

## الوحدة 19

## الوحدة 19

### بنية النبات ووظائفه

### التجربة الاستهلاكية ما التراكيب الموجودة في النباتات؟

الزمن المقدّر 20 min

مواد بديلة يمكن للطلاب أيضًا أن يقوموا بجمع نباتات وفحصها. أو يمكنهم استخدام الصور الملونة أو عينات لنباتات مضغوطة ومجففة لملاحظتها.



#### استراتيجيات التدريس

- أثناء فحص الطلاب لنباتاتهم، شجّعهم على النظر عن كثب إلى الأجزاء المتخصصة. تتضمن بعض الأمثلة الشعيرات الموجودة على الأوراق والشوك والأوراق السميكة.
- إذا تعيّن على الطلاب جمع النباتات، فتبّههم ألا يجمعوها من الحدائق أو الملكيات الخاصة.

#### الإجراء

1. حدّد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. افحص بحرص نباتًا مزروعًا في أصيص يقدمه لك المعلم. واستخدم عدسة مكبّرة لإلقاء نظرة عن كثب. قم بإعداد قائمة بكل نوع من أنواع التراكيب التي تلاحظها.
3. أخرج النبات برفق من الإناء ولاحظ التراكيب النباتية الموجودة في التربة. لا تقم بتفتيت التربة. سجّل ملاحظتك وأعد النبات إلى الوعاء.
4. ارسم مخططًا لنباتك وقم بتسمية كل جزء.

### التجربة الاستهلاكية

#### ما التراكيب الموجودة في النباتات؟

تمتّع معظم النباتات بتراكيب تمتص الضوء وأخرى تمتص الماء والمواد الغذائية. ستطلع في هذه التجربة على إحدى النباتات وستلاحظ وتصف تراكيبه التي تساعد في البقاء على قيد الحياة.

### FOLDABLES®

أنشئ مطوية تحمل أسماء طبقات ورقة نبات، واستخدمها في تنظيم ملاحظتك المتعلقة ببنية ورقة النبات ووظيفتها.



#### التحليل

1. قارن بين قائمتك وقائمة الطلاب الآخرين. ما التراكيب المشتركة بين جميع النباتات؟ ينبغي أن تتضمن معظم القوائم الأوراق والجذور والسيقان.
2. استدل على طريقة ارتباط كل تركيب بوظيفة معينة للنبات. ينبغي أن توضّح إجابات الطلاب روابط منطقية. على سبيل المثال، إنّ مساحة سطح الأوراق عريضة لزيادة التعرض لضوء الشمس.
3. توقّع نوع وسائل التكيف التركيبية للنباتات التي تعيش في البيئات الجافة. قد تتضمن إجابات: أوراق سميكة للتخزين، أغطية للأوراق مقاومة للماء، جذور كبيرة لتخزين الماء. اقبل بكل الإجابات المعقولة.

التنظيف والتخلص من النفايات كلّف الطلاب التخلص من كل المواد النباتية في سلة النفايات العادية وغسل أيديهم عند الانتهاء من فحص النباتات.

## تقديم الوحدة

### النبات

**أسأل الطلاب: ما الفوائد التي تعود علينا من النبات؟**

ناقش حقيقة أنّ العديد من الأشخاص يميلون إلى اعتبار وجود النبات هو امر بديهي غير مدركين دورها المهم في حياتنا. كلف الطلاب مطالعة الصورة الموجودة في افتتاحية الوحدة وممارسة العصف الذهني حول الوظائف المختلفة للنباتات الموجودة في الصورة. **الإجابات المحتملة: إنتاج الأكسجين، استهلاك ثاني أكسيد الكربون، إنتاج الغذاء، التزيين** وضح أنّ العديد من الأدوار المختلفة التي تقوم بها النباتات في نظامنا البيئي تعود إلى تنوع تراكيبها.

## الفكرة الرئيسية

### إنشاء رسم تخطيطي

كلف الطلاب بقراءة الفكرة الرئيسية والأفكار الأساسية لهذه الوحدة. واطلب منهم رسم شجرة مبسطة تمثل الفكرة الرئيسية جذعها وتمثل الأفكار الأساسية الفروع المنبثقة من الجذع. واطلب منهم شرح مدى ارتباط الأفكار الأساسية بالفكرة الرئيسية. **تتناول الفكرة الرئيسية تنوع تراكيب النبات ووظائفه، وتساعدنا الأفكار الأساسية على فهم مستويات التركيب المختلفة في النبات وكيفية تأثير هذه التراكيب في وظائفها.**



مقطع عرضي من ساق نبات القيد  
صورة ملوّنة بالمجهر الضوئي، التكبير:  
غير متوفر

مقطع عرضي من ورقة نبات القيد  
صورة ملوّنة بالمجهر الضوئي، التكبير: 75x

- القسم 1 • الخلايا والأنسجة النباتية
- القسم 2 • الجذور والسيقان والأوراق
- القسم 3 • هرمونات النباتات واستجاباتها

**الموضوع المحوري الاتزان الداخلي**  
تعمل خلايا النبات وأنسجته معاً للحفاظ على البنية والاتزان.  
**المفكرة الرئيسية** يعود السبب في الطبيعة المتنوعة للنباتات إلى تنوع تراكيبها.

## الموضوعات

**الاستقصاء العلمي** تساهم دراسة تراكيب النبات في فهم تطور النباتات.  
**التنوع** تسمح السيقان المختلفة وأنظمة الجذور للنباتات بالحياة في المواطن البيئية المتنوعة.  
**الطاقة** تعمل الجذور والسيقان والأوراق معاً لتوفير الطاقة اللازمة لأجزاء النبات المختلفة.  
**الاتزان الداخلي** تحافظ البشرة على الاتزان الداخلي عن طريق تكوين طبقة واقية.  
**التغيير** لقد تحورت تراكيب النباتات وتغيرت استجابة لتغيير المواطن البيئية.

## القسم 1

### الفكرة الأساسية

دم ص م ف م **الخلايا النباتية**

**أسأل الطلاب:** ما أصغر الوحدات التي يتكوّن منها جسمك؟ **الخلايا** تتكوّن النباتات من خلايا. تمامًا كجميع الكائنات الحية. وفي هذا القسم، سيتعرف الطلاب على أنواع الخلايا والأنسجة النباتية المختلفة.

### ق استراتيجيات القراءة

دم ص م ف م **العصف الذهني**

**أسأل الطلاب:** في رأيك، كيف تصنع النباتات الخضراء الغذاء؟ **تصنّع** النباتات الخضراء الغذاء من خلال عملية **البناء الضوئي في خلاياها**. اكتب إجابات الطلاب على اللوحة.

**تواصل مع الطلاب:** سنقرأ في هذا القسم عن الأوراق وهي موقع حدوث أغلب عملية البناء الضوئي. احتفظ بهذه المعلومات المتعلقة بالبناء الضوئي في ذهنك أثناء القراءة عن التركيب الذي يحدث فيه.

### ك دعم الكتابة

ص م كتابة ملخص

كلّف الطلاب كتابة ملخص لما يعرفونه عن النباتات قبل البدء بقراءة هذا القسم. بعد الانتهاء من قراءة القسم، اطلب منهم مراجعة ما كتبوه وتصحيح المفاهيم الخاطئة لديهم.

**ف م** كلّف الطلاب مراجعة ما يعرفونه عن النباتات شفهيًا

**دم** ساعد الطلاب على إعداد قائمة بما يعرفونه.

### ح تطوير المفاهيم

دم ص م ف م

تنشيط المعرفة السابقة

**أسأل الطلاب:** ما هي بعض الخواص المميّزة للخلايا النباتية النموذجية؟

**البلاستيدة الخضراء** و**جدار الخلية** و**الفجوة المركزية** و**صّحّ أن الخلايا البرنشيمية هي مثال للخلية النباتية النموذجية.**

## القسم 1

### تمهيد للقراءة

#### الأسئلة المهمة

- ما الأنواع الرئيسة للخلايا النباتية؟
- ما الأنواع الرئيسة للأنسجة النباتية؟
- ما أوجه الاختلاف بين وظائف الخلايا والأنسجة النباتية؟

#### مفردات للمراجعة

الفجوة **vacuole**: حويصلة محاطة بغشاء تُستخدم للتخزين أو النقل

#### مفردات جديدة

الخلية البرنشيمية	parenchyma cell
الخلية الكولنشيمية	collenchyma cell
الخلية السكلرنشيمية	sclerenchyma cell
النسيج المولّد	meristem
الكامبيوم الوعائي	vascular cambium
الكامبيوم الفليني	cork cambium
البشرة	epidermis
الخلية الحارسة	guard cell
الخشب	xylem
العنصر الوعائي	vessel element
القصبة	tracheid
اللحاء	phloem
عضو الأنبوب الغربالي	sieve tube member
الخلية المرافقة	companion cell
النسيج الأساسي	ground tissue

## الخلايا والأنسجة النباتية

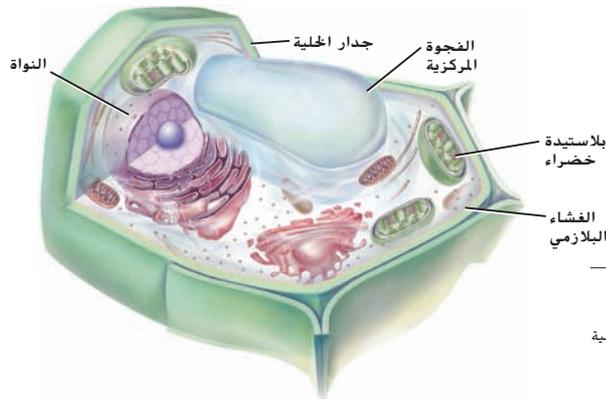
الفكرة الأساسية **تُشكّل الأنواع المختلفة من خلايا النبات أنسجته.**

**روابط من القراءة بالحياة اليومية** تدخل في تركيبة المباني موادّ متنوعة، فُتستخدم مواد مختلفة لبناء الدزج والسباكة والأبواب ونظام الكهرباء لأن لكل منها وظيفة مختلفة، وبالطريقة نفسها، فإنّ لتراكيب النبات المختلفة خلايا وأنسجة تعمل بكفاءة لتأدية مهام مُعيّنة.

### الخلايا النباتية

يمكنك التعرّف على خلية نباتية نموذجية، مثل تلك المُبيّنة في الشكل 1، من خلال وجود جدار خلية وفجوة مركزية كبيرة. قد يكون للخلايا النباتية أيضًا بلاستيدات خضراء، لكن ثمة أنواع مختلفة كثيرة من الخلايا النباتية، التي يحوي كل منها وسيلة تكيف واحدة أو أكثر تُمكنها من تأدية وظيفة مُحدّدة. وتُشكّل ثلاثة أنواع من الخلايا النباتية معظم الأنسجة النباتية، فتؤدي هذه الخلايا معًا وظائف التخزين وإنتاج الغذاء وتوفير قوة ومرونة ودعمًا للنبات.

**الخلايا البرنشيمية** إنّ معظم الخلايا المرنة الرقيقة الجدران والموجودة في كل أنحاء النبات هي **خلايا برنشيمية**، وتُشكّل الأساس لمعظم تراكيب النبات وتتميز بقدرتها على تأدية عدد كبير من الوظائف، منها التخزين والبناء الضوئي وتبادل الغازات والحماية. تجدر الإشارة إلى أنّ هذه الخلايا كروية الشكل كما أنّ جدران الخلية تصبح مسطحة عندما تكون متراصة بعضها فوق بعض، كما هو مُبيّن في الجدول 1. من الصفات المهمة للخلايا البرنشيمية أنها قادرة على الانقسام عند اكتمال نموها. فعندما تلتف نبتة، تنقسم الخلايا البرنشيمية للمساعدة في إصلاحها. يمكن أن يكون للخلايا البرنشيمية سمات خاصة، بحسب الوظيفة التي تؤديها. إذ أنّ لدى بعض الخلايا البرنشيمية العديد من البلاستيدات الخضراء، كما هو مُبيّن أيضًا في الجدول 1. إنّ هذه الخلايا موجودة غالبًا في الأوراق والسيقان الخضراء ويمكن أن تقوم بعملية البناء الضوئي، فتننتج الجلوكوز. لدى الخلايا البرنشيمية، مثل تلك الموجودة في الجذور والثمار، فجوات مركزية كبيرة يمكنها تخزين المواد مثل النشا أو الماء أو الزيوت.



الشكل 1 من السمات الفريدة للخلية النباتية وجود جدار خلية وفجوة مركزية كبيرة. قد تحتوي الخلايا النباتية على بلاستيدات خضراء تتم فيها عملية البناء الضوئي.

استدل على سبب عدم اعتبار البلاستيدات الخضراء جزءًا من الخلايا النباتية كلها.

540 الوحدة 19 • تركيب النبات ووظائفه

### خلفية عن المحتوى

**معلومات للمعلم** يُعجب الطلاب غالبًا بالاستخدامات العديدة المتنوعة للنباتات والمنتجات النباتية. ومع أنّ معظم الأشخاص يألفون النباتات الشائعة الصالحة للأكل، إلا أنّ العديد من النباتات البرية صالحة للأكل أيضًا. كما يمكن استخدام النباتات كمبيدات حشرية وسموم. ويوميًا تزداد قائمة النباتات التي تُستخدم أو تخضع لاختبارات من أجل الاستخدامات الطبية. كما يمكن استخدام النباتات لصنع الأنسجة أو لصنع صبغات الطلاء.

سؤال حول الشكل 1 لا تتعرّض كل الخلايا النباتية لضوء الشمس. فعلى سبيل المثال، لا تتعرض الخلايا النباتية في الجذور لضوء الشمس ومن ثمّ لا يحدث فيها بناء ضوئي. لذلك، لا تحتاج الخلايا التي لا يحدث فيها البناء الضوئي إلى بلاستيدات خضراء.

## م تدريب المهارات

دم د م التعلم التعاوني

**الثقافة المرئية** قسّم الطلاب إلى مجموعات من ثلاثة أفراد. واطلب من كل مجموعة دراسة الجدول 1 لمساعدتهم في تصور أنواع الخلايا النباتية الثلاثة. ثم اطلب منهم بناء نماذج لأنواع الخلايا النباتية الثلاثة باستخدام الرسوم التوضيحية كدليل. اطلب من كل مجموعة عرض نموذجها على الصف الدراسي وشرح طريقة محاكاته لتركيبة الخلايا. وقم بتوفير ورق وأسلاك تنظيف الغليون وكرات قطن وورق مقوى وحبوبات بولسترين وأقلام تحديد خضراء وقصبات مصّ.

## ح تطوير المفاهيم

دم ص م م

**توضيح مفهوم خاطئ**

**أسأل الطلاب:** ما لون الخلايا النباتية؟

قد يعتقد الطلاب أنّ كل الخلايا النباتية خضراء. هل كل الخلايا النباتية خضراء؟ لماذا؟ وضح أنّ الخلايا

النباتية لا تحتوي كلها على بلاستيدات خضراء. فالخلايا التي تتكوّن منها الجذور

والجزء الداخلي من السيقان لا تتعرّض للضوء. ولذلك، فإنّها لا تحتوي على بلاستيدات خضراء. أما ما يبدو لنا أخضر

اللون، فهو الكلوروفيل الموجود في البلاستيدات الخضراء.

## ق استراتيجية القراءة

دم م

**توضيح النص** كلّف الطلاب دراسة دليل النطق لكل من المفردات التالي:

البرنشيمية والكولنشيمية والسكليرنشيمية.

ثم ساعدهم على نطق هذه المفردات.

وذكّرهم بأنّ تذكر المفردات وتهجئتها بصورة صحيحة سيكون أسهل بعدما

يتكلمون من نطقها.

## الجدول 1 الخلايا النباتية ووظائفها

نوع الخلية	مثال	الوظائف
البرنشيمية	تخلو من البلاستيدات الخضراء تحتوي بلاستيدات خضراء	• التخزين • البناء الضوئي • تبادل الغازات • الحماية • إصلاح الأنسجة واستبدالها
الكولنشيمية	جدار الخلية الكولنشيمية	• دعم الأنسجة المحيطة • توفير المرونة للنبات • إصلاح الأنسجة واستبدالها
السكليرنشيمية	خلايا حجرية ألياف	• الدعم • نقل المواد

**الخلايا الكولنشيمية** إذا كنت قد أكلت يوماً الكرفس، فإنّ الخلايا الكولنشيمية مألوفة لديك، إذ تُشكّل هذه الخلايا تلك الخيوط الطويلة التي يمكن أن تسحبها من ساق الكرفس. إنّ **الخلايا الكولنشيمية** هي خلايا نباتية متطاوله الشكل في معظم الأحيان وموجودة في صورة شرائط أو أسطوانات طويلة تدعم الخلايا المحيطة. كما يظهر موضّح في الجدول 1، قد يكون للخلايا الكولنشيمية جدران خلوية سميكة على نحو غير متساوٍ عندما تنمو الخلية الكولنشيمية. قد تتمدد الأجزاء الرقيقة لجدار خليتها، بفضل ضغط النمو هذا. تكون الخلايا الكولنشيمية مرنة وقابلة للتمدد. ما يُمكن النباتات من الانثناء من دون أن تنكسر. وللخلايا الكولنشيمية، تماثلاً مثل الخلايا البرنشيمية القدرة على الانقسام عند اكتمال نموها.

**الخلايا السكليرنشيمية** على عكس الخلايا البرنشيمية والكولنشيمية، تفتقر **الخلايا السكليرنشيمية** إلى السيتوبلازم ومكوّنات حيّة أخرى عند اكتمال نموها. ولكنّ جدرانها السميكة الصلبة تبقى قائمة. توفر هذه الخلايا الدعم للنبات، ويُستخدم بعضها لنقل المواد داخل النبتة. فضلاً عن ذلك، تتكوّن الخلايا السكليرنشيمية النسبة الأكبر من الخشب الذي نستخدمه في بناء ماوى أو صناعة قوود أو منتجات ورقية. تُتّ نوعان من الخلايا السكليرنشيمية، وهما الخلايا الحجرية والألياف. كما هو مبين في الجدول 1، ربما تكون قد أكلت بعض الخلايا الحجرية، فهي تُشكّل القوام الخشن لثمار الكمثرى. تُعرف الخلايا الحجرية أيضاً باسم الخلايا المتصلبة. تتوزّع هذه الخلايا بشكل عشوائي في كل أجزاء النبتة، وهي أقصر من الألياف وذات شكل غير منتظم نوعاً ما. تنتج قساوة غلاف البذور وصلابة قشور الجوز عن وجود خلايا حجرية. تقوم الخلايا الحجرية أيضاً بالنقل. أما خلايا الألياف، فهي إبرية الشكل ولها جدار خلية سميك وفيها فراغ داخلي صغير. عندما تلتصق نهايات الألياف معاً، تُشكّل نسجاً قويًا ومرناً. لقد استخدم الإنسان هذه الألياف في صناعة الحبال والكثبان والجنفاص وغيرها من الأقمشة لعدة قرون. كما هو مبين في الشكل 2.

الشكل 2 استخدمت خلايا الألياف الموجودة في النباتات لصناعة مسجوات مثل الصندل المصري القديم المبين أدناه.



القسم 1 • الخلايا والأنسجة النباتية 541

## عرض توضيحي

**جدران الخلايا النباتية** استخدم لعبة فيها زنبك، لمساعدة الطلاب في تصور طريقة نمو الخلايا النباتية التي لها جدران خلايا. واطلب من الطلاب أن يشرحوا أنّ السيلولوز يتراكم على هيئة أشرطة (تُسمى الألياف الدقيقة) في نمط دائري يشبه حلقات الزنبك. ومع نمو الخلية، يمكنه الاستطالة في اتجاه واحد فقط بالطريقة نفسها التي يتمدد بها الزنبك. يمكن تعزيز النموذج من خلال تثبيت الورق المقوى بإحكام في نهايات الزنبك. وسيوضّح البالون الذي يتم إدخاله في الزنبك ومن ثم نفخه، تمدد جدار الخلية عند نموها.

الزمن المقدر: 5 min

## تجربة مصفرة 1

الزمن المقدّر 45 min

احتياطات السلامة حدّد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.

المواد البديلة يمكن استخدام صور مجهرية ملونة لأنواع متنوعة من الخلايا، كتلك المبيّنة في الجدول 1. في حال عدم توفر مجاهر.

### استراتيجيات التدريس

- تأكد من أنّ أجزاء النباتات رقيقة بالدرجة الكافية التي تسمح للطلاب بمعاينة الخلايا الفردية. ويمكن استخدام شفرة موس فردية لتقطيع الجزء إلى شرائح.
- اقترح أن ينظر الطلاب إلى كل شريحة قبل الصبغ بحيث يتمكنون من رؤية الطريقة التي تساعد فيها الصبغة في ملاحظة الخلايا.

### التحليل

1. سلاحظ الطلاب الخلايا البرنشيمية في شريحة البطاطا، والخلايا الكولنشيمية في شريحة الكرفس والخلايا السكليرنشيمية في شريحة الكمثرى.
2. كانت أنواع الخلايا مختلفة لأنّ الخلايا كانت من تراكيب نباتية مختلفة تؤدّي وظائف مختلفة. تتمثّل وظيفة البطاطا الأساسية في تخزين الكربوهيدرات لذلك يتكوّن معظمها من خلايا برنشيمية. وتمثّل الوظيفة الأساسية لساق الكرفس في الدعم، لذلك تحتوي على العديد من الخلايا الكولنشيمية. أما الكمثرى، فهي عبارة عن ثمرة تحيط بالبذرة وتحتوي على العديد من الخلايا السكليرنشيمية التي تشكّل القوام الخشن للثمرة.

## تجربة مصفرة 1

### ملاحظة الخلايا النباتية

كيف يمكن استخدام المجهر لتمييز أنواع الخلايا النباتية؟ تضحّ الأنواع الثلاثة المختلفة من الخلايا النباتية بتحضير شرائح لبعض أجزاء النبات الشائعة وملاحظتها.

### الإجراء

تحذير: اليود مادة سامة إذا ابتلعت ويمكن أن يصيب الجلد والملابس.

1. حدد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. احصل على شريحة بطاطس رقيقة وصغيرة ومقطع عرضي رقيق لساق الكرفس من معلمك.
3. ضع شريحة البطاطس على شريحة زجاجية، وأضف إليها قطرة من اليود، ثم غطها بغطاء الشريحة. استخدم مجهرًا لملاحظة شريحة البطاطس. وسجّل ملاحظاتك.
4. ضع شريحة الكرفس على شريحة زجاجية وأضف إليها قطرة من الماء وغطها بغطاء الشريحة.
5. ضع قطرة من الصبغة عند إحدى حافتي غطاء الشريحة، ثم ضع منشفة ورقية عند الحافة المقابلة لسحب الصبغة من تحت الغطاء. استخدم مجهرًا لملاحظة شريحة الكرفس. سجّل ملاحظاتك.
6. احصل على جزء صغير من نسيج ثمرة الكمثرى، وضعه على الشريحة وغطه بغطاء الشريحة.
7. باستخدام ممحاة قلم رصاص، اضغط بترؤ لكن بقوة على غطاء الشريحة حتى يصبح نسيج ثمرة الكمثرى طبقة رقيقة مستوية. استخدم مجهرًا لملاحظة نسيج ثمرة الكمثرى. وسجّل ملاحظاتك.

### التحليل

1. حدّد نوع الخلية النباتية المتخصصة التي تلاحظها في كل شريحة.
2. استدل على سبب وجود أنواع مختلفة من الخلايا في البطاطس وساق الكرفس ونسيج الكمثرى.

## الأنسجة النباتية

تذكّر أنّ النسيج عبارة عن مجموعة من الخلايا التي تعمل معًا لأداء وظيفة معيّنّة. ويمكن أن يتكوّن النسيج النباتي من نوع أو أكثر من الخلايا، بناءً على وظيفته. ثمة أربعة أنواع مختلفة من الأنسجة في النبات وهي المولدة والجلدية والوعائية والأساسية.

**النسيج المولّد** يمكن أن تستمر النباتات خلال حياتها في إنتاج خلايا جديدة في أنسجتها المولدة. تُكوّن الأنسجة الإنشائية **أنسجة مولدة**، وهي مناطق تنقسم خلاياها بسرعة. وللخلايا الموجودة في الأنسجة المولدة أنوية كبيرة وفجوات صغيرة أو لا توجد فيها فجوات على الإطلاق في بعض الحالات. عندما يكتمل نمو هذه الخلايا، يمكنها التطور إلى عدة أنواع مختلفة من الخلايا النباتية، بما فيها الخلايا الجذعية. إنّ الأنسجة المولدة موجودة في مناطق مختلفة من النبتة وهي مبيّنة في الشكل 3.

الأنسجة المولدة القميّة إنّ الأنسجة المولدة الموجودة عند قمم الجذور والسيقان تنتج خلايا تسبب زيادة في الطول، وهي أنسجة مولدة قميّة، كما هو مبيّن في الشكل 3. يُطلق على هذا النمو اسم النمو الأولي. بما أنّ النباتات ثابتة في مكانها عادةً، فإنّ السيقان والجذور تدخل بنباتات مختلفة أو مناطق مختلفة من البيئات نفسها.

الأنسجة المولدة البيئية ثمة نوع آخر من أنواع النسيج المولّد. يُسمّى النسيج المولّد البيئي، ويرتبط هذا النوع بوظيفة صيفية قد تعمل بها، وهي جز الحشائش. إنّ هذا النسيج المولّد موجود في موقع أو أكثر على طول سيقان العديد من ذوات الفلقة الواحدة. يُنتج النسيج المولّد البيئي خلايا جديدة تسبب في طول الساق أو طول الأوراق. لو كان للحشائش نسيج مولّد قمي فقط، لتوقفت عن النمو بعد عملية الجز الأولى، لكنها تستمرّ في النمو لأنها تحوي أكثر من نوع واحد من الأنسجة المولدة.

الأنسجة المولدة الجانبية ينتج الازدياد في قطر الجذر والساق من نموّ ثانويّ ينجم عن نوعين من النسيج المولّد الجانبي. يحدث النمو الثانوي في النباتات البذرية غير المزهرة وذوات الفلقتين وقليل من ذوات الفلقة الواحدة فقط.

إنّ **الكامبيوم الوعائي**، النبتين أيضًا في الشكل 3، عبارة عن أسطوانة رقيقة من النسيج المولّد يمكن أن تمتد على طول الجذور والسيقان بأكملها. ويُنْتج خلايا نقل جديدة في بعض الجذور والسيقان.

في بعض النباتات نسيج مولّد جانبي آخر، وهو **الكامبيوم الفليني**، الذي يُنتج خلايا تُكوّن جدرانًا خلوية صلبة. تُشكّل هذه الخلايا طبقة خارجية واقية على السيقان والجذور. في حين تُشكّل أنسجة الفلين اللحاء الخارجي على النباتات الخشبية مثل شجرة البلوط. تذكّر أنّ خلايا نسيج الفلين هي تلك التي لاحظها روبرت هوك عندما شاهدها بمجهره.

### التدريس المتمايز

**دون المستوى** عند بدء الوحدة، ساعد الطلاب الذين هم دون مستوى الصف من خلال تزويدهم بملخص للملاحظات أو نسخة من ملاحظاتهم. وسيضمن هذا أن يعرف الطلاب المعلومات المهمة وسيساعدهم على الأداء بسرعة مساوية لسرعة أقرانهم.

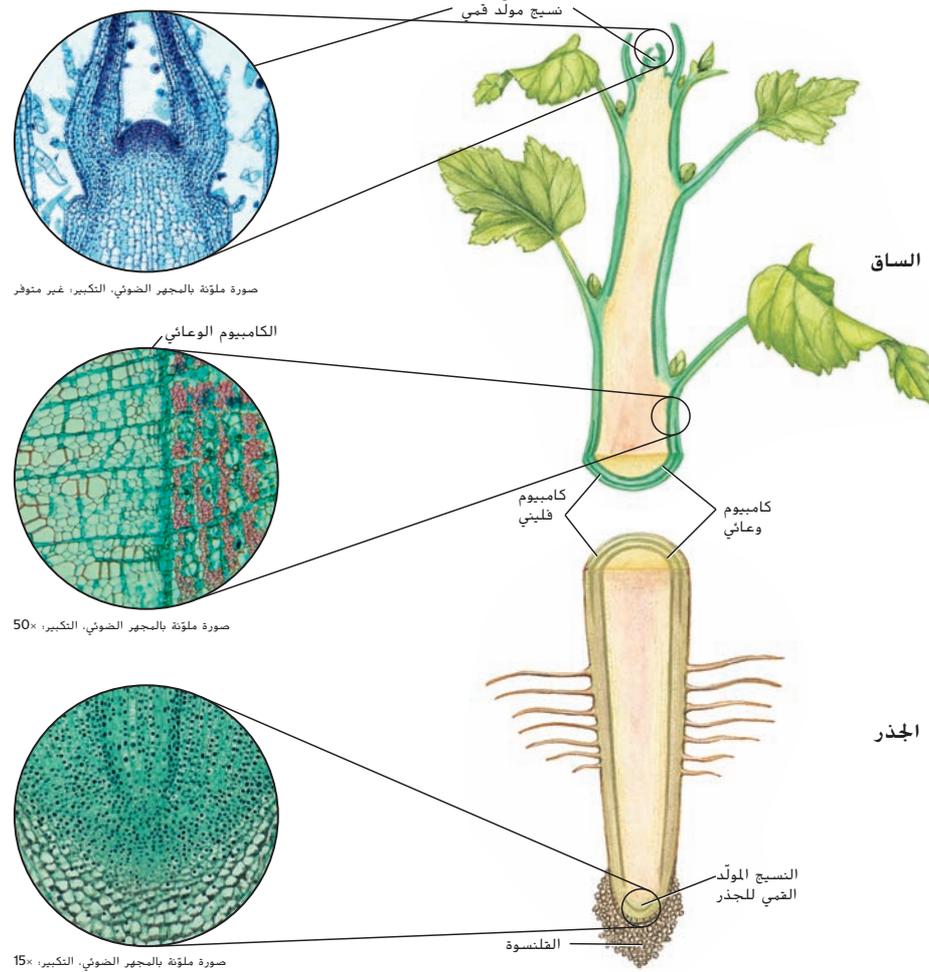
### عرض توضيحي

**الأنسجة المولدة** اجمع عينات لنباتات تحتوي على أنسجة مولدة مختلفة. فعلى سبيل المثال، يحتوي النبات المنزلي والجزر على نسيج مولّد قمي. ويمكن استخدام مقطع عرضي من الخشب للحصول على الكامبيوم الوعائي والكامبيوم الفليني. كما يمكن استخدام قطعة من الأعشاب أو التبن للحصول على النسيج المولّد البيئي. واعرض هذه العينات للطلاب واطلب منهم الإشارة إلى موقع الأنسجة المولدة. الزمن المقدّر: 5 min

## تصور الأنسجة المولدة

### الشكل 3

يحدث معظم نمو النبتة من إنتاج الأنسجة المولدة لخلايا جديدة. فالسيقان والجذور تزداد طولاً بسبب إنتاج الأنسجة المولدة القمية لخلايا جديدة غالباً. أما الكامبيوم الوعائي للنبات، فينتج خلايا تعمل على زيادة قطر الجذر والساق.



## تصور الأنسجة المولدة

### الهدف

سيتعرف الطلاب على النسيج المولد في النباتات.

### م تدريب المهارات

#### دم دم دم الثقافة المرئية

كلّف الطلاب رسم مخطط لنبات باستخدام الرسم التخطيطي المعروض في هذه الصفحة كنموذج. واطلب منهم تسمية مواقع الأنسجة المولدة. واطلب منهم توضيح نوع النمو الناتج عن كل نسيج مولد بجوار كل تسمية.

### ح تطوير المفاهيم

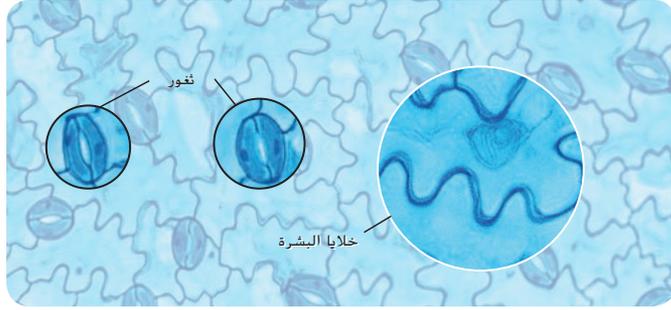
#### دم دم دم الدمج الزراعة

**دمج الزراعة**  
**اسأل الطلاب:** في رأيك، ماذا سيحدث لهذا النبات إذا ما أزيل النسيج المولد القمي؟ قد يقترح الطلاب أنّ النبات سيموت، أو يتوقف عن النمو أو ينمو نسيج مولد آخر. وضح أنّ الأشخاص يقطعون قمة الساق غالباً لذلك سيكون الجزء السفلي من النبات أكثر كثافة. اعرض للطلاب صوراً لنباتات تم تقليصها للتو وللنباتات نفسها بعد مرور وقت تفرعت فيه.

### مقتطف من بحث

**تدريب المهارات** تشير الأبحاث التربوية إلى أنّه يجب أن توفرّ الدروس للطلاب كمية وفيرة من الممارسة بحيث يتمكنون من إتقان المهارات. ويتطلب النشاط في هذه الصفحة أن يرسم الطلاب مخططاً لأجزاء النبات مع تسميتها، ويقدم لهم الممارسة اللازمة لتحديد تراكيب النبات بصورة صحيحة. (Tafton, 1985)

صورة ملونة بالبحر الضوئي، التكبير، 10×



■ الشكل 4 يتكون سطح الورقة من خلايا بشرة مترابطة تساعد في حماية النبتة وتمنع فقدان الماء، وتفتح الثغور وتغلق للسماح للغازات بالدخول والخروج.

**النسيج الجلدي - البشرة** إن طبيعة الخلايا التي تكوّن الغطاء الخارجي على النبتة هي نسيج جلدي، يُعرف أيضًا باسم **البشرة**. تشبه خلايا البشرة قطع ألعاب الألفاز مع نتوءات وانخفاضات متشابكة، كما هو مبين في الشكل 4. يمكن أن تفرز معظم خلايا البشرة مادة دهنية تكوّن القشرة. ربما تذكر أنّ القشرة تساعد على تقليل فقدان الماء من النباتات وذلك بإبطاء عملية التبخر. فضلًا عن ذلك، يمكن للقشرة المساعدة على منع البكتيريا والكائنات الحية الأخرى المسببة للأمراض من دخول النبتة.

الثغور قد يكون للنباتات عدة وسائل تكيف في بشرتها. تذكر أنّ بشرة معظم الأوراق وبعض السيقان الخضراء تحوي ثغور، وهي فتحات صغيرة يدخل من خلالها ثاني أكسيد الكربون والماء والأكسجين وغازات أخرى. تسمى الخليتان اللتان تُشكّلان الثغر **الخليتين الحارستين**. وينتج عن الثغرات في شكل الخليتين الحارستين فتح الثغور أو إغلاقها، كما هو مبين في الشكل 4.

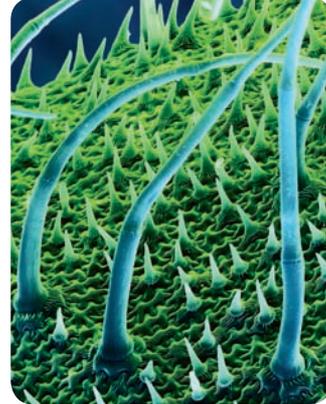
الشعيرات تُنتج بعض خلايا البشرة على الأوراق والسيقان نتوءات تشبه الشعر تُسمى الشعيرات، كما هو مبين في الشكل 5. يمكن أن تغطي الشعيرات الأوراق مظهرًا زغبياً وقد تساعد في حماية النبتة من الحشرات والحيوانات المفترسة. وقد تُطلق بعض الشعيرات مواد سامة عند لمسها، كما تساعد في الحفاظ على برودة بعض النباتات وذلك بعكس ضوء الشمس.

تكبير الصورة، غير متوفر



الشعيرات الجذرية

صورة محشنة الألوان بالبحر الإلكتروني الماسح، التكبير، 240×



الشعيرات على ورقة نبتة

■ الشكل 5 تساعد وسائل تكيف البشرة النباتات في البقاء على قيد الحياة، فالعدد الصغيرة الموجودة على قمم الشعيرات قد تحوي مواد سامة، وتزيد الشعيرات الجذرية مساحة سطح الجذر. اشرح كيف تُمتنّز وسيلتنا التكيف هاتان من آليات البقاء على قيد الحياة.

544 الوحدة 19 • بنية النبات ووظائفه

## ن التفكير الناقد

دم ضم فم استدلل

**اسأل الطلاب:** كيف تساعد القشرة على تقليل فقدان الماء؟ تغطي القشرة الأنسجة النباتية لتمنع تبخر الماء. ما أوجه الاختلاف بين قشرة النبات الصحراوي وقشرة نبات الغابة المطيرة؟ سيكون للنبات الصحراوي قشرة أكثر سماكة لحفظ الماء.

## تطوير المفاهيم

دم ضم فم الدعم التدريجي

**اسأل الطلاب:** لماذا يحتاج النبات إلى الماء؟ لحمل المواد الغذائية في النبات ولأجل العمليات الحيوية كالبناء الضوئي ماذا يحدث للماء بعد ارتفاعه في الساق ووصوله إلى أوراق النبات؟ يُستخدم بعض الماء في البناء الضوئي ويخرج بعضه من النبات عبر الثغور. متى يمكن أن يكون احتواء النبات على ثغور مغلقة مفيدًا؟ قد يكون مفيدًا عندما تكون إمدادات الماء منخفضة. كيف يكون تركيب الثغور بحيث تنفتح فقط عند وفرة الماء وتغلق عند ندرتها؟ تشبه الخليتان الحارستان اللتان تكوّنان الثغور مجموعة من بالونات الماء المنحنية، واحدة على كل جانب. فعند وفرة الماء، يرتفع ضغط الماء في الخلايا، وتنحني الخلايا إلى الخارج فتنشأ فجوة. وعند ندرة الماء وفراغ الخلايا، تنكمش الخلايا وتختفي الفجوة.

## سؤال حول الشكل 5

تمثّل الشعيرات طريقة لمنع المفترسات من أكل النبات. وتزيد الشعيرات الجذرية مساحة السطح مما يسمح للنبات بامتصاص المزيد من الماء والمغذيات.

## عرض توضيحي

دم ضم فم بشرة النبات كلف الطلاب دراسة قطع لعبة ألفاز مجمعة.

**اسأل الطلاب:** ما الذي يربط هذه القطع بعضها ببعض؟ الأشكال متداخلة. إذا كانت لعبة الألفاز المجمعة تمثل بشرة نبات، فما الذي سيكون فوقها؟ القشرة خذ قطعة من الورق المشمع وضعها فوق قطع الألفاز كنموذج لبشرة النبات. ووضّح أنّ العلماء يستخدمون غالبًا النماذج لتساعدهم في فهم تركيب التراكيب أو العمليات الحيوية أو وظائفها. الزمن المقدر: 5 min

544 الوحدة 19 • تركيب النبات ووظيفته

## ح تطوير المفاهيم

دم ض م التعلم التعاوني بحث

كَلَّف الطلاب العمل في مجموعات ثنائية واختيار أحد التحويلات في خلايا البشرة لبحثه. واطلب من كل مجموعة ثنائية إعداد ملصق وعرض توضيحي موجز للصف الدراسي. ثم اعرض الملصقات في غرفة الصف.

فم أسأل الطلاب: اذكر بعض

التحويلات في خلايا البشرة. ما سبب تطور هذه التحويلات؟ تُعدّ الشعيرات والخلايا الحارسة والشعيرات الجذرية والقشرة تحويرات للبشرة. وتعمل بعض هذه التحويلات على حماية النبات وتساهم كلها في بقاءه على قيد الحياة.

## ك دعم الكتابة

دم الكتابة التقنية كَلَّف الطلاب قراءة

الفقرة الخاصة بخلايا الخشب. وعندما ينتهون، وجههم إلى كتابة قائمة بخصائص خلايا الخشب في كراساتهم. واطلب منهم سرد قوائمهم وتسجيل إجاباتهم على اللوحة. كرر ذلك مع كل نوع من أنواع الخلايا.

## تطوير المفاهيم

فم النشاط قم بشراء طماطم لا تزال ملتصقة بساقها، وقم بتقطيع الساق إلى قطع قصيرة. ثم مرّر القطع إلى الطلاب مع عدسة مكبّرة. واطلب منهم ملاحظة الشعيرات ورسم مخطط لها في كراساتهم.

أسأل الطلاب: ما وظيفة هذه

التراكيب؟ الحماية من المفترسات (أسأل الطلاب إدراج المفترسات المحتملة. الإجابات المحتملة: البرقات والبرّاق والغزلان والأرانب هل يمكنك التفكير في نباتات أخرى تحتوي على تراكيب مشابهة؟ ستتوّج الإجابات، لكنها قد تشمل الخيار والقرع والصبّار.

التأكد من فهم النص تشترك

هذه الأنسجة في نقل الغذاء والماء وغيرها من المواد الأخرى المذابة إلى أجزاء بعيدة عن الجذر.

### مهن مرتبطة بعلم الأحياء

عالم مروج نحتاج الحقائق وملاعب الجولف وملاعب الرياضة إلى مهارات عالم المروج للمساعدة في الحفاظ على الحشائش التي تنمو فيها. فهو يتمتع بخلفية علمية تتضمن دراسة العلوم والإدارة والأعمال.

الشعيرات الجذرية تتمتع بعض الجذور بشعيرات جذرية، وهي امتدادات هشة تخرج من خلايا البشرة. وتزيد الشعيرات الجذرية، كما هو موضح في الشكل 5. المساحة السطحية للجذر وتُمكنه من امتصاص كمية من المواد أكبر مما لو خلا الجذر من هذه الشعيرات.

الأنسجة الوعائية يُعدّ نقل الماء والغذاء والمواد المذابة، في النبتة، الوظيفة الأساسية لتنوع من الأنسجة الوعائية هما الخشب واللحاء.

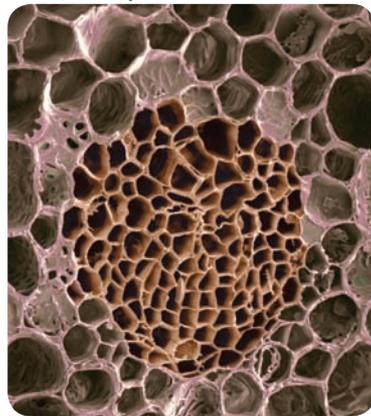
الخشب يدخل الماء الذي يحتوي على معادن مذابة عبر الجذور إلى النبتة. يُنقل الماء وما فيه من معادن مذابة في كل أجزاء النبتة من خلال نظام الخشب الذي يتدفق بشكل مستمر من الجذور حتى الأوراق. إنّ الخشب هو نسيج وعائي ناقل للماء يتألف من خلايا متخصصة تُسمّى العناصر الوعائية والقصبية. عند اكتمال النمو، يتكوّن كل من العنصر الوعائي والقصبية من جدار الخلية فحسب. يسمح عدم وجود السيتوبلازم عند التضخ للماء بالتدفق بحرية عبر هذه الخلايا. إنّ العناصر الوعائية عبارة عن خلايا أنبوبية تتراص طرفاً لطرف، فتشكّل شرائط من الخشب تسمى الأوعية. وتكون العناصر الوعائية مفتوحة عند طرفيها مع أشرطة تشبه الحاجز عند الفتحات. في بعض النباتات، تفقد العناصر الوعائية مكتملة النمو جدرانها الطرفية، ويسمح هذا للماء والمواد المذابة بالانتقال بحرية من عنصر وعائي إلى آخر.

إنّ الأنابيب الصغيرة (القصبية) هي خلايا أسطوانية طويلة ذات أطراف متعّبة. تصطبّ الخلايا طرفاً لطرف وتُشكّل شريطاً يشبه الأنبوب. للأنابيب الصغيرة المكتملة النمو جدران طرفية، بخلاف بعض العناصر الوعائية المكتملة النمو. لهذا السبب، تكون الأنابيب الصغيرة أقل كفاءة من العناصر الوعائية عند نقل المواد. فإرن بين تركيب الأنابيب الصغيرة والعناصر الوعائية في الشكل 6. في النباتات معراة البذور أو النباتات البذرية غير الزهرية، يتكون الخشب في الغالب من أنابيب صغيرة. أما في النباتات البذرية الزهرية، فيتكون الخشب من قصبية وأوعية. بما أنّ الأوعية أكثر كفاءة في نقل الماء والمواد، يفترض العلماء أنّ ذلك قد يفترس سبب نمو النباتات الزهرية في بيئات مختلفة عديدة.

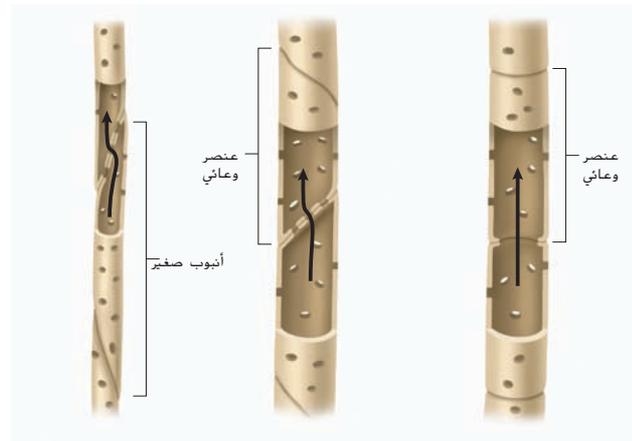
التأكد من فهم النص اشرح وظيفة كل من العناصر الوعائية والأنابيب الصغيرة.

الشكل 6 كل من الأنابيب الصغيرة والعناصر الوعائية هي الخلايا الناقلة في الخشب.

صورة محسّنة الألوان بالمجهر الإلكتروني الماسح، التكبير: 350x



القسم 1 • الخلايا والأنسجة النباتية 545



حقوق الطبع والنشر © محفوظة الحقوق مؤسسة McGraw-Hill Education

## عرض توضيحي

الشعيرات الجذرية اعرض للطلاب الشعيرات الجذرية على جذور بذور الفجل النامية. قبل أربعة أيام من العرض التوضيحي، ضَع بذور الفجل في طبق بتري على منشفة ورقية مبللة ثم ضَع الطبق في حقيبة بلاستيكية ذاتية الغلق. وأبعد الطبق عن ضوء الشمس المباشر. يمكن استخدام بذور الخردل وإبانتها في 24 h.

أسأل الطلاب: ما فائدة توافر الشعيرات الجذرية بأعداد كبيرة للغاية؟ توفر مساحة سطحية كبيرة لامتناس الماء والمواد الغذائية الزمن المقدّر: 5 min

## م تدريب المهارات

ضم ف م قارن وقابل

أسأل الطلاب: ما الخلايا التي يتكوّن

منها الخشب واللحاء؟ تُعبّر العناصر

الوعائية والأنابيب الصغيرة والأنابيب

الغريالية خلايا أنبوبية الشكل. وباستثناء

العناصر الوعائية في بعض النباتات، تحتوي

هذه الخلايا جميعها على نهايات فيها بعض

أنواع الثقوب. وفي بعض الحالات، تفقد

العناصر الوعائية جدرانها الطرفية. وتموت

خلايا الخشب عند النضج الوظيفي، بينما

تبقى خلايا اللحاء محتفظةً بالسيتوبلازم

م م اكتب مقارنةً على اللوحة لتقديم

مرجع مرثي.

## استراتيجية القراءة

م مفردات خاصة بالسياق

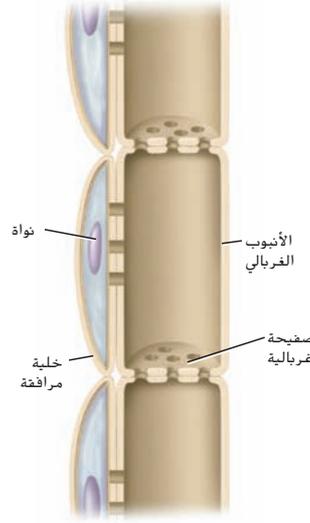
اشرح أنّ المفردة مخزن تُستخدم لوصف

موقع تخزين الكربوهيدرات لأنّ كل

الكربوهيدرات "تندفق" إلى هذه المنطقة

مثلما يتدفق الماء إلى منخفض لتخزينه

فيه.



الشكل 7 لاحظ الثقوب الموجودة في الصفائح الغريالية بين الأنابيب الغريالية.

اللحاء إنّ النسيج الأساسي الذي ينقل الغذاء هو اللحاء، فهو ينقل السكريات المذابة ومركبات عضوية أخرى في كل أجزاء البتة. تذكر أنّ الخشب ينقل فقط المواد بعيداً عن الجذور. أمّا اللحاء، فينقل المواد من الأوراق والسيقان إلى الجذور. ومن الجذور إلى الأوراق والسيقان. الجدير بالذكر أنّه ثمة خلايا حجرية وألياف مرتبطة باللحاء، على الرغم من أنها لا تُستخدم في النقل. وتوفّر هذه الخلايا السكليرنشيمية المتينة الدعم للبتة.

يتكوّن اللحاء من نوعين من الخلايا، أعضاء الأنابيب الغريالية والخلايا المرافقة. كما هو مبين في الشكل 7، يحتوي الأنابيب الغريالي على السيتوبلازم، لكنه يفتقر إلى النواة والرايبوسومات عندما يكون مكتمل النمو. وبجوار أعضاء الأنابيب الغريالية توجد ثمة خلايا مرافقة. لكل منها نواة. يفترض العلماء أنّ هذه النواة تساعد كلا من الخلية المرافقة والأنابيب الغريالي مكتمل النمو. في النباتات الزهرية تراكيب تُسمّى الصفائح الغريالية موجودة عند طرف الأنابيب الغريالية. ولهذه الصفائح الغريالية ثقوب واسعة يمكن أن تتدفق المواد المذابة من خلالها.

يتم أيضاً بعض الجلوكوز الذي تنتجه الأوراق والأنسجة الأخرى التي تقوم بعملية البناء الضوئي. لكن بعضه الآخر يتحوّل إلى نوع آخر من الكربوهيدرات، ويُنقل ليُخزّن في مناطق في البتة تُسمّى المخازن، ومن الأمثلة على المخازن خلايا التخزين البرنشيمية الموجودة في قشرة الجذر التي سيتمّ التطرّق إليها في القسم التالي من هذه الوحدة. إضافةً إلى ذلك، يُسوّى نقل الكربوهيدرات المذابة في اللحاء من المصادر إلى المخازن والمواد المذابة الأخرى الانتقال المكاني.

**الأنسجة الأساسية** إنّ فئة الأنسجة النباتية التي لا تندرج تحت الأنسجة المولدة أو الجلدية أو الوعائية هي الأنسجة الأساسية. وتتكوّن الأنسجة الأساسية من خلايا برنشيمية وكولنشيمية وسكليرنشيمية ولها وظائف متنوعة، منها البناء الضوئي والتخزين والدعم. إضافةً إلى ذلك، يتكوّن معظم النبات من نسيج أساسي. يحتوي النسيج الأساسي في الأوراق والسيقان الخضراء على خلايا تتضمن العديد من البلاستيدات الخضراء التي تنتج الجلوكوز للنبات، وفي بعض السيقان والجذور والبذور، تحتوي خلايا النسيج الأساسي على فجوات كبيرة تخزن السكريات أو النشا أو الزيوت أو مواد أخرى. كما توفّر الأنسجة الأساسية الدعم عندما تنمو بين أنواع أخرى من الأنسجة.

## القسم 1 التقييم

### ملخص القسم

ثمة ثلاثة أنواع من الخلايا النباتية.

يرتبط تركيب الخلية النباتية بوظيفتها.

ثمة أنواع مختلفة عديدة من الأنسجة النباتية، وهي الأنسجة المولدة والجلدية والوعائية والأساسية.

الخشب واللحاء هي أنسجة وعائية.

### فهم الأفكار الأساسية

1. صف الأنواع المختلفة للخلايا النباتية الموجودة في الأنسجة النباتية.
2. قارن وقابل بين أنواع الخلايا النباتية.
3. صف الشعيرة الجذرية وشرح وظيفتها.
4. حدّد موقع الكامبيوم الوعائي ووظيفته.
5. قارن بين نوعي خلايا الخشب المتخصصة.

### فكر بشكل ناقذ

6. أنشئ جدولاً يخلص تراكيب الأنسجة النباتية المختلفة ووظائفها. وذلك باستخدام المعلومات الموجودة في هذا القسم.
7. قيّم ميزة عدم وجود جدران طرفية في العناصر الوعائية.

### علم الأحياء

8. ألّف قصيدة عن أحد أنواع الأنسجة النباتية.

## التقييم التكويني

التقييم كلف الطلاب معاينة

الخلايا البرنشيمية والكولنشيمية

والسكليرنشيمية تحت المجهر وتحديد نوع الخلية.

أسأل الطلاب: كيف استطعت تحديد

الخلايا؟ الاختلافات في جدران الخلايا

ووجود السيتوبلازم

المعالجة اعرض للطلاب صوراً لأنواع

خلايا مختلفة واطلب منهم توضيح أوجه

الاختلاف. وقم بالمرجعة والتعزيز عن

طريق تكليف الطلاب بوصف الخلايا.

## القسم 1 التقييم

1. تتضمن الأنسجة المولدة الخلايا القمية والخلايا البينية والخلايا الجانبية.

وتتضمن الخلايا الجلدية خلايا البشرة وتغطي الجزء الخارجي للنبات.

تكوّن الخلايا الحارسة الثغور. ويتضمن النسيج الوعائي الخشب الذي

يتكوّن من نوعين من الخلايا - الأنابيب الصغيرة والعناصر الوعائية.

يتكوّن اللحاء من خلايا أعضاء الأنابيب الغريالية والخلايا المرافقة.

يحتوي النسيج الأساسي على كل أنواع الخلايا.

2. الخلايا البرنشيمية: جدران رقيقة وتحتفظ بالقدرة على الانقسام

المتساوي عند النضج: الخلايا الكولنشيمية: غير مستوية وتحتوي على

جدران خلايا سميكة وتحتفظ بالقدرة على الانقسام المتساوي عند

النضج: الخلايا السكليرنشيمية: جدران سميكة للغاية، وتفتقد المكونات

الحية عند النضج

3. الشعيرة الجذرية - امتداد لخلايا بشرة الجذر تزيد من مساحة السطح

4. الكامبيوم الوعائي - ينتج خلايا نقل جديدة في الجذور والسيقان

5. الأنابيب الصغيرة - خلايا أنبوبية طويلة ذات أطراف مثقبة، العناصر

الوعائية - خلايا أنبوبية متراصة طرفاً لطرف

6. يجب أن تحدد الجداول كل نوع من أنواع الأنسجة بأسلوب منظم.

7. الحركة الحرة للماء والمواد الحرة المذابة

8. يجب أن تكون القصيدة الخماسية الفكاهية دقيقة علمياً.

- كيف ترتبط تراكيب الجذور والسيقان والأوراق بوظائفها؟
- ما أوجه المقارنة بين تراكيب الجذور والسيقان والأوراق ووظائفها؟

## مفردات للمراجعة

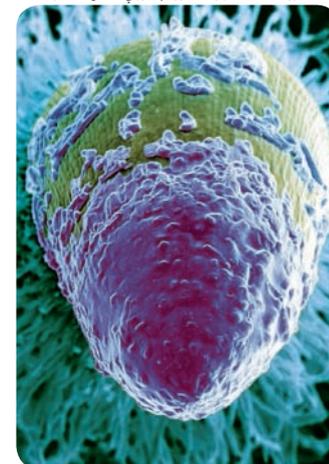
**النسيج المولّد القميّ apical meristem**: نسيج موجود عند أطراف الجذور والسيقان، يُنتج الخلايا المسؤولة عن الازدياد في الطول

## مفردات جديدة

root cap	قلنسوة الجذر
cortex	القشرة
endodermis	الأدمة الباطنية
pericycle	الدائرة المحيطة
petiole	السويقة
	النسيج المتوسط العمادي
palisade mesophyll	النسيج المتوسط الإسفنجي
spongy mesophyll	النسيج المتوسط الإسفنجي
transpiration	النتح

الشكل 8 تغطي قلنسوة الجذر قمة الجذر وتفتد الخلايا أثناء نمو الجذر في التربة.

صورة مجسّمة الألوان بالمجهر الإلكتروني الماسح، التكبير: 220×



## الجذور والسيقان والأوراق

## التمهيد للقراءة الأساسية

**روابط من القراءة بالحياة اليومية** يكون استخدام الشوكية لأكل سلطة الخس عادةً أكثر فعالية من استخدام الملعقة. لكن، إذا كنت تشرب حساء الطماطم، فستكون الملعقة أكثر فائدة من الشوكية. تُعد هذه أمثلة على التعبير الشائع "الأداة المناسبة للوظيفة المناسبة". وينطبق الشيء نفسه في الطبيعة، ويرتبط تنوع تراكيب النباتات بتنوع وظائفها.

## الجذور

إذا سبق لك أن أكلت جزراً أو فجلًا أو بطاطا حلوة، فهذا يعني أنك أكلت جزءاً من جذر نبتة. عادةً يكون الجذر أول تركيب ينمو من البذرة عند تبرعها. في معظم النباتات، تمتص الجذور الماء والمعادن المذابة التي تنتقل بعد ذلك إلى باقي أجزاء النبات. إذا ما حاولت اقتلاع إحدى الأعشاب، فستكتشف وظيفة أخرى للجذور. هي أنها تُثبّت النبات في التربة أو ببعض النباتات أو الأجسام الأخرى. إضافة إلى ذلك، تدعم الجذور النبات لمقاومة تأثيرات الجاذبية والرياح الشديدة والماء الجاري. في بعض النباتات، يكون النظام الجذري ضخمًا جدًا لدرجة أنه يُشكّل أكثر من نصف كتلة النبات. وتنمو جذور معظم النباتات من 0.5 m إلى 5 m زولاً في التربة. لكن لبعض النباتات، مثل نبات المسكيت الذي ينمو في الجزء الجنوبي الغربي الجاف من الولايات المتحدة، جذور تنمو زولاً حتى تصل إلى عمق 50 m في اتجاه الماء المتوفر. ثمة نباتات أخرى، مثل بعض نباتات الصبار، لها العديد من الجذور المتفرعة الضحلة نسبيًا التي تنمو انطلاقاً من الساق في كل الاتجاهات ليصل طولها إلى 50 m. ويُعدّ كلا نوعي الجذور من وسائل التكيف التي تساعد النبات في مواجهة محدودية الموارد المائية.

**بنية الجذر ونموه** تُغطّي قمة الجذر بقلنسوة الجذر، كما هو مبين في الشكل 8. وتتكوّن من الخلايا البرنشيمية التي تساعد على حماية أنسجة الجذر أثناء نموه. تُنتج خلايا قلنسوة الجذر مادة لزجة، تُشكل مع الطبقة الخارجية للخلايا مادة مشحمة، تُقلل من الاحتكاك أثناء نمو الجذر في التربة أو في شق في الرصيف أو في بعض المواد الأخرى. إضافة إلى ذلك، تُستبدل خلايا قلنسوة الجذر التي تعرضت للكشط أثناء نمو الجذر، بخلايا جديدة تُنتج في النسيج المولّد القميّ للجذر. لقد ذكرنا في القسم 1 أنّ النسيج المولّد القميّ للجذر يُنتج أيضًا خلايا تعمل على زيادة طول الجذر. تتطوّر هذه الخلايا إلى أنواع عديدة من أنسجة الجذور التي تؤدي وظائف مختلفة.

تعلمت في القسم 1 أيضًا أنّ طبقة البشرة تغطي الجذر. تُنتج بعض خلايا بشرة الجذر شعيرات جذرية تمتص الماء والمعادن المذابة. يُطلق على الطبقة التي تقع تحت طبقة البشرة اسم القشرة، وهي تتألف من أنسجة أساسية مكونة من خلايا برنشيمية تساهم في نقل المواد النباتية وتخزينها. تقع القشرة بين البشرة والأنسجة الوعائية للجذر. كل الماء والمواد الغذائية التي تمتصها خلايا البشرة تنتقل عبر القشرة وذلك للوصول إلى الأنسجة الوعائية.

التأكد من فهم النص اذكر ثلاث وظائف للجذور.

## القسم 2

## التمهيد للقراءة الأساسية

دم ص م ف م

تركيب النبات ووظيفته

أسأل الطلاب: كيف ترتبط وظائف

قدميك ويديك بتركيبهما؟ ستنتوّع

الإجابات لكنها قد تشمل: تسمح أصابع

اليدين والإبهام بالإمساك بالأشياء

واستخدامها، ويسهّل باطن القدم المسطح

نسبيًا إلى جانب الأصابع القصيرة المشي

على الرجلين. وضّح أنّ النباتات لها

تراكيب تؤدي وظائف محددة، كما في

الإنسان. أي من تراكيب النباتات التي

لها وظيفة محددة تألّف؟

سيكون الطلاب على الأرجح على دراية

بعده تراكيب، كجذوع الأشجار والأوراق.

## ن التفكير الناقد

دم استدل

أسأل الطلاب: لماذا يحتاج النبات إلى

القلنسوة؟ تحمي قلنسوة الجذر النسيج

المولّد القميّ الذي ينتج خلايا جديدة فينمو

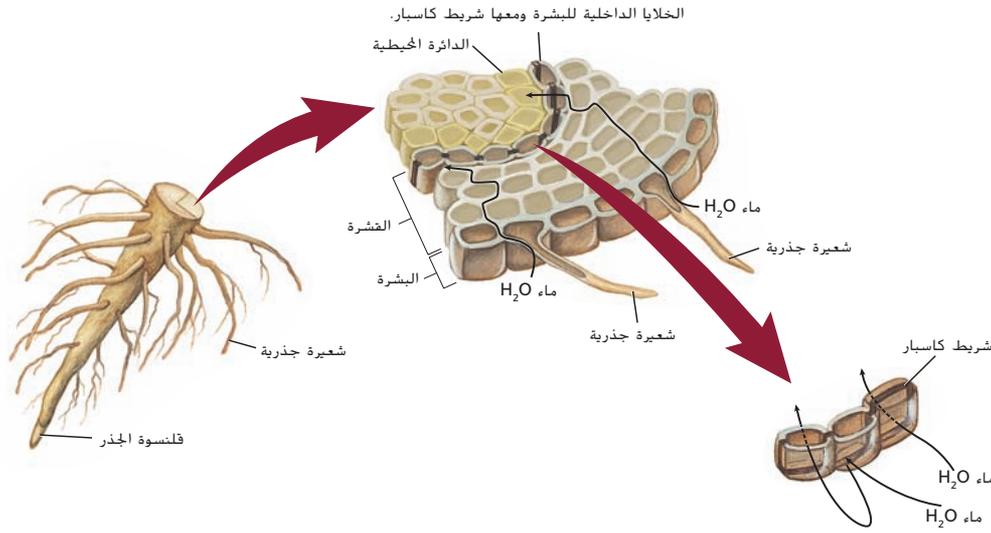
الجذر. كما أنّ إنتاج القلنسوة للمخاط يقلّل

الاحتكاك أثناء تحرك الجذر عبر التربة.

## التدريس المتميز

**فوق المستوى** ينبغي تحفيز الطلاب الذين أدّواهم فوق المستوى لتوسيع تفكيرهم إلى ما هو أبعد من تذكر الحقائق. استخدم أسئلة التفكير الناقد كالمسؤول الوارد في هذه الصفحة لمساعدة الطلاب في تطوير قدرات التفكير المجرد.

التأكد من فهم النص تمتص الجذور الماء والمغذيات وتثبّت النبات في التربة وتخزن المواد.

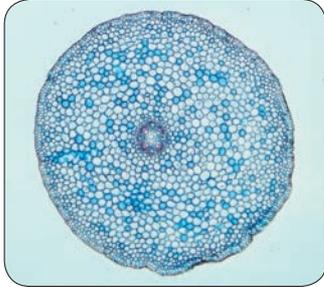


ثمة طبقة من الخلايا تسمى **الأدمة الباطنية**، في الحد الداخلي للقشرة كما هو مبين في الشكل 9. يحيط بكل خلية من خلايا الأدمة الباطنية شريط مقاوم للماء يسمى شريط كاسبار. يشكّل جزءاً من جدار الخلية. يشبه موقع شريط كاسبار موقع الطين الذي يحيط بالطوب في جدران المباني. يتشكّل شريط كاسبار حاجزاً يُرغم الماء والمعادن الهذابة على المرور عبر خلايا الأدمة الباطنية بدلاً من المرور من حولها. بالتالي، تنظّم الأغشية البلازمية لخلايا الأدمة الباطنية المواد التي تدخل إلى الأنسجة الوعائية.

يُطلق على طبقة الخلايا التي تجاور مباشرة الأدمة الباطنية في اتجاه مركز الجذر اسم **الدائرة المحيطية**، وهي نسيج يُنتج جذورًا جانبية. في غالبية النباتات الثنائية الفلقة وفي بعض النباتات الأحادية الفلقة، يتكوّن كامبيوم وعائي من أحد أجزاء الدائرة المحيطية. تذكّر أنّ الكامبيوم الوعائي يُنتج أنسجة وعائية تسهم في ازدياد قطر الجذر. يقع النسيجان الوعائيان، الخشب واللحاء، في مركز الجذر. يمكن التمييز بين النباتات الأحادية الفلقة والثنائية الفلقة، من خلال ضغط الخشب واللحاء في جذورها. كما هو مبين في الشكل 10.

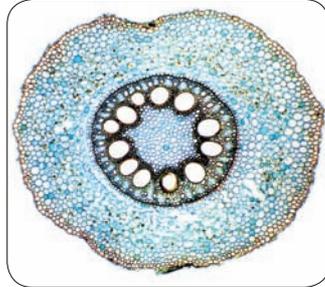
الشكل 9 يبيّن تركيب جذور النباتات دخول الماء والمعادن الهذابة إلى النبات وينتج تحركها. **سلسلة الأنسجة** يمر عبرها الماء أثناء انتقاله من الشعيرة الجذرية إلى نسيج خشب جذر ما.

صورة ملوّنة بالمجهر الضوئي، التكبير: 400×



ثنية ثنائية الفلقة

صورة ملوّنة بالمجهر الضوئي، التكبير: 14×



ثنية أحادية الفلقة

الشكل 10 في النباتات الأحادية الفلقة، تتناوب أشرطة الخشب وخلايا اللحاء، وتكون في العادة محيطة باللب المركزي للخلايا الذي يسمى اللبّاب. يوجد الخشب عند مركز جذور النباتات الثنائية الفلقة، ويكون على شكل X. بينما توجد خلايا اللحاء بين ذراعي الشكل X.

## 4 تدريب المهارات

دم ضم فم الثقافة المرئية إساءل

الطلاب القراءة عن تركيب الجذور ودراسة الشكل 9. ووضّح أنّ هذا الرسم التوضيحي عبارة عن مقطع عرضي للجذر. أما المقطع الطولي، فسَيُقطع من قمة الجذر إلى أسفله. كلف الطلاب رسم مقطع طولي للجذر المبين في الشكل 9.

## استراتيجية القراءة

دم

### متابعة الفهم

ركّز على عدد المفردات الجديدة الموجودة في هذا القسم. وذكّر الطلاب بالتأكد من فهمهم لمعاني المفردات الجديدة عند مقابلتها في النص. اقترح عليهم أن يعيدوا قراءة الجزء من النص ويستخدموا مفاتيح السياق لتساعدهم في توضيح المعنى في حال عدم تأكدهم من معنى المفردة. ثم اطلب منهم كتابة المعاني بأسلوبهم الخاص.

### سؤال حول الشكل 9

يمر الماء عبر الشعيرات الجذرية في البشرة إلى القشرة ثم إلى الأدمة الباطنية مع شريط كاسبار ثم إلى الدائرة المحيطية ومنها إلى الخشب.

## عرض توضيحي

دم ضم الجذور اجمع صورًا أو عينات لجذور مختلفة. وتأكد من تضمين بعض الجذور الصالحة للأكل كالبنجر والجزر والفضل.

أسأل الطلاب: سمّ أنواع الخلايا المختلفة التي يمكن أن تجدها في هذه الجذور. **الخلية البرنشيمية والخلية الكولنشيمية والخلية السكليرنشيمية سمّ بعض الأنسجة المختلفة ومواقع وجودها في الجذر. الأنسجة المولدة: بالقرب من القمة؛ الأنسجة الوعائية: في المركز؛ البشرة: الغطاء؛ الأنسجة الأساسية: بين الأنسجة الوعائية والبشرة الزمن المقدر: 5 min**

مراجعة في ضوء ما قرأته عن تراكيب  
النبات، كيف ستجيب الآن عن أسئلة  
التحليل؟

**أنواع الجذور** ثمة نوعان رئيسان من أنظمة الجذور. هما الجذور الوتدية والجذور اللبغية. يتكوّن نظام الجذر الوتدي من جذر سميك بالإضافة إلى بعض الجذور الصغيرة المتفرعة جانبيًا. وتُخزّن بعض النباتات، مثل القمح والبنجر والجزر، الغذاء في الخلايا البرنشيمية للجذر الوتدي. كما هو مبين في الجدول 2. ثمة جذور وتدية أخرى كما في نبات اللبلاب السام، تنمو بعمق في التربة في اتجاه الماء المتوفر. تتسم أنظمة الجذور اللبغية، المبينة أيضًا في الجدول 2، بوجود عدد كبير من الجذور المتفرعة التي لها الحجم نفسه تقريبًا، والتي تنمو من نقطة مركزية، بطريقة تشبه في ترتيبها أسلاك عجلة الدراجة نفسها. يمكن للنباتات أيضًا، أن تُخزّن النباتات أيضًا الغذاء في أنظمة الجذور اللبغية، فالبطاطا الحلوة مثلًا، تتكوّن على الجذور اللبغية.

تتكيف أنواع أخرى من الجذور، مبينة كذلك في الجدول 2، مع بيئات متنوعة. ففي المناطق القاحلة، تُنتج بعض النباتات جذورًا كبيرة تخزّن الماء. تُطور أشجار السرو والقرم وبعض الأشجار الأخرى التي تعيش في الماء، جذورًا متحوّرة تساعد في إمداد الجذور المستنقطة الجذور التنفسية بالأكسجين. تتكوّن الجذور العرضية في أماكن لا تنمو فيها الجذور عادةً، ويمكنها القيام بوظائف مختلفة. على سبيل المثال، لبعض الأشجار الاستوائية جذور عرضية تساعد في دعم فروعها. تشبه هذه الجذور أثناء نموها جذوع الأشجار.

تقويم تطور فهم المحتوى  
قوّم مدى تطور الفهم عندما يراجع  
الطلاب أسئلة تحليل التجربة الاستهلالية.

## استراتيجية القراءة

ض م

### قراءة إضافية

نظّم الطلاب في خمس مجموعات  
وخصّص لكل مجموعة إحدى المفردات  
التالية: الجذر الوتدي والجذر اللبغية  
والجذر الدعامي والجذور التنفسية  
وجذور تخزين الماء. اطلب من كل  
مجموعة البحث عن نوع الجذور الخاص  
بها وعرض ملصق يوضّح مميزات هذا  
النوع من الجذور لباقي الصف الدراسي.  
ووجّه الطلاب إلى تضمين ما يلي في  
ملصقاتهم: نوع الجذر ووظيفته وأمثلة من  
نباتات مختلفة تحتوي على هذا النوع من  
الجذور.

ض م تأكّد من أنّ مواد البحث ذات مستوى  
يناسب الطلاب الذين هم دون مستوى  
الصف.

## تطوير المفاهيم

ض م

### توضيح مفهوم خاطئ

#### اسأل الطلاب: هل تنمو كل جذور

النباتات في التربة؟ لا قد يفترض  
العديد من الطلاب أنّ الجذور تثبت كل  
النباتات في التربة. إلا أنّ هذا غير صحيح.  
فبعض النباتات، كالطحلب الإسباني  
وهو نبات هوائي، ينمو في الأشجار وينتج  
جذورًا هوائية لا تلمس التربة أبدًا. اعرض  
للطلاب صورًا لتوضيح المفهوم. واتصل  
بأصحاب الدفيئات لاستعارة نباتات هوائية  
للصف.

## أنظمة الجذور ووسائل تكيفها

### الجدول 2

النوع	نظام الجذر الوتدي	نظام الجذر اللبغية	الجذر المتحوّور
المثال			
الوظيفة	<ul style="list-style-type: none"> <li>تثبيت النبات</li> <li>تخزين الغذاء والماء</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>تثبيت النبات</li> <li>التخزين السريع للماء</li> </ul>	تخزين الماء

النوع	الجذور العرضية — الجذور الدعامية	الجذور المتحوّرة — الجذور التنفسية
المثال		
الوظيفة	دعم سيقان النبات	مدّ الجذور المغمورة بالأكسجين

القسم 2 • الجذور والسيقان والأوراق 549

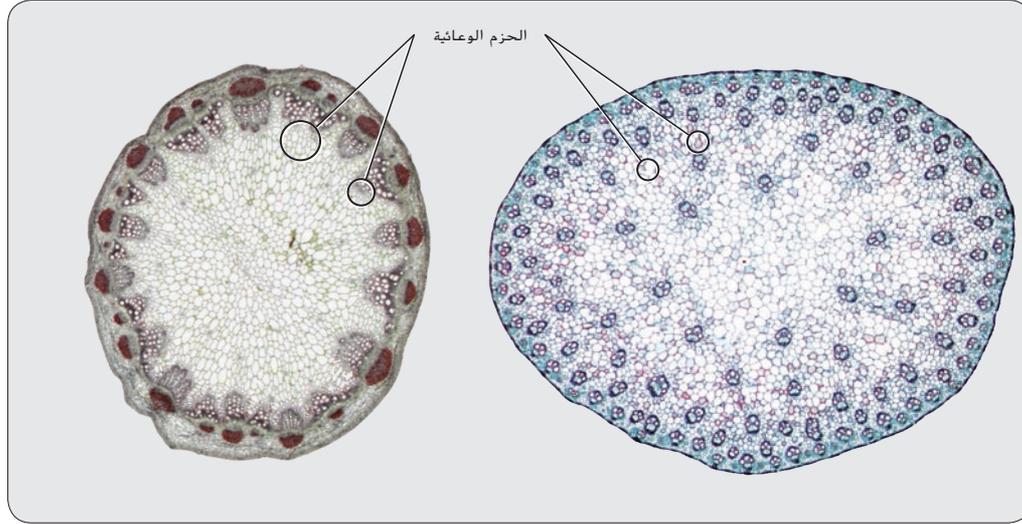
## مقتطف من بحث

**البحث** تشير الأبحاث التربوية إلى أهمية  
مطالبة الطلاب بإجراء بحث كذلك المقترح  
في نشاط التعلم التعاوني في هذه الصفحة.  
ويتطلب البحث في موضوع ما أن يطوّر  
الطلاب أسئلة ذات دلالة ويقدموا روابط  
بمواقف من الحياة اليومية. (Hoffman, 1992)

## التدريس المتمايز

**ضعاف السمع** عند تنظيم الطلاب في  
مجموعات لنشاط التعلم التعاوني، قم بإعداد  
الأقران للعمل مع الطلاب ضعاف السمع حتى  
يتمكنوا من المشاركة الكاملة في المجموعة.  
وذكّر الطلاب بالنظر مباشرة إلى الطلاب  
ضعاف السمع عندما يتحدثون ليتمكنوا من رؤية  
شفاهم وتعابير وجوههم بشكل واضح.

القسم 2 • الجذور والسيقان والأوراق 549



نبته ثنائية الفلقة

نبته أحادية الفلقة

## السيقان

قد تكون على علم بأن أوراق الهليون عبارة عن سيقان. لكنك قد تُفاجأ حين تعلم بوجود أنواع عديدة من سيقان النباتات، فبعض سيقان النباتات، كالهليون، تكون ملساء ومرنة وخضراء بسبب وجود البلاستيدات الخضراء، وبالتالي يمكنها القيام بعملية البناء الضوئي. يسمّى هذا النوع من السيقان "العشبية"، كما أنّ لأغلب النباتات السنوية هذا النوع من السيقان. تتميز سيقان النخيل والخيزران، بكونها ليفيّة وصلية. إنّ للأشجار والشجيرات والعديد من النباتات المعترّة، سيقانًا خشبيّةً معترّة لا تقوم بعملية البناء الضوئي. يتمتّع بعض النباتات الأكثر قدمًا بسيقان مغطاة باللحاء، يمكن لهذا النسيج الفليني الصلب حماية الساق من الأضرار المادية ومن غزو الحشرات. لقد نجت بعض الأشجار من حرائق الغابات بأقل قدر ممكن من الأضرار بفضل اللحاء الذي يغطي جذوعها.

**تركيب الساق ووظيفتها** تتمثل وظيفة ساق النبات الرئيسية في دعم أوراق النبات وتراكيبه التناسلية. فتتغل الأنسجة الوعائية في الساق الماء والمواد المذابة إلى أجزاء النبات كما توفر له الدعم. إنّ الأنسجة مرتبة في صورة حزم أو مجموعات مُحاطة بخلايا برنشيمية. كذلك هو الحال بالنسبة إلى الجذور، يمكن استخدام نبط هذه الأنسجة للتمييز بين النباتات الأحادية الفلقة والنباتات الثنائية الفلقة، كما هو مبين في الشكل 11.

**نمو الساق** ينتج عن الخلايا التي يُنتجها النسيج المولّد القميّ إزديادًا في طول الساق. فكلما زاد طول النبات، وفرّ إزدياد قطر الساق دعمًا إضافيًا. يرجع السبب في إزدياد قطر الساق في النباتات السنوية، إلى إزدياد حجم الخلية، وترجع زيادة قطر الساق في النباتات، مثل المعترّات الثنائيات الفلقة والخروطيات، إلى إنتاج الكامبيوم الوعائي للخلايا. يمكن أن يؤدي إنتاج الخشب واللحاء على مدار العام، إلى إنتاج حلقات النمو السنوية. يمكن تخمين عمر الشجرة عن طريق عدّ حلقات النمو السنوية الموجودة في قاعدة جذعها، مثل تلك الموجودة في شجرة البلوط الأبيض المبيّنة في الشكل 12.

■ الشكل 11 يتجمّع خشب ولحاء السيقان معًا في الحزم الوعائية. تنتشر الحزم الوعائية الموجودة في سيقان النباتات الأحادية الفلقة، تحتوي سيقان النباتات الثنائية الفلقة على حلقة واحدة، أو حلقات متحدة المركز، من الحزم الوعائية.

■ الشكل 12 تتشكل حلقة النمو السنوية في ساق النباتات الخشبية، عند استئناف النمو بعد فترة يظل فيها هذا الأخير أو يتعدهم. استدلل كيف يمكن أن تؤثر كمية الرطوبة المتوفرة في عرض حلقة النمو السنوية.



550 الوحدة 19 • بنية النبات ووظائفه

## م تدريب المهارات

دم ض م قارن وقابل

**أسأل الطلاب:** ما أوجه الشبه والاختلاف بين ساق النباتات ذات الفلقة الواحدة وساق النباتات ذات الفلقتين؟ تحتوي الساقان على خلايا الخشب واللحاء والخلايا البرنشيمية. وتترتب الحزم الوعائية في النباتات ذات الفلقتين في حلقات متحدة المركز، بينما تنتشر الحزم الوعائية في ساق النباتات ذات الفلقة الواحدة بشكل عشوائي.

## ن التفكير الناقد

دم ض م فم احكم

**أسأل الطلاب:** ما قيمة اللحاء باعتباره نسيجًا واقئيًا؟ يحمي اللحاء السيقان من الأضرار المادية كالناتجة عن الحرق أو الخدش. كما يمكنه أن يمنع غزو الحشرات أو التلف الناتج عن الحيوانات. لخص أهمية الأنسجة المحمية. يُعتبّر النسيج الوعائي مهمًا في نقل الماء والمغذيات إلى جانب الدعم. أما الأنسجة الأساسية، فتُستخدم في تخزين المغذيات.

## ح تطوير المفاهيم

دم ض م فم دمج التاريخ

**أسأل الطلاب:** ماذا يمكن أن نعرف عن تاريخ منطقة ما من خلال فحص حلقات النمو السنوية للشجرة؟ ستتنوّع الإجابات، لكنها قد تشمل معرفة عمر الشجرة، أو معلومات عن فترات الجفاف أو المشكلات الأخرى المتعلقة بالمناخ. يتوافق اتساع الحلقة مع خصائص فصل النمو؛ فعند وفرة ضوء الشمس والأمطار، تتسع حلقات النمو، بينما تضيق الحلقات في فترات الجفاف.

## خلفية عن المحتوى

**معلومات للمعلم** تتكوّن الجذور التنفسية التي تنتجها أشجار القرم من نسيج إسفنجي يعلو فوق سطح الماء. وتساعد الجذور التنفسية النباتات على تبادل الغازات كغاز  $O_2$  و  $CO_2$  مع البيئة والجذور تحت السطحية التي ترتبط بها. أما الآلية التي تُنتج بها الأشجار الجذور التنفسية، فهي غير معروفة.

■ سؤال حول الشكل 12 خلال فترات الجفاف، تكون الحلقات أضيق منها عند توافر الماء.

## ح تطوير المفاهيم

دم ضم فم

### توضيح مفهوم خاطئ

اعرض للطلاب عنق ورقة الكرفس.

### اسأل الطلاب: أي أجزاء النبات هذا؟

سيعتقد معظم الطلاب أنه ساق. وضح أن

كلمة العنق هي اختصار لمصطلح عنق

الورقة. وأن عنق ورقة الكرفس هو بالفعل

جزء من الورقة. وتُعرف عنق الورقة كذلك

بالسويقة. اقطع عدة مقاطع عرضية من

السويقة واسمح للطلاب بفحصها.

### اسأل الطلاب: هل ترى أي أدلة تشير

إلى أنها ليست ساقًا؟ ستتنوع الإجابات.

مَرَّ مقاطع عرضية لساق الهليون أو

غيرها من السيقان العشبية وكلف

الطلاب مقارنتها بسويقة الكرفس.

### اسأل الطلاب: ما أوجه الاختلاف

بينهما في الشكل؟ تأخذ السويقة شكلًا

هلاليًا، بينما تكون الساق مستديرة.

## تطوير المفاهيم

دم ضم فم

النشاط كلف الطلاب جمع

صور لأنواع مختلفة من السيقان ولصقتها

على لوحة الإعلانات. واستخدم بطاقات

الفهرسة لإضافة التسميات التالية: بصيلة

الدرنة والريزوم والسيقان الجارية /

المدادة والكورمات. وكلف أحد الطلاب

التطوع للصق التسميات على الصور.

تُعتبر كتالوجات الحدائق مصدرًا جيدًا

للحصول على الصور.

**أنواع السيقان** تتمتع كل السيقان بوسائل تكيف تساعد النباتات على البقاء على قيد الحياة. في بعض النباتات، تُمكن وسائل التكيف هذه السيقان من تخزين الفائض من الغذاء. وفي نباتات أخرى، تساعد على تحمل الجفاف أو البرد أو الحرارة. قد يكون من السهولة بمكان، أن تتعرف على سيقان الطماطم وأشجار البلوط، إلا أن ثمة نباتات أخرى لها سيقان لا تشبه السيقان النموذجية. على سبيل المثال، تُمثل البطاطس البيضاء نوعًا من السيقان يسمى الدرنة. وهي ساق منتفخة تنمو تحت الأرض مع براعم يمكن أن تنمو منها ثمار بطاطس جديدة. أما ساق البصل أو الخزامي أو الزنبق المخطط، فهي جزء من بصلة النبات والبصلة ساق قصيرة مضغوطة محاطة بأوراق طرية. لدى نباتات السوسن وبعض السراخس ريزومات، هي سيقان تنمو أفقيًا تحت الأرض. يخزن بعض الريزومات الغذاء. أما السيقان الجارية أو المدادة، فهي سيقان تنمو على طول سطح التربة في الطبيعة، مثل تلك الموجودة في نباتات الفراولة وبعض الحشائش. إن الزعفران والديوث أمثلة على النباتات التي تُشكّل الكعوب. يتكوّن الكعب بالكامل تقريبًا من نسج الساق. مع بعض الأوراق الحرفشية أعلى قمته. ثمة أمثلة على بعض أنواع السيقان هذه مبيّنة في الجدول 3.

الجدول 3		أنواع السيقان	
النوع	الدرنة	الريزوم	الساق الجارية
المثال			
الوظيفة	تخزين الغذاء	تخزين الغذاء التكاثر اللاجنسي	التكاثر اللاجنسي
النوع	البصلة	الكعب	
المثال			
الوظيفة	تخزين الغذاء	تخزين الغذاء	

القسم 2 • الجذور والسيقان والأوراق 551

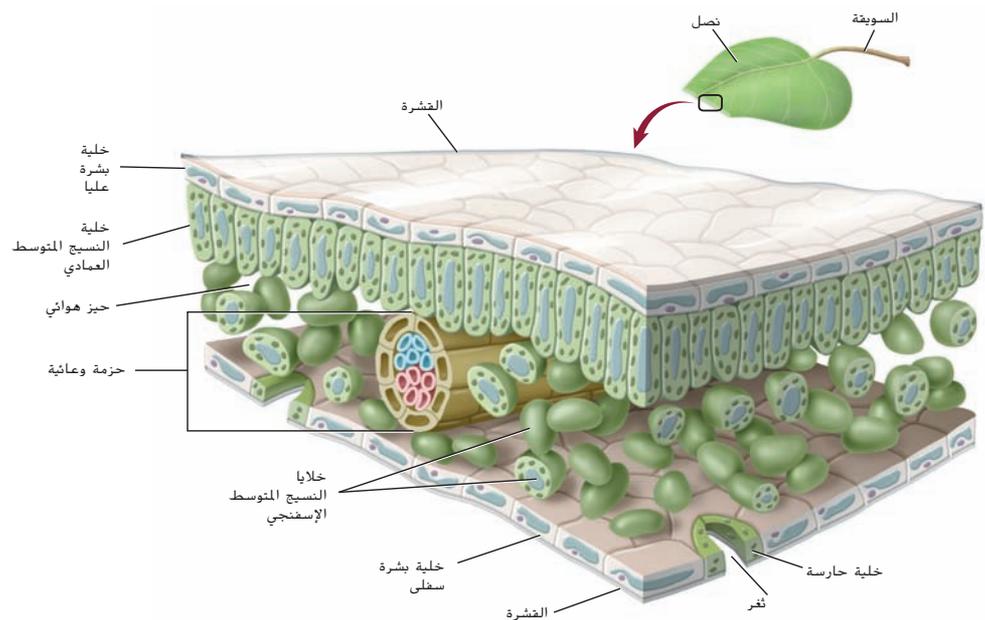
## عرض توضيحي

**دم ضم فم النقل** قم بشراء ثلاثة نباتات قرنفل بيضاء أو اطلبها من بائعي الزهور. وحضّر ثلاثة محاليل من الماء والملونات الغذائية: أحمر وأزرق وأخضر. ثم اقطع الجزء السفلي من ساق الزهرة لكشف الأنسجة الحديدية. ضَع زهرة في المحلول الأخضر. وقم بشقّ الجزء السفلي من أحد السيقان بشكل طولي بطول 20 cm تقريبًا باتجاه أعلى الساق. ضَع أحد جانبي الساق في الملون الغذائي الأزرق والآخر في الأحمر. واترك أحد نباتات القرنفل في الماء العادي.

### اسأل الطلاب: ماذا سيحدث للساق والزهرة في رأيك؟

**ستتحرك المحاليل الملونة إلى أعلى الساق.** في اليوم التالي، اعرض للطلاب الساق والزهرة واطلب منهم تقييم فرضياتهم. الزمن المقدر: 5 min كل يوم

القسم 2 • الجذور والسيقان والأوراق 551



الشكل 13 توضح الأنسجة المختلفة للأوراق  
العلاقة بين التركيب والوظيفة.  
استدل على سبب أهمية وجود قشرة  
شفافة للنبات.

### الأوراق

تتخذ الأوراق أشكالاً وألواناً متعددة، وتختلف ترتيباتها في النباتات باختلاف الأنواع. يمكن أن تتنوع أحجام الأوراق بدءاً من ورقة يبلغ قطرها 2 m حتى ورقة يقل طولها عن 1 mm. فضلاً عن ذلك، يتراوح عدد الأوراق التي ينتجها النبات، في الموسم الزراعي، بين قليل، كما في نبات النرجس البري، وصولاً إلى مئات الآلاف من الأوراق التي تنتجها شجرة الخشب الصلب الناضجة.

**تركيب الورقة** تتمثل الوظيفة الرئيسة للأوراق في عملية البناء الضوئي، ويتلاءم تركيبها مع هذه الوظيفة بصورة جيدة. تحتوي معظم الأوراق على جزء مسطح يُسمى النصل يتميز بمساحة سطح كبيرة نسبياً. وفقاً لنوع النبات، يمكن أن يصل بين النصل والساق عود يسمى **السويقة**، يربط النسيج الوعائي للسويقة بين الأنسجة الوعائية للساق والأنسجة الوعائية للورقة أو عروق الورقة. تفتقر بعض النباتات، كالأعشاب مثلاً، إلى السويقات، وتتصل نصول أوراقها بالساق مباشرة. يتلاءم التركيب الداخلي لمعظم الأوراق جيداً مع عملية البناء الضوئي. يبين الشكل 13 الخلايا المترابطة بإحكام مباشرة تحت طبقة البشرة العلوية للورقة. إن هذا المكان هو الأكثر عرضة للضوء، لذلك فإن معظم عملية البناء الضوئي في هذه الخلايا التي تشبه الأعمدة، إنها تحتوي على العديد من البلاستيدات الخضراء وتكوّن نسيجاً يسمى **النسيج المتوسط العمادي**، أو الطبقة العمادية. يوجد أسفل النسيج المتوسط العمادي **النسيج المتوسط الإسفنجي**، الذي يتألف من خلايا متباعدة غير منتظمة الشكل، يوجد بينها فراغات، يتحرك كل من الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون وبخار الماء عبر الفراغات الموجودة في النسيج المتوسط الإسفنجي. إضافة على ذلك، تحتوي خلايا النسيج المتوسط الإسفنجي على بلاستيدات خضراء، لكن عددها في كل خلية هو أقل من عددها في النسيج المتوسط العمادي.

### المفردات

#### أصل الكلمة

**النسيج المتوسط mesophyll**  
**meso-** مشتقة من الكلمة اليونانية **me-** وهي تعني وسط  
**SOS**.  
**-phyll** مشتقة من الكلمة اليونانية **phyllon**، وهي تعني ورقة.

### ح تطوير المفاهيم

#### م النشاط كلف الطلاب جمع عينات

للأوراق وتجفيفها من خلال وضعها بين أوراق صحف فارغة. ضَع الكتب أو الكتالوجات مصطفة على أوراق الصحف لتسطيح العينة. واسأل الطلاب لصق الأوراق المجففة على لوحة الملصقات. ثم وفّر كتب التعرّف على النباتات حتى يتمكن الطلاب من التعرف على أوراقهم في الحقل. حدّر الطلاب من القيام بجمع العينات من الحدائق أو الملكيات الخاصة، وحدّرهم من المخاطر المحتملة للنباتات السامة.

### ن التفكير الناقد

#### م التقييم

#### أسأل الطلاب: كيف يساهم التركيب الداخلي للورقة في حدوث عملية البناء الضوئي؟ يساعد ترتيب خلايا النسيج العمادي على تعرض أكبر عدد من الخلايا لضوء الشمس. كما يحتوي النسيج المتوسط الإسفنجي على فراغات هوائية تسمح بتبادل الغازات مع البيئة. هل يمكنك اقتراح ترتيب أفضل لخلايا النسيج العمادي؟ ستتنوع الإجابات، لكن ربما يقترح الطلاب أنه إذا كان وضع الخلايا أفقياً لا عمودياً، فقد تحصل على كمية أكبر من ضوء الشمس.

#### سؤال حول الشكل 13

يجب أن تكون القشرة شفافة كي يتمكن الضوء من الوصول إلى البلاستيدات الخضراء ويستطيع النبات صنع الغذاء.

### التدريس المتمايز

**دون المستوى** عند تقويم نشاط جمع الأوراق الموضّح في هذه الصفحة، فكّر في عمل الطلاب الذين هم دون مستوى الصف وفقاً للأهداف الفردية، وقد يكون من الضروري تغيير النسبة المئوية للعمل المطلوب لدرجة النجاح وفقاً للقدرات الفردية.

### مقتطف من بحث

**التفكير الناقد** تشير الأبحاث التربوية إلى أنّ الطلاب يتعلمون بصورة أفضل عن طريق توسيع تفكيرهم إلى ما هو أبعد من مجرد تذكر الحقائق، وتمنح مناقشة سؤال التفكير الناقد في هذه الصفحة فرصة للطلاب للتأمل في النص بطريقة ذات معنى.  
(Lambert and Cobb, 2003)

## المطويات

لمزيد من التعمق كلف الطلاب رسم مخططات لخلايا البشريتين العلوية والسفلية على ظهر الصفحات المناسبة من مطوياتهم. يجب أن توضح المخططات وجود ثغرات على البشرة السفلية أكثر منها في البشرة العلوية.

## التفكير الناقد

دم ص م ف م استدل

**أسأل الطلاب:** ما سبب احتواء الجانب السفلي للورقة بشكل عام على ثغرات أكثر من الجانب العلوي؟ الثغرات في الجانب العلوي للأوراق أكثر عرضة لضوء الشمس المباشر وهذا التعرض يزيد من معدل التبخر.

## تدريب المهارات

دم ص م ف م الثقافة المرئية

كلف الطلاب القراءة عن أوراق النباتات ذات الفلقة الواحدة وذات الفلقتين. واطلب منهم فحص الشكل 14 وتحديد ما إذا كانت الأوراق لنباتات ذات فلقة واحدة أم ذات فلقتين. الأوراق التي تحتوي على عروق متوازية من ذوات الفلقة الواحدة. والباقي من ذوات الفلقتين.

## تطوير المفاهيم

**النشاط** كلف الطلاب وضع الأوراق الحديثة في حقائب شطائر بلاستيكية وإغلاقها بإحكام. **أسأل الطلاب:** في رأيك، ماذا سيحدث على مدار الـ 20 دقيقة التالية؟ ستنتفخ الإجابات، لكن قد يقترح الطلاب أن الأوراق ستذبل. بعد مرور 20 min، إسأل الطلاب ملاحظة الأوراق.

**أسأل الطلاب:** ماذا تلاحظ في الحقائب؟ تكاثف الماء ما مصدر التكاثف الموجود داخل الحقيب؟ النتج كيف يمكننا زيادة كمية التكاثف؟ ضع الحقائب في ضوء الشمس.

FOLDABLES

ضمن مطونتك معلومات من هذا القسم.

**تبادل الغازات والنتج** تعمل البشرة على تغطية الورقة وهي تحتوي على ثغور. باستثناء الأوراق المغمورة للنباتات المائية، الجدير بالذكر أن الجانب السفلي للأوراق يحتوي عادةً على ثغور أكثر من الجانب العلوي. تذكر أن ثمة خليتين حارستين تحيطان بالثغور. فعندما ينتشر الماء داخل الخليتين الحارستين أكثر من انتشاره خارجهما، يتغير شكلهما بحيث ينفث الثغور. في المقابل، عندما يكون انتشار الماء خارج الخليتين الحارستين أكثر منه داخلهما، يتغير شكلهما بحيث ينغلق الثغور. لقد تلمعت أن ثاني أكسيد الكربون يُستخدم في عملية البناء الضوئي، بينما يمثل الأكسجين أحد نواتجها الثانوية. إن انتشار هذين الغازين وغيرهما داخل النبات وخارجه يحدث عبر الثغور.

ينتقل الماء في معظم النباتات، من الجذور إلى أعلى عبر السيقان. ومنها إلى الأوراق ليحل محل الماء الذي استهلكه البناء الضوئي والذي فقده النبات خلال التبخر. يتبخر الماء من داخل الورقة إلى خارجها عبر الثغور، من خلال عملية تسمى **النتج** تساعد على شد عمود الماء إلى أعلى.

**خصائص الأوراق** هل يمكنك التعرف على شجرة القيقب من خلال رؤية أوراقها؟ يمكن لبعض الأشخاص الاعتماد على أوجه الاختلاف في حجم الأوراق وشكلها ولونها ولمسها، لمساعدتهم في التعرف على أنواع النباتات. يتسم بعض الأوراق بالبساطة، أي أن نصل الورقة غير مقسم إلى أجزاء أصغر. أما الأوراق المركبة، فتحتوي على أنصال مقسمة إلى جزأين أو أكثر، من الأجزاء الأصغر حجماً التي تسمى وريقات، كما هو مبين في الشكل 14.

يمكن استخدام ترتيب الأوراق على الساق، المبيّن أيضًا في الشكل 14، للتمييز بين أنواع النباتات. يعرف ترتيب النمو بـ "المتقابل" في حال وجود وريقتين متعاكستين بصورة مباشرة على الساق. أما ترتيب النمو المتبادل، فيحدث عند تناوب مواضع الأوراق على جانبي الساق المتقابلين. ثمة ترتيب ثالث يُعرف بالترتيب الدائري، ويحدث عند تباعد ثلاث أوراق أو أكثر بمسافة بينية متساوية حول الساق في الموضع نفسه.

إضافة إلى أنه يمكن استخدام ترتيب العروق في الورقة أو نمط التفرع للتعرف على الأوراق. تحتوي النباتات الأحادية الفلقة عادةً على نمط تفرع متواز بينما تشمل النباتات الثنائية الفلقة على نمط تفرع متفرع أو يشبه الشبكة.

الشكل 14 في كل نوع من النباتات البذرية يوجد أوراق لها مجموعة فريدة من الخصائص. تم تبيان بعضها في هذا الشكل.

نوع الورقة	نمط تعرّج الورقة	ترتيب الأوراق
بسيطة	راحي	متقابل
مرّبة	ريشي	متبادل
	متوازي	سوّاري

القسم 2 • الجذور والسيقان والأوراق 553



نبات الكرسول



الصبّار

■ الشكل 15 تنمو أشواك الصبار في صورة مجموعات تنيق من مناطق صغيرة مرتفعة على الساق تُسمى الهلّل. وتُعدّ أوراق نبات الكرسول أعضاء مُخزّنة للماء.

**تحورات الأوراق** على الرغم من أنّ الوظيفة الأساسية للأوراق هي عملية البناء الضوئي، إلا أنّ العديد من التحورات الكيميائية والتركيبية للورقة يرتبط بوظائف أخرى. فالكثير من النباتات العصارية، مثل الصبار في الشكل 15، لها أوراق متحوّرة تسمى أشواكًا. تساعد الأشواك الصبار على حماية نفسه من أن تأكله الحيوانات، ذلك بالإضافة إلى تقليل فقدان الماء. وتستخدم بعض النباتات العصارية الأخرى الأوراق كمواقع لتخزين الماء، فتتملئ الخلايا بالماء عند توفرها. أما عندما يشح الماء، فتعمل هذه المخازن على ضمان بقاء النباتات على قيد الحياة لفترة طويلة.

### المفردات الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام الشوكة spine

الاستخدام العلمي: ورقة متحوّرة رقيقة حادة من الصبار أو أي نبات عصاري آخر. جرحت أشواك الصبار الحيوان.

الاستخدام العام: النخاع الشوكي للحيوان.

تضرّر النخاع الشوكي لراكب الدراجة النارية بسبب الحادث.

## مساحة لتحليل البيانات 1

### استنادًا إلى بيانات حقيقية\* تكوين فرضية

#### هل تُفضّل يرقات اليبريس نباتات محددة؟

أراد عالم معرفة نوع العوامل — الرائحة أو المذاق أو اللمس — الذي يساعد يرقات اليبريس على اختيار الغذاء. فاستخدمت أربعة أطباق بتري لكل من الأوراق السليمة والمقطوعة. وتألفت كل مجموعة أوراق من نبات من العائلة اللاحردلية (الضابط) وثلاثة نباتات مختلفة من العائلة اللاحردلية. ثم وضعت يرقة في كل طبق. وأخذت تراقب سلوكها وتسجل الملاحظات.

#### البيانات والملاحظات

بيّن الجدول نتائج التجربة.

بشير الحرف T إلى أنّ اليرقة قد لامست النبتة لكنها لم تقضمها. يشير الحرف A إلى أنّ اليرقة قد قضمت الورقة فضمة واحدة ثم تركتها. ويشير الحرف C إلى أنّ اليرقة قد استمرت في أكل الورقة لبعض الوقت.

\*أخذت البيانات من: Chew, F. S. 1980. Foodplant preferences of *Pieris* caterpillars. *Oecologia* 46: 347-353

النباتات المقيّمة			الأوراق السليمة			الأوراق المقطوعة		
C	A	T	C	A	T	C	A	T
0	0	8	0	0	8	0	0	8
13	18	17	14	16	14	13	18	17
25	24	22	19	18	16	25	24	22
23	19	15	9	10	8	23	19	15

#### التفكير الناقد

1. افحص البيانات. ما الاتجاه الذي تلاحظه في اختيار اليرقات لنباتات العائلة اللاحردلية ونباتات الضابط؟
2. قارن بين بيانات الأوراق السليمة والمقطوعة.
3. ضع فرضية تفسّر اختيار اليرقات للأوراق.

## مساحة لتحليل البيانات 1

### توضيحات عن الموضوع

- تفضل يرقات اليبريس أوراق النباتات الصليبية (نباتات من العائلة اللاحردلية). وتجذبها الجلوكوسينولات.
- تضع الفراشة بيضها بعد "تذوق" الأوراق بواسطة المستقبلات الموجودة في قدمها.
- تُعتبر يرقات اليبريس من الحشرات الزراعية.
- راجع أيضًا Renwick et al. 2001. Dual chemical barriers protect a plant against different larval stages of an insect. *Journal of Chemical Ecology* 27: 1575

### التفكير الناقد

1. تفضل اليرقات النباتات اللاحردلية على نباتات الضابط.
2. في عينات الضابط، كان لليرقات الاستجابة نفسها للأوراق السليمة والأوراق المقطوعة. فقد استجابت اليرقات بالطريقة نفسها لكل من الأوراق السليمة والمقطوعة من النبات اللاحردلي 1. وأظهرت اليرقات تفضيلًا طفيفًا للأوراق المقطوعة من النبات اللاحردلي 2. بينما أظهرت اليرقات تفضيلًا كبيرًا للأوراق المقطوعة من النبات اللاحردلي 3.
3. ستتوّج الإجابات. قد يقترح الطلاب أنّ شيئًا ما يتعلق بمذاق النبات أو القيمة الغذائية قد يتسبب في تفضيله على النباتات الأخرى.

## ك دعم الكتابة

### دم ضم دم كتابة ملخص

كلّف الطلاب البحث في أشواك الصبار وكتابة تلخيص قصير لنتائجهم. وأخبر الطلاب بتضمين معلومات عن الموضوعات التالية: الفرق بين الأشواك اللاحردلية والأشواك العادية وطريقة تشكّل الأشواك اللاحردلية ووظيفتها.

## خلفية عن المحتوى

**معلومات للمعلم** قد ينتقل الماء مسافة 100 m من الجذور إلى الأوراق. وتشير الأبحاث إلى أنّ النتج يمثّل قوة دافعة في حركة الماء هذه. ويمكن لبعض الأشجار أن تفقد ما يصل إلى 200 L/h بسبب النتج. فتمتلئ الفراغات الموجودة بين خلايا الورقة بخليط من الغازات، بخار الماء و CO<sub>2</sub> و O<sub>2</sub>. فينتشر بخار الماء من باطن الورقة الرطب إلى الهواء الجاف خارجها، ما يولّد ضغطًا سلبيًا على أسطح الخلايا يسحب الماء من داخل الخشب إلى الفراغات الداخلية في الورقة. وعند انتشار الماء إلى الخارج عبر الثغور، يتم سحب المزيد من الماء من الخشب ليحل محله.

## ق استراتيجيات القراءة

دم ضم فم إنشاء روابط

كلّف الطلاب قراءة النص أسفل العنوان تحورات الأوراق في الصفحة السابقة. ثمّ أسألهم إذا ما كانوا قد شاهدوا أيًا من هذه التحورات من قبل، واطلب منهم مشاركة ما يعرفونه مع الصف الدراسي. إسأل الطلاب اختيار أحد التحورات وكتابة تلخيص موجز عن مدى أهمية التحور في بقاء الأنواع على قيد الحياة. ناقش ذلك مع طلاب الصف.



نبته الإبريق

الشكل 16 ترتبط تحورات الورقة بالوظائف المختلفة. ففي نبات البوينسييتيا، تغيّر الغاية ألوانها وتجذب الملقحات. وتحتوي بطانة الورقة المتحورة لنبات الإبريق على شعيرات تنمو إلى أسفل، فتحول دون زحف الحيوان المحاصر نحو الخارج.



نبته البوينسييتيا

في بعض النباتات مثل البوينسييتيا، تتغيّر الأوراق الموجودة عند أطراف السيقان، التي تسمى الفنايات، من اللون الأخضر إلى لون آخر. وذلك استجابةً لعدد ساعات الظلام في بيئتها. توجد في مركز الأوراق الملونة لهذه النباتات عادةً أزهار صغيرة، مبيّنة في الشكل 16. وتشبه الأوراق بتلات الأزهار وتجذب الملقحات. تُنتج أوراق نبات الندية مادة لزجة تصطاد الحشرات. يتمتع نبات الإبريق، المبيّن أيضًا في الشكل 16، بأوراق متحورة تشبه الأسطوانة مملوءة بالماء ويمكنها اصطياد الحشرات والحيوانات الصغيرة وإغراقها بالماء. يتيح هذان النوعان من وسائل التكيف للنباتات، الحصول على المواد الغذائية، وخاصةً النيتروجين من الحشرات التي تصطادها.

ربما تعرف لليلاب السام أو البلوط السام اللذين من الممكن أن يسببا تهيجًا شديدًا لجلد بعض الأشخاص. إنّ هذه أمثلة على الأوراق التي تحتوي على مواد كيميائية سامة تمنع الكائنات الحية من لمسها. تتمتع بعض الأوراق بتحورات تمنع آكلات النباتات من أكلها. على سبيل المثال، يشتمل كل من بشرة الطماطم وأوراق نباتات الفرع وسيقانها على شعر صغير جدًا وغدد عند أطرافها تسمى "الشعيرات". تحتوي الفدد على مواد تنفر منها الحشرات وآكلات النباتات الأخرى. لقد تعلّمت أثناء القراءة عن السيقان أنّ البصلات عبارة عن سيقان قصيرة فيها أوراق. تمثّل أوراق البصلة تراكيب متحورة لتخزين الغذاء، وهي تقوم بإمداد البصلة الخاملة بمصادر الطاقة اللازمة عند توافر ظروف النمو المواتية.

## التقييم التكويني

أسأل الطلاب: ما وظائف الجذور

والسيقان والأوراق؟ تعمل الجذور على

تثبيت النبات وامتصاص الماء وتخزين

المواد؛ وتقوم السيقان بدعم النبات ونقل

المواد وخمل الأوراق والزهور؛ وتمثّل الأوراق

الموقع الأساسي لعملية البناء الضوئي.

المعالجة كلّف الطلاب إنشاء جدول من

ثلاثة أعمدة بالعناوين الجذور والسيقان

والأوراق. واطلب منهم قراءة القسم ثانية

وكتابة وظيفة كل جزء تحت العنوان

المناسب. كما يمكن أن تكون البطاقات

التعليمية مناسبة لهذا التمرين حيث

يُسجّل في كل بطاقة التركيب على أحد

جانبيها والوظيفة على الجانب الآخر.

كلّف الطلاب تشكيل فرق ليختبروا

بعضهم بعضًا.

## القسم 2 التقييم

### ملخص القسم

- تُثبّت الجذور النباتات وتمتص الماء والمواد الغذائية.
- تدعم السيقان النبات وتحمل الأوراق.
- إنّ الأوراق هي المواقع التي تحدث فيها عملية البناء الضوئي والنتح.
- تتجه العديد من التحورات المختلفة للجذور والسيقان والأوراق.
- تساعد التحورات النباتات في البقاء على قيد الحياة ضمن بيئات مختلفة.

### فهم الأفكار الأساسية

1. **استخدم (الأساسية)** لخص وظائف قلنسوة الجذر والقشرة والأدمة الباطنية.
2. **قارن** بين نسيج الورقة المتوسط العمادي ونسيجها المتوسط الإسفنجي.
3. **صف** اثنين من تحورات الورقة ووظيفتهما.
4. **ارسم** ترتيب الأنسجة الوعائية في ساق النباتات الأحادية الفلقة وجذرها وساق النباتات الثنائية الفلقة وجذرها وأذكر اسمه.

### فكّر بشكل ناقذ

5. **قيّم** سبب أهمية دور الثغور في النبات.
6. **الروايات في علم الأحياء** تُنتج إحدى الغايات ما يقارب الـ 970 kg من الأكسجين لكل طن متري من الخشب المُنتج. إذا كان متوسط تنفس الإنسان من الأكسجين حوالي 165 kg في السنة، فكم يكون عدد الأشخاص الذين يمكنهم العيش في هذه الغاية؟

القسم 2 • الجذور والسيقان والأوراق 555

## القسم 2 التقييم

1. قلنسوة الجذر - الخلايا البرنشيمية التي تحمي الجذر وتزلقه؛ القشرة - الخلايا البرنشيمية التي تشارك في عمليات التخزين والنقل في الجذر؛ الأدمة الباطنية - شريط مقاوم للماء يُسمى "شريط كاسبير" يُرغم الماء والمعادن المذابة على المرور عبر خلايا الأدمة الباطنية
2. يُعدّ النسيج المتوسط العمادي طبقةً من الخلايا المترابطة بإحكام في الورقة وهو الموقع الذي تحدث فيه أغلب عملية البناء الضوئي. بينما يتكوّن النسيج المتوسط الإسفنجي من خلايا متباعدة، وتسمح الفراغات الموجودة بين الخلايا بانتقال الماء والغازات عبر الورقة.

القسم 2 • الجذور والسيقان والأوراق 555

## القسم 3

### المكرة الأساسية

**د م ض م ف م** دور الهرمونات ربما شاهد العديد من الطلاب نباتات تنحني باتجاه الضوء من قبل.

**أسأل الطلاب: هل يمكنك شرح طريقة حدوث ذلك؟ ستنتج الإجابات.**

قد لا يعرف الطلاب الآلية المسؤولة عن حدوث ذلك. في هذا القسم، سيتعرف الطلاب على هرمونات النباتات واستجاباتها.

### ق استراتيجية القراءة

**د م ض م ف م** التعلم التعاوني

**أسأل زميلك** كلف الطلاب قراءة النص أسفل العنوان الأكسين. ثم اطلب من مجموعات ثنائية من الطلاب تبادل الأدوار لطرح الأسئلة التالية بعضهم على بعض: ما تأثير الهرمون في خلايا النبات؟ ما تأثير الهرمون في النبات ككل؟ كثر هذا النشاط لكل هرمون.

ساعد الطلاب على إكمال مخطط من ثلاثة أعمدة بحيث يتم إدراج هرمونات النباتات في العمود الأول والإجابة عن السؤالين في العمودين الثاني والثالث.

### دعم الكتابة

**د م ض م ف م** كتابة إقناعية

كلف الطلاب كتابة حجة تؤيد استخدام هرمونات النباتات في إنتاج الغذاء أو تعارضها. واطلب منهم تضمين دليل يدعم حجبتهم.

### تدريب المهارات

**د م** الثقافة المرئية

إسأل الطلاب فحص الأشكال 17-19 لتحديد مكان مصدر هرمونات النباتات. ثم اطلب منهم تحديد أماكن إنتاج الأكسينات والجبرلين والإيثيلين في النباتات. واطلب منهم وصف تأثير تلك الهرمونات في النباتات.

## القسم 3

### تمهيد للقراءة

#### الأسئلة المهمة

- ما الأنواع الرئيسة لهرمونات النباتات؟
- كيف تؤثر الهرمونات في نمو النباتات؟
- كيف تتشابه الأنواع المختلفة من استجابات النبات؟

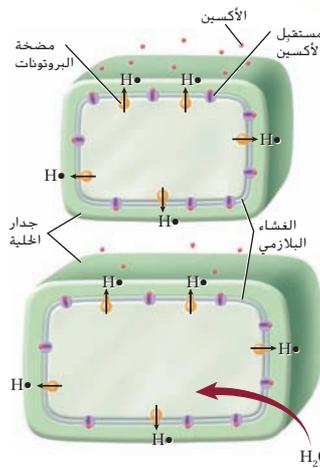
#### مفردات للمراجعة

النقل النشط **active transport**: حركة المواد عبر الغشاء البلازمي في عكس اتجاه منحدر التركيز

#### مفردات جديدة

auxin	الأكسين
gibberellins	الجبرلين
ethylene	الإيثيلين
cytokinin	السايټوكاينين
nastic response	استجابة الحركة
tropism	الاتحاء

الشكل 17 يُعزز الأكسين تدفق أيونات الهيدروجين إلى جدار الخلية مما يضعفه فيدخل الماء إلى الخلية مما يجعلها تستطيل.



556 الوحدة 19 • بنية النبات ووظائفه

## هرمونات النباتات واستجاباتها

**المكرة الأساسية** يمكن أن تؤثر الهرمونات في استجابات النبات لبيئته.

**روابط من القراءة بالحياة اليومية** ربما تعلمت في درس الصحة أو في مقرر علوم آخر أنّ الهرمونات تتحكم في الاستجابات المختلفة لجسمك. فعند تناول الطعام، ترسل الهرمونات إشارات إلى خلايا جهازك الهضمي لتُفرز إنزيمات الهضم. على الرغم من أنّ النباتات ليس لها أجهزة هضمية تُفرز إنزيمات، إلا أنّ الهرمونات تتحكم في جوانب متعددة من نموها وتطورها.

### الهرمونات النباتية

إنّ الهرمونات مركّبات عضوية تُصنع في جزء مُعيّن من الكائن الحي، ثم تنتقل إلى جزء آخر حيث يكون لها تأثير فيه. يحتاج الكائن الحي إلى كمية ضئيلة جدًا من الهرمون لإحداث تغيير فيه. هل تفاعلت عند قراءة أنّ النباتات تُنتج هرمونات؟ يمكن أن تؤثر الهرمونات النباتية في انقسام الخلية أو نموها أو تمايزها. تشير نتائج البحث إلى أنّ الهرمونات النباتية تعمل من خلال الارتباط كيميائيًا بالغشاء البلازمي في مواقع محددة تُسمى البروتينات المستقبلية. يُمكن أن تؤثر هذه المستقبلات في التعبير الجيني أو نشاط الإنزيمات أو نفاذية الغشاء البلازمي بالطريقة نفسها التي تؤثر بها الهرمونات في استجابات جسم الإنسان.

**الأكسين** هو من الهرمونات النباتية الأولى التي تم اكتشافها. تمّة أنواع مختلفة منه، غير أنّ حمض إندول الخليك هو من أكثر الأنواع دراسة. يُنتج حمض إندول الخليك (IAA) في الأنسجة المولدة القميّة والبراعم والأوراق الصغيرة والأنسجة الأخرى التي تنمو سريعًا. وينتقل عبر النبتة من خلية برنشيمية إلى أخرى من خلال أحد أنواع النقل النشط. الجدير بالذكر أنّه تمّ قياس سرعة هذا الانتقال وبلغت 1 cm في الساعة. تنتقل بعض الأكسينات أيضًا في اللحاء. فضلًا عن ذلك، ينتقل الأكسين في اتجاه واحد فقط بعيدًا عن مكان إنتاجه.

**الربط بالكيمياء** يُحفز الأكسين عادةً تمدد الخلايا أو استطالتها. تشير الأبحاث إلى أنّ هذه عملية غير مباشرة تحدث في الخلايا الصغيرة. فالأكسين يُعزّز تدفق أيونات الهيدروجين عبر مضخات البروتون من السيتوبلازم إلى جدار الخلية، ما يؤدي إلى بيئة أشد حموضة، وبالتالي إلى إضعاف الروابط بين ألياف السيلولوز في جدار الخلية. إضافةً إلى أنّه يُنشّط إنزيمات مُعيّنة تساعد في تفكيك جدار الخلية. نتيجة لفقدان أيونات الهيدروجين في السيتوبلازم، يدخل الماء إلى الخلية كما هو مُبيّن في الشكل 17. بنجم عن ضعف جدران الخلية وازدياد الضغط الداخلي استطالة الخلية.

يختلف تأثير الأكسين في النبتة اختلافًا كبيرًا بناءً على تركيزه وموقعه. على سبيل المثال، نجد أنّ تركيز الأكسين الذي يعزز نمو الساق يمكن أن يثبط نمو الجذر في بعض النباتات، وتُحفز التركيزات المنخفضة من الأكسين استطالة الخلية عادةً، في حين قد تسبب التركيزات الأعلى منه أثرًا معاكسًا. كذلك، يمكن أن يؤدي وجود هرمونات أخرى إلى تعديل من تأثيرات الأكسين.

### خلفية عن المحتوى

**معلومات للمعلم** ينتقل الأكسين بعيدًا عن جذر البرعم أو قمته بواسطة النقل القطبي للأكسين. وعندما ينتشر الأكسين في جدار الخلية (بيئة حمضية)، يلتقط أيون هيدروجين  $H^+$ ، مما يجعل الأكسين متعادلاً. ويمكن للأكسين الصغير المتعادل أن يمر عبر الغشاء البلازمي. وفي داخل الخلية، يفقد الأكسين أيون الهيدروجين  $H^+$ ، فيحتجر الأكسين داخل الخلية لأنّ الغشاء أقل نفاذية للأيونات. وتُضخ أيونات الهيدروجين  $H^+$  خارج الخلية بفعل مضخات البروتون التي تعمل بـ ATP. فينتشر الأكسين في الطرف المقابل للخلية، وتقوم بروتينات حاملة محددة بنقل الأكسين سالب الشحنة عبر الغشاء باستخدام فرق جهد الغشاء الذي تكوّن بفعل مضخات البروتون.

## تطوير المفاهيم

د م ض م

### توضيح مفهوم خاطئ

**أسأل الطلاب:** هل سبق لك أن رأيت

**ثمرة بدون بذور؟ ستنتوَع الإجابات.**

أشرح أنه في بعض الحالات يمكن أن يتسبب العلاج بالهرمونات في إنتاج ثمار بدون بذور. وقد يكون ذلك سمة وراثية في النبات. وعلى الرغم من أن رش بعض النباتات بالجبرلين سيؤدي إلى إنتاج ثمار بلا بذور، إلا أن الثمار اللابذرية لا تنمو كلها بالطريقة نفسها. فبعض الثمار، مثل العنب الذي لا بذور له، تنتج ثمارًا بلا بذور نتيجة صفة وراثية فيها.

يمكن استخدام التجربة الموجودة في نهاية الوحدة في هذه المرحلة من الدرس.

### الاهتمام

#### بالبيئة

بدلاً من شراء رزم من أنواع عديدة من ورق التمثيل البياني، استخدم الموارد المتاحة عبر الإنترنت التي تتيح لك طباعة ورق التمثيل البياني مجاناً. ويمكنك حينئذ طباعة العدد الذي تريده فقط من الأوراق. على الورق المعاد تدويره.

### التأكد من فهم النص يُحفز ارتفاع

مستويات الأكسين تمدد الخلايا أو استطالتها. تؤثر الأكسينات في تكوّن الثمار وتؤخر سقوطها. وقد يؤدي انخفاض مستويات الأكسين إلى سقوط الثمرة من النبات.



الشكل 18

الصورة العلوية: يُثبط الأكسين نمو الفروع الجانبية.  
الصورة السفلية: تُثقل إزالة النسيج المولّد القوي من كمية الأكسين، لذا تنمو الفروع الجانبية.

يُسبب وجود الأكسين أيضاً ظاهرة تُسمى سيادة القمة وتحدث هذه الظاهرة عندما ينمو النبات غالباً نحو الأعلى من دون فروع جانبية أو مع القليل منها. فالأكسين الذي ينتجه النسيج المولّد القوي يثبط نمو الفروع الجانبية. مع ذلك، تؤدي إزالة النسيج المولّد القوي إلى تقليل كمية الأكسين الموجودة مما يُعزّز نمو الفروع الجانبية. يُبين الشكل 18 الفرق الذي تُحدثه هذه الإزالة. تؤثر الأكسينات في تكوّن الثمار وتؤخر سقوطها. تُشير نتائج الأبحاث إلى أن نُضج الخلايا يصبح بطيء إنتاج الأكسين. في نهاية موسم النمو، تؤدي قلة كمية الأكسين في بعض الأشجار والشجيرات إلى سقوط الثمار الناضجة على الأرض وسقوط الأوراق قبل فصل الشتاء.

✓ **التأكد من فهم النص** قارن وقابل بين طرق تأثير التركيزات المختلفة للأكسين في النبات.

**الجبرلين** تسبب مجموعة الهرمونات النباتية التي تُسمى **الجبرلين** استطالة الخلية وتُحفّز انقسامها وتؤثر في نمو البذور. الجدير بالذكر أن الجبرلين ينتقل في الأنسجة الوعائية. تفتقر النباتات القزمية غالباً إلى الجينات المسؤولة عن إنتاج الجبرلين أو الجينات المسؤولة عن المستقبيلات البروتينية للجبرلين. ويزداد طول النباتات التي تفتقر إلى الجينات المسؤولة عن الجبرلين ولكن لديها مستقبلاته. عند معالجتها بالجبرلين، قد يتسبب وضع الجبرلين على نبتة ما في ازدياد طولها.

**الإيثيلين** إنّ الهرمون الغازي الوحيد المعروف هو **الإيثيلين**، وهو مركّب بسيط يتكوّن من ذرتي كربون وأربع ذرات هيدروجين. الإيثيلين موجود في الأنسجة النباتية مثل الثمار الناضجة والأوراق المتساقطة والأزهار. يمكن للإيثيلين أن ينتشر في الفراغات بين الخلايا لأنه غاز. كما إنه ينتقل داخل اللحاء. على الرغم من أن الإيثيلين قد يؤثر في أجزاء أخرى من النباتات، إلا أنه يؤثر في نُضج الثمار بشكل أساسي كما أنه يتسبب في إضعاف جدران خلايا الثمار غير الناضجة وتحليل الكربوهيدرات المعقدة إلى سكريات بسيطة. عند تعرّض الثمار للإيثيلين تصبح أكثر طراوة من الثمار غير الناضجة وأكثر حلاوة منها. بما أن الثمار والخضروات الناضجة معرضة للإصابة بالكدمات بسهولة أثناء الشحن، فإن المزارعين غالباً يجنّبونها ويشحنونها غير ناضجة. ما إن تصل إلى وجهتها، حتى تُعالج بالإيثيلين مما يُسرّع من عملية نُضجها. إنّ تأثيرات الإيثيلين مُبيّنة أدناه في الشكل 19.



الشكل 19 إذا عولجت الطماطم الموجودة على اليسار بالإيثيلين، فمن المتوقع أن تبدو مثل نظيرتها الموجودة على اليمين.

القسم 3 • هرمونات النباتات واستجاباتها 557

## عرض توضيحي

**د م ض م** **إنضاج الثمار** ضع موزة ناضجة مع موزة خضراء في كيس. وضع موزتين غير ناضجتين في كيس آخر. وتأكد من أن ثمار الموز الخضراء الثلاث متساوية في درجة عدم النضج. **أسأل الطلاب:** في رأيك، ماذا سيحدث؟ **ستعمل الموزة الناضجة على تسريع إنضاج الموزة الخضراء.** اترك الأكياس في درجة حرارة الغرفة لمدة يومين. وراجع توقعات الطلاب وافتح الأكياس. ذكّر الطلاب بأنّ الموزة الناضجة تُطلق الإيثيلين، الذي يتسبب في إنضاج الموزة الثانية بشكل أسرع. الزمن المقدر: 10 min يومياً

القسم 3 • هرمونات النباتات واستجاباتها 557



### مهن مرتبطة بعلم الأحياء

**عالم وظائف أعضاء النبات يُعدّ**  
موضوع كيمياء النباتات، بما في ذلك  
آلية عمل الهرمونات النباتية، أحد  
الموضوعات المتعددة التي يدرسها  
علماء وظائف أعضاء النبات. يعمل  
العديد منهم في مجال التدريس وإجراء  
الأبحاث في الجامعات.

**السايتوكاينين** يتم إنتاج **السايتوكاينين** المحفّز للنمو في الخلايا سريعة الانقسام. وينتقل إلى أجزاء أخرى من النبتة من خلال الخشب. يُعزّز السايتوكاينين انقسام الخلية من خلال تحفيز إنتاج البروتينات اللازمة للانقسام المتساوي وانقسام السيتوبلازم. بما أنّ السايتوكاينين يزيد من معدل النمو، فإنه يُضاف غالباً إلى أساطل نموّ مُستخدمة في استنبات أنسجة نباتية وهي تقنية مختبرية مُستخدمة لزراعة النباتات من قطع من الأنسجة النباتية. إضافةً إلى ذلك، يؤثر وجود هرمونات أخرى، وخاصة الأكسين، في عمل السايتوكاينين. على سبيل المثال، يُحفّز حمض إندول الخليك (IAA) وحده استطالة الخلايا. أما إذا خلط مع السايتوكاينين، فيعزّز سرعة انقسام الخلايا ويسرّع نموها.

✓ **التأكد من فهم النص** صف طريقتين يُمكن أن تؤثر بهما الهرمونات في النباتات.

## استجابات النباتات

هل نساءلت يوماً لماذا تنمو أوراق النباتات المنزلية باتجاه النافذة، أو كيف يتسلق نبات الكرم أحد الأعمدة؟ هذه الظاهرة وغيرها من الأحداث — مثل نمو الجذور نحو الأسفل ونمو السيقان نحو الأعلى وإسقاط الأشجار لأوراقها واصطياد أوراق بعض النباتات للحشرات — تعود إلى استجابات النباتات لبيئتها.

**استجابات الحركة** يُطلق على استجابة النبات التي تسبب حركة لا تعتمد على اتجاه المؤثر اسم **استجابة الحركة**. وهذه ليست استجابة نمو، بل استجابة مؤقتة، ويمكن تكرارها. من أمثلة استجابة الحركة تفتح الأوراق أثناء النهار وانغلاقها في الليل لحفظ الحرارة أو حركة وريقات الميموزا بوديكا عند لمسها. تحدث استجابات الحركة بسبب تغيّر ضغط الماء في خلايا الورقة. وعند زوال المؤثر، تعود الأوراق إلى مواضعها الأصلية.

## تجربة مصفرة 2

### التحقق من استجابة النبات

ما المؤثر الذي يتسبب في إطباق نبتة صائد الذباب (فينوس) لأوراقها؟ لنبتة صائد الذباب (فينوس) أوراق متخصصة تصطاد الحشرات وتُهضمها. وفي هذه التجربة، سنتعلم نوع المؤثر اللازم لتحفيز استجابة الاصطياد.

#### الإجراء

1. حدد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. افحص نبتة صائد الذباب (فينوس) عندما تكون أوراقها مفتوحة.
3. باستخدام فرشاة رسم صغيرة، المس بعناية إحدى شعيرات الاستشعار الموجودة على السطح الداخلي للورقة.
4. انتظر 60 ثانية، والآن، استخدم فرشاة الرسم والمس شعيرتين استشعاريّتين مختلفتين أو المس شعيرة استشعار واحدة ثم المسها مرة أخرى في غضون عشر ثوان.
5. بعد أن قيمت بتحفيز الأوراق على الانطباع، راقب النبتة، كلما أمكن ذلك، لتحديد الوقت الذي تستغرقه المصيدة لتفتح مرة أخرى.

#### التحليل

1. حدّد نوع المؤثر اللازم لتحفيز ورقة النبتة على الانطباع. ما الوقت الذي استغرقته الورقة حتى تفتح مرة أخرى؟
2. **التفكير الناقد** إذا أسقطت حشرة مبيدة على ورقة، فمن المحتمل أن تنطبق الورقة. ولكنها لن تنطبق بإحكام وستفتح بعد ذلك من دون هضم الحشرة. بناءً على هذه التجربة، ضع فرضية حول طريقة تمييز النبتة بين حشرة حية وأخرى ميتة.

558 الوحدة 19 • بنية النبات ووظائفه

## تجربة مصفرة 2

الزمن المقدّر 15 min

**مواد بديلة** يمكن للطلاب أيضاً تجربة الورقة التي تُطوى من خلال فحص النبات الحساس الميموزا بوديكا. كما يمكن استخدام مقطع فيديو لنبات صائد الذباب (فينوس) أثناء إطباق أوراقه.

**احتياطات السلامة** حدّد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.

### استراتيجيات التدريس

- احرص على أن يعامل الطلاب النباتات برفق وألا يتلفوا الأوراق.
- تيّب الطلاب إلى توخي الحذر والتحرك ببطء عند لمس شعيرات الاستشعار بحيث يلمسون الشعيرات المطلوب منهم لمسها فقط.

### التنظيف والتخلص من

**النفايات** كلف الطلاب إرجاع النباتات إلى مكان حفظها وإرجاع فرش الرسم إلى منطقة التخزين.

### التحليل

1. يجب أن تُحفّز شعيرتان مختلفتان حتى تنطبق المصيدة. وستفتح المصيدة مرة أخرى بعد 12 h تقريباً.
2. قد يدرك الطلاب أنّ الحشرة الحية تستمر في التحرك وأنّ هذه الحركة ستحفّز المزيد من شعيرات الاستشعار، مما يؤدي إلى إطباق المصيدة بإحكام أكثر.

## التدريس المتمايز

**ضعاف البصر** قد يواجه الطلاب ضعاف البصر صعوبة في ممارسة أنشطة التجربة في هذه الوحدة، التي تتطلب ملاحظات بصرية للنباتات. ساعد هؤلاء الطلاب من خلال الوصف الشفهي للعينات التي سيرونها.

تتمثل مهارة المعلم في إثارة  
المرح من خلال التعبير الإبداعي  
والمعرفة.

—ألبرت أينشتاين

✓ **التأكد من فهم النص** قد تؤثر  
الهرمونات في النباتات فتتسبب في  
نموها، وقد تتسبب الهرمونات أيضاً  
في إنضاج الثمار.

558 الوحدة 19 • تركيب النبات ووظيفته

## ح تطوير المفاهيم

دم ص م فم الدعم التدريجي

تواصل مع الطلاب: اذكر ثلاثة

أنواع من الانتحاءات. الانتحاء الضوئي

والانتحاء الأرضي والانتحاء للمسي

قابل بين الانتحاء الأرضي الموجب

والانتحاء الأرضي السالب. إن الانتحاء

الأرضي الموجب هو النمو في اتجاه

الجاذبية. أما الانتحاء الأرضي السالب،

فهو النمو بعيدًا عن الجاذبية. قوّم أهمية

نوعي الانتحاء الأرضي للنمو وبقاء

البذور على قيد الحياة. ستعتمد البذرة

الموجودة تحت سطح التربة على الانتحاء

الأرضي كدليل للاتجاه. فاحتاج الجذور إلى

النمو إلى أسفل في التربة. وتحتاج البراعم

إلى النمو في اتجاه الضوء. مما يمكن النبات

من القيام بعملية البناء الضوئي.

## التقويم التكويني

التقييم

كلّف الطلاب إنشاء جدول وإدراج أربعة

أنواع مختلفة من هرمونات النباتات

وتأثيراتها في نمو النبات. الأكسين—

استطالة الخلايا؛ الجبرلين—انقسام الخلايا؛

السايتوكاينين—انقسام الخلايا؛ والإيثيلين—

إنضاج الثمار

المعالجة قسّم الصف الدراسي إلى

مجموعات صغيرة واطلب منهم مناقشة

الهرمونات المختلفة وتأثيراتها في النباتات.

واقترح على الطلاب كتابة قصيدة أو

أغنية لمساعدتهم على تذكر الهرمونات.

الانتحاء	المؤثر/ الاستجابة	الانتحاء النبات
الانتحاء الضوئي	الضوء • النمو باتجاه مصدر الضوء	مثال 
الانتحاء الأرضي	الجاذبية • موجب: النمو نحو الأسفل • سالب: النمو نحو الأعلى	
الانتحاء للمسي	ميكانيكي • نمو باتجاه نقطة ملامسة	

يعتبر إطباق نبتة صائد الذباب (فيتوس) لأوراقها مثالاً آخر على استجابة الحركة. تُشير الأبحاث الحديثة إلى أنّ ذلك ينتج عن حركة الماء داخل كل نصف من الورقة الصاعدة. كما تتسبب هذه الحركة في التمدد غير المتساوي حتى يتغيّر الشكل المنحني للورقة فجأة وتطبق المصيدة.

**استجابات الانتحاء** ما الذي تلاحظه حول النباتات في الجدول 4؟ هذه أمثلة على استجابات الانتحاء أو الانتحاءات. إنّ **الانتحاء** هو استجابة نمو النبات لمؤثر خارجي. إذا كان نمو النبات الناجم عن ذلك باتجاه المؤثر، فإنه يُسمّى **انتحاءً موجباً**. وإذا كان ضوء الناجم عن ذلك بعيداً عن اتجاه المؤثر، فإنه يُسمّى **انتحاءً سالباً**. ثمة أنواع عديدة مختلفة من الانتحاء. تشمل الانتحاء الضوئي والانتحاء الأرضي والانتحاء للمسي.

إنّ الانتحاء الضوئي هو استجابة نمو النبات للضوء الناتج عن التوزيع غير المتساوي للأكسين إذ تكون كمية الأكسين صغيرة في الجانب المقابل لمصدر الضوء وكبيرة في الجانب البعيد عن مصدر الضوء. بما أنّ الأكسين يمكن أن يتسبب في استطالة الخلايا، فإن خلايا الجانب البعيد عن الضوء تستطيل، ويزداد طول ساق هذا الجانب. بالتالي، ينحني الساق باتجاه مصدر الضوء.

يُعتبر الانتحاء الأرضي استجابة نمو النبات للجاذبية. وتُظهر الجذور عادةً **انتحاءً أرضياً موجباً**. كذلك، يساعد نمو الجذور إلى أسفل في التربة في تثبيت النبات ويجعل الجذور ملازمة للماء والمعادن. بينما تُظهر الساق **انتحاءً أرضياً سالباً** عندما تنمو إلى أعلى بعيداً عن الجاذبية. ويوزع هذا النمو الأوراق بحيث تتعرض لأكثر كمية من الضوء.

ثمة **انتحاء آخر** في بعض النباتات وهو **الانتحاء للمسي**، وهو استجابة النمو لمؤثرات ميكانيكية، مثل ملامسة جسم أو كائن حي آخر أو حتى الرياح. ويظهر الانتحاء للمسي في نباتات الكرمة وهي نباتات تلتف حول تركيب قريب منها كسياج أو شجرة.

## القسم 3 التقويم

ملخص القسم

- تُنتج الهرمونات النباتية بكميات قليلة جداً.
  - ثمة أربعة أنواع رئيسية من الهرمونات النباتية.
  - يمكن أن تؤثر الهرمونات في انقسام الخلية ونموها وتمايزها.
  - لا تعتمد استجابات الحركة على اتجاه المؤثر.
  - إنّ الانتحاءات هي استجابات لمؤثرات من اتجاه محدد.
- **فهم الأفكار الأساسية**
  - 1. **استخدم** **البيانات** حدّد الهرمونات النباتية وصنّفها طبقاً لتأثيراتها في النبات.
  - 2. **صف** ثلاثة أنواع من الانتحاءات.
  - 3. **قارن** و**قابل** بين الانتحاءات واستجابات الحركة.
  - 4. **صمّم** نموذجاً يبيّن طريقة انتقال الأكسين من خلية إلى أخرى.
  - 5. **انقد** الأساس العلمي لمقولة "تفاحة واحدة متعفنة تُفسد البرميل كله".

القسم 3 • هرمونات النباتات واستجاباتها 559

## القسم 3 التقويم

4. يجب أن تُظهر نماذج الطلاب أنّ الأكسين يتحرّك بسرعة وفي اتجاه بعيد عن مكان إنتاجه فقط.
5. نموذج الإجابة: إنّ لهذه المقولة أساس. فالتفاحة المتعفنة نتيجة زيادة نضجها تُطلق إيثيلين بكمية تكفي لزيادة نضج التفاح الموجود حولها. ويمكن لهذا التفاح الزائد في النضج أن يتسبب في تعفن تفاح آخر. في النهاية يمكن أن يؤدي التأثير المتتابع لإنتاج غاز الإيثيلين إلى تلف كل التفاح الموجود في البرميل.

1. إنّ هرمونات النباتات هي تلك المواد الكيميائية التي تؤدي إلى حدوث تغيّرات في النباتات حيث يؤدي كل من الجبرلين والسايتوكاينين إلى انقسام الخلايا. ويؤدي الأكسين والسايتوكاينين إلى استطالة الخلايا. حين يؤدي الجبرلين إلى إنبات البذور ويؤدي الإيثيلين إلى إنضاج الثمار.
2. إنّ الانتحاء الضوئي هو استجابة نمو النبات للضوء. والانتحاء الأرضي هو استجابة نمو النبات للجاذبية. أما الانتحاء للمسي، فهو استجابة نمو النبات للمسي.
3. إنّ الانتحاءات هي استجابات النمو في النباتات التي تعتمد على اتجاه المؤثر. أما استجابة الحركة، فهي استجابة في النبات لا تعتمد على اتجاه المؤثر.

القسم 3 • هرمونات النباتات واستجاباتها 559

# اكتشافات في الأحياء

## اكتشافات في الأحياء

### الهدف

سيُفهم الطلاب أنّ النباتات تستجيب للضوء وللجاذبية. كما سيفهمون أنّ الجاذبية المتناهية الصغر قد تسبب صعوبات في زراعة المحاصيل الغذائية في الفضاء.

### توجيه استباقي

#### اسأل الطلاب: ما المقصود

#### بالانتحاء؟ أخبر الطلاب أنّ الانتحاء

هو استجابة نمو النبات لمؤثر خارجي.

فالانتحاء الأرضي هو استجابة نمو النبات

للجاذبية والانتحاء الضوئي هو استجابة

نمو النبات للضوء، والانتحاء للمس هو

استجابة نمو النبات للمس أو الاحتكاك.

### الخلفية

- يُنتج الانتحاء الضوئي عن التوزيع غير المتساوي لهرمون نباتي يسمى الأكسين يحفز استطالة الخلايا. يتحرك الأكسين إلى جانب من ساق النبات البعيد عن مصدر الضوء، مما يؤدي إلى استطالة خلايا هذا الجانب من الساق وانحناء الساق في اتجاه مصدر الضوء.
- يتسبب التوزيع غير المتساوي للأكسين أيضًا في حدوث نوعي الانتحاء الأرضي الموجب والسالب. لكن وظيفة الهرمون في الجذور تختلف عن وظيفته في البراعم، حيث تنحني الجذور في اتجاه الجاذبية في حين تنحني البراعم بعيدًا عن اتجاه الجاذبية.

## التجروء على الزراعة في أماكن لم يسبق أن نما فيها اي نبات قط

يجب على رواد الفضاء أن يأخذوا كل المواد الغذائية التي يحتاجون إليها في رحلاتهم عندما يفادرون كوكب الأرض. يجفّف العديد من وجبات طعامهم بنزع الماء منه، أو عن طريق تجفيفه للحفاظ عليه. لكن ماذا لو تمكّن رواد الفضاء من زراعة المحاصيل خلال البعثات الفضائية؟

**زراعة النباتات في الفضاء** تأمل الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا) أن يتمكّن رواد الفضاء من زراعة الكثير من غذائهم في الفضاء. فهذا من شأنه أن يُقلل من كمية الطعام التي سيحملونها إلى المدار. للوصول إلى هذا الهدف، أجرى رواد الفضاء التجارب على النباتات في مكوك الفضاء وفي محطة الفضاء الدولية (ISS).

**الانتحاءات وتأثيرات الجاذبية متناهية الصغر** تسمى استجابة نمو النبات للجاذبية الانتحاء الأرضي. تنمو براعم النبات على الأرض، بعكس اتجاه الجاذبية (الانتحاء الأرضي السالب). بينما تنمو جذور النبات باتجاه الجاذبية (الانتحاء الأرضي الموجب). تنمو النباتات على سطح الأرض باتجاه مصدر الضوء وهو الشمس عادةً. تستجى هذه الاستجابة الانتحاء الضوئي.

عندما يكون رواد الفضاء ونباتاتهم في الفضاء، يتعرضون للجاذبية المتناهية الصغر، وهي حالة يكون فيها تأثير الجاذبية بسيطًا أو غير قابل للقياس. لا يظهر الانتحاء الأرضي على جذور النباتات في الجاذبية المتناهية الصغر. فهي تنمو في الكثير من الاتجاهات المختلفة داخل وسط الزراعة المُغطى لمنع الجسيمات من أن تنجرف بعيدًا. يظهر تأثير الانتحاء الضوئي على براعم النباتات في الجاذبية المتناهية الصغر.

**مشكلات زراعة النبات في الفضاء** أكد العلماء على أنّ عدم حدوث الانتحاء الأرضي للنبات في الجاذبية المتناهية الصغر لا يمنع نموه. بالرغم من ذلك تُصعّب الجاذبية متناهية الصغر عملية توزيع الماء والأكسجين في كل أنحاء وسط الزراعة وحول براعم النباتات، تؤثر هذه الظروف سلبيًا في النباتات عندما تُنتج البذور. فضلًا عن ذلك، يُطوّر العلماء طرقًا لمعالجة هذه المشكلات.

560 الوحدة 19 • بنية النبات ووظائفه



زُرعت هذه النباتات كجزء من تجربة في محطة الفضاء الدولية (ISS). تنمو جذور النباتات التي تُزرع في الجاذبية المتناهية الصغر في اتجاهات عديدة.

على سبيل المثال، يمكن أن تُوزع الأنابيب المنفذة المدفونة في التربة الماء من خلال الخاصية الشعرية.

استمرت تجارب نمو النبات في البعثات الأخيرة لمحطة الفضاء الدولية (ISS)، وقد وُقِّعت إحدى التجارب التي أُجريت عام 2009 استنبات بذور الأشجار في بيئة الجاذبية المتناهية الصغر. لم يحقق علماء ناسا هدفهم حتى الآن، أو هو زراعة رواد الفضاء لغذائهم، لكن الاستمرار في الأبحاث حول الاستنبات سيُزيدهم من ذلك.

### تصميم تجربة

تأثيرات الجاذبية استخدمت نبتتين من النوع والحجم نفسه، صمّم وعاء من شأنه أن يتيح لإحدهما النمو رأسًا على عقب. ستكون النبتة الأخرى هي الضابط. زوّد النبتتين بالكمية نفسها من الماء والضوء. راقب النبتتين كل يوم وسجّل ملاحظاتك. بعد مرور شهر، ناقش ملاحظاتك مع الطلاب في صفك.

### تصميم تجربة

#### النشاط

أثناء تسجيل الطلاب لملاحظاتهم، شجّعهم على تضمينها الآتي: ما الثوابت وما الضابطة؟ ما المتغير؟ ما وظيفة جذور النباتات؟ ما وظيفة براعم النباتات؟ هل أحد النباتات أكبر من الآخر؟ هل لأحد النباتات أزهار أو ثمار أكثر من الآخر؟ هل تبدو أزهار أو ثمار أحد النباتات أفضل من باقي النباتات؟ إذا كان هناك متسع من الوقت، فربما ترغب في إجراء التجربة مرة أخرى باستخدام أنواع مختلفة من النباتات أو نوع مختلف من الحاويات.

## تجربة في الأحياء

صممها بنفسك

### تجربة في الأحياء

الزمن المقدّر 45-90 min يومياً

#### خلفية عن المحتوى

إنّ الجبرلين هرمون يعمل على زيادة طول النبات وتحفيز إنبات البذور وتحفيز الإزهار في بعض النباتات. وفي مجال البستنة، يُستخدم الجبرلين الآن تجارياً لإنبات البذور وتحفيز الإزهار وزيادة حجم النباتات.

**مواد بديلة** يتوفر العديد من بذور الأصناف القزمية ومنها الفاصولياء والذرة والزهرة المخملية ونبات شب الليل ونبات الزينية. وفي برنامج Wisconsin Fast Plant™ يتوفر الخردل كنبات قزم.

**احتياطات السلامة** ناقش المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل. كلّف الطلاب ارتداء القفازات والنظارات الواقية وغسل أيديهم بعد استخدام الهرمون.

#### استراتيجيات التدريس

- وقرّ محاليل حمض الجبريليك بالتركيزات التالية: 0.1 mg/L و 1.0 mg/L و 10 mg/L و 100 mg/L. تحظر إدارة مكافحة المخدرات من استخدام هذه المادة الكيميائية، لكن عند الحاجة إلى استخدامها، تجدها متوفرة في المتاجر الكبرى للمستلزمات الحيوية وأدوات مختبرات العلوم.
- تتوفر بذور النباتات القزمية أيضاً لدى شركات مستلزمات المختبرات. أو يمكنك أن تجد بذور نبات البازلاء القزم في المراكز الزراعية.

## صممها بنفسك

# تجربة في الأحياء

### كيف تستجيب النباتات القزمية للجبرلين؟

**الخلفية:** يفتقر بعض النباتات القزمية إلى جين إنتاج الجبرلين، ويفتقر بعضها الآخر إلى مستقبلات الجبرلين. ستصمّم تجربة لتحديد ما إذا كان بإمكانك تغيير نمط نمو شتلات نبات بازلاء قزم بإضافة حمض الجبريليك (شكل من أشكال الجبرلين) إليها.

**السؤال:** هل يمكنك استخدام الجبرلين لتغيير نمو نباتات البازلاء القزمية؟

#### المواد

حمض الجبريليك بتركيزات مختلفة ورق لاصق أو ورق مقوّى  
سائل غسيل الأطباق (عامل ترطيب)  
شتلات نبات البازلاء القزم مزروعة في أصص زجاجات رش  
مسحات قطنية  
مصدر ضوء  
حقائب بلاستيك كبيرة  
سداد للنباتات  
ماء مقطّر  
مساطر متريّة  
ورقة تمثيل بياني  
اختر مواد مناسبة لهذه التجربة.

#### احتياطات السلامة

1. ناقش المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. ضع فرضية تشرح طريقة تأثير الجبرلين في نمو نباتات البازلاء القزمية.
3. صمّم تجربة لاختبار فرضيتك. وتأكد من اشتغال التجربة على مجموعة ضابطة.
4. أنشئ قائمة بالعوامل التي يجب أن تبقى ثابتة في مجموعتك التجريبية والضابطة. وتأكد من اختبار متغيّر واحد فقط.
5. حدّد طريقة لإضافة الجبرلين إلى النباتات وقرّر عدد المرات التي ستضيفه فيها.

#### حلّ واستنتج

1. حلل التمثيل البياني وحدد تأثير حمض الجبريليك في نباتات البازلاء القزمية.
2. ضع فرضية استناداً إلى نتائجك. اشرح السبب في كون نباتات البازلاء قزمية.
3. فكّر بشكل ناقد لماذا قد يُعدّ التغيّر الوراثي، مثل ذلك الذي يمنع النبات من إنتاج الجبرلين، مشكلة للنباتات في البيئة الطبيعية؟
4. تحليل الخطأ ما الذي تعتقد أنه حدث في أعدادات تجربتك، وجعل بياناتك غير دقيقة؟ وكيف يمكنك تغيير الإجراء؟

#### شارك بياناتك

مراجعة من الأقران قارن وقابل بين تمثيلك البياني والتمثيلات البيانية للطلاب الآخرين في صفك. إلام تعود أوجه الاختلاف؟

تجربة في الأحياء 561

### التحليل والاستنتاج

1. يؤدي حمض الجبريليك إلى زيادة طول النباتات إذا كان النبات يحتوي على مستقبلات الجبرلين.
2. لا تُنتج النباتات ما يكفي من حمض الجبريليك.
3. نموذج الإجابة: قد لا يزداد طول النباتات بما يكفي كي يتيح لها منافسة باقي النباتات للحصول على ضوء الشمس.

4. قد تتضمن إجابات الطلاب ما يلي: أخطاء في قياس تركيز محاليل الجبرلين؛ تطاير أجزاء السوائل عند رشها؛ أخطاء في قياس الارتفاع؛ عدم اختيار عينة كبيرة بما يكفي؛ إلى جانب عدم التحكم بمتغيّرات الضوء والرّي ودرجة الحرارة وغيرها.

#### عرض إيضاحي بديل

وجّه الطلاب إلى فرضية جديدة وجمع بيانات ترتبط بهذا المفهوم.

**الموضوع المحوري الاتزان الداخلي** إنّ الخلايا الحارسة واللحاء والخشب هي بعض التراكيب التي تحافظ على الاتزان الداخلي عن طريق نقل الماء والأكسجين والغازات الأخرى إلى أجزاء النبات.

**المنقطة (الرئيسة)** تعود أسباب الطبيعة المتنوعة للنباتات إلى تنوع تراكيبها.

**القسم 1 الخلايا والأنسجة النباتية**

<p><b>المنقطة (الأساسية)</b> تُشكّل الأنواع المختلفة من خلايا النبات أنسجة النبات.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• يوجد ثلاثة أنواع من الخلايا النباتية.</li> <li>• يرتبط تركيب الخلية النباتية بوظيفتها.</li> <li>• توجد أنواع متعددة مختلفة من الأنسجة النباتية، وهي الأنسجة المولدة والجلدية والوعائية والأساسية.</li> <li>• إنّ الخشب واللحاء عبارة عن أنسجة وعائية.</li> </ul>	<table border="0"> <tr> <td>parenchyma cell</td> <td>الخلية البرنشيمية</td> </tr> <tr> <td>collenchyma cell</td> <td>الخلية الكولنشيمية</td> </tr> <tr> <td>sclerenchyma cell</td> <td>الخلية السكليرنشيمية</td> </tr> <tr> <td>meristem</td> <td>النسيج المولّد</td> </tr> <tr> <td>vascular cambium</td> <td>الكامبيوم الوعائي</td> </tr> <tr> <td>cork cambium</td> <td>الكامبيوم القلبي</td> </tr> <tr> <td>epidermis</td> <td>البشرة</td> </tr> <tr> <td>guard cell</td> <td>الخلية الحارسة</td> </tr> <tr> <td>xylem</td> <td>الخشب</td> </tr> <tr> <td>vessel element</td> <td>العنصر الوعائي</td> </tr> <tr> <td>tracheid</td> <td>القصبية</td> </tr> <tr> <td>phloem</td> <td>اللحاء</td> </tr> <tr> <td>sieve tube member</td> <td>عضو الأنبوب الغربالي</td> </tr> <tr> <td>companion cell</td> <td>الخلية المرافقة</td> </tr> <tr> <td>ground tissue</td> <td>النسيج الأساسي</td> </tr> </table>	parenchyma cell	الخلية البرنشيمية	collenchyma cell	الخلية الكولنشيمية	sclerenchyma cell	الخلية السكليرنشيمية	meristem	النسيج المولّد	vascular cambium	الكامبيوم الوعائي	cork cambium	الكامبيوم القلبي	epidermis	البشرة	guard cell	الخلية الحارسة	xylem	الخشب	vessel element	العنصر الوعائي	tracheid	القصبية	phloem	اللحاء	sieve tube member	عضو الأنبوب الغربالي	companion cell	الخلية المرافقة	ground tissue	النسيج الأساسي
parenchyma cell	الخلية البرنشيمية																														
collenchyma cell	الخلية الكولنشيمية																														
sclerenchyma cell	الخلية السكليرنشيمية																														
meristem	النسيج المولّد																														
vascular cambium	الكامبيوم الوعائي																														
cork cambium	الكامبيوم القلبي																														
epidermis	البشرة																														
guard cell	الخلية الحارسة																														
xylem	الخشب																														
vessel element	العنصر الوعائي																														
tracheid	القصبية																														
phloem	اللحاء																														
sieve tube member	عضو الأنبوب الغربالي																														
companion cell	الخلية المرافقة																														
ground tissue	النسيج الأساسي																														

**القسم 2 الجذور والسيقان والأوراق**

<p><b>المنقطة (الأساسية)</b> ترتبط تراكيب النباتات بوظائفها.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• تُثبّت الجذور النباتات وتمتص الماء والمواد المغذية.</li> <li>• تدعم السيقان النبات وتحمل الأوراق.</li> <li>• إنّ الأوراق هي المواقع حيث تحدث عملية البناء الضوئي والنتج.</li> <li>• يوجد العديد من التحورات المختلفة للجذور والسيقان والأوراق.</li> <li>• تساعد التحورات النباتات على البقاء على قيد الحياة في البيئات المختلفة.</li> </ul>	<table border="0"> <tr> <td>root cap</td> <td>قلنسوة الجذر</td> </tr> <tr> <td>cortex</td> <td>القشرة</td> </tr> <tr> <td>endodermis</td> <td>الأدمة الباطنية</td> </tr> <tr> <td>pericycle</td> <td>الدائرة المحيطية</td> </tr> <tr> <td>petiole</td> <td>السويقة</td> </tr> <tr> <td>palisade mesophyll</td> <td>النسيج المتوسط العمادي</td> </tr> <tr> <td>spongy mesophyll</td> <td>النسيج المتوسط الإسفنجي</td> </tr> <tr> <td>transpiration</td> <td>النتج</td> </tr> </table>	root cap	قلنسوة الجذر	cortex	القشرة	endodermis	الأدمة الباطنية	pericycle	الدائرة المحيطية	petiole	السويقة	palisade mesophyll	النسيج المتوسط العمادي	spongy mesophyll	النسيج المتوسط الإسفنجي	transpiration	النتج
root cap	قلنسوة الجذر																
cortex	القشرة																
endodermis	الأدمة الباطنية																
pericycle	الدائرة المحيطية																
petiole	السويقة																
palisade mesophyll	النسيج المتوسط العمادي																
spongy mesophyll	النسيج المتوسط الإسفنجي																
transpiration	النتج																

**القسم 3 هرمونات النباتات واستجاباتها**

<p><b>المنقطة (الأساسية)</b> يمكن أن تؤثر الهرمونات في استجابات النبات لبيئته.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• تُنتج الهرمونات النباتية بكميات قليلة جدًا.</li> <li>• تُنتج أنواع أربعة رئيسة من الهرمونات النباتية.</li> <li>• يمكن أن تؤثر الهرمونات في انقسام الخلية ونموها وتمايزها.</li> <li>• لا تعتمد استجابات الحركة على اتجاه المؤثر.</li> <li>• إنّ الانتحاءات هي استجابات لمؤثرات من اتجاه محدد.</li> </ul>	<table border="0"> <tr> <td>auxin</td> <td>الأوكسين</td> </tr> <tr> <td>gibberellins</td> <td>الجببرلين</td> </tr> <tr> <td>ethylene</td> <td>الإيثيلين</td> </tr> <tr> <td>cytokinin</td> <td>السايتوكاينين</td> </tr> <tr> <td>nastic response</td> <td>استجابة الحركة</td> </tr> <tr> <td>tropism</td> <td>الانتحاء</td> </tr> </table>	auxin	الأوكسين	gibberellins	الجببرلين	ethylene	الإيثيلين	cytokinin	السايتوكاينين	nastic response	استجابة الحركة	tropism	الانتحاء
auxin	الأوكسين												
gibberellins	الجببرلين												
ethylene	الإيثيلين												
cytokinin	السايتوكاينين												
nastic response	استجابة الحركة												
tropism	الانتحاء												

## التقويم

### القسم 1

#### مراجعة المفردات

1. للخلايا السكليرنشيمية جدران سميقة للغاية وتموت عند النضج؛ للخلايا الكولنشيمية جدران سميقة غير مستوية وتبقى حية عند مرحلة النضج.
2. يحمل الخشب الماء والمعادن المذابة إلى أعلى الساق وصولاً إلى الأوراق وينقل اللحاء المواد كالكسريات والأحماض الأمينية إلى أجزاء النبات العلوية والسفلية.
3. تغطي البشرة الورقة. بينما تكوّن الخلايا الحارسة الثغور في البشرة.

#### فهم الأفكار الأساسية

4. C
5. A
6. D
7. A
8. C

#### الإجابة المبنية

9. تعمل الأنابيب الصغيرة والأوعية كالتالي في الشكل على إتاحة نقل المواد إلى كل أجزاء النبات.
10. يُعدّ كل من الشعيرات الجذرية والشعيرات وسائل تكثيف لخلايا البشرة، غير أنّ الشعيرات الجذرية موجودة على الجذور في حين أنّ الشعيرات موجودة على الأوراق.
11. تتحكّم الخلايا الحارسة والثغور في كمية الماء والغازات الموجودة في الأوراق من خلال التحكم بكمية كل عنصر مسموح بمروره.

#### التفكير الناقد

12. يجب أن تتضمن منظمات البيانات المعلومات التالية: ثمة أنواع ثلاثة للخلايا في النسيج المولد؛ كمية وبينية وجانبية. ويتكوّن النسيج المولد من خلايا سريعة الانقسام موجودة في الجذور والأوراق والسيقان. ثمة أنواع أربعة للخلايا الجلدية. فخلايا البشرة تغطي الأجزاء الخارجية للنبات. وتكوّن الخلايا الحارسة الثغور. وتتواجد الشعيرات على شكل تنوعات تشبه الشعر على الأوراق. والشعيرات الجذرية عبارة عن امتدادات هشة على خلايا بشرة الجذر. كما يوجد نوعان للنسيج الوعائي: الخشب

8. أي مما يلي يُشكّل اختلافاً بين النباتات البذرية المزهرة وغير المزهرة؟
  - A. وجود الثغور في الجذور
  - B. كمية السكر المخزنة في الجذور
  - C. وجود القصيبات والأوعية
  - D. تركيب الخلايا البرنشيمية

#### الإجابة المبنية

استخدم الصورة أدناه للإجابة عن السؤال 9.



9. إجابة قصيرة اشرح ميزة واحدة لهذه الأوعية.
10. إجابة قصيرة قارن وقابل بين الشعيرات الجذرية والشعيرات.
11. الموضوع الجوهري الاتزان الداخلي كيف تساعد الخلايا الحارسة والثغور على الحفاظ على الاتزان الداخلي في أوراق النبات؟

#### فكّر بشكل ناقد

12. العنصر الأساسي أنشئ منظم بيانات يضم كل نوع من الأنسجة الأربعة المختلفة ووظيفة كل منها وأنواع الخلايا التي تحويها.
13. قارن بين النسيج الجلدي للنباتات وجلدك. قابل بين الخصائص المحددة التي تجعل كلاً من النسيج الجلدي وجلدك أكثر فعالية.

### القسم 2

#### مراجعة المفردات

- استخدم كل مجموعة كلمات في جملة بشكل صحيح.
14. الأدمة الباطنية والداثة المحيطة
  15. السويقة والنتج
  16. النسيج المتوسط الإسفنجي والنسيج المتوسط العمادي

### القسم 1

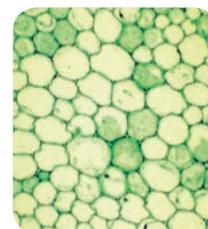
#### مراجعة المفردات

ميّز بين الكلمات الموجودة في كل زوج من المصطلحات.

1. الخلية السكليرنشيمية والخلية الكولنشيمية
2. الخشب واللحاء
3. البشرة والخلية الحارسة

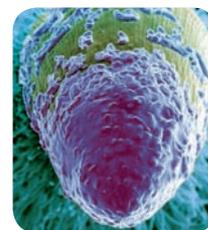
#### فهم الأفكار الأساسية

4. أي مما يلي هو النسيج الوعائي الذي ينقل الماء والمعادن المذابة من الجذور إلى الأوراق؟
  - A. البشرة
  - B. الخلية البرنشيمية
  - C. الخشب
  - D. اللحاء
5. أي من التالي هو منطقة انقسام الخلايا بشكل نشط في قمة الساق؟
  - A. النسيج المولد القمي
  - B. النسيج الوعائي
  - C. النسيج الجلدي
  - D. النسيج المولد الجانبي
6. استخدم الصور أدناه للإجابة عن السؤالين 6 و 7.



C

A



D

B

7. أي من الصور تُظهر الخلايا البرنشيمية؟

- A. A
- B. B
- C. C
- D. D

13. نموذج الإجابة: يشبه النسيج الجلدي جلد الإنسان في أنّ كليهما يحمي الكائن الحي. لكن النسيج الجلدي في النباتات لا يشبه جلد الإنسان لأنّ جلد الإنسان لا يحتوي على بلاستيدات خضراء أو ثغور. إنّ للنسيج الجلدي فاعلية أكبر بالنسبة إلى النباتات لأنّها تحتاج إليه في صنع الغذاء. أما جلد الإنسان، فهو ذو فاعلية أكبر بالنسبة إلى جسم الإنسان لأنّه يتميز بالمرونة ويوفر آلية تبريد تجعل الجسم يحافظ على الاتزان الداخلي.

واللحاء. فالخشب يتكوّن من نوعين من الخلايا. الأنابيب الصغيرة وهي عبارة عن خلايا أنبوبية طويلة ذات أطراف مثقبة، والعناصر الوعائية، وهي عبارة عن خلايا أنبوبية مترابطة طرفاً لطرف. ويتكوّن اللحاء من نوعين من الخلايا: أعضاء الأنابيب الغربالية التي لا تحتوي على نوى، والخلايا المرافقة التي تحتوي على نوى. ويتكوّن النسيج الأساسي من كل أنواع الخلايا غير المذكورة في الفئات السابقة. تقوم هذه الخلايا بوظائف متنوعة وتكوّن معظم أجزاء النبات.

## القسم 2

### مراجعة المفردات

14. إنَّ الدائرة المحيطةية عبارة عن طبقة من الخلايا داخل الأدمة الباطنية تنتج جذورًا جانبيةً جديدة.
15. يساعد النتج على شدِّ الماء إلى أعلى في النبات وصولًا إلى الأوراق التي ترتبط بالساق بواسطة السويقة.
16. إنَّ خلايا النسيج المتوسط الإسفنجي هي خلايا غير منتظمة تحيط بها فراغات هوائية لكن خلايا النسيج المتوسط العمادي عبارة عن خلايا تشبه الأعمدة تقترب من بعضها بشدة.

### فهم الأفكار الأساسية

17. B  
18. D  
19. D  
20. D  
21. C

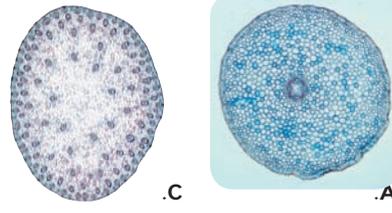
### الإجابة المبنية

22. ستتتوَّع الإجابات لكن ينبغي أن تتضمن درجة الحرارة والجفاف والرياح.
23. يكوِّن شريط كاسبر لخلايا الأدمة الباطنية حواجز مقاومة للماء بين فتحة الجذر والنسيج الوعائي. وتبقى الطريقة الوحيدة التي يمكن للمواد أن تدخل بها إلى النسيج الوعائي هي المرور عبر خلايا الأدمة الباطنية. وهذا ما يُطلق عليه المرور عبر الغشاء نصف النفاذ.
- التفكير الناقد

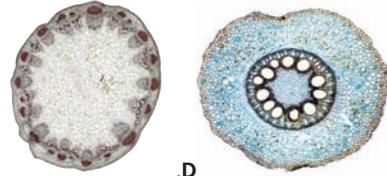
24. ستتتوَّع الإجابات، لكن ينبغي أن يبيّن الطلاب التحور ويربطوه بوظيفته المحددة.
25. نظرًا إلى احتواء سيقان النباتات ذات الفلقتين على كامبيوم وعائي ينتج عنه نمو جانبي، يمكن أن يزيد حجم سيقان النباتات ذات الفلقتين.

### فهم الأفكار الأساسية

17. أي مما يلي يملأ الفراغ الموجود بين خلايا النسيج المتوسط الإسفنجي؟  
A. الكلوروفيل  
B. الغازات  
C. الخلايا  
D. النسيج الوعائي
18. أي من الصور التالية يظهر ساق نبات ثنائي الفلقة؟



A. C



B. D

19. أي من الصور المبيّنة أعلاه تُظهر حلقة واحدة من الحزم الوعائية؟  
A. A  
B. B  
C. C  
D. D

20. أي من التراكيب النباتية التالية ليس جزءًا من الجذر؟  
A. الأدمة الباطنية  
B. قننسة الجذر  
C. الدائرة المحيطةية  
D. الثغور
21. أي مما يلي يتحكم في حركة بخار الماء عبر الثغور؟  
A. اللحاء  
B. الدائرة المحيطةية  
C. الخلايا الحارسة  
D. الأنسجة الوعائية

### الإجابة المبنية

22. إجابة مفتوحة اذكر بعض العوامل البيئية التي قد تؤثر في النتج.
23. إجابة قصيرة صف ضابط المواد أثناء انتقال المواد من التربة إلى النسيج الوعائي للجذر.

### فكّر بشكل ناقد

24. **المفكرة الأساسية** قِيم بعض تحورات الأوراق في ما يتعلق بوظائفها.
25. لَخِّص أسباب ازدياد فطر سيقان النباتات الثنائية الفلقة مقارنة بمعظم سيقان النباتات الأحادية الفلقة.

## القسم 3

### مراجعة المفردات

- اشرح أوجه الاختلاف بين كل مصطلحين واردين في كل مجموعة ثنائية أدناه. ثم اشرح وجه الارتباط بينهما.
26. الهرمون، الأكسين  
27. الإيثيلين، الجبرلين  
28. استجابة الانتحاء، استجابة الحركة

### فهم الأفكار الأساسية

استخدم هذه الصور للإجابة عن السؤالين 29 و 30.



29. أي حالة من حالات النبات تظهر هذه الصور؟  
A. السيادة القميّة  
B. التقرُّم  
C. تساقط الأوراق  
D. استجابات الحركة
30. أي هرمون يتحكم بحالة النبات هذه؟  
A. الأكسين  
B. الجبرلين  
C. الإيثيلين  
D. السايبتوكاينين
31. أي مما يلي يصف الانتحاء الضوئي الموجب؟  
A. ينمو النبات بعيدًا عن الضوء.  
B. ينمو النبات في اتجاه الضوء.  
C. ينمو النبات في اتجاه الجاذبية.  
D. ينمو النبات باتجاه معاكس للجاذبية.
32. أي مما يلي يساهم في نقل الجبرلين إلى أجزاء النبات؟  
A. الكامبيوم القلبي  
B. الخلايا الحارسة  
C. النسيج الوعائي  
D. النسيج المولد القميّ

## القسم 3

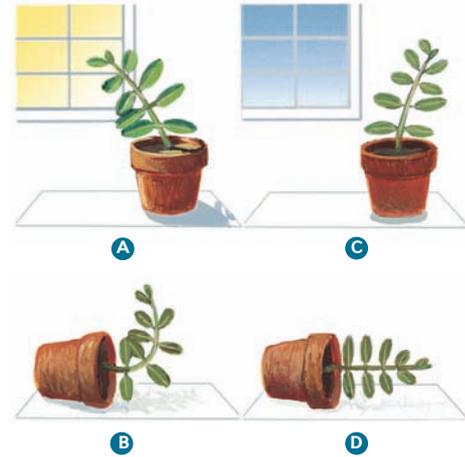
### مراجعة المفردات

26. إنَّ الهرمونات عبارة عن مواد كيميائية ينتجها أحد أجزاء النبات لتؤثر في جزء آخر منه. والأكسين هو أحد أنواع الهرمونات.

### فهم الأفكار الأساسية

29. A  
30. A  
31. B  
32. C

استخدم الصور أدناه للإجابة عن السؤال 33.



33. أي من السيقان المبيّنة أعلاه يظهر انحناء أرضياً سالتياً؟  
A .A  
B .B  
C .C  
D .D

### الإجابة المبنية

34. **إجابة مفتوحة** ناقش مزايا وعيوب نقل الأكسجين من خلية برنشيمية إلى أخرى بدلاً من نقله في النسيج الوعائي.

35. **النعرة الأساسية** راجع الشكل 17 وشرح كيف يمكن أن يسبب الأكسجين استطالة الخلايا.

36. **إجابة قصيرة** اشرح لماذا تكون استجابات الانحناء دائمة بينما تكون استجابات الحركة مؤقتة.

### فكر بشكل ناقد

37. **صمّم** تجربة لتحديد ما إذا كانت نباتات الفاصولياء تُظهر السيادة القمية.

38. **قيّم** العبارة التالية: "تنبت البذور المنقوعة في الجبرلين بسرعة أكبر من البذور التي لم تُنقع في الجبرلين".

39. **مهن مرتبطة بعلم الأحياء** يجب على المزارعين تقييم استخدام الهرمونات النباتية لزيادة إنتاج المحاصيل. فهل هذه فكرة جيدة في رأيك؟ قارن ذلك باستخدام هرمونات النمو التي تُستخدم لزيادة إنتاج حليب الأبقار.

### التقويم الختامي

40. **النعرة الرئيسية** اشرح كيف يُحدث تركيب النباتات تنوعاً واذكر أمثلة محددة لدعم إجابتك.

41. **الكتابة في علم الأحياء** تخيل أنك خنفساء وصادقت نبات صائد الذباب (فينوس). اكتب عن سبب تجنبك لهذا النبات.

42. **الكتابة في علم الأحياء** ماذا لو تمكنت من تطوير هرمون نباتي جديد؟ ماذا ستجعله يفعل؟ وكيف سيعمل وماذا ستسمّيه؟

### أتم أسئلة حول مستند

درس فريق من علماء الأحياء تأثير درجة الحرارة وثاني أكسيد الكربون في أشجار صنوبر البونديروزا. يمثّل التمثيل البياني أدناه كميات القصبية ذات الأقطار المختلفة التي نمت عند درجات حرارة مختلفة.

استخدم التمثيل البياني للإجابة عن الأسئلة 43-45.

أخذت النباتات من: Maherali, H., and DeLucia, E. H. 2000. Interactive effects of elevated CO<sub>2</sub> and temperature on water transport in ponderosa pine. *Amer. Journal of Botany* 87: 243-249.



43. ما نسبة القصبية التي قطرها 12 mm في كل مجموعة تم قياسها؟

44. كيف تؤثر درجة الحرارة في قطر خلايا القصبية النامية؟

45. كيف ترتبط العلاقة بين درجة الحرارة والقطر بوظيفة القصبية؟

الوحدة 19 • التقويم 565

45. **نموذج الإجابة:** يؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى زيادة قطر الأنابيب الصغيرة. ويمكن للأنابيب الصغيرة ذات القطر الأكبر أن تنقل مواد أكثر من الأنابيب الصغيرة ذات القطر الأضيق.

### أتم أسئلة حول مستند

Maherali, H., and DeLucia, E. H. 2000. Interactive effects of elevated CO<sub>2</sub> and temperature on water transport in ponderosa pine. *Amer. Journal of Botany* 87: 243-249

43. المجموعة ذات درجة الحرارة المرتفعة، 0.22%  
المجموعة ذات درجة الحرارة المنخفضة، 0.38%

44. يؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى زيادة قطر الأنابيب الصغيرة.

C.33

### الإجابة المبنية

34. **نموذج الإجابة:** يضمن الانتقال

من خلية إلى أخرى من خلال النقل النشط، أن تكون تأثيرات الهرمون موضعية. إذا انتقل الهرمون عبر الجهاز الوعائي، فسيتم الشعور بالتأثيرات في كل أجزاء النبات.

35. كما يظهر في الشكل، فإنّ الأكسجين يسبّب انخفاض الرقم الهيدروجيني (pH). وتسبّب الأحماض رخاوة جدران الخلايا ويمكن للخلايا أن تتمدد أو تستطيل.

36. تحدث استجابات الانحناء عادةً

بسبب تغيّرات في تركيب الخلية، في حين تحدث استجابات الحركة غالباً بسبب التغيّرات في ضغط الماء.

### التفكير الناقد

37. **ستتنوّع** الإجابات، لكن ينبغي أن تتضمن ضابطاً غير مُعالج.

38. **ستتنوّع** الإجابات، لكن ينبغي أن يراعي الطلاب أنّ الجبرلين يعجّل إنبات البذور.

39. **ستتنوّع** الإجابات، لكن ينبغي أن يقرّ الطلاب بأنّ المزارعين والعلماء والمستهلكين يراعون تأثيرات استخدام الهرمونات في النباتات. ويجب أن تكون المقارنات بصناعة الألبان منطقية ومعقولة.

### التقويم الختامي

40. **صُممت** تراكيب النباتات لأداء

وظائف محددة. فلكل خلية ونسيج وتركيب غرض محدد ومن ثمّ يكون له تصميم خاص. على سبيل المثال، يختلف نظام الجذور لكل من زنبق الماء وصبار ساجوارو بشكل كبير ولكل منهما تركيب مختلف.

41. **ستتنوّع** الإجابات لكن ينبغي أن تتضمن إشارة إلى استجابات الحركة.

42. **يجب** أن تكون الهرمونات التي يكتب عنها الطلاب مستندةً إلى مبادئ علمية.

## تدريب على الاختبار المعياري

تراكمي

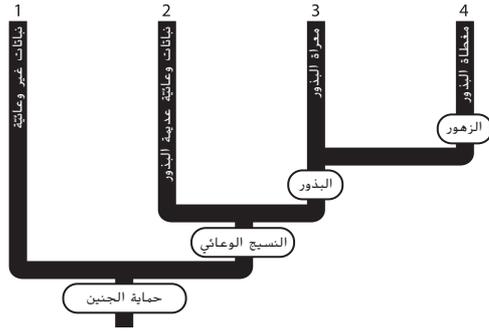
### الاختبار من متعدد

5. أي من أشكال التطور في النباتات كان الأكثر إسهاماً في تطور الأشجار الكبيرة؟  
 A. تعاقب الأجيال  
 B. الأزهار  
 C. البذور  
 D. الأنسجة الوعائية

6. أي مما يلي يصف طريقة حصول الطلائعيات الشبيهة بالفطريات على الغذاء؟  
 A. تمتص المواد المغذية من الكائنات الحية المتحللة.  
 B. تحصل على المواد المغذية عن طريق التغذية على كائنات حية أحادية الخلية.  
 C. ثمة علاقة تكافلية بينها وبين عائل من الحيوانات، فتحصل على المواد المغذية منه.  
 D. تُنتج السكريات كمصدر للمواد المغذية من خلال استخدام الطاقة الناتجة عن ضوء الشمس.

7. ما وظيفة فلنسوة جذر النبات؟  
 A. إنتاج خلايا جديدة لنمو الجذور  
 B. مساعدة أنسجة الجذر في امتصاص الماء  
 C. حماية نسيج الجذر أثناء نمو الجذور  
 D. توفير الدعم لأنسجة الجذور

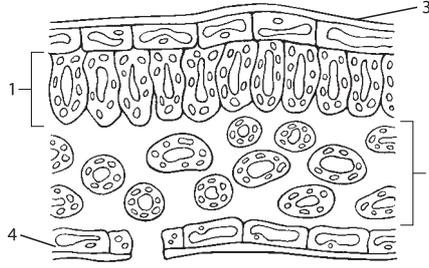
8. استخدم الرسم التخطيطي التالي للإجابة عن السؤال 8.



8. في اعتقادك، أي من الأرقام الأتية يمثل مكان وجود السيكاديات في شجرة التطور هذه؟  
 1. A.  
 2. B.  
 3. C.  
 4. D.

1. أي من الفرضيات أدناه اختبرته تجربة ميلر - يوري؟  
 A. نظرية التكافل الداخلي لمارغوليس  
 B. أصل الحمض الأميني لميلر  
 C. فكرة الحساء البدائي لأوبارين  
 D. نظرية النشوء الأحيائي لباستور

2. استخدم الرسم التخطيطي الآتي للإجابة عن السؤال 2.



2. أي من تراكيب الورقة تحدث فيه معظم عملية البناء الضوئي؟  
 1. A.  
 2. B.  
 3. C.  
 4. D.

3. قد تكون الأشنات مؤشراً على جودة البيئة. إذا بُنيت محطة كهرباء تعمل بالفحم ثم تناقصت الأشنات في هذه المنطقة، فأي من الأسباب الآتية يكون الأكثر ترجيحاً؟  
 A. انخفاض جودة الهواء  
 B. تناقص درجات الحرارة السنوية  
 C. تغير أنماط الرطوبة  
 D. تغير أنماط هطول الأمطار

4. أي من أنماط التكاثر اللاجنسي أدناه يمكن أن يحدث في الفطريات؟  
 A. الاقتران  
 B. التجزؤ  
 C. التقطيع  
 D. التحول

## تدريب على الاختبار المعياري

### الاختبار من متعدد

1. C. 5. D  
 2. A. 6. A  
 3. A. 7. C  
 4. B. 8. C

### إجابة قصيرة

9. قد تتنوع الإجابات، طالما أنها تصف خاصية أحد الأقسام التي ليست متوفرة في قسم آخر.  
 A. تراكيب تكاثرية على شكل هراوة  
 B. أنسجة وعائية متفرعة
10. قد تتنوع الإجابات. تحتوي الخيوط الفطرية المقسمة على جدران عرضية تُسمى الحواجز وتشتمل على ثغوب واسعة. تسمح الثغوب الواسعة بانتقال السيتوبلازم والمغذيات والعضيات وأحياناً النوى بين الخلايا. لا تحتوي الخيوط الفطرية غير المقسمة على جدران عرضية مما يسمح للسيتوبلازم والعضيات بالتدفق بحرية. كما يمكن أن ينتقل السيتوبلازم في الخيوط الفطرية غير المقسمة بسهولة أكبر من تنقله في الخيوط الفطرية المقسمة.
11. قد تتنوع الإجابات. تتمثل إحدى الفرضيات في أنّ وسائل التكيف الخاصة بتخزين الغذاء الفائض تمكن النباتات من البقاء على قيد الحياة في أوقات لا تناسب فيه الظروف إنتاج الغذاء. وقد تتضمن هذه الظروف الجفاف أو برودة الطقس. اقبل بالإجابات المعقولة.
12. قد تتنوع الإجابات. وتتضمن الإجابات المحتملة ما يلي.

المعمرة	ثنائية الحول	الحولية
تنمو من بذور؛ تنمو من بذور؛ تزهر كل عام؛ تموت الأجزاء الموجودة فوق سطح التربة فقط خلال الأشهر الباردة	تنمو من بذور؛ تزهر خلال العام الثاني	تنمو من بذور؛ تعيش وتزهر خلال عام واحد فقط

13. ينقل الخشب الماء والمغذيات المذابة من الجذور إلى كل أجزاء النبات. وينقل اللحاء السكريات المذابة والمرتبات العضوية الأخرى في كل أجزاء النبات.

14. قد تتنوع الإجابات. وتتضمن الإجابات المحتملة ما يلي:  
**A.** ذاتية التغذية حيث تنتج غذاءها بنفسها  
**B.** جدران الخلية التي تحافظ على التركيب  
**C.** الغذاء المخزن على هيئة نشا  
 15. تحتوي الأنسجة الوعائية في الورقة على خشب ولحاء لنقل الماء والمغذيات المعدنية إلى الورقة وإخراج السكريات منها.

### إجابة موسعة

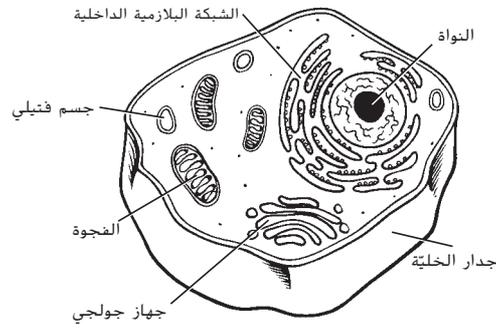
16. قد يكون من الفطريات. فالخلية تحتوي على جدار للخلية وفجوات لكنها تفتقر إلى بلاستيدات خضراء. وقد تكون خلية نباتية من الجذر أو من باطن الساق. وحيث إنَّها خلية حقيقية النواة، فلا يمكن أن تكون خلية بكتيرية أو من الكائنات الحية القديمة. كما لا يمكن أن تكون خلية حيوانية لأنَّها تحوي جدارًا للخلية.  
 17. إنَّ الثايلاكويد عبارة عن تركيب مطوي مما يمنحه مساحة سطحية كبيرة. وعلى طول غشاء الثايلاكويد، يحدث نقل الإلكترونات لإنتاج جزئيات أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP). يتيح التركيب المطوي إمكانية حدوث المزيد من تفاعلات نقل الإلكترونات مرة واحدة، فتتحقق أقصى استفادة من الطاقة الضوئية التي تستقبلها الورقة.

### سؤال مقالي

18. ينبغي أن تعكس الإجابات أنواع النباتات التي يمكن أن تنمو في المنطقة، وكذلك أوقات نموها في العام. ففي المناطق الاستوائية أو شبه الاستوائية، تنمو نباتات كثيرة طوال العام، وهذه إحدى الطرق لجعل الحديقة تنمو طوال السنة. أما في المناطق المعتدلة، فيجب أن تحتوي على خليط من النباتات المعمرة والحولية. فضلاً عن ذلك، يجب أن تحتوي على بعض النباتات غير المتساقطة التي ستظل خضراء طوال العام، إلى جانب النباتات المزهرة التي تزهر فقط في أوقات معينة.

### إجابة موسعة

استخدم الرسم التوضيحي أدناه للإجابة عن السؤال 16.



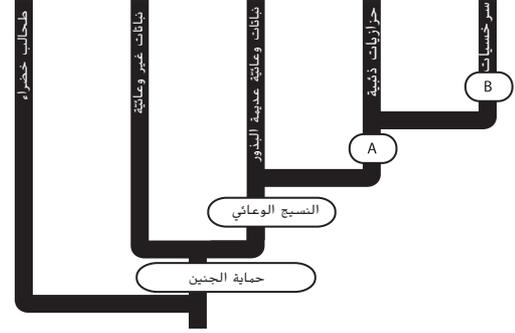
16. بناءً على خصائص الخلية أعلاه، كيف ستصنف الكائن الحي الذي أخذت منه هذه الخلية؟ برّر طريقتك في تصنيف هذا الكائن الحي.  
 17. قِّم سبب اعتبار تركيب الثايلاكويد في البلاستيدات الخضراء مناسباً تماماً لأداء وظيفته.

### سؤال مقالي

- افترض أنك تخطط لتحويل مساحة من الأرض قرب مدرستك إلى حديقة صغيرة. يمكنك أن تشتري بذوراً لزراعتها أو يمكنك أن تنقل نباتات صغيرة إلى الموقع. إنَّ هدفك الأساسي هو الحصول على بعض النباتات النامية في حديقتك في كل فصل من السنة.  
 باستخدام المعلومات الواردة في الفقرة السابقة، أجب عن السؤال التالي في صورة مقال.  
 18. بناءً على ما تعرفه عن النباتات والمناخ في المنطقة التي تقع فيها مدرستك، ما أفضل نوع من النباتات يمكن زراعته؟ صف خطتك في صورة مقال مُحكم التنظيم وتأكد من شرح الطريقة التي ستتلاءم فيها أنواع النباتات المختلفة التي ستزرعها مع معايير الحديقة.

### إجابة قصيرة

استخدم الرسم التوضيحي أدناه للإجابة عن السؤال 9.



9. انظر إلى شجرة التطور في الرسم التخطيطي أعلاه. ما الكلمة أو العبارة التي تُمَثِّل الوصف الأفضل لنقطتي التفرع A و B في الرسم التخطيطي؟  
 10. قارن وقابل بين الخيوط الفطرية المقسّمة والخيوط الفطرية غير المقسّمة.  
 11. اكتب فرضية متمحورة حول فائدة وسائل تكيف الساق التي تسمح لبعض النباتات بتخزين فائض الطعام.  
 12. استخدم مخططاً لتنظيم البيانات المتعلقة بأوجه الشبه والاختلاف بين النباتات الحولية وثنائية الحول والمعمرة.  
 13. اذكر وظيفة نوعين من الأنسجة الوعائية الموجودة في النباتات ووصفها.  
 14. ما الخصائص الثلاث للطحالب القديمة التي مكَّنتها من البقاء على قيد الحياة والموجودة في كل النباتات اليوم؟  
 15. صف وظيفة الأنسجة الوعائية في ورقة النبات.