال: نباتات طويلة الساق نقية مع نباتات قصيرة الساق نقية.

الجيل الأول : نباتات طويلة الساق بنسبة 100%.





ثالثاً: ترك نباتات الجيل الأول (F_1) تتلاقح ذاتياً، ثم زرع البذور التي حصل عليها، فأنتجت نباتات أسماها "الجيل الثاني" (F_2).

- الجيل الثاني (F_2) ؟

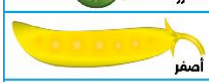
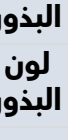
  النباتات الناتجة عن التلقيح الذاتي لنباتات الجيل الأول.

الجيل الثاني :
نباتات طويلة الساق بنسبة 75% وقصيرة الساق بنسبة 25%.
أو 1:3 (طويل: قصير).

الاستنتاج:

وجه المقارنة	الصفة السائدة	الصفة المتنحية
المفهوم	هي الصفة الوراثية التي يحملها أحد الأبوين، وتظهر في جميع أفراد الجيل الأول	الصفة التي يحملها أحد الأبوين، ولا تظهر في الجيل الأول
مثال	الساق الطويلة لنبات البازلاء	الساق القصيرة لنبات البازلاء
نسبة ظهورها في نتائج تجارب مندل الوراثيّة	▪ 100٪ في الجيل الأوّل. ▪ 75٪ في الجيل الثاني.	▪ لم تظهر في الجيل الأول. ▪ 25٪ في الجيل الثاني.

الصفات السبع التي درسها مندل في نباتات البازلاء (لكل صفة مظهران أو شكلان مختلفان)

الصفة	المظهر السائد	المظهر المتنحّي
شكل البذور	 أملس	 مجعّد
لون البذور	 أصفر	 أخضر
شكل القرن	 منتفخ	 محزّز
لون القرن	 أخضر	 أصفر
لون الزهرة	 بنفسجي	 أبيض
موضع الزهرة	 إبطي	 طرفي
طول الساق	 طويل (أكثر من 1.5 متر)	 قصير (أقل من 0.5 متر)

الصفة الوراثية	الصفة الوراثية في جيل الآباء	الصفة الوراثية في الجيل الأوّل	أعداد النباتات الحاملة للصفة في الجيل الثاني
طول الساق	طويل X قصير	طويل	طويل ، قصير 705 , 224
شكل القرن	منتفِخ X محزّز	منتفِخ	منتفِخ ، محزّز 882 , 299
لون القرن	أخضر X أصفر	أخضر	أخضر ، أصفر 428 , 152
شكل البذور	أملس X مجعّد	أملس	أملس ، مجعّد 4574 , 1850
لون البذور	أصفر X أخضر	أصفر	أصفر ، أخضر 6022 , 2001
موضع الزهرة	إبطي X طرفي	إبطي	إبطي ، طرفي 651 , 207
لون الزهرة	بنفسجي X أبيض	بنفسجي	بنفسجي ، أبيض 705 , 224

Q ما النتيجة التي تتوقّعها من تجارب مندل لتلقيح نبات بازلّاء أزهاره بنفسجية نقية مع نبات بازلّاء نقي أزهاره بيضاء؟

ستظهر نباتات الجيل الأوّل بالكامل حاملة لأزهار بنفسجية.

استنتاجات مندل وتفسيراته:

افترض مندل من تجاربه، أنه يتم التحكم بالصفة الوراثية بواسطة ما أسماه بالعوامل (الجينات)، التي توجد في أزواج في خلايا الكائن.

Q الجينات: أجزاء من الكروموسومات مسؤولة عن إظهار الصفات الوراثية.

Q الأليل السائد: الأليل الذي يظهر تأثيره عندما يجتمع الأليلان السائد والمتنحي.

Q الأليل المتنحي: الأليل الذي لا يظهر تأثيره عندما يجتمع مع الأليل السائد.

Q الصفة النقيّة: الصفة التي يتحكّم في إظهارها زوج من الأليلات المتشابهة.

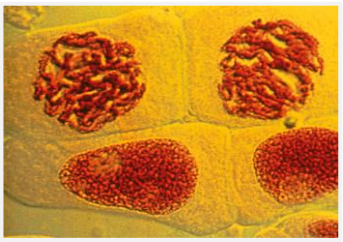
Q الصفة الهجينة: الصفة التي يجتمع فيها الأليل السائد مع المتنحي.

كيف يتم اختيار الرموز عند حل المسائل الوراثية؟

- يمثل الأليل السائد بالحرف الأول الكبير من الكلمة الأجنبية الدالة على الصفة الوراثية.
- ويستخدم الحرف الصغير نفسه للتعبير عن العامل أو الجين المسؤول عن الصفة المتنحية المقابلة.

مثال: صفة طول الساق:
يمثل الجين المسؤول عن صفة طول الساق (أليل سائد) بالحرف (T).
يمثل الجين المسؤول عن صفة قصر الساق (أليل متنحي) بالحرف (t).

الدرس 1-2: مبادئ علم الوراثة



- التشابه بين سلوك الكروموسومات وسلوك العوامل الوراثية (الجينات) التي افترضها مندل, سمحت للعالم ساتون بوضع "النظرية الكروموسومية في الوراثة".

Q النظريّة الكروموسوميّة في الوراثة: نظرية تقر بأن مادة الوراثة محمولة بواسطة الجينات الموجودة على الكروموسومات.

Q الجينات : هي أجزاء من الكروموسومات، فالكروموسومات هي المسؤولة عن توريث الصفات.

Q الأليلات : هي أشكال مختلفة للجينات.

ملاحظة:

لكل جين صفة وراثية.

مثال: يتحكم في إظهار لون قرن البازلاء جين واحد له أليلان، أحدهما للقرون الخضراء (الصفة السائدة) ويرمز له بالحرف (G) ، والآخر للقرون الصفراء (الصفة المتنحية) ويرمز له بالحرف (g).
يرمز للصفة الوراثية الواحدة بزوج من الجينات.

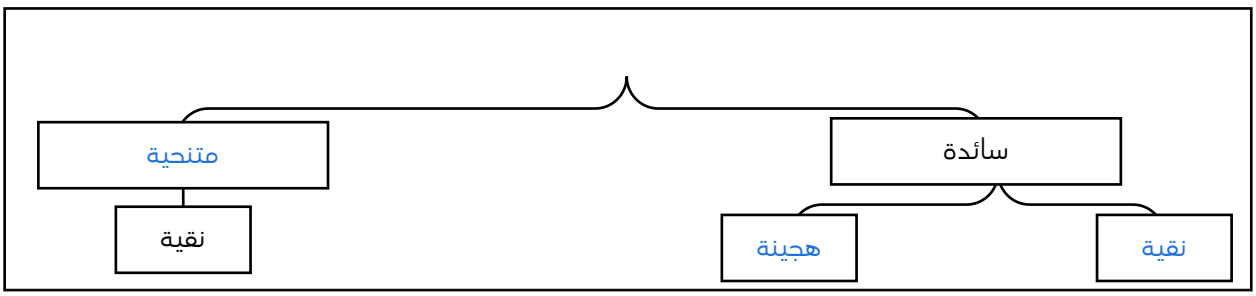
Q ما المقصود بالتركيب الجيني؟

التركيب الوراثي للفرد. "أي الرموز التي تستخدم للتعبير عن التركيب الظاهري للصفة"

Q ما المقصود بالتركيب الظاهري؟

الصفة الظاهرة على الفرد.

مثال: اللون البنفسجي للأزهار واللون الأبيض، طول وقصر ساق البازلاء.



ساق طويلة "صفة سائدة"		ساق قصيرة "صفة متنحية"
نقي	هجين	نقي
TT	Tt	tt

جدول يوضح الصفات السبع والتراكيب الجينية الممكنة:

	الصفة	صفة سائدة			صفة متنحية		
		المظهر السائد		التركيب الجيني	المظهر المتنحّي		التركيب الجيني
1	شكل البذرة		أملس	RR أو Rr		مجعد	rr
2	لون البذرة		أصفر	YY أو Yy		أخضر	yy
3	شكل القرن		منتفخ	RR أو Rr		محزز	rr
4	لون القرن		أخضر	GG أو Gg		أصفر	gg
5	لون الزهرة		بنفسجي	PP أو Pp		أبيض	pp
6	موضع الزهرة		إبطي	AA أو Aa		طرفي	aa
7	طول الساق	 أكثر من 1.5 متر	طويل	TT أو Tt	 أقل من 0.5 متر	قصير	tt

Q الصفة السائدة النقيّة:

الصفة الوراثيّة التي يمثلها زوج من الأليلات المتماثلة السائدة.

Q الصفة الهجينة:

الصفة الوراثيّة التي يمثلها زوج من الأليلات المختلفة.

Q الصفة المتنحيّة:

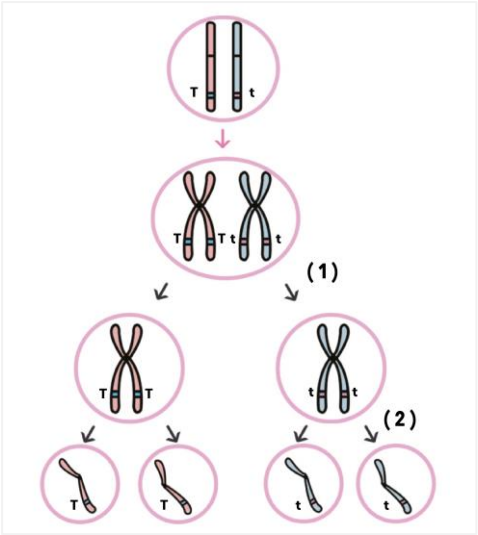
الصفة الوراثيّة التي يمثلها زوج من الأليلات المتماثلة المتنحيّة.

قوانين مندل:

Q الصفات المندلية : الصفات التي تتبع قوانين مندل.

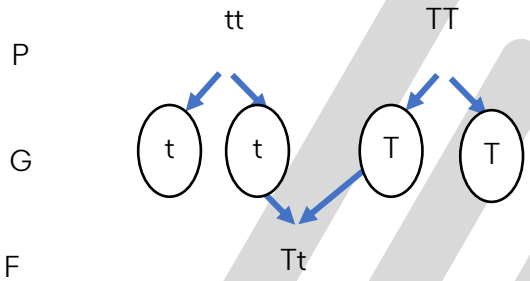
Q الصفات غير المندلية : الصفات التي لا تتبع قوانين مندل.

استنتاج القانون الأول لمندل:



حدث تلقيح بين نباتي بازلاء أحدهما طويل الساق نقي مع نبات قصير الساق، ما التركيب الظاهري والجيني لأفراد الجيل الناتج؟
الصفة السائدة: طول الساق، يرمز للأليل المتحكم بالصفة بالرمز (T).
الصفة المتنحية: قصر الساق، يرمز للأليل المتحكم بالصفة بالرمز (t).
التلقيح الأول: تلقيح خلطي:

الآباء: نباتات طويلة الساق نقية × نباتات قصيرة الساق



التركيب الظاهري: نباتات طويلة الساق.
التركيب الجيني: Tt
النسبة: 100%

نص القانون الأول: قانون الانعزال:

ينفصل كل زوج من الجينات بعضهما عن بعض أثناء الانقسام الميوزي، بحيث يحتوي نصف عدد الأمشاج الناتجة على جين واحد من كل زوج من الجينات، ويحتوي النصف الآخر على الجين الآخر.

التوقع بوراثة صفة واحدة

يستخدم علماء الوراثة بعض الوسائل والأدوات للتوقع بتوارث التراكيب (الأنماط) الظاهرية والجينية في تجاربهم قبل القيام بها.

مربعات بانت: مربعات لتنظيم المعلومات الوراثيّة لتوضيح النتائج المتوقعة في تجارب الوراثة وليس النتائج نفسها.

مثال: حدث تهجين بين نباتي بازلاء كليهما هجين أو متباين اللاقحة بالنسبة لصفة البذور الصفراء (Yy)، ما النتائج المتوقعة من هذا التلقيح؟

بذور صفراء هجينة X **بذور صفراء هجينة**

التركيب الجيني للأبوين Yy X Yy

P

G



ينتج عن كلّ نبات من الآباء نوعان من الأمشاج، نصفها يحمل الأليل Y والنصف الآخر يحمل الأليل y.

G ♀ \ G ♂	**Y**	**y**
Y	YY نقي بذور صفراء نقية	Yy هجين بذور صفراء هجينة
y	Yyهجين بذور صفراء هجينة	yy نقي بذور خضراء

التراكيب الظاهرية: بذور صفراء : بذور خضراء.

نسبة التركيب الظاهري: 3 : 1 / (75% : 25%)

التهجين الأحادي: دراسة توارث صفة واحدة دون النظر إلى باقي الصفات.

القانون الثاني: قانون التوزيع المستقل

درس مندل توارث صفتين وراثيتين في الوقت نفسه.

التلقيح الثنائي (التهجين الثنائي): دراسة توارث صفتين في وقت واحد.

نص قانون التوزيع المستقل:

تنفصل أزواج الجينات بعضها عن بعض، وتتوزع في الأمشاج عشوائياً ومستقلة كل منها عن الأخرى.

مثال لكتابة رموز الجينات لصفتين:

التركيب الظاهري	التركيب الجيني
نبات طويل الساق نقي بذوره صفراء نقية	YYTT
نبات قصير الساق بذوره خضراء	yytt
نبات أزهاره بنفسجية نقية بذوره ملساء هجينة	RrPP
نبات أزهاره بنفسجية هجينة بذوره ملساء هجينة	RrPp

Q مسألة وراثية: أجرى مندل تلقيحاً بين نباتي بازلاء يحمل أحدهما صفتين سائدتين نقيتين هما بذور صفراء اللون وملساء الشكل، في حين يحمل الآخر صفتين متنحيتين هما بذور خضراء اللون ومجعدة الشكل. ما التراكيب الظاهرية والجينية المتوقعة لأفراد الجيل الأول والثاني الناتجة من التلقيح.

الحل: تحليل المعطيات:

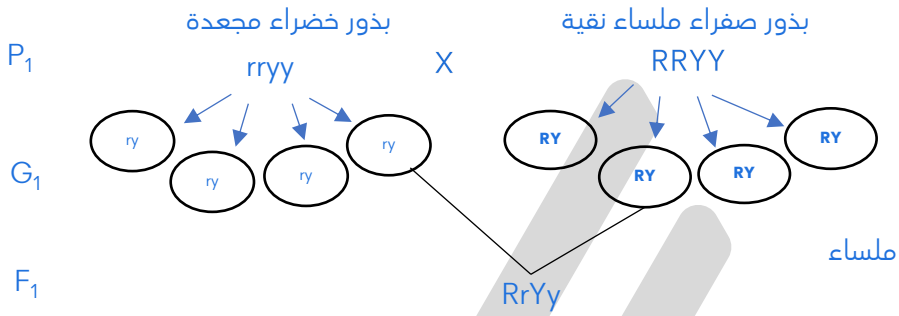
الصفة الأولى: لون البذور.

- الصفة السائدة: اللون الأصفر ، يرمز له (Y)
- الصفة المتنحية: اللون الأخضر ، يرمز له (y)

الصفة الثانية: شكل البذور.

- الصفة السائدة: البذور الملساء ، يرمز له (R)
- الصفة المتنحية: البذور المجعدة ، يرمز له (r)

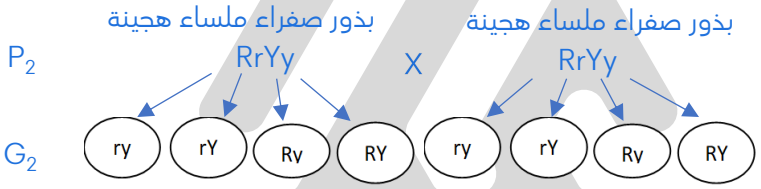
التلقيح الأول:



التركيب الظاهري: بذور صفراء ملساء

النسبة: 100%

التلقيح الثاني:



F_2

G ♀ \ G ♂	RY	Ry	rY	ry
RY	RRYY بذور صفراء ملساء	RRYy بذور صفراء ملساء	RrYY بذور صفراء ملساء	RrYy بذور صفراء ملساء
Ry	RRYy بذور صفراء ملساء	RRyy بذور خضراء ملساء	RrYy بذور صفراء ملساء	Rryy بذور خضراء ملساء
rY	RrYY بذور صفراء ملساء	RrYy بذور صفراء ملساء	rrYY بذور صفراء مجعدة	rrYy بذور صفراء مجعدة
ry	RrYy بذور صفراء ملساء	Rryy بذور خضراء ملساء	rrYy بذور صفراء مجعدة	rryy بذور خضراء مجعدة

- ما أنواع التراكيب الظاهرية والجينية التي نحصل عليها من هذا التزاوج؟

4 أنماط ظاهرية و 9 أنماط جينية.

نسبة التركيب الظاهري: بذور صفراء ملساء : بذور صفراء مجعدة : بذور خضراء ملساء : بذور خضراء مجعدة
9 : 3 : 3 : 1

ملاحظات مندل:

- جميع نباتات الجيل الأوّل تحمل الصفتين السائدتين فقط ، بذوراً ملساء وصفراء اللون (YyRr).
- نباتات الجيل الثاني تحمل جميع الارتباطات الممكنة لشكل البذور ولونها.
- نسبة البذور الصفراء : الخضراء هي 1:3
- نسبة البذور الملساء : المجعدة هي 1:3

لاحظ مندل أنه يتم توارث كل صفتين متضادتين (صفراء - خضراء) بشكل مستقل عن الصفتين الأخريين (ملساء - مجعدة) حيث تتوزع الأليلات مستقلة، ما يؤدي إلى إمكانية تواجد أربعة احتمالات ممكنة للأليلات في أمشاج الجيل الأول: ry - rY - Ry - RY

Q علل لما يأتي تعليلاً علمياً صحيحاً: استنتج مندل أن توارث لون البذور لا يرتبط بتوارث شكلها.

لأنه حصل على النسبة نفسها لكل صفة من هاتين الصفتين والتي حصل عليها في تجاربه على زوج واحد من الصفات وهي النسبة (1:3).

Q قانون السيادة "القانون الثالث لمندل":

قانون ينص على أن الأليل السائد يظهر تأثيره أما الأليل المتنحي فيختفي تأثيره في الفرد الهجين، إلا إذا اجتمع هذان الأليلان المتنحيان معاً

مثال: التركيب الجيني لزهرة نبات البازلاء الهجينة بنفسجية اللون: (Pp)، حيث إن الأليل البنفسجي (P) سائد على الأليل الأبيض (p).

التلقيح الاختباري:

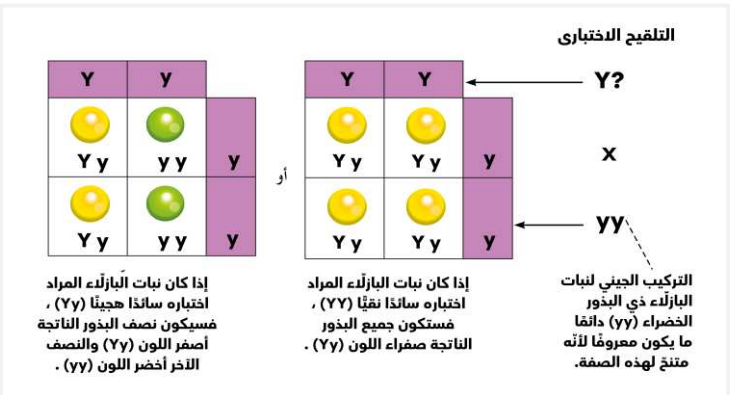
وجه المقارنة	اللون الأصفر للبذور	اللون الأخضر للبذور
الحالة الوراثية	صفة سائدة	صفة متنحية
رمز الأليل	Y	y
التركيب الجيني	نقي YY أو هجين Yy	نقي دائماً yy

Q علل: الفرد الذي يحمل الصفة المتنحية دائما يكون تركيبه الجيني نقياً ومعروف التركيب الجيني.

لأن الصفة المتنحية لا تظهر في التركيب الظاهري إلا إذا اجتمع الأليلان المتنحيان.

Q كيف يمكننا التأكد من أن لون البذور الصفراء نقية أم هجينة؟

عن طريق إجراء التلقيح الاختباري:
تلقيح النبات ذو البذور الصفراء السائدة (Y?) بفرد يحمل بذور خضراء متنحية (yy).



التلقيح الاختباري:

تلقيح بين فرد نقي اللاقحة لصفة متنحية والفرد الذي يحمل الصفة السائدة المقابلة غير محددة التركيب الجيني.

ما أهمية التلقيح الاختباري في الوراثة؟

ممكن أن يأتي السؤال بصيغة أخرى: علل لما يأتي تعليلاً علمياً صحيحاً: التلقيح الاختباري في الوراثة.

التمييز بين الفرد **النقي** السائد والفرد **الهجين** السائد.

مسألة وراثية: أجري تلقيح بين نباتي بازلاء أحدهما ذو قرن منتفخ مع آخر ذو قرن محزز، وقد نتج من هذا التلقيح: 550 نباتاً يحمل قرناً منتفخاً : 450 يحمل قرناً محززاً، فسر على أسس وراثية.

الحل: تحليل المعطيات:
الصفة محل الدراسة: شكل قرن البازلاء.
الحالة الوراثية: سيادة تامة "صفة مندلية".
الصفة السائدة: القرن المنتفخ ، يرمز له بالرمز (R)
الصفة المتنحية: محزز القرن ، يرمز له بالرمز (r)
بما أن القرون الناتجة 50% منتفخ : 50% محزز , معنى ذلك أن التركيب الجيني للصفة السائدة هجين.

موقع المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

قرن محزز X قرن منتفخ هجينة

P rr X Rr

G r r R r

F

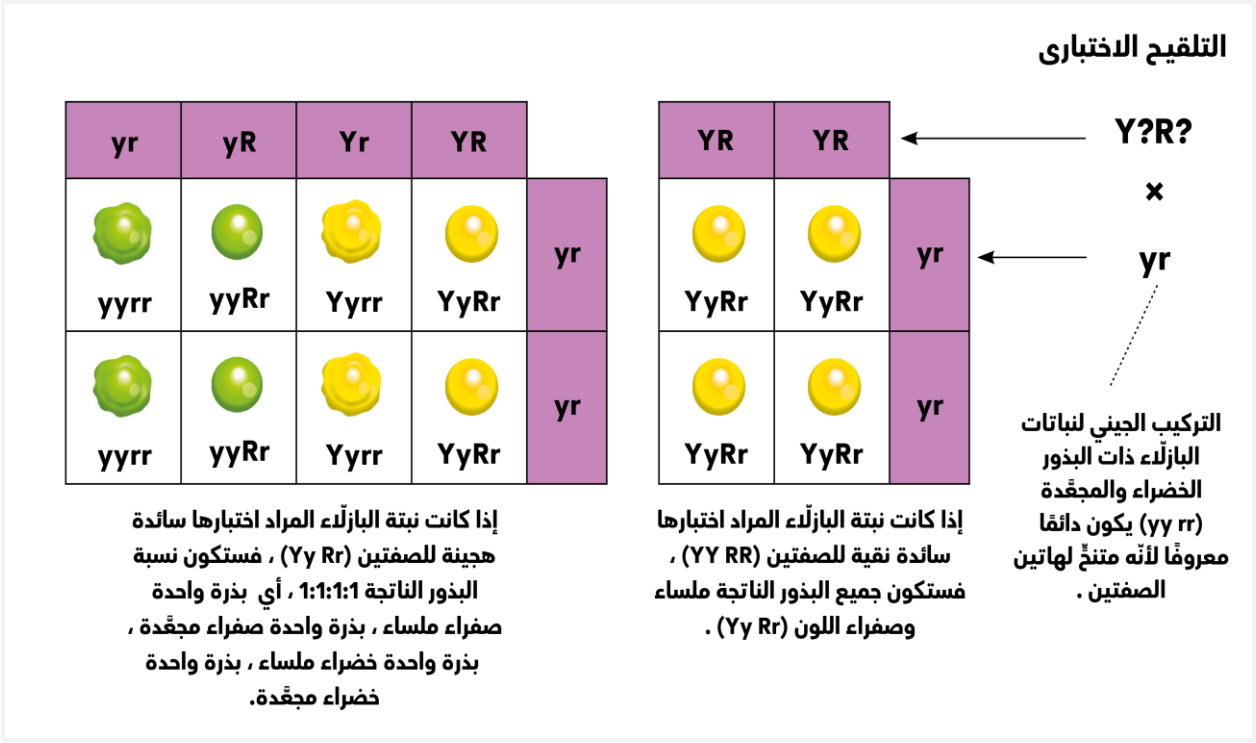
G ♀ \ G ♂	R	r
r	Rr هجين قرن منتفخ	rr نقي قرن محزز
r	Rr هجين قرن منتفخ	rr نقي قرن محزز

التركيب الظاهري: قرن منتفخ : قرن محزز
النسبة: 1 : 1 أو 50% : 50%

نسبة الأفراد الناتجة من التلقيح	100 % للصفة السائدة (القرن المنتفخ)	75% للصفة السائدة (قرن منتفخ) : 25% للصفة المتنحية (قرن محزز)	50% للصفة السائدة (قرن منتفخ) : 50% للصفة المتنحية (قرن محزز)
التركيب الجيني للأبوين	rr X RR	Rr X Rr	rr X Rr

التلقيح الاختباري لصفتين:

أجري تلقيح بين نبتتين بازلاء يحمل أحدهما صفتان سائدتان هما البذور الملساء صفراء اللون (Y?R?)، وللأخرى صفتان متنحيتان هما البذور المجعدة الخضراء (yyrr)، للتأكد من نقاوة الصفتين السائدتين.

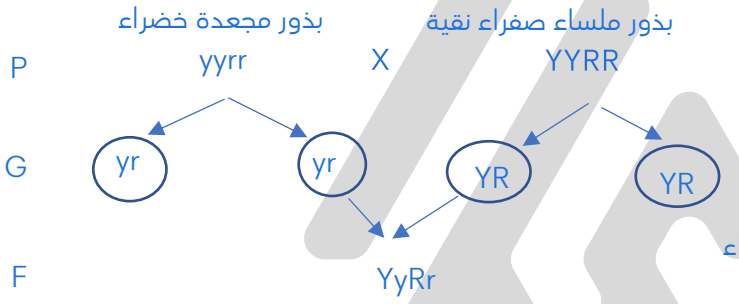


Q مسألة وراثية: أجري تلقيحين بين نباتين بازلاء أحدهما بذوره ملساء صفراء والآخر بذوره مجعدة خضراء، فكانت النتائج:
التلقيح الأول: جميع النباتات الناتجة بذورها صفراء ملساء.
التلقيح الثاني: نسبة الأفراد الناتجة هي: 1 : 1 : 1 : 1
(بذور ملساء صفراء : بذور ملساء خضراء : بذور مجعدة صفرا ء : بذور مجعدة خضراء)

- ما هي الصفة السائدة؟ علل إجابتك.
- فسر النتيجة السابقة على أسس وراثية.

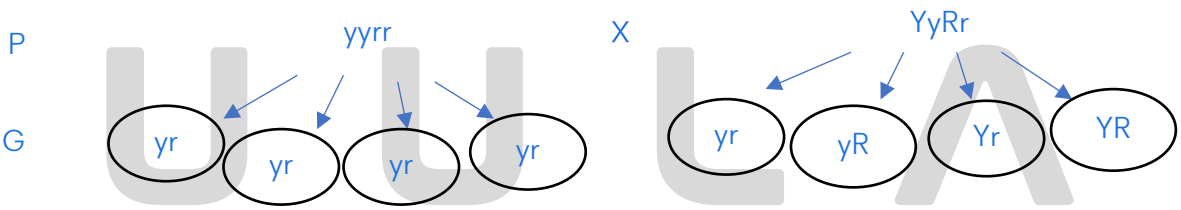
الحل: تحليل المعطيات:
الصفة محل الدراسة: شكل البذور ولونها.
الحالة الوراثية: سيادة تامة.
الشكل الأملس سائد على الشكل المجعد - اللون الأصفر سائد على اللون الأخضر.
لأن جميع النباتات في الجيل الأول جاءت ملساء صفراء اللون.
الصفة الأولى: شكل البذور: الأملس (R)، المجعد (r)
الصفة الثانية: لون البذور: الأصفر (Y) , الأخضر (y)

التلقيح (1): بما أن البذور الناتجة 100% ملساء صفراء معنى ذلك أن التركيب الجيني للآباء نقي للصفتين.



التركيب الظاهري: بذور ملساء صفراء
النسبة: 100%

التلقيح الثاني: نسبة الأفراد الناتجة هي: 1 : 1 : 1 : 1
(بذور ملساء صفراء : بذور ملساء خضراء : بذور مجعدة صفراء : بذور مجعدة خضراء)
تحليل المعطيات: معنى ذلك أحدهما هجين للصفتين (بذور ملساء صفراء هجينة) , والآخر بذوره مجعدة خضراء.

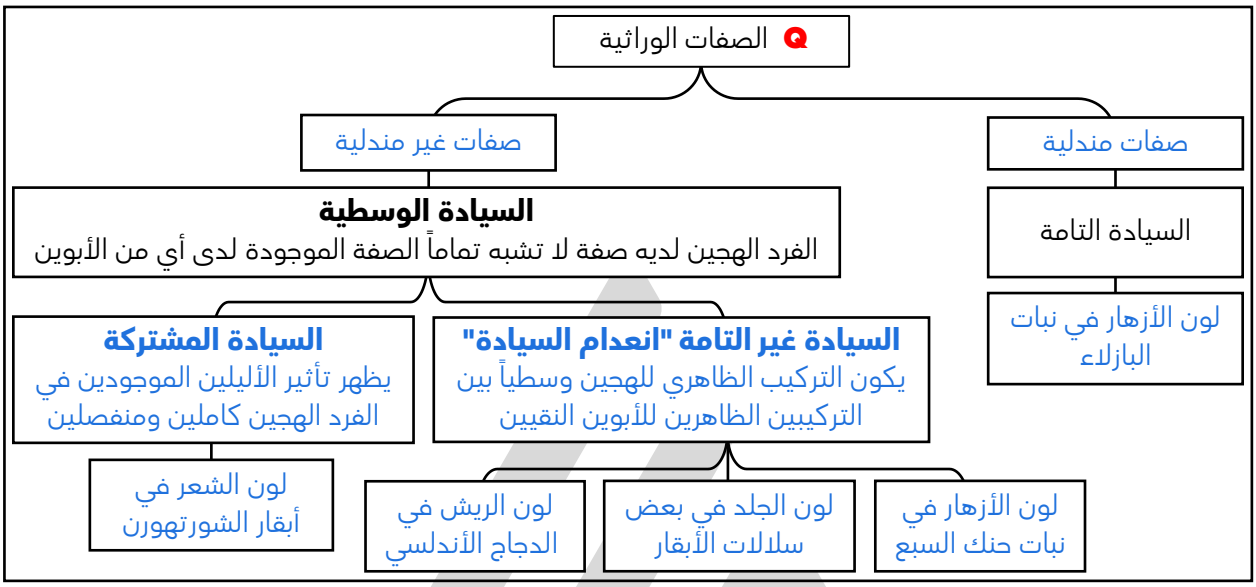


F

G ♀ \ G ♂	YR	Yr	yR	yr
Yr	YyRr بذور ملساء صفراء	Yyrr بذور مجعدة صفراء	yyRr بذور ملساء خضراء	yyrr بذور مجعدة خضراء
yr	YyRr بذور ملساء صفراء	Yyrr بذور مجعدة صفراء	yyRr بذور ملساء خضراء	yyrr بذور مجعدة خضراء

توقعات وراثية لا تخضع لقوانين مندل:

من قانون السيادة التامة، أحد أليلي الصفة الوراثية يسود على الأليل الآخر ويحجب تأثيره تماماً، أي أن الصفة السائدة في الفرد الهجين تسود على الصفة المتنحية وتحجب ظهورها تماماً، مثل لون الأزهار في البازلاء (Pp).
لكن تجارب العلماء بعد مندل أوضحت أن هناك صفات لا تورث وفقاً لما توصل إليه مندل (تتعارض مع قوانين مندل).



علل لما يأتي تعليلاً علمياً صحيحاً:

- تسمية الصفات المندلية بهذا الاسم.

  لأنها تتبع قوانين مندل (تورث وفقاً لما توصل إليه مندل).

- تسمية الصفات غير المندلية بهذا الاسم.

  لأنها لا تورث وفقاً لما توصل إليه مندل (تتعارض مع قوانين مندل).

- السيادة الوسطيّة: سيادة يكون فيها الفرد الهجين لديه صفة لا تشبه تماماً الصفة الموجودة لدى أيّ من الأبوين.

ملاحظة:

يُظهر التركيب الظاهري لهذا الفرد الهجين التأثيرات لأكثر من أليل واحد، يوجد نوعان من السيادة الوسطية السيادة غير التامة " انعدام السيادة " و السيادة المشتركة.

أولاً: السيادة غير التامة "انعدام السيادة":

حالة من السيادة الوسطية يكون التركيب الظاهري للفرد الهجين وسطيّاً بين التركيبين الظاهرين للأبوين النقيين.

مثال:

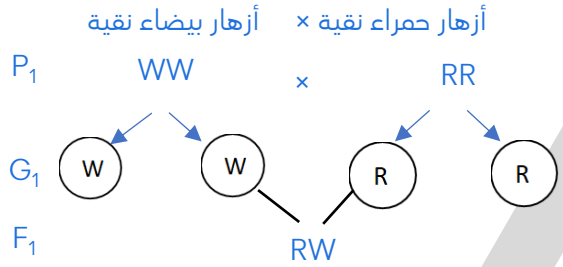
- لون الأزهار في نبات حنك السبع: لون الأزهار القرنفلية (RW) وسطيّاً بين اللونين الأحمر(R) والأبيض (W) .
- لون الجلد في بعض سلالات الأبقار: لون الجلد الأبيض المغبر (RW) وسطيّاً بين اللونين الأحمر(R) والأبيض (W).
- لون الريش في الدجاج الأندلسي: لون الريش الرمادي (BW) وسطيّاً بين اللونين الأسود (B) والأبيض (W).

Q مسألة وراثية: أُجري تلقيح بين نباتي حنك السبع الأول أزهاره حمراء والثاني أزهاره بيضاء، فجاءت أفراد الجيل الأول قرنفلية، وعند ترك أفراد الجيل الأول تتلاقح ذاتياً حصلنا على النتائج التالية:
نبتة ذات أزهار حمراء : 2 نبتة ذات أزهار قرنفلية : 1 نبتة ذات أزهار بيضاء.

- فسر النتائج السابقة على أُسس وراثية.

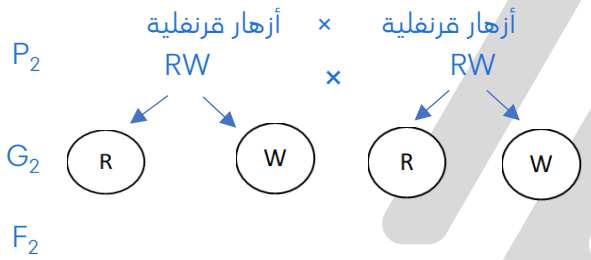
الحل: تحليل المعطيات:
الصفة محل الدراسة: لون الأزهار في حنك السبع.
الحالة الوراثية: سيادة غير تامة " انعدام السيادة " .
صفة اللون الأحمر سائدة - يرمز لها (R)
صفة اللون الأبيض سائدة - يرمز لها (W)

التلقيح الأول: خلطي للآباء الأنقياء



التركيب الظاهري: أزهار قرنفلية.
التركيب الجيني: RW
النسبة: 100 %

التلقيح الثاني: ذاتي لأفراد الجيل الأول الهجينة



التركيب الظاهري:
أزهار حمراء : أزهار قرنفلية : أزهار بيضاء
النسبة: 1 : 2 : 1
أو 25% : 50% : 25%

G ♂ / G ♀	R	W
R	نقي RR أزهار حمراء	هجين RW أزهار قرنفلية
W	هجين RW أزهار قرنفلية	نقي WW أزهار بيضاء

وجه المقارنة	أزهار نبات البازلاء	أزهار نبات حنك السبع
الحالة الوراثية	سيادة تامة	سيادة وسطية أو سيادة غير تامة "انعدام السيادة"
التركيب الظاهري للفرد الهجين	بنفسجي	قرنفلي
التركيب الجيني للفرد الهجين	Pp	RW

Q علل لما يأتي تعليلاً علمياً صحيحاً: لا توجد أليلات مسؤولة عن إظهار اللون القرنفلي لزهرة نبات حنك السبع.

لأن تأثير أليل اللون الأحمر (R) يظهر على الصفة الظاهرية للزهرة وفي نفس الوقت يظهر تأثير أليل اللون الأبيض (W) ولا يسود أي منهما سيادة تامة على الآخر، فيعتبر اللون القرنفلي صفة وسطية بين اللونين.

Q مسألة وراثية: أُجري التزاوج بين ديك أندلسي ريشه أسود ودجاجة أندلسية بيضاء اللون، فجاءت جميع أفراد الجيل الأول رمادية اللون.
وعند ترك أفراد الجيل الأول تتزاوج فيما بينها حصلنا على النتائج التالية:
1 دجاجة ريشها أسود : 2 دجاجة ريشها رمادي : 1 دجاجة ريشها أبيض.

- فسر على أسس وراثية.

الحل: تحليل المعطيات:
الصفة محل الدراسة: لون الريش في الدجاج الأندلسي.
الحالة الوراثية: سيادة غير تامة "انعدام السيادة".
صفة لون الريش الأسود سائد - يرمز لها (B)
صفة لون الريش الأبيض سائد - يرمز لها (W)

التزاوج الأول: خلطي للآباء الأنقياء

P_1 ريش أبيض نقي × ريش أسود نقي
WW × BB
G_1 W W B B
F_1 BW

التركيب الظاهري: دجاج ذو ريش رمادي.
التركيب الجيني: BW
النسبة: 100 %

التزاوج الثاني: خلطي لأفراد الجيل الأول الهجينة فيما بينها

P_2 ريش رمادي هجين × ريش رمادي هجين
BW × BW
G_2 B W B W
F_2



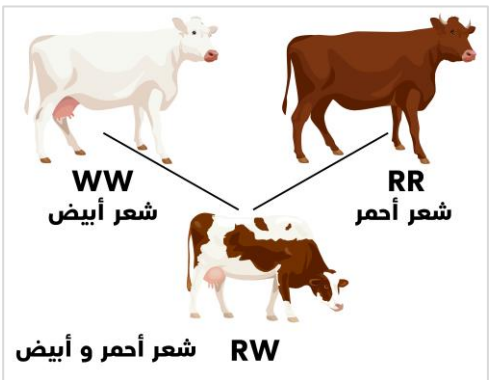
G ♀ \ G ♂	B	W
B	BB نقي ريش أسود	BW هجين ريش رمادي
W	BW هجين ريش رمادي	WW نقي

التركيب الظاهري:
ريش أسود : ريش رمادي : ريش أبيض
النسبة : 1 : 2 : 1
أو %25 : %50 : %25

ثانياً: السيادة المشتركة: يظهر تأثير الأليلان الموجودين في الفرد الهجين كاملين ومنفصلين.

مثال: لون الشعر في أبقار الشورتهورن.

عند تزاوج ذكر شورتهورن أحمر اللون (RR) مع أنثى شورتهورن بيضاء اللون (WW)
نتجت أفراداً هجينة تمتلك شعراً أبيض وشعراً أحمر (RW) بالتالي لا يوجد سيادة لأحد الأليلان على الآخر، (يظهر تأثير الأليلان في الفرد الهجين كاملين ومنفصلين).



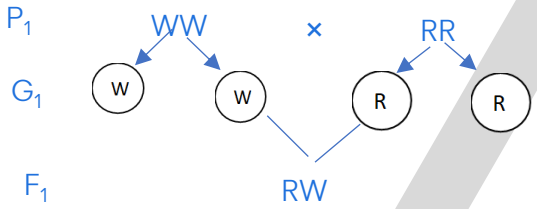
Q السيّادة المشتركة: حالة من السيادة الوسطيّة يظهر فيها تأثير الأليلين الموجودين في الفرد الهجين كاملين ومنفصلين كما في أبقار الشورتهورن.

Q مسألة وراثية: حدث تزاوج بين ثور شورتهورن أحمر لون الشعر ، مع بقرة شورتهورن بيضاء لون الشعر.

- أوجد التراكيب الظاهرية والجينية لأفراد الجيل الأول.
- ما هي نتائج التزاوج بين أفراد الجيل الناتج من التزاوج الأول.
فسر على أسس وراثية.

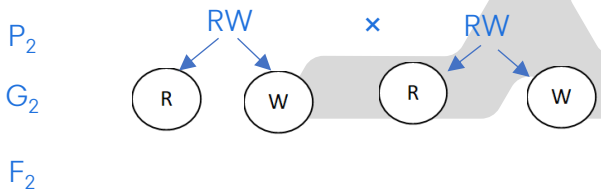
الحل: تحليل المعطيات:
الصفة محل الدراسة: لون الشعر في أبقار الشورتهورن.
الحالة الوراثية: سيادة مشتركة.
صفة لون الشعر الأحمر سائدة - يرمز له (R)
صفة لون الشعر الأبيض سائدة - يرمز له (W)

التزاوج الأول: خلطي للآباء الأنقياء ثور ذو شعر أحمر X بقرة ذات شعر أبيض



التركيب الظاهري: أبقار ذات شعر أبيض وأحمر.
التركيب الجيني: RW
النسبة: 100 %

التزاوج الثاني: خلطي لأفراد الجيل الأول الهجينة فيما بينها ثور ذو شعر أبيض وأحمر X بقرة ذات شعر أبيض وأحمر



G ♀ \ G ♂	R	W
R	نقي RR شعر أحمر	هجين RW شعر أحمر وأبيض
W	هجين RW شعر أحمر وأبيض	نقي WW شعر أبيض

التركيب الظاهري:
شعر أحمر: شعر أحمر وأبيض : شعر أبيض

التركيب الجيني: RR : RW : WW
النسبة : 1 : 2 : 1
أو %25 : %50 : %25

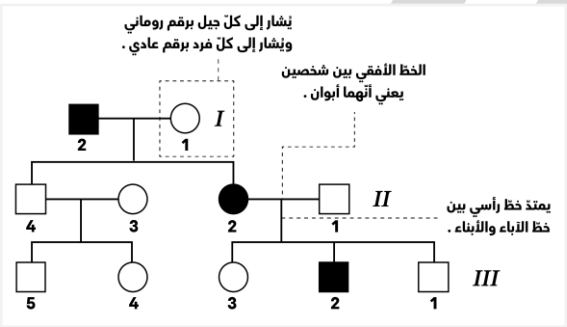
الدرس 1-3: دراسة توارث الصفات في الإنسان

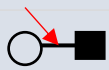
- علل لما يأتي تعليلاً علمياً صحيحاً: دراسة انتقال الصفات الوراثية في الانسان ليست أمراً سهلاً.
  - بسبب طول الفترة الممتدة بين جيل وآخر.
  - بسبب قلة عدد الأفراد الناتجة عند كل تزاوج.

- كيف تمكن العلماء من دراسة انتقال الصفات الوراثية في الإنسان؟
  - عن طريق التوصل إلى بعض التقنيات التي تمكنهم من دراسة جينات الإنسان بطريقة مباشرة.
  - دراسة بعض الأنماط الوراثية في الانسان عن طريق سجل النسب "شجرة النسب" .

- سجل النسب: مخطط يوضح كيفية انتقال الصفات وجيناتها من جيل إلى جيل في عائلة محددة.

- أهمية سجلات النسب الوراثية
  - تتبع توارث الصفات المختلفة، خاصة ما يتعلق بالاختلالات والأمراض الوراثية
  - يحضرها المستشارون الوراثيون للأشخاص المقبلين على الزواج للتوقع باحتمال ظهور هذه الصفات الوراثية (الأمراض) في نسلهم



الرمز	مدلول الرمز
■	ذكر تظهر عليه الصفة (أو ذكر مصاب)
□	ذكر لا تظهر عليه الصفة
●	أنثى تظهر عليها الصفة (أو أنثى مصابة)
○	أنثى لا تظهر عليها الصفة
	الخط الأفقي بين الأبوان "خط التزاوج"
	الخط الرأسي بين خط الآباء والأبناء "خط الأبناء"
الرقم الروماني	الجيل
الرقم العادي	الفرد

Q (ذكر غير حامل للصفة) دلالة المربّع غير المظلل في سجل النسب.

Q (أنثى تظهر عليها الصفة) دلالة الدائرة المظللة في سجل النسب.

Q (خطّ الأبوان أو خط التزاوج) دلالة الخط الأفقي بين دائرة ومربع في سجل النسب.

Q (أنثى لا تظهر عليها الصفة) دلالة الدائرة غير المظللة في سجل النسب.

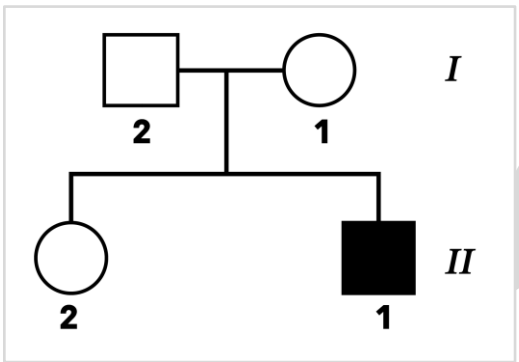
من الصفات الوراثية في الإنسان التي تتبع في توارثها قوانين مندل "سيادة تامة"، صفة إصبع الإبهام المستقيم والإبهام المنحني.

أليل الإبهام المستقيم: سائد. **أليل الإبهام المنحني:** متنحي.



Q حامل الصفة: الفرد الذي يحمل جين الصفة المتنحيّة والتي لا يظهر تأثيرها.

Q الشكل الذي أمامك يمثل سجل النسب لتوارث صفة إصبع الإبهام المنحني في إحدى العائلات، أجب عن المطلوب؟



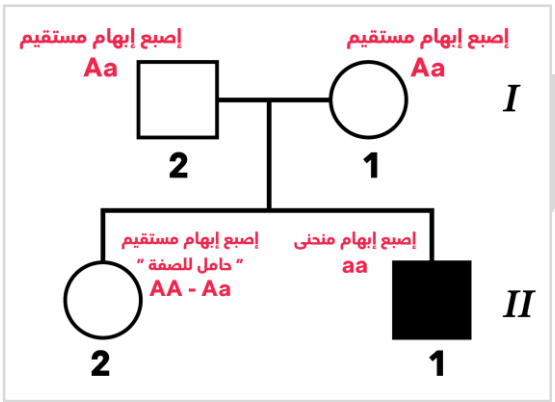
الحل: تحليل المعطيات:
الصفة محل الدراسة: شكل إصبع الإبهام.
الحالة الوراثية: سيادة تامة.
الصفة السائدة: الإبهام المستقيم ويرمز لها (A)
الصفة المتنحية: الإبهام المنحني ويرمز لها (a)
الأشكال المظللة ترمز للإبهام المنحني.

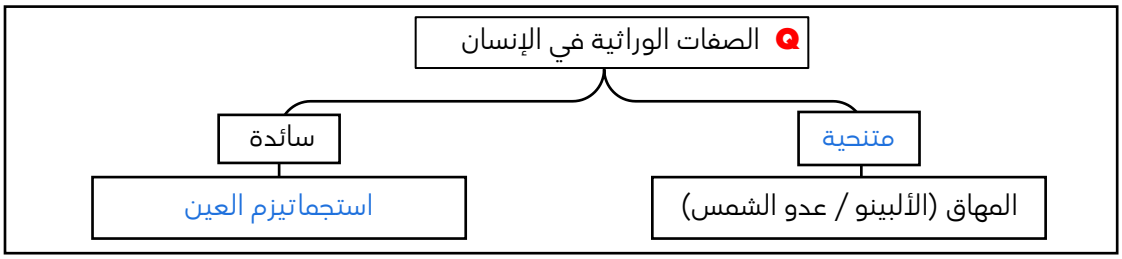
Q ما هو التركيب الظاهري للفرد (I-1)؟

أنثى لها إصبع إبهام مستقيم.

Q ما هو التركيب الظاهري للفرد (II-1)؟

ذكر له إصبع إبهام منحني.





دراسة سجل النسب الوراثي لصفة وراثية متنحية: المهاق (الألبينو / عدو الشمس).

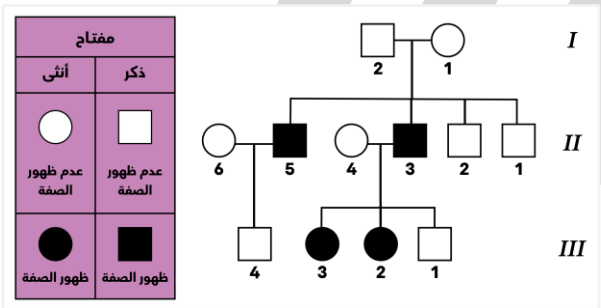


Q المهاق / الألبينو: صفة وراثية متنحية (خلل وراثي) في الإنسان يسبب نقصاً في صبغ الميلانين أو غيابه في الجلد والشعر والعينين والرموش.

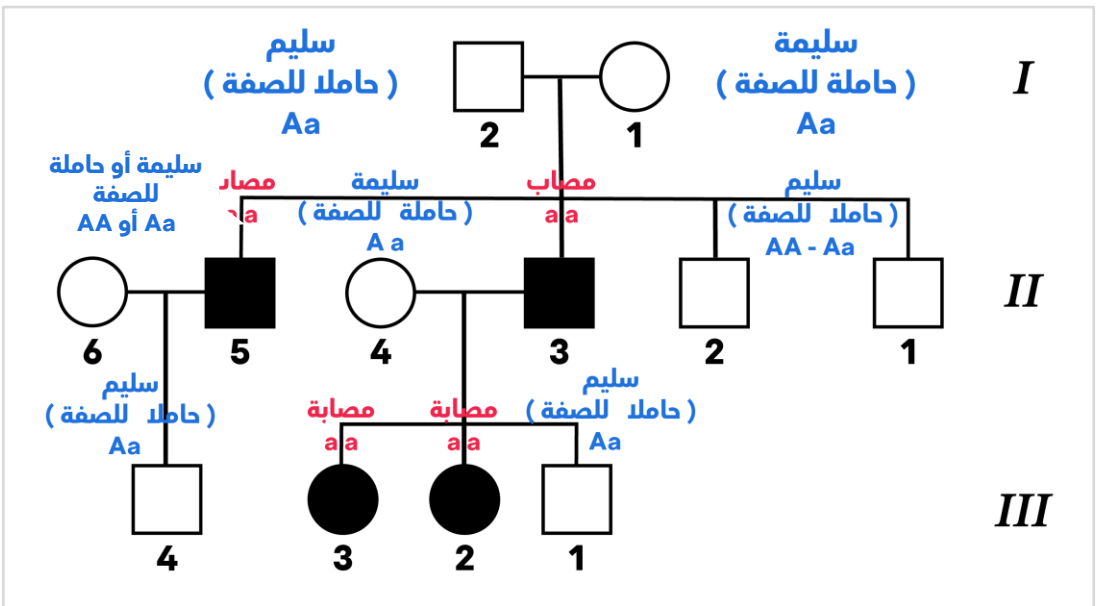
يرمز لهذا الأليل المتنحي (المهاق) بالحرف (a)
والأليل السائد (السليم) بالحرف (A).
لا تظهر هذه الصفة إلا في حالة اجتماع الأليلين المتنحين (aa)

التركيب الجيني	التركيب الظاهري
AA	سليم من المهاق
Aa	سليم ولكن حامل للصفة
aa	مصاب بالمهاق

Q الشكل يمثل سجل النسب لصفة المهاق في الإنسان، أجب عن المطلوب:



الحل: تحليل المعطيات:
الصفة محل الدراسة: المهاق "الألبينو".
الحالة الوراثية: سيادة تامة.
الأليل السائد: السليم (A)
الأليل المتنحي: المصاب "غير سليم" (a)
الأشكال المظللة ترمز للفرد المصاب.

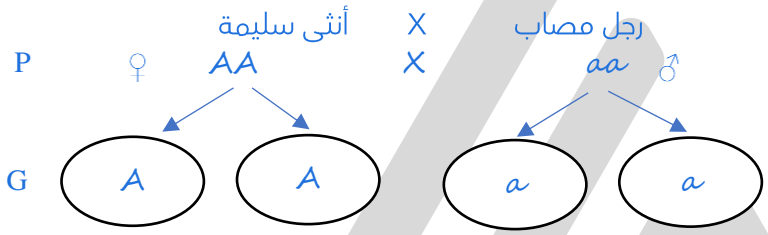


اكتب التراكيب الظاهرية والجينية للأفراد التالية:

- الفرد (I-1): أنثى سليمة (Aa). "لأن أحد أبنائها مصاب (aa)"
- الفرد (II -5): ذكر مصاب (aa).
- الفرد (III -4): ذكر سليم (Aa).
- ما هي احتمالات التركيب الجيني للأبوين من الجيل الأوّل؟ (Aa).

- مسألة وراثية: تزوج رجل مصاب بصفة المهاق من أنثى سليمة نقية، ما هو التركيب الجيني للأبوين؟ ، وما هي الصفات المتوقع ظهورها في الأبناء؟ وضح ذلك على أسس وراثية مستخدماً مربعات بانت.

الحل: تحليل المعطيات:
الصفة محل الدراسة: المهاق "الألبينو".
الحالة الوراثية: سيادة تامة.
الأليل السائد: السليم (A).
الأليل المتنحي: المصاب (a).



F

G ♀ \ G ♂	a	a
A	Aa سليم	Aa سليم
A	Aa سليم	Aa سليم

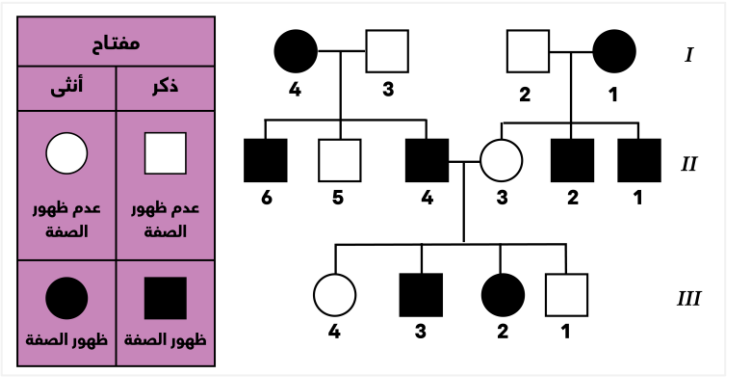
التركيب الظاهري: أفراد سليمة
التركيب الجيني: Aa
النسبة: 100%

دراسة سجل النسب الوراثي لصفة وراثية سائدة: استجماتيزم العين.

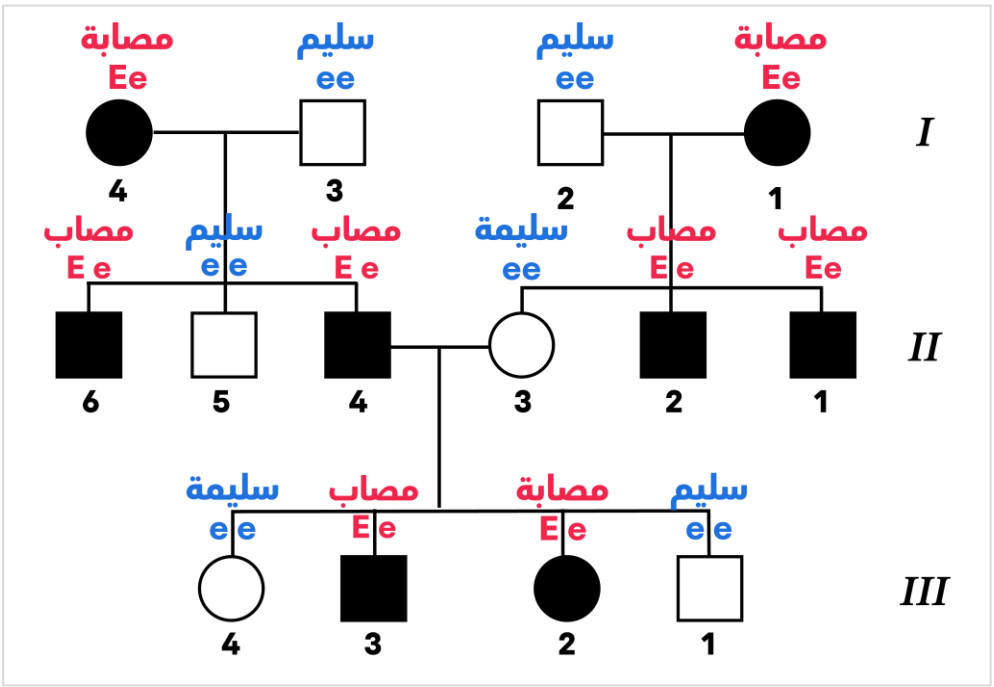
- استجماتيزم العين: خلل وراثي ينتج عن أليل سائد يتسبب في عدم تساوي تقوس قرنية العين، ما يؤدي إلى ظهور الأشياء أكثر وضوحاً عند مستوى معين منه عند مستوى آخر.

التركيب الجيني	التركيب الظاهري
EE	مصاب بالاستجماتيزم
Ee	مصاب بالاستجماتيزم
Ee	سليم

Q الشكل يمثل سجل النسب الخاص بتوارث صفة استجماتيزم العين في إحدى العائلات، أكتب الأنماط الظاهرية والجينية للأفراد المطلوبة.



الحل: تحليل المعطيات:
الصفة محل الدراسة: استجماتيزم العين.
الحالة الوراثية: سيادة تامة.
الأليل السائد: المصاب (E).
الأليل المتنحي: السليم (e).
الأشكال المظللة ترمز للفرد المصاب.



Q الفرد (I-4): أنثى مصابة (Ee) "لأن أحد أبنائها سليم (ee)"

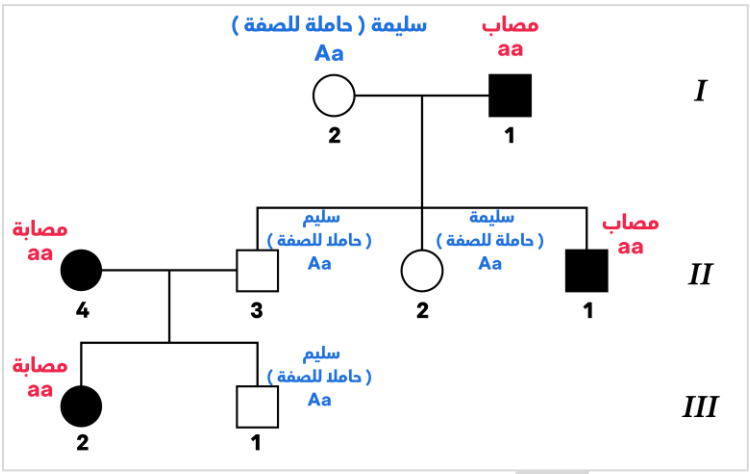
Q الفرد (II -5): ذكر سليم (ee)

Q الفرد (III -): ذكر مصاب (Ee) " لأنه ورث (e) من أمه السليمة (ee)"

كيفية رسم سجل النسب لصفة وراثية لعائلة ما:

Q ارسم سجل النسب التالي:
رجل أمهق تزوج من أنثى عادية فأنجبا ذكراً أمهق ثم أنثى سليمة ثم ذكر سليم، الذكر السليم تزوج من أنثى مصابة فأنجبا ذكراً سليماً ثم أنثى مصابة، أكتب التركيب الجيني لكل فرد على سجل النسب.

الحل: تحليل المعطيات:
الصفة محل الدراسة: المهاق "الألبينو".
الحالة الوراثية: سيادة تامة.
الأليل السائد: السليم (A).
الأليل المتنحي: المصاب (a).
الأشكال المظللة ترمز للفرد المصاب.



زواج الأقارب وزواج الأباعد:

علل لما يأتي تعليلاً علمياً صحيحاً

Q لا ينصح بزواج الأقارب.

ممكن أن يأتي السؤال بصيغة أخرى: ظهور الكثير من الاختلالات والأمراض الوراثية في زواج الأقارب.

لأنه يتيح الفرصة لظهور تأثير الكثير من الجينات الضارة من النوع المتنحي الموجودة لديهم.

Q ينصح بزواج الأباعد.

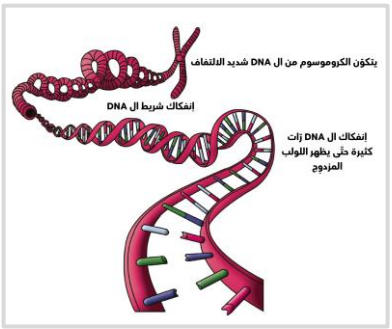
ممكن أن يأتي السؤال بصيغة أخرى: في التزاوج بين الأباعد يكون ظهور الأمراض والاختلالات الوراثية نادراً.

لأنه يؤدي إلى ولادة أفراد هجينة يتم فيها احتجاب الصفات غير المرغوب فيها بواسطة الصفة السائدة العادية.

الدرس 1-4: ارتباط الجينات (الارتباط والعبور)

توجد علاقة بين كل من الحمض النووي DNA والجينات والكروموسومات.

- الكروموسوم: يتكون من الـ DNA الذي يلتف حول نفسه ويتكدس في شكل مكثف للغاية.
- حمض الـ DNA: لولب مزدوج من شريطين، يتكون كل واحد منهما من وحدات تعرف بالنيوكليوتيدات.
- الجين: تتابع معين لمجموعة من هذه النيوكليوتيدات في أحد شريطي الـ DNA.



تركيب الكروموسوم والعلاقة بينه وبين الحمض ال DNA

ملاحظة:

وضع العالم ساتون النظرية الكروموسومية في الوراثة.

- النظريّة الكروموسوميّة في الوراثة:

نظريّة توضح أنّه يتم انتقال الصفات من جيل إلى آخر بواسطة الجينات الموجودة على الكروموسومات.

تجربة باتسون وبانت على نباتات البازلاء السكرية:

التلقيح الأول لجيل الآباء:
تم إجراء التلقيح الخلطي لنباتات نقية ذات أزهار بنفسجية وحبوب لقاح طويلة **(PPLL)**
مع نباتات نقية ذات أزهار حمراء وحبوب لقاح مستديرة **(ppll)**

النتيجة: جاءت جميع نباتات الجيل الأول هجينة ذات أزهار بنفسجية وحبوب لقاح طويلة كما كان متوقعاً طبقاً لقوانين مندل (PpLl).

(**الصفة السائدة:** اللون البنفسجي للأزهار، حبوب اللقاح الطويلة).

التلقيح الثاني لنباتات الجيل الأول ذاتياً:

توقع باتسون وبانت أن يحدث توزيع لصفتي لون الأزهار وشكل حبوب اللقاح بشكل مستقل كل عن الآخر، بحسب قانون مندل للتوزيع المستقل.

التراكيب الظاهرية لأفراد F_2 "حسب قانون مندل للتوزيع المستقل"
بنفسجي , طويل
بنفسجي , مستدير
أحمر , طويل
أحمر , مستدير

ملاحظة:

لم تنتج النسبة 1:3:3:9 كما هو متوقع في تجارب مندل لصفتين.

النتيجة التي ظهرت للعالم بانت وباتسون: نفس جيل الآباء
(بعض النباتات تشبه أحد الأبوين، وبعضها يشبه الأب الآخر)
75% أزهار بنفسجية وحبوب لقاح طويلة : 25% أزهار حمراء وحبوب لقاح مستديرة.

الاستنتاج: افترض باتسون وبانت أن جينات صفتي **لون الأزهار وشكل حبوب اللقاح** مرتبطتان على الكروموسوم نفسه (في حالة ارتباط) أي أنهما يورثان كصفة واحد بنسبة 1:3.

التراكيب الظاهرية لأفراد F_2 "حسب قانون الارتباط"
3 بنفسجي , طويل
1 أحمر , مستدير

أنواع الأمشاج حسب قانون الارتباط بين جينات لون الأزهار وشكل حبوب اللقاح

	قانون مندل للتوزيع المستقل		قانون الارتباط	
أمشاج الجيل الأول	PL	Pl	PL	pl
	pL	pl		
عدد الأمشاج	4		2	
عدد الأنماط الظاهرية لأفراد F_2	4 أنماط ظاهرية		نمطين ظاهريين	
النسبة الناتجة	1:3:3:9		1:3 أو 75% : 25%	

مربع بانت للجينات المرتبطة لأفراد F_2		
	PL 50 %	pl 50 %
PL 50 %	25% بنفسجي ، طويل PPLL	25% بنفسجي ، طويل PpLl
pl 50 %	25% بنفسجي ، طويل PpLl	25% أحمر ، مستدير ppll

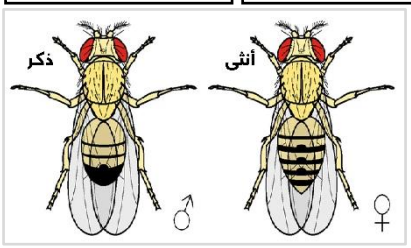
علل: نتائج الجيل الثاني في تجربة البازلاء السكرية (باتسون وبانت) لم تنتج بالنسبة 1:3:3:9.

لأن صفتي لون الأزهار وشكل حبوب اللقاح مرتبطتان على الكروموسوم نفسه (بقيا معاً أثناء الانقسام الميوزي).

أجرى العالم مورجان (عالم وراثة) تجربة مشابهة لتجربة باتسون وبانت على ذبابة الفاكهة (الدروسوفيلا).

أسباب اختيار مورجان لذبابة الفاكهة في تجاربه

- سهولة شروط تربيتها
- سرعة تكاثرها (تضع 100 ذبابة في 15 يوم)
- سهولة التمييز بين الذكر والأنثى
- عدد الكروموسومات قليل (4 أزواج) من الكروموسومات الكبيرة التي يمكن تمييزها في المجهر العادي







افترض مورجان إن جينات صفتي لون الجسم وشكل الأجنحة تقعان على الكروموسوم نفسه في ذبابة الفاكهة (الدروسوفيلا) أي أنهما في حالة ارتباط (يورثان كمجموعة واحدة) وليست على كروموسومات مستقلة لذلك لا يمكن تفسير انتقال هاتين الصفتين على أساس القانون التوزيع المستقل.

- الارتباط: حالة وراثيّة تتم فيها وراثة الصفات المرتبطة بعضها ببعض وتقع على الكروموسوم نفسه.
- الجينات المرتبطة: الجينات الموجودة على الكروموسوم نفسه والمسؤولة عن عدّة صفات تظهر مجتمعة في الفرد.

علل لما يأتي تعليلاً علمياً صحيحاً:

- كان مندل محظوظاً في تأكيده على التوزيع المستقل في تجاربه على نبات البازلاء.

☆ ممكن أن يأتي السؤال بصيغة أخرى: ظهور الصفات الناتجة بالنسب التي فسرها مندل (9 : 3 : 3 : 1).

لأن الصفات التي درسها مندل في نبات البازلاء كانت تتوزع توزيعاً مستقلاً لوجود جين كل صفة محمولاً على كروموسوم مستقل.

- ماذا تتوقع أن يحدث للجينات إذا كانت موجودة على كروموسوم واحد؟

تورث كمجموعة واحدة، كأنها صفة واحدة.

بالتالي أصبحت النظرية الكروموسومية في الوراثة تفترض ما يلي:
تحمل الكروموسومات العديد من الجينات. وكلما كانت الجينات الخاصة بصفتين مختلفتين قريبة بعضها من بعض فإنها تنتقل مع بعضها إلى المشيج نفسه. ونتيجة ذلك، تميل الجينات المرتبطة إلى أن تورث مع بعضها كصفة واحدة وهذا يسمى الارتباط التام.

- الارتباط التام: نوع من الارتباط تميل فيه الجينات المرتبطة إلى أن تورث مع بعضها كصفه واحدة.

- علل لما يلي تعليلاً علمياً صحيحاً: لاحظ العالمان باتسون وبانت أن بعضاً من نباتات الجيل الثاني له تراكيب ظاهرية لم تكن موجودة لدى الآباء: أزهار بنفسجية ذات حبوب لقاح مستديرة - أزهار حمراء ذات حبوب لقاح طويلة.

بسب وجود ظاهرة الارتباط الجزئي بين الجينات ويتبعه حدوث عملية العبور (لا تفسر وفقاً لقانون التوزيع المستقل).

Q الارتباط الجزئي: نوع من الارتباط تظهر فيه صفتا الآباء وصفات لم تكن موجودة في الآباء.

العبور:

Q كيف حصلت الارتباطات الجديدة في ذبابة الفاكهة (الدروسوفيلا)؟

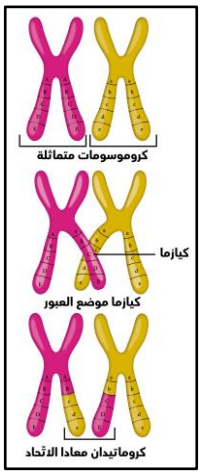
حصلت نتيجة التغير في موضع الأليلات التي تحدث أثناء الانقسام الميوزي.

Q الرباعي:

ظهور كل زوج من الكروموسومات المتماثلة أثناء الطور التمهيدي الأول من الانقسام الميوزي مكوناً من أربع كروماتيدات.

Q العبور:

عمليّة يحدث فيها ارتباط الأليلات الموجودة على الكروماتيدات الداخليّة المتجاورة للرباعيات يعقبه كسر هذه الكروماتيدات وانفصالها بعد تبادل المادة الوراثيّة بينها.



تتبادل القطع المتجاورة من الكروماتيدات الداخلية للرباعي بعضها مع بعض، أي تحدث عملية عبور.

علل لما يأتي تعليلاً علمياً صحيحاً

Q حدوث عملية عبور أثناء الانقسام الميوزي.

بسبب حدوث ارتباط للأليلات الموجودة على الكروماتيدات الداخلية المتجاورة للرباعي في الطور التمهيدي الأول من الانقسام الميوزي ، يعقبه كسر هذه الكروماتيدات وانفصالها بعد تبادل المادة الوراثية (الأليلات) بينها في مواقع محددة تسمى بمواقع الكيازما (مواقع العبور).

Q في تجربة باتسون وبانت ظهرت نباتات تحمل صفات لم تكن موجودة لدى الآباء وهي أزهار بنفسجية ذات حبوب لقاح مستديرة وأزهار حمراء ذات حبوب لقاح طويلة.

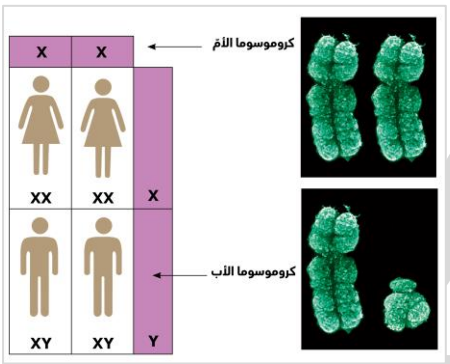
لأنه حدث عبور أثناء الانقسام الميوزي خلال تكوين الأمشاج في نباتات الجيل الأول، بالتالي حدث ارتباط جديد لأليلات لون الأزهار وشكل حبوب اللقاح فنتجت أمشاج pL و Pl بالإضافة الى أمشاج pl و PL.

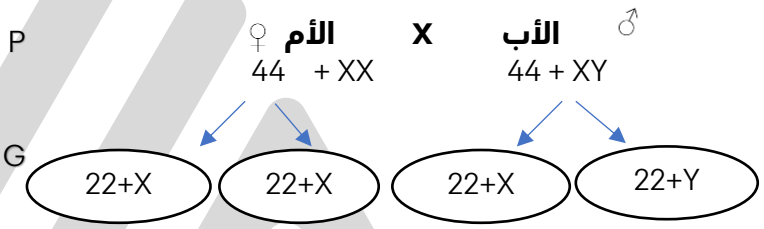
الدرس 1-5: الوراثة والجنس

كروموسومات الإنسان:
تحتوي الخلايا الجسمية للإنسان على 23 زوجاً من الكروموسومات أي (46 كروموسوماً) وهي نوعان:

- **الكروموسومات الذاتية (الجسمية)**
  - تظهر في أزواج ذات الشكل نفسه ولكنها تختلف عن الأزواج الأخرى في الخلية الجسمية
  - عددها (22زوجاً) / 44 كروموسوماً
- **الكروموسومان الجنسيان**
  - هما اللذان يحددان جنس الفرد إذا كان ذكر أو أنثى وهما مختلفان ويرمز إليهما بالحرفين XوY
  - عددها (زوج واحد) / 2 كروموسوم

تحديد الجنس عند الإنسان :





F

G ♂ / G ♀	22+X	22+Y
22+X	أنثى 44+XX	ذكر 44+XY
22+X	أنثى 44+XX	ذكر 44+XY

التركيب الظاهري: ذكر : أنثى.
النسبة: %50 : %50

تمتلك الإناث نوعاً واحداً فقط من الأمشاج "البيض" (22+X)، بينما تمتلك الذكور نوعين مختلفين من الأمشاج "الحيوانات المنوية" (22+Y) و (22+X).

Q علل لما يأتي تعليلاً علمياً صحيحاً: ذكر الإنسان هو المسؤول عن تحديد جنس المولود وليس الأنثى.

لأن نصف الحيوانات المنوية تحتوي على الكروموسوم (Y) فإذا كان الكروموسوم (Y) موجوداً كان المولود ذكراً (XY)، وإذا كان الكروموسوم (Y) غائباً كان المولود أنثى (XX).

الوراثة والجنس:
الصفات المرتبطة بالجنس - الصفات المحددة بالجنس - الصفات المتأثرة بالجنس.

أولاً: الصفات المرتبطة بالجنس:

- الصفات المرتبطة بالجنس: الصفات التي تتحكم فيها الجينات المحمولة على الكروموسومين Y و X.
- الجينات المرتبطة بالجنس: الجينات المحمولة على الكروموسومين Y و X.

تجارب مورجان:
العالم مورجان أول من درس الجينات المرتبطة بالجنس، حيث أجرى أبحاثه على ذبابة الفاكهة (الدروسوفيلا).



- فقام بتهجين (ذبابة أنثى حمراء العينين X ذكر أبيض العينين).
  فجاء جميع أفراد الجيل الأول 100% حمر العينين.

الاستنتاج: سيادة صفة لون العينين الحمراوين على صفة لون العينين البيضاوين.

- ثم هجن مورجان ذكور الجيل الأول مع إناثه (ذكور حمراء العينين X إناث حمراء العينين).
- توقع الحصول على نسبة 3 : 1 للعينين الحمراوين إلى العينين البيضاوين في أفراد الجيل الثاني.
- وكما توقع مورجان تحققت هذه النسبة، ولكن كانت مفاجأة له أن جاء جميع أفراد الذباب بيض العينين **ذكوراً**

كيف فسر مورجان نتيجة ظهور ذكور بيضاء العينين في الجيل الثاني:

- أنّ أليل لون العين الأبيض متنح **(r)** وأليل لون العين الأحمر هو السائد (R).
- أنّ جين لون العيون في ذبابة الفاكهة محمول على الكروموسوم الجنسي (X).

ملاحظة:

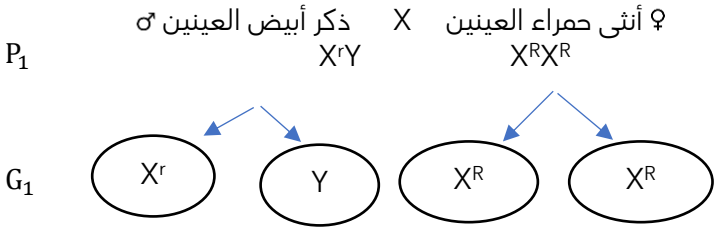
الكروموسوم (Y) لا يحمل أليل لون العيون، وهذا سبب إن الذكور بيض العينين.

الاستنتاج: صفة لون العيون في ذبابة الفاكهة صفة مرتبطة بالجنس.

ملاحظة:

العالم مورجان أول من أثبت وجود الجينات على الكروموسومات وبالتالي تم التأكد من صحة النظرية الكروموسومية في الوراثة.

تفسير تجربة مورجان على أسس وراثية:

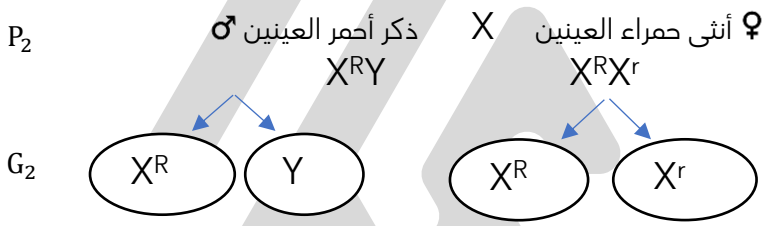


F_1

G ♂ / G ♀	X^r	Y
X^R	X^RX^r هجينة أنثى حمراء العينين	X^RY نقي ذكر أحمر العينين
X^R	X^RX^r هجينة أنثى حمراء العينين	X^RY نقي ذكر أحمر العينين

التركيب الظاهري : الذكور والإناث حمراء العينين
التركيب الجيني : X^RX^r , X^RY
النسبة : 100 %

التهجين بين أفراد الجيل الأول:



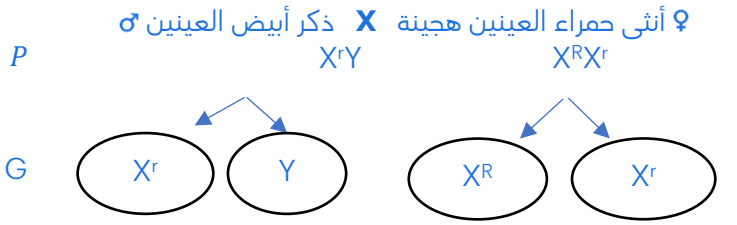
F_2

G ♂ / G ♀	X^R	Y
X^R	X^RX^R نقية أنثى حمراء العينين	X^RY نقي ذكر أحمر العينين
	X^RX^r هجينة أنثى حمراء العينين	X^rY نقي ذكر أبيض العينين

التركيب الظاهري: ذكر أحمر العينين : ذكر أبيض العينين : أنثى حمراء العينين
النسبة: %25 : %25 : %50 أو 1 : 1 : 2
أي: 75% ذباب أحمر العينين : 25% ذباب أبيض العينين ذكور فقط

Q كيف تأكد مورجان من صحة فرضيته؟

بتهجين ذكر أبيض العينين (X^rY) مع إناث حمراء العينين هجينة (X^RX^r).



F

G ♂ / G ♀	X^r	Y
X^R	X^RX^r هجينة أنثى حمراء العينين	X^RY نقي ذكر أحمر العينين
		X^rY نقي ذكر أبيض العينين

التركيب الظاهري: ذكر أحمر العينين : ذكر أبيض العينين : أنثى حمراء العينين : أنثى بيضاء العينين
النسبة: 25% : 25% : 25% : 25%
أو (50% من الإناث حمراء العينين : 50% من الإناث بيضاء العينين : 50% من الذكور حمراء العينين : 50% من الذكور بيضاء العينين)

الصفات المرتبطة بالجنس في الإنسان:
مرض عمى الألوان والهيموفيليا (نزف الدم).

أولاً: مرض عمى الألوان:

Q عمى الألوان:

خلل وراثي مرتبط بالكروموسوم الجنسي (X) حيث لا يمكن للفرد المصاب التمييز بين الألوان وبخاصة اللونين الأحمر والأخضر.

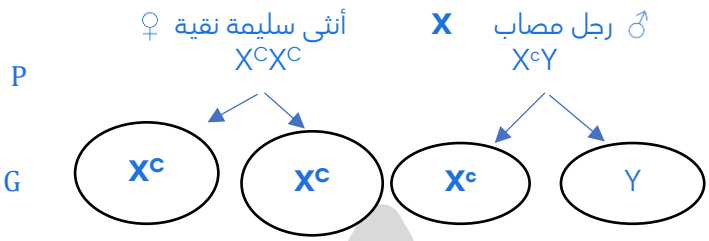
سبب المرض:
الأليل المتنحي المرتبط بالكروموسوم الجنسي (X) ويرمز له بـ (X^c)، أما الأليل السليم (رؤية طبيعية) فهو السائد (X^C).

الجنس	الذكر		الأنثى		
التركيب الجيني	X^CY	X^cY	X^CX^C	X^CX^c	X^cX^c
الحالة	ذكر سليم	ذكر مصاب	أنثى سليمة	أنثى سليمة حاملة لأليل المرض	أنثى مصابة

Q مسألة وراثية: تزوج رجل مصاب بمرض عمى الألوان بأنثى سليمة نقية تُميز الألوان.

- اكتب التراكيب الظاهرية والجينية والنسب المتوقعة لأفراد الجيل الناتج من هذا التزاوج، حل على أسس وراثية.

الحل: تحليل المعطيات:
الصفة محل الدراسة: مرض عمى الألوان.
الحالة الوراثية: صفة مرتبطة بالكروموسوم الجنسي X.
الصفة السائدة: الفرد السليم - يرمز لها (X^C).
الصفة المتنحية: الفرد المصاب - يرمز لها (X^c).



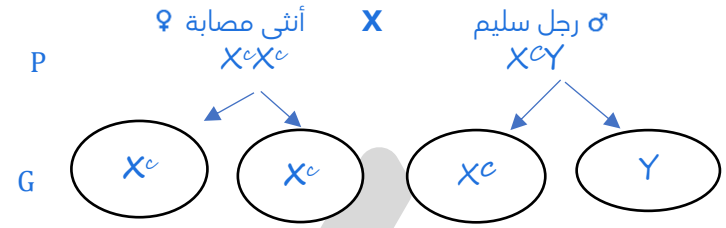
G ♀ \ G ♂	X^c	Y
X^c	X^cX^c هجينة أنثى سليمة حاملة لأليل المرض	X^CY نقي ذكر سليم
X^c	X^cX^c هجينة أنثى سليمة حاملة لأليل المرض	X^cY نقي ذكر سليم

التركيب الظاهري: ذكور سليمة : إناث سليمة "حاملة لجين المرض"
النسبة: 50% : 50%
أو 100% الذكور سليمة : 100% الإناث سليمة حاملة لجين المرض

Q مسألة وراثية: تزوج رجل سليم يميز الألوان بأنثى مصابة بمرض عمى الألوان.

- اكتب التراكيب الظاهرية والجينية والنسب المتوقعة لأفراد الجيل الناتج من هذا التزاوج، حل على أسس وراثية.

الحل: تحليل المعطيات:
الصفة محل الدراسة: مرض عمى الألوان.
الحالة الوراثية: صفة مرتبطة بالكروموسوم الجنسي X.
الصفة السائدة: الفرد السليم - يرمز لها (X^C).
الصفة المتنحية: الفرد المصاب - يرمز لها (X^c).



G ♀ \ G ♂	X^C	Y
X^c	X^CX^c هجينة أنثى سليمة حاملة لجين المرض	X^cY نقي ذكر مصاب
X^c	X^CX^c هجينة أنثى سليمة حاملة لجين المرض	X^cY نقي ذكر مصاب

التركيب الظاهري: ذكور مصابة : إناث سليمة "حاملة لجين المرض"
النسبة: 50% : 50%
أو 100% الذكور مصابة : 100% الإناث سليمة حاملة لجين المرض

ثانياً: الهيموفيليا (نزف الدم):

Q الهيموفيليا (نزف الدم):

خلل وراثي مرتبط بالكروموسوم الجنسي X في الإنسان يسبب عدم تجلط الدم كالمعتاد.

سبب مرض الهيموفيليا:

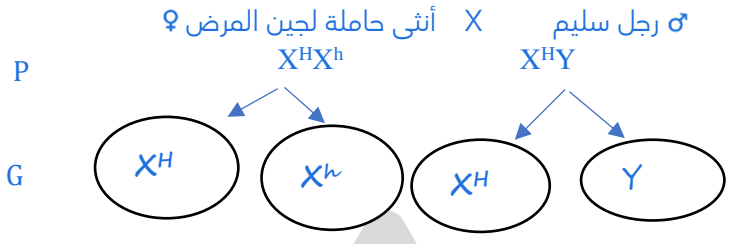
أليل متنحي مرتبط بالكروموسوم الجنسي (X^h)، يتسبب بعدم تكون المادة الكيميائية المسؤولة عن التجلط الطبيعي للدم، الأليل السليم (غير مصاب) سائد: (X^H).

الجنس	الذكر		الأنثى		
التركيب الجيني	X^HY	X^hY	X^HX^H	X^HX^h	X^hX^h
الحالة	ذكر سليم	ذكر مصاب	أنثى سليمة	أنثى سليمة حاملة لأليل المرض	أنثى مصابة

Q مسألة وراثية: تزوج رجل سليم من مرض الهيموفيليا (نزف الدم) بأنثى حاملة لجين المرض.

- اكتب التراكيب الظاهرية والجينية والنسب المتوقعة لأفراد الجيل الناتج من هذا التزاوج، حل على أسس وراثية.

الحل: تحليل المعطيات:
الصفة محل الدراسة: مرض الهيموفيليا (نزف الدم).
الحالة الوراثية: صفة مرتبطة بالكروموسوم الجنسي X.
الصفة السائدة: الفرد السليم - يرمز لها (X^H).
الصفة المتنحية: الفرد المصاب - يرمز لها (X^h).



F

G ♂ / G ♀	X^H	Y
X^H	X^HX^H أنثى نقية	X^H Y نقي ذكر سليم
X^h	X^HX^h هجينة أنثى سليمة حاملة لأليل المرض	X^h Y نقي ذكر مصاب

التركيب الظاهري: ذكور سليمة : ذكور مصابة : إناث سليمة: إناث سليمة حاملة لجين المرض.
النسبة: 25% : 25% : 25% : 25%
أو (100% من الإناث سليمة : 50% من الذكور سليم : 50% من الذكور مصاب)

علل لما يأتي تعليلاً علمياً صحيحاً:

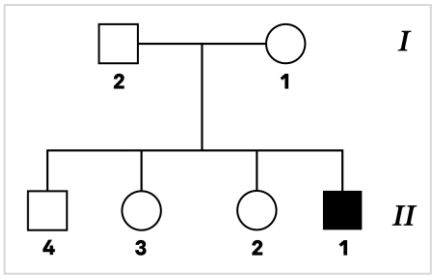
Q الأنثى المصابة بعمى الألوان يكون أبناؤها الذكور مصابين بنسبة 100%.

لأن الأم المصابة تورث الكروموسوم Xالجنسي الحامل لجين المرض لأبنائها الذكور.

Q الأب المصاب بالهيموفيليا أو عمى الألوان لا يُوَرِّث الإصابة لأبنائه الذكور.

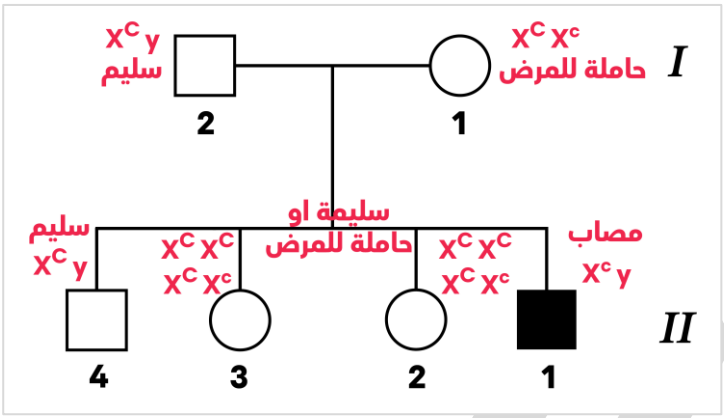
لأن هذا المرض مرتبط بالكروموسوم Xوالذكور (XY) يستقبلون كروموسوم X من أمهاتهم.

Q مسألة وراثية: يمثل سجل النسب المقابل عائلة بعض أفرادها مصابون بمرض عمى الألوان:



- اذكر احتمالات التركيب الظاهري والجيني للأفراد التالية:

الحل: تحليل المعطيات:
الصفة محل الدراسة: مرض عمى الألوان.
الحالة الوراثية: صفة مرتبطة بالكروموسوم الجنسي X.
الصفة السائدة: الفرد السليم - يرمز لها (X^C).
الصفة المتنحية: الفرد المصاب - يرمز لها (X^c).
الأشكال المظللة: الفرد المصاب.



Q الفرد (I -1):
$X^C X^c$ أنثى حاملة لجين المرض.

Q الفرد (II - 2):
$X^C X^C$ أو $X^C X^c$ أنثى سليمة
أو حاملة لجين المرض.

Q ما هو التركيب الظاهري للفرد (II - 1)؟
ذكر مصاب بمرض عمى الألوان.

Q هل يمكن للفرد (II - 3) إنجاب إناث مصابات بالمرض؟ وضح ذلك.
نعم ، إذا كانت الأنثى حاملة للمرض ($X^C X^c$) وتزوجت من رجل مصاب بالمرض ($X^c Y$).

ثانياً: الصفات المحدّدة بالجنس:

Q الصفات المحدّدة بالجنس:
الصفات التي لا تظهر إلا بوجود الهرمونات الجنسيّة وتظهر في أحد الجنسين دون الجنس الآخر.

ملاحظة:
تتحكم بهذه الصفات جينات تقع على الكروموسومات الذاتية (الجسمية).

Q أمثلة على الصفات المحدّدة بالجنس:

- ظهور اللحية ونموها في الذكور.
- إنتاج الحليب في الإناث.
- لوان ذكور الطيور كثيرة وأكثر زهواً من ألوان الإناث.



ثالثاً: الصفات المتأثرة بالجنس:



الصفات المتأثرة بالجنس:

الصفات التي توجد جيناتها على الكروموسومات الذاتية (الجسمية) وتتأثر بالهرمونات الجنسيّة وتظهر في الجنسين ولكن بدرجات متفاوتة.

مثال: صفة الصلع في الإنسان.

أليل الصلع سائد في حالة وجود الهرمونات الجنسية الذكرية، ويكون متنحٍ في حالة وجود الهرمونات الجنسية الأنثوية.

التراكيب الجينية والظاهرية لصفة الصلع بحسب الجنس

الجنس	التركيب الجيني	التركيب الظاهري
ذكر	BB	أصلع
	Bb	أصلع
	bb	عادي الشعر
أنثى	BB	خفيفة الشعر
	Bb	عادية الشعر
	bb	عادية الشعر

علل لما يأتي تعليلاً علمياً صحيحاً: صفة الصلع أكثر انتشاراً وظهوراً في الذكور من الإناث.

ممكن أن يأتي السؤال بصيغة أخرى: ظهور صفة الصلع في الذكور والإناث بنسب متفاوتة.

لأنها من الصفات المتأثرة بالجنس أي تتأثر بالهرمونات الجنسية.
أو لأن أليل الصلع سائداً في حالة وجود الهرمونات الجنسية الذكرية، ويكون متنح في حالة وجود الهرمونات الجنسية الأنثوية.

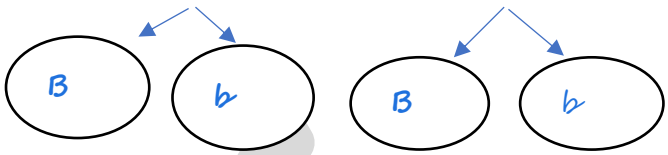
وجه المقارنة	الذكر	الأنثى
التركيب الظاهري للفرد Bb	أصلع	عادية الشعر

Q مسألة وراثية: تزوج رجل أصلع بأنثى شعرها عادي ، كلاهما تركيبه الجيني هجين , اكتب الأنماط الظاهرية والجينية للأبناء الناتجين من هذا التزاوج.

الحل: تحليل المعطيات:
الصفة محل الدراسة: صفة الصلع.
الحالة الوراثية: صفة متأثرة بالجنس.
الصفة السائدة: صفة الصلع في الرجل , يرمز لها (B)
الصفة المتنحية: الشعر العادي في الرجل , يرمز لها (b)

P ♀ أنثى عادية الشعر هجين Bb X ♂ رجل أصلع هجين Bb

G



F

G♀ \ G♂	B	b
B	BB ذكر أصلع أنثى خفيفة الشعر	Bb ذكر أصلع أنثى عادية الشعر
b	Bb ذكر أصلع أنثى عادية الشعر	bb ذكر عادي أنثى عادية الشعر

النسبة لدى الذكور: 75% مصابون بالصلع : 25% عاديون الشعر.
النسبة لدى الإناث: 25% مصابات بالصلع (خفيفات الشعر) : 75% سليمات (عاديات الشعر).

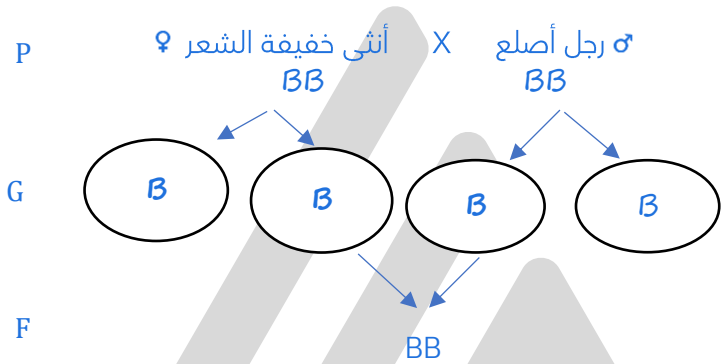
مسألة وراثية:

Q تزوج رجل أصلع بأنثى خفيفة الشعر, والمطلوب:

- حدد التراكيب الجينية للأم والأب.
- حدد النسب المئوية لتراكيب أولادهما الظاهرية المحتملة.

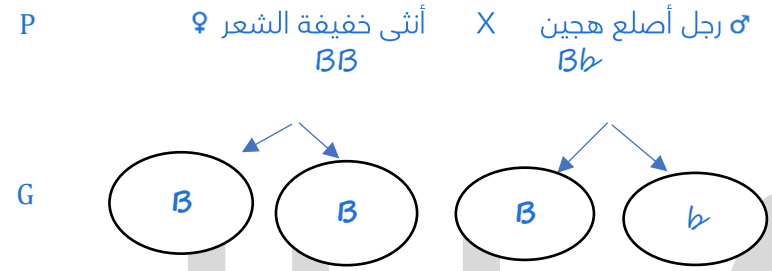
الحل: تحليل المعطيات:
التركيب الجيني للأب الأصلع إما (BB) أو (Bb) - التركيب الجيني للأم خفيفة الشعر هو (BB).
الصفة محل الدراسة: صفة الصلع.
الحالة الوراثية: صفة متأثرة بالجنس.
الصفة السائدة: صفة الصلع في الرجل , يرمز لها (B)
الصفة المتنحية: الشعر العادي في الرجل , يرمز لها (b)

الاحتمال الأول: التركيب الجيني للأب (BB)



النسبة لدى الذكور: 100 % مصابون بالصلع.
النسبة لدى الإناث: 100% مصابات بالصلع (خفيفات الشعر).

الاحتمال الثاني: التركيب الجيني للأب (Bb)



F

G ♂ / G ♀	B	b
B	BB ذكر أصلع أنثى خفيفة الشعر	Bb ذكر أصلع أنثى عادية الشعر
B	BB ذكر أصلع أنثى خفيفة الشعر	Bb ذكر أصلع أنثى عادية الشعر

النسبة لدى الذكور: 100 % مصابون بالصلع.
النسبة لدى الإناث: 50% مصابات بالصلع (خفيفات الشعر) : 50% سليمات (عاديات الشعر).