دليل المعلّم

https://minhaj-oman.com/

البوابة التعليمية منهاج عمان

٩

الفصل الدراسي الثاني

الطبعة التجريبية ١٤٤٢ هـ - ٢٠٢٠ م

CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS

سلطنة عمان
وزارة التربية والتعليم

الأحياء

دليل المعلّم

٩

الفصل الدراسي الثاني

الطبعة التجريبية ١٤٤٢هـ - ٢٠٢٠م

CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS

مطبعة جامعة كامبريدج، الرمز البريدي CB2 8BS، المملكة المتحدة.

تشكل مطبعة جامعة كامبريدج جزءًا من الجامعة.
وللمطبعة دور في تعزيز رسالة الجامعة من خلال نشر المعرفة، سعيًا وراء تحقيق التعليم والتعلم وتوفير أدوات البحث على أعلى مستويات التميز العالمية.

© مطبعة جامعة كامبريدج ووزارة التربية والتعليم في سلطنة عُمان.

يخضع هذا الكتاب لقانون حقوق الطباعة والنشر، ويخضع للاستثناء التشريعي المسموح به قانونًا ولأحكام التراخيص ذات الصلة.
لا يجوز نسخ أي جزء من هذا الكتاب من دون الحصول على الإذن المكتوب من مطبعة جامعة كامبريدج ومن وزارة التربية والتعليم في سلطنة عُمان.

الطبعة التجريبية ٢٠٢٠ م، طُبعت في سلطنة عُمان

هذه نسخة تمَّت مواءمتها من دليل المعلم – العلوم للصف التاسع – من سلسلة كامبريدج للعلوم المتكاملة IGCSE للمؤلفين ماري جونز، ريتشارد هاروود، إيان لودج، ودايفيد سانغ.

تمت مواءمة هذا الكتاب بناءً على العقد الموقع بين وزارة التربية والتعليم ومطبعة جامعة كامبريدج رقم ٤٠ / ٢٠٢٠ .
لا تتحمل مطبعة جامعة كامبريدج المسؤولية تجاه توفُّر أو دقة المواقع الإلكترونية المستخدمة في هذا الكتاب، ولا تؤكد أن المحتوى الوارد على تلك المواقع دقيق وملائم، أو أنه سيبقى كذلك.

تمت مواءمة الدليل

بموجب القرار الوزاري رقم ٣٠٢ / ٢٠١٩ واللجان المنبثقة عنه

محفوظة جميع الحقوق

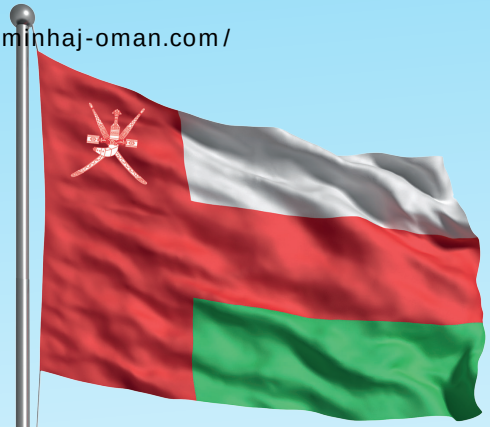
جميع حقوق الطبع والتأليف والنشر محفوظة لوزارة التربية والتعليم

لا يجوز طبع الكتاب أو تصويره أو إعادة نسخه كاملاً أو مجزّأً أو ترجمته أو تخزينه في نطاق استعادة المعلومات بهدف تجاري بأي شكل من الأشكال إلا بإذن كتابي مسبق من الوزارة، وفي حالة الاقتباس القصير يجب ذكر المصدر.

المغفور له
السلطان قابوس بن سعيد -طيّب اللّه ثراه-

حضرة صاحب الجلالة
السلطان هيثم بن طارق المعظم

الجمهورية الإسلامية الإيرانية
مضيق هرمز
خصب
ميناء
محافظة مسندم
دبا
مدحاء
(سلطنة عمان)
الخليج العربي
الإمارات العربية المتحدة
شناص
ميناء صحار لوى
صحار
مطار صحار
صحم
محضة
البريمي
بحر عُمان
محافظة شمال الباطنة
الخابورة
محافظة البريمي
السويق
جزر الديمانيات
المصنعة
السيب
بركاء
مطار مسقط الدولي
ميناء السلطان قابوس
مطرح
مسقط
بوشر
العامرات
قريات
محافظة مسقط
السنينة
صنعك
بنقل
محافظة جنوب الباطنة
وادي المعاول
نخل
مدينة
الرستاق
سمائل
عبري
العوابي
الحمراء
ابيلاء
محافظة الظاهرة
إزكي
نزوى
محافظة الداخلية
منح
أدم
دماء والطائيين
محافظة شمال الشرقية
إبراء
وادي بني خالد
القابل
المضيبي
بدية
صور
محافظة جنوب الشرقية
الكامل والوافي
جعلان بني بو حسن
جعلان بني بو علي
المملكة العربية السعودية
محوت
مصيرة
محافظة الوسطى
هيماء
ميناء الدقم
الدقم
مطار الدقم
مقشن
الجازر
بحر العرب
محافظة ظفار
شليم وجزر الحلانيات
المزيونة
ثمريت
جزر الحلانيات
حبروت
صلالة
طاقة
مطار صلالة
ميناء صلالة
مرباط
مدح
الجمهورية اليمنية
رخيوت
ضلكوت
52° شرقا
54° شرقا
56° شرقا
58° شرقا
60° شرقا
26° شمالا
24° شمالا
22° شمالا
20° شمالا
18° شمالا
أنتجت بالهيئة الوطنية للمساحة ، وزارة الدفاع، سلطنة عمان 2018 م .
حقوق الطبع © محفوظة للهيئة الوطنية للمساحة، وزارة الدفاع، سلطنة عمان 2018م .
لا يعتد بهذه الخريطة من ناحية الحدود الدولية .
عاصمة
طريق مرصوف
ميناء
طريق ممهد
مطار
الحدود الدولية
0 50 100 150 200 Km



النَّشيدُ الْوَطَنِيُّ

يا رَبَّنا احْفَظْ لنا جَلالَةَ السُّلْطان
وَالشَّعْبَ في الأَوْطان بِالْعِزِّ والأَمان
وَلْيَدُمْ مُؤَيَّدًا عاهِلاً مُمَجَّدًا
بِالنُّفوسِ يُفْتَدى

يا عُمانُ نَحْنُ مِنْ عَهْدِ النَّبي أَوْفِياءُ مِنْ كِرامِ الْعَرَبِ
فارْتَقي هامَ السَّماء وَامْلَئي الْكَوْنَ الضِّياء
وَاسْعَدي وَانْعَمي بِالرَّخاء

تقديم

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على خير المرسلين، سيّدنا مُحمَّد، وعلى آله وصحبه أجمعين. وبعد:

فقد حرصت وزارة التربية والتعليم على تطوير المنظومة التعليمية في جوانبها ومجالاتها المختلفة كافة؛ لتُلبّي مُتطلّبات المجتمع الحالية، وتطلُّعاته المستقبلية، ولتتواكب مع المُستجدّات العالمية في اقتصاد المعرفة، والعلوم الحياتية المختلفة؛ بما يؤدّي إلى تمكين المخرجات التعليمية من المشاركة في مجالات التنمية الشاملة للسلطنة.

وقد حظيت المناهج الدراسية، باعتبارها مكوِّنًا أساسيًّا من مُكوِّنات المنظومة التعليمية، بمراجعة مستمرة وتطوير شامل في نواحيها المختلفة؛ بدءًا من المقررات الدراسية، وطرائق التدريس، وأساليب التقويم وغيرها؛ وذلك لتتناسب مع الرؤية المستقبلية للتعليم في السلطنة، ولتتوافق مع فلسفته وأهدافه.

وقد أولت الوزارة مجال تدريس العلوم والرياضيات اهتمامًا كبيرًا يتلاءم مع مستجدات التطور العلمي والتكنولوجي والمعرفي. ومن هذا المنطلق اتَّجهت إلى الاستفادة من الخبرات الدولية؛ اتساقًا مع التطوُّر المُتسارع في هذا المجال، من خلال تبنّي مشروع السلاسل العالمية في تدريس هاتَين المادّتَين وفق المعايير الدولية؛ من أجل تنمية مهارات البحث والتقصّي والاستنتاج لدى الطلاب، وتعميق فهمهم للظواهر العلمية المختلفة، وتطوير قدراتهم التنافُسية في المسابقات العلمية والمعرفية، وتحقيق نتائج أفضل في الدراسات الدولية.

مُتمنّية لأبنائنا الطلاب النجاح، ولزملائنا المعلّمين التوفيق فيما يبذلونه من جهود مُخلِصة، لتحقيق أهداف الرسالة التربوية السامية؛ خدمة لهذا الوطن العزيز، تحت ظل القيادة الحكيمة لمولانا حضرة صاحب الجلالة السلطان هيثم بن طارق المعظم، حفظه الله ورعاه.

والله ولي التوفيق

د. مديحة بنت أحمد الشيبانية

وزيرة التربية والتعليم

المحتويات

المقدمة xiii
الأهداف التعليمية xv

الوحدة السابعة: التغذية في النبات

موضوعات الوحدة ٢١
الموضوع ٧-١: أنواع التغذية، ٢١
والموضوع ٧-٢: التمثيل الضوئي ٢٢
الموضوع ٧-٣: الأوراق ٢٣
الموضوع ٧-٤: المواد الناتجة عن عملية التمثيل الضوئي ٢٤
الموضوع ٧-٥: استقصاء عملية التمثيل الضوئي ٢٥
إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية ٢٦
إجابات أسئلة كتاب الطالب ٣٧
إجابات تمارين كتاب النشاط ٣٨
إجابات أوراق العمل ٤١
إجابات أسئلة نهاية الوحدة ٤٢

الوحدة الثامنة: الهضم في الإنسان

موضوعات الوحدة ٤٥
الموضوع ٨-١: الهضم ٤٥
الموضوع ٨-٢: القناة الهضمية ٤٧
إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية ٤٨
إجابات أسئلة كتاب الطالب ٤٩
إجابات تمارين كتاب النشاط ٥٠
إجابات أوراق العمل ٥١
إجابات أسئلة نهاية الوحدة ٥٢

الوحدة التاسعة: النقل في النبات

موضوعات الوحدة ٥٤
الموضوع ٩-١: جهاز النقل في النبات ٥٥
الموضوع ٩-٢: امتصاص الماء ونقله ٥٥
الموضوع ٩-٣: عملية النتح ٥٦
الموضوع ٩-٤: نقل الغذاء الجاهز في النبات ٥٧
إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية ٥٨
إجابات أسئلة كتاب الطالب ٦٣
إجابات تمارين كتاب النشاط ٦٣
إجابات أوراق العمل ٦٥
إجابات أسئلة نهاية الوحدة ٦٦

الوحدة العاشرة: التَّحكُّم والتنظيم في النبات

موضوعات الوحدة ٦٩
الموضوع ١٠-١: التحكُّم والاستجابة في النباتات ٦٩
الموضوع ١٠-٢: الهرمونات النباتية ٧٠
إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية ٧١
إجابات أسئلة كتاب الطالب ٧٥
إجابات تمارين كتاب النشاط ٧٦
إجابات أوراق العمل ٧٧
إجابات أسئلة نهاية الوحدة ٧٨

المقدمة

صمَّم هذا المنهج فريق من المختصّين في المواد الدراسية. وهو يعكس نتاج البحوث التربوية العالميّة، ويُكسب الطلاب فهمًا للمبادئ التعلُّمية الأساسيّة عبر العديد من الدراسات النظرية والعمليّة، ويُطوِّر فهمهم للمهارات العلميّة التي تشكّل أساسًا للتحصيل العلمي المتقدّم، ويُنمّي إدراكهم لمسألة أنّ نتائج البحوث العلميّة تؤثّر في الأفراد والمجتمعات والبيئة. ويُساعد هذا المنهج الطلاب على فهم عالم التكنولوجيا الذي يعيشون فيه، وعلى الاهتمام بالعلوم والتطوّرات العلميّة.

يهدف المنهج إلى:

أ. توفير تجربة تربوية ممتعة ومفيدة لجميع الطلاب.

ب. تمكين الطلاب من اكتساب المعرفة والفهم، والهدف من ذلك:

- أن يُصبحوا مواطنين واثقين بأنفسهم في عالم قائم على التكنولوجيا، وأن يكون لديهم اهتمام واضح بالمواد العلميّة.
- أن يُعزِّز إدراكهم لقضيَّة أن مواد العلوم قائمة على البراهين، ويُمكِّنهم من فهم أهمية الأسلوب العلمي في التفكير.

ج. تطوير ما لدى الطلاب من مهارات:

- ترتبط بدراسة مواد العلوم وتطبيقاتها.
- تفيدهم في الحياة اليوميّة.
- تُشجّعهم على حلّ المسائل بطرائق منهجيّة.
- تُشجّعهم على تطبيق العلوم تطبيقًا فعّالًا وآمنًا.
- تُشجّعهم على التواصل الفعَّال باستخدام اللغة العلميّة.

د. تطوير سلوكيّات مرتبطة بمواد العلوم مثل:

- الحرص على الدقّة والإتقان.
- الموضوعيّة.

- الأمانة العلمية.
- الاستقصاء.
- المبادرة.
- الابتكار.

هـ. حثّ الطلاب على مراعاة الآتي:

- أنّ مواد العلوم خاضعة للتأثيرات الاجتماعية والاقتصادية والتكنولوجية والأخلاقية والثقافية وقيودها.
- أنّ تطبيقات العلوم قد تكون مفيدة وقد تكون ضارَّة بالفرد والمجتمع والبيئة.

تتضمَّن كل وحدة في الدليل:

- أفكارًا للتدريس لكل موضوع تمثِّل اقتراحات حول كيفية تناول الموضوع لمساعدة الطلاب على فهمه جيدًا.
- أفكارًا للواجبات المنزلية.
- إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية.
- إجابات عن جميع الأسئلة الواردة في كتاب الطالب، وكذلك عن أسئلة التمارين وأوراق العمل في كتاب النشاط.

التخطيط للتدريس

توجد مجموعة قيِّمة من المصادر في كتاب الطالب وكتاب النشاط (أنشطة – تمارين – أوراق عمل).

وقد لا يكون لديك الوقت الكافي لاستخدام كل مصدر من هذه المصادر. لذلك، عليك بالتخطيط الجيّد، وتحديد المصادر التي تشعر بأنها الأنسب في تحقيق الأهداف التعليمية.

الأهداف التعليمية

الوحدة السابعة: التغذية في النبات

٧-١ أنواع التغذية

١٤-١	يعرِّف التمثيل الضوئيّ بأنّه العمليّة الّتي تصنع بواسطتها النباتات الكربوهيدرات من الموادّ الأولية غير العضوية باستخدام الطاقة الضوئية.
١٤-٢	يذكر المعادلة اللفظيّة للتمثيل الضوئيّ: ثاني أكسيد الكربون + ماء ← جلوكوز + الأكسجين، في وجود الضوء والكلوروفيل.
١٤-٣	يكتب المعادلة الكيميائية الموزونة للتمثيل الضوئيّ: $6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{كلوروفيل}]{\text{ضوء الشمس}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$
١٤-٤	يشرح أنّ الكلوروفيل يمتص الطاقة الضوئية ويُحوِّلها إلى طاقة كيميائية في جزيئات لبناء الكربوهيدرات.

٧-٢ التمثيل الضوئي

١٤-١	يعرِّف التمثيل الضوئيّ بأنّه العمليّة الّتي تصنع بواسطتها النباتات الكربوهيدرات من الموادّ الأولية غير العضوية باستخدام الطاقة الضوئية.
١٤-٢	يذكر المعادلة اللفظيّة للتمثيل الضوئيّ: ثاني أكسيد الكربون + ماء ← جلوكوز + الأكسجين، في وجود الضوء والكلوروفيل.
١٤-٣	يكتب المعادلة الكيميائية الموزونة للتمثيل الضوئيّ: $6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{كلوروفيل}]{\text{ضوء الشمس}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$
١٤-٤	يشرح أنّ الكلوروفيل يمتص الطاقة الضوئية ويُحوِّلها إلى طاقة كيميائية في جزيئات لبناء الكربوهيدرات.

٧-٣ الأوراق

١٥-١	يحدّد مواقع كل من: البلاستيدات الخضراء والطبقة الشمعية (كيوتيكل) والخلايا الحارسة والثغور والبشرتين العليا والسفلى والنسيج الوسطي العماديّ والنسيج الوسطي الإسفنجي والحزم الوعائيّة وأوعية الخشب وأنابيب اللحاء في أوراق نبات ثنائيّ الفلقة.
١٥-٢	يربط تراكيب الورقة بوظائفها بما في ذلك: • النسيج الوسطي العماديّ وتوزيع البلاستيدات الخضراء – عمليّة التمثيل الضوئيّ. • الثغور وخلايا النسيج الوسطي الإسفنجيّ والخلايا الحارسة – تبادُل الغازات. • أوعية الخشب – النقل والدعامة. • أنابيب اللحاء – النقل.

٧-٤ المواد الناتجة عن عملية التمثيل الضوئي	
١٤-٥	يبين كيف تستخدم الكربوهيدرات الناتجة من عملية التمثيل الضوئيّ لاحقًا (في إنتاج الطاقة وإنتاج موادّ أخرى) وكيف تُحوّل للنقل والتخزين (كالنشا والدهون والزيوت).
١٤-٦	يصف أهمّيّة ما يلي: • أيونات النيترات في تكوين الأحماض الأمينيّة. • أيونات الماغنيسيوم في تكوين الكلوروفيل.
١٤-٧	يشرح تأثير نقص أيونات النترات وأيونات الماغنيسيوم في نموّ النبات.
٧-٥ استقصاء عملية التمثيل الضوئي	
١٤-٨	يستقصي الحاجة إلى الكلوروفيل، والضوء، وغاز ثاني أكسيد الكربون للقيام بعمليّة التمثيل الضوئيّ مستخدمًا الضوابط المناسبة.
١٤-٩	يستقصي تأثير تغيير شدّة الضوء، ودرجة الحرارة على معدّل التمثيل الضوئيّ ويصفه (على سبيل المثال النباتات المائيّة المغمورة)

الأهداف التعليمية

الوحدة الثامنة: الهضم في الإنسان

٨-١ الهضم	
١٢-١	يعرِّف الابتلاع بأنّه إدخال موادّ معيّنة كالطعام والشراب في الجسم عن طريق الفم.
١٢-٢	يعرِّف الهضم بأنّه تفكيك جزيئات الطعام الكبيرة غير القابلة للذوبان في الماء إلى جزيئات صغيرة قابلة للذوبان في الماء باستخدام عمليات ميكانيكية وكيميائية.
١٢-٣	يعرِّف الهضم الميكانيكيّ بأنّه تفكيك الطعام إلى أجزاء صغيرة دون حدوث تغيُّر كيميائيّ في جزيئات الطعام.
١٢-٤	يعرِّف الهضم الكيميائيّ بأنّه تفكيك الجزيئات الكبيرة غير القابلة للذوبان إلى جزيئات صغيرة قابلة للذوبان.
١٢-٥	يعرِّف الامتصاص بأنّه انتقال جزيئات الطعام التي تم هضمها عبر جدار الأمعاء إلى الدم.
١٢-٦	يعرِّف التمثيل الغذائي بأنّه انتقال جزيئات الطعام التي تم هضمها من الجسم إلى داخل خلاياه ليتم استخدامها ولتصبح جزءًا من الخلية.
١٢-٧	يعرِّف الإخراج (التبرّز) بأنه طرح الطعام الّذي لم يتمّ هضمه، كبراز عبر فتحة الشرج.

١٣-١	يذكر وظائف الأنزيمات الهاضمة كما يأتي: • يفكّك أنزيم الأميليز النشا إلى سكّريّات بسيطة. • يفكّك أنزيم البروتييز البروتينات إلى أحماض أمينيّة. • يفكّك أنزيم الليبيز الدهون إلى أحماض دهنيّة وجليسرول.
٨-٢ القناة الهضمية	
١٢-٨	يحدِّد الأجزاء الرئيسية للقناة الهضميّة والأعضاء المرتبطة بها، بما في ذلك الفم، والغدد اللعابيّة، والمريء، والمعدة، والأمعاء الدقيقة، والبنكرياس والكبد، والمرارة، والأمعاء الغليظة، وفتحة الشرج.
١٢-٩	يصف وظائف أجزاء القناة الهضميّة المذكورة أعلاه المتعلّقة بابتلاع الطعام، وهضمه، وامتصاصه وتمثيله، وإخراجه.
١٣-١	يذكر وظائف الأنزيمات الهاضمة كما يأتي: • يفكّك أنزيم الأميليز النشا إلى سكّريّات بسيطة. • يفكّك أنزيم البروتييز البروتينات إلى أحماض أمينيّة. • يفكّك أنزيم الليبيز الدهون إلى أحماض دهنيّة وجليسرول.
١٣-٢	يذكر مكان تكون واستخدام أنزيمات الأميليز والبروتييز والليبيز في القناة الهضمية.
١٣-٣	يذكر وظائف حمض الهيدروكلوريك في العصارة الهضميّة ويشرحها في حدود ما يأتي: • يقتل رقمه الهيدروجينيّ pH المنخفض الكائنات الحيّة الدقيقة الضارّة في الطعام مثل البكتيريا عن طريق مسخ (تحوير) الأنزيمات الميكروبيّة. • رقمه الهيدروجيني المنخفض ملائم تمامًا لتفعيل نشاط أنزيم البروتييز في الإنسان.
١٣-٤	يذكر دور العصارة الصفراويّة في معادلة الخليط الحمضيّ للطعام والعصارة الهضميّة عند دخولها الإثني عشر لتوفير درجة الحموضة المناسبة لتفعيل نشاط الأنزيم.
١٣-٥	يذكر دور العصارة الصفراويّة في استحلاب الدهون لتزيد من المساحة السطحية للهضم الكيميائيّ للدهون وتحويلها إلى أحماض دهنيّة وجليسرول باستخدام الليبيز.
١٣-٦	يشرح أهمّيّة الخملات في زيادة المساحة السطحية الداخليّة للأمعاء الدقيقة.
١٣-٧	يصف تركيب الخملة.
١٣-٨	يصف دور الشعيرات الدمويّة والأوعية اللمفاويّة في الخملات.

الأهداف التعليمية

الوحدة التاسعة: النقل في النبات

٩-١ جهاز النقل في النبات

١٦-١	يذكر وظائف الأجزاء الآتية: • أوعية الخشب في نقل الماء والأيونات المعدنيّة من الجذور إلى الأوراق، ودعم ساق النبات وإسناده. • أنابيب اللحاء في نقل السكّروز والأحماض الأمينيّة.
١٦-٢	يحدّد موقع أوعية الخشب في قطاعات عرضية للجذور، والسيقان، والأوراق، ويشمل ذلك فقط النباتات العشبية ثنائيّة الفلقة غير الخشبيّة.

٩-٢ امتصاص الماء ونقله

١٦-٣	يحدّد خلايا الشعيرات الجذريّة كما يراها تحت المجهر الضوئيّ، ويشرح أنّ مساحة سطحها الكبيرة تزيد معدّلات امتصاص الماء والأيونات.

٩-٣ عملية النتح

١٦-٤	يحدّد المسار الّذي يسلكه الماء عبر الجذر والساق والورقة عند انتقاله من الشُّعيرات الجذريّة وخلايا قشرة الجذر وخلايا أوعية الخشب والنسيج الوسطي في الورقة.
١٦-٥	يستقصي مسار الماء خلال أجزاء النبات الّتي تقع فوق سطح الأرض باستخدام الصبغة المناسبة.
١٦-٦	يعرِّف النتح بأنّه فقدان بخار الماء من أوراق النبات عن طريق تبخّر الماء عند سطح خلايا النسيج الوسطي، ويتبع ذلك انتشار بخار الماء عبر الثغور.
١٦-٧	يشرح الآليّة الّتي ينتقل بها الماء إلى الأعلى في أوعية الخشب عن طريق النتح، ممّا يساعد على خلق منحدر جهد مائيّ يعمل على سحب عمود من جزيئات الماء تحت تأثير قوتي التماسك والتلاصق.
١٦-٨	يستقصي ويصف تأثير تغيّر درجات الحرارة والرطوبة على معدّل النتح.

٩-٤ نقل الغذاء الجاهز في النبات

١٦-٩	يعرِّف الانتقال من ناحية حركة سكر السكّروز والأحماض الأمينيّة في أنابيب اللحاء: • من مناطق الإنتاج (المصدر) • إلى مناطق التخزين أو المناطق الّتي تستخدم فيها هذه الموادّ في التنفّس أو النموّ (المصب).

الأهداف التعليمية

الوحدة العاشرة: التّحكّم والتّنظيم في النبات

١٠-١ التحكُّم والاستجابة في النباتات

١٧-١	يعرِّف الانتحاء الأرضيّ بأنّه استجابة نموّ أجزاء من النبات باتِّجاه الجاذبيَّة الأرضيَّة، أو بالاتِّجاه المُعاكِس.
١٧-٢	يعرِّف الانتحاء الضوئيّ بأنّه استجابة نموّ أجزاء من النبات باتِّجاه مصدر الضوء، أو بالاتِّجاه المُعاكِس.
١٧-٣	يشرح الانتحاء الأرضيّ والضوئيّ للنبات كمثالين على التحكّم الكيميائيّ في نموّ النباتات.
١٧-٤	يستقصي الانتحاء الأرضيّ والضوئيّ في السيقان والجذور.

١٠-٢ الهرمونات النباتية

١٧-٥	يشرح دور هرمون الأوكسين في التحكّم في نموّ النبات ويشمل ذلك فقط: • هرمون الأوكسين الّذي يتكوّن عند قمّة ساق النبات (فقط). • ينتشر هرمون الأوكسين خلال النبات من قمّة ساق النبات. • يتوزّع هرمون الأوكسين بشكلٍ غير متساوٍ استجابةً للضوء والجاذبيّة. • يحفز هرمون الأوكسين استطالة الخلايا.

الأهداف التعليمية المرتبطة بالاستقصاء العلمي

استخدام التقنيّات والأجهزة والأدوات العلميّة

- يبرِّر اختيار الأجهزة والمواد والأدوات لاستخدامها في إجراء التجارب.
- يقيّم الأخطار ويشرح التدابير الوقائية المتّخذة لضمان السلامة.

التخطيط

- يصف الخطوات التجريبية والتقانة المستخدمة ويشرحها.
- يكوِّن التنبؤات والفرضيات (استنادًا إلى استيعاب المفاهيم والمعرفة).
- يحدِّد المتغيرات ويصف كيف يمكن قياسها، ويشرح لماذا ينبغي التحكُّم ببعض المتغيّرات.

الملاحظة والقياس والتسجيل

- يرسم الأشكال التخطيطيّة للجهاز ويُسمّي أجزاءه، كما يرسم الأشكال التخطيطية للعيِّنة ويُسمّي أجزاءها.
- يسجِّل الملاحظات بطريقة منهجية باستخدام الوحدات المناسبة والأرقام ومدى القياسات المناسبة ودرجة الدقة المناسبة.

تفسير الملاحظات والبيانات وتقييمها

- يفسّر الملاحظات وبيانات التجارب ويقيّمها، ويحدّد النتائج غير المتوقّعة ويتعامل معها بالشكل الملائم.
- يعالج البيانات ويعرضها ويقدِّمها بما في ذلك استخدام الآلات الحاسبة والتمثيلات البيانية والميل.

طرائق التقييم

- يستخلص الاستنتاجات المناسبة ويبرِّرها بالرجوع إلى البيانات وباستخدام التفسيرات المناسبة.
- يحدِّد الأسباب المحتملة لعدم دقة البيانات أو الاستنتاجات ويقترح التحسينات المناسبة للخطوات التجريبية والتقانة المستخدمة.

الوحدة السابعة: التغذية في النبات

تُركِّز هذه الوحدة على عملية مُهمَّة جدًا تحدث في النبات، وهي عملية التمثيل الضوئي، التي تمتصّ من خلالها النباتات الطاقة الضوئية المُخزَّنة في ضوء الشمس لتحوِّلها إلى طاقة كيميائية. سيقوم الطلاب بدراسة عملية التمثيل الضوئي، واستنتاج طرق تكيُّف ورقة النبات للقيام بهذه العملية. تشمل هذه الوحدة الكثير من الفرص المتاحة من أجل القيام باستقصاءات لدراسة العوامل التي تؤثِّر على عملية التمثيل الضوئي.

موضوعات الوحدة

المصادر المتاحة لكل موضوع

رقم الهدف التعليمي	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب النشاط
١٤-١، ١٤-٢، ١٤-٣، ١٤-٤	٧-١ أنواع التغذية ٧-٢ التمثيل الضوئي	١	الأسئلة من ٧-١ إلى ٧-٣ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ١	ورقة العمل ٧-١ مُعادلة عملية التمثيل الضوئي
١٥-١، ١٥-٢	٧-٣ الأوراق	٢-٣	الأسئلة من ٧-٤ إلى ٧-١٣ أسئلة نهاية الوحدة: السؤالان ٣ و٤ نشاط ٧-١ (إثرائي) استخدام المجهر الضوئي لمشاهدة الخلايا التي تُغطّي سطح ورقة النبات	تمرين ٧-١ كيفية حصول خلايا النسيج الوسطي العمادي على احتياجاتها تمرين ٧-٢ أوراق الشمس وأوراق الظل ورقة العمل ٧-٢ أوراق النباتات كغذاء ومأوى
١٤-٥، ١٤-٦، ١٤-٧	٧-٤ المواد الناتجة عن عملية التمثيل الضوئي	٢-٤	الأسئلة من ٧-١٤ إلى ٧-١٧ أسئلة نهاية الوحدة: السؤالان ٢ و٦ نشاط ٧-٢ الكشف عن النشا في ورقة نبات نشاط ٧-٦ عملية التمثيل الضوئي في نبات مائي	
١٤-٨، ١٤-٩	٧-٥ استقصاء عملية التمثيل الضوئي	٥-٦	أسئلة نهاية الوحدة: السؤالان ٥ و٧ نشاط ٧-٣ استقصاء حاجة عملية التمثيل الضوئي إلى الضوء نشاط ٧-٤ استقصاء حاجة عملية التمثيل الضوئي إلى الكلوروفيل نشاط ٧-٥ استقصاء حاجة عملية التمثيل الضوئي إلى غاز ثاني أكسيد الكربون نشاط ٧-٧ استقصاء تأثير شدَّة الضوء على عملية التمثيل الضوئي نشاط ٧-٨ استقصاء أثر درجة الحرارة على عملية التمثيل الضوئي	تمرين ٧-٣ تحليل البيانات حول مُعدَّل عملية التمثيل الضوئي تمرين ٧-٤ تأثير الحيوانات والنباتات على تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الماء

الموضوع ٧-١: أنواع التغذية، والموضوع ٧-٢: التمثيل الضوئي

الأهداف التعليمية

١٤-١ يعرِّف التمثيل الضوئيّ بأنّه العمليّة الّتي تصنع بواسطتها النباتات الكربوهيدرات من الموادّ الأولية غير العضوية باستخدام الطاقة الضوئية.

١٤-٢ يذكر المعادلة اللفظيّة للتمثيل الضوئيّ: ثاني أكسيد الكربون + ماء ← جلوكوز + الأكسجين، في وجود الضوء والكلوروفيل.

١٤-٣ يكتب المعادلة الكيميائية الموزونة للتمثيل الضوئيّ: $6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{كلوروفيل}]{\text{ضوء الشمس}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

١٤-٤ يشرح أنّ الكلوروفيل يمتصّ الطاقة الضوئيّة ويحوّلها إلى طاقة كيميائيّة في جزيئات لبناء الكربوهيدرات.

أفكار للتدريس

- هناك العديد من الأنشطة العملية في كتاب الطالب، والعديد من التمارين وأوراق العمل في كتاب النشاط المتعلِّقة بهذه الوحدة، ممّا يساعد الطلاب على بناء مهاراتهم العملية.
- سبق أن تعلّم الطلاب عملية التمثيل الضوئي في الصفوف السابقة. لذا يمكنك أن تسألهم عمّا تحتاج إليه النباتات وعمّا تصنعه، وعن مصدر الطاقة لهذه العملية. ثم اطلب إليهم تكوين المعادلة اللفظية لعملية التمثيل الضوئي. من الجيد أن توفِّر بعض النباتات، سواء في غرفة الصف أو في الخارج. شجِّع الطلاب على ملاحظتها، ودعهم يخبروك عن سبب كونها خضراء.
- يحتاج الطلاب أيضًا إلى معرفة المعادلة الكيميائية الموزونة للتمثيل الضوئي. يمكنك استخدام ورقة العمل ٧-١ معادلة عملية التمثيل الضوئي، في هذه المرحلة.
- لتوضيح كيفية استخدام الطاقة الضوئية في عملية التمثيل الضوئي، استخدم بعض النماذج الجُزيئية المولیمود (Molymod) لنمذجة ٦ جُزيئات من غاز ثاني أكسيد الكربون و٦ جزيئات ماء. اطلب إلى أحد الطلاب أن يُفكِّكها ويُعيد تجميعها لبناء جُزيء جلوكوز واحد، و٦ جُزيئات من غاز الأكسجين (الترتيب الدقيق لجُزيء الجلوكوز ليس مهمًّا، ولكن يمكنك توجيه الطلاب باستخدام الرسم على السبّورة). وتُمثِّلُ الطاقة التي استخدمها الطالب لكسر الروابط وتشكيلها دور الطاقة الضوئية في التمثيل الضوئي. وتُمثِّل مادة الكلوروفيل الصبغة التي تمتصّ الطاقة الضوئية وتُحوِّلها إلى روابط كيميائية والتي تبقى كشكل من أشكال الطاقة الكيميائية.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- غالبًا ما يكتب الطلاب أن «التمثيل الضوئي هو الطريقة التي تتنفَّس بها النباتات»، أو «تقوم النباتات بعملية التمثيل الضوئي، وتقوم الحيوانات بعملية التنفُّس». تأكَّد من أن الجميع يعرفون أن النباتات يمكنها القيام بعمليتَي التنفُّس والتمثيل الضوئي.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، الأسئلة من ٧-١ إلى ٧-٣
- ورقة العمل ٧-١ مُعادَلة عملية التمثيل الضوئي
- كتاب الطالب، أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ١

الموضوع ٧-٣: الأوراق

الأهداف التعليمية

١٥-١ يحدّد مواقع كل من: البلاستيدات الخضراء والطبقة الشمعية (كيوتيكل) والخلايا الحارسة والثغور والبشرتين العليا والسفلى والنسيج الوسطي العماديّ والنسيج الوسطي الإسفنجي والحزم الوعائيّة وأوعية الخشب وأنابيب اللحاء في أوراق نبات ثنائيّ الفلقة.

١٥-٢ يربط تراكيب الورقة بوظائفها بما في ذلك:

- النسيج الوسطي العماديّ وتوزيع البلاستيدات الخضراء – عمليّة التمثيل الضوئيّ.
- الثغور وخلايا النسيج الوسطي الإسفنجيّ والخلايا الحارسة – تبادُل الغازات.
- أوعية الخشب – النقل والدعامة.
- أنابيب اللحاء – النقل.

أفكار للتدريس

- من السهل على الطلاب دراسة تركيب الورقة، وفهمه. يمكنك أن تُزوِّدهم بورقتَين مختلفتَين تمامًا (على سبيل المثال ورقة نبات ذي فلقة واحدة وورقة نبات ذي فلقتَين) وأن تطلب إليهم رسمهما، وحساب مقدار التكبير، وتخطيط جدول للمقارنة بين تركيب كل منهما.
- يُشكِّل **النشاط ٧-١ استخدام المجهر الضوئي لمشاهدة الخلايا التي تُغطّي سطح ورقة النبات** مُقدِّمة جيّدة للتركيب المجهري الداخلي لورقة النبات. سوف يُلاحِظ الطلاب أن هناك ثقوبًا صغيرة في البشرة السفلى، ثم يتعرَّفون على الجزء الذي تؤدّي إليه هذه الثقوب داخل الورقة.
- اعرض على الطلاب رسومًا تخطيطية أو صورًا تُبيّن التركيب الداخلي لأوراق النبات. تُعدّ الصور المجهرية المُلتقطة باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح، مثل الصورة ٧-١ في كتاب الطالب، نقطة انطلاق جيدة في هذا السياق، حيث إنها تظهر التركيب المجهري الداخلي للورقة في ثلاثة أبعاد. وقد يكون من الأسهل على بعض الطلاب ربطها بالواقع، مقارنة بالرسوم التوضيحية مثل الشكل ٧-٢. اعرض على الطلاب ورقة نبات كاملة أو اقطعها إلى نصفَين، ووضِّح لهم أنهم ينظرون إلى حافة ورقة النبات الرقيقة للغاية.
- زوِّد الطلاب برسومات تخطيطية لخلايا فردية من كل طبقة من طبقات الخلايا في ورقة نبات. واطلب إليهم قصّ هذه الرسومات وإلصاقها على ورقة فارغة، لتكوين «رسم تخطيطي» لقطاع عرضي لورقة النبات.
- بعد الانتهاء من توضيح تركيب ورقة النبات، يمكنك أن تطلب إلى الطلاب أن يتنبَّؤوا بكيفية وصول الماء والضوء وغاز ثاني أكسيد الكربون إلى البلاستيدات الخضراء، داخل خلية من خلايا طبقة النسيج الوسطي العمادي (حيث تتمّ عملية التمثيل الضوئي). استخدم نموذجًا يوضِّح تركيب الورقة في حال توفُّره في المدرسة.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- لا يستوعب الطلاب في الغالب ما تُمثِّله الرسوم التخطيطية لقطاع عرضي لورقة النبات، لأنهم لا يستطيعون تصوُّر أن ورقة النبات الرقيقة يمكن أن تحتوي على العديد من طبقات الخلايا.
- يعتقد الطلاب غالبًا أن الماء يدخل إلى الأوراق من خلال الثغور.

- قد يعتقد الطلاب أن انتشار غاز ثاني أكسيد الكربون عبر ثغور الأوراق، عملية نشطة وتتطلَّب طاقة.
- يقول الطلاب إن الكلوروفيل «يجذب» ضوء الشمس، بدلاً من القول إنه يقوم بامتصاص الطاقة منه.
- يميل الطلاب إلى الخلط بين الكلوروفيل والبلاستيدات الخضراء.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، الأسئلة من ٧-٤ إلى ٧-١٣
- كتاب الطالب، أسئلة نهاية الوحدة: السؤالان ٣ و٤
- كتاب النشاط، التمرين ٧-١ كيفية حصول خلايا النسيج الوسطي العمادي على احتياجاتها
- كتاب النشاط، التمرين ٧-٢ أوراق الشمس وأوراق الظل
- ورقة العمل ٧-٢ أوراق النباتات كغذاء ومأوى

الموضوع ٧-٤: المواد الناتجة عن عملية التمثيل الضوئي

الأهداف التعليمية

١٤-٥ يبين كيف تستخدم الكربوهيدرات الناتجة من عملية التمثيل الضوئيّ لاحقًا (في إنتاج الطاقة وإنتاج موادّ أخرى) وكيف تُحوّل للنقل والتخزين (كالنشا والدهون والزيوت).

١٤-٦ يصف أهمّيّة ما يأتي:

- أيونات النترات في تكوين الأحماض الأمينيّة.
- أيونات الماغنيسيوم في تكوين الكلوروفيل.

١٤-٧ يشرح تأثير نقص أيونات النترات وأيونات الماغنيسيوم على نموّ النبات.

أفكار للتدريس

- يمكنك أن تبدأ هذا الموضوع بسؤال الطلاب عمّا تصنعه النباتات في عملية التمثيل الضوئي، والوصول إلى أن الورقة تحتوي على النشا. سبق وأن أخذ الطلاب في الصف الثامن خطوات الكشف عن النشا، استرجعها معهم، ثم ضع بضع قطرات من محلول اليود على ورقة نبات. اسأل الطلاب عن سبب عدم تحوُّل لون ورقة النبات إلى الأزرق المائل إلى السواد. أدر مناقشة لاستخلاص فكرة أن النشا يقع داخل البلاستيدات الخضراء في خلايا طبقة النسيج الوسطي العمادي، وأن محلول اليود لا يمكن أن يخترق أغشية الخلايا شبه المنفذة للوصول إلى النشا بداخلها. يمكن أن تُجري عرضًا توضِّح فيه كيفية اختبار الكشف عن النشا في ورقة نبات، كما هو موضِّح في **النشاط ٧-٢ الكشف عن النشا في ورقة نبات**.
- يمكن تنفيذ **النشاط ٧-٦ عملية التمثيل الضوئي في نبات مائي**، الذي يتطلَّب التخطيط الجيد للتجربة من قِبَل الطلاب لمعرفة تأثير وجود الضوء على عملية التمثيل الضوئي، والذي يتطلَّب أيضًا جمع البيانات الكمّية.
- بعد الانتهاء من أداء الأنشطة العملية، ناقشهم في نواتج عملية التمثيل الضوئي الأخرى، ثم اشرح لهم حاجة النباتات إلى أيونات الماغنيسيوم وأيونات النترات.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- تقدِّم بعض الكتب والمراجع أهدافًا مختلفة لغلي ورقة النبات قبل اختبارها بمحلول اليود. يتمثَّل الهدف الرئيسي لغلي الورقة في التأكُّد من وصول محلول اليود إلى النشا الذي تمّ تخزينه داخل خلايا الورقة. ممّا لاشك فيه أن غلي الورقة يتسبَّب في مسخ أنزيماتها وموت خلاياها، ممّا يؤدي إلى وقف عملية التمثيل الضوئي. ومع ذلك يهمُّنا أن يكون واضحًا أنَّ هذا ليس الهدف الرئيسي لغلي الورقة. يستطيع الطلاب اختبار الورقة فور توقُّف التجربة لمنع حدوث المزيد من التمثيل الضوئي. ولكنَّ هذا لن يمنحهم نتائج قابلة للتطبيق، لأن محلول اليود لن يكون قادرًا على الوصول إلى مخازن النشا في الورقة.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، الأسئلة من ٧–١٤ إلى ٧–١٧
- كتاب الطالب، أسئلة نهاية الوحدة: السؤالان ٢ و٦

الموضوع ٧-٥: استقصاء عملية التمثيل الضوئي

الأهداف التعليمية

٨–١٤ يستقصي الحاجة إلى الكلوروفيل، والضوء، وغاز ثاني أكسيد الكربون للقيام بعمليّة التمثيل الضوئيّ مستخدِمًا الضوابط المناسبة.

٩–١٤ يستقصي تأثير تغيير شدّة الضوء، ودرجة الحرارة على معدّل التمثيل الضوئيّ ويصفه (على سبيل المثال النباتات المائيّة المغمورة).

أفكار للتدريس

- اطلب إلى الطلاب أن ينفّذوا **النشاط ٧–٣ استقصاء حاجة عملية التمثيل الضوئي إلى الضوء**، و**النشاط ٧–٤ استقصاء حاجة عملية التمثيل الضوئي إلى الكلوروفيل**. يمكن أيضًا تنفيذ **النشاط ٧–٥ استقصاء حاجة عملية التمثيل الضوئي إلى غاز ثاني أكسيد الكربون**، كعرض توضيحي أمام طلاب الصف.
- يتميّز **النشاط ٧–٧ استقصاء تأثير شدة الضوء على عملية التمثيل الضوئي** بأنه تمرين للتخطيط الجيد، ويُشكِّل تنفيذه فرصة ممتازة لمساعدة الطلاب على تطوير مهاراتهم في البحث والاستقصاء العلمي.
- يُشجِّع **النشاط ٧–٨ استقصاء أثر درجة الحرارة على عملية التمثيل الضوئي** الطلاب على التفكير في نطاق البيانات التي سيجمعونها، ودقّتها. ويفيد تمرين رسم التمثيل البياني في هذا النشاط في توسيع مهارات التحليل لدى الطلاب، حيث يُطلب إليهم مد الخطوط الأكثر ملاءمة في التمثيل البياني حتى تتقاطع مع المحاور فيه للوصول إلى تنبُّؤات صحيحة.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، أسئلة نهاية الوحدة: السؤالان ٥ و٧
- كتاب النشاط، التمرين ٧–٣ تحليل البيانات حول مُعدَّل عملية التمثيل الضوئي
- كتاب النشاط، التمرين ٧–٤ تأثير الحيوانات والنباتات على تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الماء

إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية

نشاط ٧- ١ (إثرائي): استخدام المجهر الضوئي لمشاهدة الخلايا التي تُغطّي سطح ورقة النبات

المهارات:

- يرسم الأشكال التخطيطيّة للجهاز ويُسمّي أجزاءه، كما يرسم الأشكال التخطيطية للعيِّنة ويُسمّي أجزاءها.
- يسجِّل الملاحظات بطريقة منهجية باستخدام الوحدات المناسبة والأرقام ومدى القياسات المناسبة ودرجة الدقة المناسبة.

المواد والأدوات والأجهزة

- مجموعة مُتنوِّعة من أوراق النباتات، التي يسهل نزع بشرتها السفلى
- ملقط
- شرائح زجاجية للمجهر
- أغطية شرائح المجهر
- ماصَّة
- طلاء أظافر شفّاف
- مجهر ضوئي

⚠ **احتياطات الأمن والسلامة**

- لا يترتَّب على تنفيذ هذا النشاط اتخاذ أي من إجراءات الأمن والسلامة.

إجابات الأسئلة

١ في معظم النباتات، يوجد عدد أكبر من الثغور على السطح السفلي للأوراق مقارنة بالسطح العلوي.

٢ تعتمد الإجابات على نتائج التجربة التي أجراها الطلاب.

٣ خلايا البشرة تحمي السطح السفلي للورقة من فقدان الماء ومن تطفُّل الفطريات؛ بينما الخلايا الحارسة؛ تتحكَّم بآليَّة فتح الثغور وإغلاقها.

نشاط ٧-٢: الكشف عن النشا في ورقة نبات

المهارات:

- يبرِّر اختيار الأجهزة والمواد والأدوات لاستخدامها في إجراء التجارب.
- يقيّم الأخطار ويشرح التدابير الوقائية المتّخذة لضمان السلامة.

المواد والأدوات والأجهزة

- نبات ذو أوراق ناعمة (ملساء) كانت تقوم بعملية التمثيل الضوئي
- حمّام مائي بدرجة الغليان، أو كأس زجاجية فوق حامل ثلاثي القوائم مع موقد بنزن
- أنبوبة اختبار
- كحول إيثيلي
- ساق زجاجية
- محلول يوديد البوتاسيوم (اليود)
- ملقط
- بلاطة بيضاء
- ماصّة

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- احرص على حماية العينَين بوضع النظّارة الواقية.
- تأكَّد من عدم وجود لهب مكشوف قرب أنابيب الكحول الإيثيلي. نبِّه الطلّاب لإبلاغك فورًا في حالة حدوث اشتعال، إذ يُمكن إخماد هذا الاشتعال بسهولة، عن طريق وضع قطعة قماش مُبلَّلة بالماء فوقه.
- استخدم الملقط عند التعامُل مع أوراق النباتات.
- تجنَّب ملامسة محلول اليود للجلد.

ملاحظات

- يختلف الوقت اللازم لغليان أوراق النباتات، باختلاف أنواعها. لذلك يوصى بأن تقوم أنت أو فنّي المُختبَر بإجراء النشاط قبل الدرس، وتجربة استخدام أوراق نباتات مختلفة لتحديد النبات المناسب للاستخدام. يُنصَح باختيار النبات الذي تحتاج أوراقه إلى حوالي 10 دقائق للغليان.

إجابات الأسئلة

١ لتحطيم أغشية الخلايا، حتى يتمكَّن اليود من الوصول إلى النشا داخل الخلايا.

٢ يقوم الكحول الإيثيلي بإذابة الكلوروفيل الموجود في الورقة.

٣ تسبَّبت عملية الغليان في الماء بتحطيم أغشية الخلايا، ممّا سهّل إذابة الكلورفيل وإخراجه من البلاستيدات الخضراء.

٤ يعتمد على حالة الورقة التي تمّ اختبارها. إذا بقي لون محلول اليود بنيًّا، فهذا يشير إلى عدم وجود نشا وإلى أن الورقة لم تقم بعملية التمثيل الضوئي. لكن إذا تحوّل لون محلول اليود إلى اللون الأزرق المائل إلى السواد، فإن ذلك يدلّ على وجود النشا وعلى أن الورقة قد قامت بعملية التمثيل الضوئي حيث تمّ إنتاج سُكَّر الجلوكوز الذي يتمّ تحويله بعد ذلك إلى نشا للتخزين.

نشاط ٧-٣: استقصاء حاجة عملية التمثيل الضوئي إلى الضوء

المهارات:

- **يبرِّر اختيار الأجهزة والمواد والأدوات لاستخدامها في إجراء التجارب.**
- **يقيّم الأخطار ويشرح التدابير الوقائية المتّخذة لضمان السلامة.**
- **يرسم الأشكال التخطيطيّة للجهاز ويُسمّي أجزاءه، كما يرسم الأشكال التخطيطية للعيِّنة ويُسمّي أجزاءها.**
- **يسجِّل الملاحظات بطريقة منهجية باستخدام الوحدات المناسبة والأرقام ومدى القياسات المناسبة ودرجة الدقة المناسبة.**
- **يفسّر الملاحظات وبيانات التجارب ويقيّمها، ويحدّد النتائج غير المتوقّعة ويتعامل معها بالشكل الملائم.**
- **يعالج البيانات ويعرضها ويقدِّمها بما في ذلك استخدام الآلات الحاسبة والتمثيلات البيانية والميل.**

المواد والأدوات والأجهزة

- نبات ذو أوراق ناعمة (ملساء) كانت تقوم بعملية التمثيل الضوئي
- حمّام مائي بدرجة الغليان، أو كأس زجاجية فوق حامل ثلاثي القوائم مع موقد بنزن
- أنبوبة اختبار
- كحول إيثيلي
- ساق زجاجية
- محلول يوديد البوتاسيوم (اليود)
- ملقط
- بلاطة بيضاء
- ماصّة
- ورق أسود اللون
- مشابك ورق
- مقص

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- احرص على حماية العينَين بوضع النظّارة الواقية.
- تأكَّد من عدم وجود لهب مكشوف قرب أنابيب الكحول الإيثيلي. نبِّه الطلّاب لإبلاغك فورًا في حالة حدوث اشتعال، إذ يُمكن إخماد هذا الاشتعال بسهولة، عن طريق وضع قطعة قماش مُبلَّلة بالماء فوقه.
- استخدم الملقط عند التعامُل مع أوراق النباتات.
- تجنَّب ملامسة محلول اليود للجلد.

إجابات الأسئلة

١ لضمان وجود النشا المُنتَج أثناء التجربة فقط.

٢ للتأكُّد من حدوث عملية التمثيل الضوئي في المنطقة التي تعرَّضت للضوء.

٣ عند تعرُّض خلايا الورقة لضوء الشمس، تتكوّن الكربوهيدرات في الأوراق من خلال عملية التمثيل الضوئي وتُخزّن على شكل نشا. أما الخلايا التي لم تتعرَّض لضوء الشمس، فلم تقم بعملية التمثيل الضوئي، وبالتالي لم يحدث بها تخزين للنشا. ممّا يثبت أن وجود الضوء ضروري لحدوث عملية التمثيل الضوئي.

نشاط ٧-٤: استقصاء حاجة عملية التمثيل الضوئي إلى الكلوروفيل

المهارات:

- **يبرِّر اختيار الأجهزة والمواد والأدوات لاستخدامها في إجراء التجارب.**
- **يقيّم الأخطار ويشرح التدابير الوقائية المتّخذة لضمان السلامة.**
- **يرسم الأشكال التخطيطيّة للجهاز ويُسمّي أجزاءه، كما يرسم الأشكال التخطيطية للعيِّنة ويُسمّي أجزاءها.**
- **يسجِّل الملاحظات بطريقة منهجية باستخدام الوحدات المناسبة والأرقام ومدى القياسات المناسبة ودرجة الدقّة المناسبة.**
- **يفسّر الملاحظات وبيانات التجارب ويقيّمها، ويحدّد النتائج غير المتوقّعة ويتعامل معها بالشكل الملائم.**
- **يعالج البيانات ويعرضها ويقدِّمها بما في ذلك استخدام الآلات الحاسبة والتمثيلات البيانية والمَيل.**

المواد والأدوات والأجهزة

- أوراق نبات مبرقش تمَّت إزالة النشا منها (مبرقشة بألوان مختلفة مثل الأخضر والأبيض)
- مشابك ورق
- حمّام مائي بدرجة الغليان، أو كأس زجاجية فوق حامل ثلاثي القوائم مع موقد بنزن
- أنبوبة اختبار
- كحول إيثيلي
- ساق زجاجية
- محلول يوديد البوتاسيوم (اليود)
- ملقط
- بلاطة بيضاء
- ماصّة

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- احرص على حماية العينَين بوضع النظّارة الواقية.
- تأكَّد من عدم وجود لهب مكشوف قرب أنابيب الكحول الإيثيلي. نبِّه الطلّاب لإبلاغك فورًا في حالة حدوث اشتعال، إذ يُمكن إخماد هذا الاشتعال بسهولة، عن طريق وضع قطعة قماش مُبلَّلة بالماء فوقه.
- استخدم الملقط عند التعامل مع أوراق النباتات.
- تجنَّب ملامسة محلول اليود للجلد.

ملاحظات

- يختلف الوقت اللازم لغليان أوراق النباتات، باختلاف أنواعها. لذلك يوصى بأن تقوم أنت أو فنّي المُختبَر بإجراء النشاط قبل الدرس، وتجربة استخدام أوراق نباتات مختلفة لتحديد النبات المناسب للاستخدام. يُنصَح باختيار النبات الذي تحتاج أوراقه إلى حوالي 10 دقائق للغليان.

إجابات الأسئلة

١ الأجزاء بيضاء اللون من الورقة.

٢ الكلوروفيل يؤدِّي دورًا مهمًّا لحدوث عملية التمثيل الضوئي.

نشاط ٧-٥: استقصاء حاجة عملية التمثيل الضوئي إلى غاز ثاني أكسيد الكربون

المهارات:

- **يبرِّر اختيار الأجهزة والمواد والأدوات لاستخدامها في إجراء التجارب.**
- **يقيّم الأخطار ويشرح التدابير الوقائية المتّخذة لضمان السلامة.**
- **يرسم الأشكال التخطيطيّة للجهاز ويُسمّي أجزاءه، كما يرسم الأشكال التخطيطية للعيِّنة ويُسمّي أجزاءها.**
- **يسجِّل الملاحظات بطريقة منهجية باستخدام الوحدات المناسبة والأرقام ومدى القياسات المناسبة ودرجة الدقّة المناسبة.**
- **يفسِّر الملاحظات وبيانات التجارب ويقيّمها، ويحدّد النتائج غير المتوقّعة ويتعامل معها بالشكل الملائم.**
- **يعالج البيانات ويعرضها ويقدِّمها بما في ذلك استخدام الآلات الحاسبة والتمثيلات البيانية والمَيل.**

المواد والأدوات والأجهزة

- الجهاز المُبيَّن في الرسم التخطيطي الخاص بالنشاط
- نبات ذو أوراق ناعمة (ملساء) كانت تقوم بعملية التمثيل الضوئي
- حمّام مائي بدرجة الغليان، أو كأس زجاجية فوق حامل ثلاثي القوائم مع موقد بنزن
- أنبوبة اختبار
- كحول إيثيلي
- ساق زجاجية
- محلول يوديد البوتاسيوم (اليود)
- ملقط
- بلاطة بيضاء
- ماصّة

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- احرص على حماية العينَين بوضع النظّارة الواقية.
- تأكَّد من عدم وجود لهب مكشوف قرب أنابيب الكحول الإيثيلي. نبِّه الطلّاب لإبلاغك فورًا في حالة حدوث اشتعال، إذ يُمكن إخماد هذا الاشتعال بسهولة، عن طريق وضع قطعة قماش مُبلَّلة بالماء فوقه.
- استخدم الملقط عند التعامُل مع أوراق النباتات.
- تجنَّب ملامسة محلول اليود للجلد.

ملاحظات

- إذا تمَّ استخدام سدادات مثقوبة، وكانت أوراق النبات ذات أعناق طويلة، فلن يكون صعبًا إدخال الأوراق داخل الدورق، كما هو مُبيَّن بالرسم التوضيحي. يمكن دعم الدورق وتثبيته بواسطة حامل وملقط.
- يمكن إجراء هذا النشاط باستخدام نبات مزروع في أصيص. يتمّ اختيار ورقتيَن مُتماثلتَين، تكونان على ارتفاع مُتماثِل فوق قاعدة النبات. تُغلَّف كل ورقة بكيس بلاستيكي شفّاف، ويوضع طبق بتري صغير فيه هيدروكسيد البوتاسيوم عند قاعدة أحد الكيسَين. ثبِّت كُلًّا من الكيسين بشريط مطاطي أو بخيط. هذه الطريقة أسهل من الطريقة المُقترَحة في النشاط، ولكن من الصعب ضمان الإغلاق الكامل حول الأوراق. ستحتاج الطريقة إلى تقييم الطلاب لها، بأن يشيروا إلى هذا الأمر، إذا لم تأتِ النتائج كما هي مُتوقَّعة.
- ستمنع الأكياس البلاستيكية الموضوعة حول الأوراق غاز ثاني أكسيد الكربون الجوّي من دخول الأوراق، إلا أن بعض هذا الغاز يكون موجودًا في الهواء المحيط بالورقة داخل الكيس، أضف إلى ذلك أن الأوراق داخل الكيس سوف تقوم بعملية التنفُّس وتُطلِق غاز ثاني أكسيد الكربون داخل الكيس. وللتخلُّص من غاز ثاني أكسيد الكربون الذي تنتجة الورقة من خلال عملية التنفُّس تم وضع هيدروكسيد البوتاسيوم في داخل الكيس التجريبي والذي يعمل على امتصاص الغاز. قد يتساءل بعض الطلاب عن سبب الحاجة إلى تغليف كلتا الورقتين بالبلاستيك. مما يقود إلى مناقشة التأثير المحتمل للكيس البلاستيكي على درجة الحرارة وشدَّة الضوء، والحاجة إلى استبعاد أي مُتغيّرات أخرى مُحتمَلة باستثناء المُتغيِّر الذي يتمّ دراسته.

- مع تقدُّم الطلاب، يجب أن يدركوا أن التجربة تحتاج إلى تفادي أي تغيُّر على المُتغيِّرات، ما عدا المُتغيِّر الذي يجري استقصاؤه.

- كخيار بديل، يمكن استخدام نباتَين من نفس النوع والحجم في أصيصَين منفصلَين، بحيث يُغطّى أحدهما بكيس بشكل كامل، ويُترك الآخر مُعرَّضًا للهواء. ومع ذلك، تظهر مُتغيِّرات أخرى، كالاختلافات في مساحة سطح الجذور لامتصاص الماء، والتبايُن الكبير في مساحة سطح الورقة الكلّية المتاحة للهواء، وما إذا كان وجود الكيس البلاستيكي هو سبب الاختلاف، وليس نقص غاز ثاني أكسيد الكربون. إذا تم اختيار هذه الطريقة، فسوف تحتاج إلى مُعالجة هذه المُتغيّرات.

إجابات الأسئلة

١ لأن هيدروكسيد البوتاسيوم له القدرة على امتصاص غاز ثاني أكسيد الكربون، في حين أن الماء غير قادر على فعل ذلك، وبالتالي يمكن التأكُّد من عدم حدوث عملية التمثيل الضوئي في غياب غاز ثاني أكسيد الكربون، وإن وجود السائل في كلا الدورقَين يساعد على التحكُّم بالمُتغيّرات التي تؤثِّر على النتائج.

٢ الدورق الذي يحتوي على الماء المُقطَّر هو العامل الضابط، لأنَّه يحتوي على مستويات طبيعية من غاز ثاني أكسيد الكربون (الموجود في الجو) في بداية التجربة.

٣ يمنع ذلك دخول غاز ثاني أكسيد الكربون إلى الدورق من الهواء المحيط به.

٤ عند توفُّر غاز ثاني أكسيد الكربون للأوراق، تتكوَّن فيها الكربوهيدرات خلال عملية التمثيل الضوئي، وتُخزّن على شكل نشا. أمّا خلايا الأوراق التي لم يتوفَّر لها غاز ثاني أكسيد الكربون، فلم تقم بعملية التمثيل الضوئي، وبالتالي لم تشهد تخزينًا للنشا. وهذا يثبت أن توفُّر غاز ثاني أكسيد الكربون ضروري لحدوث عملية التمثيل الضوئي.

نشاط ٧-٦: عملية التمثيل الضوئي في نبات مائي

المهارات:

- **يبرِّر اختيار الأجهزة والمواد والأدوات لاستخدامها في إجراء التجارب.**
- **يقيّم الأخطار ويشرح التدابير الوقائية المتّخذة لضمان السلامة.**
- **يصف الخطوات التجريبية والتقانة المستخدمة ويشرحها.**
- **يكوِّن التنبؤات والفرضيات (استنادًا إلى استيعاب المفاهيم والمعرفة).**
- **يحدِّد المتغيرات ويصف كيف يمكن قياسها، ويشرح لماذا ينبغي التحكُّم ببعض المتغيّرات.**
- **يرسم الأشكال التخطيطيّة للجهاز ويُسمّي أجزاءه، كما يرسم الأشكال التخطيطية للعيِّنة ويُسمّي أجزاءها.**
- **يسجِّل الملاحظات بطريقة منهجية باستخدام الوحدات المناسبة والأرقام ومدى القياسات المناسبة ودرجة الدقّة المناسبة.**
- **يفسّر الملاحظات وبيانات التجارب ويقيّمها، ويحدّد النتائج غير المتوقّعة ويتعامل معها بالشكل الملائم.**
- **يعالج البيانات ويعرضها ويقدِّمها بما في ذلك استخدام الآلات الحاسبة والتمثيلات البيانية والمَيل.**
- **يستخلص الاستنتاجات المناسبة ويبرِّرها بالرجوع إلى البيانات وباستخدام التفسيرات المناسبة.**
- **يحدِّد الأسباب المحتملة لعدم دقّة البيانات أو الاستنتاجات ويقترح التحسينات المناسبة للخطوات التجريبية والتقانة المستخدمة.**

المواد والأدوات والأجهزة

- أنبوبة اختبار
- نبات عشبي مائي يقوم بعملية التمثيل الضوئي (مثل الإلوديا أو الهيدرا). قد يحتاج الطلاب إلى أنبوبتَين ونباتَين عُشبيَّين، وهذا يعتمد على تخطيطهم للتجربة
- ساعة إيقاف
- ورق أسود اللون يمكن استخدامه لتغطية الجهاز

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- يجب توخّي الحذر عند استخدام مصابيح كهربائية قرب الماء.

ملاحظات

- سيتمّ في هذا النشاط إجراء مُقارنة مباشرة لحدوث عملية التمثيل الضوئي في الضوء وفي الظلام، كما سيوفِّر فرصة جيدة للطلاب لممارسة مهارة التخطيط الجيد للنشاط.
- وجِّه الطلاب إلى استخدام الورق الأسود لتكوين بيئة مُظلِمة للنبات المائي.
- حفِّز النبات المائي على إنتاج فقّاعات الغاز عن طريق:
  - حفظ النبات العشبي المائي في ماء البركة تحت ضوء ساطع لبضع ساعات قبل بدء الاستقصاء.
  - قطع ساق النبات العشبي المائي تحت الماء بشكل مائل قبل وضعه في أنبوبة الاختبار التي تحتوي على الماء.
- في حال فشل الطريقتَين السابقتَين، أضف القليل من محلول بيكربونات الصوديوم إلى الماء قبل وضع النبات العشبي المائي فيه.
- ناقش الطلاب في التحديات التي يمكن أن يواجهوها عند إجراء التجربة في بيئة مُظلِمة.
- لا تكفي هذه التجربة للتنبُّؤ بما يحدث لعملية التمثيل الضوئي عند تنوُّع شدة الضوء. وجِّه طلابك لتنفيذ النشاط ٧–٧.

إجابات الأسئلة

١ أ. غاز الأكسجين.

ب. ينتج غاز الأكسجين عن عملية التمثيل الضوئي التي يقوم بها النبات العشبي المائي.

ج. بوضع عود خشبي مُتوهِّج (ولكن غير مشتعل). سوف يشتعل عود الخشب مرَّة أخرى إذا كان الغاز الموجود هو الأكسجين.

٢ النبات في الضوء يُنتِج فقّاعات غاز كثيرة، مُقارَنة بالنبات في الظلام، والذي يُحتَمل عدم إنتاجه للفقّاعات كليًّا، أو إنتاجها بكمّيات قليلة جدًّا.

٣ يوفِّر الضوء الطاقة اللازمة لحدوث عملية التمثيل الضوئي. بدون الضوء، لا يمكن لعملية التمثيل الضوئي أن تحدث، وبالتالي لا يتم انبعاث غاز الأكسجين.

نشاط ٧-٧: استقصاء تأثير شدّة الضوء على عملية التمثيل الضوئي

المهارات:

- **يبرِّر اختيار الأجهزة والمواد والأدوات لاستخدامها في إجراء التجارب.**
- **يقيّم الأخطار ويشرح التدابير الوقائية المتّخذة لضمان السلامة.**
- **يصف الخطوات التجريبية والتقانة المستخدمة ويشرحها.**
- **يكوِّن التنبؤات والفرضيات (استنادًا إلى استيعاب المفاهيم والمعرفة).**
- **يحدِّد المُتغيّرات ويصف كيف يمكن قياسها، ويشرح لماذا ينبغي التحكُّم ببعض المُتغيّرات.**
- **يرسم الأشكال التخطيطيّة للجهاز ويُسمّي أجزاءه، كما يرسم الأشكال التخطيطية للعيِّنة ويُسمّي أجزاءها.**
- **يسجِّل الملاحظات بطريقة منهجية باستخدام الوحدات المناسبة والأرقام ومدى القياسات المناسبة ودرجة الدقّة المناسبة.**
- **يفسّر الملاحظات وبيانات التجارب ويقيّمها، ويحدّد النتائج غير المتوقّعة ويتعامل معها بالشكل الملائم.**
- **يعالج البيانات ويعرضها ويقدِّمها بما في ذلك استخدام الآلات الحاسبة والتمثيلات البيانية والمَيل.**

المواد والأدوات والأجهزة

على الطلاب أن يخطِّطوا لاستقصائهم الخاص، لذلك يُتوقَّع أنهم سيحتاجون إلى أدوات خاصَّة باستقصائهم مثل:

- كرات طحالب، عشب مائي أو أوراق نبات أخرى (أنظر الملاحظات أدناه)
- ثلاث زجاجات ذات غطاء لولبي (يمكن استخدام أنابيب الاختبار إذا لم تكن هذه الزجاجات متوفِّرة)
- مجس قياس غاز ثاني أكسيد الكربون
- ورق لف أسود، ورق رسم شفاف أو ورق الزبدة
- مسطرة
- مصباح كهربائي

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- احذر عند استخدام المصباح الكهربائي بالقرب من السوائل.

ملاحظات

- يمكن تحضير أعداد كبيرة من كرات الطحالب قبل تنفيذ النشاط، والتي قد تبقى صالحة (حيَّة) لأسابيع بعد صنعها. يمكن الاستفادة من الإنترنت حول كيفية صنعها، مثل:

  https://www.saps.org.uk/secondary/teaching-resources/235

  https://www.stem.org.uk/elibrary/resource/35597 and

  www.youtube.com/watch?v=fI3x68CkKW0

- يجب استزراع الطحالب قبل شهر تقريبًا من تحضير كرات الطحالب. لتتمكَّن من الحصول على كرات تحتوي على الكثير من الطحالب، اترك عيِّنة الطحالب تستقر في أنبوبة اختبار لتترسَّب، ثم أزل المادة الطافية، واستخدم الراسب المُتبقّي في أسفل الأنبوبة والمُركّز بالطحالب في الأسفل لتحضير الكرات.

لتحضير كرات الطحالب:

- ضع 3 mL من راسب الطحالب الخضراء و 3 mL من محلول ألجينات الصوديوم في زجاجة ذات غطاء لولبي، وضع الغطاء، ثم امزج بلطف في حركة دائرية.
- ضع 10 mL من كلوريد الكالسيوم في كأس زجاجية.
- استخدم محقنة صغيرة سعة 10 mL لإضافة مزيج الطحالب وألجينات الصوديوم ببطء إلى كلوريد الصوديوم (يمكن القيام بذلك عن طريق تثبيت المحقنة على حامل بواسطة ملقط بهدف السماح للمزيج بالتساقط في الكأس ببطء على شكل قطرات).
- دع الطحالب تستقر لمدة 5 – 10 دقائق، حتى تتماسك كرات الطحالب.
- استخدم مصفاة شاي أو مُرشِّحًا شبكيًّا لتصفية كرات الطحالب، واشطفها في الماء المُقطَّر.
- احفظ الكرات في الماء المُقطَّر حتى وقت استخدامها. يمكن تخزين الكرات عن طريق حفظها بالثلّاجة لعدَّة أسابيع، لكن يجب ان تبلغ درجة حرارتها درجة حرارة الغرفة عند استخدامها قبل بدء النشاط.

- إذا لم تكن قادرًا على استخدام كرات الطحالب، يمكنك إكمال هذه التجارب باستخدام نبات عشبي مائي.
- إذا لم تتوفر مُرشِّحات الكثافة المحايدة، يمكنك استخدام ورق بسماكة وشفافية مختلفة، واستخدام مقياس الضوء لقياس نفاذية الضوء من خلاله (بالرغم من أنه يجدر التوضيح للطلاب أن هذا ليس مقياسًا موثوقًا لشدَّة الضوء، ذلك أن أطوالاً موجية مختلفة من الضوء لا تنفذ). بدلاً من ذلك، يمكن إجراء التجربة بوضع المصباح على مسافات مختلفة من الزجاجات، لتوفير شدَّة ضوء مختلفة.
- إذا لم يتوفر مجس غاز ثاني أكسيد الكربون، يمكنك إجراء التجربة باستخدام محلول مُؤشِّر البيكربونات بدل الماء. ستؤدّي زيادة كمّية غاز ثاني أكسيد الكربون المذاب في محلول المُؤشِّر إلى تغيير الرقم الهيدروجيني، وبالتالي تغيير لون المحلول. يمكن بعد ذلك استخدام ألوان مُؤشِّر الكاشف لمقارنة الرقم الهيدروجيني للزجاجات المختلفة، وإعطاء مُؤشِّر نوعي لمقدار التمثيل الضوئي الذي حدث.

نشاط ٧-٨: استقصاء أثر درجة الحرارة على عملية التمثيل الضوئي

المهارات:

- **يبرِّر اختيار الأجهزة والمواد والأدوات لاستخدامها في إجراء التجارب.**
- **يقيّم الأخطار ويشرح التدابير الوقائية المتّخذة لضمان السلامة.**
- **يرسم الأشكال التخطيطيّة للجهاز ويُسمّي أجزاءه، كما يرسم الأشكال التخطيطية للعيِّنة ويُسمّي أجزاءها.**
- **يسجِّل الملاحظات بطريقة منهجية باستخدام الوحدات المناسبة والأرقام ومدى القياسات المناسبة ودرجة الدقّة المناسبة.**
- **يفسّر الملاحظات وبيانات التجارب ويقيّمها، ويحدّد النتائج غير المتوقّعة ويتعامل معها بالشكل الملائم.**
- **يعالج البيانات ويعرضها ويقدِّمها بما في ذلك استخدام الآلات الحاسبة والتمثيلات البيانية والمَيل.**

المواد والأدوات والأجهزة

- قطعة من نبات مائي
- أنبوبة اختبار
- أنبوب شعري بطرف بوقي (متسع، على شكل بوق أو قمع)
- محقنة غاز صغيرة مُثبَّتة بحامل بواسطة ملقط
- ميزان حرارة
- كأس زجاجية
- وعاء لتسخين الماء
- مصباح كهربائي

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- احذر عند استخدام المُعدّات الكهربائية بالقرب من الماء، واستخدام أوعية الماء الساخن.

ملاحظات

- حفِّز النبات المائي على إنتاج فقّاعات الغاز عن طريق:
  - حفظ النبات العشبي المائي في ماء البركة تحت ضوء ساطع لبضع ساعات قبل بدء الاستقصاء.
  - قطع ساق النبات العشبي المائي تحت الماء بشكل مائل.
- في حال فشل الطريقتَين السابقتَين، أضف القليل من محلول بيكربونات الصوديوم إلى الماء قبل وضع النبات العشبي المائي فيه.
- قد يجد الطلاب أن حجم الغاز الناتج في دقيقتَين ضئيل للغاية بحيث يصعب قياس الفرق. اطلب إليهم إكمال التجربة على درجات حرارة مختلفة ولوقت أطول، وتشارُك تحليل النتائج مع الصف ككل.
- قد يرغب الطلاب في رفع درجة حرارة الماء إلى درجات مُحدَّدة مسبقًا، على سبيل المثال 20° C، 30° C وغيرهما. غير أن هذا الأمر من الناحية العملية، ليس ضروريًا، ويصعب تحقيقه، خاصّة وأن ترك النبات العشبي ليتكيَّف مع درجة الحرارة الجديدة سيرافقه انخفاض في درجة حرارة الماء. شجِّع الطلاب على ضبط درجة الحرارة، وترك النبات العشبي ليتكَّيف معها، ثم تسجيل درجة الحرارة وقياس حجم الغاز الذي تمّ إنتاجه.
- يجب أن يكون الطلاب قادرين على تسجيل نتائجهم عند خمس درجات حرارة مختلفة.
- يمكن للطلاب استخدام أجهزة استشعار الأكسجين (مجسّات الأكسجين) ومُعدّات تسجيل البيانات، إن توفرت، لتسجيل مستويات الأكسجين في الماء، بدلاً من محاولة قياس الغاز الناتج مباشرة.

إجابات الأسئلة

١ تعتمد إجابات الطلاب على النتائج التي حصلوا عليها. يجب أن يُوضِّح منحنى النتائج أنه بارتفاع درجة الحرارة، يزيد حجم الغاز الناتج. لكنهم قد يجدون انخفاضًا في حجم الغاز إذا استخدموا درجات حرارة مرتفعة جدًا، تابع الطلاب عند رسم التمثيل البياني وتأكَّد من وضعهم البيانات الصحيحة على المحور السيني والصادي بما يتناسب مع النتائج التي حصلوا عليها.

٢ مع ارتفاع درجة الحرارة، يزداد مُعدَّل التمثيل الضوئي. وذلك لأن عملية التمثيل الضوئي عبارة عن تفاعُل أنزيمي، وللأنزيمات درجات حرارة مثالية تزيد من خلالها طاقة الحركة مما يزيد من فرص حدوث التصادُمات بين الأنزيمات ومواد التفاعُل.

٣ أ. سيكون مُعدَّل عملية التمثيل الضوئي عند درجة حرارة مرتفعة جدًّا (80) مُنخفِضًا بسبب حدوث مسخ في الأنزيمات، وتغيُّر في طبيعتها.

ب. عند درجة الحرارة 10° C– (المنخفضة جدًا) ينخفض مُعدَّل عملية التمثيل الضوئي. ويعود سبب ذلك إلى تغيُّر شكل الموقع النشط وإلى انخفاض طاقة حركة الأنزيمات والمادة المُتفاعِلة، مما يُقلِّل من فرص حدوث تصادُمات ناجحة.

٤ كرِّر التجربة عند كل درجة حرارة مرَّتَين، واحسب المُتوسِّط الحسابي، مع مراعاة حذف النتائج غير الصحيحة.

إجابات أسئلة كتاب الطالب

٧-١ الكربوهيدرات أو الدهون أو البروتينات أو مادة تنتمي إلى هذه المجموعات.

٧-٢ غاز ثاني أكسيد الكربون والماء.

٧-٣ الصبغة الخضراء الموجودة بداخل البلاستيدات الخضراء التي تمتصّ الطاقة من أشعّة الشمس لاستخدامها في حدوث عملية التمثيل الضوئي وتحويلها إلى طاقة كيميائية.

٧-٤ خلايا البشرة.

٧-٥ لمنع فقدان الماء من خلايا الورقة.

٧-٦ فتحات صغيرة توجد غالبًا على السطح السفلي للورقة، ويمكن للغازات المختلفة أن تنتشر عبرها.

٧-٧ خلايا مُنحنية تحيط بكل ثغر، وتتحكَّم بآليَّة فتح وغلق الثغور.

٧-٨ تحتوي كل من خلايا النسيج الوسطي العمادي، وخلايا النسيج الوسطي الإسفنجي والخلايا الحارسة، على بلاستيدات خضراء. في حين تخلو منها خلايا البشرة (وأوعية الخشب وأوعية اللحاء).

٧-٩ حوالي 0.04 %

٧-١٠ بواسطة عملية الانتشار عبر الثغور.

٧-١١ تنقل أوعية الخشب الماء من الجذور إلى الورقة.

٧-١٢ لامتصاص الكمّية المناسبة من ضوء الشمس، ولزيادة مُعدَّل انتشار ثاني اكسيد الكربون إلى الورقة.

٧-١٣ يُسهِّل ذلك وصول الضوء وثاني اكسيد الكربون إلى داخل الورقة وتحديدًا إلى خلايا النسيج الوسطي العمادي.

٧-١٤ الجلوكوز قابل للذوبان في الماء ممّا يؤثِّر على الأسموزية، وهو مُركَّب نشط كيميائيًّا ويمكن أن يتفاعل مع مواد أخرى.

٧-١٥ النيتروجين وتحصل عليه النباتات في صورة أيونات النترات القابلة للتفاعُل.

٧-١٦ هناك حاجة إلى أيونات النترات لصنع الأحماض الأمينية، التي تُستخدم بدورها لصنع البروتينات، وهي مُركَّبات كيميائية مُعقَّدة ضرورية للنمو.

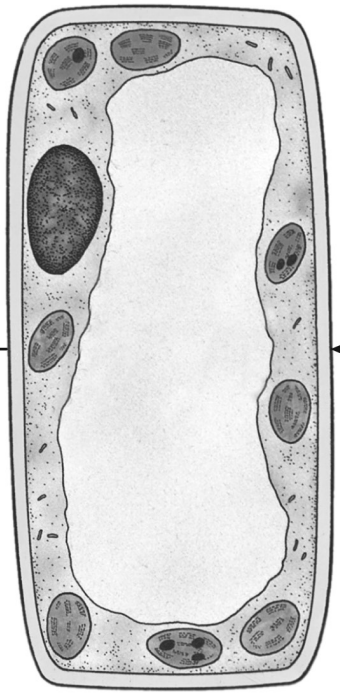
٧-١٧ يتمّ تحويل الجلوكوز الناتج من عملية التمثيل الضوئي إلى سُكَّر السكَّروز في الأوراق، حيث يتمّ نقله بواسطة أنابيب اللحاء الغربالية إلى باقي أجزاء النبات.

إجابات تمارين كتاب النشاط

تمرين ٧-١: كيفية حصول خلايا النسيج الوسطي العمادي على احتياجاتها

المواد الداخلة في عملية التمثيل الضوئي وطريقة الحصول عليها

- **غاز ثاني أكسيد الكربون**: يدخل من الهواء إلى الورقة، عن طريق **الانتشار** من خلال **الثغور** حيث يصل إلى **الفجوات الهوائية** في النسيج الوسطي الإسفنجي.
- **الماء**: يدخل من التربة، بواسطة **الأسموزية** إلى داخل خلايا **الشُّعيرات الجذرية**، ثم ينتقل إلى الأعلى عبر الساق من خلال **أوعية الخشب**، ويخرج بواسطة الأسموزية من أوعية الخشب إلى خلايا النسيج الوسطي العمادي.
- **طاقة ضوء الشمس**: مصدرها ضوء الشمس الذي يمر عبر خلايا **البشرة الشفّافة** ليصل إلى الكلوروفيل في البلاستيدات الخضراء.

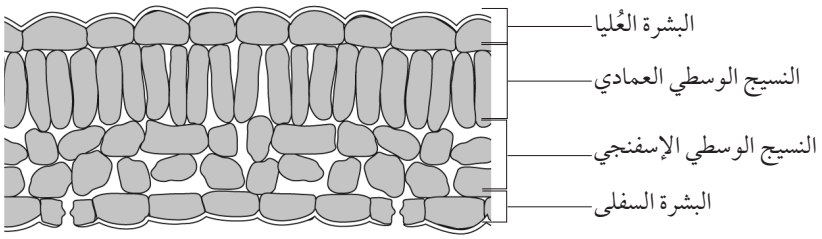


المواد الناتجة عن عملية التمثيل الضوئي وما يحدث لها

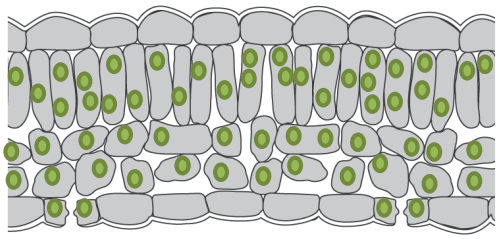
- **الكربوهيدرات**: يتمّ صنعها باستخدام الطاقة الضوئية من ضوء الشمس، ثم يتمّ تخزينها **كنشا** في البلاستيدات الخضراء، أو يتمّ تحويلها إلى سكّر **السكّروز** حيث يتم نقلها بعيدًا من خلال **اللحاء**.
- **غاز الأكسجين**: يخرج من الورقة عن طريق **الانتشار** إلى داخل **الفجوات الهوائية** ثم الخروج عبر الثغور إلى الهواء الخارجي.

تمرين ٧-٢: أوراق الشمس وأوراق الظل

أ



ب يجب وضع (النقاط) الخضراء داخل جميع خلايا الورقة بالإضافة إلى الخلايا الحارسة باستثناء خلايا البشرة العُليا والبشرة السفلى.



ج انظر الجدول ٧-١

الجزء من الورقة	ورقة الشمس	ورقة الظل
الكيوتيكل	سميكة نسبيًا	رقيقة نسبيًا
النسيج الوسطي العمادي	طبقتان	طبقة واحدة
النسيج الوسطي الإسفنجي	مُتباعدة؛ خلاياها كبيرة الحجم والفجوات الهوائية، واسعة وكثيرة	متراصّة بشكل كبير؛ خلاياها صغيرة الحجم، والفجوات الهوائية قليلة وصغيرة

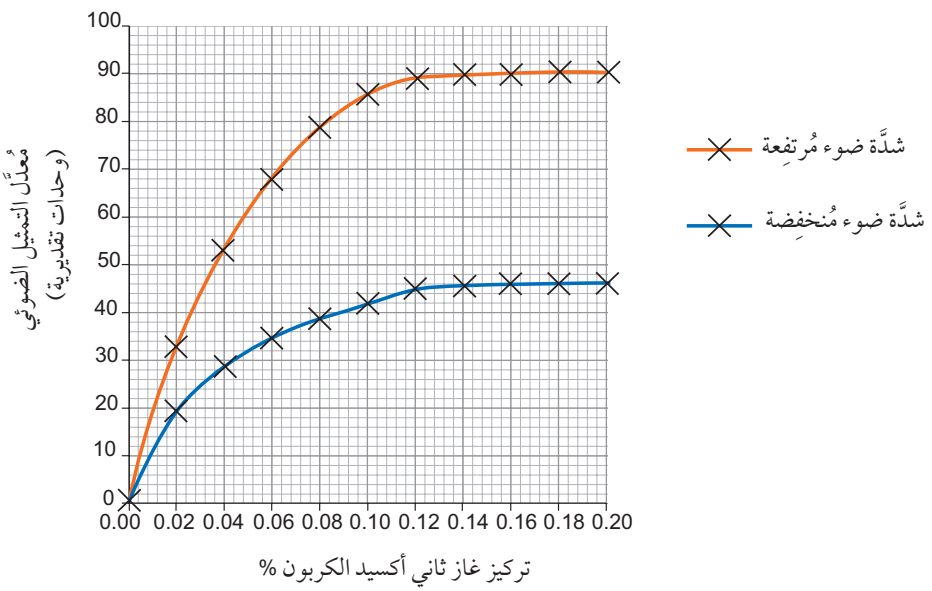
الجدول ٧-١

د تُساعد الطبقة الشمعية (الكيوتيكل) على منع فقدان الماء من الورقة. تتعرَّض ورقة الشمس لدرجة حرارة مُرتفعة. ونتيجة لذلك ستميل إلى فقدان المزيد من الماء عن طريق عملية التبخُّر، إلا أنّ طبقتها الشمعية (الكيوتيكل) السميكة تقلِّل من ذلك. بينما تحتوي ورقة الظل على طبقة شمعية (كيوتيكل) رقيقة، لتسمح بمرور الكمّية الكافية من ضوء الشمس، ووصولها إلى خلايا النسيج الوسطي العمادي فيها.

هـ تتعرَّض ورقة الشمس إلى كمّيات كبيرة من أشعَّة الشمس، التي يمكنها أن تخترق طبقتَين بدلاً من واحدة. لذا فإن امتلاكها المزيد من خلايا النسيج الوسطي العمادي يمكّنها من زيادة استهلاك طاقة الضوء، وبالتالي زيادة مُعدَّل التمثيل الضوئي. تتعرَّض ورقة الظل إلى كمّيات قليلة من ضوء الشمس، لذلك لا يمرّ إلا القليل جدًا من الضوء خلال الطبقة العليا من الخلايا، وبالتالي لا فائدة من وجود طبقة ثانية من خلايا النسيج الوسطي العمادي.

تمرين ٧-٣: تحليل البيانات حول مُعدَّل عملية التمثيل الضوئي

أ



ب 0.04%

ج 53 وحدة تقديرية.

د 0.14 %

هـ شدَّة الضوء.

و غالبًا ما يكون غاز ثاني أكسيد الكربون عاملاً مُحدِّدًا لعملية التمثيل الضوئي، لذا فإن إضافة المزيد منه سيزيد من مُعدَّل عملية التمثيل الضوئي. يُمكِّن هذا الوضع النباتات من إنتاج المزيد من الكربوهيدرات والنموّ بشكل أسرع، وبالتالي إنتاج كمّيات أكبر من المحاصيل.

ز حوالي 0.08 % إلى 0.12 %. وزيادة التركيز أكثر من ذلك يؤدّي إلى ثبات مُعدَّل التمثيل الضوئي، وبالتالي عدم الزيادة في المحاصيل الزراعية.

تمرين ٧-٤: تأثير الحيوانات والنباتات على تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الماء

أ جدول مقترح للنتائج:

الجزء من الورقة	A	B	C	D
المحتويات	حيوان فقط	نبات فقط	حيوان ونبات	لا حيوان ولا نبات
لون الكاشف في البداية	برتقالي	برتقالي	برتقالي	برتقالي
لون الكاشف في النهاية	أصفر	أحمر داكن (غامق)	برتقالي	برتقالي

ب في الأنبوبة (A)، تنفّس الحيوان، ونتج عن تنفُّسه غاز ثاني أكسيد الكربون.

في الأنبوبة (B)، قام النبات بعملية التمثيل الضوئي (بمُعدَّل أسرع من عملية التنفُّس)، وبالتالي قام بامتصاص غاز ثاني أكسيد الكربون.

في الأنبوبة (C)، امتصّ النبات غاز ثاني أكسيد الكربون الذي أنتجه الحيوان والنبات معًا خلال عملية التنفُّس، واستخدمه للقيام بعملية التمثيل الضوئي، لذلك لم يكن هناك تغيُّر في تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الماء.

في الأنبوبة (D)، لم تحدث أي من عمليتَي التمثيل الضوئي أو التنفُّس، وبالتالي لم يتغيّر تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الماء.

ج ستستمرّ عملية التنفُّس، وستتوقَّف عملية التمثيل الضوئي. وبالتالي، سيتحوَّل لون الكاشف إلى اللون الأصفر في الأنابيب (A وB وC) نتيجة لارتفاع تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الماء. ويبقى برتقالي اللون في الأنبوبة (D).

د ستمتصّ النباتات غاز الأكسجين وتطلق غاز ثاني أكسيد الكربون بسبب التنفُّس طوال النهار والليل، ممّا قد يخفِّض كمّية غاز الأكسجين اللازمة للأسماك في الحوض. إلّا أن عملية التمثيل الضوئي التي تحدث خلال النهار تجري بمُعدَّل أعلى من التنفُّس مما يتيح زيادة في كمّية غاز الأكسجين، ويُقلِّل أي فائض من غاز ثاني أكسيد الكربون، وسيكون ذلك مفيدًا للأسماك في الحوض.

إجابات أوراق العمل

ورقة العمل ٧-١: مُعادلة عملية التمثيل الضوئي

١ أكسجين؛ سُكَّر الجلوكوز؛ ماء؛ غاز ثاني أكسيد الكربون

٢ كربون؛ هيدروجين؛ أكسجين.

٣ أ. 6

ب. 12

ج. 6

٤ أ. 6

ب. 6

ج. عددها متساوٍ على الجانبَين وهو 6.

د. نعم، هناك 18 ذرَّة من الأكسجين، و 12 ذرَّة من الهيدروجين، على كل طرف من طرفَي المعادلة.

ورقة العمل ٧-٢: أوراق النباتات كغذاء ومأوى

١ و ٢ و ٣ قيِّم وفقًا لدقّة المعلومات المُقدَّمة وتفاصيلها.

٤ أ. تنتج الأوراق سُكَّر الجلوكوز من عملية التمثيل الضوئي، ثم تُخزِّنه في صورة نشا أو تصنع منه البروتينات اللازمة لنموّ النبات.
تتميَّز الأوراق الرقيقة بقدرتها على امتصاص غاز ثاني أكسيد الكربون بسرعة، وهذا يسمح أيضًا لأشعّة الشمس بالنفاذ إلى جميع خلايا النسيج الوسطي.
تزيد المساحة السطحية الكبيرة من مُعدَّل دخول غاز ثاني أكسيد الكربون إلى الورقة عن طريق الانتشار، وتزيد من كمّية ضوء الشمس الذي يمكن أن يسقط على سطح الورقة.

ب. سيعتمد هذا على نوع الكائن الحي والأوراق التي تم اختيارها للدراسة، ولكن يمكن أن تشمل الإجابات الآتي:
- تحتوي الورقة على نشا وبروتين يقوم الكائن الحي بهضمهما والاستفادة منهما في التنفُّس والنموّ.
- رقيقة، ممّا يجعل الخلايا الورقية في متناول الكائن الحي، ويسهل هضمها؛ كذلك يسهل على الكائن الحي ثني الورقة حول نفسه كمأوى ليحتمي من الحيوانات المُفترِسة.
- تمتلك مساحة سطحية كبيرة توفِّر سطحًا كبيرًا للكائن الحي كي ينمو.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١ أ. ثاني أكسيد الكربون + الماء $\xrightarrow[\text{كلوروفيل}]{\text{ضوء الشمس}}$ جلوكوز + الأكسجين

الجُزيء	عدد ذرّات الأكسجين في الجُزيء الواحد	عدد ذرّات الكربون في الجُزيء الواحد	عدد ذرّات الهيدروجين في الجُزيء الواحد
غاز ثاني أكسيد الكربون	2	1	0
الماء	1	0	2
الجلوكوز	6	6	12
غاز الأكسجين	2	0	0

ج. $6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{كلوروفيل}]{\text{ضوء الشمس}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

د. غالبًا في الورقة وأجزاء النباتات الخضراء.

هـ. غاز ثاني أكسيد الكربون: الانتشار عبر ثغور الأوراق، الماء: من خلال الجذور، يتمّ امتصاصه بواسطة الشُّعيرات الجذرية في قمم الجذور.

و. ضوء الشمس.

ز. تمتصّ صبغة الكلوروفيل ضوء الشمس وتُحوِّله إلى طاقة كيميائية.

٢ أ. هو مادّة كيميائية بسيطة، مصدره موادّ غير حيَّة، كالمعادن والماء.

ب. تحتاج النباتات إلى أيونات النترات لصنع **الأحماض الأمينية**، التي تُستخدم بعد ذلك لبناء **البروتينات**. وتدخل أيضًا في صناعة الكلوروفيل.

إذا كانت تفتقر إلى النترات، فإن النبات يُظهر **نموًا ضعيفًا**، وتكون أوراقه **صفراء اللون**.

تحتاج النباتات إلى أيونات الماغنيسيوم لصنع **الكلوروفيل** الضروري لحدوث عملية التمثيل الضوئي. بدون الماغنيسيوم، سيبدأ التحوُّل إلى **اللون الأصفر بين عروق أوراق النبات**.

ج. لا تحتوي النباتات على الأنزيمات اللازمة لتثبيت النيتروجين من الهواء.

د. عبر خلايا الشُّعيرات الجذرية؛ عن طريق الانتشار، أو عن طريق النقل النشط (نقل بعكس اتِّجاه مُنحدَر التركيز ويحتاج الى الطاقة).

٣ أ. لتقلِّل المساحة السطحية اللازمة لامتصاص ضوء الشمس.

ب. لتزيد المساحة السطحية اللازمة لامتصاص أشعّة (ضوء) الشمس.

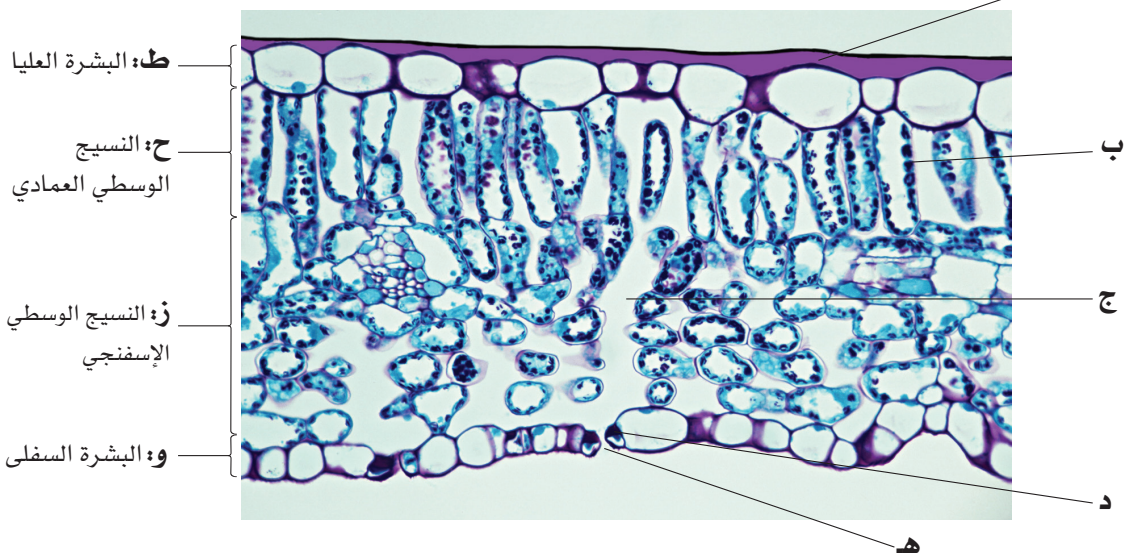
ج. تسمح الأوراق الرقيقة لأشعّة الشمس بالنفاذ واختراق جميع خلايا النسيج الوسطي؛ كما تسمح للغازات بالانتشار إلى الداخل أو إلى الخارج بسهولة.

د. تتكوَّن الحزم الوعائية من أوعية اللحاء، التي تنقل السكَّريات والنواتج الأخرى لعملية التمثيل الضوئي بعيدًا عن الورقة، وأوعية الخشب، التي تنقل الماء والأملاح إلى الورقة من أجل استخدامهما في عملية التمثيل الضوئي.

هـ. تسمح الثغور لغاز ثاني أكسيد الكربون بالانتشار إلى داخل الورقة وإلى خارجها؛ كما تسمح للأكسجين بالانتشار إلى داخل الورقة وإلى خارجها. ولتقلِّل فقدان الماء.

٤ أ. ١. د ٢. ج ٣. ب ٤. أ ٥. هـ

ب.



ج. للسماح لأشعّة الشمس باختراقها للوصول إلى طبقة النسيج الوسطي، حيث تحدث عملية التمثيل الضوئي.

د. توفير الحماية للورقة/ وتحديدًا للنسيج الوسطي العمادي؛ لإنتاج طبقة شمعية تُساعد على منع فقدان الماء/ والتقليل من سرعة التبخُّر.

هـ. لتمكين غازَي ثاني أكسيد الكربون والأكسجين من الانتشار من جميع الخلايا في الورقة وإليها.

٥ أ. يُساعد الماء المغلي على تحطيم أغشية الخلايا؛ ويعمل الكحول الإيثيلي على إزالة الكلوروفيل من الورقة.

ب. أي اثنين من الآتي: ارتداء واقٍ للعينين؛ الانتباه عند التعامُل مع الماء المغلي؛ إطفاء لهب بنزن قبل تقريب الكحول الإيثيلي؛ استخدام الملقط للتعامُل مع الورقة.

ج. عند إضافة بضع قطرات من محلول اليود إلى الورقة. تكون النتيجة إيجابية إذا تحوَّل لون الكاشف إلى اللون الأزرق المائل إلى السواد، لكن إذا كانت النتيجة سلبية لا يتغيّر لون الكاشف.

د. الورقة من النبات (أ): بُنّيَّة اللون في كلا الجُزأين؛ الورقة من النبات (ب): لونها بنّي في الجزء المغطى بالورق الأسود، وذات لون أزرق مائل إلى السواد في باقي أجزائها المكشوفة.

هـ. يحتاج النبات إلى كلّ من غاز ثاني أكسيد الكربون والضوء لحدوث عملية التمثيل الضوئي.

٦ أ. عملية التنفُّس.

ب. النشا أقلّ ميلًا إلى التفاعُل وأقلّ نشاطًا كيميائيًّا/ الجلوكوز أكثر ميلًا إلى التفاعُل وأنشط كيميائيًّا؛ النشا غير قابل للذوبان في الماء/ الجلوكوز قابل للذوبان في الماء.

ج. أي ثلاثة من: السليلوز؛ سُكَّر السكَّروز؛ الدهون والزيوت؛ الأحماض الأمينية/ البروتينات.

د. ١. سُكَّر السكَّروز.

٢. لأن سُكَّر السكَّروز أكثر تعقيدًا من الجلوكوز وأقل مَيلاً إلى التفاعُل الكيميائي مع المواد الأخرى.

٣. أنابيب اللحاء.

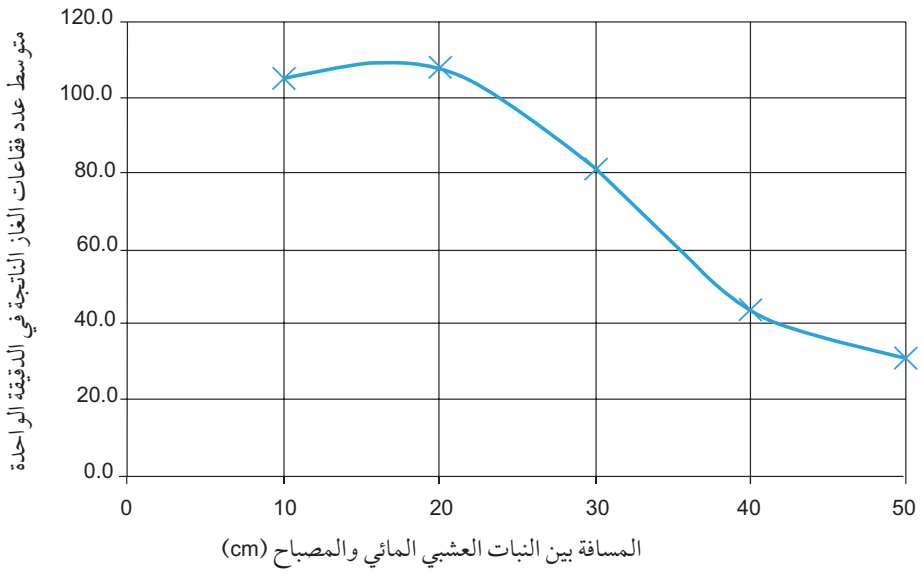
٤. أي اثنين من: نمو الثمار/ تخزينها في الثمار؛ نمو الساق؛ نمو الجذر؛ التخزين في الجذور في صورة نشا كالدرنات.

٧ أ. للحصول على نتائج دقيقة / ليكون قادرًا على التعرُّف إلى القيَم غير الصحيحة (غير المُتوقَّعة).

ب.

المسافة بين النبات العشبي المائي والمصباح (cm)	عدد فقّاعات الغاز الناتجة في الدقيقة الواحدة			المُتوسِّط الحسابي لعدد فقّاعات الغاز الناتجة في الدقيقة الواحدة (مُقرّبًا إلى منزلة عشرية واحدة)
	التجربة الأولى	التجربة الثانية	التجربة الثالثة	
10	105	99	132	112.0
20	106	57	110	91.0
30	81	79	84	81.3
40	40	45	46	43.6
50	28	34	31	31.0

ج. رسم بياني مُقترَح:



د. أي واحد من: درجة الحرارة؛ تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون.

هـ. ومن الأمثلة المُحتملة على الاستنتاجات ما يلي:

كلّما ازدادت شدّة الضوء، ازداد مُعدَّل عملية التمثيل الضوئي.

كلما اقترب مصدر الضوء من النبات، ازداد مُعدَّل إنتاج (ازداد عدد) فُقّاعات غاز الأكسجين في الدقيقة الواحدة، والعكس صحيح.

الوحدة الثامنة: الهضم في الإنسان

يستكمل الطلاب في هذه الوحدة ما تمّت دراسته في الفصل الدراسي الأول عن الجُزيئات الحيوية والنظام الغذائي. وسوف يدرسون مراحل الهضم المختلفة في الثدييات، وتركيب القناة الهضمية عند الإنسان. وسوف تتوفَّر لهم فرص لنمذجة الهضم بعدّة طرق. وقد تكون تجربة قيّمة أن يُعرَّف الطلاب بأجزاء الجهاز الهضمي عند حيوانات أخرى.

موضوعات الوحدة

المصادر المتاحة لكل موضوع

رقم الهدف التعليمي	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب النشاط
١٢-١، ١٢-٢، ١٢-٣، ١٢-٤، ١٢-٥، ١٢-٦، ١٢-٧، ١٣-١	٨-١ الهضم	١-٢	الأسئلة من ٨-١ إلى ٨-٤ نشاط ٨-١ تصميم نموذج يُحاكي عملية الامتصاص أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ١ و٢ و٦	ورقة العمل ٨-١ مُصطلحات علمية للهضم
١٢-٨، ١٢-٩، ١٣-١، ١٣-٢، ١٣-٣، ١٣-٤، ١٣-٥، ١٣-٦، ١٣-٧، ١٣-٨	٨-٢ القناة الهضمية	٣-٤	الأسئلة من ٨-٥ إلى ٨-٨ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٣ و٤ و٥ و٧	تمرين ٨-١ وظائف الجهاز الهضمي تمرين ٨-٢ تكيُّف الخملات ورقة العمل ٨-٢ تركيب الجهاز الهضمي

الموضوع ٨-١: الهضم

الأهداف التعليمية

١٢-١ يعرِّف الابتلاع بأنّه إدخال موادّ معيّنة كالطعام والشراب في الجسم عن طريق الفم.

١٢-٢ يعرِّف الهضم بأنّه تفكيك جزيئات الطعام الكبيرة غير القابلة للذوبان في الماء إلى جزيئات صغيرة قابلة للذوبان في الماء باستخدام عمليات ميكانيكية وكيميائية.

١٢-٣ يعرِّف الهضم الميكانيكيّ بأنّه تفكيك الطعام إلى أجزاء صغيرة دون حدوث تغيُّر كيميائيّ في جزيئات الطعام.

١٢-٤ يعرِّف الهضم الكيميائيّ بأنّه تفكيك الجزيئات الكبيرة غير القابلة للذوبان إلى جزيئات صغيرة قابلة للذوبان.

١٢-٥ يعرِّف الامتصاص بأنّه انتقال جزيئات الطعام التي تم هضمها عبر جدار الأمعاء إلى الدم.

١٢-٦ يعرِّف التمثيل الغذائي بأنّه انتقال جزيئات الطعام التي تم هضمها من الجسم إلى داخل خلاياه ليتم استخدامها ولتصبح جزءًا من الخلية.

١٢-٧ يعرِّف الإخراج (التبرّز) بأنه طرح الطعام الّذي لم يتمّ هضمه، كبراز عبر فتحة الشرج.

١٣-١ يذكر وظائف الأنزيمات الهاضمة كما يأتي:

- يفكّك أنزيم الأميليز النشا إلى سكّريّات بسيطة.
- يفكّك أنزيم البروتييز البروتينات إلى أحماض أمينيّة.
- يفكّك أنزيم الليبيز الدهون إلى أحماض دهنيّة وجليسرول.

أفكار للتدريس

- قم بإجراء تقييم قبْلي للطلّاب، لتعرف مدى معرفتهم وفهمهم لهذه الموضوعات قبل البدء بتدريسها. فهذا الأمر يساعدك على اختيار الاستراتيجية المناسبة لعرض الدرس عليهم بطريقة مُشوِّقة، والتركيز على ما هو جديد وإثارة دافعيتهم.
- كثيرًا ما يُظهِر الطلاب من خلال الامتحانات سوء فهمهم للهضم والحاجة إليه. لذلك، من المهمّ تخصيص وقت كافٍ لتوفير الفهم الواضح للهضم وأهمّيته، خاصة وأنه أساسي في فهم بقية ما يتضمّنه هذا الموضوع. يمكنك مثلاً استخدام قطعةٍ أسطوانية من معجون التشكيل (الصلصال) مع تجويف في مركزها، لتوضِّح للطلاب أن القناة الهضمية أنبوب يمتد من أحد طرفيَ الجسم، أي الفم إلى الطرف الآخر، أي فتحة الشرج؛ وأن محتوياتها لم تصل إلى الدم والخلايا بعد. يمكنك أيضًا أن تصنع أنبوبًا أسطوانيًّا من شبك معدني أو أي مادة أخرى بها ثقوب، لصنع أنبوب يمثِّل القناة الهضمية، ثم تضع سلاسل من الخرز داخل الأنبوب (لتُمثِّل الطعام)، وتُبيِّن الحاجة إلى فصل الخرز على شكل حبّات مفردة تتمكَّن من العبور عبر ثقوب جوانب الأنبوب.
- تابع العمل بإدارة نقاش يوضِّح أن الجُزيئات الصغيرة فقط يمكنها عبور جدران القناة الهضمية، ودخول أنسجة الجسم. ربّما قاد النقاش إلى توضيح مفهوم كل من الهضم الميكانيكي والهضم الكيميائي. اشرح الشكل ٨-٢ بالتدريج، لتوضِّح أن الهضم الميكانيكي يحدث أوّلاً، يليه الهضم الكيميائي، ليتمّ إنتاج جُزيئات المواد الغذائية الصغيرة التي يمكنها عبور جدران الأمعاء الدقيقة.
- اطلب إلى الطلاب تنفيذ **النشاط ٨-١، تصميم نموذج يُحاكي عملية الامتصاص.**

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- من الشائع جدًّا أن يجد الطلاب صعوبة في استيعاب مفهومَي الهضم والامتصاص. إذ لا يدركون ضرورة انتقال الجُزيئات من داخل القناة الهضمية، عبر جدرانها، إلى مجرى الدم، لتصل إلى خلايا الجسم.
- قد يخلطون بين مفهومَي الامتصاص والتمثيل الغذائي.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، الأسئلة من ٨-١ إلى ٨-٤
- كتاب الطالب، أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ١ و٢ و٦
- ورقة العمل ٨-١ مُصطَلحات علمية للهضم

الموضوع ٨-٢: القناة الهضمية

الأهداف التعليمية

١٢-٨ يحدِّد الأجزاء الرئيسية للقناة الهضميّة والأعضاء المرتبطة بها، بما في ذلك الفم، والغدد اللعابيّة، والمريء، والمعدة، والأمعاء الدقيقة، والبنكرياس والكبد، والمرارة، والأمعاء الغليظة، وفتحة الشرج.

١٢-٩ يصف وظائف أجزاء القناة الهضميّة المذكورة أعلاه المتعلّقة بابتلاع الطعام، وهضمه، وامتصاصه وتمثيله، وإخراجه.

١٣-١ يذكر وظائف الأنزيمات الهاضمة كما يأتي:

- يفكّك أنزيم الأميليز النشا إلى سكّريّات بسيطة.
- يفكّك أنزيم البروتييز البروتينات إلى أحماض أمينيّة.
- يفكّك أنزيم الليبيز الدهون إلى أحماض دهنيّة وجليسرول.

١٣-٢ يذكر مكان تكون واستخدام أنزيمات الأميليز والبروتييز والليبيز في القناة الهضمية.

١٣-٣ يذكر وظائف حمض الهيدروكلوريك في العصارة الهضميّة ويشرحها في حدود ما يأتي:

- يقتل رقمه الهيدروجينيّ pH المنخفض الكائنات الحيّة الدقيقة الضارّة في الطعام مثل البكتيريا عن طريق مسخ (تحوير) الأنزيمات الميكروبيّة.
- رقمه الهيدروجيني المنخفض ملائم تمامًا لتفعيل نشاط أنزيم البروتييز في الإنسان.

١٣-٤ يذكر دور العصارة الصفراويّة في معادلة الخليط الحمضيّ للطعام والعصارة الهضميّة عند دخولها الإثني عشر لتوفير درجة الحموضة المناسبة لتفعيل نشاط الأنزيم.

١٣-٥ يذكر دور العصارة الصفراويّة في استحلاب الدهون لتزيد من المساحة السطحية للهضم الكيميائيّ للدهون وتحويلها إلى أحماض دهنيّة وجليسرول باستخدام أنزيم الليبيز.

١٣-٦ يشرح أهمّيّة الخملات في زيادة المساحة السطحية الداخليّة للأمعاء الدقيقة.

١٣-٧ يصف تركيب الخملة.

١٣-٨ يصف دور الشعيرات الدمويّة والأوعية اللمفاويّة في الخملات.

أفكار للتدريس

- استخدم نموذجًا مُجسَّمًا لجسم الإنسان، إن توفر، لتُبيِّن للطلاب الأقسام المختلفة للقناة الهضمية، ومواقعها في الجسم.
- قد تقوم بتشريح حيوان من الثدييات الصغيرة، لتُبيِّن القناة الهضمية وملحقاتها مثل الكبد والبنكرياس.
- استخدم **ورقة العمل ٨-٢ تركيب الجهاز الهضمي**، لتساعد الطلاب على تعلُّم مواقع وأسماء أعضاء الجهاز الهضمي.
- استخدم قطعة من أنبوبة مطّاطية وكرة زجاجية صغيرة لتوضِّح كيف يتمّ دفع مضغة الطعام عبر القناة الهضمية عن طريق ضغط العضلات نحو الداخل.
- يمكنك الاستعانة بقطعة من بساط أو قماش مخملي توضِّح للطلّاب أنَّ الخملات تزيد المساحة السطحية للأمعاء الدقيقة.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- من الشائع جدًّا الصعوبة التي تواجه الطلاب في فهم أن القناة الهضمية أنبوب غير مُتفرِّع يمتدّ بلا انقطاع من الفم إلى فتحة الشرج. قد يعتقدون أن الطعام يمر عبر البنكرياس والكبد، أو حتى إلى الكليتَين مباشرة. قد يؤدّي سوء الفهم هذا إلى اعتقاد الطلاب أن الكلية «تُخرِج السوائل من الطعام الذي نأكله».

- تصف بعض الكتب القديمة الأنزيمات بأنها موجودة في «العُصارة المعوية» داخل الأمعاء الدقيقة. لكن هذا ليس صحيحًا، فالأنزيمات في الأمعاء الدقيقة تأتي من العُصارة البنكرياسية، أو من الخلايا التي تُغطّي الخملات.
- تشير كثير من الكتب إلى أن الماء يتمّ امتصاصه فقط في القولون. والواقع أن معظم امتصاص الماء يحدث في الأمعاء الدقيقة، وأن كمّيَّة صغيرة نسبيًّا فقط يتمّ امتصاصها في القولون.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، الأسئلة من ٨–٥ إلى ٨–٨
- كتاب الطالب، أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٣ و٤ و٥ و٧
- كتاب النشاط، التمرين ٨–١ وظائف الجهاز الهضمي
- كتاب النشاط، التمرين ٨–٢ تكيُّف الخملات
- ورقة العمل ٨–٢ تركيب الجهاز الهضمي

إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية

نشاط ٨-١: تصميم نموذج يُحاكي عملية الامتصاص

المهارات:

- **يبرِّر اختيار الأجهزة والمواد والأدوات لاستخدامها في إجراء التجارب.**
- **يقيّم الأخطار ويشرح التدابير الوقائية المتّخذة لضمان السلامة.**

المواد والأدوات والأجهزة

- أنبوبة ديلسة بطول (120 mm) تقريبًا (بأي قطر)
- قطّارة
- محلول نشا
- محلول جلوكوز (10 %)
- قطن
- كأس زجاجية كبيرة بما يكفي لوضع أنبوبة الديلسة فيها أفقيًّا
- يود في محلول يوديد البوتاسيوم
- محلول بندكت
- حمّام مائي، أو وسائل تسخين أخرى لاختبار بندكت
- ماسك أنابيب الاختبار
- حامل أنابيب الاختبار

احتياطات الأمن والسلامة

- احرص على حماية العينَين بوضع النظّارة الواقية.
- تجنَّب ملامسة محلول اليود لجلدك.

إجابات الأسئلة

١ أ. تُمثِّل أنبوبة الديلسة جدار القناة الهضمية.

ب. يُمثِّل محلول النشا والجلوكوز محتويات القناة الهضمية.

ج. يُمثِّل الماء في الكأس الدم.

٢ أ. لا، لم يتمكَّن النشا من الانتقال عبر الأنبوبة.

ب. نعم، كان الجلوكوز قادرًا على الانتقال.

ج. جُزيئات النشا كبيرة جدًّا، ولا تستطيع النفاذ عبر ثقوب أنبوبة الديلسة، لكن جُزيئات الجلوكوز صغيرة جدًّا، ويمكنها النفاذ.

٣ الانتشار.

٤ جُزيئات النشا كبيرة جدًّا ولا تستطيع النفاذ عبر جدران الأمعاء الدقيقة، ويجب تفكيكها إلى جلوكوز ليمكنها الانتقال الى الدم.

إجابات أسئلة كتاب الطالب

٨-١ تفكيك جُزيئات الطعام الكبيرة غير القابلة للذوبان إلى جُزيئات صغيرة قابلة للذوبان في الماء باستخدام العمليات الميكانيكية والكيميائية.

٨-٢ الجلوكوز والفيتامينات، والأملاح المعدنية، (والماء).

٨-٣ أ. سُكَّريات بسيطة (جلوكوز).

ب. أحماض أمينية.

ج. أحماض دهنية وجليسرول.

٨-٤ طريقتا الهضم يستخدمهما الجسم لتفكيك الطعام؛ إلا أن الهضم الميكانيكي يعمل على تفكيك أجزاء الطعام الكبيرة إلى أجزاء صغيرة دون تغييرها كيميائيًّا، فيما يعمل الهضم الكيميائي على تفكيك جُزيئات الطعام الكبيرة إلى جُزيئات أصغر، باستخدام الأنزيمات.

٨-٥ الفم (في اللعاب)، والأمعاء الدقيقة (في العُصارة البنكرياسية). ويقوم أنزيم الأميليز بتفكيك النشا إلى مالتوز.

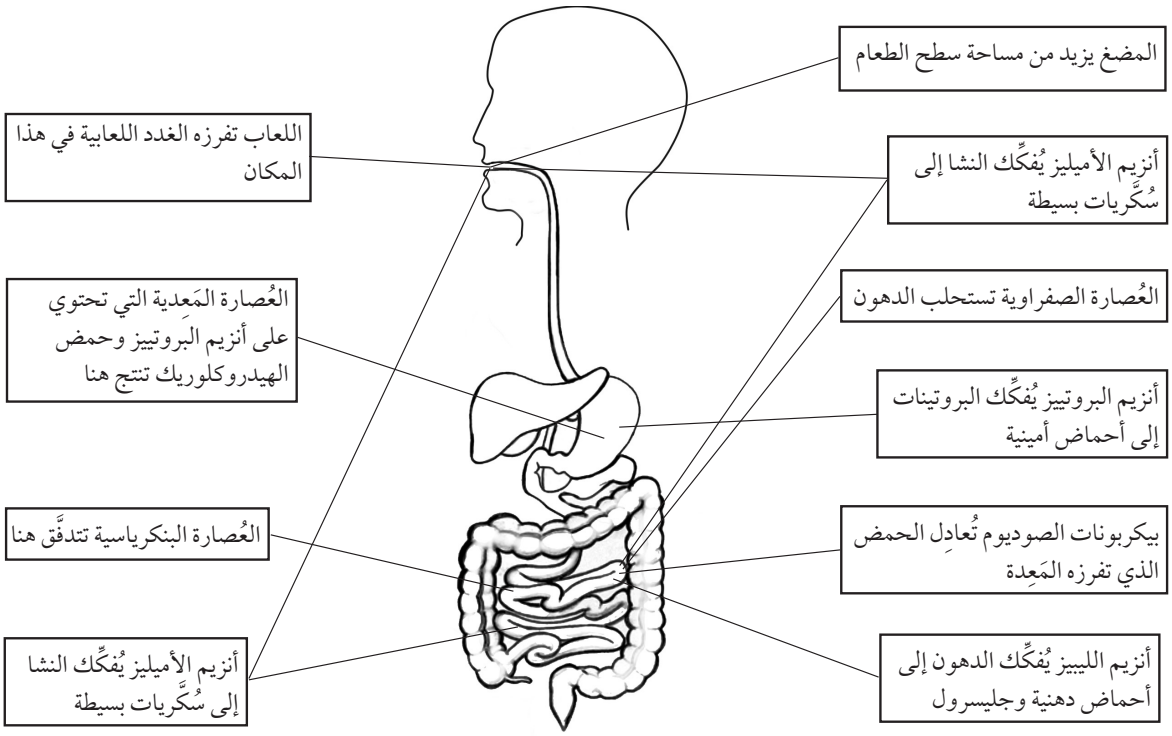
٨-٦ يوفِّر حمض الهيدروكلوريك الرقم الهيدروجيني المثالي لعمل أنزيم الببسين، ويقتل البكتيريا الموجودة في الطعام.

٨-٧ العُصارة البنكرياسية، والعُصارة الصفراوية.

٨-٨ تستحلب أملاح العُصارة الصفراوية الدهون، مما يُسهِّل على أنزيم الليبيز التفاعُل معها، وهضمها.

إجابات تمارين كتاب النشاط

تمرين ٨-١: وظائف الجهاز الهضمي



تمرين ٨-٢: تكيُّف الخملات

أ الأمعاء الدقيقة.

ب انظر الجدول ٨-١

تركيب الخملات	كيف تُساهم في امتصاص المواد الغذائية
تُغطّى كل خملة بخلايا ذات نتوءات صغيرة على سطحها، تُسمّى الزُّغيبات	تُكسِب السطح الداخلي للأمعاء الدقيقة مساحة كبيرة جدًّا. كلَّما زادت مساحة السطح، أمكن امتصاص المواد الغذائية بشكل أسرع
تحتوي الخملات على شُعَيرات دموية	تنتقل السكَّريات البسيطة، والأحماض الأمينية، والماء، والأملاح المعدنية، والفيتامينات، وبعض الأحماض الدهنية، والجليسرول، إلى مجرى الدم، الذي ينقلها إلى الكبد، ثم إلى مختلف أنحاء الجسم
تحتوي الخملات على أوعية لمفاوية، وهي جزء من الجهاز اللمفاوي	يتمّ امتصاص معظم الأحماض الدهنية والجليسرول إلى الأوعية اللمفاوية
للخملات جُدران رقيقة بسمك خلية واحدة	يمكن للمواد الغذائية التي تمّ هضمها النفاذ بسهولة عبر الجدار الرقيق، للوصول إلى الشُّعيرات الدموية والأوعية اللمفاوية

الجدول ٨-١ تكيُّف الخملات في الأمعاء الدقيقة للقيام بامتصاص المواد الغذائية التي تمّ هضمها

ج المالتيز– المالتوز – الجلوكوز.

البروتييز – البروتينات – الأحماض الأمينية.

الليبيز – الدهون – الأحماض الدهنية والجليسرول.

إجابات أوراق العمل

ورقة العمل ٨-١: مصطلحات علمية للهضم

١ القناة الهضمية.

٢ الجهاز الهضمي.

٣ الهضم.

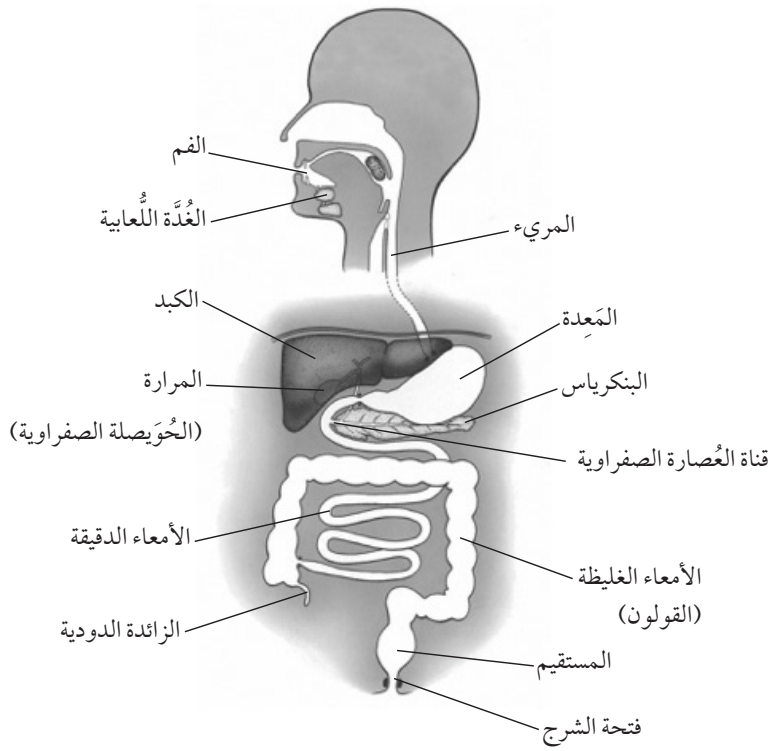
٤ الهضم الميكانيكي.

٥ الهضم الكيميائي.

٦ الامتصاص.

٧ الأنزيم.

ورقة العمل ٨-٢: تركيب الجهاز الهضمي



إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١ أ. ١. الامتصاص (ج).
٢. التبرُّز (الإخراج) (د).
٣. الهضم الكيميائي (ب).
٤. الابتلاع (أ).

ب. ١. الامتصاص: انتقال جُزيئات الطعام الذي تمَّ هضمها عبر جدار الأمعاء إلى الدم.
٢. التبرُّز (الإخراج): طرح الطعام الذي لم يتمّ هضمه كبراز عبر فتحة الشرج.
٣. الهضم الكيميائي: تفكيك جُزيئات الطعام الكبيرة غير القابلة للذوبان في الماء إلى جُزيئات صغيرة قابلة للذوبان فيه باستخدام الأنزيمات.
٤. الابتلاع: إدخال الطعام والشراب إلى داخل القناة الهضمية عن طريق الفم.

٢ أ. الهضم الميكانيكي: تفكيك الطعام إلى أجزاء صغيرة دون حدوث تغيُّر كيميائي في جُزيئات الطعام؛ الهضم الكيميائي: تفكيك الجُزيئات الكبيرة غير القابلة للذوبان بمساعدة الأنزيمات.

ب. ١. تقطع الأسنان الخبز إلى قطع صغيرة، ثم تذوب في العُصارات الهضمية.
٢. يقوم أحد الأنزيمات بتفكيك الجُزيئات الكبيرة إلى جُزيئات صغيرة، يمكن امتصاصها وتمثيلها غذائيًا.

ج. التمثيل الغذائي: انتقال جُزيئات الطعام التي تمَّ هضمها من الدم إلى خلايا الجسم، ليتمّ استخدامها وتصبح جُزءًا من الخلية.

٣ أ. (أ) = فتحة الشرج، (ب) = المستقيم، (ج) = المرارة (الحُوَيصلة الصفراوية)، (د) = الكبد، (هـ) = الفم، (و) = المريء، (ز) = المعدة، (ح) = البنكرياس، (ط) = الأمعاء الغليظة، (ي) = الأمعاء الدقيقة.

ب. ١. و
٢. ج
٣. ب
٤. ز
٥. و

٤ أ. حمض الهيدروكلوريك.

ب. تخفيض الرقم الهيدروجيني pH/ توفير وسط حمضي لعمل أنزيم الببسين؛ قتل البكتيريا.

ج. أنزيم الببسين.

د. البروتين؛ عديد الببتيد.

هـ. أدّى انخفاض درجة حرارة العيّنة خارج المَعِدة إلى تثبيط عمل أنزيم الببسين؛ لا يوجد هضم ميكانيكي بفعل حركات المَعِدة.

٥ أمثلة على الإجابات أدناه. تُعطى الدرجة على استخدام المصطلحات المُحدَّدة.

أ. تفرز **الغدد اللعابية أنزيم الأميليز**، وهو الأنزيم الذي يُفكِّك النشا إلى **مالتوز**.

ب. يتم ابتلاع الطعام عبر **الفم**، يغلق **لسان المزمار** فيمنع الطعام من المرور إلى القصبة الهوائية، لذا يمر الطعام بدل ذلك عبر **المريء** إلى المَعِدة.

ج. يطلق **الكيموس**، وهو مزيج من المخاط والأنزيمات والطعام، من قاعدة **المعدة** إلى **الأمعاء الدقيقة**.

د. يحتوي جدار المَعِدة على **خلايا كأسية** تفرز المخاط، وخلايا أخرى تفرز **أنزيم البروتييز** و**حمض الهيدروكلوريك**.

هـ. يُطلق **البنكرياس** العُصارات إلى الأمعاء الدقيقة، وهي تشمل **بيكربونات الصوديوم** ليصبح الكيموس الحمضي القادم من المَعِدة **مُتعادلاً**.

و. تخزن **المرارة** (**الحُويصلة الصفراوية**) **العُصارة الصفراوية**، وتُطلِقها إلى الأمعاء الدقيقة، لتُساعد في **استحلاب** الدهون من قطرات كبيرة إلى قطرات صغيرة.

٦ أميليز – نشا – سُكَّر بسيط (مالتوز).
بروتييز – بروتينات – أحماض أمينية.
ليبيز – دهون – أحماض دهنية وجليسرول.

٧ تتكوّن الأمعاء الدقيقة من جُزأين هما، **الإثنا عشر** و**اللفائفي**. وقد تكيّفت لتحدث عملية **الامتصاص** بكفاءة عالية.

الجدار الداخلي للأمعاء الدقيقة مُغطّى بنتوءات صغيرة تُسمّى **الخملات**. ولكل خملة نتوءات أصغر تُسمّى **الزُّغَيبات**. وهذا يزيد من **المساحة السطحية** للأمعاء الدقيقة، مما يزيد من سُرعة امتصاص المواد الغذائية.

تفرز خلايا سطح الخملات أيضًا **الأنزيمات** لتُكمِل الهضم الكيميائي، وتفرز **الخلايا الكأسية** المخاط. تحتوي الخملات أيضًا على **أوعية لمفاوية** تمتصّ بعض الأحماض الدهنية والجليسرول، و**شُعَيرات دموية** تمتصّ نواتج الهضم الأخرى، وتنقلها إلى **الكبد** وبقية أنحاء الجسم.

الوحدة التاسعة: النقل في النبات

تهدف هذه الوحدة إلى الربط بين المعرفة السابقة لعملية التمثيل الضوئي وبين طريقة امتصاص النبات للمواد من البيئة ونقل نواتج عملية التمثيل الضوئي. سوف يدرس الطلاب أوعية الخشب وأنابيب اللحاء والشُّعيرات الجذرية، ويتطرَّقون إلى دراسة عملية النتح وأهمّية تيّار النتح لانتقال الماء من الجذور إلى الأوراق. ممّا يتيح لهم الفرصة لدراسة عملية النتح في ظروف بيئية مختلفة. كما ستتمّ دراسة آلية نقل الغذاء الجاهز الناتج عن عملية التمثيل الضوئي من المصدر إلى المصبّ المُتمثِّل في سُكَّر السكَّروز والمواد العضوية الأخرى .

موضوعات الوحدة

المصادر المُتاحة لكل موضوع

رقم الهدف التعليمي	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب النشاط
١٦-١، ١٦-٢	٩-١ جهاز النقل في النبات	٢	نشاط ٩-١ (إثرائي) تحديد موقع أوعية الخشب في الجذور والسيقان والأوراق نشاط ٩-٢ التعرُّف على الجزء المسؤول عن نقل الماء والمواد المُذابة في ساق النبات الأسئلة من ٩-١ إلى ٩-٣ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ١	
١٦-٣	٩-٢ امتصاص الماء ونقله	٢	السؤال ٩-٤ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٢	ورقة العمل ٩-١ مسار انتقال الماء عبر النبات
١٦-٤، ١٦-٥، ١٦-٦، ١٦-٧، ١٦-٨	٩-٣ عملية النتح	٢-٤	نشاط ٩-٣ تحديد سطح الورقة الذي يتمّ فقدان معظم الماء من خلاله نشاط ٩-٤ قياس مُعدَّل النتح في ساق النبات نشاط ٩-٥ استخدام جهاز البوتومتر لمُقارنة مُعدَّلات النتح في ظروف مختلفة الأسئلة من ٩-٥ إلى ٩-٨ أسئلة نهاية الوحدة: السؤالان ٣ و٤	تمرين ٩-١ تجربة عملية النتح ورقة العمل ٩-٢ آليَّة انتقال الماء عبر النبات تمرين ٩-٢ النباتات الهوائية وامتصاص الماء
١٦-٩	٩-٤ نقل الغذاء الجاهز في النبات	١	أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٥	

الموضوع ٩-١: جهاز النقل في النبات

الأهداف التعليمية

١٦-١ يذكر وظائف الأجزاء الآتية:

- أوعية الخشب في نقل الماء والأيونات المعدنيّة من الجذور إلى الأوراق، ودعم ساق النبات وإسناده.
- أنابيب اللحاء في نقل السكّروز والأحماض الأمينيّة.

١٦-٢ يحدّد موقع أوعية الخشبّ في قطاعات عرضية للجذور، والسيقان، والأوراق، ويشمل ذلك فقط النباتات العشبية ثنائيّة الفلقة غير الخشبيّة.

أفكار للتدريس

- يمكنك بدء الدرس بتنفيذ النشاط (الإثرائي) **٩-١ تحديد موقع أوعية الخشب في الجذور والسيقان والأوراق**.
- بعد ذلك اطلب إلى الطلاب تنفيذ **النشاط ٩-٢ التعرُّف على الجزء المسؤول عن نقل الماء والمواد المذابة في ساق النبات**. يمكن للطلاب أن يربطوا بين ما يشاهدونه تحت المجهر والتراكيب المُوضَّحة في الشكل ٩-٤ . ناقشهم في موقع أوعية الخشب في الساق وفي الجذور. استرجع معهم هذه المُصطلحات العلمية: «أوعية الخشب» و«أنابيب اللحاء» و«الحزمة الوعائية» التي سبق أن تعرَّفوا عليها في مراحل دراسية سابقة.
- يمكن الاستعانة بنماذج من البيئة، مثل الطاولات والكراسي الخشبية، والتوضيح للطلاب أنها مصنوعة من نسيج الخشب المأخوذ من سيقان النباتات.
- يمكن استخدام الصور المجهرية والشكلَين ٩-٣ و ٩-٤، في كتاب الطالب، لتحديد موقع أنابيب اللحاء.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يجد الطلاب صعوبة في تصوُّر التركيب ثُلاثي الأبعاد لأوعية الخشب من خلال النظر إلى قطاعٍ عرضي لأحد أجزاء النبات، وبالتالي قد يصعب عليهم تصوُّر أن هذه الأوعية تمتدّ بشكل مُتواصِل من الجذور مرورًا بالساق، وصولًا إلى الأوراق.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، الأسئلة من ٩-١ إلى ٩-٣
- كتاب الطالب، أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ١

الموضوع ٩-٢: امتصاص الماء ونقله

الأهداف التعليمية

١٦-٣ يحدّد خلايا الشعيرات الجذريّة كما يراها تحت المجهر الضوئيّ، ويشرح أنّ مساحة سطحها الكبيرة تزيد معدّلات امتصاص الماء والأيونات.

أفكار للتدريس

- اطلب إلى الطلاب قبل تنفيذ الدرس بأسبوع استنبات مجموعة من بذور البقوليّات (الفول أو اللوبيا) على ورقة ترشيح أو قطعة إسفنج مُبلَّلة. وضِّح لهم موقع الشُّعيرات الجذرية ووظيفتها وأسباب وجودها بأعداد كبيرة على سطح الجذر.
- ارسم رسمًا تخطيطيًّا لخلية شُعيرة جذرية على السبّورة. واطلب إلى الطّلاب استرجاع مفهوم الأسموزية وتفسير كيفية دخول الماء إلى خلية الشُّعيرة الجذرية.
- استخدم الشكل ٩–٥ في كتاب الطالب لمناقشة كيفية انتقال الماء من التربة إلى أوعية الخشب في مركز الجذر. استخدم الشكل ٩–٦ لتوضيح مفهوم تيّار النتح.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يصعب على الطلاب عادة فهم أن الماء يجب أن ينتقل أفقيًّا (جانبيًّا) من التربة، وصولاً إلى أوعية الخشب في مركز الجذر.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، السؤال ٩–٤
- كتاب الطالب، أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٢
- ورقة العمل ٩–١ مسار انتقال الماء عبر النبات

الموضوع ٩-٣: عملية النتح

الأهداف التعليمية

١٦–٤ يحدّد المسار الّذي يسلكه الماء عبر الجذر والساق والورقة عند انتقاله من الشُّعيرات الجذريّة وخلايا قشرة الجذر وخلايا أوعية الخشب والنسيج الوسطي في الورقة.

١٦–٥ يستقصي مسار الماء خلال أجزاء النبات الّتي تقع فوق سطح الأرض باستخدام الصبغة المناسبة.

١٦–٦ يعرِّف النتح بأنّه فقدان بخار الماء من أوراق النبات عن طريق تبخّر الماء عند سطح خلايا النسيج الوسطي، ويتبع ذلك انتشار بخار الماء عبر الثغور.

١٦–٧ يشرح الآليّة الّتي ينتقل بها الماء إلى الأعلى في أوعية الخشب عن طريق النتح، ممّا يساعد على خلق منحدر جهد مائيّ يعمل على سحب عمود من جزيئات الماء تحت تأثير قوتي التماسك والتلاصق.

١٦–٨ يستقصي ويصف تأثير تغيّر درجات الحرارة والرطوبة على معدّل النتح.

أفكار للتدريس

- يجب على الطلاب استيعاب فكرة أن عملية النتح تُمثِّل قوة سحب تعمل على نقل الماء إلى الأعلى في النبات. حيث تؤدّي إلى خفض مقدار الضغط في الجزء العُلْوي من أوعية الخشب (الأوراق)، بحيث يتدفَّق الماء إليها من مناطق الضغط المُرتفِع في الجزء السفلي (الجذور). استخدم الشكل ٩–٦ لتقديم فكرة تيّار النتح.
- يمكن للطلاب إجراء **النشاط ٩-٣ تحديد سطح الورقة الذي يتمّ فقدان معظم الماء من خلاله**. لا بُدّ لهم من العودة إلى ما سبق دراسته حول تركيب أوراق النباتات في الوحدة السابعة، وتذكُّر مواقع الثغور فيها.

- يمكن للطلاب الإعداد **لتنفيذ النشاط ٩-٤ قياس مُعدَّل النتح في ساق النبات**. يتطلَّب الأمر مُتابعة ما سيحدث لمستوى الماء والكتلة، في كلّ من المخبارَين، بعد أسبوع.
- يتطلَّب **النشاط ٩-٥ استخدام جهاز البوتومتر لمُقارنة مُعدَّلات النتح في ظروف مختلفة**. وفي حال عدم توفُّر هذا الجهاز في مُختبَر المدرسة، استخدِم أنبوبة زُجاجيَّة طويلة، كما هو مُوضَّح في إرشادات تنفيذ هذا النشاط (الصفحة ٦٢) من هذا الدليل، ويُمكن أيضًا استخدام المَجسَّات الإلكترونية عند توفُّرها في مُختبَر المدرسة.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- من الشائع جدًّا ألّا يستوعب الطلاب السبب الذي يجعل الماء ينتقل إلى أعلى النبات. وقد لا يكون لديهم أي فكرة على الإطلاق، أو قد يعتقدون أنه يرتفع عن طريق الأسموزية.
- غالبًا ما يعتقد الطلاب أن الماء يُفقد من الأوراق في الحالة السائلة، ولا يدركون أنه يتبخّر من الجدران الرطبة للخلايا في النسيج الوسطي، ثم ينتشر عبر الثغور خارجًا، على شكل بخار ماء.
- قد يعتقد الطلاب أن نسبة كبيرة من الماء الذي يمتصّه النبات يُستخدم في عملية التمثيل الضوئي. في الواقع، يتمّ استخدام نسبة ضئيلة فقط من الماء لهذا الغرض؛ ويتمّ فقدان معظمه تقريبًا في عمليَّة النتح من خلال الأوراق.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، الأسئلة من ٩-٥ إلى ٩-٨
- كتاب الطالب، أسئلة نهاية الوحدة: السؤالان٣ و٤
- كتاب النشاط، التمرين ٩-١ تجربة عملية النتح.
- كتاب النشاط، التمرين ٩-٢ النباتات الهوائية وامتصاص الماء
- ورقة العمل ٩-٢ آليَّة انتقال الماء عبر النبات

الموضوع ٩-٤: نقل الغذاء الجاهز في النبات

الأهداف التعليمية

٩-١٦ يعرِّف الانتقال من ناحية حركة سكر السكّروز والأحماض الأمينيّة في أنابيب اللحاء:

- من مناطق الإنتاج (المصدر).
- إلى مناطق التخزين أو المناطق الّتي تستخدم فيها هذه الموادّ في التنفّس أو النموّ (المصب).

أفكار للتدريس

- ذكِّر الطلاب بمواقع أوعية الخشب وأنابيب اللحاء في الجذور والسيقان والأوراق، واطلب اليهم تحديد المواد التي يتمّ نقلها عبر أنابيب اللحاء.
- اعرض على الطلاب نباتات في مراحل مختلفة من النموّ، مثل بذرة مُستنبَتة ونبات بالغ ينمو بأوراق خضراء، ودرنة بطاطس تظهر عليها البراعم. اطلب اليهم أن يُحدِّدوا موقع إنتاج الغذاء، أو مكان تخزينه في كلّ نبات. قدِّم مصطلح «المصدر»، ثم اسأل الطلاب عن أجزاء النبات التي تحتاج إلى معظم «الغذاء». يجب أن يكونوا قادرين على ذكر الأجزاء النامية من النبات. قدِّم إليهم مُصطلح «المصبّ».

- ناقش الطلاب في أنَّ أنابيب اللحاء تنقل المواد الغذائية إلى أعلى النبات وإلى أسفله (وكذلك باتِّجاهات مختلفة في مراحل النموّ المختلفة للنبات)، وذلك على عكس أوعية الخشب، التي يكون النقل فيها دائمًا من الجذور إلى الساق ثم الأوراق.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- غالبًا ما يعتقد الطلاب أن سُكَّر الجلوكوز، وليس سُكَّر السّكَّروز، هو الذي ينتقل عبر أنابيب اللحاء.
- قد لا يعي الطلاب أن أوعية الخشب منفصِلة عن أنابيب اللحاء في جهاز النقل في النبات.

أفكار للواجبات المنزلية

- اطلب إلى كل طالب أن يكتب تقريرًا علميًّا حول رحلة ذرّة كربون في جُزيء ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء، وكيف ستصبح جزءًا من جُزيء نشا مُخزّن في خلية جذر نبات.
- كتاب الطالب، أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٥.

إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية

نشاط ٩- ١ (إثرائي): تحديد موقع أوعية الخشب في الجذور والسيقان والأوراق

المهارات:

- **يبرِّر اختيار الأجهزة والمواد والأدوات لاستخدامها في إجراء التجارب.**
- **يقيّم الأخطار ويشرح التدابير الوقائية المتّخذة لضمان السلامة.**

المواد والأدوات والأجهزة

- صور مجهرية ضوئية (يفضَّل أن تكون مُلوَّنة) لقطاعات عرضية في الجذر والساق والورقة

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- لا يترتَّب على تنفيذ هذا النشاط اتخاذ أي من إجراءات الأمن والسلامة.

ملاحظات

- سوف يكون بإمكانك العثور على صور مجهرية مختلفة على الشبكة العالمية للاتصالات الدولية (الإنترنت). حاول العثور على صور بسيطة يسهل على الطلاب تفسيرها. تأكَّد من أنها التُقطت لنباتات من ذوات الفلقتَين، وأنها لا تحتوي على أي من طبقات النموّ الثانوي. إذا كان ممكنًا، اختر صورًا مجهرية تكون فيها جدران الأوعية الخشبية مصبوغة باللون الأحمر.
- إذا كان بإمكان الطلاب استخدام أجهزة الحاسوب في المدرسة، فيمكنهم استخدام الشبكة العالمية للاتصالات الدولية (الإنترنت) للاطلاع على الصور المجهرية مباشرة، بدلاً من استخدام النسخ المطبوعة منها. يمكنك أيضًا القيام بهذا النشاط كامتداد للنشاط ٩-٢. يمكن للطلاب أيضًا تحضير قطاعات عرضية عبر الجذر والورقة، ورسم ما يتمكّنون من رؤيته.

نشاط ٩-٢: التعرُّف على الجزء المسؤول عن نقل الماء والمواد المُذابة في ساق النبات

المهارات:

- يبرِّر اختيار الأجهزة والمواد والأدوات لاستخدامها في إجراء التجارب.
- يقيّم الأخطار ويشرح التدابير الوقائية المتّخذة لضمان السلامة.
- يصف الخطوات التجريبية والتقانة المُستخدَمة ويشرحها.
- يكوِّن التنبؤات والفرضيات (استنادًا إلى استيعاب المفاهيم والمعرفة).
- يُحدِّد المُتغيِّرات ويصف كيف يمكن قياسها، ويشرح لماذا ينبغي التحكُّم ببعض المُتغيّرات.
- يرسم الأشكال التخطيطيّة للجهاز ويُسمّي أجزاءه، كما يرسم الأشكال التخطيطية للعيِّنة ويُسمّي أجزاءها.
- يُسجِّل الملاحظات بطريقة منهجية باستخدام الوحدات المناسبة والأرقام ومدى القياسات المناسبة ودرجة الدقّة المناسبة.
- يُفسّر الملاحظات وبيانات التجارب ويُقيّمها، ويُحدّد النتائج غير المُتوقّعة ويتعامل معها بالشكل المُلائم.
- يُعالج البيانات ويعرضها ويقدِّمها بما في ذلك استخدام الآلات الحاسبة والتمثيلات البيانية والمَيل.
- يستخلص الاستنتاجات المناسبة ويبرِّرها بالرجوع إلى البيانات وباستخدام التفسيرات المناسبة.
- يُحدِّد الأسباب المُحتملة لعدم دقّة البيانات أو الاستنتاجات ويقترح التحسينات المناسبة للخطوات التجريبية والتقانة المُستخدَمة.

المواد والأدوات والأجهزة

الحصّة الأولى:

- نبات مناسب بجذور سليمة
- ماء مُلوَّن بصبغة مُلوِّن طعام يُفضَّل أن يكون أحمر أو أزرق
- كأس

الحصّة الثانية:

- النبات من الحصَّة الأولى
- شريحة مجهر زجاجية
- غطاء شريحة مجهر
- شفرة آمنة أو سكّين حاد
- بلاطة
- ملقط
- ماصّة
- مجهر

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- يجب تنبيه الطلاب لضرورة توخّي الحذر عند قصّ القطاعات الرقيقة.

إجابات الأسئلة

١ أوعية الخشب، بسبب انتقال الماء والمواد المُذابة فيه (محلول الماء المُلوَّن) إلى أعلى الساق عبر أوعية الخشب.

٢ أ. قد تُعرقِل حُبيبات التربة الموجودة على جذور النبات وصول محلول الماء المُلوَّن بسهولة إلى الجذور.

ب. يمكن أن يصبغ محلول الماء المُلوَّن الموجود خارج الجذر أجزاء أخرى غير أوعية الخشب، ممّا قد يؤدّي إلى التباس في النتائج.

٣ يجب أن تتضمَّن الخطَّة:

- عبارة حول العامل المُتغيِّر الذي سيتمّ تغييره وكيف سيتمّ ذلك.
- عبارة حول العامل المُتغيِّر الذي سيتمّ قياسه وكيف ومتى سيتمّ ذلك.
- عبارة حول العوامل الثابتة.
- مُخطَّطًا تفصيليًّا للقياسات التي سيتمّ إجراؤها، بما في ذلك الإشارة إلى التكرارات وكيفية تسجيلها.
- التنبُّؤ بما ستكون عليه النتائج، ويُفضَّل أن تكون على شكل تمثيل بياني مع محاور مُحدَّدة ومُسمّاة.
- تقييم دقّة النتائج، وتحديد الأسباب الممكنة لعدم دقّتها، وكيفية تحسين أداء التجربة.

نشاط ٩-٣: تحديد سطح الورقة الذي يتمّ فقدان معظم الماء من خلاله

المهارات:

- **يبرِّر اختيار الأجهزة والمواد والأدوات لاستخدامها في إجراء التجارب.**
- **يُقيّم الأخطار ويشرح التدابير الوقائية المُتّخذة لضمان السلامة.**
- **يُفسّر الملاحظات وبيانات التجارب ويُقيّمها، ويحدّد النتائج غير المُتوقّعة ويتعامل معها بالشكل المُلائم.**
- **يُعالج البيانات ويعرضها ويُقدِّمها بما في ذلك استخدام الآلات الحاسبة والتمثيلات البيانية والمَيل.**

المواد والأدوات والأجهزة

- نبات ذو أوراق ملساء (خفيفة الشُّعيرات) مزروع في أصيص
- ملقط
- ورق كلوريد الكوبالت في وعاء تجفيف
- ورق تجليد الكتب اللاصق أو شريط لاصق شفّاف
- مقص

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- يجب على الطلاب توخّي الحذر عند استخدام المقصّ.

ملاحظات

- يمكن استخدام ورق كلوريد الكوبالت الجاهز في هذه التجربة.

إجابات الأسئلة

١ يُحتمَل أن يجد الطلاب أن القطعة الموضوعة على السطح السفلي قد تحوَّلت إلى اللون الوردي أوَّلاً. يدلُّ ذلك على أن فقد الماء يحدث بشكل كبير عبر السطح السُّفلي للورقة مُقارنة بالسطح العُلْوي.

٢ يوجد في السطح السفلي عدد كبير من الثغور، وبالتالي هو السطح الذي يفقد كمّيات كبيرة من بخار الماء عبر الورقة.

٣ ستكون هناك رطوبة على الأصابع، قد تحوِّل لون الورق إلى اللون الوردي، ممّا يشير إلى أن هذا هو السطح الذي يُفقد منه معظم ماء الورقة، الأمر الذي قد يؤثِّر على دقّة نتائج التجربة بالإضافة إلى أنَّ الورقة سامّة.

نشاط ٩-٤: قياس مُعدَّل النتح في ساق النبات

المهارات:

- **يُبرِّر اختيار الأجهزة والمواد والأدوات لاستخدامها في إجراء التجارب.**
- **يقيّم الأخطار ويشرح التدابير الوقائية المتّخذة لضمان السلامة.**

المواد والأدوات والأجهزة

- مخبار مدرج عدد 2
- غصنان صغيران مورقان
- قطّارات
- فازلين
- ميزان حساس
- مقص

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- يجب على الطلاب توخّي الحذر عند استخدام المقصّ.

ملاحظات

- استرجع مع الطلاب النشاط ١-٨ الذي تمّ تنفيذه في الصف الثامن «فقدان النبات للماء» في نبات مزروع في أصيص، والاستفادة من خبرتهم هذه في مُناقشة ما يحدث للماء.

إجابات الأسئلة

١ ويعود سبب ذلك إلى عملية النتح التي تحدث على سطح الأوراق، حيث يمنع الفازلين الذي تمّ وضعه على أوراق الغصن الآخر من فقدان الماء من أوراقه بواسطة النتح، وبالتالي يتمّ فقدان كتلة أقل.

٢ إجابة ممكنة: «هناك ذبول في الغصن ذي الأوراق المُغطّاة بالفازلين. وقد يكون سبب ذلك هو أن الفازلين يمنع حدوث عملية النتح وسحب المياه والمعادن إلى الورقة للقيام بعملية التمثيل الضوئي والتغذية، أو عدم توفير تبادُل الغازات الكافية للقيام بعمليتَي التنفُّس والتمثيل الضوئي».

٣ إجابة ممكنة: «نعم، بسبب منع حدوث تبّار النتح، وكان من السهل أخذ القياسات» أو «لا، لأن الفازلين يمنع أيضًا تبادُل الغازات الذي يحتاج إليه النبات للقيام بعمليتَي التمثيل الضوئي والتنفُّس، مما قد يُؤثِّر على كتلة النبات أيضًا».

نشاط ٩-٥: استخدام جهاز البوتومتر لمُقارنة مُعدَّلات النتح في ظروف مختلفة

المهارات:

- **يُبرِّر اختيار الأجهزة والمواد والأدوات لاستخدامها في إجراء التجارب.**
- **يُقيّم الأخطار ويشرح التدابير الوقائية المُتّخذة لضمان السلامة.**
- **يُفسّر الملاحظات وبيانات التجارب ويُقيّمها، ويُحدّد النتائج غير المُتوقّعة ويتعامل معها بالشكل المُلائم.**
- **يُعالج البيانات ويعرضها ويُقدِّمها بما في ذلك استخدام الآلات الحاسبة والتمثيلات البيانية والمَيل.**

المواد والأدوات والأجهزة

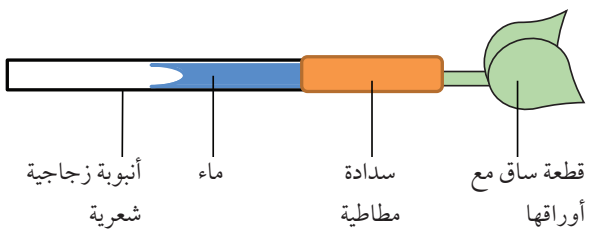
- جهاز بوتومتر
- نبات ذو ساق قويَّة يتلاءم قطرها تمامًا مع السدادات المطّاطية لجهاز البوتومتر، بحيث يتمّ إدخالها فيها بإحكام (بدون تكوُّن فجوات هوائية)
- أسلاك وسدادة، لتثبيت ساق النبات بالبوتومتر
- فازلين
- ساعة إيقاف
- مروحة كهربائية

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- يجب الانتباه إلى أن تكون نهايات الأنبوبة الزجاجيَّة مُستديرة وليست حادَّة. يجب على الطلاب عدم استخدام القوة لإدخال أطراف الأنابيب الزجاجية في السدادات المطاطية، وكذلك لإدخال سيقان النباتات في السدادات المطّاطية.

ملاحظات

- كبديل عن جهاز البوتومتر الذي تمّ استخدامه في النشاط، يمكن استخدام قطعة طويلة ومستقيمة من أنبوبة زجاجيَّة شعريَّة تكون بمثابة بوتومتر. املأ الأنبوبة كلّيًا بالماء عن طريق غمرها في وعاء يحتوي على الماء، مع التأكُّد من إخراج أي فقّاعات هواء تنحبس داخل الأنبوبة الزجاجيَّة. ثبِّت سدادة مطّاطية عند أحد طرفَيها. تحت الماء، اقطع قطاعًا مائلًا عبر نهاية الساق المورقة، وأدخل الطرف المقطوع في السدادة المطّاطية. ارفع المجموعة التي قمت بتركيبها بالكامل من الماء، واتركها حتى تجفّ، قبل البدء بتسجيل حركة السطح المُقعَّر الفاصل بين الهواء والماء.



إجابات الأسئلة

١ يُحتمَل أن يجد الطلاب أن مُعدَّل عملية النتح كان:

أ. الأعلى عند تعريض الجهاز لهواء مروحة.

ب. الأدنى عندما وُضع الجهاز في الثلاّجة.

٢ يقيس جهاز البوتومتر في الواقع مُعدَّل امتصاص الماء، وليس مُعدَّل فقدانه. يمكن للطلاب مناقشة مدى احتمالية أن تكون هاتان القيمتان مُتساويتَين، علمًا بأن القليل من الماء يتمّ استخدامه في عملية التمثيل الضوئي.

إجابات أسئلة كتاب الطالب

٩-١ الماء والأملاح المعدنية المذابة فيه (الأيونات غير العضوية).

٩-٢ سُكَّر السكَّروز والأحماض الأمينية.

٩-٣ مجموعة من أوعية الخشب وأنابيب اللحاء.

٩-٤ ينتقل الماء إلى الشُّعيرات الجذرية عن طريق الأسموزية باتِّجاه مُنحدَر التركيز، (أو من المحلول الأقلّ تركيزًا إلى المحلول الأكثر تركيزًا)، من خلال الغشاء شبه المُنفِذ لخلية الشَّعيرة الجذريَّة.

٩-٥ عملية فقدان بخار الماء من أسطح خلايا النسيج الوسطي في أوراق النباتات، ممّا يؤدّي إلى انتشار بُخار الماء عبر الثغور إلى خارج النبات.

٩-٦ ثقوب صغيرة، يقع مُعظمها على السطح السفلي لورقة النبات، يُحيط بكل منها زوج من الخلايا الحارسة، والتي يمكن للغازات أن تنتشر من خلالها إلى داخل الورقة وإلى خارجها.

٩-٧ يُستخدَم جهاز البوتومتر لقياس مُعدَّل امتصاص الساق للماء (وبالتالي مُعدَّل فقدانه لبخار الماء بواسطة عملية النتح).

٩-٨ أ. يؤدّي ارتفاع درجة الحرارة إلى زيادة مُعدَّل عملية النتح. (لأنّ جُزيئات الماء في درجات الحرارة المُرتفِعة، تمتلك طاقة حركية أكبر، ممّا يجعلها تتحوَّل من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية، وتنتشر بسرعة كبيرة خارج الورقة).

ب. تؤدّي زيادة الرطوبة إلى انخفاض مُعدَّل عملية النتح. (لأن زيادة كمّية بُخار الماء في الهواء خارج الورقة تؤدّي إلى انخفاض مُنحدَر التركيز وبالتالي يقلّ مُعدَّل الانتشار إلى الخارج).

إجابات تمارين كتاب النشاط

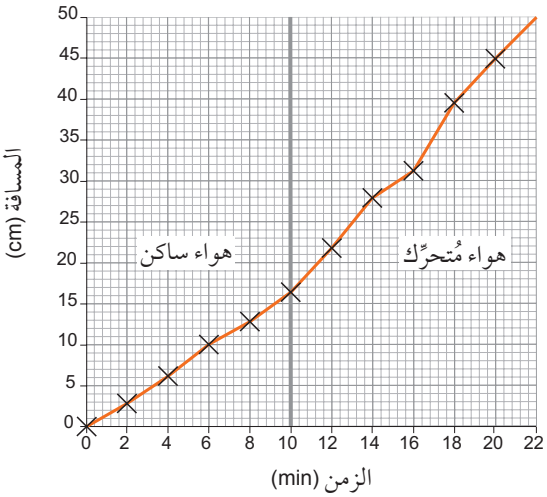
تمرين ٩-١: تجربة عملية النتح

أ يمكن أن يبدو جدول النتائج أشبه بالجدول ٩-١ الآتي:

الظرف	هواء ساكن						هواء مُتحرِّك				
الزمن (min)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
المسافة (cm)	0	2.8	6.1	10.0	12.9	16.2	21.8	27.9	31.1	39.5	44.9

الجدول ٩-١

ب



ج في حالة الهواء الساكن: تحرَّك السطح المُقعَّر الفاصل بين الهواء والماء من 0 إلى 16.2 cm خلال الدقائق العشر الأولى، لذلك يكون مُعدَّل المُتوسِّط الحسابي لحركة السطح المُقعَّر الفاصل بين الماء والهواء في الدقيقة الواحدة 1.62 cm / min.

في حالة الهواء المُتحرِّك: تحرَّك السطح المُقعَّر الفاصل بين الهواء والماء من 16.2 إلى 44.9 أي مسافة قدرها 28.7 cm. لذلك يكون مُعدَّل المُتوسِّط الحسابي لحركة السطح المُقعَّر الفاصل بين الماء والهواء في الدقيقة الواحدة 2.87 cm / min.

د نعم. مُعدَّل المُتوسِّط الحسابي لحركة السطح المُقعَّر الفاصل بين الهواء والماء في الدقيقة أعلى بكثير في حالة الهواء المُتحرِّك مُقارنة بالهواء الساكن. هذا يعني أن الساق كانت تمتصّ الماء بسرعة أكبر في حالة الهواء المُتحرِّك. ويعتمد مُعدَّل امتصاص الماء على مُعدَّل حدوث عملية النتح في الأوراق.

هـ من المصادر المُحتمَلة للخطأ، عدم التحكُّم بدرجة الحرارة. فقد تكون درجة الحرارة مُرتفِعة أو مُنخفِضة في الهواء المُتحرِّك منها في الهواء الساكن. وعدم التحكُّم بشدة الضوء. كان الطالب في الواقع يقيس مُعدَّل امتصاص الماء، بدلاً من مُعدَّل فقدانه. لكن يمكننا الافتراض أن القيمتَين مُتقارِبتان.

تمرين ٩-٢: النباتات الهوائية وامتصاص الماء

أ تحتاج نباتات الأوركيد إلى الماء للقيام بعملية التمثيل الضوئي.

ب يدخل جُزيء الماء إلى خلية شُعيرة جذرية من خلال الأسموزية. ثم يمرّ عبر خلايا الجذر أيضًا بواسطة الأسموزية، ويمكن أن يسلك مسارًا خارج خلوي عن طريق تسرُّبه إلى الخارج بين الخلايا، أو يمكن أن يتسرَّب إلى داخل جدران الخلايا لينتقل إلى أوعية الخشب. يتمّ سحب الماء عبر أوعية الخشب بسبب تيّار النتح الذي ينقل الماء من منطقة الجذر، إلى الأعلى.

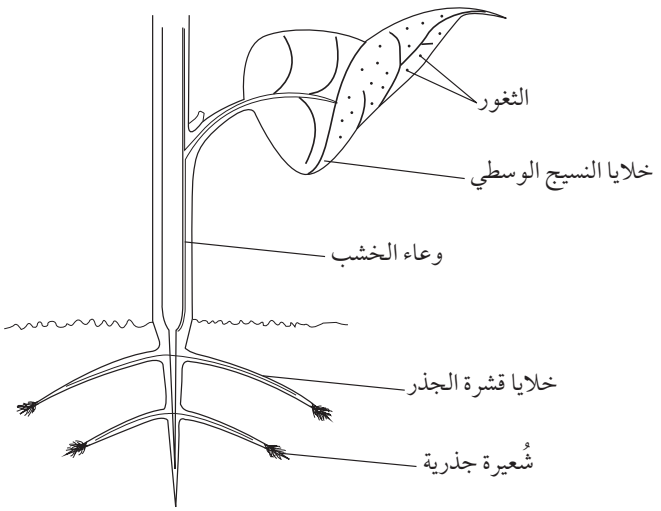
ج في البيئات الرطبة والندية، يكون تركيز جُزيئات الماء في الهواء خارج خلية الشُّعيرة الجذرية مُرتفِعًا (ويكون جهد الماء عاليًا)، مُقارنةً بالتركيز المُنخفِض لجُزيئات الماء (يكون جهد الماء مُنخفِضًا) في العُصارة الخلوية والسيتوبلازم داخل خلية الشُّعيرة الجذرية. يولِّد ذلك مُنحدَرًا في التركيز يؤدّي إلى حدوث الأسموزية. وسوف يحتاج نبات الأوركيد في البيئات الرطبة إلى كمّيَّة قليلة من الماء، لأن مُعدَّل عملية النتح في هذه البيئة يكون مُنَخفِضًا، وبالتالي لن يفقد النبات الكثير من الماء عبر الثغور.

د سيكون مُعدَّل عملية النتح مُنخفِضًا، لأن جهد الماء خارج الأوراق سيكون مُرتفِعًا. سيؤدّي هذا إلى تبخُّر أبطأ للماء عبر الثغور، وبالتالي إبطاء قوة سحب الماء عن طريق عملية النتح.

إجابات أوراق العمل

ورقة العمل ٩-١: مسار انتقال الماء عبر النبات

١



٢ ١ شُعيرة جذرية، ٢ خلايا قشرة الجذر، ٣ وعاء الخشب، ٤ خلايا النسيج الوسطي، ٥ الثغور

٣ دوائر زرقاء حول الشُّعيرة الجذرية، وخلايا قشرة الجذر، ووعاء الخشب، وخلايا النسيج الوسطي.

٤ دائرة حمراء للثغور.

ورقة العمل ٩-٢: آليَّة انتقال الماء عبر النبات

ينتقل الماء في النبات صعودًا بفعل عملية **النتح**، وهي عملية فقدان بخار الماء من خلال **الثغور** في الأوراق. ينتج عن هذا قوة شدّ تُسمّى **قوة السحب الناتجة عن عملية النتح** التي تسحب أعمدة المياه صعودًا عبر **وعاء الخشب**.

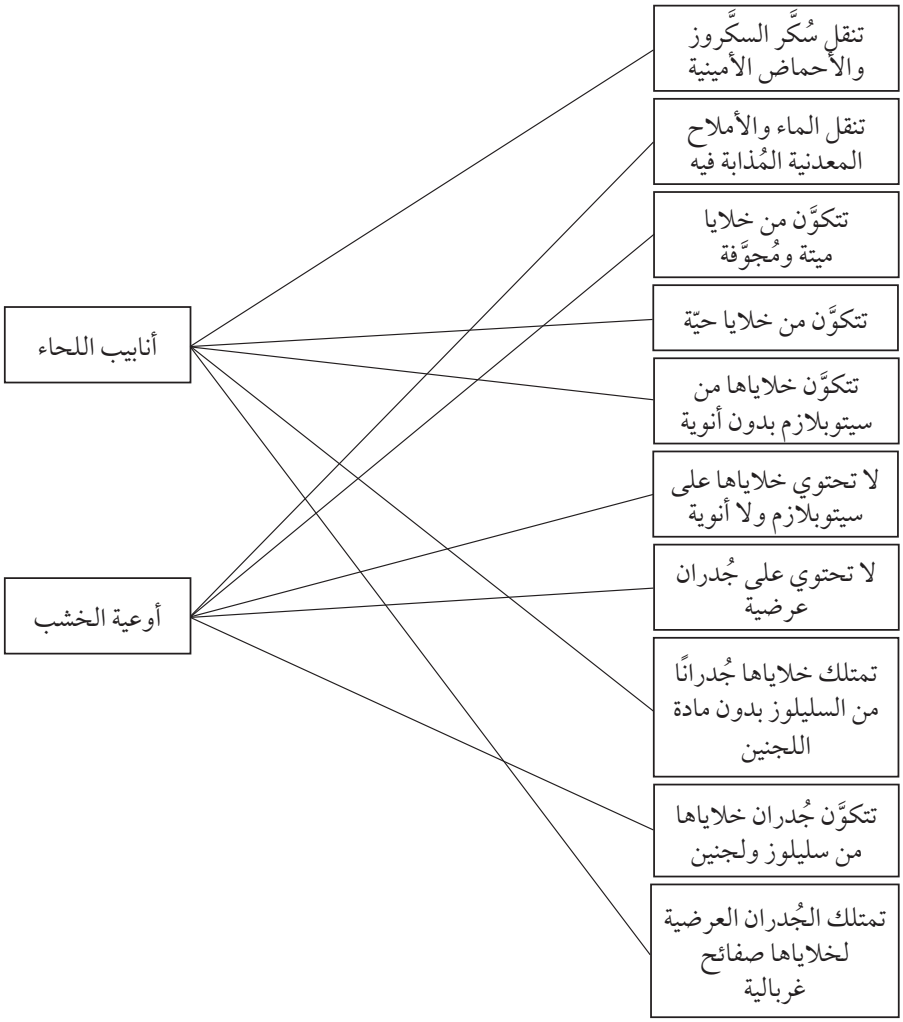
يُسبِّب استمرار عملية فقدان بخار الماء من الأوراق انخفاض **جهد الماء** داخل الفجوات الهوائية في طبقة **النسيج الوسطي** في الورقة. ينتج عن ذلك تبخُّر الماء من **جدران** الخلايا في طبقات النسيج الوسطي. ممّا **يُقلِّل من** جهد الماء داخل خلايا النسيج الوسطي، مُحدثًا **مُنحدَرًا** في جهد الماء بين أوعية الخشب في الورقة وخلاياها. لذلك ينتقل الماء من النسيج الوعائي الخشبي إلى خلايا النسيج الوسطي بواسطة **الأسموزية**.

تؤدّي إزالة الماء من الأجزاء العُلْوية لأوعية الخشب إلى انخفاض جهد الماء في قممها، حيث يكون جهد الماء عند الأجزاء السفلية منها عاليًا مما يولِّد فرقًا في جهد الماء. لذلك يتمّ سحب الماء من خلال أوعية على شكل عمود مُتَّصل، و**يتدفَّق** الماء إلى أعلى نتيجة لحدوث تيار النتح.

يظلّ عمود الماء مُتَّصلاً، لأن جُزيئات الماء ينجذب بعضها إلى بعض بواسطة **التماسُك**، وترتبط مع جدران أوعية الخشب بواسطة **التلاصُق**.

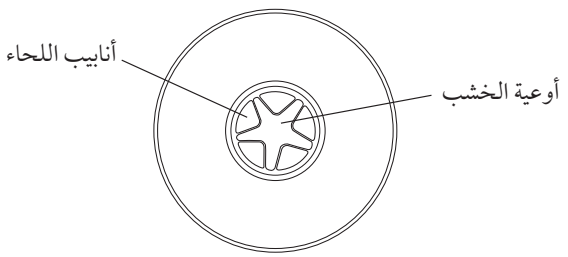
إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١ أ.



ب. نقل الأملاح المعدنية/ أيونات الأملاح المعدنية ؛ توفير الدعامة للنبات.

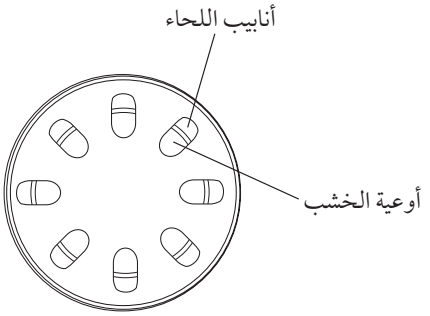
ج. ١.



(أ)

قطاع عرضي يُوضِّح ترتيب الحزم الوعائية في جذر نبات ذي فلقتَين

٢.



(ب)

قطاع عرضي يُوضِّح ترتيب الحُزم الوعائية في ساق نبات ذي فلقتَين

٢ **ج.** تمتلك قمم جذور النبات خلايا **شُعيرات جذرية** ذات امتدادات طويلة توفِّر زيادة **المساحة السطحية**، ممّا يزيد من مُعدَّل امتصاص الماء من التربة.

د. ينتقل الماء من التربة إلى خلية الشُّعيرة الجذرية عن طريق **الأسموزية**. تمتلك هذه الخلية **جهد** ماء مُنخفِضًا، وهكذا ينتشر الماء باتِّجاه **مُنحدَر التركيز**.

أ. ينتقل الماء عن طريق **الأسموزية** عبر قشرة الجذر.

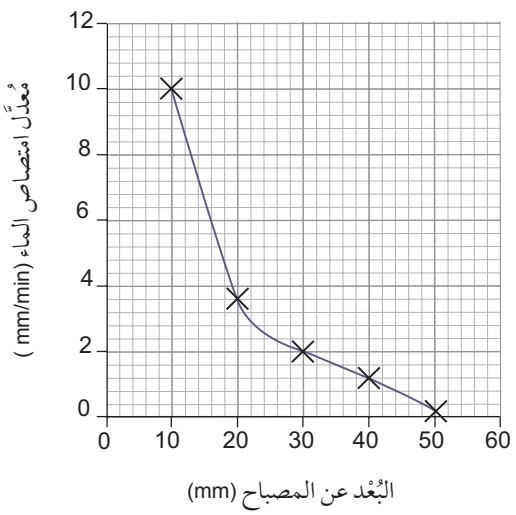
ب. بعد ذلك يتمّ سحبه إلى الأعلى عبر أوعية **الخشب** بسبب عملية **النتح**، حيث تحدث عملية تبخُّر الماء في الجزء العُلوي (أو في أوراق النبات) من النبات.

٣ **أ.** عملية النتح.

ب. ستنتقل إلى الأعلى.

ج. ١. 1.2، 0.2.

٢.



٣. الزيادة في شدّة الضوء تزيد من مُعدَّل امتصاص الماء فعند أعلى شدَّة ضوء (على مسافة 10 mm)، كان مُعدَّل امتصاص الماء هو الأعلى (10 mm / min)؛ وعند خفض شدَّة الضوء إلى أدنى مستوى (على مسافة 50 mm)، انخفض مُعدَّل امتصاص الماء إلى 0.2 mm / min.

د. أي اثنين من: درجة الحرارة؛ درجة الرطوبة؛ سرعة الرياح.

٤ هذه بعض الأمثلة على الإجابات المُحتمَلة.

أ. انتقال الماء عبر النبات من الجذور إلى **الثغور** يُسمّى **تيار النتح**.

ب. تبقى جُزيئات الماء مُتماسِكة معًا في **أوعية نسيج الخشب** بسبب **قوة التماسُك**.

ج. ستتحرَّك الفقّاعة في جهاز **البوتومتر** بسرعة أقلّ عند **درجة الرطوبة** العالية.

د. عند **درجات الحرارة المُرتفِعة**، تُغلق **الخلايا الحارسة** على جانبَي الثغر فتحة الثغر لمنع فقدان الماء.

هـ. يتبخَّر الماء من سطح الخلايا في طبقة **النسيج الوسطي**، مما يتسبَّب في انتشار **بُخار الماء** إلى خارج الورقة.

و. تؤدِّي عملية **تبخُّر** الماء من الأوراق إلى انخفاض **جهد الماء**، ممّا يؤدّي إلى "سحب" الماء إلى أعلى في نسيج الخشب.

٥ **أ.** الانتقال.

ب. المصدر.

ج. المصبّ.

د. ١. مصبّ.

٢. مصدر.

٣. مصبّ.

٤. مصدر.

٥. مصبّ.

الوحدة العاشرة: التحكّم والتّنظيم في النبات

تبدو هذه الوحدة قصيرة للوهلة الأولى، لكنَّها تتضمّن أنشطة كثيرة لتوسيع مهارات الطلاب الاستقصائية والعملية. سوف يدرس الطلاب نوعَين من الانتحاء في النبات، هما: الانتحاء الضوئي والانتحاء الأرضي، ويتعرَّفون على عمل الهرمون النباتي الأوكسين. قد تُثير اهتمام الطلاب مُقارنة طريقة التحكُّم والتَّنظيم في الإنسان، التي درسوها في الفصل الدراسي الأوَّل من هذا الصف، مع هذه الطريقة من الاستجابة للمُنبِّه والحركة في النبات.

موضوعات الوحدة

المصادر المتاحة لكل موضوع

رقم الهدف التعليمي	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب النشاط
١٧-١، ١٧-٢، ١٧-٣، ١٧-٤	١٠-١ التحكُّم والاستجابة في النباتات	٤	نشاط ١٠-١ استقصاء كيفية استجابة السيقان للضوء نشاط ١٠-٢ استقصاء كيفية استجابة الجذور للجاذبية الأرضية أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ١	ورقة العمل ١٠-١ الانتحاءات في النباتات
١٧-٥	١٠-٢ الهرمونات النباتية	٢	نشاط ١٠-٣ استقصاء تأثير هرمون الأوكسين على نموّ السيقان نشاط ١٠-٤ استقصاء لتحديد جزء الساق الحسّاس للضوء الأسئلة من ١٠-١ إلى ١٠-٥ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٢ و٣ و٤ و٥	تمرين ١٠-١ الأوكسين والانتحاء تمرين ١٠-٢ استخدام هرمون الأوكسين في البستنة

الموضوع ١٠-١: التحكُّم والاستجابة في النباتات

الأهداف التعليمية

١٧-١ يعرِّف الانتحاء الأرضيّ بأنّه استجابة نموّ أجزاء من النبات باتِّجاه الجاذبيَّة الأرضيَّة، أو بالاتِّجاه المُعاكِس.

١٧-٢ يعرِّف الانتحاء الضوئيّ بأنّه استجابة نموّ أجزاء من النبات باتِّجاه مصدر الضوء، أو بالاتِّجاه المُعاكِس.

١٧-٣ يشرح الانتحاء الأرضيّ والضوئيّ للنبات كمثالَين على التحكُّم الكيميائيّ في نموّ النباتات.

١٧-٤ يستقصي الانتحاء الأرضيّ والضوئيّ في السيقان والجذور.

أفكار للتدريس

- بالرغم من أن الموضوع يبدو قصيرًا، لكنه يُتيح أمام الطلاب فُرصًا كثيرة لتطوير مهاراتهم الاستقصائية والعملية. ويعني جمع البيانات على المدى الطويل أنه بالإمكان التعامُل مع هذا الموضوع بأكمله على أنه استقصاء مُوسَّع.
- اعرض على الطلاب نباتًا تُرك على النافذة ينموّ باتِّجاه الضوء. ويمكن وضع نباتات أو بادرات في صندوق غير مُنفِذ للضوء، مع شقّ صغير على أحد جوانبه. ناقش الطلاب في أهمّية الاستجابة للضوء القادم من جهة واحدة بهذه الطريقة للنبات. قدّم مصطلح «الانتحاء»، وتعريفه.
- يمكن ترك النبات موضوعًا على جانبه، كما يُظهِره الشكل١٠-١ في كتاب الطالب، لتوضيح استجابة الجزء الخُضَري من النبات للجاذبية الأرضية.
- كلِّف الطلاب بتنفيذ **النشاط ١٠-١ استقصاء كيفية استجابة السيقان للضوء**، ونبِّههم لوجوب ترك التجربة لبضعة أيام قبل الحصول على النتائج. إذا لم يتوفَّر لديك قرص دوّار Clinostat، يمكن ببساطة إدارة الطبق باليد عدّة مرّات في اليوم، بما يضمن بقاءه في كل وضع فترات مُتساوية تقريبًا.
- اطلب إلى الطلاب أن يقوموا **بتنفيذ النشاط ١٠-٢ استقصاء كيفية استجابة الجذور للجاذبية الأرضية**. يمكنهم استخدام الأفكار من النشاط ١٠-١ بهدف التخطيط لتجربتهم الخاصّة في هذا النشاط.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- غالبًا ما يجد الطلاب صعوبة في تحديد موقع المُستقبِلات ومناطق الاستجابة في النباتات.
- غالبًا ما يعتقد الطلاب أن النباتات لا تتحرَّك لأنها مُثبّتة في الأرض.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ١
- ورقة العمل ١٠-١ الانتحاءات في النباتات

الموضوع ١٠-٢: الهرمونات النباتية

الأهداف التعليمية

١٧-٥ يشرح دور هرمون الأوكسين في التحكّم في نموّ النبات ويشمل ذلك فقط:

- هرمون الأوكسين الّذي يتكوّن عند قمّة ساق النبات (فقط).
- ينتشر هرمون الأوكسين خلال النبات من قمّة ساق النبات.
- يتوزّع هرمون الأوكسين بشكلٍ غير متساوٍ استجابةً للضوء والجاذبيّة.
- يحفز هرمون الأوكسين استطالة الخلايا.

أفكار للتدريس

- قد ترغب في تخصيص بعض الوقت لاسترجاع ما أخذه الطلاب عن الهرمونات من الفصل الدراسي الأوَّل، وتذكيرهم بخصائص الكائنات الحية، وأن النباتات تُظهِر خاصّيَّتي الإحساس والحركة عبر الاستجابة للهرمونات.
- اطلب إلى الطلاب تنفيذ **النشاطَين ١٠-٣ استقصاء تأثير هرمون الأوكسين على نمو السيقان**، و**١٠-٤ استقصاء لتحديد جزء الساق الحسّاس للضوء**، حيث يتطلّب كل من هذَين النشاطَين استنبات بذور الذرة (أو بذور نباتات أخرى) قبل تقديم الدرس. لذلك يكون التخطيط المُسبَق ضروريًّا هنا. انظر إلى الملاحظات على هذه الأنشطة.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يصعب على الطلّاب تحديد المكان الذي يتراكم فيه هرمون الأوكسين عند الاستجابة للمُنبِّه.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، الأسئلة من ١٠-١ إلى ١٠-٥
- كتاب الطالب، أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٢ و٣ و٤ و٥
- كتاب النشاط، التمرين ١٠-١ الأوكسين والانتحاء
- كتاب النشاط، التمرين ١٠-٢ استخدام هرمون الأوكسين في البستنة

إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية

نشاط ١٠-١: استقصاء كيفية استجابة السيقان للضوء

المهارات:

- **يرسم الأشكال التخطيطيّة للجهاز ويُسمّي أجزاءه، كما يرسم الأشكال التخطيطية للعيِّنة ويُسمّي أجزاءها.**
- **يُسجِّل الملاحظات بطريقة منهجية باستخدام الوحدات المناسبة والأرقام ومدى القياسات المناسبة ودرجة الدقّة المناسبة.**
- **يُفسّر الملاحظات وبيانات التجارب ويقيّمها، ويحدّد النتائج غير المتوقّعة ويتعامل معها بالشكل الملائم.**
- **يُعالج البيانات ويعرضها ويقدِّمها بما في ذلك استخدام الآلات الحاسبة والتمثيلات البيانية والمَيل.**

المواد والأدوات والأجهزة

- قرص دوّار (Clinostat)، إذا توفَّر؛ يمكن تصميم جهاز باستخدام آليَّة عمل الساعة؛ وإلّا يجب تدوير الأطباق يدويًّا عدّة مرّات في اليوم
- ثلاثة أطباق بتري مع أغطيتها
- قطن أو ورق ترشيح
- بذور بازلاّء أو فاصوليا منقوعة
- صندوق غير مُنفِذ للضوء، مع شقّ صغير على أحد جوانبه، وكبير بما يكفي لتغطية طبق بتري
- صندوق غير مُنفِذ للضوء، بدون شقّ، وكبير بما يكفي لتغطية طبق بتري

احتياطات الأمن والسلامة

- لا توجد أخطار مُحدَّدة مُرتبِطة بهذا النشاط.

إجابات الأسئلة

١ ستنمو البادرات نحو الضوء، مُظهِرة انتحاء ضوئيًّا إيجابيًّا.

٢ يضمن تدوير الطبق تعرُّض جميع البادرات للضوء من جميع الجهات بالتساوي.

٣ يُحتمَل أن تذبُل هذه البادرات، أو قد تكون طويلة ورفيعة وضعيفة وباهتة اللون، وذلك استجابة للضوء الخافت.

٤ طبق البادرات الموضوعة على القرص الدّوار.

نشاط ١٠-٢: استقصاء كيفية استجابة الجذور للجاذبية الأرضية

المهارات:

- **يصف الخطوات التجريبية والتقانة المُستخدَمة ويشرحها.**
- **يُكوِّن التنبؤات والفرضيات (استنادًا إلى استيعاب المفاهيم والمعرفة).**
- **يُحدِّد المُتغيّرات ويصف كيف يمكن قياسها، ويشرح لماذا ينبغي التحكُّم ببعض المُتغيّرات.**
- **يرسم الأشكال التخطيطيّة للجهاز ويُسمّي أجزاءه، كما يرسم الأشكال التخطيطية للعيِّنة ويُسمّي أجزاءها.**
- **يُسجِّل الملاحظات بطريقة منهجية باستخدام الوحدات المناسبة والأرقام ومدى القياسات المناسبة ودرجة الدقَّة المناسبة.**
- **يُفسّر الملاحظات وبيانات التجارب ويقيّمها، ويُحدِّد النتائج غير المُتوقّعة، ويتعامل معها بالشكل المُلائم.**
- **يُعالج البيانات ويعرضها ويقدِّمها بما في ذلك استخدام الآلات الحاسبة والتمثيلات البيانية والمَيل.**
- **يستخلص الاستنتاجات المناسبة ويُبرِّرها بالرجوع إلى البيانات وباستخدام التفسيرات المناسبة.**
- **يُحدِّد الأسباب المُحتملة لعدم دقّة البيانات أو الاستنتاجات، ويقترح التحسينات المناسبة للخطوات التجريبية والتقانة المستخدمة.**

المواد والأدوات والأجهزة

- على الطلاب أن يخطِّطوا لاستقصائهم، لذا سيحتاجون إلى أدواتهم الخاصّة. وقد يحتاجون إلى قرص دوّار أو أيّ جهاز تمّ تصميمه (كما في النشاط ١٠-١) يعمل بآليّة عمل الساعة
- دبابيس كبيرة (مثل دبابيس التشريح)
- بادرات فاصوليا أو بازلّاء ذات جُذيرات قصيرة
- ورق ترشيح
- كأس زجاجية كبيرة (Gas jar)

احتياطات الأمن والسلامة

- لا توجد أخطار مُحدَّدة مُرتبطة بهذا النشاط.

ملاحظات

- سوف يحتاج الطلاب إلى توفير دعامة للبادرات الناتجة من البذور المُستنبَتة لتنمو عموديًّا، وسينفِّذون خطوات التجربة كما في النشاط ١٠-١، لكن مع وضع البادرات بشكل أفقي.
- في حال عدم توفُّر القرص الدوّار، يمكن للطلاب تدوير الأطباق يدويًّا على فترات أثناء النهار. وكلّما كان حجم البذور كبيرًا، سوف يحتاجون إلى وعاء كبير لتنمو فيه.
- لذلك يمكنك أن تقترح على الطلاب استخدام كؤوس زجاجية كبيرة (Gas jars) تُغطّى قاعداتها بورق نشّاف مُبلَّل.

نشاط ١٠-٣: استقصاء تأثير هرمون الأوكسين على نموّ السيقان

المهارات:

- **يُبرِّر اختيار الأجهزة والمواد والأدوات لاستخدامها في إجراء التجارب.**
- **يُقيّم الأخطار ويشرح التدابير الوقائية المتّخذة لضمان السلامة.**
- **يرسم الأشكال التخطيطيّة للجهاز ويُسمّي أجزاءه، كما يرسم الأشكال التخطيطية للعيِّنة ويُسمّي أجزاءها.**
- **يُسجِّل الملاحظات بطريقة منهجية باستخدام الوحدات المناسبة والأرقام ومدى القياسات المناسبة ودرجة الدقَّة المناسبة.**
- **يُفسّر الملاحظات وبيانات التجارب ويُقيّمها، ويُحدّد النتائج غير المُتوقّعة، ويتعامل معها بالشكل المُلائم.**
- **يُعالج البيانات ويعرضها، ويُقدِّمها، بما في ذلك استخدام الآلات الحاسبة والتمثيلات البيانية والمَيل.**

المواد والأدوات والأجهزة

- ثلاثة أصص زراعية بها بادرات ذُرة نامية، تم تحضيرها مُسبقًا قبل تنفيذ النشاط
- مسطرة لقياس ارتفاع القمم النامية
- إندول حمض الخليك IAA؛ تحتاج فقط إلى مقادير صغيرة جدًّا؛ راجع تعليمات الشركة المُنتِجة لتعرف كيفية تحضير محلول منه
- فازلين
- عود خشبي لمسح المواد (اللانولين أو الفازلين) بلطف على القمم النامية عند قمم السيقان
- مُلصقات للتسمية
- أقراص دوّارة إذا توفَّرت. وكبديل، وجّه الطلاب لتدوير الأطباق عدَّة مرّات في اليوم

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- لا توجد أخطار مُحدَّدة مُرتبِطة بهذا النشاط.

إجابات الأسئلة

١ تعتمد الإجابات على نتائج الطلاب. النتائج المُتوقّعة: في الطبق (أ)، ستنحني القمم النامية في الاتِّجاه المُعاكِس للجانب الذي مُسِح بإندول حمض الخليك IAA. في الطبق (ب)، ستنمو القمم النامية باستقامة إلى الأعلى. في الطبق (ج)، ستنمو القمم النامية باستقامة إلى الأعلى. والسبب في ذلك أنَّ الجانب الذي تمّ مسحه بـ IAA تستطيل عنده الخلايا بسرعة، ما يؤدّي إلى انحناء القمم النامية في الاتِّجاه المُعاكس للجانب الذي مسح بـ IAA؛ وفي غياب IAA لم يحدث ذلك.

٢ كتجربة ضابطة، لمعرفة ما إذا كان اللانولين (أو الفازلين) وحده له أيّ تأثير على نموّ القمم النامية.

٣ للتأكُّد من تعرُّض كل قمة نامية للضوء من جميع الاتِّجاهات بالتساوي، لأن الضوء يُعتبَر عاملًا ثابتًا في هذه التجربة، ولا يؤثِّر اتِّجاه الضوء على نموّ القمم النامية.

نشاط ١٠-٤: استقصاء لتحديد جزء الساق الحسّاس للضوء

المهارات:

- **يُبرِّر اختيار الأجهزة والمواد والأدوات لاستخدامها في إجراء التجارب.**
- **يُقيّم الأخطار ويشرح التدابير الوقائية المتّخذة لضمان السلامة.**
- **يرسم الأشكال التخطيطيّة للجهاز ويُسمّي أجزاءه، كما يرسم الأشكال التخطيطية للعيِّنة ويُسمّي أجزاءها.**
- **يُسجِّل الملاحظات بطريقة منهجية باستخدام الوحدات المناسبة والأرقام ومدى القياسات المناسبة ودرجة الدقَّة المناسبة.**
- **يُفسّر الملاحظات وبيانات التجارب ويُقيّمها، ويُحدّد النتائج غير المُتوقّعة ويتعامل معها بالشكل المُلائم.**
- **يُعالج البيانات ويعرضها، ويُقدِّمها، بما في ذلك استخدام الآلات الحاسبة والتمثيلات البيانية والمَيل.**

المواد والأدوات والأجهزة

الحصة الأولى:

- أصص للزرع مملوءة بالسماد العضوي
- بذور ذُرة

الحصة الثانية:

- بذور أنبتت بادرات مع قمم نامية من الحصَّة الأولى
- مشرط، أو شفرة آمنة، أو مقصّ تشريح
- قطعة ألومنيوم
- مسطرة
- ثلاثة صناديق غير منفِذَة للضوء، مع شقّ صغير على أحد جوانبها

الحصة الثالثة:

- قمم نامية من الحصّة الثانية
- مسطرة

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- يجب على الطلاب توخّي الانتباه والحذر عند استخدام المقصّ أو المشرط أو الشفرة الآمنة.

ملاحظات

- يمكن استخدام أي نوع من أنواع البذور.
- يصعب قطع قمم سيقان البادرات، وقد تجد أنه من الأسهل إجراء ذلك باستخدام مقصّ تشريح حادّ بدل المشرط أو الشفرة.

إجابات الأسئلة

١ نمت فقط القمم النامية السليمة، لأنها المنطقة التي تنقسم فيها الخلايا وتستطيل.

٢ القمم النامية في الأصيص (ج)، هي التي ينبغي أن تنمو في اتِّجاه الضوء. ولن تنمو القمم النامية في الطبق (أ) مُطلقًا، لعدم وجود قمم نامية فيها. ولن تتحسّس القمم النامية في الطبق (ب) الضوء، لأنّ قممها مُغطّاة.

إجابات أسئلة كتاب الطالب

١٠-١ القمَّة.

٢-١٠ تحت القمَّة مباشرة.

٣-١٠ ينتشر هرمون الأوكسين الذي يتمّ صنعه في القمّة (المستقبل) إلى الجزء الواقع أسفل القمَّة مباشرة (منطقة الاستجابة).

	التنظيم الهرموني في النبات	التنظيم العصبي والهرموني في الحيوانات
طبيعة الإشارة	كيميائية	كهربائية-كيميائية
انتقال الإشارة	تنتقل عن طريق الانتشار، إما من خلية إلى أخرى أو من خلال اللحاء والخشب	تنتقل بواسطة خلايا عصبية مُتخصِّصة هي العصبونات، أو عبر مجرى الدم
مصدر الإشارة	الخلايا المُستقبِلة عند القمم النامية للنبات	خلايا مُستقبِلة في أعضاء الحسّ أو الجهاز العصبي المركزي أو الغدد الصمّاء
الخلايا المُستهدَفة	خلايا تحت القمم النامية مباشرة	أعضاء الاستجابة، كالعضلات والغدد الصمّاء
سرعة الإشارة	بطيئة	الكهربائية سريعة والكيميائية بطيئة
تنظيم الإشارة	ليس هناك جهاز للتنظيم	يتمّ التنظيم بواسطة الجهاز العصبي والهرموني

٤-١٠ تحرُّك الأوراق في اتِّجاه مصدر الضوء، ممّا يزيد من مقدار الضوء اللازم لعملية التمثيل الضوئي.

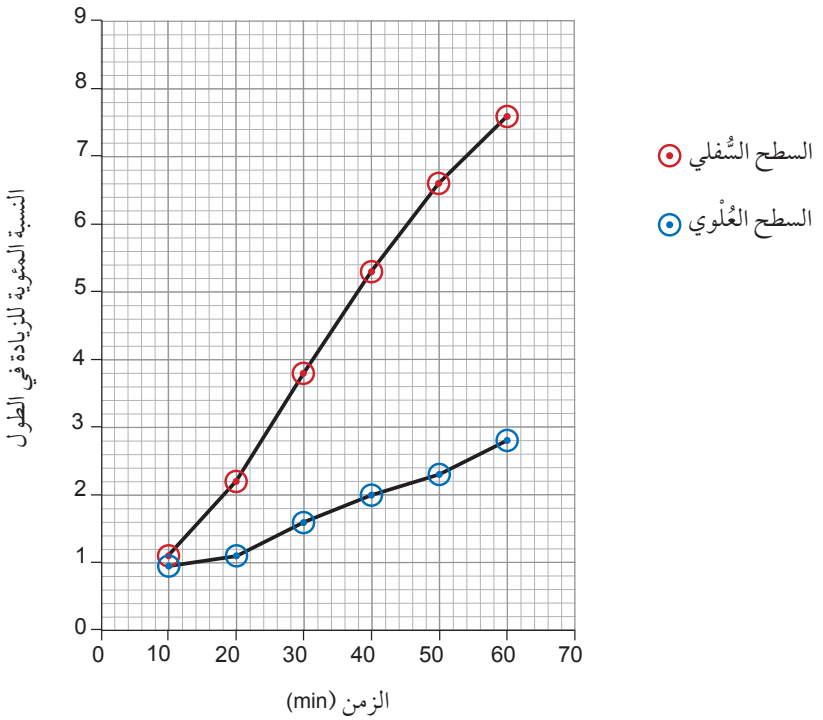
٥-١٠ ينمو في اتِّجاهها نحو الأسفل.

إجابات تمارين كتاب النشاط

تمرين ١٠-١: الأوكسين والانتحاء

أ استجابة ينمو فيها جزء من النبات في الاتجاه المُعاكِس للاتِّجاه الذي تشدّه إليه الجاذبية الأرضية.

ب أ.



ب. كان تركيز هرمون الأوكسين على السطح السفلي أعلى ممّا هو على السطح العُلْوي، ممّا زاد من استطالة الخلايا على السطح السُّفلي، مُقارَنة بالخلايا على السطح العُلْوي، لذا انحنت الساق نحو الأعلى.

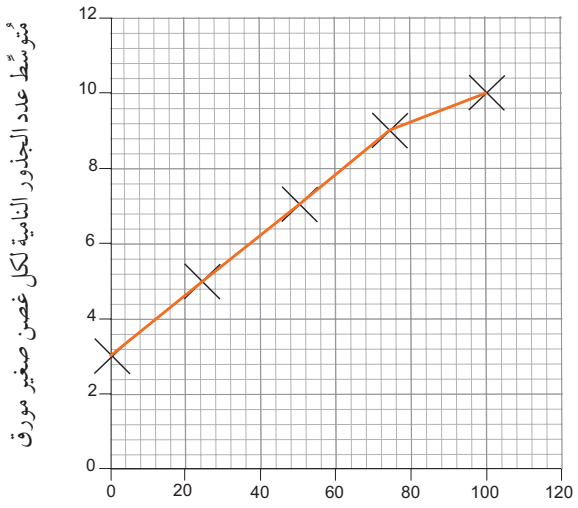
تمرين ١٠-٢: استخدام هرمون الأوكسين في البستنة

أ استجابة ينمو فيها جزء من النبات نحو الاتِّجاه الذي تشدَّه إليه الجاذبية الأرضية.

ب هناك العديد من المُتغيِّرات التي يجب ضبطها. يمكن أن تشمل الإجابات:

- كمّية الماء المُستخدَمة للري خلال 45 يومًا.
- عدد مرّات الري بالماء خلال 45 يومًا.
- شدَّة الضوء.
- نوع التربة.
- درجة الحرارة.
- تركيز ثاني أكسيد الكربون.
- المساحة حول كل غصن صغير مورق.
- أخذ الأغصان الصغيرة المورقة من نفس النبات.
- استخدام نفس الطريقة لأخذ الأغصان الصغيرة المورقة من النبات.

ج



تركيز هرمون التجذير
(جزء في المليون ppm)

د زيادة تركيز هرمون التجذير تُسبِّب ازدياد عدد الجذور النامية، وطولها، وسمكها. عند أعلى تركيز للهرمون (100 ppm) كان مُتوسِّط عدد الجذور لكل غصن صغير مورق هو الأعلى (10) وكذلك كان مُتوسِط طول الجذور (16 mm) ومُتوسِّط سمك الجذور (0.8 mm)، وعند انخفاض تركيز الهرمون انخفضت هذه القيَم حتى الوصول إلى غياب الهرمون أو عدم إضافته (تركيز 0 pmm). وكانت القيَم عند أدنى مستوى: انخفض مُتوسِّط عدد الجذور لكل غصن صغير مورق إلى (3) وكذلك مُتوسِّط طول الجذور (3 mm) ومُتوسِّط سمك الجذور (0.4 mm).

هـ عند تعرُّض النبات للضوء بشكل مباشر من الأعلى، ينتشر هرمون الأوكسين بالتساوي حول قمّة الساق، ممّا يُسبِّب استطالة الخلايا بالتساوي في الساق، وستنمو الساق بالتالي باستقامة إلى الأعلى.

إجابات أوراق العمل

ورقة العمل ١٠-١: الانتحاءات في النباتات

تمّ تحديد الاتجاه (يمين/يسار) في جميع الاجابات بالنسبة إلى المشاهد، وليس النبات نفسه.

١ باستقامة إلى الأعلى – ينتشر هرمون الأوكسين بالتساوي حول قمَّة الساق، مُسبِّبًا استطالة الخلايا بالتساوي.

٢ باتِّجاه الضوء (إلى يسار الصورة) – يتراكم هرمون الأوكسين على الجانب الأيمن، مُسبِّبًا استطالة الخلايا في هذا الجانب بسرعة.

٣ في الاتِّجاه المُعاكِس للضوء (إلى يمين الصورة) – يتراكم هرمون الأوكسين على الجانب الأيسر، مُسبِّبًا استطالة الخلايا في هذا الجانب بسرعة.

٤ لا يحدث نموّ – لا يوجد مُستقبِل لأن القمَّة قُطِعت، فلا يستطيع النبات أن يتحسَّس اتِّجاه الضوء، ولن يتمّ إنتاج هرمون الأوكسين.

٥ باتِّجاه الضوء (إلى يسار الصورة) – أُعيدت القمّة (المُستقبِل) بعد إزالتها، لذا يتمّ تحسُّس اتِّجاه الضوء. وينتشر هرمون الأوكسين من القمّة إلى الأسفل، ويتراكم على الجانب الأيمن، مُسبِّبًا استطالة الخلايا في هذا الجانب بسرعة.

٦ باتِّجاه الضوء (إلى يسار الصورة) – يستطيع هرمون الأوكسين أن ينتشر خلال هلام الأجار، ويتراكم على الجانب الأيمن مُسبِّبًا استطالة الخلايا بسرعة.

٧ باتِّجاه الضوء (إلى يمين الصورة) – لا يمنع الغطاء الشفّاف القمّة (المُستقبِل) من تحسُّس الضوء. ويتراكم هرمون الأوكسين على الجانب الأيسر، مُسبِّبًا استطالة الخلايا بسرعة.

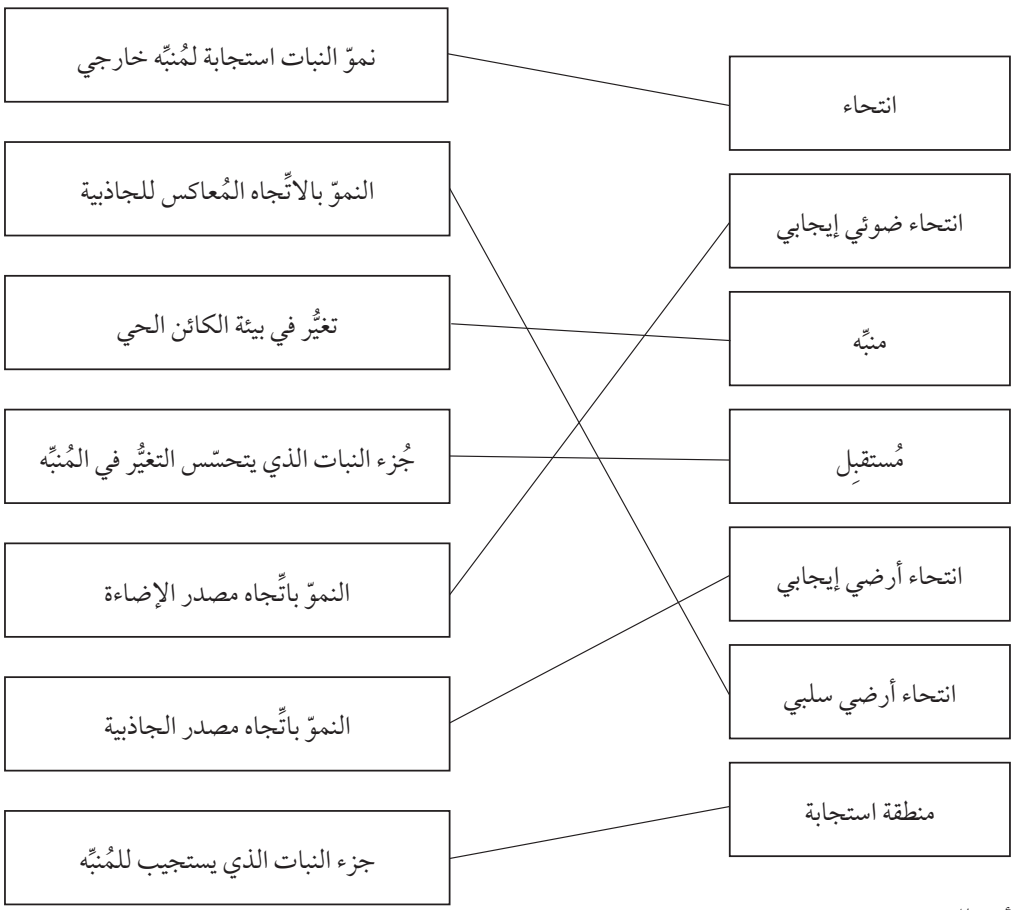
٨ باستقامة إلى الأعلى – لا يمكن للضوء اختراق الغطاء المُعتِم، لذا لا تتحسّس القمّة اتِّجاه الضوء. وينتشر هرمون الأوكسين حول قمّة الساق بالتساوي، مُسبِّبًا استطالة جميع الخلايا بالتساوي.

٩ باتِّجاه الضوء (إلى يمين الصورة) – توجد المُستقبِلات في قمّة الساق وليس في قاعدته. يتراكم هرمون الأوكسين على الجانب الأيسر، مُسبِّبًا استطالة الخلايا بسرعة.

١٠ لا يوجد نموّ – تمنع صفيحة الميكا انتشار هرمون الأوكسين من القمّة (المستقبِل) إلى الأسفل في الساق.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١



٢ أ. الضوء.

ب. انتحاء ضوئي (إيجابي)

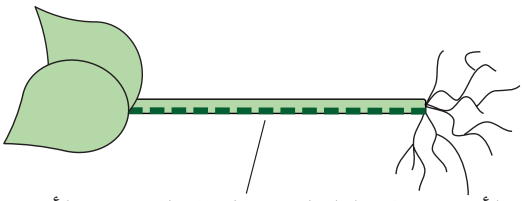
ج. ١. قمّة البادرة،

٢. أسفل قمّة الساق

د. مثال للإجابة أدناه:

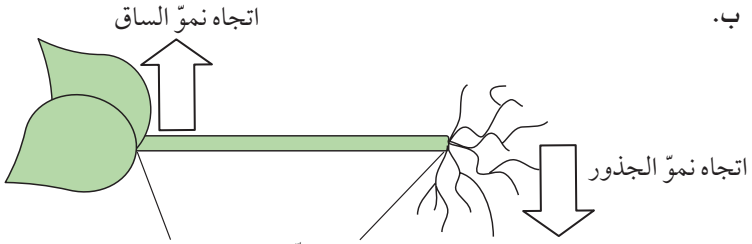
في البادرة (أ) قمّة الساق مُغطّاة. وهذا هو **المُستقبِل**، لذا لا يمكن للساق تحسُّس الضوء. ستنمو الساق بالتالي باستقامة إلى الأعلى. في البادرة (ب) قمّة الساق مُعرَّضة للضوء، لذا يمكن للمُستقبِل تحسُّس اتِّجاه الضوء. يؤدّي ذلك إلى تراكُم **هرمون الأوكسين** على الجانب الظليل من البادرة، لذا ستنمو الخلايا بشكل سريع على ذلك الجانب و**تستطيل**. هذا يسبب انحناء البادرة (ب) نحو مصدر الضوء.

٣ **أ.**



هرمون الأوكسين على طول الجانب السفلي للساق من الأوراق حتى الجذور

ب.



ج. ١. يُسبِّب هرمون الأوكسين تباطُؤ نموّ الخلايا واستطالتها.

٢. يُسبِّب هرمون الأوكسين تسريع نموّ الخلايا واستطالتها.

٤ **أ.** أي عاملَيْن من: درجة الحرارة، شدَّة الضوء، توفُّر الماء، وأي عامل مُتغيِّر آخر.

ب. مثال للإجابة أدناه:

في البادرة العشبية الأولى ستتحسَّس القمّة النامية الضوء القادم من جانب واحد، ممّا يُسبِّب انتشار هرمون الأوكسين في اتِّجاه الأسفل على الجانب الظليل. لذا ستنمو الخلايا وتستطيل في ذلك الجانب بشكل سريع. وهذا يُسبِّب انحناء البادرة في اتِّجاه الضوء.

في البادرة العشبية الثانية، لا يوفِّر هلام الأجار حاجزًا لهرمون الأوكسين. لذا سينتشر الأوكسين إلى الأسفل مثل البادرة الأولى، وستنحني البادرة في اتِّجاه الضوء.

في البادرة الثالثة، تُشكِّل صفيحة الميكا حاجزًا أمام هرمون الأوكسين. ممّا يوقف انتشاره إلى أسفل الساق، ويمنع نموّ الخلايا بمُعدَّلات مختلفة. لن تنمو البادرة.

٥ **أ.** الانتحاء الأرضي.

ب. لتثبيت النبات؛ لامتصاص الماء؛ لامتصاص الأملاح المعدنية.

ج. أي عاملَين من: درجة الحرارة، شدَّة الضوء، توفُّر الماء، توفُّر ثاني أكسيد الكربون، وأي عامل مُتغيِّر آخر.

د. انتحاء ضوئي سلبي.

تم بحمد الله

https://minhaj-oman.com/ البوابة التعليمية منهاج عمان

- إجابات أسئلة كتاب الطالب
- إجابات تمارين كتاب النشاط
- إجابات أوراق العمل
- إجابات أسئلة نهاية الوحدة

يشمل منهج الأحياء للصف التاسع من هذه السلسلة أيضًا:

- كتاب الطالب
- كتاب النشاط

www.moe.gov.om

https://minhaj-oman.com/