مدرستي معكم
خطوة بخطوة
للنجاح والتفوق

مدرستي
الكويتية
حمل التطبيق

اضغط هنا

# الدرس 1-1

## الأنماط الوراثية
## Patterns of Inheritance

**الأهداف العامة**

* يتعرّف مفهوم علم الوراثة والصفات الوراثية.
* يُميّز بين الصفات السائدة والصفات المتنحّية.
* يُحلّل نتائج تجارب مندل لثلاثة أجيال من نبات البازلّاء.



(شكل 70)

هل تخجل من التحدّث مع شخص تلتقيه للمرّة الأولى، أو تخجل من إلقاء خطاب؟ يخجل معظم الناس من ذلك. إستعان العلماء بعلم الوراثة لتوقّع وراثة صفة الخجل عند الأطفال، فأنت تعرف أنّ معظمهم خجول (الشكل 70). ويُحدَّد مقدار خجل الأطفال إلى حدّ ما بعلم الوراثة. ويقلّ هذا الخجل عمومًا كلّما اقترب الإنسان من سنّ الرشد.

لعلّك لاحظْتَ أنّ لكلّ نوع من الكائنات الحيّة صفات تُميِّزه عن الكائنات الأخرى، وأنّ الكائنات تتكاثر جيلًا بعد جيل لتنقل صفاتها إلى نسلها لكي ينمو إلى النوع نفسه. فلا يُنجِب البشر إلّا بشرًا، ولا تلد الفئران إلّا فئرانًا، ولا تنتجُ بذور البلح إلّا نخلًا.

وعلى الرغم من تشابه أفراد النوع الواحد في صفات نوعيّة تُميِّزهم عن أفراد الأنواع الأخرى، إلّا أنّ كلّ فرد من أفراد النوع نفسه له صفاته وملامحه الخاصّة. فلعلّك لاحظْتَ أنّ لديك من الملامح ما يُميِّزك عن زملائك في المدرسة. فبالرغم من أنّنا جميعًا بشر، إلّا أنّ لكلّ منّا من الملا



(شكل 71)
للبشر كلّهم صفات وملامح عامّة، إلّا أنّ لكلّ فرد صفات وملامح تُميّزه عن الآخرين. ما هذه الصفات وكيف اكتسبها؟

من الصفات التي تميز كل فرد عن الآخر: لون البشرة والعينين؛ شكل ولون الشعر، طول القامة وغيرها وهي صفات اكتسبها من والديه

منذ القدم، يعرف الإنسان أنّ صفات الآباء تنتقل إلى الأبناء من جيل إلى جيل، لكنّه لم يكن يعرف شيئًا عن القوانين والآليات التي تحكم انتقال تلك الصفات. وقد افترض العلماء القدامى لعدّة قرون أنّ صفات الآباء تمتزج في الأبناء، لكنّ هذا الفرض لم يُقدِّم تفسيرًا عن ظهور صفات لدى بعض الأبناء لم تكن ظاهرة في الآباء. ولم يستطع العلماء تفسير ذلك إلّا بعد اكتشاف تركيب الخليّة.

سبق أن تعلّمْتَ خلال دراستك للانقسام الميوزي (الاختزالي) أنّ الأبناء يستقبلون، من خلال عملية التكاثر الجنسي للآباء، نصف عدد الكروموسومات من أحد الوالدين والنصف الآخر من الوالد الآخر. وبعد الدراسات والتجارب العديدة، تبيّن أنّ الصفات الوراثيّة تنتقل من الآباء إلى الأبناء بواسطة هذه الكروموسومات.

**الصفات الوراثية Genetic Traits هي الصفات التي يُمكِن أن تنتقل من الآباء إلى الأبناء من جيل إلى جيل. ويُطلَق على الدراسة العلمية لهذه الصفات الموروثة اسم علم الوراثة Genetics.**

يعتبر العالم النمساوي جريجور مندل (1822–1884م) (شكل 72) مؤسِّس علم الوراثة الحديث. درس العلوم والرياضيات في جامعة ڤيينا، ثمّ أصبح راهبًا في دير قرية برن التي ولد فيها. بدأ في العام 1860م سلسلة من التجارب على نباتات البازلّاء، تمكّن من خلالها التوصل إلى مجموعة من المبادئ والقوانين الرئيسيّة لعلم الوراثة الحديث.

## 1. تجارب مندل Mendel's Experiments

اختار مندل نباتات البازلّاء التي كان يزرعها في حديقة الدير الذي كان راهبًا فيه لإجراء تجاربه على مجموعة من الصفات المتوارَثة. وتميّزت تجارب مندل عن تجارب العلماء الذين سبقوه أو عاصروه بدراسة كلّ صفة على حدة في بداية تجاربه، وباستخدام أعداد كبيرة من النباتات (20 000 نبتة)، وباستخدام الاحتمالات والإحصاء الرياضي في تفسير النتائج.

وكان اختيار مندل لنبات البازلّاء لإجراء تجاربه موفّقًا لثلاثة أسباب:

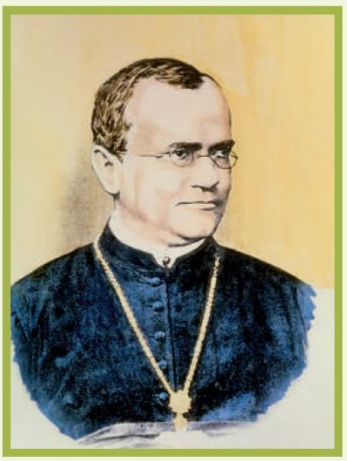
* تركيب أزهار البازلّاء، فهي أزهار خِناث، تحيط بتلات التويج بأعضائها التناسلية تمامًا في شكل زورق، ما يسمح بحدوث عملية التلقيح ذاتيًّا حيث تُحاط الأزهار بكيس من الورق لضمان عدم وصول حبوب لقاح من زهرة أخرى إليها. بالإضافة إلى ذلك، يمكن إحداث التلقيح الخلطي فيها بسهولة من خلال نزع المتك منها قبل نضجها، ثم إحاطتها بكيس من الورق على أن تُنقَل إليها حبوب اللقاح بطريقة صناعية في الوقت المناسب (شكل 37).

### فقرة إثرائية

#### علم الأحياء في حياتنا اليومية

**خطوط الدم!**

بحسب أسطورة شعبية عن الوراثة، تنتقل الصفات من الآباء إلى الأبناء عن طريق الدم. ومصطلح "خط الدم" الذي يستخدمه مربّو الحيوانات يعكس هذه الأسطورة. ففي هذا المصطلح، تُستخدم كلمة الدم للدلالة على النسب والذرية، أو وراثة الصفات.



**(شكل 72)**
**العالم جريجور مندل (1822–1884م) مؤسّس علم الوراثة الحديث.**



تقطع الأسدية من الأزهار البنفسجية ثم تلقح خلطيًا بحبوب اللقاح من الزهرة البيضاء.

(شكل 73)
كيف ساعد تركيب زهور البازلّاء وشكلها مندل على القيام بعمليّة التلقيح الخلطي وضبط التجربة؟

يجري التلقيح الخلطي عن طريق نزع المتك من الزهرة قبل نضجها، ثم إحاطتها بكيس من الورق على أن تنقل حبوب اللقاح بطريقة صناعية في الوقت المناسب

* يحمل نبات البازلّاء أزواجًا من الصفات المتضاد
المتعارضة) سهلة التمييز والرؤية، ما سهّل على م
تجاربه.

* قصر دورة حياة نبات البازلّاء (3 أشهر) يسمح بتكرار التجارب من ثلاث إلى أربع مرّات على الأقلّ على مدار العام الواحد.

درس مندل في تجاربه وراثة سبع صفات متضادّة، لكلّ صفة منها مظهران يسهل تمييزهما بعضهما عن بعض. فعلى سبيل المثال، إمّا أن يكون الساق في النباتات طويلًا (أكثر من 150 cm) أو قصيرًا، ولا يوجَد طول متوسّط. أمّا بالنسبة إلى لون البذور، فإمّا أن تكون صفراء أو خضراء، ولا يوجَد لون وسط بين هذين اللونين. وينطبق هذا الأمر على الصفات الأخرى.

بدأ مندل تجاربه بالتأكّد من نقاء هذه الصفات عن طريق زراعة النباتات وتركها تتلاقح ذاتيًّا لتُنتِج الصفة نفسها التي كان يدرسها من جيل إلى جيل آخر من دون أيّ تغيير. فالنباتات الطويلة لا تُنتِج إلّا نباتات طويلة جيلًا بعد جيل، والنباتات ذات الأزهار البنفسجية لا تُنتِج إلّا نباتات ذات أزهار بنفسجية جيلًا بعد جيل، وهذا ينطبق على باقي الصفات السبع. وبذلك، حصل مندل على نباتات تتميّز بنقاء صفاتها الوراثية، وأطلق على صفات هذه النباتات مصطلح «صفات نقية».

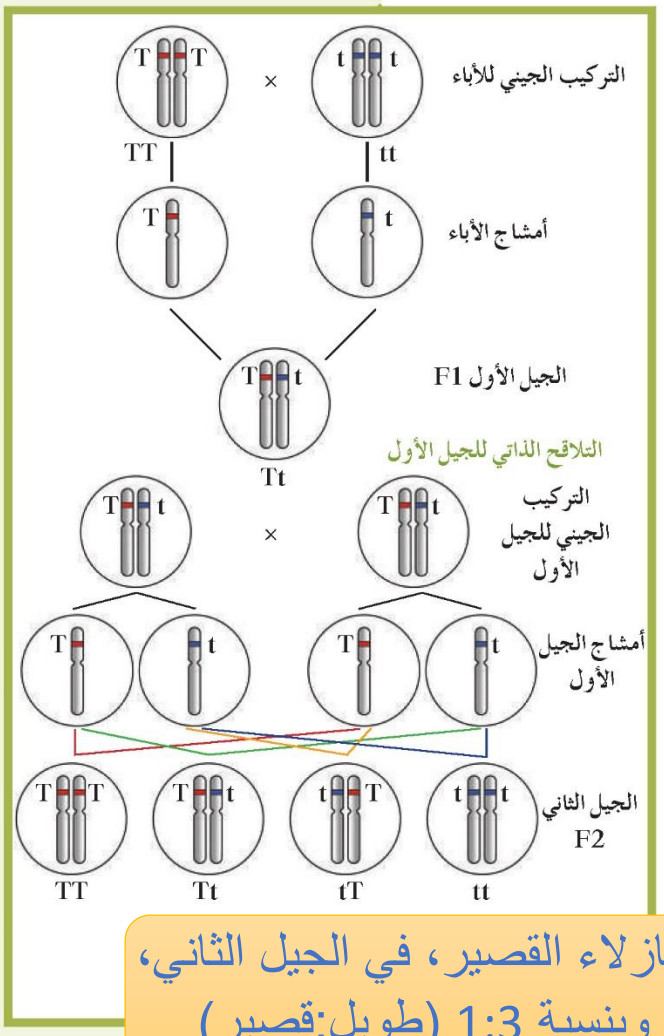
اِستخدم مندل في تجاربه مجموعتين مختلِفتين من النباتات النقية (تحمل كلّ مجموعة منهما أحد شكلي الصفة التي كان يدرس توارثها)، وأطلق عليها اسم جيل الآباء. أجرى مندل التلقيح الخلطي بين المجموعتين، ثمّ زرع البذور الناتجة، فأنتجت بذورها نباتات أطلق عليها اسم الجيل الأوّل ($F_1$).

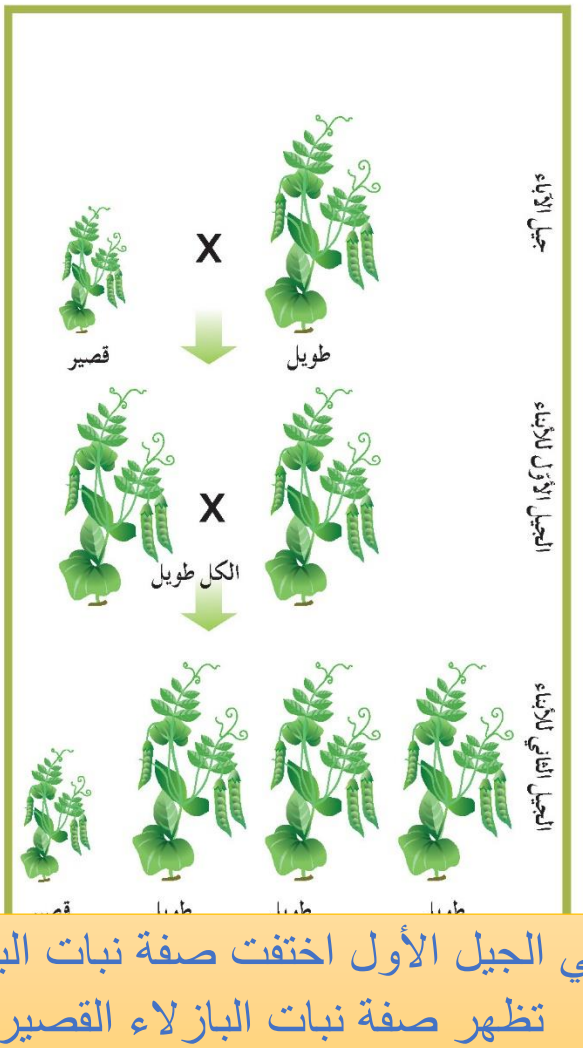
وترك هذه النباتات تتلاقح ذاتيًّا ثمّ زرع البذور التي حصل عليها، فأنتجت نباتات أسماها الجيل الثاني ($F_2$). يُوضّح الشكل (74) خطوات ونتائج الدراسة التي أجراها مندل على توارث صفة طول الساق في نبات البازلّاء، حيث كانت آباء إحدى المجموعتين طويلة الساق نقية، والأخرى قصيرة الساق نقية.

## 2. ملاحظات مندل Mendel's Remarks

توقّع مندل أن يحصل على نباتات طويلة الساق وأخرى قصيرة الساق في الجيل الأوّل، لكنّه فوجئ بأنّ نباتات الجيل الأوّل كانت كلّها طويلة الساق.

دهش مندل عندما ظهرت بعض نباتات الجيل الثاني طويل الساق بنسبة 75% وبعضها الآخر قصير الساق بنسبة 25%. فالصفة الوراثية لقصر الساق قد اختفت في نباتات الجيل الأوّل ثمّ عاودت الظهور في نباتات الجيل الثاني. ولاحظ مندل أنّ النسبة العددية بين نباتات الجيل الثاني كانت تقريبًا 3 : 1 (طويل : قصير).




في الجيل الأول اختفت صفة نبات البازلاء القصير، في الجيل الثاني، تظهر صفة نبات البازلاء القصير وبنسبة 1:3 (طويل:قصير)

ما الصفة التي اختفت في نباتات الجيل الأوّل؟ وما نسبة كلّ صفة من الصفتين في نباتات الجيل الثاني؟

كرّر مندل تجاربه على الصفات الستّ المتبقّية كما هو مبيَّن في الشكل (75). وفي كلّ مرّة كان يحصل على النمط الوراثي نفسه في الأبناء، حيث تظهر إحدى الصفتين فقط في الجيل الأوّل ثم تظهر الصفتان معًا في الجيل الثاني، بنسبة عددية ثابتة 1:3 تقريبًا. لاحِظ النتائج الموضَّحة في الجدول (1).

أطلق مندل على **الصفة الوراثية التي يحملها أحد الأبوين، وتظهر في أفراد الجيل الأوّل** اسم «**الصفة السائدة Dominant Trait**»، أمّا **الصفة التي يحملها أحد الأبوين ولا تظهر في الجيل الأوّل** فقد أطلق عليها اسم «**الصفة المتنحّية Recessive Trait**». أي أنّ الساق الطويلة سائدة على الساق القصيرة.

ووجد مندل أنّ 75% من نباتات الجيل الثاني تحمل الصفة السائدة، أمّا الـ 25% المتبقّية من أفراد الجيل الثاني فتحمل الصفة المتنحّية.

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

(شكل 75)
الصفات السبع التي درسها مندل في نباتات البازلّاء (لكلّ صفة مظهران أو شكلان مختلِفان).

| الصفة الوراثية | الصفة الوراثية في جيل الآباء | الصفة الوراثية في الجيل الأوّل | أعداد النباتات الحاملة للصفة في الجيل الثاني | النسبة الحقيقية |
|---|---|---|---|---|
| طول الساق | طويل × قصير | طويل | طويل، قصير<br>705، 224 | 1 : 2,84 |
| شكل القرن | منتفِخ × محزّز | منتفِخ | منتفِخ، محزّز<br>882، 299 | 1 : 2,95 |
| لون القرن | أخضر × أصفر | أخضر | أخضر، أصفر<br>428، 152 | 1 : 2,82 |
| شكل البذور | أملس × مجعّد | أملس | أملس، مجعّد<br>4574، 1850 | 1 : 2,96 |
| لون البذور | أصفر × أخضر | أصفر | أصفر، أخضر<br>6022، 2001 | 1 : 3,01 |
| موضع الزهرة | إبطي × طرفي | إبطي | إبطي، طرفي<br>651، 207 | 1 : 3,14 |
| لون الزهرة | بنفسجي × أبيض | بنفسجي | بنفسجي، أبيض<br>705، 224 | 1 : 3,15 |

**(جدول 1)**
**يُوضّح الجدول الصفات السبع التي درسها مندل والنتائج التي حصل عليها. قارِنْ كلّ صفة من الصفات الوراثية بين الجيلين الأوّل والثاني.**

## 3. اِستنتاجات مندل وتفسيراته

## Mendel's Conclusions and Explanations

حاول مندل تفسير ملاحظاته حول التجارب المقنّنة التي أجراها باستخدام التحليل الإحصائي، فافترض أنّه يتمّ التحكّم بالصفة الوراثية بواسطة ما أسماه «العوامل» التي توجَد في أزواج في خلايا الكائن. تُعرَف حاليًّا العوامل التي افترضها مندل باسم **الجينات Genes، وهي أجزاء من الكروموسومات مسؤولة عن إظهار الصفات الوراثية.** لاحِظ أنّه في الفترة الزمنية التي كان مندل يجري فيها تجاربه لم تتوفّر أيّة معرفة بالكروموسومات أو الجينات.

اِفترض مندل أيضًا أنّه لا بدّ من وجود شكلين على الأقلّ لكلّ عامل من هذه العوامل (أو الجينات) بسبب وجود مظهرين لكلّ صفة وراثية، ويسمّى كلّ واحد منهما بالأليل. **والأليل الذي يظهر تأثيره عندما يجتمع الأليلان هو الأليل السائد Dominant Allele، أمّا الأليل المتنحّي Recessive Allele فهو الذي لا يظهر تأثيره عندما يجتمع مع الأليل السائد. وإذا كان الأليلان متماثلين (سواء أكانا سائدين أم متنحّيين)، تكون الصفة الوراثية صفة نقية Pure Trait.**

ج1: لو كانت الصفتان السائدة والمتنحية متواجدتين معاً، فإن الصفة السائدة تحجب ظهور الصفة المتنحية

ج2: ستظهر نباتات الجيل الأوّل بالكامل حاملة لأزهار إبطية الموضع

ج3: باجتماع أليلي الصفة الواحدة (السائد والمتنحي)، يظهر تأثير الأليل السائد في حين يختفي تأثير الأليل المتنحي

ج4: في عملية التقليح الخلطي، يتحد المشيجان (من أبوين مختلفين) الواحدة مع الأخرى ليتكوّن أبناء يحمل كل منهم بعض صفات أحد الأبوين، وصفات أخرى وسطية تجمع بين صفات الأبوين، في عملية التكاثر اللاجنسي، يتم نسخ جميع المعلومات الوراثية في الخليّة، ثم تنقسم هذه مكوّنة خليّتين متماثلتين

ج5: (أ) إن صفة البذور الصفراء هي سائدة على صفة لون البذور الخضراء المتنحية

ب) يمثل أليل لون البذور الصفراء

2. ما النتيجة التي تتوقّعها من تجارب مندل لتلقيح نبات بازلّاء نقي أزهاره إبطية الموضع (axial) مع نبات بازلّاء نقي أزهاره طرفية الموضع (terminal)؟
3. **سؤال للتفكير الناقد:** فوجِئ مندل باختفاء صفة أحد الأبوين في الجيل الأوّل من تجاربه. ما تفسيرك لذلك؟
4. **أضِف إلى معلوماتك:** قارِن بين التلقيح الخلطي والتكاثر اللاجنسي.
5. التلقيح ما بين نبتتي بازلّاء، الأولى بذورها صفراء اللون والثانية بذورها خضراء اللون، أعطى في الجيل الأوّل نباتات بازلّاء بذورها صفراء اللون.
   **(أ)** ماذا تستنتج؟
   **(ب)** أعط رموزًا للأليلات.
   **(جـ)** ما هو التركيب الجيني للآباء والتركيب الجيني للأبناء في الجيل الأوّل؟