سلطنة عمان
وزارة التربية والتعليم

رؤية عمان 2040
نتقدم بثقة
Moving Forward with Confidence

الأحياء

الصف الحادي عشر

كتاب التجارب العملية والأنشطة

الفصل الدراسي الثاني

CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS

الطبعة التجريبية 1444هـ - 2022م

سلطنة عمان
وزارة التربية والتعليم

الأحياء

الصف الحادي عشر

كتاب التجارب العملية والأنشطة

الفصل الدراسي الثاني - الجزء الأوّل

CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS

الطبعة التجريبية 1444 هـ - 2022 م

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 ٢٠٢٢ م، طُبعت في سلطنة عُمان

هذه نسخة تمَّت مواءمتها من كتاب النشاط – الأحياء للصف الحادي عشر – من سلسلة كامبريدج للأحياء لمستوى الدبلوم العام والمستوى المتقدم AS & A Level للمؤلفين ماري جونز و ماثيو باركن.

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

تمت مواءمة الكتاب

بموجب القرار الوزاري رقم ١٢١ / ٢٠٢٢ واللجان المنبثقة عنه

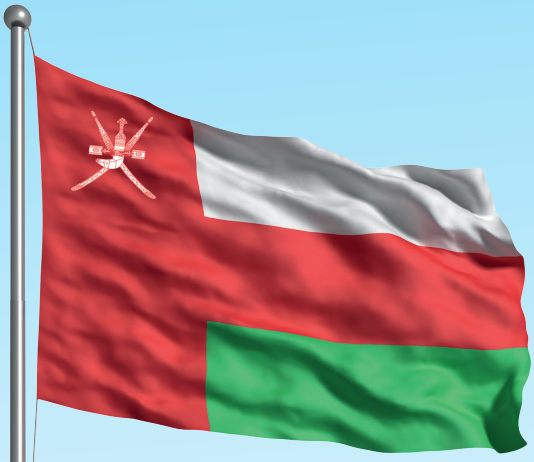
جميع حقوق الطبع والتأليف والنشر محفوظة لوزارة التربية والتعليم
ولا يجوز طبع الكتاب أو تصويره أو إعادة نسخه كاملاً أو مجزّأً أو ترجمته
أو تخزينه في نطاق استعادة المعلومات بهدف تجاري بأي شكل من الأشكال
إلا بإذن كتابي مسبق من الوزارة، وفي حالة الاقتباس القصير يجب ذكر المصدر.

المغفور لـه
السلطان قابوس بن سعيد
-طيّب اللّه ثراه-

حضرة صاحب الجلالة
السلطان هيثم بن طارق المعظم
-حفظه اللّه ورعاه-

سلطنـــــة عُمـــــان

(المحافظات والولايات)



النَّشيدُ الْوَطَنِيُّ

يا رَبَّنا احْفَظْ لنا جَلالَةَ السُّلْطان
وَالشَّعْبَ في الأَوْطان بِالْعِزِّ والأَمان
وَلْيَدُمْ مُؤَيَّدًا عاهِلًا 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:

لقد 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 أساسيًا من مكوِّنات المنظومة التعليمية، بمراجعة مستمرة وتطوير شامل في نواحيها المختلفة؛ بدءًا من المقرّرات 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 المتسارع في هذا المجال، من خلال تبنّي مشروع السلاسل العالمية في تدريس هاتَين المادّتَين وفق المعايير الدولية؛ من أجل تنمية مهارات البحث والتقصّي والاستنتاج لدى الطلبة، وتعميق فهمهم للظواهر العلمية المختلفة، وتطوير قدراتهم التنافُسية في المسابقات العلمية والمعرفية، وتحقيق نتائج أفضل في الدراسات الدولية.

إن هذا الكتاب، بما يحويه من معارف ومهارات وقيَم واتجاهات، جاء مُحقِّقًا لأهداف التعليم في السلطنة، وموائمًا للبيئة العمانية، والخصوصية الثقافية للبلد، بما يتضمَّنه من أنشطة وصور ورسوم. وهو أحد مصادر المعرفة الداعمة لتعلُّم الطالب، بالإضافة إلى غيره من المصادر المختلفة.

نتمنّى لأبنائنا الطلبة 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 المعظّم، حفظه الله ورعاه.

والله ولي التوفيق

د. مديحة بنت أحمد الشيبانية

وزيرة التربية والتعليم

المحتويات

المقدمة xii
كيف تستخدم هذه السلسلة xiv
كيف تستخدم هذا الكتاب xvi
الأمان والسلامة في مختبر الأحياء xvii
البحث العلمي والمهارات العملية xviii

الوحدة الخامسة: أغشية الخليّة والنقل

الأنشطة:
٥–١ استقصاء تأثير نسبة مساحة السطح إلى الحجم على الزمن اللازم للانتشار ٢٤
٥–٢ التخطيط لتجربة تحدّد كيفية تأثير التركيز على معدل الانتشار ٢٧
٥–٣ تحديد جهد الماء لنسيج نباتي ٢٨
٥–٤ مقارنة المحتوى الدهني للأغشية ٣١

الاستقصاءات العملية:
٥–١ قياس معدل الأسموزيّة باستخدام مقياس الأسموزيّة ٣٤
٥–٢ تقدير جهد الماء في خلايا درنة البطاطس ٤١

الوحدة السادسة: النقل في النباتات

الأنشطة:
٦–١ رسم تراكيب النبات وتسميتها ووصفها ٥١
٦–٢ مقارنة عيّنتَين ٥٥
٦–٣ تحديد وظائف الخلية النباتية..... ٥٧
٦–٤ قياس معدلات النتح..... ٥٨

الاستقصاءات العملية:
٦–١ رسم رسوم تخطيطية سطحية لمقاطع جاهزة من سيقان وجذور نبات بقوة التكبير المتوسطة ٦٣
٦–٢ رسم رسوم تخطيطية لخلايا وأنسجة بقوة التكبير الكبرى ٧٠
٦–٣ تقدير معدل فقد الماء عن طريق ثغور الورقة (استقصاء اختياري) ٧٧
٦–٤ استخدام البوتوميتر (استقصاء اختياري) ٨٦
٦–٥ رسم مقاطع والتعرّف على أنسجة ورقة نموذجية وورقة نبات بيئة جافة ٩١

المقدمة

تم اختيار هذا الكتاب لتطوير المهارات التي تحتاج إليها أثناء تعلم موضوعات كتاب الأحياء للصف الحادي عشر. فلكي تحقق أهداف المنهج يجب أن تتوافر لديك معرفة وافية بموضوعات الكتاب، وأن تكون قادرًا على التفكير مثل العلماء. وفي أثناء دراستك موضوعات الكتاب ستحتاج إلى تطوير مهاراتك العمليّة ذات الصلة، وبناء الثقة بقدرتك على إجرائها بنفسك. لذا كان هذا الكتاب بأنشطته المتنوّعة ضروريًّا لتأمين الفرص لممارسة المهارات الآتية:

الأنشطة

توفر لك الأنشطة الموجودة في هذا الكتاب فرصًا لممارسة المهارات الآتية:

- فهم الظواهر، والنظريات العلمية التي تدرسها.
- حل الأمثلة العددية وغيرها من الأمثلة المختلفة.
- التفكير بشكل نقدي في التقنيات والبيانات التجريبية.
- اعتماد التنبّؤات، واستخدام الأسباب العلمية لدعم تنبّؤاتك.
- تخطيط التجارب والاستقصاءات التي تحقق استنتاجات صحيحة.
- تحليل البيانات لاستخلاص النتائج.
- اختيار الاختبارات الإحصائيّة واستخدامها للوصول إلى الاستنتاجات المناسبة.

وقد تم تصميم الأنشطة بدقّة، بحيث تتيح لك المجال لتطوير معرفتك، ومهاراتك، وفهمك، والموضوعات التي تم تناولها وتغطيتها في كتاب الطالب.

تسلّط المقدمة الموجودة في بداية كل تمرين الضوء على المهارات التي ستمارسها وأنت تجيب عن الأسئلة، بحيث يتم ترتيب الأنشطة وفق الترتيب نفسه للوحدات الموجودة في كتاب الطالب. وفي نهاية كل وحدة، يتم تقديم مجموعة من الأسئلة للحصول على مزيد من الدعم للمهارات التي حقّقتها، كما أنها تؤمّن لك فرصة ثمينة للتعرف على نوع التقييم الذي يُحتمل أن تواجهه في اختباراتك اللاحقة.

الاستقصاءات العملية

يعرّف علم الأحياء غالبًا على أنه دراسة تركيب العالم الطبيعي وسلوكه، عن طريق الملاحظة والتجريب، ويُعدّ الاستقصاء العملي جزءًا مهمًا من أي موضوع في علم الأحياء، إذ يدل على فهم أفضل لكيفيّة تفكير العلماء وللمحتوى النظري لهذه المادة.

لمحتوى الاستقصاءات العمليّة في هذا الكتاب عدة أهداف:

- توفير الإرشادات المناسبة لإجراء التجارب الواردة في المنهج، والمتطلبّة لكل من الاختبارات النظريّة والعمليّة.
- المساعدة في تطوير فهم للتقنيات العمليّة المفترض معرفتها، مثل كيفيّة إجراء التخفيف التسلسلي، وحساب مقدار التكبير، ورسم الخلايا والأنسجة.
- المساعدة في تعلم كيفيّة التخطيط لتجارب صحيحة وآمنة وموثوقة، وتدوين النتائج، وتحليل البيانات بشكل صحيح.
- المساعدة في فهم الموضوعات بشكل أفضل من خلال تدوين الملاحظات الخاصة.

غالبًا ما يكون الاستقصاء العملي في علم الأحياء مختلفًا قليلًا عنه في أيّة مادة علوم أخرى. فالكائنات الحيّة تتصف بتنوّع كبير، ولا تؤدي التجارب أحيانًا إلى النتائج المتوقعة بدقة. تذكّر دائمًا أن العلم يعتمد على الملاحظة والبحث عن الحقيقة. يجب أن تفسر النتائج كما هي حتى ولو لم تكن كما توقعت، وليس كما تعتقد أنها يجب أن تكون. وإذا كانت النتائج غير متوقعة، فمن المسموح التعليق على ما تعتقد أنه سبب ذلك، أو التفكير في محاولة توسيع التجربة أو تغييرها لتحسينها.

قد توجد تجارب في الكتاب لا يمكنك إجراؤها لعدم توافر مادة معيّنة أو أداة ما. وقد يساعدك معلمك على تأمين مجموعة من النتائج يمكنك تحليلها. كما يمكنك مشاهدة العديد من العروض التوضيحيّة لتقنيات معينة على شبكة الإنترنت.

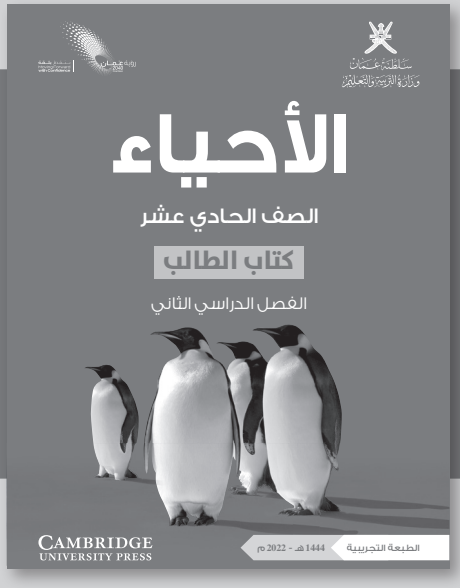
يمثل إجراء جميع التجارب الواردة في هذا الكتاب فرصة ممتازة لتطوير مهاراتك العمليّة، وإدراكًا أن دراسة علم الأحياء يمكن أن تكون ممتعة ومرضية في حد ذاتها. فالكائنات الحيّة تحيط بنا، ونحن جزء أيضًا من علم الأحياء. لذا، حاول الاستمتاع بكل تجربة، واستخدمها نقطة انطلاق لأبحاثك الخاصة، ولاستقصاءاتك وإبداعاتك في تجارب أخرى.

نرجو أن يساعدك هذا الكتاب على النجاح في مادة الأحياء لهذا الصف، وعلى اكتساب المهارات العلميّة اللازمة لدراساتك المستقبليّة، وأن يلهمك حب علم الأحياء.

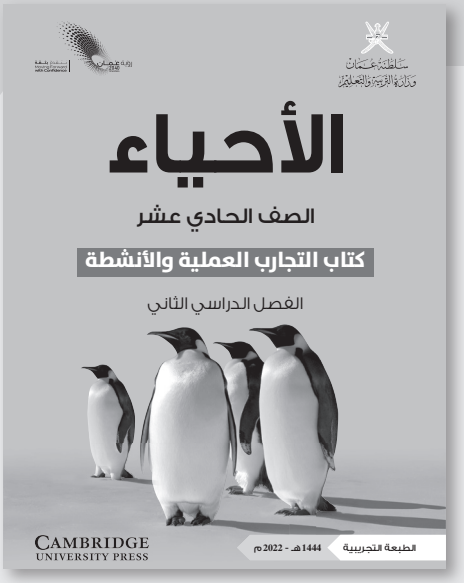
لقد صُمّم كتاب التجارب العملية والأنشطة هذا ليدعم كتاب الطالب، واختيرت الموضوعات التي تحقق للطلبة مزيدًا من الفرص لاكتساب مهاراتهم، كالتطبيق والتحليل والتقييم، بالإضافة إلى تطوير معرفتهم وفهمهم.

كيف تستخدم هذه السلسلة

تقدّم هذه المكوّنات (أو المصادر) الدعم للطلبة في الصف الحادي عشر في سلطنة عمان لتعلم مادة الأحياء واستيعابها، حيث تعمل كتب هذه السلسلة جميعها معًا لمساعدة الطلبة على تطوير المعرفة والمهارات العلمية اللازمة لهذه المادة. كما تقدّم الدعم للمعلمين لإيصال هذه المعارف للطلبة وتمكينهم من مهارات الاستقصاء العلمي.



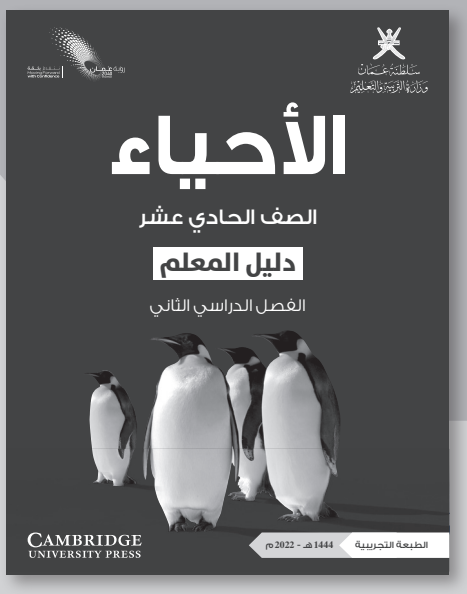
يقدّم «كتاب الطالب» دعمًا شاملًا لمنهج الأحياء للصف الحادي عشر في سلطنة عمان، ويقدّم شرحًا للحقائق والمفاهيم والتقنيات العلمية بوضوح، كما يستخدم أمثلة من العالم الواقعي للمبادئ العلمية. والأسئلة التي تتضمنها كل وحدة تساعد على تطوير فهم الطلبة للمحتوى، في حين أن الأسئلة الموجودة في نهاية كل وحدة تحقق لهم مزيدًا من التطبيقات العلمية الأساسية.



يحتوي «كتاب التجارب العملية والأنشطة» على أنشطة وأسئلة نهاية الوحدة، والتي تمّ اختيارها بعناية، بهدف مساعدة الطلبة على تطوير المهارات المختلفة التي يحتاجون إليها أثناء تقدمهم في دراسة كتاب الأحياء. كما تساعد هذه الأسئلة الطلبة على تطوير فهمهم لمعنى الأفعال الإجرائية المستخدمة في الأسئلة، إضافة إلى دعمهم في الإجابة عن الأسئلة بشكل مناسب.

كما يحقّق هذا الكتاب للطلبة الدعم الكامل الذي سوف يساعدهم على تطوير مهارات الاستقصاء العملية الأساسية جميعها. وتشمل هذا المهارات تخطيط الاستقصاءات، واختيار الجهاز وكيفية التعامل معه، وطرح الفرضيات، وتدوين النتائج وعرضها، وتحليل البيانات وتقييمها.

يدعم دليل المعلم «كتاب الطالب» و «كتاب التجارب العملية والأنشطة»، ويعزز الأسئلة والمهارات العملية الموجودة فيهما. ويتضمّن هذا الدليل أفكارًا تفصيلية للتدريس وإجابات عن كل سؤال ونشاط وارد في «كتاب الطالب» وفي «كتاب التجارب العملية والأنشطة»، فضلًا عن الإرشادات التعليمية لكل موضوع، بما في ذلك خطة التدريس المقترحة، وأفكار للتعلم النشط والتقويم التكويني، والمصادر المرتبطة بالموضوع، والأنشطة التمهيدية، والتعليم المتمايز (تفريد التعليم) والمفاهيم الخاطئة وسوء الفهم. كما يتضمن أيضًا دعمًا مفصلًا لإجراء الاستقصاءات العملية وتنفيذها في «كتاب التجارب العملية والأنشطة»، بما في ذلك فقرات «مهم» لجعل الأمور تسير بشكل جيد، إضافة إلى مجموعة من عينات النتائج التي يمكن استخدامها إذا لم يتمكن الطلبة من إجراء التجربة، أو أخفقوا في جمع النتائج النموذجية.



كيف تستخدم هذا الكتاب

خلال دراستك هذا الكتاب، ستلاحظ الكثير من الميزات المختلفة التي ستساعدك في التعلم. هذه الميزات موضحة على النحو الآتي:

أهداف التعلّم

تظهر هذه الأهداف في بداية كل وحدة دراسية لتقدّم أهداف التعلم ولتساعدك على التنقل في المحتوى.

مهم

ستساعدك مربّعات النص هذه على إكمال التمارين والاستقصاءات، وستقدم لك الدعم في المجالات التي قد تجدها صعبة.

مصطلحات علمية

يتم تمييز المصطلحات الأساسية في النص عند تقديمها لأول مرة. ثم يتم تقديم تعريفات في الهامش تشرح معاني هذه المصطلحات.

الأنشطة

تفيدك التمارين في ممارسة المهارات المهمة لدراسة الأحياء.

الاستقصاءات العملية

تتوافر الاستقصاءات في جميع أقسام هذا الكتاب، وهي تساعدك على تطوير المهارات العملية التي تُعدّ ضرورية لدراسة الأحياء. كما تحتوي على مقدمة تحدد الهدف من العمل المخبري العملي، وعلى قائمة بالمواد والأدوات المطلوبة لإجراء الاستقصاء، وعلى نصائح تتعلق باحتياطات السلامة المهمة لضمان بقائك آمنًا أثناء إجرائه، مع متابعة حثيثة للعمل خطوة خطوة، إضافة إلى تخصيص مساحة لتدوين نتائجك التي حصلت عليها؛ ثم تُختتم بأسئلة التحليل والاستنتاج والتقييم التي تساعدك على تفسير نتائجك. وتحتوي الوحدات اللاحقة أيضًا على استقصاءات التخطيط التي تتيح لك ممارسة التخطيط لعملك المخبري الخاص بك، وعلى استقصاءات تحليل البيانات التي تؤمّن لك المزيد من الفرص لتعزيز تفكيرك التحليلي.

أفعال إجرائية

لقد تمّ إبراز الأفعال الإجرائية الواردة في المنهج الدراسي بلون غامق في أسئلة نهاية الوحدة، ويمكن استخدامها في الاختبارات، خصوصًا عندما يتم تقديمها للمرة الأولى. وستجد في الهامش تعريفًا لها.

أسئلة نهاية الوحدة

تقيس هذه الأسئلة مدى تحقّق الأهداف التعليمية في الوحدة، وقد يتطلب بعضها استخدام معارف علمية من وحدات سابقة.

الأمان والسلامة في مختبر الأحياء

تُعدّ المختبرات بشكل عام واحدة من أقل الأماكن في المدرسة التي يمكن أن تقع فيها الحوادث (أكثر الأماكن احتمالاً لوقوع الحوادث هو خارج المباني)، ويعود ذلك إلى اتباع المعلمين والطلبة مجموعة من القواعد في المختبرات مصمّمة للحفاظ على سلامة الجميع. من الضروري أن تتبع باستمرار جميع القواعد المكتوبة والمعروضة في المختبر أيضًا.

من المهارات التي يجب اعتمادها، تقييم المخاطر المرتبطة بالاستقصاءات في علم الأحياء؛ يجب أن تتعلم التفكير في المخاطر في كل مرة تجري فيها استقصاء. وبمجرد تحديد أي مستوى خطر، يجب عليك التفكير في كيفيّة تخفيضه. فمعظم استقصاءات علم الأحياء منخفضة المخاطر، لكن قد يتضمن بعضها مستوى متوسطًا من الخطورة.

القواعد العامة للعمل المختبري الآمن

- عليك دائمًا ارتداء النظارات الواقية عند استخدام أية سوائل.
- يفضل ارتداء معطف المختبر لوقاية الملابس من أيّ انسكاب للسوائل.
- تأكد من فهم أية مخاطر محددة ترتبط بالتجربة، كما يبيّنها معلمك (انظر الجدول ١) (انظر جدول السلامة ١).

يورد الجدول ١ قائمة ببعض مصادر المخاطر الشائعة المرتبطة باستقصاءات علم الأحياء.

مصدر الخطر	خفض احتماليّة حدوث الخطر	ملاحظات
الأواني الزجاجيّة والنصال الحادة	احتفظ بالأواني الزجاجيّة على سطح مستو- لا تحملها وتتجوّل بها من دون قصد. تعامل بحرص مع النصال الحادة، على سبيل المثال: نصل المشرط أو السكين أو الشفرة. ضع الجسم الذي تقطعه على سطح مستو، مثل لوح تقطيع أو بلاطة، ولا تمسكه بيدك. واحرص على أن يكون اتجاه القطع بعيدًا عن أصابعك، بحيث لا يجرحك النصل إذا انزلق. احرص أيضًا على ألّا تلمس الكواشف أو السوائل من العيّنات أيَّ جرح أو خدش في جلدك.	يشكل دفع الأنبوبة الزجاجيّة عبر ثقب السدادة المطاطيّة الضيق خطرًا. لذلك من الأفضل أن يقوم بهذا العمل فنّي المختبر أو معلمك، لا أنت.
السوائل الساخنة (على سبيل المثال: الماء الساخن في الحمّام المائي)	أبقِ السوائل الساخنة على المنضدة، ولا تتجوّل بها. استخدم ماسَك أنابيب الاختبار عند إدخال الأنابيب إلى حمّام مائي حار أو عند إخراجها منه. لا تجلس وأنت تجري الاستقصاء، إلّا إذا كنت ترسم، لأنك إذا كنت واقفًا يكون بمقدورك التحرك بشكل أسرع لتفادي الانسكابات.	
الموادالكيميائيّة	احتفظ بجميع المواد الكيميائيّة التي تستخدمها في القوارير المكتوب عليها تسمياتها. إذا نقلت أيّة مادة كيميائيّة إلى وعاء آخر، فاكتب على الوعاء أولًا اسم المادة الكيميائيّة. ضع غطاء الوعاء مقلوبًا على المنضدة عندما ترفعه، لكي لا ينقل سطحه السفلي أية مواد كيميائيّة إلى سطح المنضدة.	يدرك معلمك نوع الخطر الذي تشكله كل مادة كيميائيّة تستخدمها، ومستواه، لذا اتّبع إرشادات السلامة التي يزودك بها.
التعامل مع كائنات حيّة أو مواد مستمدة منها	كن على علم بأي نوع من الحساسيّة قد يكون لديك (على سبيل المثال: المكسرات، أو البيض، أو الإنزيمات)، وتأكد من معرفة معلمك بها أيضًا. تأكد من قدرتك على تمييز أي نوع سام، أو يلدغ أو يعض، من النباتات أو الحيوانات التي تجمعها من مواطنها.	ارتد القفازات المطاطيّة عند التعامل مع عيّنات حيويّة أو مواد مستمدة منها. من المناسب ارتداء الجوارب الطويلة والأحذية الطويلة أثناء العمل في الخارج، بخاصة عند وجود نباتات طويلة. تعامل دائما مع الكائنات الحيّة التي تستخدمها في النشاط العملي أخلاقيا، وحافظ عليها.
العمل في الخارج	اعمل دائمًا برفقة زميل لك عندما يكون العمل في الخارج، فإذا واجه أي منكما مشكلة، يمكن للآخر الاتصال لطلب المساعدة.	

الجدول ١: جدول السلامة.

البحث العلمي والمهارات العملية

إن تطبيق مهارات البحث العلمي والمهارات العملية من الصفوف السابقة وتطويرها في سياقات جديدة خلال الصفَّين الحادي عشر والثاني عشر مطلب ضروري. وبالإضافة إلى تذكر المعلومات والظواهر والحقائق والقوانين والتعاريف والمفاهيم والنظريات المذكورة في المناهج الدراسية وإلى شرحها وتطبيقها، فمن المتوقع أن يكون الطلبة قادرين على حلّ المسائل في مواقف جديدة أو غير مألوفة باستخدام التفكير المنطقي.

ويُتوقع من الطلبة إظهار استيعابهم للمهارات العملية بما في ذلك القدرة على:

- تخطيط التجارب والاستقصاءات.
- جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها.
- تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها.
- تقييم أساليب البيانات الناتجة من التجارب وجودتها واقتراح التحسينات الممكنة للتجارب.

أمثلة على المهارات العملية

في القوائم التالية أمثلة محددة على كل مهارة من المهارات العملية. وهذه الأمثلة المحددة توجّه إلى المزيد من البحث العلمي والمهارات العملية التي يتوقع من الطلبة اكتسابها كجزء من تعلمهم.

أضف إلى ذلك، يجب تطوير المهارات العملية الأربع وتوحيدها في كل وحدة دراسية. إلّا أن بعض الأمثلة المحددة في القوائم قد تكون أكثر صلة بالأنشطة العملية الموصى بها في وحدات دراسية معّينة.

تعطي هذه المهارات أمثلة عن محتوى AO3 ويمكن تقييمها في الورقة العملية.

تخطيط التجارب والاستقصاءات

- تحديد المتغيّرات المستقلة والتابعة وضبطها، ووصف كيفية قياسها وضبطها.
- وصف الإجراءات والتقنيات المستخدمة في التجارب، والتي تؤدي إلى جمع بيانات موثوقة ودقيقة.
- استخدام مخططات واضحة ومصنفة لإظهار ترتيب الجهاز عند الحاجة.
- وصف التجارب الضابطة المناسبة.

- شرح اختيار الجهاز وأداة القياس للوصول إلى دقة مناسبة.
- شرح اختيار المواد المستخدمة في إجراء التجارب
- وصف المخاطر الموجودة في التجربة وكيفية تقليلها.
- التنبؤ بالنتائج ووضع الفرضيات بناء على المعرفة والمفاهيم العامة.
- وصف كيفية استخدام البيانات للوصول إلى استنتاج، بما في ذلك الكمّيات المشتقة التي سوف تحسب بناءً على البيانات الخام لرسم تمثيل بياني مناسب أو وضع مخطط مناسب.

جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها

- تطبيق الطالب لفهمه معنى الضبط والدقة.
- تحديد قيم عدم اليقين في القياس في صورة قيم عدم يقين مطلق أو نسبة مئوية.
- جمع القياسات والملاحظات وتسجيلها بشكل منهجي، وتقديم البيانات باستخدام العناوين ووحدات القياس والأرقام ونطاق القياسات ودرجات الدقة المناسبة.
- استخدم الأساليب الرياضية أو الإحصائية المناسبة لمعالجة البيانات الخام وتسجيلها حتى العدد الصحيح من الأرقام المعنوية (يجب أن يكون هذا العدد هو نفسه أو أكثر بواحد من أصغر عدد من الأرقام المعنوية في البيانات المقدمة).
- رسم التمثيلات البيانية للعيّنات وتسميتها. وحساب القياسات الفعلية للأنسجة أو الخلايا أو العضيات.

تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها

- معالجة البيانات وتقديمها، بما في ذلك الرسوم والمخططات والتمثيلات البيانية باستخدام الخطوط المستقيمة أو المنحنيات الأكثر ملاءمة. وتحليل التمثيلات البيانية، بما في ذلك ميل المنحنيات.
- جمع قيم عدم اليقين عند إضافة الكميّات أو طرحها وجمع النسب المئوية لعدم اليقين عند ضرب الكميات أو قسمتها.
- رسم الخط المستقيم الأفضل ملاءمة من خلال النقاط الموجودة على التمثيل البياني.
- استخدام قيم الانحراف المعياري أو الخطأ المعياري، أوالتمثيلات البيانية ذات أشرطة الخطأ المعيارية، لتحديد ما إذا كانت الاختلافات في القيم المتوسطة ذات دلالة إحصائية.

- تفسير الملاحظات والبيانات الناتجة من التجارب وتقييمها، وتحديد النتائج غير المتوقعة والتعامل معها بشكل مناسب.
- وصف الأنماط في البيانات والتمثيلات البيانية. وإجراء تنبؤات بناءً على الأنماط في البيانات.
- الوصول إلى الاستنتاجات المناسبة وتبريرها بالإشارة إلى البيانات واستخدام التفسيرات المناسبة، ومناقشة مدى دعم النتائج للفرضيات.

تقييم الأساليب واقتراح التحسينات

- تحديد الأسباب المحتملة لعدم اليقين، في البيانات أو في الاستنتاجات، واقتراح التحسينات المناسبة على الإجراءات وتقنيات إجراء التجارب.
- شرح تأثير الأخطاء النظامية (بما في ذلك الأخطاء الصفرية) والأخطاء العشوائية على القياسات.
- وصف تعديلات على تجربة ما من شأنها تحسين دقة البيانات أو توسيع نطاق الاستقصاء.

الوحدة الخامسة

أغشية الخليّة والنقل
Cell Membranes and Transport

أهداف التعلُّم

٥-١ يصف النموذج الفسيفسائي السائل لتركيب الغشاء مع الإشارة إلى التفاعلات الكارهة للماء والمحبة للماء التي تفسر تكوين الطبقة الثنائية للدهون المفسفرة وترتيب البروتينات فيها.

٥-٢ يصف ترتيب الكوليسترول والدهون السكريّة والبروتينات السكريّة في غشاء سطح الخلية.

٥-٣ يصف أدوار الدهون المفسفرة والكوليسترول والدهون السكريّة والبروتينات والبروتينات السكريّة في غشاء سطح الخلية، مع الإشارة إلى الاستقرار والسيولة والنفاذيّة والنقل (البروتينات الحاملة والبروتينات القنوية) والتأشير الخلوي (مستقبلات سطح الخليّة) وتمييز الخلايا (أنتيجينات سطح الخلية).

٥-٤ يلخص المراحل الرئيسيّة للتأشير الخلوي التي تؤدي إلى استجابات محددة:
- إفراز مواد كيميائيّة معيّنة (الربائط) من الخلايا.
- نقل الربائط إلى الخلايا المستهدفة.
- ارتباط الربائط بمستقبلات سطح الخليّة على الخلايا المستهدفة.

٥-٥ يصف ويشرح عمليات: الانتشار البسيط، والانتشار المسهل، والأسموزيّة، والنقل النشط، والإدخال الخلوي، والإخراج الخلوي.

٥-٦ يستقصي الانتشار البسيط والأسموزيّة باستخدام أنسجة نباتيّة ومواد غير حيّة، بما في ذلك أنابيب الديلسة والآجار.

٥-٧ يوضح المبدأ بأن نسبة مساحة السطح إلى الحجم تتناقص مع زيادة الحجم عن طريق حساب مساحة السطح والحجم لأشكال بسيطة ثلاثيّة الأبعاد.

٥-٨ يستقصي تأثير التغير في نسبة مساحة السطح إلى الحجم على الانتشار باستخدام كتل آجار بقياسات مختلفة.

٥-٩ يستقصي تأثير غمر أنسجة النبات في محاليل مختلفة الجهد المائي، مستخدمًا النتائج لتقدير الجهد المائي للأنسجة.

٥-١٠ يشرح حركة الماء بين الخلايا والمحاليل من حيث جهد الماء، ويشرح التأثيرات المختلفة لحركة الماء على الخلايا النباتيّة والخلايا الحيوانيّة (لا يتوقع معرفة جهد المذاب وجهد الضغط).

الأنشطة

نشاط ٥-١ استقصاء تأثير نسبة مساحة السطح إلى الحجم على الزمن اللازم للانتشار

تتمثل طريقة بسيطة لاستقصاء تأثير نسبة مساحة السطح إلى الحجم على زمن الانتشار باستخدام مكعبات من الآجار ذات مساحات سطحية وحجوم مختلفة. عليك أن تكون قادرًا على حساب مساحة السطح والحجم ونسبة مساحة السطح إلى الحجم. يوفر لك هذا الاستقصاء تدريبًا على تكوين جداول نتائج ورسوم بيانية وتحديد الأخطاء المنهجية والعشوائية.

١. حضّرت طالبة كميّة من هلام الآجار عن طريق إذابة مسحوق آجار في ماء قليل الحامضية. وضعت فيه بضع قطرات من محلول الكاشف العام الذي يغيّر لون الهلام إلى الأحمر.
استخدمت الطالبة المسطرة لقياس الهلام، ومشرطًا حادًا لقطع مكعبات منه، ثم قطعت المكعّبات بأضلاع ذات طول 4.0 cm، 3.0 cm، 2.0 cm، 1.0 cm، 0.5 cm.

أ. احسب مساحة السطح لكل مكعّب، وضّح خطوات الحل.

ب. احسب حجم كل مكعّب، وضّح خطوات الحل.

ج. احسب نسبة مساحة السطح إلى الحجم لكل مكعب، وضّح خطوات الحل.

د. كوّن تمثيلًا بيانيًّا لنسبة مساحة السطح إلى الحجم (المحور الصادي)، مقابل طول ضلع المكعّب (المحور السيني).

هـ. صل النقاط بمنحنى مستوٍ ومناسب.

٢. كوّنت الطالبة ثلاث مجموعات من المكعّبات، واضعةً مكعّبًا واحدًا في طبق زجاجي، وسكبت حولها محلول هيدروكسيد الصوديوم المخفّف، فتغيّر لون مكعّبات الآجار إلى الأخضر ثم الأزرق مع انتشار هيدروكسيد الصوديوم فيها.

قاست الطالبة الزمن الذي استغرقه تغيّر لون كل مكعب إلى الأزرق تمامًا؛ وعلى الرغم من أن ساعة الإيقاف تقيس إلى 0.01 s، فقد قررت الطالبة قياس الزمن لأقرب ربع دقيقة. وكررت ذلك مع كل مكعب، فحصلت على النتائج الآتية:

المكعّب بطول ضلع 4.0 cm: 12.25 min، 12.5 min، 12 min.

المكعّب بطول ضلع 3.0 cm: 8.5 min، 9.25 min، 8.5 min.

المكعّب بطول ضلع 2.0 cm: 6 min، 5.75 min، 6 min.

المكعّب بطول ضلع 1.0 cm: 3.25 min، 3.5 min، 3 min.

المكعّب بطول ضلع 0.5 cm: 1 min، 0.75 min، 1.25 min.

أ. هل توافق على قرار الطالبة بقياس الزمن لأقرب ربع دقيقة؟ اشرح إجابتك.

.....

.....

ب. كوّن جدول نتائج، ودوّن نتائج الطالبة.

تذكّر:

- ارسم الجدول باستخدام المسطرة.
- اكتب عنوان كل عمود أو صف بالكامل، بما في ذلك الوحدات.
- تأكد من إدخال كل مجموعة معيّنة من القراءة بالعدد نفسه للمنازل العشريّة، والمحدّدة بطريقة قياس القيمة.
- يجب أن يكون عدد الأرقام الدالة (المهمة) عند حساب متوسط القيمة مماثلًا (أو أكثر بواحد) للقيمة الأقل عددًا من الأرقام الدالة المستخدمة في حسابك.

٣. أ. كوّن تمثيلًا بيانيًّا لمتوسط الزمن الذي يستغرقه اللون للتغيّر (المحور الصادي) مقابل نسبة مساحة السطح إلى الحجم للمكعب (المحور السيني).

ب. استخدم التمثيل البياني لكتابة استنتاج موجز عن تجربة الطالبة. يجب أن يتضمّن الاستنتاج ملخّصًا عن كيفية تأثّر المتغيّر التابع بالمتغيّر المستقل في التجربة.

ج. ذكرت الطالبة أن معدل الانتشار – المسافة التي قطعتها الصبغة في فترة زمنيّة معيّنة – قد يكون هو نفسه لجميع المكعّبات. هل توافق على هذا الاستنتاج؟

٤. طُلب إلى الطالبة تحديد مصادر الخطأ المهمة في تجربتها، وتوضيح ما إذا كان كل خطأ عشوائيًّا أم منهجيًّا. قيل لها:

- تحدث **الأخطاء المنهجيّة** بشكل عام بسبب قلّة الدقة أو الضبط في أدوات القياس، ومحددات قراءة المقياس، وهي تميل دائمًا إلى أن تكون بالحجم نفسه، وتعمل في الاتجاه نفسه على جميع القراءات والنتائج.
- غالبًا ما تحدث **الأخطاء العشوائيّة** بسبب الصعوبات في الحفاظ على ثبات المتغيّرات المعياريّة، ويمكن أن تنتج من صعوبة في قياس المتغيّر التابع، وتكون بمقادير وأنماط مختلفة، وفي أوقات ومراحل مختلفة من التجربة.

فيما يأتي مصادر الخطأ التي ذكرتها الطالبة، حدّد لكل واحد منها ما يلي:

- اذكر ما يحتمل أن يكون مصدرًا مهمًا للخطأ.
- إن كنت تعتقد أنه مصدر مهمّ للخطأ، فاذكر ما إذا كان عشوائيًّا أم منهجيًّا.

أ. كان من الصعب قطع مكعبات الآجار بالحجم الصحيح تمامًا.

ب. قد تكون التغيرات في درجة الحرارة أدت إلى جعل الانتشار يحدث بشكل أسرع أو أبطأ.

ج. كان أحد جوانب المكعّب مستقرًا على قاعدة الطبق، لذا لم يكن مكشوفًا لمحلول هيدروكسيد الصوديوم.

د. كان يستحيل تحديد زمن تغيّر لون المكعّب بأكمله.

مصطلحات علمية

الخطأ المنهجي
Systemic error: مصدر لعدم الدقّة في النتائج بسبب قلة الدقة أو الضبط في أداة القياس، وهي تعمل دائمًا في الاتجاه نفسه.

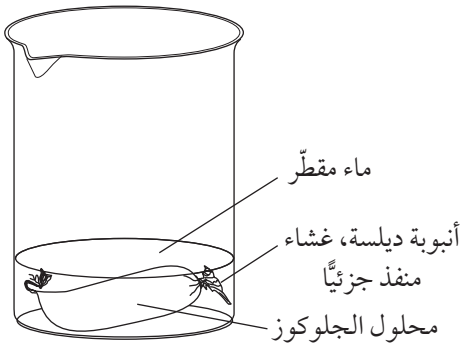
الخطأ العشوائي
Random error: مصدر لعدم الدقّة في النتائج يعطي قيمًا غير صحيحة بسبب التفاوت في المتغيرات التي يجب أن تكون معيارية، أو بسبب الصعوبات في قياس المتغيرات المستقلة أو التابعة، وهي تعمل في اتجاهات مختلفة لأجزاء مختلفة من التجربة.

نشاط ٥-٢ التخطيط لتجربة تحدّد كيفية تأثير التركيز على معدل الانتشار

يتضمن هذا النشاط التخطيط لتجربة تقوم بها. يمكنك تنفيذ التجربة بعد أن يتحقق المعلّم من خطتك.

ستخطط لاستقصاء معرفة كيفية تأثير تركيز محلول الجلوكوز على معدل الانتشار.

يبيّن الرسم التخطيطي الآتي الأدوات التي يمكنك استخدامها. تتيح أنابيب الديلسة لكل من جزيئات الماء وجزيئات الجلوكوز المرور عبرها.



الشكل ٥-١: أدوات تجربة الانتشار.

مصطلحات علمية

الفرضيّة الصفريّة
Null hypothesis:
الفرضيّة التي تفترض عدم وجود علاقة بين متغيّرَين.

١. اقترح لهذه التجربة **فرضيّة صفريّة** قابلة للاختبار.

٢. حدّد المتغيّرات المستقلة والتابعة.

٣. ستحصل على محلول جلوكوز 10%.

أ. اقترح قيمًا لتراكيز محلول الجلوكوز سوف تستخدمها.

ب. صف كيف يمكنك تحضير تراكيز محاليل الجلوكوز هذه.

٤. أيّ من المتغيّرات الآتية يجب أن يكون معياريًّا؟ لكل متغيّر قررت أن يكون معياريًّا اشرح كيف يمكنك تحقيق ذلك.

أ. درجة حرارة المحلول والماء.

ب. شدة الضوء.

ج. الرقم الهيدروجيني pH

د. الوقت الذي تترك فيه الأدوات جانبًا.

٥. يمكن قياس المتغيّر التابع عن طريق إيجاد تركيز الجلوكوز في الماء خارج أنبوبة الديلسة.

أ. اشرح كيف يمكنك استخدام اختبار بندكت ومقياس الألوان لإجراء ذلك.

ب. اقترح كيف يمكنك تقدير تركيز الجلوكوز إذا لم يتوافر لك مقياس الألوان.

٦. كوّن جدول نتائج مع عناوين كاملة، حيث يمكنك كتابة نتائجك.
تذكر تضمين خانات للتكرارات.

٧. اكتب مسميات محورَي التمثيل البياني اللذَين سترسمهما (لن تكون قادرًا على رسم مقياس للمحور الصادي لأنه لا يمكنك التنبؤ بقيم النتائج).

نشاط ٥-٣ تحديد جهد الماء لنسيج نباتي

ستتدرّب في هذا النشاط على تكوين جدول نتائج، وتتذكّر النشاط السابق عن حساب مقدار التكبير.

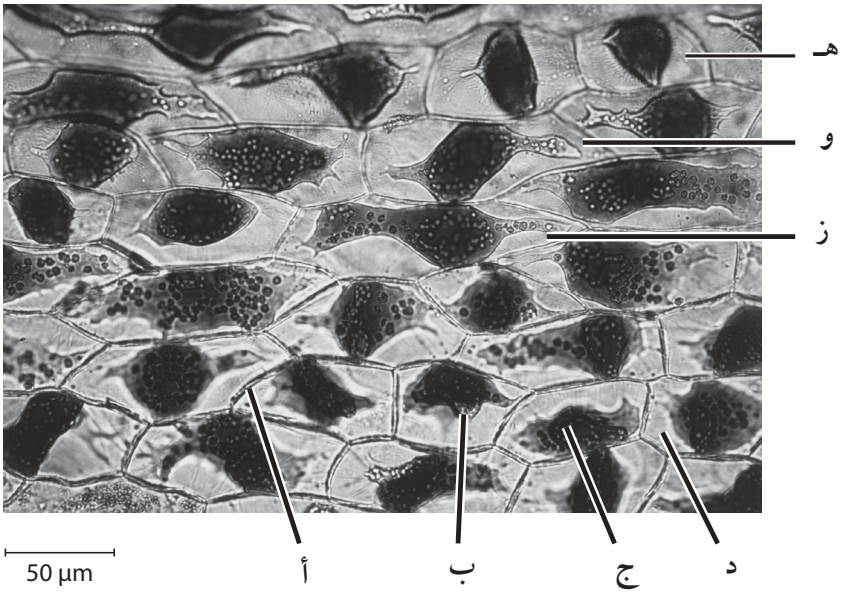
أجرى أحد الطلبة تجربة استخدم فيها بتلات الأزهار لتقدير جهد الماء للخلايا في بشرة البتلات. وحضَّرَ مجموعة من محاليل السكروز بتراكيز مختلفة بين 0 و 1 mol/L. قطع قطعًا صغيرة من بشرة بتلة زهرة، وغمر ثلاث قطع في كل محلول، وفي الماء المقطر، ثم ترك جميع القطع لمدة 20 دقيقة.

وضع كل قطعة من النسيج على شريحة زجاجية، وسجّل عدد **الخلايا المتبلزمة** وغير المتبلزمة التي أمكنه رؤيتها. ثم حرّك الشريحة قليلًا، وتابع العدّ حتى سجّل النتائج لـ 100 خليّة لكل عيّنة نسيج.

يبيّن الشكل ٥–١ صورة مجهريّة لقطعة من بشرة البتلة غمرت في محلول سكروز 1 mol/L.

مصطلحات علمية

خليّة متبلزمة
Plasmolysed: خليّة انكمش فيها السيتوبلازم والفجوة المركزية كثيرًا بحيث تراجع غشاء الخليّة بعيدًا عن جدار الخليّة.



الصورة ٥–١: خلايا بشرة نبات بعد غمرها في محلول سكروز 1 mol/L.

١. احسب متوسط طول الخلايا هـ، و، ز باستخدام شريط القياس.

.....

٢. أ. اكتب أسماء الأجزاء أ، ب، ج على الصورة المجهريّة.

ب. ماذا يوجد في الجزء د؟ اشرح إجابتك.

.....

.....

ج. اذكر النسبة المئويّة للخلايا المتبلزمة في العيّنة.

.....

د. اشرح سبب تبلزم هذه الخلايا.

.....

.....

٣. الجدول ٥-١ هو الجدول الذي أكمله الطالب.

عدد الخلايا المتبلزمة	عدد الخلايا غير المتبلزمة	تركيز المحلول
0	100	0
0	100	0
0	100	0
14	86	0.2
19	81	0.2
12	88	0.2
29	71	0.4
63	37	0.4
31	69	0.4
45	55	0.6
43	57	0.6
46	54	0.6
82	18	0.8
89	11	0.8
87	13	0.8
100	0	1.0
100	0	1.0
100	0	1.0

الجدول ٥-١: جدول نتائج الطالب.

أ. أيّة مجموعة من النتائج يمكن حذفها من جدول النتائج من دون خسارة أيّة معلومة مفيدة؟

.....

ب. حدّد النتيجة التي تبدو شاذة.

.....

ج. حدّد الأخطاء في تصميم جدول النتائج التي ارتكبها الطالب.

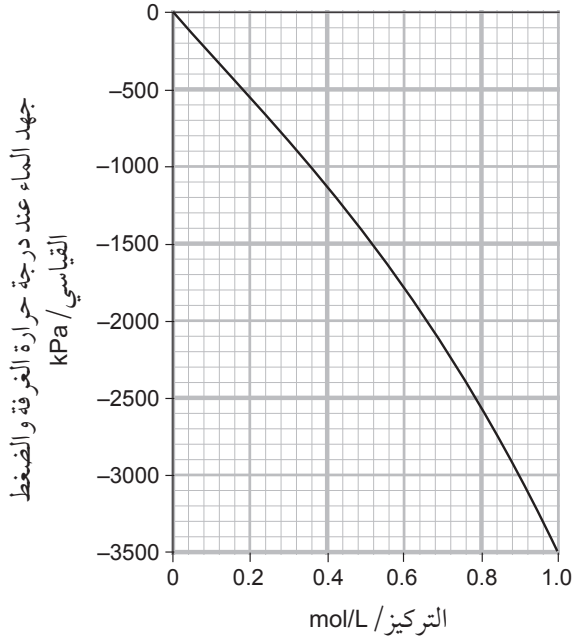
.....

د. كوّن جدول نتائج صحيحًا تمامًا لتبيّن هذه النتائج (تذكر أنه يجب تجاهل النتيجة الشاذة، أي يجب عدم تضمينها عند حساب المتوسط).

٤. كوّن تمثيلًا بيانيًّا يبيّن هذه النتائج.

٥. يبيّن الشكل ٥–٢ العلاقة بين تركيز محلول السكروز وجهده المائي.

عند بدء التبلزم (ما يسمّى البلزمة الابتدائية) يكون جهد الماء للمحاليل خارج غشاء سطح الخليّة وداخله متساويًا. يمكن الافتراض أن كل خليّة في المتوسط هي في حالة بلزمة ابتدائية، عندما يكون 50% من الخلايا في النسيج متبلزمة. استخدم التمثيل البياني الذي كوّنته في السؤال ٤ والتمثيل البياني أدناه لتقدير جهد الماء للسيتوبلازم في خلايا بشرة بتلات الأزهار.



الشكل ٥– ٢: العلاقة بين تركيز محلول السكروز وجهده المائي.

٦. أراد الطالب الحصول على قيمة أكثر دقة لجهد الماء في هذه الخلايا. ما أفضل طريقة لتحقيق ذلك، من بين الطرائق الآتية؟

أ. يكرّر التجربة باستخدام الجلوكوز بدل السكروز.

ب. يكرّر التجربة باستخدام نطاق واسع من تراكيز السكروز.

ج. يكرّر التجربة على درجة حرارة أعلى لتسريع معدل الأسموزيّة.

د. يكرّر التجربة باستخدام تراكيز متقاربة من السكروز بين النطاق 0.5 mol/L و 0.8 mol/L.

نشاط ٥-٤ مقارنة المحتوى الدهني للأغشية

ستقارن في هذا النشاط بين أنواع الدهون الموجودة في أغشية الخليّة لخلايا دم حمراء طبيعيّة وخلايا مصابة بطفيلي الملاريا. وقبل كل شيء، ستتحقق من فهمك لتركيب غشاء سطح الخليّة وأدوار مكوّناته المتنوّعة.

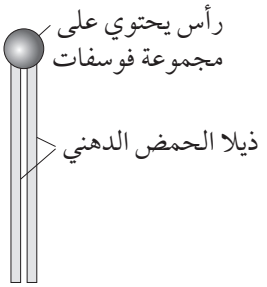
١. يمثل الشكل ٥-٣ جزيء دهن مفسفر.

أ. باستخدام الرسم لجزيء الدهن المفسفر الظاهر في الشكل ٥-٣، ارسم رسمًا تخطيطيًّا لطبقتَي الدهون المفسفرة كما توجد في غشاء الخليّة. اشرح سبب ترتيب هذه الجزيئات على النحو المبيّن في رسمك عندما توجد في بيئة مائية.

ب. اشرح سبب عدم قدرة انتقال أيونات مثل Na^+ و Cl^- بحريّة عبر طبقتَي الدهون المفسفرة.

ج. ارجع إلى الرسم التخطيطي الذي رسمته في الجزئية (أ) لتضيف بروتينًا قنويًّا إلى رسمك.

د. اشرح كيف يمكن للبروتينات القنويّة أن تساعد في انتقال أيونات مثل Na^+ و Cl^- عبر الغشاء.



الشكل ٥- ٣: جزيء دهن مفسفر.

عندما يُطلب إليك إجراء مقارنة، فمن الأفضل استخدام كلمات لها طابع المقارنة مثل «أقل» أو «أكثر». وعندما يطلب إليك مقارنة الأرقام، فقد يكون من المفيد حساب الفرق (على سبيل المثال طرح رقم من آخر) أو حساب عدد المرات التي يكون فيها رقم معيّن أكبر من رقم آخر، أو حساب النسبة المئوية للفرق بين رقمَين. لاحظ أنه في هذا السؤال تمّ التعبير عن الأرقام الواردة في الجدول ٥–٢ كنسب مئوية.

٢. الملاريا مرض معدٍ سببه طفيلي وحيد الخليّة يسمّى بلازموديوم *Plasmodium*، إذ يدخل هذا الطفيلي خلايا الدم الحمراء ويتكاثر فيها. بعد الإصابة، يحدث تغيرات في المكوّنات الدهنية في غشاء خليّة الدم الحمراء. يبيّن الجدول ٥–٢ بعض الاختلافات بين خليّة دم حمراء غير مصابة وخلية مصابة بالملاريا.

الجزيء	نوع المادة	النسبة المئويّة في غشاء خليّة دم حمراء غير مصابة	النسبة المئويّة في غشاء خليّة دم حمراء مصابة بالملاريا
فوسفاتيديل كولين phosphatidylcholine	دهن مفسفر	31.70	38.70
سفينجو ميلين sphingomyelin	دهن مفسفر	28.00	14.60
حمض البالمتيك (حمض النخيل) palmitic acid	حمض دهني عديد غير مشبع	21.88	31.21
حمض الأوليك (حمض الزيتيك) oleic acid	حمض دهني أحادي غير مشبع	14.64	24.60
حمض الأراكيدونيك arachidonic acid	حمض دهني عديد غير مشبع	17.36	7.85

الجدول ٥–٢: الاختلافات في المكونات بين خلية دم حمراء غير مصابة وخلية دم حمراء مصابة بالملاريا.

أ. اشرح الاختلاف بين:

- الدهن المفسفر والحمض الدهني.

.....

.....

- الحمض الدهني العديد غير المشبع والحمض الدهني الأحادي غير المشبع.

.....

.....

ب. قارن بين الدهن المفسفر المكون لغشاء خليّة الدم الحمراء غير المصابة والخليّة المصابة بالملاريا.

.....

.....

ج. قارن بين الحمض الدهني المكون لغشاء خليّة الدم الحمراء غير المصابة والخليّة المصابة بالملاريا.

.....

.....

٣. لا تحتوي خلايا الدم الحمراء على شبكة إندوبلازميّة. اقترح كيف حدثت التغيّرات في مكونات غشاء خليّة الدم الحمراء المصابة بالملاريا.

.....

.....

.....

.....

الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي ٥-١ قياس معدل الأسموزيّة باستخدام مقياس الأسموزيّة

ستستخدم في هذا الاستقصاء غشاءً اصطناعيًّا منفذًا جزئيًّا لفصل الماء من محلول السكروز. ستقيس سرعة حركة الماء إلى محلول السكروز، لتخطط بعد ذلك لكيفية استخدام هذه التقنية في استقصاء تأثير منحدر تركيز جهد الماء على سرعة الأسموزيّة.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- أنابيب ديلسة
- 100 mL من محلول السكروز 2 mol/L
- 5 كؤوس زجاجية 250 mL
- كأس زجاجية 500 mL
- أنبوبة زجاجية شعرية بطول 30 cm تقريبًا
- مسطرة مدرجة بالمليمترات
- حامل حديد كامل
- خيط قطني متين
- ساعة إيقاف إلكترونية
- أدوات لقياس الأحجام الصغيرة، على سبيل المثال محقنتان 10 mL أو 5 mL أو ماصتان مدرجتان
- قطارة زجاجية
- ماء مقطر

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- توخَّ الحذر عند التعامل مع الأنبوب الزجاجي.

الجزء ١: قياس حركة الماء بالأسموزيّة بمرور الزمن

الطريقة

١. اقطع جزءًا من أنبوبة الديلسة بطول 15 cm تقريبًا. بلّلها بالماء المقطر، وافركها بلطف بأصابعك لتليينها وفتحها. اربط عقدة في النهاية السفلى للأنبوبة، لإغلاقها بإحكام.

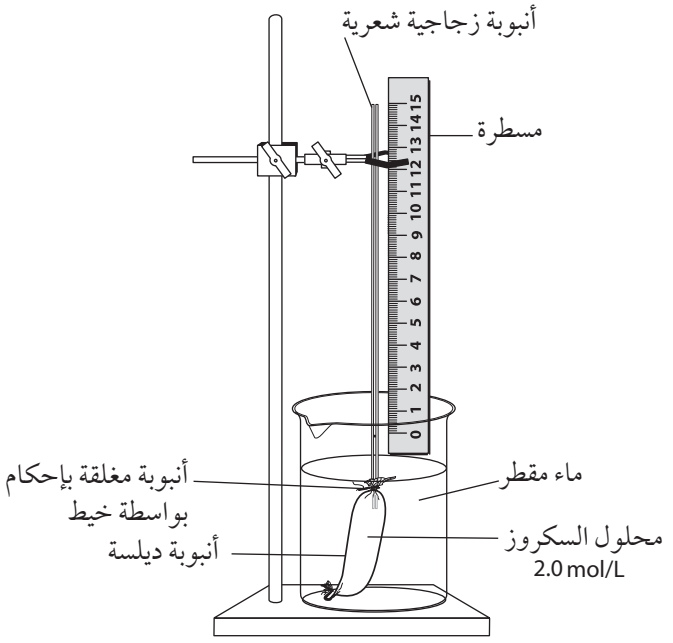
٢. استخدم القطارة لملء أنبوبة الديلسة بمحلول السكروز.

٣. ضع أحد طرفَي الأنبوبة الشعرية داخل أنبوبة الديلسة بحيث يكون مغمورًا في محلول السكروز ثم اربط الجزء العلوي من أنبوبة الديلسة بإحكام مع الأنبوبة الشعرية.

٤. ضع أنبوبة الديلسة في كأس زجاجية كبيرة تحتوي على الماء المقطر، بحيث تكون مغمورة بالكامل بالماء، كما هو مبين في الشكل ٥-١.

٥. ضع علامة عند موقع مستوى السطح المحدب للمحلول في الأنبوبة الزجاجية الشعرية.

٦. سجّل موضع مستوى السطح المحدب للمحلول كل دقيقتَين في جدول مناسب، في قسم النتائج.

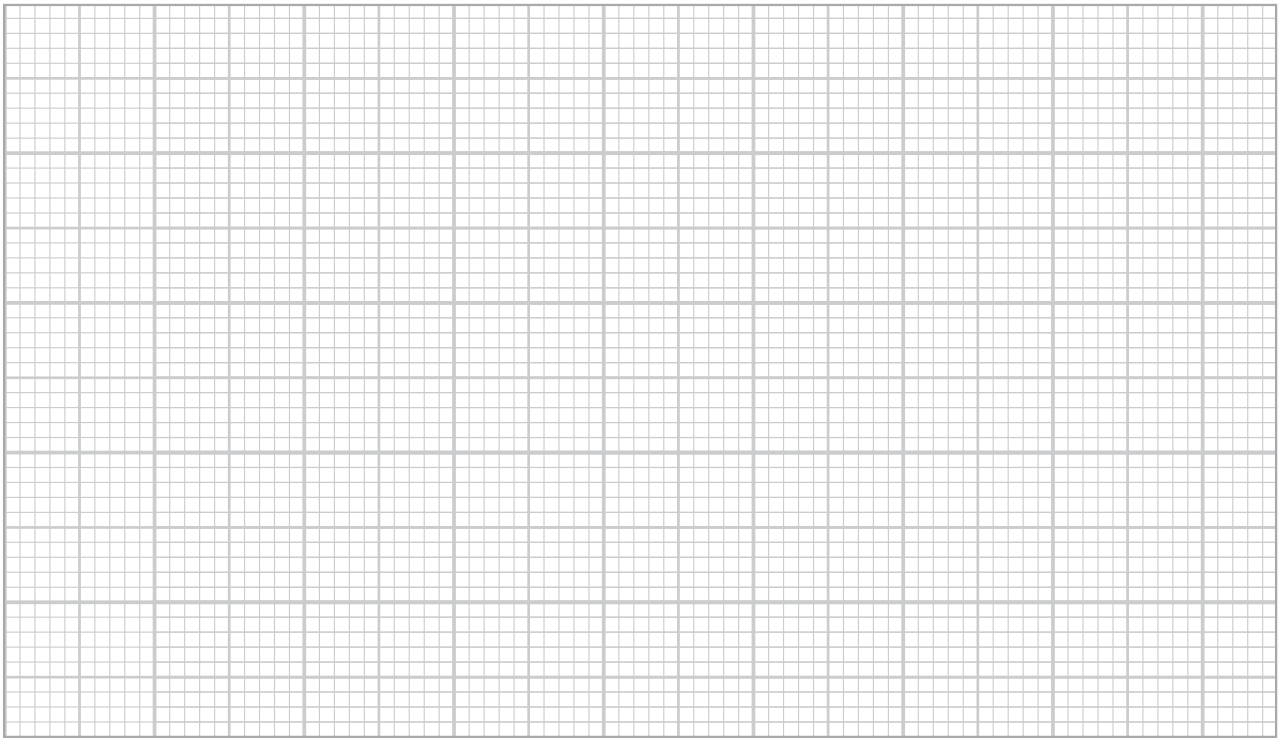


الشكل ٥-١: المواد والأدوات للجزء الأول من الاستقصاء ٥-١.

النتائج

التحليل والاستنتاج والتقويم

١. اعرض نتائجك على شكل تمثيل بياني خطي.



مهم

تذكر أن توضح خطوات الحل، وأن تستخدم العدد الصحيح من المنازل العشريّة في إجابتك.

٢. احسب الفرق بين المستوى الأصلي (الأول) للسطح المحدب والمستوى النهائي له. قسّم النتيجة على الزمن المستغرق لحساب متوسط معدل حركة السطح المحدب.

.....

.....

.....

.....

الجزء ٢: استقصاء تأثير منحدر تركيز جهد الماء على معدل الأسموزيّة

مهم

تذكر أن جهد الماء لمحلول السكروز المركز أقل من محلول السكروز المخفف؛ وبالتالي، فإن لمحلول السكروز المركز جهد ماء بقيمة سالبة أكثر. للماء المقطر جهد ماء يساوي صفرًا.

ستغيّر في هذا الجزء من الاستقصاء تركيز محلول السكروز داخل أنابيب الديلسة. هذا يعني اختلاف منحدر تركيز جهد الماء، أي الفرق في جهد الماء بين الماء في الكأس الزجاجية والمحلول في أنبوبة الديلسة. يمكنك قياس معدل الأسموزيّة بقياس موضع السطح المحدب بعد زمن معيّن.

الطريقة

١. تركيز محلول السكروز هو المتغيّر المستقل في هذا الاستقصاء. قرر كيف يمكنك استخدام محلول السكروز 2 mol/L لإعداد مجموعة لا تقل عن خمسة تراكيز مختلفة من محلول السكروز (يمكن أن يكون أحدها صفرًا – أي الماء المقطر)، ثم تكوين جدول في المساحة الآتية لتدوين نتائجك.

٢. حضّر محاليل السكروز. ستحتاج منها إلى ما يكفي لملء قطعة من أنبوب الديلسة.

٣. صف كيف ستقيس المتغيّر التابع، ومتى ستقيسه في هذا الاستقصاء.

.....

.....

.....

.....

٤. ضع قائمة بـ **أربعة** متغيّرات ستبقيها ثابتة في الاستقصاء.

.....

.....

.....

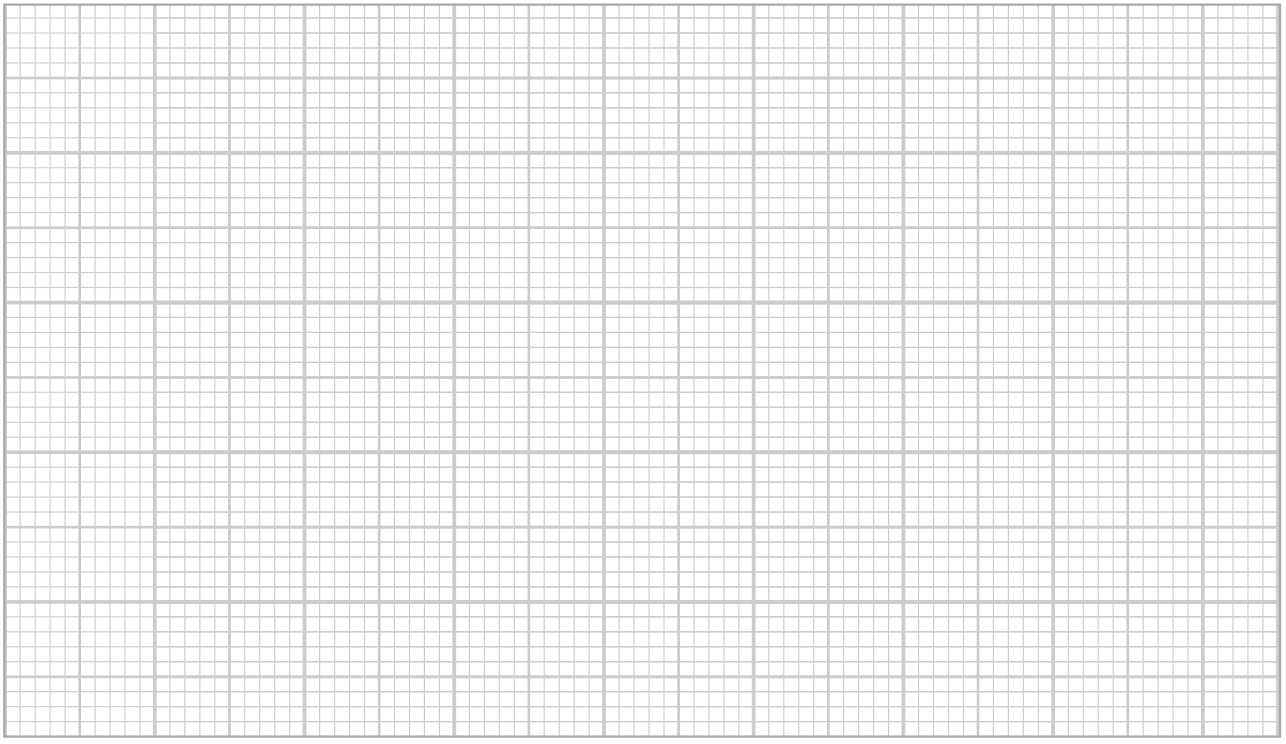
.....

٥. كوّن جدول نتائج مناسبًا في قسم النتائج، ثم نفّذ الاستقصاء، وسجل نتائجك في الجدول.

النتائج

التحليل والاستنتاج والتقويم

١. اعرض نتائجك على شكل تمثيل بياني خطي.



٢. صف تأثير منحدر تركيز جهد الماء على معدل الأسموزيّة.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

مهم

تذكر أن المتغيّر المستقل يكون على المحور السيني، والمتغيّر التابع يكون على المحور الصادي.

مهم

تذكر أن الفعل «صف» يعني أن تكتب بلغة بسيطة واضحة عن شكل الرسم البياني، دون أن تحاول تفسير سبب هذا الشكل.

٣. ضع قائمة **بثلاثة** مصادر خطأ مهمة تقلل من دقة نتائجك. لكل مصدر خطأ اشرح ما إذا كان خطأ منهجيًّا أم خطأ عشوائيًّا، واشرح كيف سيؤثّر ذلك على نتائجك.

مصدر الخطأ الأول

.....

.....

.....

مصدر الخطأ الثاني

.....

.....

.....

مصدر الخطأ الثالث

.....

.....

.....

استقصاء عملي ٥-٢ تقدير جهد الماء في خلايا درنة البطاطس

يتكوّن نسيج البطاطس من خلايا كثيرة متراصة. يمكن وضع قطع من درنة البطاطس في محاليل بجهود مائيّة مختلفة. فإذا كان جهد الماء في المحلول أكبر منه في محتويات الخلايا، فسينتقل عندها الماء إلى الخلايا بالأسموزيّة، وبالتالي ستتمدّد قطعة البطاطس؛ أما إذا كان جهد الماء في المحلول أقل منه في محتويات الخلايا، فسيخرج الماء من خلايا البطاطس بالأسموزيّة، وستتكمش القطعة.

أما في حالة عدم تغير قطعة البطاطس، فهذا يعني أنها لم تكسب أو تفقد ماء، وبالتالي فإن جهد الماء للمحلول يساوي جهد الماء للخلايا.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- درنة بطاطس كبيرة
- مثقاب فلين أو سكين حادة أو مشرط
- سبعة أوعية على سبيل المثال كؤوس زجاجية يمكن أن توضع فيها أسطوانات البطاطس بشكل مسطح
- بلاطة بيضاء أو أي مسطّح آخر يستخدم للتقطيع
- ملقط
- منشفة ورقيّة
- 50 mL من ستة محاليل سكروز بتراكيز مختلفة تتراوح بين 0.1 mol/L و 1 mol/L
- مسطرة للقياس وميزان إلكتروني
- ماء مقطر

احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- توخَّ الحذر عند استخدام مثقاب الفلين أو الشفرة الحادة لقطع أسطونات درنة البطاطس.

الطريقة

يمكنك قياس التغيّر في طول أسطوانة البطاطس أو قياس التغيّر في كتلتها.

حدّد أيًّا من هذَين القياسَين ستستخدم، واكتبه هنا:

.....

١. أزل قشرة البطاطس ثم استخدم مثقاب الفلين لقطع سبع قطع أسطوانية الشكل وبأقطار متساوية من درنة البطاطس. اقطع كل قطعة بالطول نفسه، واستخدم أقصى طول الذي يمكنك الحصول عليه، والذي سيعتمد على حجم درنة البطاطس.

٢. قس كتلة كل أسطوانة بطاطس أو طولها، وضعها في الكأس الزجاجية. سجّل قياساتك الأوليّة في الجدول ٥–١.

مهم

من المرجح أن تختلف الكتل أو الأطوال قليلًا، لذا تأكد من معرفتك لكل قطعة وللكأس التي وضعت فيها.

٣. أضف ما يكفي من محاليل السكروز الستة في الكؤوس الزجاجية لتغطي قطع البطاطس الأسطوانية الست تمامًا. ثم اسكب الماء على قطعة البطاطس الأسطوانية السابعة، وانتظر لمدة 30 دقيقة على الأقل.

٤. أزل قطع البطاطس من المحاليل، وجففها، ثم قس الطول النهائي أو الكتلة النهائيّة مسجّلًا النتائج.

٥. احسب النسبة المئويّة للتغيّر في الطول أو الكتلة، واحرص على تحديد ما إذا كان هذا موجبًا (زيادة) أو سالبًا (نقصانًا).

تركيز محلول السكروز/ mol/L	..... الأولي لقطعة البطاطس الأسطوانية /	..... النهائي لقطعة البطاطس الأسطوانية /	النسبة المئوية للتغير في .....

الجدول ٥–١: جدول النتائج.

مهم

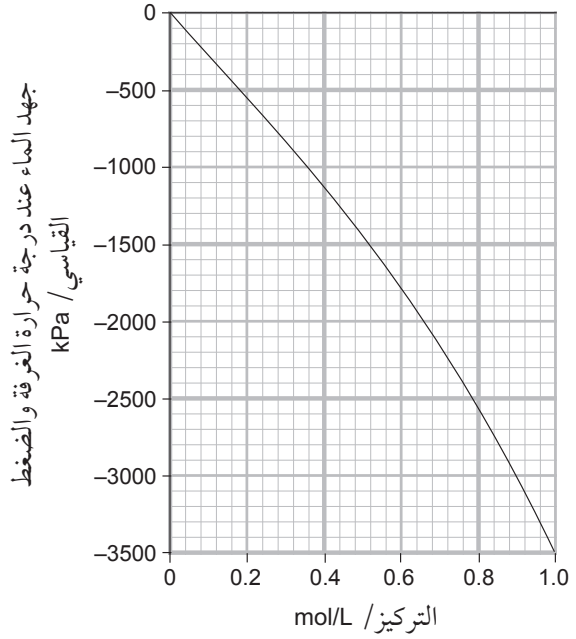
يتطلّب المحور الصادي وجود 0.0 في مكان ما في المنتصف، مع قيم موجبة فوقه وقيم سالبة أسفله.

التحليل والاستنتاج والتقويم

١. اعرض نتائجك على شكل تمثيل بياني خطي.

٢. من خلال تمثيلك البياني حدّد تركيز محلول السكروز الذي كان التغير في طول أو كتلة قطع البطاطس الأسطوانية عنده مساويًا للصفر.

٣. يبيّن التمثيل البياني ٥-٢ العلاقة بين تركيز محلول السكروز وجهده المائي.



الشكل ٥- ٢: العلاقة بين تركيز محلول السكروز وجهده المائي.

استخدم التمثيل البياني، وإجابتك عن السؤال ٢، لتقدير جهد الماء لمحتويات خلايا درنة البطاطس.

.....

.....

٤. ناقش درجة دقة إجابتك عن السؤال ٣.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٥. اقترح سبب إمكانية أن يعطي قياس التغيّر في الكتلة قيمة حقيقيّة لجهد الماء لخلايا البطاطس أكثر من قياس التغيّر في الطول.

.....

.....

.....

.....

.....

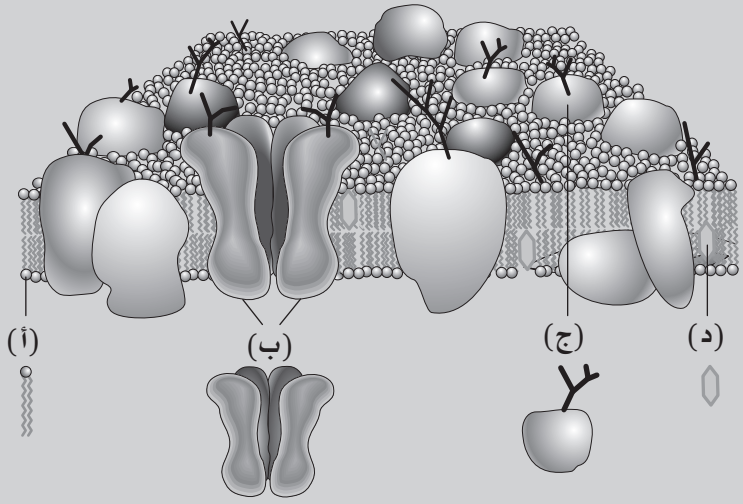
.....

.....

أسئلة نهاية الوحدة

١. يتطلب منك في هذا السؤال استخدام معرفتك عن تركيب أغشية الخليّة ووظائفها لتفسير البيانات وشرحها. الشكل أدناه هو تمثيل للنموذج الفسيفسائي السائل لتركيب الغشاء.

الغشاء الموضّح هو غشاء سطح الخليّة (الغشاء البلازمي).



يبيّن الجدول أدناه تراكيز عدة مواد خارج الخليّة، وداخل الخليّة.

المادة	التركيز خارج الخلية mmol/L	التركيز داخل الخلية mmol/L
أيونات الصوديوم Na^+	150	15
أيونات البوتاسيوم K^+	5	150
أحماض أمينية	2	8
جلوكوز	5.6	1.0
ATP	0	4

أ. اكتب مسميات أنواع الجزيئات (أ) و(ب) و(ج) و(د) في الشكل أعلاه.

ب. **لخّص** كيفيّة مشاركة الجزيء (ج) في التأشير الخلوي.

ج. **اشرح** سبب عدم انتشار أيونات الصوديوم عبر الحيز من الغشاء المكوّن من الجزيء (أ).

أفعال إجرائية

لخّص Outline: ضع الخطوط العريضة أو النقاط الرئيسية.

اشرح أو فسّر Explain: اعرض الأهداف أو الأسباب/ اجعل العلاقات بين الأشياء واضحة / توقّع لماذا و/ أو كيف وادعم إجابتك بأدلّة ذات صلة.

تابع

د. تنتقل أيونات الصوديوم وأيونات البوتاسيوم عبر الغشاء بالنقل النشط.
١- **أعطِ** رمز جزء الغشاء الذي تمر عبره هذه الأيونات.
٢- **صف** الدليل في الجدول السابق الذي يدعم العبارة الآتية: (هذه الأيونات تنتقل عبر الغشاء بالنقل النشط).

هـ. الجلوكوز قادر على الانتقال عبر القنوات المبوّبة في الغشاء بالانتشار المسهّل.
١- اشرح معنى المصطلحَين العلميَّين: القناة المبوّبة، والانتشار المسهّل.
٢- **اقترح** سببَين لعدم تساوي تركيز الجلوكوز على جانبَي الغشاء على الرغم من قدرته على عبور الغشاء بالانتشار المسهل.

و. اشرح سبب عدم وجود ATP خارج الخليّة.

٢. تتسبب بكتيريا هيليكوباكتر بايلوري *Helicobacter pylori* بحدوث قرحة المعدة. تنتج هذه البكتيريا إنزيم اليوريز الذي يفكّك اليوريا إلى ثاني أكسيد الكربون والأمونيا. ويعمل هذا الإنزيم أيضًا على مادة أسيتات أو خلات الصوديوم. يطلب إلى المشتبه بإصابته بهذه البكتيريا ابتلاع قرص يحتوي على أسيتات الصوديوم مكتوب عليه ^{13}C. ثم يُجري اختبار تنفّس للكشف عن وجود $^{13}CO_2$.
تم قياس تأثير الرقم الهيدروجيني pH على نشاط اليوريز في بكتيريا هيليكوباكتر بايلوري سليمة، وفي معلق متجانس من البكتيريا. يحضر معلق متجانس عن طريق تسييل البكتيريا، بحيث ينطلق الإنزيم من الخلايا.

أفعال إجرائية

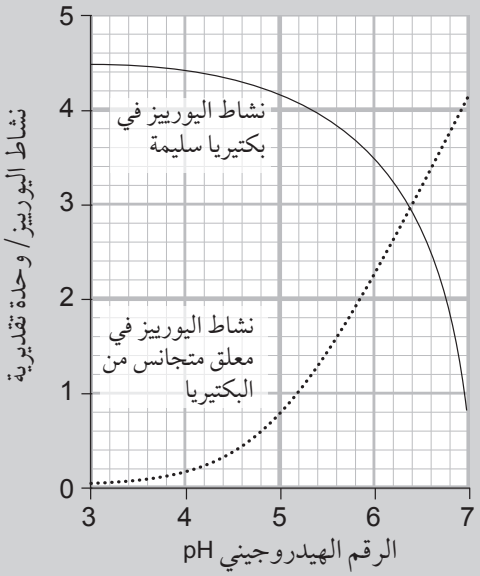
أعطِ Give: استخرج إجابة من مصدر معيّن أو من الذاكرة.

صف Describe: قدّم الخصائص والميزات الرئيسية.

اقترح Suggest: طبّق المعرفة والفهم على المواقف التي تتضمّن مجموعة من الإجابات الصحيحة من أجل تقديم المقترحات.

تابع

الشكل الآتي يبيّن النتائج.



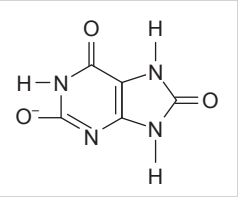
أ. **قارن** تأثير الرقم الهيدروجيني pH على نشاط اليوريز في البكتيريا السليمة واليوريز في المعلق المتجانس.

ب. يقترح أن اليوريا تدخل الخلايا البكتيريّة بالانتشار المسهّل، وأن قناة اليوريا في غشاء خليّة البكتيريا تنشط بانخفاض الرقم الهيدروجيني pH. اشرح كيف يمكن لهذا أن يفسّر الاختلافات التي وصفتها في إجابتك عن (أ).

ج. غالبًا ما يُطلب إلى المرضى قبل إجراء اختبار تنفس اليوريز شرب عصير التفاح الذي يحتوي على مجموعة متنوّعة من الأحماض العضويّة. اقترح سبب ذلك.

٣. في هذا السؤال، وبالإضافة إلى وصف التمثيل البياني، اقترح تفسيرات لمجموعة من النتائج، وتحديد ما إذا كانت هذه النتائج تدعم فرضيّة معيّنة أم لا.

ناتج الإفراز النيتروجيني الرئيسي في الطيور هو حمض اليوريك Uric acid، الذي يكوّن أملاحًا تسمّى يورات Urates. يبيّن الشكل أدناه أيون اليورات.

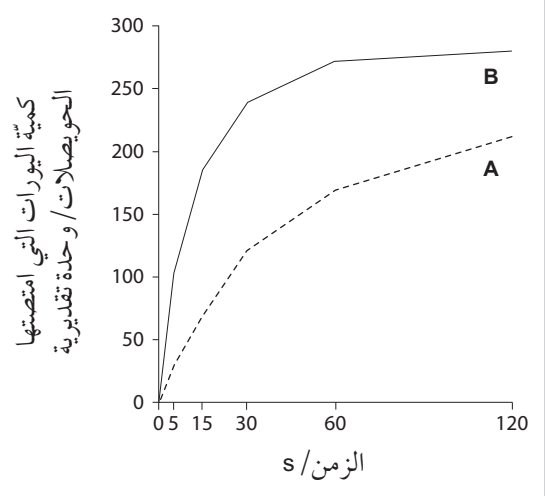


أفعال إجرائية

قارن Compare: حدّد أوجه التشابه و/ أو الاختلاف معلّقًا عليها.

تابع

تمتص الخلايا في كلى الطيور اليورات. تم عزل حويصلات محاطة بأغشية من كلى ديك رومي (ديك حبش). تحتوي مجموعة (أ) من الحويصلات، على يورات، ولا تحتوي المجموعة (ب) على يورات. وضعت المجموعتان في محلول يحتوي على اليورات، وقيست الكميّة خلال الدقيقتَين التاليتَين. يبيّن الشكل أدناه النتائج.



أ. بالرجوع إلى الشكل أعلاه، صف تأثير منحدر التركيز على اليورات الممتصة.

ب. بالإشارة إلى الإجراء الذي استُخدم لهذه التجربة، اشرح سبب عدم امتصاص اليورات عن طريق النقل النشط.

ج. **قيّم** ما إذا كانت هذه النتائج تدعم فرضيّة أن الحويصلات تمتص اليورات بالانتشار المسهّل. اشرح إجابتك.

د. وُجد أن اليورات تمتص بسرعة مع تزايد أيونات بوتاسيوم K^+ زائدة داخل الحويصلات. اقترح أسبابًا لذلك.

٤. غالبًا ما يتمّ تزويدك بمعلومات في سؤال يتطلب منك العمل من خلاله بشكل منطقي للوصول إلى إجابة. ستستخدم في هذا السؤال ما تعلمته عن أدوار أغشية الخلايا لشرح الأحداث. قد تجد أنه من المفيد قبل ذلك تكوين رسوم تخطيطيّة أوليّة أو مخططات انسيابيّة، ثم كتابة إجابتك.

أفعال إجرائية

قيّم Assess: أصدر حكمًا مفيدًا.

تابع

أ. تحتوي أغشية سطح الخليّة التي تبطن جدار الأمعاء الدقيقة على قنوات أيونيّة يمكن أن تمر عبرها أيونات الكلوريد Cl^- إلى خارج الخلايا بالنقل النشط، الأمر الذي يسبّب خروج الماء وأيونات الصوديوم Na^+ إلى خارج الخلايا.

١- اشرح المقصود بمصطلحَي: قناة أيونيّة، والنقل النشط.

٢- اشرح باستخدام مصطلح جهد الماء كيف يسبّب تراكم أيونات الكلوريد خارج الخلايا انتقال الماء إلى خارجها.

ب. تسبّب بكتيريا الكوليرا الواويّة *Vibrio cholerae* مرض الكوليرا. عندما تدخل هذه البكتيريا الأمعاء الدقيقة، تفرز سمًّا يرتبط مع مستقبلات على أغشية سطح خلايا بطانة الأمعاء الدقيقة، فتمتص عندها الخلايا السمّ بالإدخال الخلوي.

يؤدي امتصاص السموم إلى تنشيط إطلاق آليّة إشارة خلويّة ينتج منها إبقاء قنوات الكلوريد Cl^- مفتوحة بشكل دائم. وبالتالي تفقد الخلايا كميّة كبيرة من الماء الأمر الذي يسبّب الإسهال والجفاف.

١- صف كيف يمكن للخليّة امتصاص السمّ عن طريق الإدخال الخلوي.

٢- اشرح المقصود بآلية التأشير الخلوي.

ج. تحتوي أغشية سطح الخليّة أيضًا على ناقل بروتيني مشترك (جلوكوز - صوديوم). وهذه البروتينات تستخدم النقل النشط لنقل جزيئات الجلوكوز وأيونات الصوديوم إلى الخلايا من تجويف الأمعاء. وغالبًا ما يعالج المصابون بالكوليرا بإعطائهم مشروبات تحتوي على أيونات الجلوكوز والصوديوم، لأن هذا الأمر يسبّب إعادة امتصاص الخلايا للماء من تجويف الأمعاء، وتقليل الإسهال وتسريع الشفاء.

اقترح كيف يمكن أن يسبّب الشراب المحتوي على أيونات الجلوكوز والصوديوم إعادة امتصاص الماء في خلايا الأمعاء.

النقل في النباتات Transport in Plants

أهداف التعلُّم

٦-١ يرسم رسمًا تخطيطيًّا سطحيًّا لمقاطع عرضية في الساق، والجذر، والأوراق لنباتات عشبية ثنائية الفلقة من الشرائح المجهرية والصور المجهرية الضوئية.

٦-٢ يصف توزيع الخشب واللحاء في مقاطع عرضية في الساق، والجذر، والأوراق لنباتات عشبية ثنائية الفلقة.

٦-٣ يرسم ويسمّي عناصر الوعاء الخشبي وعناصر الوعاء الغربالي للحاء والخلايا المرافقة من شرائح مجهريّة وصور مجهريّة ضوئية وصور مجهريّة إلكترونيّة.

٦-٤ يربط تركيب عناصر الوعاء الخشبي وعناصر الوعاء الغربالي للحاء والخلايا المرافقة بوظائفها.

٦-٥ يذكر أن بعض أيونات الأملاح والمركبات العضوية يمكن أن تنتقل عبر النبات مذابة في الماء.

٦-٦ يصف نقل الماء من التربة إلى الخشب عبر:

- الممر خارج الخلوي، بما في ذلك اللجنين والسليلوز.
- الممر الخلوي الجماعي، بما في ذلك البشرة الداخلية وشريط كاسبري والسوبرين.

٦-٧ يشرح أن عملية النتح تتضمن تبخر الماء من الأسطح الداخلية للأوراق متبوعًا بانتشار الماء إلى الغلاف الجوي.

٦-٨ يشرح كيف أن الرابطة الهيدروجينية لجزيئات الماء تشارك في انتقال الماء عبر الخشب بفعل التماسك-الشد في قوة السحب بالنتح وقوة التلاصق مع السليلوز في جدران الخلايا.

٦-٩ يرسم رسومًا تخطيطية مشروحة لمقاطع عرضية لأوراق نباتات البيئة الجافة مع كتابة مسمياتها ليشرح كيفية مناسبة تركيبها للتقليل من فقد الماء عن طريق النتح.

٦-١٠ يذكر أن المواد العضوية الناتجة من التمثيل الغذائي المذابة في الماء، مثل السكروز والأحماض الأمينية، تنتقل من المصدر إلى المصب عبر الأنابيب الغربالية للّحاء.

٦-١١ يشرح كيف تنقل الخلايا المرافقة نواتج التمثيل الغذائي إلى الأنابيب الغربالية للّحاء، مع الاشارة إلى مضخة البروتون والبروتينات الناقلة المشتركة.

٦-١٢ يشرح التدفق الكمي في الأنابيب الغربالية للّحاء مع منحدر الضغط المائي من المصدر إلى المصب.

الأنشطة

نشاط ٦-١ رسم تراكيب النبات وتسميتها ووصفها

يجب أن تكون قادرًا على تنفيذ رسوم تخطيطية سطحية Plan diagrams لمجموعات الأنسجة باستخدام قوى تكبير متوسطة.

تهدف الرسوم التخطيطية السطحية إلى إظهار الأنسجة بدلًا من الخلايا المفردة. في هذا النشاط، سوف:

- تطوّر مهارتك في الرسم عبر رسم رسوم تخطيطية سطحية لأنسجة نباتية.
- تطوّر فهمك لأنسجة النقل في النبات.

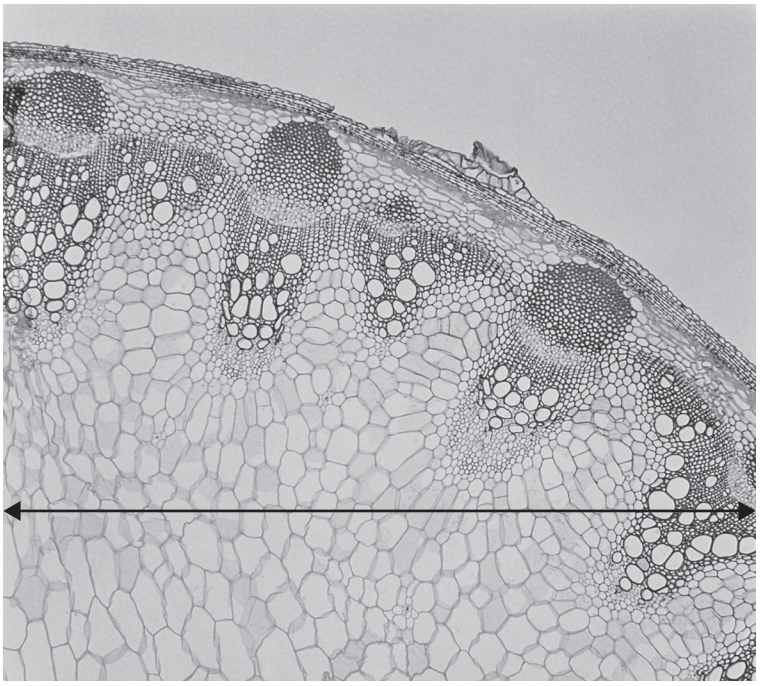
تبيّن الصورة ٦–١ مقطعًا عرضيًّا في جزء من ساق نبات تبّاع الشمس *Helianthus*.

١. يبلغ مقدار التكبير x21. احسب العرض الحقيقي لكامل العيّنة على طول أ–ب كما هو مبيّن في الصورة.

قبل البدء بعمل الرسم التخطيطي، لاحظ النقاط الآتية:

- جهّز قلم جرافيت حاد من النوع (HB)، ومسطرة، وممحاة، وورقة عادية.
- لا تظلل في المساحات، وتأكّد من رسم خطوط ثابتة ومتواصلة.
- ارسم رسمًا تخطيطيًّا كبيرًا، بعرض 10 cm على الأقل.
- اكتب المسميات بدقة.
- ارسم خطوط المسميات بدقة مستخدمًا المسطرة، ولا تستخدم الأسهم.
- لا تقلق بشأن الوقت؛ فإن معرفتك لكيفية تنفيذ رسم تخطيطي سطحي سيمكنك من القيام بذلك بسرعة وعدم إضاعة الوقت.

يمكنك التمرن على هذا في ظروف زمنية محددة.



الصورة ٦–١: مقطع عرضي في ساق نبات تبّاع الشمس (21×).

٢. اتبع الآن الخطوات الآتية لتنفيذ رسم تخطيطي سطحي للصورة ٦–١:

الخطوة ١: ارسم الحدود الخارجية للساق يبيّن البشرة على صورة خطَّين. احرص على ألّا يقلّ عرض الحدود عن 5 cm.

الخطوة ٢: ارسم حزمة وعائية تبيّن بوضوح مكان نسيج الخشب والكامبيوم ونسيج اللحاء. لا ترسم خلايا مفردة.

الخطوة ٣: ارسم حدودًا لمكان وجود نسيج القشرة ولا ترسم خلايا مفردة.

الخطوة ٤: أضف خطوط مسميات مستقيمة، ومسميات لتعرض مثالًا واحدًا على نسيج الخشب واللحاء والكامبيوم والقشرة و**الألياف الإسكلرنشيمية** والبشرة.

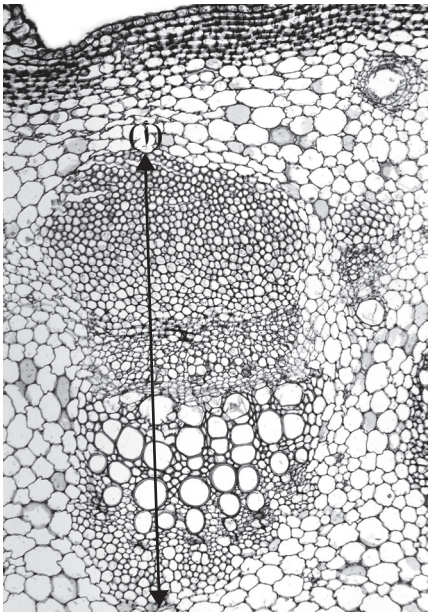
الخطوة ٥: اكتب عنوانًا لرسمك التخطيطي: مقطع عرضي في ساق نبات تبّاع الشمس *Helianthus*، واكتب مقدار التكبير (21×).

الخطوة ٦: أضف الآن شريط مقياس. أنت تعرف العرض الحقيقي لكامل العيّنة. جِد طول الخط الذي يمثل 1 mm، وارسمه أسفل الرسم التخطيطي.

مصطلحات علمية

ليف سكلرنشيمي Sclerenchyma fibre:
نسيج نباتي داعم يتكوّن من خلايا سميكة الجدران، ملجننة عادة، وتكون الخلايا الإسكلرنشيمية إما أليافًا أو خلايا صلبة (السكليريد).

٣. تبيّن الصورة ٦-٢ تكبيرًا أعلى لحزمة وعائية من ساق نبات تبّاع الشمس.



(ب)

الصورة ٦-٢: حزمة وعائية في ساق نبات تبّاع الشمس (21×).

أ. احسب طول الحزمة الوعائية أ-ب في الصورة ٦-٢.

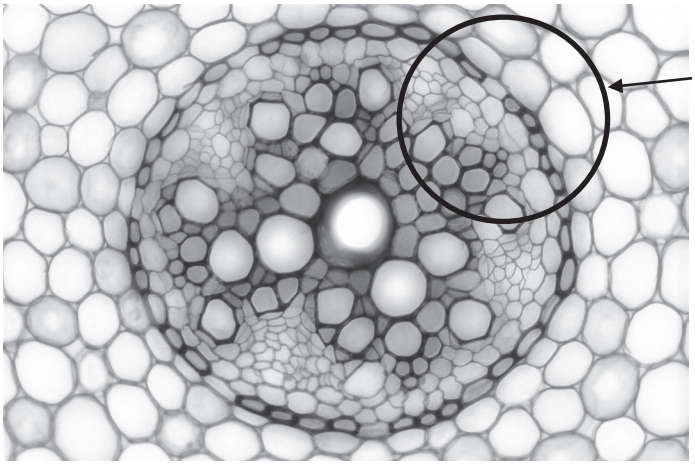
.....

ب. ارسم رسمًا تخطيطيًّا سطحيًّا للنسيج في الصورة ٦-٢ (لا ترسم خلايا مفردة). اكتب بوضوح مسميات الألياف الإسكليرنشيمية واللحاء والكامبيوم والقشرة والبشرة. أضف تعليقًا إلى الصورة وإلى قوة التكبير وشريط مقياس يبيّن خطًّا بطول 1mm.

تحقق من رسمك التخطيطي مع الإجابات، وكن حريصًا على نجاح عملك.

٤. أ. تحتاج، بالإضافة إلى معرفة تنفيذ الرسوم التخطيطية السطحية للأنسجة، أن تكون قادرًا على تعرّف أنواع خلايا معيّنة. تبيّن الصورة ٦-٣ رسمًا تخطيطيًّا سطحيًّا للأنسجة في مقطع عرضي في مركز جذر نبات الحوذان *Ranunculus*. اكتب على الرسم مسميات كل من: الخشب، البشرة الداخلية، القشرة، واللحاء.

ضع شريط مقياس بتدريج 0.1 mm.

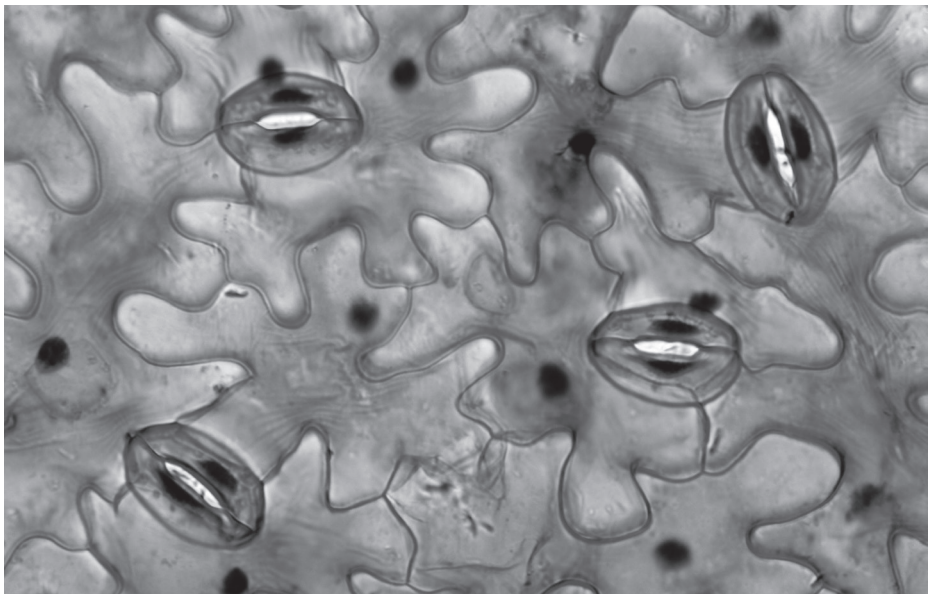


الصورة ٦–٣: صورة مجهرية ضوئية لمقطع عرضي في جذر نبات الحوذان يبيّن الأسطوانة المركزية (195×).

ب. ارسم رسمًا تخطيطيًّا يبيّن خلايا مفردة للمنطقة (X). تأكد من أن عرض رسمك التخطيطي يبلغ 4 cm تقريبًا. حدّد واكتب مسميات أنواع الخلايا الآتية: الخشب، اللحاء، البشرة الداخلية، خلية مرور، حلقة محيطية، القشرة.

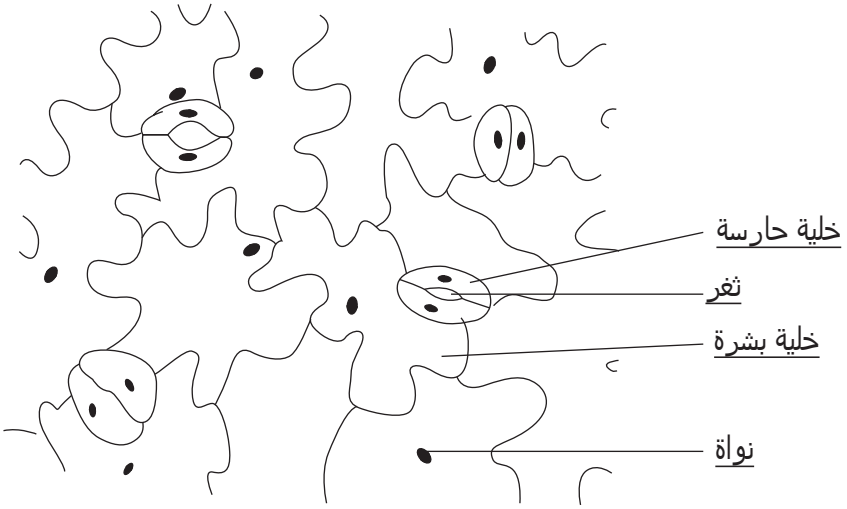
٥. ضع سلّم الدرجات (وضع الدرجات حسب المعايير) المناسب على السؤال الآتي.

تبيّن الصورة المجهرية الضوئية أدناه مقطعًا من البشرة السفلى في نبات الفاصوليا *Phaseolus vulgaris*.



الصورة ٦–٤: البشرة السفلى في ورقة نبات الفاصوليا (233×).

انقل الرسم التخطيطي على دفترك واكتب مسميات تبيّن: **الخلايا الحارسة**، **الثغور**، خلايا البشرة، جدران الخلايا، نوى الخلايا.



البشرة السفلى في نبات الفاصوليا

الشكل ٦-١: مثال للرسم.

مصطلحات علمية

خلية حارسة Guard cell: خلية بشرة على شكل حبة فاصوليا (كلوية الشكل) تشكل مع خلية أخرى زوجًا من الخلايا يحيط بالثغر وينظم فتحه أو إغلاقه.

ثغر Stoma (جمعها ثغور Stomata): فتحة في بشرة الورقة، محاط بخليتَين حارستَين، وهي ضرورية لتبادل الغازات بكفاءة.

معايير وضع سلّم الدرجات

- رسم تخطيطي بعرض 4 cm على الأقل، قلم جرافيت حاد من النوع (HB)، بدون تظليل.
- كتابة مسميات جميع الخلايا بصورة صحيحة واضحة باستخدام خطوط مستقيمة.
- مناسبة حجم الخلايا الحارسة لخلايا البشرة، والثغور مفتوحة.
- رسم جدران الخلايا بسلاسة بمنحنيات دقيقة؛ رسم جميع النوى وعددها 19.

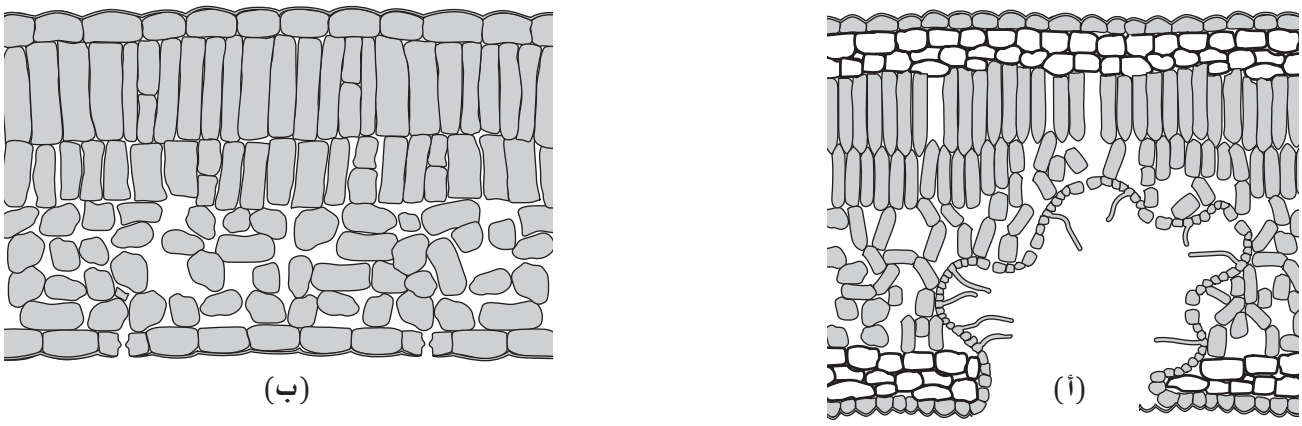
نشاط ٦-٢ مقارنة عيّنتَين

من المهم أن تكون قادرًا على تفحص العيّنات الحيوية والمقارنة بينها. تتصف **نباتات البيئة الجافة** بتراكيب تمكنها من البقاء في البيئة الجافة. يبيّن الشكل ٦-٢ رسومًا لمقاطع في أوراق نباتي الدفلى والكاميليا. في هذا النشاط سوف:

- تقارن بين تركيب أوراق هذَين النباتَين.
- تطوّر فهمك لنباتات البيئة الجافة.

مصطلحات علمية

نبات بيئة جافة Xerophyte: نباتات متكيّفة للبقاء في ظروف شح الماء.



الشكل ٦-٢: رسم لمقطع عرضي في ورقتَي: (أ) دفلى (ب) كاميليا.

١. انسخ الجدول ٦-١ وأكمله بالمقارنة بين التراكيب في كل ورقة.

التركيب	الدفلى	الكاميليا
البشرة العليا		
النسيج الوسطي العمادي		
النسيج الوسطي الإسفنجي		
البشرة السفلى		

الجدول ٦-١: مقارنة تركيب الورقة بين الدفلى والكاميليا.

٢. اقترح أيّ نبات متكيف للعيش في مناطق بيئتها جافة، واشرح كيف تكيفت الأوراق للتقليل من فقد الماء.

.....

.....

.....

.....

نشاط ٦-٣ تحديد وظائف الخلية النباتية

يوجد العديد من أنواع الخلايا النباتية المختلفة، ذات تراكيب ووظائف مختلفة.
يجب أن تكون قادرًا على تحديد هذه الخلايا وفهم كيفية تكيفها لوظائفها المحددة.
في هذا النشاط سوف:

- تطوّر فهمك لتركيب الخلية النباتية ووظائفها.

١. أكمل الجدول ٦-٢ لمطابقة أنواع الخلايا مع العبارات الدالة على وظائفها ومواقعها وتراكيبها. يمكن أن تستخدم بعض العبارات عدة مرات.
يعرض الجدول مثالاً على ذلك.

النسيج	التركيب	الموقع	الوظيفة
الأوعية الخشبية	• خلايا ميتة، مجوّفة • جدران الخلايا ملجننة غير منفذة للماء • تتصل نهايات الخلايا بعضها ببعض بدون جدران فاصلة	• مرتبط بالحزم الوعائية	• نقل الماء من الجذر إلى الساق والأوراق • دعم الساق
عنصر الأنبوب الغربالي			
الخلية المرافقة			
النسيج الإسكلرنشيمي			
النسيج الكولنشيمي			
النسيج البرنشيمي			

الجدول ٦-٢: وظيفة أنواع مختلفة من الخلايا النباتية وموقعها وتركيبها.

التراكيب

- خلايا ميّتة، مجوّفة
- تحتوي جدران الخلايا على سليلوز إضافي في جدران الخلايا
- خلايا حية
- الخلايا مفصولة بصفائح غربالية
- جدران الخلايا **ملجننة** غير منفذة للماء
- جدران الخلايا من السليلوز

مصطلحات علمية

لجنين Lignin (ملجنن Lignified): مركب حيوي معقد يرتبط بألياف السليلوز فتكتسب جدران الخلايا الصلابة والقوة؛ مكوّن رئيسي غير كربوهيدراتي للخشب.

- لا تحتوي على نوى أو رايبوسومات، بل على طبقة رقيقة من السيتوبلازم فقط
- جميع عضيّات الخلية النموذجية موجودة

المواقع

- متصلة مع الحزم الوعائية
- ترتبط بعناصر الأنبوب الغربالي عن طريق الروابط البلازمية
- أنسجة وسطية ورقية
- توجد في زوايا بعض السيقان
- توجد في العرق الوسطي للورقة
- نسيج قشرة في الجذر والساق

الوظائف

- نقل الماء من الجذر إلى الساق والأوراق
- دعم الساق
- تخزين النشا
- دعم الأوراق
- نقل السكروز والأحماض الأمينية
- يقوم بعمليات التمثيل الغذائي لعنصر الأنبوب الغربالي المتصل به
- التمثيل الضوئي

نشاط ٦-٤ قياس معدلات النتح

يمثل استخدام **البوتوميتر** (مقياس النتح) لاستقصاء **النتح** طريقة قياسية يجب أن تكون على معرفة بها. قد تواجه مجموعة من البوتوميترات المختلفة، والتي يمكنها أن تقيس فقد الماء بالوزن أو الحجم. الهدف من جميع البوتوميترات، أيًّا كان تصميمها، هو قياس فقد الماء من النباتات. وغالبًا ما يتم استخدامها لاستقصاء تأثير عوامل البيئة على معدل النتح. في هذا التمرين سوف:

- تطوّر فهمك لكيفية التأكد من أن التجارب ستؤدي إلى نتائج صحيحة.
- تطوّر فهمك للعوامل التي تؤثر في معدلات النتح.
- تطوّر مهاراتك الرياضية من خلال إجراء سلسلة من العمليات الحسابية.

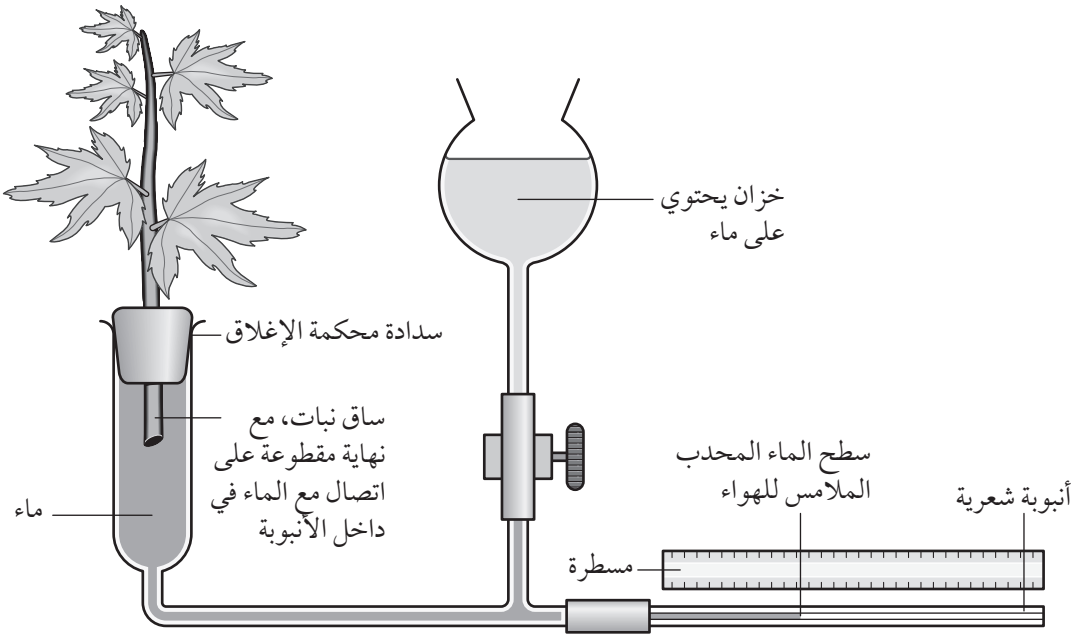
مصطلحات علمية

البوتوميتر Potometer: جهاز يُستخدم لقياس معدل امتصاص النبات للماء.

النتح Transpiration: فقد بخار الماء من النبات إلى البيئة عن طريق الانتشار مع منحدر جهد الماء. يحدث معظم النتح من خلال الثغور في الأوراق.

١. يمكن قياس معدلات النتح باستخدام البوتوميتر كما هو موضح في الشكل ٦-٣.

اهتم طالب بمقارنة تأثير زيادة سرعة الريح على معدل النتح في نوعَين مختلفَين من النبات، الغار وإكليل الجبل. أعدّ البوتوميتر كما في الشكل واستقصى المسافة التي قطعتها فقاعة الهواء عبر الأنبوبة الشعرية في غضون عشر دقائق في كل سرعة ريح. وكرر ذلك مع كل نبات.



الشكل ٦-٣: البوتوميتر.

أ. اقترح وصف الإجراءات التي على الطالب اتباعها بالترتيب للتأكد من عدم وجود فقاعات هواء في البوتوميتر.

.....

.....

ب. اقترح كيف يمكنه تغيير سرعة الريح.

.....

.....

ج. في هذه التجربة نوعان من المتغيرات المستقلة. ما هما؟

.....

.....

د. ما هو المتغيّر التابع؟

.....

.....

هـ. يتأثر النتح بالعديد من العوامل. ضع قائمة بجميع المتغيّرات التي يفترض ثباتها.

.....

.....

و. ما الافتراض الذي تضعه حول الارتباط بين حركة الماء في الأنبوبة الشعرية والنتح؟

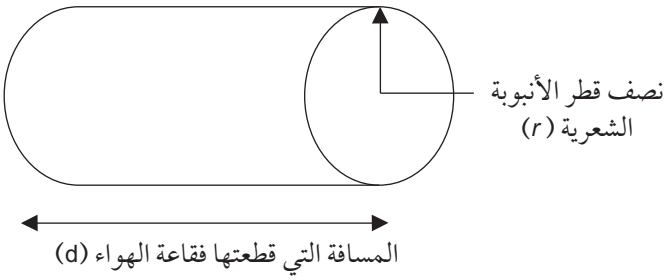
.....

.....

أراد الطالب حساب معدل النتح (الماء المفقود) بوحدة mm^3 لكل سنتيمتر مربع من الورقة، بهدف مقارنة معدل النتح في النوعين من النبات. يبيّن الجدول أدناه المسافة التي قطعتها فقاعة الهواء خلال فترة عشر دقائق لنبات إكليل الجبل. تم تحديد إجمالي مساحة سطح الأوراق ليكون $52\ cm^2$.

ز. اتبع الخطوات الآتية لإكمال حسابات الطالب في الجدول ٦–٣:

الخطوة ١ حجم الماء المفقود هو في الواقع أسطوانة من الماء، حيث طول الأسطوانة هو المسافة (d) التي قطعتها فقاعة الهواء، ونصف القطر (*r*) هو نصف قطر الأنبوبة الرفيعة، وكان في هذه التجارب 0.75 mm.



الشكل ٦–٤: حساب حجم أسطوانة الماء في البوتوميتر.

إذًا، الحجم عند كل سرعة ريح هو $dr^2\pi$.

الخطوة ٢ احسب الآن حجم الماء المفقود في الدقيقة. استمرت التجربة عشر دقائق، لذا اقسم حجم الماء المفقود على 10. اكتب إجابتك في الجدول.

الخطوة ٣ لحساب معدل فقد الماء لكل سنتيمتر مربع من ورقة النبات، اقسم إجابتك الأخيرة على مساحة سطح الأوراق ($52\ cm^2$). اكتب إجابتك في الجدول ٦-٣.

سرعة الريح/ وحدة تقديرية	المسافة التي قطعها الماء/mm	حجم الماء المفقود/mm^3	معدل الماء المفقود/ mm^3/min	معدل الماء المفقود لمساحة سطح كل ورقة/ $mm^3\ min/cm^2$
0	8	14.13	1.41	0.03
10	15			
20	24			
30	27			
40	31			
50	33			

الجدول ٦-٣: جدول نتائج نبات إكليل الجبل.

ح. كرر الطالب التجربة مع نبات الغار. استغرق تحرك فقاعة الهواء خمس دقائق. وكان إجمالي مساحة سطح الأوراق $160\ cm^2$ ونصف قطر الأنبوبة الشعرية 0.75 mm. أكمل الجدول ٦-٤.

سرعة الريح/ وحدة تقديرية	المسافة التي قطعها الماء/ mm	حجم الماء المفقود/mm^3	معدل الماء المفقود/ mm^3/min	معدل الماء المفقود لمساحة سطح كل ورقة/ $mm^3\ min/cm^2$
0	22			
10	36			
20	46			
30	57			
40	71			
50	85			

الجدول ٦-٤: جدول نتائج نبات الغار.

ط. ارسم تمثيلًا بيانيًّا لمقارنة معدل فقد الماء لكل سنتيمتر مربع من نوعَي النبات بسرعات ريح مختلفة.

ي. لماذا يجدر بنا رسم خط مستوٍ مناسب (ملائم) مع سلسلة البيانات هذه؟

.....

.....

ك. انتقد طالب آخر البيانات، بالإشارة إلى أن الوقت الذي استغرقته فقاعة الهواء لقطع المسافة كان مختلفًا للنوعَين المغايرَين من النبات. هل هذا الانتقاد صحيح؟

.....

.....

مهم

تأكد من إجراء ما يأتي:

- استخدم محورَين مستمرَّين مع سرعة الريح على المحور (س)، ومعدل الماء المفقود لكل سنتيمتر مربع على المحور (ص).
- استخدم المحورَين نفسَيهما لرسم كلا مجموعتَي البيانات. ارسم المنحنيات واكتب مسميات كلا النوعَين المختلفَين من النبات مع مفتاح الرسم.

الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي ٦-١ رسم رسوم تخطيطية سطحية لمقاطع جاهزة من سيقان وجذور نبات بقوة التكبير المتوسطة

يجب أن تكون قادرًا على تحديد الأنسجة النباتية المختلفة وتنفيذ **رسوم تخطيطية سطحية Plan diagrams**. الهدف من تنفيذ الرسوم التخطيطية السطحية تبيان نطاق أنواع الأنسجة المختلفة وليس رسم الخلايا المفردة.

مصطلحات علمية

رسوم تخطيطية سطحية Plan diagrams: رسوم تخطيطية بقوة التكبير المتوسطة لشيء يبيّن الأنسجة ولكن لا يوضح الخلايا المفردة.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- مجهر ضوئي
- مقياس شبكة العدسة العينية
- شرائح جاهزة لمقاطع عرضية في الساق والجذر لنبات ثنائي الفلقة
- قلم جرافيت حاد من النوع (HB)
- ممحاة
- مبراة
- مسطرة

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- توخَّ الحذر عند استخدام المصابيح والمجاهر إذ يمكن أن تصبح شديدة السخونة.

الطريقة

الجزء ١: مقطع عرضي في الساق

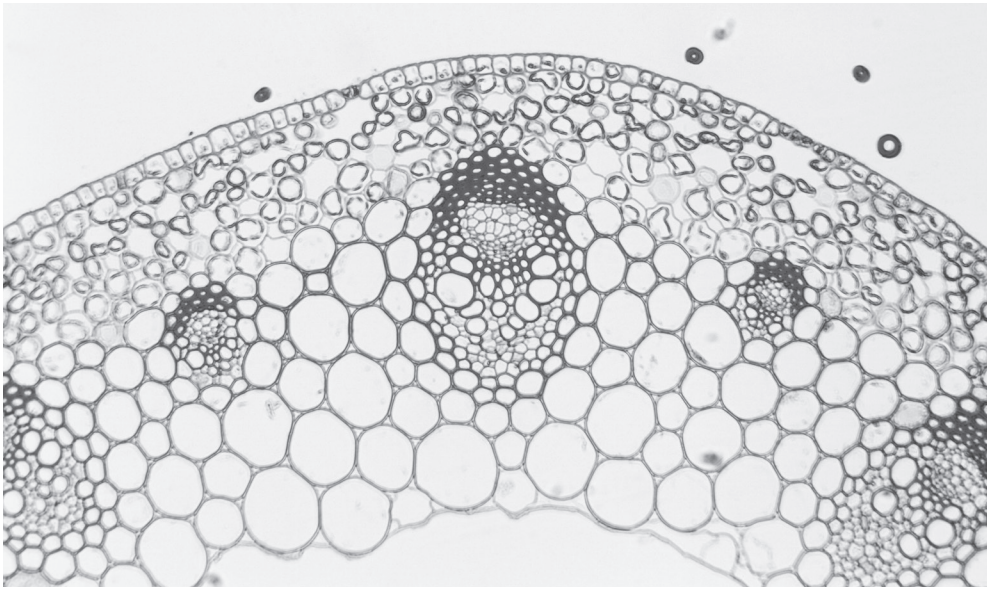
١. جهّز المجهر بحيث تكون العدسة الشيئية المتوسطة (10×) ومقياس شبكة العدسة العينية في مكانهما.

٢. ضع شريحة المقطع العرضي للساق على منضدة المجهر واجعلها في موضع التركيز باستخدام العدسة الشيئية المتوسطة (10×).

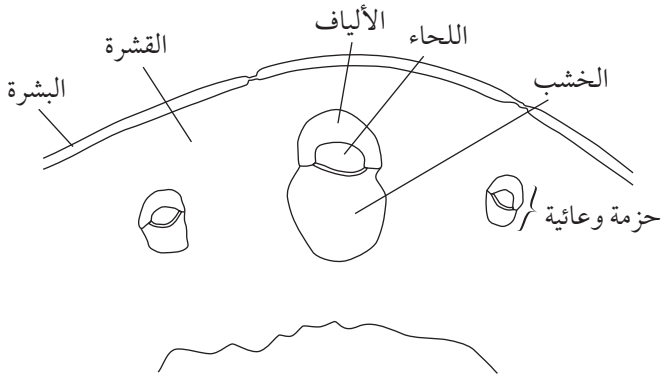
٣. يمكنك غالبًا الحصول على صورة أكثر وضوحًا بضبط شدة الإضاءة. اضبط الضوء والمكثف لترى تفاصيل الصورة. قد تحتاج إلى مساعدة معلمك في ذلك.

٤. حاول تحديد أنواع الأنسجة النباتية في منطقة من الساق (يساعدك في ذلك الصورة ٦–١ والشكل ٦–١): البشرة، الألياف، اللحاء، الخشب، القشرة، حزمة وعائية.

٥. اقرأ إرشادات الرسم في قسم المهارات العملية في بداية الكتاب. تبيّن الصورة ٦–١ والشكل ٦–١ كيفية تنفيذ رسم تخطيطي سطحي بقوة التكبير المتوسطة.



الصورة ٦–١: صورة مجهرية ضوئية لمقطع عرضي في الساق.



الشكل ٦–١: رسم تخطيطي سطحي لمقطع عرضي في الساق.

مهم

لا تكرّر رسم الشكل ٦-١.

٦. ارسم رسمًا تخطيطيًّا سطحيًّا بقوة التكبير المتوسطة لمقطع عرضي في الساق في المساحة الآتية. اكتب على الرسم بوضوح المسميات أدناه ثم سجّل مقدار التكبير:

- البشرة
- ألياف
- اللحاء
- الخشب
- القشرة
- حزمة وعائية

مقدار التكبير .....

٧. التكبير الكلي هو ناتج تكبير العدسة العينية (عادة 10×) وتكبير العدسة الشيئية (في هذه الحالة 10×). لذلك، سيكون التكبير الكلي لهذا الرسم 10 × 10 = 100. اكتب هذا الرقم على الرسم التخطيطي.

٨. استخدم مقياس شبكة العدسة العينية لحساب عدد وحدات العدسة العينية الموجودة داخل أقصى طول للحزمة الوعائية (من قاعدة نسيج الخشب إلى أعلى الألياف)، وسجّل الرقم في الجدول ٦-١. حدّد أيضًا أقصى عرض لهذه الحزمة الوعائية، وسجّل الرقم في الجدول ٦-١.

٩. سجّل الآن أقصى طول وعرض لأربع حزم وعائية أخرى، وسجّل النتائج في الجدول ٦–١.

النتائج

الحزمة الوعائية	1	2	3	4	5	المتوسط
طول الحزمة الوعائية/ وحدات عدسة عينية						
عرض الحزمة الوعائية/ وحدات عدسة عينية						

الجدول ٦–١: جدول النتائج.

التحليل والاستنتاج والتقويم

تقدير النسبة التي تشغلها أنسجة الحزم الوعائية من الساق.

١. احسب متوسط طول الحزم الوعائية وعرضها، وسجّله في الجدول ٦–١.

٢. قدّر أقصى قطر للساق بوحدات العدسة العينية وسجّله (قد تضطر إلى تحريك الساق إن كان كبيرًا). احسب عدد الحزم الوعائية الموجودة في الساق.

أ. عدد الحزم الوعائية: .....

ب. أقصى قطر للساق (بوحدات العدسة العينية): .....

.....

٣. لتقدير حساب المساحة التي يشغلها نسيج الحزم الوعائية من الساق عليك حساب مساحات المقطع العرضي للحزم الوعائية والساق.

أ. إجمالي مساحة الحزم الوعائية.

متوسط طول الحزم الوعائية = ...

متوسط عرض الحزم الوعائية = ...

إذا افترضنا أن شكل الحزمة الوعائية بيضاوي تقريبًا، يمكنك حساب المساحة بتطبيق المعادلة:

$$\text{المساحة} = \pi \times \left(\frac{\text{العرض}}{2}\right) \times \left(\frac{\text{الطول}}{2}\right)$$

متوسط المساحة المقدرة للحزمة الوعائية = ...

إجمالي المساحة المقدرة للحزم الوعائية = متوسط المساحة × عدد الحزم الوعائية.

إجمالي المساحة المقدرة للحزم الوعائية = ...

ب. مساحة المقطع العرضي للساق.

إذا افترضنا أن الساق على شكل دائرة، فإنه يمكن حساب مساحة المقطع العرضي.

أقصى قطر للساق: .....

$$\text{المساحة} = \pi \times \left(\frac{\text{القطر}}{2}\right)^2$$

إجمالي المساحة المقدرة للساق = ...

ج. المساحة النسبية.

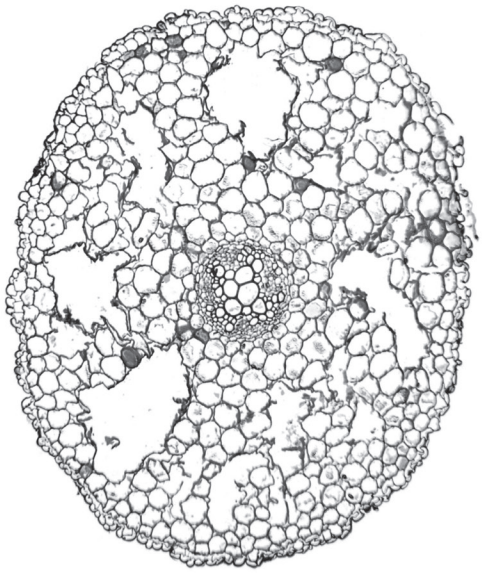
المساحة النسبية التي تشغلها الحزم الوعائية هي:

إجمالي المساحة المقدرة للحزم الوعائية ÷ إجمالي المساحة المقدرة للساق.

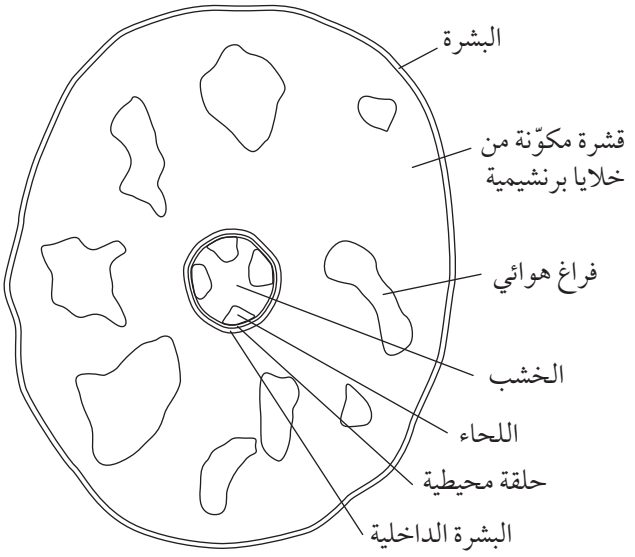
المساحة النسبية للساق المكوّنة من الحزم الوعائية = ...

الجزء ٢: مقطع عرضي في الجذر

١. استخدم شريحة جاهزة لمقطع عرضي في الجذر.



الصورة ٦-٢: صورة مجهرية ضوئية لمقطع عرضي في الجذر.



الشكل ٦-٢: رسم تخطيطي سطحي بقوة التكبير المتوسطة لمقطع عرضي في الجذر.

٢. ارسم رسمًا تخطيطيًّا سطحيًّا بقوة التكبير المتوسطة في المساحة الآتية متبعًا مرّة أخرى الإرشادات. حدّد على الرسم التراكيب الآتية واكتب مسمياتها، ثم سجل مقدار التكبير:

- البشرة
- القشرة
- الخشب
- اللحاء
- حلقة محيطية
- البشرة الداخلية

مقدار التكبير .....

٣. استخدم مقياس شبكة العدسة العينية لتقدير أقصى قطر للأسطوانة المركزية (القسم المركزي من الجذر الذي يحتوي على الخشب واللحاء والحلقة المحيطية والبشرة الداخلية)، وأقصى قطر للجذر ككل. سجّل ذلك في قسم النتائج.

النتائج

قطر الأسطوانة المركزية: ..... وحدات عدسة عينية.

قطر الجذر: ..... وحدات عدسة عينية.

التحليل والاستنتاج والتقويم

١. لقد حدّدت قطرَي الأسطوانة المركزية والجذر. احسب مساحة كلا التركيبَين بافتراض أن كلَيهما دائري الشكل.

مساحة الجذر: ..... (وحدة عدسة عينية)^{٢}.

مساحة الأسطوانة المركزية: ..... (وحدة عدسة عينية)^{٢}.

مهم

مساحة الدائرة =

$$\pi \times \left(\frac{\text{القطر}}{2}\right)^2$$

٢. الآن احسب، بالطريقة نفسها التي اتبعتها مع الساق، المساحة النسبية التي تشغلها الأسطوانة المركزية من الجذر. وضّح خطوات الحل.

٣. اقترح سبب عدم احتمال أن يكون حسابك لنسبة مساحة الساق المكوّنة من النسيج الوعائي دقيقًا.

.....

.....

.....

.....

٤. اشرح سبب عدم طلب تحديد الوحدات لنسب الأنسجة.

.....

.....

.....

.....

استقصاء عملي ٦-٢ رسم رسوم تخطيطية لخلايا وأنسجة بقوة التكبير الكبرى

يجب أن تكون قادرًا على تحديد أنواع الخلايا والأنسجة المختلفة، ورسم رسوم تخطيطية لخلايا بقوة التكبير الكبرى. تحتاج عادة عند رسم هذه الخلايا إلى أن ترسم قليلًا منها (خمس إلى ست) لتكون خلايا ممثلة لكل نوع من الأنسجة. لا تلجأ إلى اختيار الخلايا التي تضررت أثناء عمل المقطع، وحاول ألّا ترسم النوى كبقع داكنة.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- مجهر ضوئي
- مقياس شبكة العدسة العينية
- شرائح جاهزة لمقاطع عرضية في الساق والجذر والورقة ومقاطع طولية في الساق والجذر
- قلم جرافيت حاد من النوع (HB)
- ممحاة
- مبراة
- مسطرة

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- توخَّ الحذر عند استخدام المصابيح والمجاهر إذ يمكن أن تصبح شديدة السخونة.

الطريقة

الجزء ١: مقطع عرضي في الساق

١. جهّز المجهر كما عملت في الاستقصاء السابق.

٢. افحص مقطعًا عرضيًّا جاهزًا في الساق باستخدام قوة التكبير المتوسطة، وحدّد حزمة وعائية.

٣. انتقل إلى عدسة قوة التكبير الكبرى الشيئية وانظر بحرص إلى الحزمة الوعائية.

٤. استخدم دليل الرسم في المهارات العملية في مقدمة الكتاب، وارسم خمس خلايا تمثّل كلًا من هذه الأنسجة:

- الخشب
- اللحاء (كلّ من عناصر الوعاء الغربالي مرتبطة بخلايا مرافقة)
- البشرة

أوعية خشبية (مقطع عرضي في الساق)	لحاء (عناصر الوعاء الغربالي والخلايا المرافقة) (مقطع عرضي في الساق)
البشرة (مقطع عرضي في الساق)	

استخدم مقياس العدسة العينية لرسم مقياس شريط به عشرة أجزاء على كل رسم تخطيطي. سيساعدك ذلك في فهم نسب الخلايا والأنسجة. لا تحتاج إلى معايرة المقياس.

الجزء ٢: مقطع عرضي في الجذر

١. استبدل الشريحة بشريحة لمقطع عرضي في الجذر. حدّد النسيج الوعائي في مركز الجذر باستخدام قوة التكبير المتوسطة.

٢. انتقل إلى العدسة الشيئية ذات قوة التكبير الكبرى، وارسم خمس خلايا تمثّل كلًا من هذه الأنسجة:

- البشرة
- الحلقة المحيطية والبشرة الداخلية (الحلقة المحيطية هي الطبقة الموجودة تحت البشرة الداخلية مباشرة)
- النسيج البرنشيمي (خلايا القشرة)

البشرة (مقطع عرضي في الجذر)	
الحلقة المحيطية والبشرة الداخلية (مقطع عرضي في الجذر)	النسيج البرنشيمي (مقطع عرضي في الجذر)

استخدم مقياس شبكة العدسة العينية لرسم مقياس شريط به عشرة تدريجات (أجزاء) على كل رسم تخطيطي. لا تحتاج إلى معايرة المقياس.

الجزء ٣: مقطع عرضي في الورقة

١. استبدل الشريحة بشريحة لمقطع عرضي في الورقة. حدّد أنواع الأنسجة الرئيسية باستخدام قوة التكبير الكبرى، وارسم خمس خلايا تمثّل كلًا من الأنسجة الآتية:

- النسيج الوسطي العمادي
- النسيج الوسطي الإسفنجي
- البشرة السفلى (بما فيها الخلايا الحارسة)
- البشرة العليا
- النسيج الكولنشيمي (يوجد في العرق الوسطي)

النسيج الوسطي العمادي (مقطع عرضي في الورقة)	النسيج الوسطي الإسفنجي (مقطع عرضي في الورقة)
البشرة السفلى (مقطع عرضي في الورقة)	البشرة العليا (مقطع عرضي في الورقة)
النسيج الكولنشيمي (مقطع عرضي في الورقة)	

استخدم مقياس شبكة العدسة العينية لرسم مقياس شريط به عشرة تدريجات (أجزاء) على كل رسم تخطيطي. لا تحتاج إلى معايرة المقياس.

الجزء ٤: مقطع طولي في الساق ومقطع طولي في الجذر

١. أخيرًا، افحص شرائح لمقطع طولي في الساق ومقطع طولي في الجذر. قُطعت هذه الشرائح طوليًّا، لتعطي فكرة عن أطوال الخلايا المختلفة.

٢. حاول إيجاد أمثلة واضحة (ثلاث أو أربع خلايا) ورسمها، عن كل من الآتي:
- عناصر الأوعية الغربالية مرتبطة بخلايا مرافقة.
- أوعية خشبية (يمكن رؤية حلقة من اللجنين على امتداد الأوعية).

أوعية خشبية (مقطع طولي في الساق أو الجذر)	
لحاء (مقطع طولي في الساق أو الجذر)	تراكيب أخرى

التحليل والاستنتاج والتقويم

١. قارن من خلال رسومك بين تراكيب الأزواج الآتية لأنواع الخلايا. ضمّن المقارنة القياسات وأشكال الخلايا والتراكيب الأخرى.

أ. الأوعية الخشبية واللحاء (كلّ من المقطع العرضي والمقطع الطولي)

.....

ب. بشرة الساق وبشرة الجذر

.....

ج. البشرة السفلى والبشرة العليا

.....

د. النسيج الوسطي العمادي والنسيج الوسطي الإسفنجي

.....

٢. الأوعية الخشبية خلايا مجوفة ومتينة تحتوي على اللجنين في جدرانها الخلوية. يقوّي اللجنين الخلايا وهو غير منفذ للماء. اشرح سبب موت هذه الخلايا، وأهمية اللجنين لوظيفتها.

.....

.....

٣. اشرح كيف تكيّفت أنواع الخلايا والأنسجة مع وظائفها.
ستحتاج إلى استخدام بعض معرفتك السابقة هنا.

أ. اللحاء

.....

.....

ب. البشرة السفلى للورقة

.....

.....

ج. بشرة الجذر

.....

.....

د. خلايا كولنشيمية

.....

.....

٤. فسّر سبب ضرورة أن تكون المقاطع بسماكة خلية واحدة.

.....

.....

استقصاء عملي ٦-٣ تقدير معدل فقد الماء عن طريق ثغور الورقة (استقصاء اختياري)

ستتعلم في هذا الاستقصاء كيف تقدر عدد الثغور في أوراق النبات، وتستخدم طريقة بسيطة لتحديد معدل فقد الماء.

الجزء ١: قياس معدّل فقد الماء (الأيام 1–7)

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- قطعة غصن من نبات يتصل به 10 أوراق تقريبًا
- مخبار مدرج، 100 mL
- زيت بارافين أو زيت الطعام في زجاجة بقطارة، 50 mL
- مصدر ماء صنبور

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- تأكّد من عدم وجود مشكلات تحسس لديك من أنواع النباتات المستخدمة.

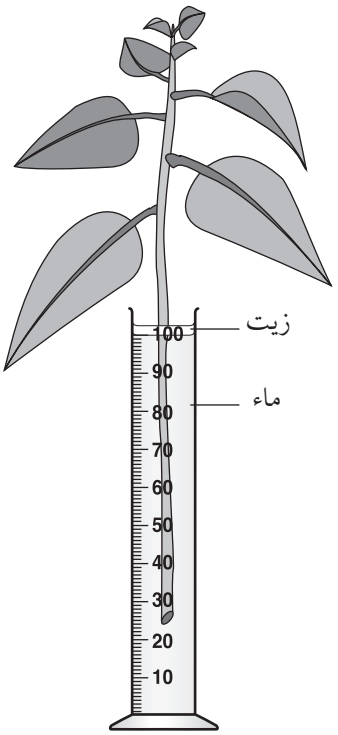
الطريقة

١. خذ قطعة غصن من النبات وأزل معظم الأوراق السفلية بحيث يبقى لديك غصن طويل بعشرة أوراق تقريبًا عند القسم العلوي.

٢. اقطع الطرف السفلي من الغصن وضعه في مخبار مدرج 100 mL.

٣. املأ المخبار المدرج حتى 100 mL بالماء.

٤. اسكب بعناية طبقة من الزيت على سطح الماء (انظر الشكل ٦-٣).



الشكل ٦-٣: أدوات الاستقصاء.

٥. اترك المخبار المدرج والنبات في مكان جيد الإضاءة والتهوية لمدة سبعة أيام.

٦. قِس حجم الماء بعد سبعة أيام (تحت طبقة الزيت). سجّل الرقم في قسم النتائج.

النتائج

حجم الماء في المخبار المدرج بعد سبعة أيام: .....

التحليل والاستنتاج والتقويم

١. أ. احسب متوسط معدل فقد الماء يوميًا باستخدام الإرشادات الآتية:

الماء المفقود بعد سبعة أيام = 100 mL – حجم الماء المتبقي في المخبار المدرج.

متوسط فقد الماء في اليوم = حجم الماء المفقود بعد سبعة أيام ÷ الزمن المستغرق.

نفّذت التجربة لمدة سبعة أيام. استخدم المعادلات لحساب متوسط فقد الماء في اليوم.

متوسط فقد الماء في اليوم = mL ..... في اليوم.

ب. حوّل هذه القيمة إلى متوسط فقد الماء في الساعة بقسمتها على 24.

متوسط فقد الماء في الساعة = mL ..... في الساعة.

ج. حوّل الوحدات إلى µ في الساعة عن طريق الضرب في 1000.

متوسط فقد الماء في الساعة = µ ..... في الساعة.

الجزء ٢: تقدير مساحة سطح الورقة (اليوم 7)

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

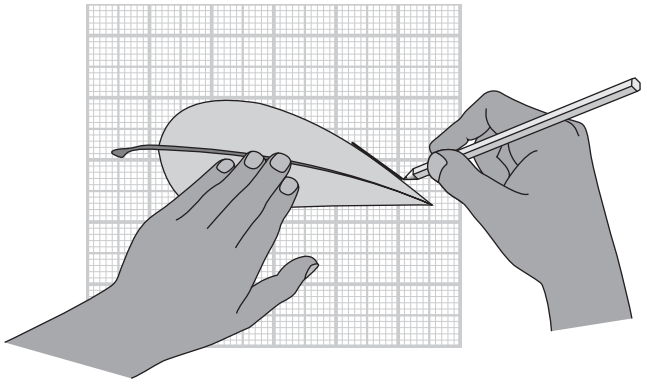
- مجموعة مختارة من ورق شبكات. مربعات بقياسات مختلفة 10 mm, 5 mm, 2 mm, 1 mm لتخطيط حواف أوراق النبات. يمكن استخدام ورق التمثيل البياني إذا لم يتوافر هذا الورق.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- تأكّد من عدم وجود مشكلات تحسس لديك من أنواع النباتات المستخدمة.

الطريقة

١. أخرج الغصن من المخبار المدرج وأعط كل ورقة رقمًا. اختر خمسة أرقام عشوائية.



الشكل ٦-٤: طريقة للجزء الثاني من الاستقصاء ٦-٣
تخطيط حواف ورقة الشجر.

٢. انزع الأوراق التي اخترتها وخطط بقلم الجرافيت بمحاذاة (حول) حواف كل ورقة على ورقة الشبكات (كما هو مبيّن في الشكل ٦–٤). يمكن أن يكون التباعد على ورق الشبكات بحدود 0.5 cm، 1، 1.5، 2 اعتمادًا على قياس الأوراق. عليك اختيار قياس الشبكة الذي سيعطي نتائج دقيقة من دون أن يستغرق عدّ جميع المربعات وقتًا طويلًا.

٣. احسب عدد المربعات الذي تغطيه كل ورقة لحساب مساحة سطح الأوراق. وبالنسبة إلى المربعات التي تغطّت جزئيًا بمخطط الورقة، عدّها جميعها ثم اقسم العدد على اثنين. سجّل نتائجك في الجدول ٦–٢ أدناه.

النتائج

	رقم الورقة				
	1	2	3	4	5
عدد المربعات الكاملة					
عدد المربعات التي تغطّت جزئيًّا					
عدد المربعات التي تغطّت جزئيًّا ÷ 2					
المجموع الكلي للمربعات					

الجدول ٦–٢: جدول النتائج.

المجموع الكلي للأوراق على الغصن: .....

التحليل والاستنتاج والتقويم

١. أ. احسب متوسط مساحة الأوراق عن طريق جمع إجمالي عدد المربعات للأوراق الخمس وقسمته على 5.

متوسط مساحة سطح الورقة = إجمالي عدد المربعات لكل ورقة ÷ 5

متوسط مساحة سطح الورقة = ... مربعًا

ب. لتحويل عدد المربعات إلى وحدات مترية، عليك حساب مساحة مربع واحد. سيعتمد هذا على قياس مربعات ورق الشبكات الذي استخدمته.

مساحة سطح مربع واحد = mm^2 .....

ج. احسب متوسط مساحة ورقة النبات باستخدام المعادلة الآتية:

متوسط مساحة سطح ورقة النبات = 2 x (متوسط عدد المربعات × مساحة المربع الواحد).

متوسط مساحة سطح ورقة النبات = mm^2 .....

د. يمكن الآن حساب إجمالي مساحة سطح ورقة النبات لجميع الأوراق على الغصن باستخدام المعادلة الآتية:

إجمالي مساحة سطح الأوراق = (عدد الأوراق × متوسط مساحة سطح الورقة).

إجمالي مساحة سطح الأوراق = mm^2 .....

هـ. إجمالي مساحة سطح الأوراق تساوي مجموع مساحة سطح البشرة العليا والبشرة السفلى. لإيجاد مساحة سطح البشرة العليا والبشرة السفلى يقسم ببساطة إجمالي مساحة سطح الورقة على 2 = mm^2 .....

مساحة سطح البشرة السفلى = mm^2 .....

الجزء ٣: تقدير العدد الإجمالي للثغور (اليوم 7)

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- طلاء أظفار شفاف
- ملقط
- إبرة مثبتة
- شرائح مجهرية
- أغطية شرائح
- مجهر ضوئي
- مقياس المنضدة

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

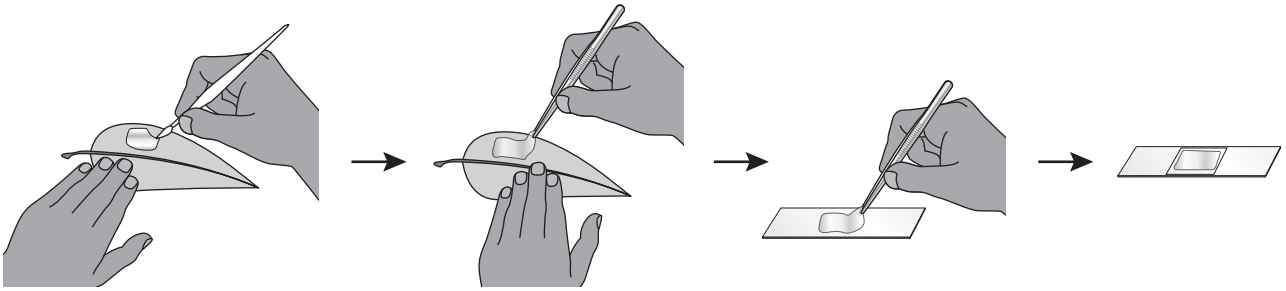
- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- يجب استخدام نظارات واقية عند استخدام طلاء الأظفار.

الطريقة

١. بادر إلى طلاء الوجهَين العلوي والسفلي لورقة نبات بطلاء أظفار شفاف، ثم اتركها لتجف.

٢. عندما تجف تمامًا، استخدم ملقطًا لتقشير طلاء الأظفار بعناية من على السطح السفلي للورقة (انظر الشكل ٦–٥).

٣. ضع طلاء الأظفار المقشور على شريحة زجاجية في قطرة ماء، وغطّها بغطاء الشريحة.



الشكل ٦–٥: طريقة للجزء الثالث من الاستقصاء: صنع قشرة الثغور.

٤. جهّز مجهرًا مع مقياس العدسة العينية.

٥. لاحظ قشور طلاء الأظفار باستخدم العدسة الشيئية بقوة التكبير الكبرى، وحدّد موقع الثغور.

٦. عدّ عدد الثغور في مجال الرؤية.

٧. عدّ عدد الثغور في أربع مناطق أخرى من ورقة النبات، وسجّل نتائجك في الجدول ٦–٣.

٨. كرّر ما عملته مع قشور طلاء الأظفار على البشرة العليا، وسجّل مرة أخرى النتائج في الجدول ٦–٣.

٩. مع إبقاء العدسة الشيئية نفسها في مكانها، استخدم مقياس المنضدة لمعايرة شبكة العدسة العينية. ثم استخدمها لتقدير قطر مجال الرؤية وتسجيل ذلك أسفل الجدول ٦–٣.

النتائج

رقم مجال الرؤية	عدد الثغور في مجال الرؤية	
	البشرة السفلى	البشرة العليا
1		
2		
3		
4		
5		
المتوسط		

الجدول ٦-٣: جدول النتائج.

قطر مجال رؤية واحدة = µm .....

حوّل هذه القيمة إلى mm بالقسمة على 1000.

قطر مجال الرؤية = mm .....

التحليل والاستنتاج والتقويم

١. أ. احسب مساحة مجال رؤية واحد باستخدام المعادلة:

$$\text{مساحة} = \pi \times \left(\frac{\text{القطر}}{2}\right)^2$$

مساحة مجال رؤية واحد mm^2 .....

ب. احسب متوسط عدد الثغور لكل مجال رؤية.

متوسط عدد الثغور في البشرة السفلى = ... ثغر لكل مجال رؤية.

متوسط عدد الثغور في البشرة العليا = ... ثغر لكل مجال رؤية.

ج. يمكنك الآن حساب متوسط عدد الثغور في البشرة السفلى والبشرة العليا بقسمة متوسط عدد الثغور لكل مجال رؤية على مساحة مجال الرؤية.

متوسط عدد الثغور لكل مليمتر مربع في البشرة السفلى mm^2 .....

متوسط عدد الثغور لكل مليمتر مربع في البشرة العليا mm^2 .....

د. بعد تحديد مساحة سطح البشرة السفلى والبشرة العليا ومتوسط عدد الثغور لكل مليمتر مربع، يمكن حساب العدد الإجمالي للثغور.

إجمالي عدد الثغور في البشرة السفلى = مساحة سطح البشرة السفلى × متوسط عدد الثغور في البشرة السفلى لكل مليمتر مربع.

إجمالي عدد الثغور في البشرة العليا = مساحة سطح البشرة العليا × متوسط عدد الثغور في البشرة العليا لكل مليمتر مربع.

إجمالي عدد الثغور في البشرة السفلى = ...

إجمالي عدد الثغور في البشرة العليا = ...

يمكن جمع عدد الثغور في البشرة السفلى والبشرة العليا لحساب إجمالي عدد الثغور في الفرع.

إجمالي عدد الثغور = ...

هـ. عليك أن تحسب الآن:

- متوسط معدل فقد الماء mm^3/h من الغصن.
- إجمالي عدد الثغور.

يمكن الآن استخدام هذه البيانات لحساب متوسط معدل فقد الماء لكل ثغر.

متوسط معدل فقد الماء = معدل فقد الماء ÷ إجمالي عدد الثغور.

متوسط معدل فقد الماء لكل ثغر = mm^3/h / ثغر .....

٢. اشرح سبب اختيار خمس أوراق نبات عشوائيًّا.

.....

.....

٣. اشرح كيف سيؤثر ذلك على كل من (أ) تقدير إجمالي مساحة سطح الورقة، و(ب) المعدل المقدر لفقد الماء لكل ثغر، إذا كانت جميع الأوراق المختارة ذات قياس أصغر من القياس المتوسط.

أ. إجمالي مساحة سطح الورقة.

.....

.....

ب. المعدل المقدر لفقد الماء لكل ثغر.

.....

.....

٤. اشرح سبب وضع الزيت فوق الماء.

.....

.....

٥. تم تقدير متوسط معدل فقدان المياه على مدى سبعة أيام. اشرح أربعة عوامل يمكن أن تكون سبب الاختلافات في معدل فقد الماء.

(أ) .....

.....

(ب) .....

.....

(ج) .....

.....

(د) .....

.....

٦. اقترح ثلاثة مصادر لعدم الدقة في التجربة، واقترح تحسينًا في كل حالة.

(أ) عدم الدقة .....

.....

التحسين .....

.....

(ب) عدم الدقة .....

.....

التحسين .....

.....

(ج) عدم الدقة .....

.....

التحسين .....

.....

استقصاء عملي ٦-٤ استخدام البوتوميتر (استقصاء اختياري)

البوتوميتر جهاز يقيس فقد الماء من النبات. ستتعلم في هذا الاستقصاء كيف تُعدّ جهاز بوتوميتر حجمي لقياس معدل فقد الماء، النتح، من غصن نبات. نحن في الواقع نقيس معدل الماء الذي امتصه النبات، ونفترض أن جميع هذا الماء يفقد من خلال الأوراق.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- غصن نبات تتصل به عدة أوراق
- بوتوميتر (أنبوبة زجاجية شعرية + أنبوبة بوتوميتر مطاطية) (انظر الشكل ٦–٦)
- كأس زجاجية قياس 250 mL
- مسطرة مدرجة بالمليمترات
- مقص تقليم (لقص الغصن)
- ورق ترشيح
- ساعة إيقاف
- حامل حديد كامل (مع ماسك عدد 2 ورابط عدد 2)
- ورق مقوى صلب قياس A4
- قلم للكتابة على الزجاج
- حوض زجاجي عميق مملوء بالماء
- ماء صنبور
- فازلين

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- تأكّد من عدم وجود مشكلات تحسس لديك من أنواع النباتات المستخدمة.
- انتبه عند استخدام مقص التقليم وزجاج البوتوميتر الذي يمكن أن يتكسّر ويسبّب الجروح.
- ارتدِ نظارات واقية عند استخدام الأنابيب الشعرية ووصل الأدوات معًا.

الطريقة

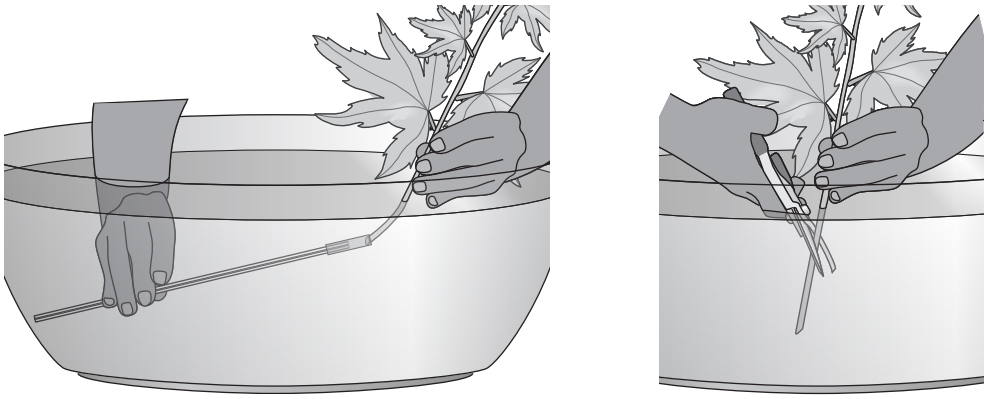
١. املأ الحوض بماء الصنبور.

٢. ضع البوتوميتر في الحوض تحت سطح الماء واملأه بالماء (تحقق من عدم وجود فقاعات هواء)، ولا تخرج البوتوميتر من الماء.

٣. ضع غصنًا يتصل به عدة أوراق تحت سطح الماء.

٤. أثناء الإمساك بالغصن تحت الماء اقطع الطرف السفلي من الساق بمقص التقليم بزاوية 45° تقريبًا (الشكل ٦-٦). لا تُخرج الغصن من الماء لئلّا تدخل فقاعات الهواء في الأوعية الخشبية.

٥. ادفع بعناية الطرف المقطوع من الساق داخل أنبوبة البوتوميتر المطاطية (الشكل ٦-٦)، مع إبقاء جميع الأدوات تحت سطح الماء طوال الوقت.



الشكل ٦-٦: إعداد بوتوميتر.

٦. تأكد من عدم وجود فقاعات هواء في الأنبوبة المطاطية للبوتوميتر (يجب أن يكون هناك عمود ماء متصل من نهاية الساق إلى الأنبوبة الزجاجية الشعرية).

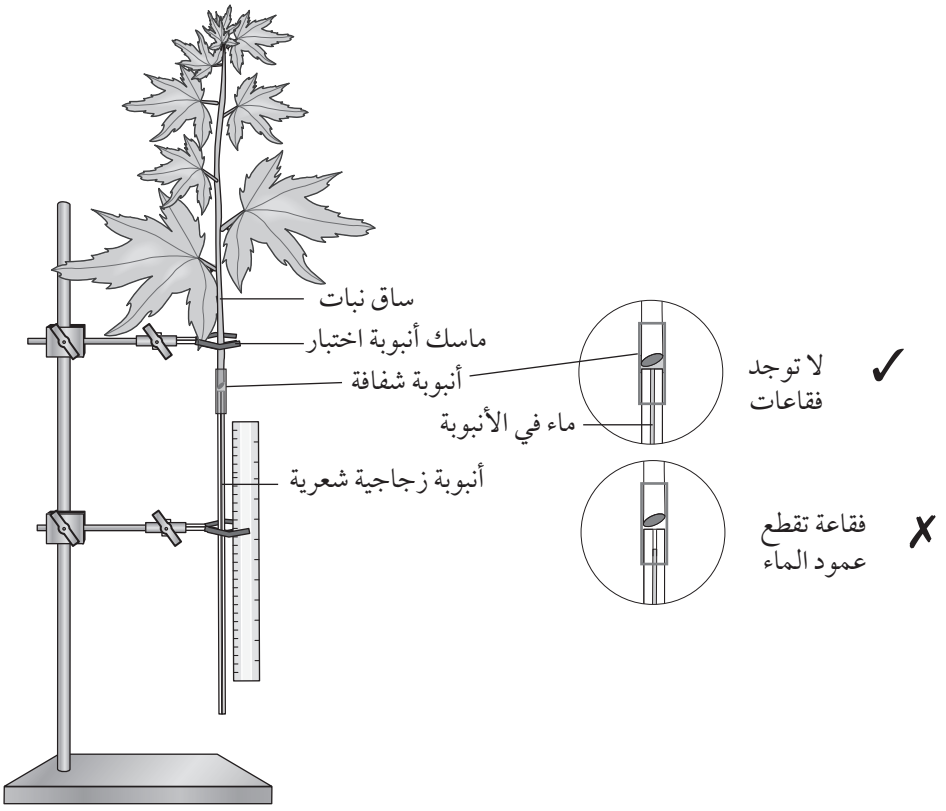
٧. أخرج البوتوميتر والغصن من الماء وثبته باستقامة مستخدمًا الماسك كما في الشكل ٦-٧.

٨ . ضع طبقة من الفازلين على نقاط التقاء البوتوميتر مع ساق النبات حتى لا يحدث أي تسريب، ونشّف أسطح الأوراق بعناية بورق تجفيف.

٩. المس طرف الأنبوبة الزجاجية الشعرية بورق ترشيح للسماح بدخول الهواء من طرف الأنبوبة.

١٠. عندما يدخل بعض الهواء إلى قاعدة الأنبوبة الزجاجية الشعرية، ضع الكاس الزجاجية 250 mL التي تحتوي على الماء عند الطرف السفلي للأنبوبة الشعرية بحيث تكون نهايتها مغمورة في الماء. اتركها لمدة دقيقة، أو ريثما يدخل بعض الماء بما يسمح بتكوين فقاعة هواء.

حدّد مكان فقاعة الهواء على الأنبوبة الزجاجية بقلم الكتابة على الزجاج.



الشكل ٦–٧: بوتوميتر.

مهم

إذا قطعت فقاعة هواء عمود الماء في الأنبوبة المطاطية في أي وقت، يجب تفكيك الجهاز وتجميعه مرة أخرى تحت سطح الماء. إذا وصلت فقاعة الهواء في الأنبوبة الزجاجية الرفيعة إلى الأنبوبة المطاطية، يمكن تكوين فقاعة هواء جديدة بوضع طرف الأنبوبة الزجاجية الشعرية في كأس الماء.

١١. اترك الجهاز لمدة ٥ دقائق، ثم حدّد المكان الذي انتقلت إليه الفقاعة.

١٢. كرّر ذلك لأربع فترات أخرى، كل 5 دقائق.

١٣. قِس بالمسطرة، بين الحين والآخر، المسافة التي قطعتها الفقاعة خلال خمس دقائق. سجّل نتائجك في الجدول ٦–٤.

١٤. قِس بالمسطرة نصف قطر الأنبوبة الزجاجية الشعرية.

النتائج

الزمن / min	المسافة التي قطعتها الفقاعة / mm
5	
10	
15	
20	
25	

الجدول ٦-٤: جدول النتائج.

نصف قطر الأنبوبة الزجاجية الشعرية = mm .....

التحليل والاستنتاج والتقويم

١. احسب متوسط المسافة التي قطعتها فقاعة الهواء خلال فترات الخمس دقائق.

متوسط المسافة المقطوعة خلال فترات الخمس دقائق = mm .....

الآن، احسب متوسط المسافة المقطوعة في الدقيقة بقسمة هذا الرقم على خمس دقائق:

متوسط المسافة المقطوعة في الدقيقة = mm/min .....

٢. لحساب حجم الماء المفقود، نفترض أن الأنبوبة الشعرية لها شكل أسطوانة ونحتاج إلى حساب حجمها.

حيث (r) هي نصف القطر، (d) هي طول عمود الماء (المسافة التي قطعتها الفقاعة).

مهم

الحجم = $\pi \times r^2 \times d$

حجم الماء المفقود في الدقيقة = ...

٣. لماذا لا تكون القيمة المحسوبة لحجم الماء المفقود في الدقيقة هي بالضرورة الحجم الحقيقي للماء المفقود من الأوراق؟ اشرح إجابتك.

مهم

لا تنسَ إضافة الوحدات.

.....

.....

.....

٤. اذكر **ثلاث** وظائف للنتح.

.....

.....

.....

٥. اشرح سبب أهمية التأكد من عدم دخول الهواء إلى الخشب.

.....

.....

.....

.....

٦. اشرح سبب تجفيف أسطح الأوراق.

.....

.....

.....

.....

٧. صف الاختلاف في فقد الماء لكل فترة خمس دقائق في التجربة. حدّد ما إذا كانت القيم متشابهة. إذا لم تكن كذلك، فاقترح أسباب التغيّرات في معدل فقد الماء.

.....

.....

.....

.....

٨. قارن معدل فقد الماء في تجربتك مع نتائج زملائك في الصف، مقترحًا أسباب الاختلافات الواردة.

.....

.....

.....

.....

استقصاء عملي ٦-٥ رسم مقاطع والتعرّف على أنسجة ورقة نموذجية وورقة نبات بيئة جافة

يجب أن تكون قادرًا على تحديد أنسجة الورقة المختلفة وفهم تكيفات نباتات البيئة الجافة.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- مجهر ضوئي
- مقياس شبكة العدسة العينية
- شرائح جاهزة لمقاطع عرضية في ورقة نبات ثنائي الفلقة ومقطع عرضي في ورقة نبات قصب الرمال *Ammophila*
- قلم جرافيت حاد من النوع (HB) او (2H)
- ممحاة
- مبراة
- مسطرة

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- توخَّ الحذر عند استخدام المصابيح والمجاهر حيث يمكن أن تصبح شديدة السخونة.

الطريقة

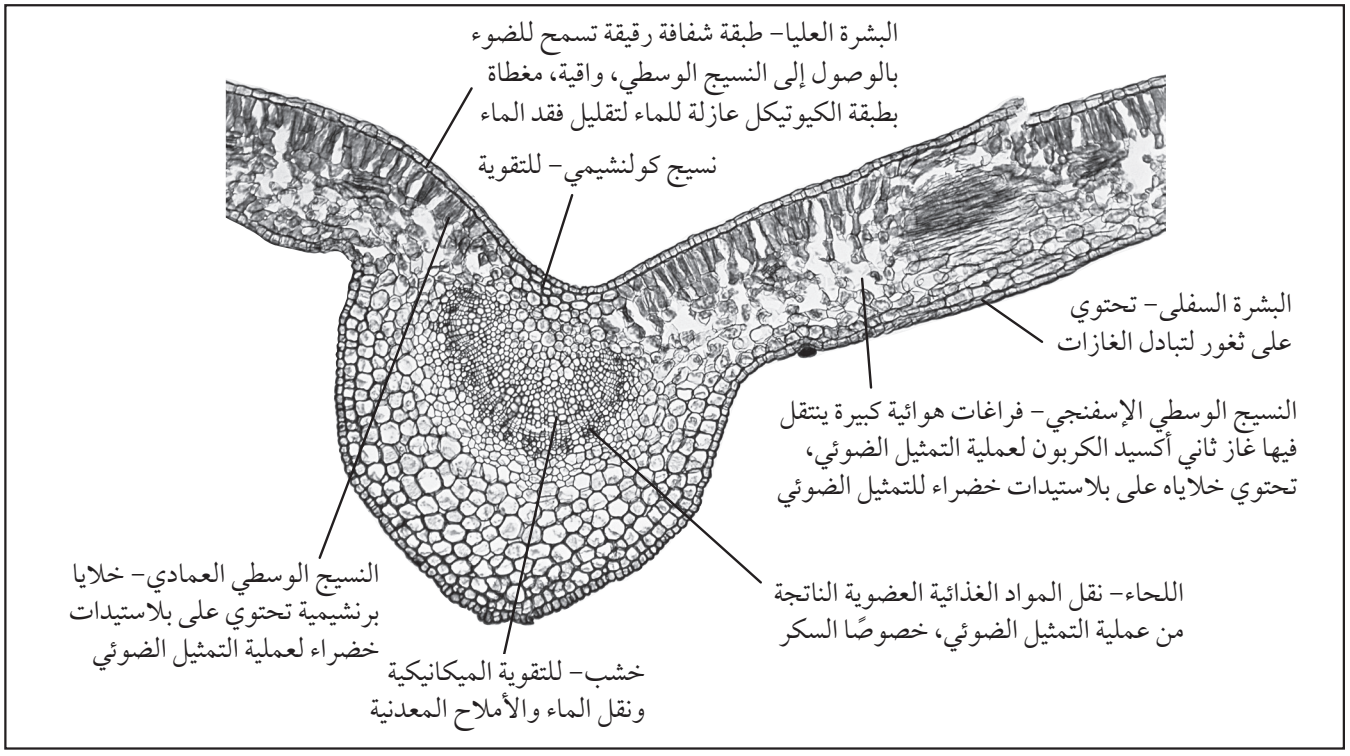
١. استخدم شريحة جاهزة لمقطع عرضي في ورقة نبات.

٢. اجعل المقطع في موضع التركيز بحيث يتضمن مقطعًا من العرق الوسطي ونصل الورقة.

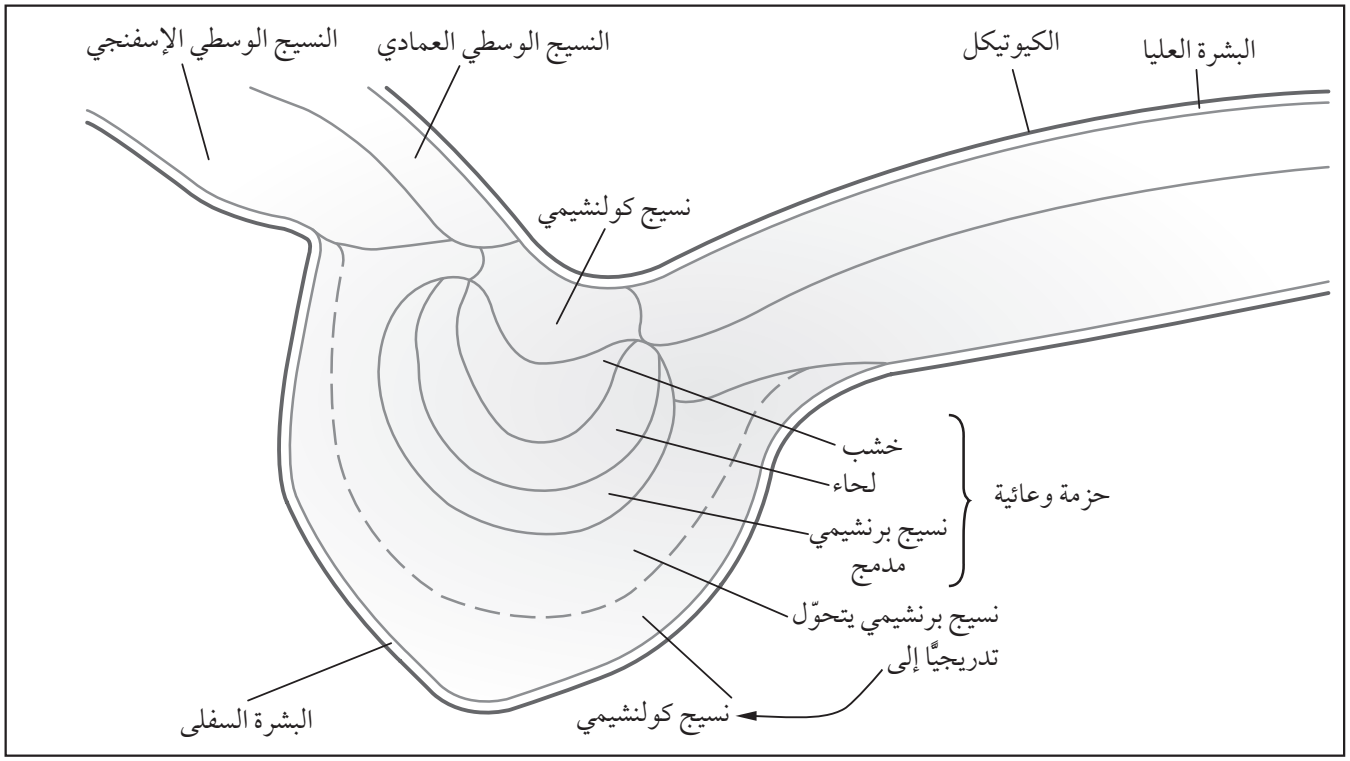
٣. ارسم رسمًا تخطيطيًّا سطحيًّا بقوة التكبير المتوسطة، مع الحرص على اتباع الإرشادات. حاول تعرّف التراكيب الآتية ومسمياتها (يساعدك في ذلك الصورة ٦-٣ والشكل ٦-٨):

- الكيوتيكل
- البشرة العليا
- البشرة السفلى (بما في ذلك الثغور)
- النسيج الوسطي العمادي

- النسيج الوسطي الإسفنجي
- الخشب (يمكن العثور عليه في العرق الوسطي ونصل الورقة)
- اللحاء (يمكن العثور عليه في العرق الوسطي ونصل الورقة)
- حزمة وعائية
- نسيج برنشيمي (يتكوّن هذا النسيج من خلايا غير متخصصة)
- نسيج كولنشيمي (يتكوّن هذا النسيج من خلايا تماثل تمامًا الخلايا البرنشيمية، إنما لها جدران خلوية أكثر تغلظًا لتوفير دعم إضافي. قد يكون من الصعب تحديد مكان بدء النسيج البرنشيمي والنسيج الكولنشيمي ومكان انتهائهما).



الصورة ٦-٣: صورة مجهرية ضوئية لمقطع عرضي في ورقة نبات.



الشكل ٦-٨: رسم تخطيطي سطحي بقوة التكبير المتوسطة لمقطع عرضي في ورقة نبات.

مقدار التكبير: .....

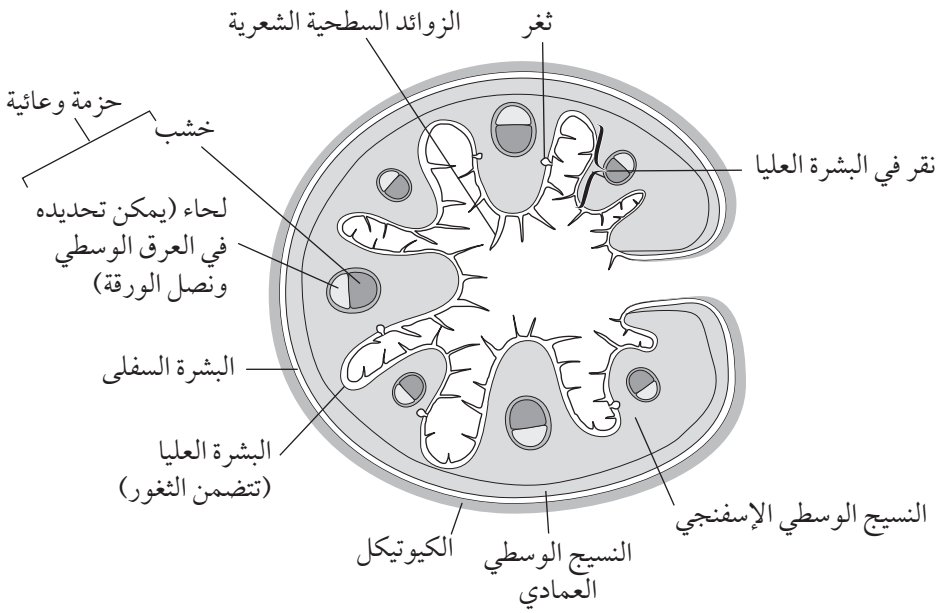
٤. استخدم الآن مقطعًا عرضيًا في نبات قصب الرمال *Ammophila*، وهو نبات بيئة جافة يمكنه النمو في المناطق شحيحة المياه. ارسم أنسجة الورقة، وحاول تحديد الأنسجة والتراكيب الآتية:

- كيوتيكل
- البشرة العليا
- البشرة السفلى (تتضمن الثغور)
- النسيج الوسطي العمادي
- النسيج الوسطي الإسفنجي
- خشب (يمكن تحديده في العرق الوسطي ونصل الورقة)
- لحاء (يمكن تحديده في العرق الوسطي ونصل الورقة)
- حزمة وعائية
- نقر في البشرة السفلى
- زوائد سطحية (شعيرات)

يساعدك الشكل ٦–٩ في تحديد التراكيب، ولكن لا تقم بنسخها (بنقلها).

٥. أضف بعض الملاحظات إلى الرسم التخطيطي لشرح كيفية تكيف الورقة للتقليل من فقد الماء. يجب أن تركز على:

- التفاف الورقة
- سمك الكيوتيكل/البشرة
- خشونة الأوراق
- وجود الزوائد السطحية الشعرية
- النقر الثغرية



الشكل ٦-٩: رسم تخطيطي سطحي بقوة التكبير المتوسطة لمقطع عرضي في نبات قصب الرمال *Ammophila*.

التحليل والاستنتاج والتقويم

١. صف **أربعة** اختلافات بين تراكيب ورقة نبات ثنائي الفلقة نموذجية وورقة نبات قصب الرمال *Ammophila*.

.....

.....

.....

.....

٢. صف كيف يمكّن تركيب ورقة قصب الرمال *Ammophila* النبات من البقاء في مناطق بيئتها جافة.

.....

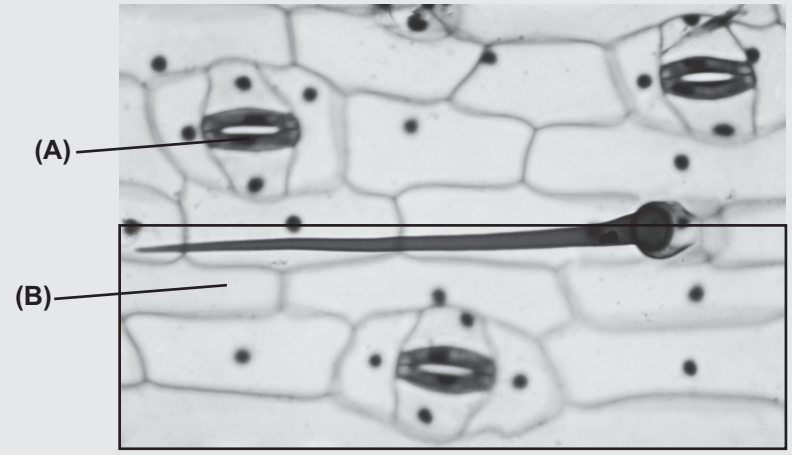
.....

.....

.....

أسئلة نهاية الوحدة

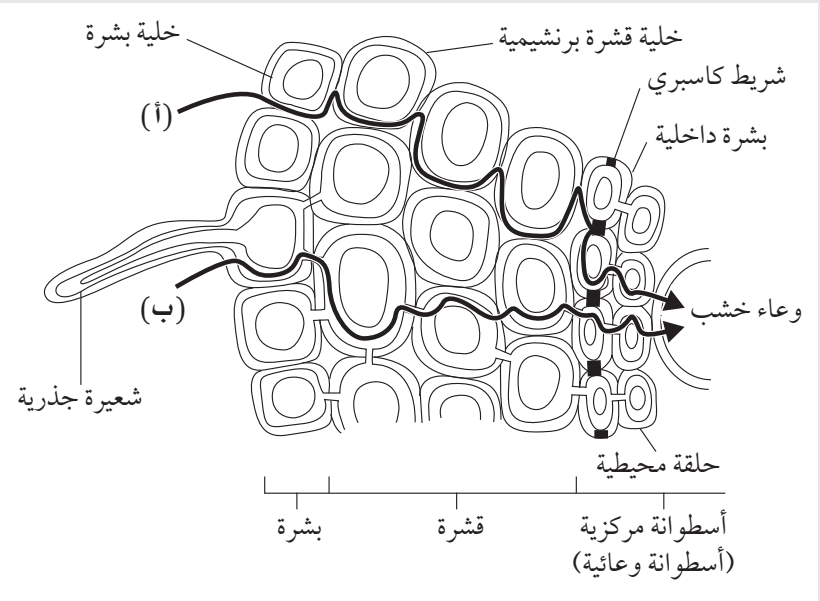
١. تبيّن الصورة المجهرية الضوئية أدناه الثغور في نبات العنكبوتية (ترادسكانتيا) *Tradescanthia*.



أ. مقدار التكبير بالمجهر الضوئي هو x400. احسب الطول بوحدة µm للثغر المشار له بالرمز (**A**) على الرسم التخطيطي.

ب. اكتب على المنطقة المشار إليها بالرمز **(B)** المسميات: الثغور والخلايا الحارسة وخلايا البشرة السفلى.

٢. يبيّن الشكل أدناه جزءًا من مقطع عرضي في جذر عشبة الحوذان *Ranunculus*.

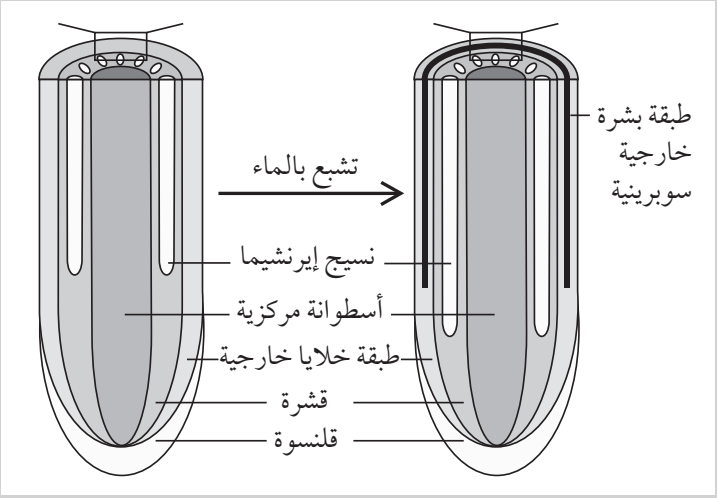


تابع

أ. يبيّن الشكل ممرَّي نقل للماء (أ) و (ب). **اذكر** اسم هذَين الممرَّين.

ب. تحتوي جدران خلايا البشرة الداخلية غالبًا على مادة السوبرين. **فسّر** وظيفة هذه المادة.

غالبًا ما تبدي نباتات الأرز المزروعة في تربة مشبعة بالماء نموًا متزايدًا لنسيج جذر أجوف يسمّى إيرنشيما (نسيج هوائي) *Aerenchyma*، يكون محاطًا بغلاف ممتد من السوبرين. يبيّن الشكل الآتي تطوّر نسيج الإيرنشيما والسوبرين في الجذور.



ج. **اقترح** سبب اعتبار تطوّر نسيج الإيرنشيما والسوبرين ميزة للنباتات التي تنمو في تربة مشبعة بالماء.

أفعال إجرائية

اذكر State: عبّر بكلمات واضحة.

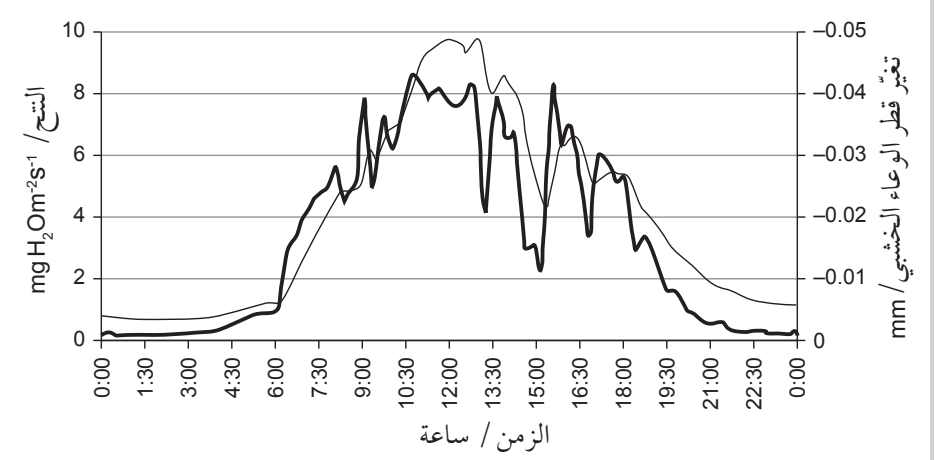
فسّر Explain: اعرض الأهداف أو الأسباب / اجعل العلاقات بين الأشياء واضحة / توقّع لماذا و/ أو كيف وادعم إجابتك بأدلّة ذات صلة.

اقترح Suggest: طبّق المعرفة والفهم على المواقف التي تتضمّن مجموعة من الإجابات الصحيحة من أجل تقديم المقترحات.

تابع

٣. أُجري استقصاء في معدل النتح ومقدار عرض الأوعية الخشبية في أشجار الصنوبر الأسكتلندية *Scots pine trees* خلال فترة 24 ساعة. يبيّن الشكل أدناه نتائج الاستقصاء.

أ. **صف** مكوّنات نسيج الخشب، واشرح كيف تتلاءم مع وظيفة نقل الماء عبر النبات.



ب. ١- صف كيف يتغيّر قطر الوعاء الخشبي (الخط الرقيق) والنتح (الخط الغليظ) خلال 24 ساعة.

٢- اشرح بناء على معرفتك بنظرية التماسك – الشد العلاقة بين قطر الوعاء الخشبي ومعدل النتح المبيّنة في الشكل أعلاه.

٣- اشرح التغيّر في قطر الوعاء الخشبي على مدار 24 ساعة المبيّنة في الشكل أعلاه.

٤. أُجري استقصاء في تأثير هطول الأمطار على حجم الثغور (متوسطة المساحة) وكثافة الثغور في السطح السفلي لأوراق الكافور الكروي *Eucalyptus globulus*. يبيّن الجدول التالي نتائج الاستقصاء.

المؤشر	هطول مرتفع	هطول منخفض
متوسط أقصى حجم للثغور μm^2	169.30	125.70
متوسط كثافة الثغور mm^{-2}	238.80	229.60
متوسط فقد الماء $mol\ m^{-2}\ s^{-1}$	1.66	1.25

أفعال إجرائية

صف Describe: قدّم الخصائص والميزات الرئيسية.

تابع

أ. ١- اقترح كيف يمكن تحديد متوسط كثافة الثغور في المختبر.

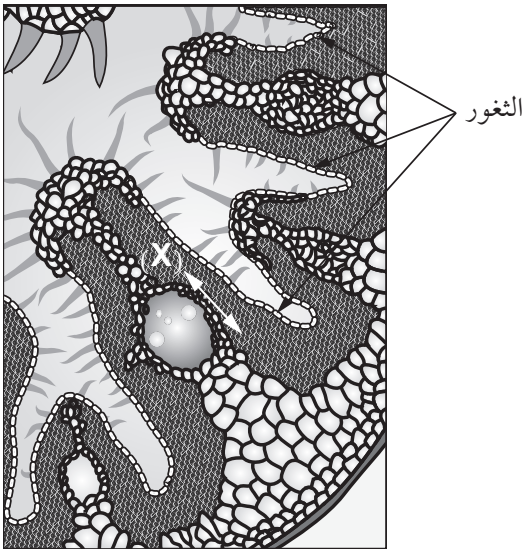
٢- **قارن** تأثير الهطول على تكوين الثغور في أوراق الكافور.

٣- اشرح ميزات نبات الكافور في تغيير نمو الثغور استجابة للبيئة.

ب. تبيّن الصورة أدناه جزءًا من ورقة نبات قصب الرمال *Ammophila*.

١- **احسب** طول الحزمة الوعائية (X) في الصورة.

٢- قصب الرمال نبات بيئة جافة. استخدم الصورة لشرح كيف تكيفت الورقة لتقليل فقد الماء.



٥. أُجريت تجربة على امتصاص جذور نبات الشعير للأيونات المعدنية. وُضعت أنسجة الجذر في محلولَين من أيونات البوتاسيوم المشع، يحتوي أحدهما على سيانيد البوتاسيوم المثبط للجهاز التنفسي. قيست كمية البوتاسيوم التي امتصتها الجذور على عدة فترات. وجرى تكرار التجربة على أيونات الكالسيوم. يبيّن الجدول التالي النتائج.

أفعال إجرائية

قارن Compare: حدّد أوجه التشابه و/ أو الاختلاف معلّقًا عليها.

احسب Calculate: استخلص، من الحقائق المعطاة، المعلومات أو الأرقام.

تابع

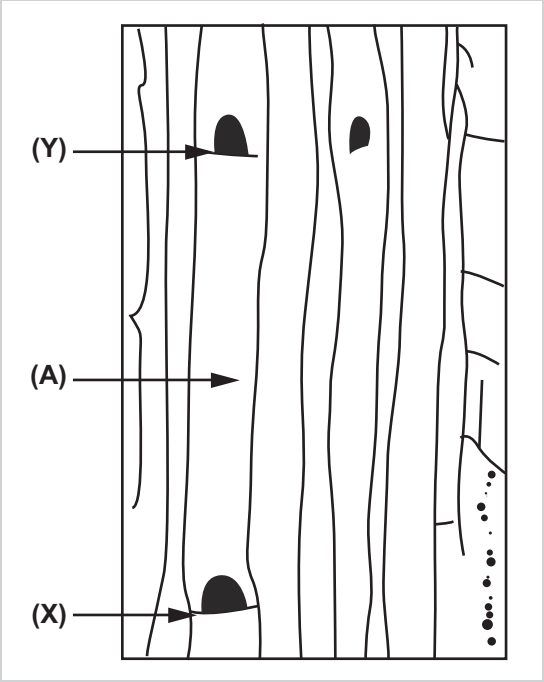
الزمن / ساعة	كمية الأيونات الممتصة / µmol			
	بوتاسيوم	بوتاسيوم + سيانيد البوتاسيوم	كالسيوم	كالسيوم + سيانيد البوتاسيوم
0	0	0	0	0
1	5	3	5	5
3	14	3	7	7
6	22	4	10	7
12	40	4	10	7

أ. صف تأثير إضافة سيانيد البوتاسيوم على امتصاص أنسجة الجذر لأيونات البوتاسيوم والكالسيوم.

ب. اقترح وفسّر العملية التي تمتص فيها أنسجة الجذر أيونات البوتاسيوم والكالسيوم.

ج. اشرح كيفية نقل الأيونات المعدنية إلى الأوراق.

٦. يبيّن الشكل أدناه رسمًا تخطيطيًّا بالمجهر الضوئي بمقدار تكبير x145 لعناصر الأنبوب الغربالي.



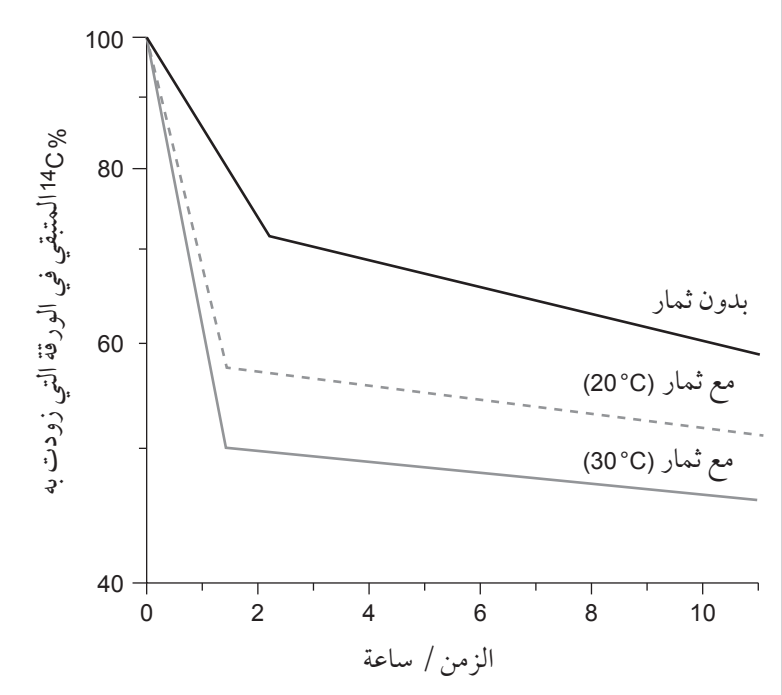
تابع

أ. ١- احسب الطول بالميكرومترات بين (Y) و (X) في عنصر الأنبوب الغربالي (A).

٢- اشرح الاختلافات بين تركيب الأوعية الخشبية والأنابيب الغربالية.

ب. أُجري استقصاء في تأثير وجود الثمار على سرعة **انتقال** السكروز من أوراق الطماطم *Solanum lycopersicum*. أُعطيت ورقة نبات طماطم، تم إزالة ثمارها، ثاني أكسيد الكربون المشع $^{14}CO_2$، وتم متابعة كمية الإشعاع المتبقية في الورقة على مدى 10 ساعات.

جرى تكرار العملية مع نباتات تحمل ثمارًا على درجتَي الحرارة 20°C و 30°C.



١- صف تأثير إزالة الثمار على سرعة انتقال السكروز.

٢- بناء على معرفتك بفرضية التدفق الكمي والمصبات، اشرح تأثير درجة الحرارة وإزالة الثمار على انتقال السكروز في نباتات الطماطم.

مصطلحات علمية

انتقال Translocation: نقل المواد القابلة للتمثيل مثل السكروز عبر النبات في نسيج اللحاء.

المحتويات

المقدمة xii
كيف تستخدم هذه السلسلة xiv
كيف تستخدم هذا الكتاب xvi
الأمان والسلامة في مختبر الأحياء xvii
البحث العلمي والمهارات العملية xviii

الوحدة السابعة: النقل في الثدييات

الأنشطة:

٧–١ مقارنة قوة ومرونة الشرايين والأوردة ١٠٣
٧–٢ طريقة تحديد عدد خلايا الدم الحمراء ١٠٦
٧–٣ تفسير التمثيلات البيانية لمعدل نبضات (ضربات) القلب وضغط الدم ١١٢
٧–٤ التخطيط لتجربة استقصاء تأثير الكافيين على معدل نبضات (ضربات) القلب في براغيث الماء ١١٨

الاستقصاءات العملية:

٧–١ ملاحظة ورسم التراكيب المختلفة في الشرايين والأوردة والشعيرات الدموية ١٢٠
٧–٢ تحديد ورسم خلايا الدم ١٢٦

الوحدة الثامنة: تبادل الغازات

الأنشطة:

٨–١ تحليل مقارن للتنفس ١٣٦
٨–٢ مقارنة تركيب أجزاء مختلفة من الممرات الهوائية ١٤٢
٨–٣ تحليل البيانات الصحية ١٤٣
٨–٤ الارتباطات والعوامل السببية ١٤٦

الاستقصاءات العملية:

٨–١ ملاحظة ورسم تركيب الجهاز التنفسي وأنسجته ١٥١

المقدمة

تم اختيار هذا الكتاب لتطوير المهارات التي تحتاج إليها أثناء تعلم موضوعات كتاب الأحياء للصف الحادي عشر. فلكي تحقق أهداف المنهج يجب أن تتوافر لديك معرفة وافية بموضوعات الكتاب، وأن تكون قادرًا على التفكير مثل العلماء. وفي أثناء دراستك موضوعات الكتاب ستحتاج إلى تطوير مهاراتك العمليّة ذات الصلة، وبناء الثقة بقدرتك على إجرائها بنفسك. لذا كان هذا الكتاب بأنشطته المتنوّعة ضروريًّا لتأمين الفرص لممارسة المهارات الآتية:

الأنشطة

توفر لك الأنشطة الموجودة في هذا الكتاب فرصًا لممارسة المهارات الآتية:

- فهم الظواهر، والنظريات العلمية التي تدرسها.
- حل الأمثلة العددية وغيرها من الأمثلة المختلفة.
- التفكير بشكل نقدي في التقنيات والبيانات التجريبية.
- اعتماد التنبّؤات، واستخدام الأسباب العلمية لدعم تنبّؤاتك.
- تخطيط التجارب والاستقصاءات التي تحقق استنتاجات صحيحة.
- تحليل البيانات لاستخلاص النتائج.
- اختيار الاختبارات الإحصائيّة واستخدامها للوصول إلى الاستنتاجات المناسبة.

وقد تم تصميم الأنشطة بدقّة، بحيث تتيح لك المجال لتطوير معرفتك، ومهاراتك، وفهمك، والموضوعات التي تم تناولها وتغطيتها في كتاب الطالب.

تسلّط المقدمة الموجودة في بداية كل تمرين الضوء على المهارات التي ستمارسها وأنت تجيب عن الأسئلة، بحيث يتم ترتيب الأنشطة وفق الترتيب نفسه للوحدات الموجودة في كتاب الطالب. وفي نهاية كل وحدة، يتم تقديم مجموعة من الأسئلة للحصول على مزيد من الدعم للمهارات التي حقّقتها، كما أنها تؤمّن لك فرصة ثمينة للتعرف على نوع التقييم الذي يُحتمل أن تواجهه في اختباراتك اللاحقة.

الاستقصاءات العملية

يعرّف علم الأحياء غالبًا على أنه دراسة تركيب العالم الطبيعي وسلوكه، عن طريق الملاحظة والتجريب، ويُعدّ الاستقصاء العملي جزءًا مهمًا من أي موضوع في علم الأحياء، إذ يدل على فهم أفضل لكيفيّة تفكير العلماء وللمحتوى النظري لهذه المادة.

لمحتوى الاستقصاءات العمليّة في هذا الكتاب عدة أهداف:

- توفير الإرشادات المناسبة لإجراء التجارب الواردة في المنهج، والمتطلبّة لكل من الاختبارات النظريّة والعمليّة.
- المساعدة في تطوير فهم للتقنيات العمليّة المفترض معرفتها، مثل كيفيّة إجراء التخفيف التسلسلي، وحساب مقدار التكبير، ورسم الخلايا والأنسجة.
- المساعدة في تعلم كيفيّة التخطيط لتجارب صحيحة وآمنة وموثوقة، وتدوين النتائج، وتحليل البيانات بشكل صحيح.
- المساعدة في فهم الموضوعات بشكل أفضل من خلال تدوين الملاحظات الخاصة.

غالبًا ما يكون الاستقصاء العملي في علم الأحياء مختلفًا قليلًا عنه في أيّة مادة علوم أخرى. فالكائنات الحيّة تتصف بتنوّع كبير، ولا تؤدي التجارب أحيانًا إلى النتائج المتوقعة بدقة. تذكّر دائمًا أن العلم يعتمد على الملاحظة والبحث عن الحقيقة. يجب أن تفسر النتائج كما هي حتى ولو لم تكن كما توقعت، وليس كما تعتقد أنها يجب أن تكون. وإذا كانت النتائج غير متوقعة، فمن المسموح التعليق على ما تعتقد أنه سبب ذلك، أو التفكير في محاولة توسيع التجربة أو تغييرها لتحسينها.

قد توجد تجارب في الكتاب لا يمكنك إجراؤها لعدم توافر مادة معيّنة أو أداة ما. وقد يساعدك معلمك على تأمين مجموعة من النتائج يمكنك تحليلها. كما يمكنك مشاهدة العديد من العروض التوضيحيّة لتقنيات معينة على شبكة الإنترنت.

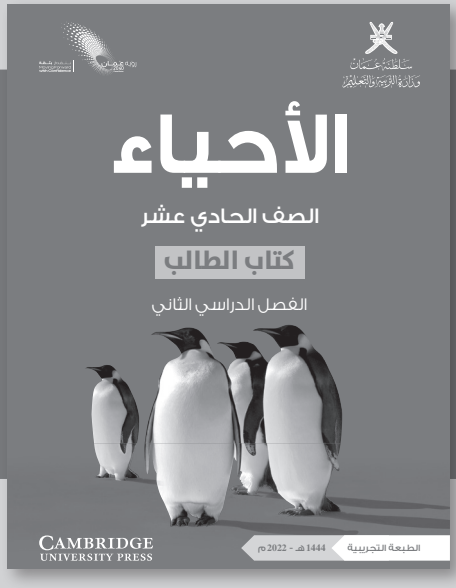
يمثل إجراء جميع التجارب الواردة في هذا الكتاب فرصة ممتازة لتطوير مهاراتك العمليّة، وإدراكًا أن دراسة علم الأحياء يمكن أن تكون ممتعة ومرضية في حد ذاتها. فالكائنات الحيّة تحيط بنا، ونحن جزء أيضًا من علم الأحياء. لذا، حاول الاستمتاع بكل تجربة، واستخدمها نقطة انطلاق لأبحاثك الخاصة، ولاستقصاءاتك وإبداعاتك في تجارب أخرى.

نرجو أن يساعدك هذا الكتاب على النجاح في مادة الأحياء لهذا الصف، وعلى اكتساب المهارات العلميّة اللازمة لدراساتك المستقبليّة، وأن يلهمك حب علم الأحياء.

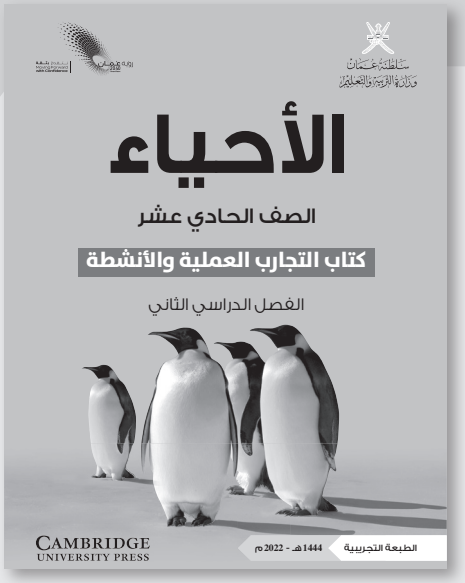
لقد صُمّم كتاب التجارب العملية والأنشطة هذا ليدعم كتاب الطالب، واختيرت الموضوعات التي تحقق للطلبة مزيدًا من الفرص لاكتساب مهاراتهم، كالتطبيق والتحليل والتقييم، بالإضافة إلى تطوير معرفتهم وفهمهم.

كيف تستخدم هذه السلسلة

تقدّم هذه المكوّنات (أو المصادر) الدعم للطلبة في الصف الحادي عشر في سلطنة عمان لتعلم مادة الأحياء واستيعابها، حيث تعمل كتب هذه السلسلة جميعها معًا لمساعدة الطلبة على تطوير المعرفة والمهارات العلمية اللازمة لهذه المادة. كما تقدّم الدعم للمعلمين لإيصال هذه المعارف للطلبة وتمكينهم من مهارات الاستقصاء العلمي.



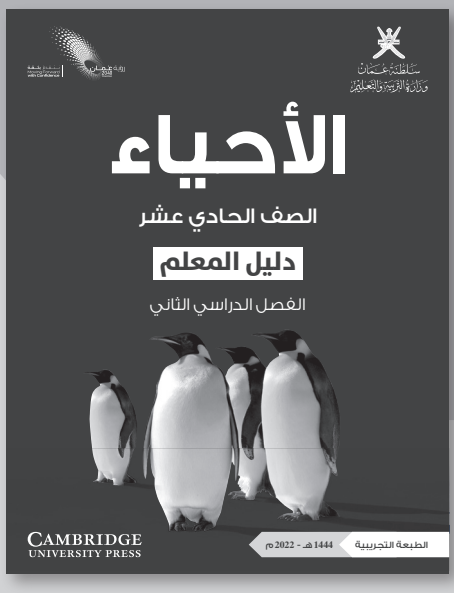
يقدّم «كتاب الطالب» دعمًا شاملًا لمنهج الأحياء للصف الحادي عشر في سلطنة عمان، ويقدّم شرحًا للحقائق والمفاهيم والتقنيات العلمية بوضوح، كما يستخدم أمثلة من العالم الواقعي للمبادئ العلمية. والأسئلة التي تتضمنها كل وحدة تساعد على تطوير فهم الطلبة للمحتوى، في حين أن الأسئلة الموجودة في نهاية كل وحدة تحقق لهم مزيدًا من التطبيقات العلمية الأساسية.



يحتوي «كتاب التجارب العملية والأنشطة» على أنشطة وأسئلة نهاية الوحدة، والتي تمّ اختيارها بعناية، بهدف مساعدة الطلبة على تطوير المهارات المختلفة التي يحتاجون إليها أثناء تقدمهم في دراسة كتاب الأحياء. كما تساعد هذه الأسئلة الطلبة على تطوير فهمهم لمعنى الأفعال الإجرائية المستخدمة في الأسئلة، إضافة إلى دعمهم في الإجابة عن الأسئلة بشكل مناسب.

كما يحقّق هذا الكتاب للطلبة الدعم الكامل الذي سوف يساعدهم على تطوير مهارات الاستقصاء العملية الأساسية جميعها. وتشمل هذا المهارات تخطيط الاستقصاءات، واختيار الجهاز وكيفية التعامل معه، وطرح الفرضيات، وتدوين النتائج وعرضها، وتحليل البيانات وتقييمها.

يدعم دليل المعلم «كتاب الطالب» و «كتاب التجارب العملية والأنشطة»، ويعزز الأسئلة والمهارات العملية الموجودة فيهما. ويتضمّن هذا الدليل أفكارًا تفصيلية للتدريس وإجابات عن كل سؤال ونشاط وارد في «كتاب الطالب» وفي «كتاب التجارب العملية والأنشطة»، فضلًا عن الإرشادات التعليمية لكل موضوع، بما في ذلك خطة التدريس المقترحة، وأفكار للتعلم النشط والتقويم التكويني، والمصادر المرتبطة بالموضوع، والأنشطة التمهيدية، والتعليم المتمايز (تفريد التعليم) والمفاهيم الخاطئة وسوء الفهم. كما يتضمن أيضًا دعمًا مفصلًا لإجراء الاستقصاءات العملية وتنفيذها في «كتاب التجارب العملية والأنشطة»، بما في ذلك فقرات «مهم» لجعل الأمور تسير بشكل جيد، إضافة إلى مجموعة من عينات النتائج التي يمكن استخدامها إذا لم يتمكن الطلبة من إجراء التجربة، أو أخفقوا في جمع النتائج النموذجية.



كيف تستخدم هذا الكتاب

خلال دراستك هذا الكتاب، ستلاحظ الكثير من الميزات المختلفة التي ستساعدك في التعلم. هذه الميزات موضحة على النحو الآتي:

أهداف التعلّم

تظهر هذه الأهداف في بداية كل وحدة دراسية لتقدّم أهداف التعلم ولتساعدك على التنقل في المحتوى.

مهم

ستساعدك مربّعات النص هذه على إكمال التمارين والاستقصاءات، وستقدم لك الدعم في المجالات التي قد تجدها صعبة.

مصطلحات علمية

يتم تمييز المصطلحات الأساسية في النص عند تقديمها لأول مرة. ثم يتم تقديم تعريفات في الهامش تشرح معاني هذه المصطلحات.

الأنشطة

تفيدك التمارين في ممارسة المهارات المهمة لدراسة الأحياء.

الاستقصاءات العملية

تتوافر الاستقصاءات في جميع أقسام هذا الكتاب، وهي تساعدك على تطوير المهارات العملية التي تُعدّ ضرورية لدراسة الأحياء. كما تحتوي على مقدمة تحدد الهدف من العمل المخبري العملي، وعلى قائمة بالمواد والأدوات المطلوبة لإجراء الاستقصاء، وعلى نصائح تتعلق باحتياطات السلامة المهمة لضمان بقائك آمنًا أثناء إجرائه، مع متابعة حثيثة للعمل خطوة خطوة، إضافة إلى تخصيص مساحة لتدوين نتائجك التي حصلت عليها؛ ثم تُختتم بأسئلة التحليل والاستنتاج والتقييم التي تساعدك على تفسير نتائجك. وتحتوي الوحدات اللاحقة أيضًا على استقصاءات التخطيط التي تتيح لك ممارسة التخطيط لعملك المخبري الخاص بك، وعلى استقصاءات تحليل البيانات التي تؤمّن لك المزيد من الفرص لتعزيز تفكيرك التحليلي.

أفعال إجرائية

لقد تمّ إبراز الأفعال الإجرائية الواردة في المنهج الدراسي بلون غامق في أسئلة نهاية الوحدة، ويمكن استخدامها في الاختبارات، خصوصًا عندما يتم تقديمها للمرة الأولى. وستجد في الهامش تعريفًا لها.

أسئلة نهاية الوحدة

تقيس هذه الأسئلة مدى تحقّق الأهداف التعليمية في الوحدة، وقد يتطلب بعضها استخدام معارف علمية من وحدات سابقة.

الأمان والسلامة في مختبر الأحياء

تُعدّ المختبرات بشكل عام واحدة من أقل الأماكن في المدرسة التي يمكن أن تقع فيها الحوادث (أكثر الأماكن احتمالاً لوقوع الحوادث هو خارج المباني)، ويعود ذلك إلى اتباع المعلمين والطلبة مجموعة من القواعد في المختبرات مصمّمة للحفاظ على سلامة الجميع. من الضروري أن تتبع باستمرار جميع القواعد المكتوبة والمعروضة في المختبر أيضًا.

من المهارات التي يجب اعتمادها، تقييم المخاطر المرتبطة بالاستقصاءات في علم الأحياء؛ يجب أن تتعلم التفكير في المخاطر في كل مرة تجري فيها استقصاء. وبمجرد تحديد أي مستوى خطر، يجب عليك التفكير في كيفيّة تخفيضه. فمعظم استقصاءات علم الأحياء منخفضة المخاطر، لكن قد يتضمن بعضها مستوى متوسطًا من الخطورة.

القواعد العامة للعمل المختبري الآمن

- عليك دائمًا ارتداء النظارات الواقية عند استخدام أية سوائل.
- يفضل ارتداء معطف المختبر لوقاية الملابس من أيّ انسكاب للسوائل.
- تأكد من فهم أية مخاطر محددة ترتبط بالتجربة، كما يبيّنها معلمك (انظر الجدول ١) (انظر جدول السلامة ١).

يورد الجدول ١ قائمة ببعض مصادر المخاطر الشائعة المرتبطة باستقصاءات علم الأحياء.

مصدر الخطر	خفض احتماليّة حدوث الخطر	ملاحظات
الأواني الزجاجيّة والنصال الحادة	احتفظ بالأواني الزجاجيّة على سطح مستو– لا تحملها وتتجوّل بها من دون قصد. تعامل بحرص مع النصال الحادة، على سبيل المثال: نصل المشرط أو السكين أو الشفرة. ضع الجسم الذي تقطعه على سطح مستو، مثل لوح تقطيع أو بلاطة، ولا تمسكه بيدك. واحرص على أن يكون اتجاه القطع بعيدًا عن أصابعك، بحيث لا يجرحك النصل إذا انزلق. احرص أيضًا على ألّا تلمس الكواشف أو السوائل من العيّنات أيَّ جرح أو خدش في جلدك.	يشكل دفع الأنبوبة الزجاجيّة عبر ثقب السدادة المطاطيّة الضيق خطرًا. لذلك من الأفضل أن يقوم بهذا العمل فنّي المختبر أو معلمك، لا أنت.
السوائل الساخنة (على سبيل المثال: الماء الساخن في الحمّام المائي)	أبقِ السوائل الساخنة على المنضدة، ولا تتجوّل بها. استخدم ماسَك أنابيب الاختبار عند إدخال الأنابيب إلى حمّام مائي حار أو عند إخراجها منه. لا تجلس وأنت تجري الاستقصاء، إلّا إذا كنت ترسم، لأنك إذا كنت واقفًا يكون بمقدورك التحرك بشكل أسرع لتفادي الانسكابات.	
الموادالكيميائيّة	احتفظ بجميع المواد الكيميائيّة التي تستخدمها في القوارير المكتوب عليها تسمياتها. إذا نقلت أيّة مادة كيميائيّة إلى وعاء آخر، فاكتب على الوعاء أولًا اسم المادة الكيميائيّة. ضع غطاء الوعاء مقلوبًا على المنضدة عندما ترفعه، لكي لا ينقل سطحه السفلي أية مواد كيميائيّة إلى سطح المنضدة.	يدرك معلمك نوع الخطر الذي تشكله كل مادة كيميائيّة تستخدمها، ومستواه، لذا اتّبع إرشادات السلامة التي يزودك بها.
التعامل مع كائنات حيّة أو مواد مستمدة منها	كن على علم بأي نوع من الحساسيّة قد يكون لديك (على سبيل المثال: المكسرات، أو البيض، أو الإنزيمات)، وتأكد من معرفة معلمك بها أيضًا. تأكد من قدرتك على تمييز أي نوع سام، أو يلدغ أو يعض، من النباتات أو الحيوانات التي تجمعها من مواطنها.	ارتدِ القفازات المطاطيّة عند التعامل مع عيّنات حيويّة أو مواد مستمدة منها. من المناسب ارتداء الجوارب الطويلة والأحذية الطويلة أثناء العمل في الخارج، بخاصة عند وجود نباتات طويلة. تعامل دائما مع الكائنات الحيّة التي تستخدمها في النشاط العملي أخلاقيا، وحافظ عليها.
العمل في الخارج	اعمل دائمًا برفقة زميل لك عندما يكون العمل في الخارج، فإذا واجه أي منكما مشكلة، يمكن للآخر الاتصال لطلب المساعدة.	

الجدول ١: جدول السلامة.

البحث العلمي والمهارات العملية

إن تطبيق مهارات البحث العلمي والمهارات العملية من الصفوف السابقة وتطويرها في سياقات جديدة خلال الصفَّين الحادي عشر والثاني عشر مطلب ضروري. وبالإضافة إلى تذكر المعلومات والظواهر والحقائق والقوانين والتعاريف والمفاهيم والنظريات المذكورة في المناهج الدراسية وإلى شرحها وتطبيقها، فمن المتوقع أن يكون الطلبة قادرين على حلّ المسائل في مواقف جديدة أو غير مألوفة باستخدام التفكير المنطقي.

ويُتوقع من الطلبة إظهار استيعابهم للمهارات العملية بما في ذلك القدرة على:

- تخطيط التجارب والاستقصاءات.
- جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها.
- تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها.
- تقييم أساليب البيانات الناتجة من التجارب وجودتها واقتراح التحسينات الممكنة للتجارب.

أمثلة على المهارات العملية

في القوائم التالية أمثلة محددة على كل مهارة من المهارات العملية. وهذه الأمثلة المحددة توجّه إلى المزيد من البحث العلمي والمهارات العملية التي يتوقع من الطلبة اكتسابها كجزء من تعلمهم.

أضف إلى ذلك، يجب تطوير المهارات العملية الأربع وتوحيدها في كل وحدة دراسية. إلّا أن بعض الأمثلة المحددة في القوائم قد تكون أكثر صلة بالأنشطة العملية الموصى بها في وحدات دراسية معّينة.

تعطي هذه المهارات أمثلة عن محتوى AO3 ويمكن تقييمها في الورقة العملية.

تخطيط التجارب والاستقصاءات

- تحديد المتغيّرات المستقلة والتابعة وضبطها، ووصف كيفية قياسها وضبطها.
- وصف الإجراءات والتقنيات المستخدمة في التجارب، والتي تؤدي إلى جمع بيانات موثوقة ودقيقة.
- استخدام مخططات واضحة ومصنفة لإظهار ترتيب الجهاز عند الحاجة.
- وصف التجارب الضابطة المناسبة.

- شرح اختيار الجهاز وأداة القياس للوصول إلى دقة مناسبة.
- شرح اختيار المواد المستخدمة في إجراء التجارب
- وصف المخاطر الموجودة في التجربة وكيفية تقليلها.
- التنبؤ بالنتائج ووضع الفرضيات بناء على المعرفة والمفاهيم العامة.
- وصف كيفية استخدام البيانات للوصول إلى استنتاج، بما في ذلك الكمّيات المشتقة التي سوف تحسب بناءً على البيانات الخام لرسم تمثيل بياني مناسب أو وضع مخطط مناسب.

جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها

- تطبيق الطالب لفهمه معنى الضبط والدقة.
- تحديد قيم عدم اليقين في القياس في صورة قيم عدم يقين مطلق أو نسبة مئوية.
- جمع القياسات والملاحظات وتسجيلها بشكل منهجي، وتقديم البيانات باستخدام العناوين ووحدات القياس والأرقام ونطاق القياسات ودرجات الدقة المناسبة.
- استخدم الأساليب الرياضية أو الإحصائية المناسبة لمعالجة البيانات الخام وتسجيلها حتى العدد الصحيح من الأرقام المعنوية (يجب أن يكون هذا العدد هو نفسه أو أكثر بواحد من أصغر عدد من الأرقام المعنوية في البيانات المقدمة).
- رسم التمثيلات البيانية للعيّنات وتسميتها. وحساب القياسات الفعلية للأنسجة أو الخلايا أو العضيات.

تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها

- معالجة البيانات وتقديمها، بما في ذلك الرسوم والمخططات والتمثيلات البيانية باستخدام الخطوط المستقيمة أو المنحنيات الأكثر ملاءمة. وتحليل التمثيلات البيانية، بما في ذلك ميل المنحنيات.
- جمع قيم عدم اليقين عند إضافة الكميّات أو طرحها وجمع النسب المئوية لعدم اليقين عند ضرب الكميات أو قسمتها.
- رسم الخط المستقيم الأفضل ملاءمة من خلال النقاط الموجودة على التمثيل البياني.
- استخدام قيم الانحراف المعياري أو الخطأ المعياري، أوالتمثيلات البيانية ذات أشرطة الخطأ المعيارية، لتحديد ما إذا كانت الاختلافات في القيم المتوسطة ذات دلالة إحصائية.

- تفسير الملاحظات والبيانات الناتجة من التجارب وتقييمها، وتحديد النتائج غير المتوقعة والتعامل معها بشكل مناسب.
- وصف الأنماط في البيانات والتمثيلات البيانية. وإجراء تنبؤات بناءً على الأنماط في البيانات.
- الوصول إلى الاستنتاجات المناسبة وتبريرها بالإشارة إلى البيانات واستخدام التفسيرات المناسبة، ومناقشة مدى دعم النتائج للفرضيات.

تقييم الأساليب واقتراح التحسينات

- تحديد الأسباب المحتملة لعدم اليقين، في البيانات أو في الاستنتاجات، واقتراح التحسينات المناسبة على الإجراءات وتقنيات إجراء التجارب.
- شرح تأثير الأخطاء النظامية (بما في ذلك الأخطاء الصفرية) والأخطاء العشوائية على القياسات.
- وصف تعديلات على تجربة ما من شأنها تحسين دقة البيانات أو توسيع نطاق الاستقصاء.

النقل في الثدييات
Transport in Mammals

أهداف التعلُّم

٧-١ يتعرّف على الشرايين والأوردة والشعيرات الدمويّة من الشرائح المجهريّة والصور المجهريّة الضوئية والصور المجهريّة الإلكترونيّة، ويرسم رسومًا تخطيطيّة سطحية توضح تركيب الشرايين والأوردة في المقطع العرضي والمقطع الطولي.

٧-٢ يشرح كيف يرتبط تركيب الشرايين المرنة (مثل الشريان الأبهر والشريان الرئوي)، والشرايين العضلية، والشُرينات، والشعيرات الدمويّة، والوُرَيْدات، والأوردة (مثل الوريد الأجوف، والوريد الرئوي) بوظائفها.

٧-٣ يذكر وظائف السائل النسيجي ويصف تكوينه في شبكة الشعيرات الدموية.

٧-٤ يتعرّف ويرسم خلايا الدم الحمراء والخلايا وحيدة النواة والخلايا المتعادلة والخلايا اللمفاويّة، باستخدام الشرائح المجهريّة والصور المجهريّة الضوئية والصور المجهريّة الإلكترونيّة.

٧-٥ يذكر أن الماء هو المكوّن الرئيسي للدم والسائل النسيجي، ويربط خصائص الماء بدوره في النقل في الثدييات مقتصرًا على عمله كمذيب وعلى السعة الحراريّة النوعيّة العالية.

٧-٦ يصف دور خلايا الدم الحمراء في نقل غازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون مع الإشارة إلى دور كل من:
- الهيموجلوبين
- كربونيك أنهيدريز
- تكوين حمض الهيموجلوبينيك
- تكوين الكاربامينوهيموجلوبين.

٧-٧ يصف انتقال الكلوريد ويشرح أهميته.

٧-٨ يصف دور البلازما في نقل ثاني أكسيد الكربون.

٧-٩ يصف ويشرح منحنى انفكاك الأكسجين من هيموجلوبين شخص بالغ.

٧-١٠ يشرح أهميّة منحنى انفكاك الأكسجين عند الضغط الجزئي للأكسجين الموجود في الرئتَين وفي أنسجة الجسم الأخرى.

٧-١١ يصف تأثير بور ويشرح أهميته.

٧-١٢ يصف التركيب الخارجي والتركيب الداخلي لقلب الثدييات.

٧-١٣ يشرح الاختلافات في سمك جدران:
- الأُذينَين والبُطينَين
- البُطين الأيسر والبُطين الأيمن.

٧-١٤ يصف الدورة القلبية، مع الإشارة إلى العلاقة بين تغيّرات ضغط الدم أثناء الانقباض والانبساط وفتح الصمامات وإغلاقها.

٧-١٥ يشرح أدوار العقدة الجيبيّة الأُذينيّة والعقدة الأُذينيّة البُطينيّة وألياف بوركنجي في الدورة القلبية (لا يتوقع معرفة التحكم العصبي والهرموني).

الأنشطة

نشاط ٧-١ مقارنة قوة ومرونة الشرايين والأوردة

يتطلب منك فهم الخصائص المختلفة للشرايين والأوردة وربطها بوظائفها. يُعدّ عرض البيانات مهارة عمليّة أساسية، لذا من المهم أن تكون قادرًا على رسم جداول وتمثيلات بيانيّة مناسبة ورسوم تخطيطية سطحية Plan diagrams للتراكيب المطلوبة.

في هذا النشاط سوف:

- تطوّر فهمك للخصائص المختلفة للشرايين والأوردة.
- تطوّر مهاراتك في رسم جداول النتائج والتمثيلات البيانيّة الخطية.
- تبني على مهارات الرسم التي طوّرتها في الوحدات السابقة.

مصطلحات علمية

الشريان Artery: وعاء دموي ينقل الدم بعيدًا عن القلب، وله جدار سميك نسبيًّا ويحتوي على مقدار كبير من الألياف المرنة.

الوريد Vein: وعاء دموي ينقل الدم ليعيده إلى القلب؛ له جدران رقيقة نسبيًّا ويحتوي على صمامات.

١. أجرى طالب تجربة لاستقصاء تأثير زيادة الكتل المعلقة **بالشرايين والأوردة** على طولها ومرونتها.

قاس الطالب بمسطرة طول الشريان الأبهر المأخوذ من خروف، ثم علق فيه كتلة 50 g وقاس طول امتداده، ثم أزال الكتلة وقاس من جديد طول الشريان المرتد. كرّر المحاولة مع زيادة الكتلة في كل مرة إلى أن انقطع الشريان.

بعد ذلك أعاد التجربة باستخدام الوريد.

يبيّن الشكل ٧-١ النتائج التي حصل عليها الطالب.

الشريان الأبهر
0 g – 15 mm
50 g – 17 mm, 15 mm
100 g – 19 mm, 15 mm
150 g – 20 mm, 15 mm
200 g – 21 mm, 15 mm
250 g – 23 mm, 15 mm
300 g – 26 mm, 15 mm
350 g – 31 mm, 15 mm
400 g – 35 mm, 15 mm
450 g – 42 mm, 15 mm
750 g – 46 mm, 15 mm
1 kg – 51 mm, 16 mm
1.5 kg – 58 mm, 18 mm
2.0 kg – 63 mm, 23 mm
3.0 kg – انقطع!

الوريد
0 g – 19 mm
50 g – 23 mm, 19 mm
100 g – 25 mm, 19 mm
150 g – 27 mm, 24 mm
200 g – 28 mm, 25 mm
250 g – 31 mm, 28 mm
300 g – 35 mm, 31 mm
350 g – 38 mm, 35 mm
400 g – 44 mm, 41 mm
450 g – انقطع!

الشكل ٧-١: طول الشريان الأبهر والوريد عند تعليق كتل مختلفة بهما.

أ. صمم جدول نتائج لعرض بيانات الطالب.

ب. ارسم تمثيلًا بيانيًّا يبيّن تأثير زيادة الكتلة على طول كل من الشريان والوريد.

مهم

من المهم رسم أربعة خطوط باستخدام المحورَين نفسَيهما لكل من الأطوال الممتدة والأطوال المرتدة. ربما لا تتناسب النقاط التي تقع في الوسط مع الخط، لذا اربط النقاط بخطوط مستقيمة.

ج. احسب أقصى نسبة مئوية للزيادة في طول الشريان.
((أكبر طول ممتد – الطول عند البدء) ÷ الطول عند البدء) × 100
كرّر ما قمت به مع الوريد. وضّح السبب في أن مقارنة النسبة المئويّة أكثر دقّة من مقارنة الزيادة في الطول.

.....

.....

.....

د. افترض الطالب أن أقصى كتلة يمكن للشريان تحمُّلها هو 2.0 kg. هل هذا الافتراض صحيح؟ وكيف يمكن للطالب تحسين التجربة لتحديد نقطة الانقطاع؟

.....

.....

.....

هـ. تمثل الصورة ٧-١ شريانًا ووريدًا.

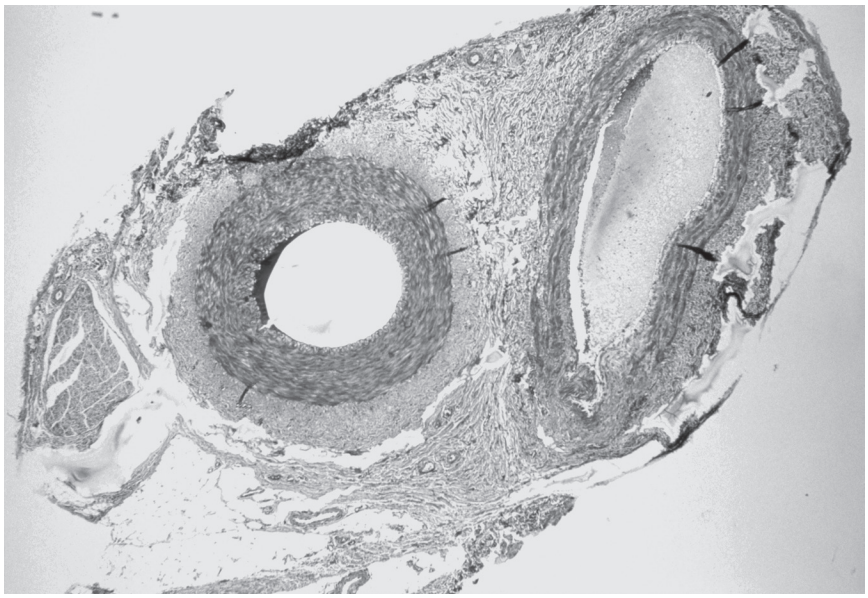
١- ارسم رسمًا تخطيطيًّا سطحيًّا للمقطع، مع كتابة المسميات الآتية بوضوح: الشريان، الوريد، التجويف.

٢- احسب أقصى قطر حقيقي لتجويف كلا الوعاءَين الدمويَّين.

٣- قارن بين تركيب الشريان وتركيب الوريد. انقل الجدول ٧-١ على دفترك وأكمله.

الميزة التركيبية	الشريان	الوريد
الشكل العام		
التجويف		
الطبقة الوسطى		
الطبقة الخارجية		

الجدول ٧-١: مقارنة تراكيب الشرايين والأوردة.



الصورة ٧-١: الشريان والوريد. مقدار التكبير x60.

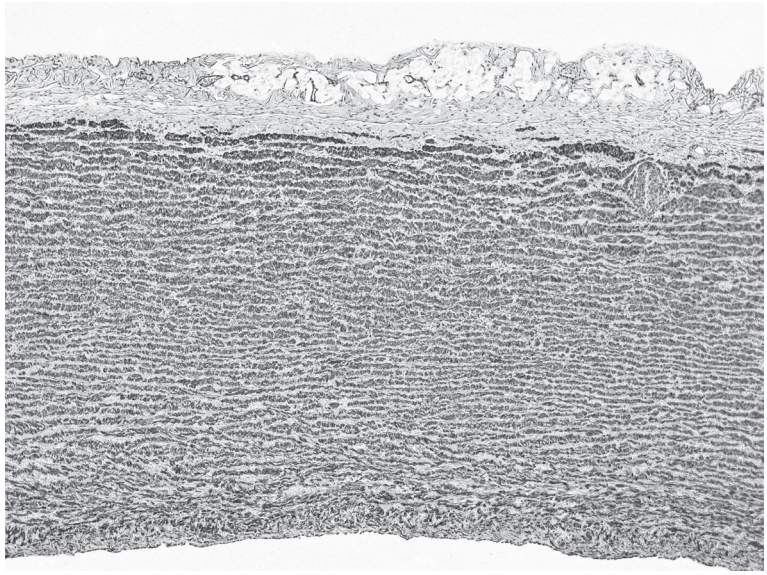
و. استخدم الصورة ٧-١ ومعرفتك عن تركيب الأوعية الدموية لتفسير نتائج الطالب.

.....

.....

.....

ز. تبيّن الصورة ٧–٢ مقطعًا طوليًّا في شريان. ارسم رسمًا تخطيطيًّا سطحيًّا للشريان. اكتب مسميات الطبقة الخارجية والطبقة الوسطى والبطانة.



الصورة ٧–٢: مقطع طولي في الشريان.

نشاط ٧-٢ طريقة تحديد عدد خلايا الدم الحمراء

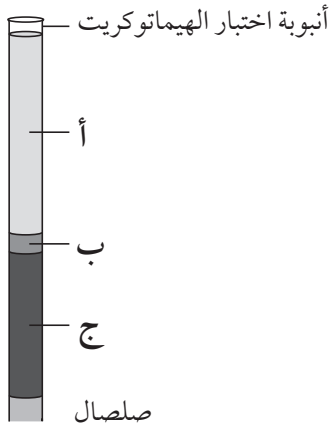
يحتاج منك فهم وظائف المكوّنات الرئيسيّة للدم، خصوصًا دور خلايا الدم الحمراء في نقل الأكسجين. وعليك أن تكون قادرًا على تحليل البيانات والتجارب غير المألوفة للوصول إلى استنتاجات وتقييم مدى صحة الطريقة.

في هذا النشاط سوف:

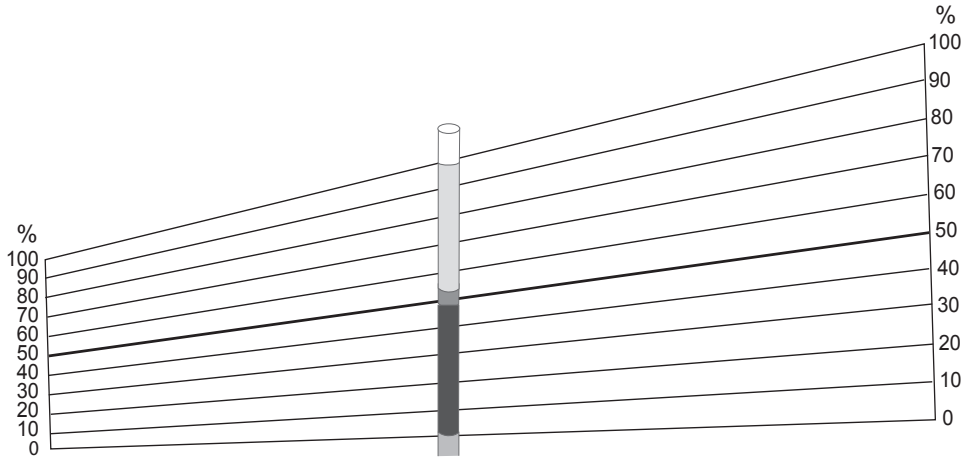
- تطوّر فهمك لوظائف الدم.
- تطوّر مهاراتك التحليليّة عند استخدام بيانات غير مألوفة.
- تطوّر فهمك للمهارات العمليّة، بما في ذلك الطريقة المستخدمة في عدّ الخلايا باستخدام عداد خلايا الدم هيموسيتوميتر Haemocytometer، وكتابة تقييم المخاطر وتقييم النتائج.

يسمّى قياس النسبة المئويّة (%) لخلايا الدم الحمراء من الحجم الكلي لدم شخص اختبار الهيماتوكريت Haematocrit test. ويستخدم هذا الاختبار غالبًا للكشف عن بعض الحالات مثل فقر الدم Anaemia حيث يكون عدد خلايا الدم الحمراء منخفضًا، أو للكشف عن استخدام أدوية تحسين الأداء أو منشطات الدم Blood doping (التي ترفع عدد خلايا الدم الحمراء).

يستخدم الطرد المركزي Centrifugation كطريقة بسيطة لتحديد نسبة خلايا الدم الحمراء إلى حجم الدم. يتم في هذه الطريقة ملء أنبوبة شعريّة ضيقة بطول 7.5 cm بالدم، وسدّ قاع الأنبوبة الشعرية بالصلصال، ثم توضع على جهاز الطرد المركزي لمدة 5 دقائق وعلى سرعة 10000 rpm (دورة في الدقيقة). يبيّن الشكل ٧-٢ مثالاً على ذلك. تحدّد نسبة الدم المكوّن من خلايا الدم الحمراء برفع الأنبوبة الشعرية مقابل مخطط الهيماتوكريت، كما يبيّن الشكل ٧-٣.



الشكل ٧-٢: أقسام الدم بفعل الطرد المركزي.



الشكل ٧-٣: مخطط الهيماتوكريت يوضح كيفية الكشف عن النسبة المئوية لخلايا الدم الحمراء.

١. تحتوي الأقسام الثلاثة (أ) و (ب) و (ج) على مكونات الدم التي تم فصلها:

- خليط من خلايا الدم البيضاء والصفائح الدموية.
- خلايا الدم الحمراء Erythrocytes.
- البلازما.

طابق محتويات كل قسم مع الأحرف (أ)، (ب)، (ج) الموضحة في الشكل ٧-٢.

٢. لكي تحدّد نسبة الدم المكوّنة من خلايا الدم الحمراء، توضع الأنبوبة الشعرية مقابل المخطط، بحيث يكون قاع العيّنة عند خط الصفر والقمة عند 100%. وتقرأ نسبة خلايا الدم الحمراء عندئذ من المخطط.

اشرح لماذا يمكننا استخدام مخطط الهيماتوكريت للعينات التي تحتوي على حجوم مختلفة في الأنابيب الشعرية.

.....

.....

.....

٣. قيّم المخاطر المحتملة من استخدام هذه الطريقة لتحديد تركيز خلايا الدم الحمراء في دم الإنسان. ضمّن المخاطر المحتملة التي تشكّلها، وما يجب عمله لتقليلها.

.....

.....

.....

٤. يجب أن يشرف على الاختبار اثنان من فنّيي المختبر لزيادة عامل الدقة. أجرى ثمانية طلبة اختبار الهيماتوكريت على خمس عينات دم مختلفة أخذت من نساء في عمر 19–35 سنة، كانت إحداهن في إجازة قضتها في منطقة عالية الارتفاع. يبيّن الجدول ٧–٢ نتائج الاختبار.

عيّنة الدم	نسبة خلايا الدم الحمراء (%)							
	الطالب 1	الطالب 2	الطالب 3	الطالب 4	الطالب 5	الطالب 6	الطالب 7	الطالب 8
أ	44	45	44	45	48	44	43	45
ب	42	42	43	41	46	42	43	32
ج	37	36	36	36	41	37	37	37
د	52	53	53	52	57	52	53	52
هـ	41	40	25	42	46	40	41	42

الجدول ٧–٢: نتائج اختبار الهيماتوكريت على خمس عينات دم مختلفة أخذت من نساء في عمر 19–35 سنة.

أ. حدّد في الجدول القيم الشاذة. على سبيل المثال باستخدام انحرافات معياريّة Standard deviations ± 2.0.

ب. احسب متوسط النسبة المئويّة لخلايا الدم الحمراء لكل من العينات. تجاهل أي قراءة تعدّها شاذة.

.....

.....

ج. اشرح النتائج التي تبدو ناجمة عن خطأ منهجي.

.....

.....

د. اقترح العوامل التي يمكن أن تكون السبب في القيم الشاذة التي حدّدتها. تشمل مصادر الخطأ المحتملة في التقنية:

- إحكام غلق الأنبوبة الشعرية بشكل غير صحيح قبل الطرد المركزي.
- القراءة من أعلى السطح المقعر لطبقة خلايا الدم الحمراء.
- الطرد المركزي على سرعة خاطئة (إما عالية جدًّا أو منخفضة جدًّا).
- ترك العينة لفترة طويلة بعد إجراء الطرد المركزي بحيث لم تعد خلايا الدم الحمراء متقاربة بإحكام.
- تضمين أجزاء خلايا الدم البيضاء والصفائح الدموية في القراءة.

هـ. ينخفض الضغط الجزئي للأكسجين في الارتفاعات العالية؛ وقضاء زمن أطول في المناطق العالية يدفع الجسم إلى إنتاج المزيد من خلايا الدم الحمراء. حدّد العينة التي أخذت من المرأة التي قضت زمنًا أطول في المنطقة المرتفعة، واشرح المزايا والمخاطر المحتملة للتغيّر في دمها.

.....

.....

.....

.....

و . استخدم النتائج في الجدول لتقترح الحد الأدنى من عدد التكرارات الواجبة عند اختبار العينات السريريّة. هل تكرار الاختبار من قبل نفس فني المختبر يعطي نتائج صحيحة؟

.....

.....

.....

.....

٥. يمكن أن تؤثر عدة عوامل على اختبار الهيماتوكريت.

توقع واشرح ما إذا كانت الأحداث الآتية تسبب الارتفاع أو الانخفاض في الهيماتوكريت.

أ. فقدان كميّة كبيرة من البلازما بسبب تلف الشعيرات الدموية نتيجة حروق شديدة.

ب. الإفراط في الترطيب بشرب كميات كبيرة من الماء.

ج . فقر الدم الناتج من نقص الحديد في النظام الغذائي.

د. نزف الدم الشديد مباشرة بعد التعرض لصدمة كبيرة.

هـ. يوم واحد بعد توقف النزيف بسبب الصدمة الكبيرة.

مهم

عليك استخدام عدّاد خلايا الدم للحصول على العدد الفعلي من خلايا الدم الحمراء. عدّاد خلايا الدم عبارة عن شريحة مجهريّة خاصة تحتوي في مركزها على مجموعتَين من الشبكات المسطرة وخطوط مستقيمة محفورة على كلا الجانبَين.

.....

.....

.....

.....

٦. قرأ أحد الطلبة أن حجم خلايا الدم الحمراء المفردة يمكن أن يختلف، فقرر استقصاء ما إذا كانت النسبة المئويّة لخلايا الدم الحمراء المحدّدة باختبار الهيماتوكريت ترتبط بالعدد الفعلي لخلايا الدم الحمراء.

أ. اشرح سبب تأثير حجم خلايا الدم الحمراء على القيمة التي يحدّدها اختبار الهيماتوكريت.

.....

.....

مهم

عند استخدام عدّاد خلايا الدم لعدّ خلايا الدم الحمراء، يجب حساب عدد الخلايا في خمسة مربعات من المربعات ال 25 متوسطة الحجم.
ولعدّ الخلايا تحسب الخلايا التي تلامس الحافتَين العليا واليسرى، ولا تحسب الخلايا التي تلامس الحافتَين السفلى واليمنى.

ب. أعد ترتيب الخطوات الآتية بالتسلسل الصحيح:

١- يتم حساب عدد الخلايا داخل خمسة من 25 مربعًا للشبكة المركزيّة.

٢- وضع الدم بين الشريحة الزجاجية وغطائها باستخدام ماصة.

٣- وَضع عداد خلايا الدم على منضدة المجهر، ووضعت المربعات المركزيّة في موضع التركيز باستخدام عدسة شيئيّة x40.

٤- وضع غطاء الشريحة فوق مساحة العدّ، ويتم الضغط على الجانبَين للأسفل بقوة إلى أن ظهرت حلقات نيوتن (المرتبطة بتداخل الضوء)، وكانت الفجوة بين الشريحة وغطاء الشريحة حوالي 0.1 mm.

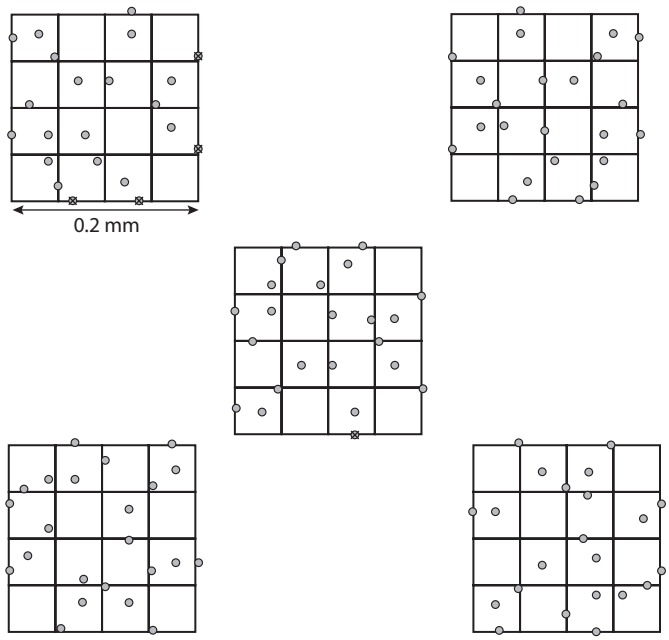
ج. يبيّن الشكل ٧-٤ خمسة مربعات من شبكة عداد خلايا الدم.
احسب العدد الإجمالي للخلايا في جميع المربعات الخمسة المبيّنة في الشكل ٧-٤.

د. طول الجانب الواحد في كل من هذه المربعات يبلغ 0.2 mm، وارتفاع المحلول فوق الشريحة يبلغ 0.1 mm. احسب الحجم الإجمالي للخلايا المعلقة فوق جميع المربعات الخمسة.

هـ. استخدم المعادلة الآتية لحساب كثافة الخلايا:

$$\text{كثافة الخلايا} = \frac{\text{عدد الخلايا في المربعات الخمسة}}{\text{حجم المعلق بالمليمتر المكعب}}$$

الآن، حوّل هذه الإجابة إلى خلايا لكل لتر عن طريق الضرب في 000 100، للتعبير عن إجابتك بالشكل القياسي.



الشكل ٧-٤: خمسة مربعات من الشبكة المركزيّة لعدّاد خلايا الدم.

و. احسب عدد خلايا الدم الحمراء بالخليّة لكل لتر (L) في كل من أعداد الخلايا الآتية التي حسبت من خمسة مربعات.

(أ) 76

(ب) 125

(ج) 52

ز. أخذ الطالب 30 عيّنة دم مختلفة، وأجرى كلًا من اختبار الهيماتوكريت وعدّ خلايا الدم لكل عيّنة. اشرح التمثيل البياني الذي على الطالب رسمه لتحديد ما إذا كانت الطريقتان تظهران ارتباطًا فيما بينهما.

نشاط ٧-٣ تفسير التمثيلات البيانية لمعدل نبضات (ضربات) القلب وضغط الدم

من المهارات المهمة فهم كيفيّة ارتباط التمثيلات البيانيّة بموضوع الاستقصاء، واستخدامها لاستخلاص بيانات عدديّة. يتضمن موضوع النقل في الثدييات تمثيلات بيانيّة كثيرة. من المهم أن تستطيع تطبيق معرفتك عن النقل في الثدييات على التمثيلات البيانيّة غير المألوفة.

في هذا النشاط سوف:

- تطوّر فهمًا **للدورة القلبيّة**، وتغيّرات الضغط في القلب، ومنحنيات انفكاك الأكسجين من **الهيموجلوبين**.
- تطوّر قدرتك على معالجة البيانات غير المألوفة للوصول إلى استنتاجات.

١. يبيّن الشكل ٧–٥ تخطيط كهربائية القلب ECG-Electrocardiogram لإنسان سليم.

يبيّن تخطيط كهربائية القلب النشاط الكهربائي الذي يحدث في القلب أثناء انقباضه. وعلى الرغم من أنك لست بحاجة إلى فهم ما يمثله كل جزء من المخطط، لكن من المهم أن تستطيع تطبيق معرفتك عن النقل في الثدييات لتفسيره. تمثل كل من الموجات المسماة PQRST انقباضًا قلبيًّا واحدًا. ويمكنك استخدام مخططات كهربائية للقلب ECG لإجراء حساب معدل نبضات القلب.

مصطلحات علمية

الدورة القلبية Cardiac cycle: سلسلة من الأحداث التي تحدث خلال نبضة قلبية واحدة.

الهيموجلوبين Haemoglobin: الصبغة الحمراء في خلايا الدم الحمراء، والذي تحتوي جزيئاته على أربع ذرات حديد داخل بروتين كروي يتكوّن من أربعة جزيئات عديدة الببتيد، ويرتبط مع الأكسجين بشكل قابل للعكس.

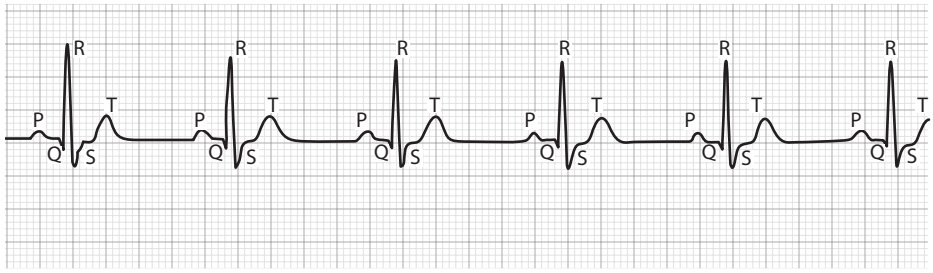
اتّبع الخطوات الآتية لحساب معدل ضربات القلب في ECG المبيّن في الشكل ٧–٥:

أ. احسب الزمن الذي يمثله المربع الصغير الواحد في الشكل ٧–٤. يمثل المربع الكبير 0.2 من الثانية وهو عبارة عن 5 مربعات صغيرة.

.....

ب. حدّد عدد المربعات الصغيرة في الدورة القلبيّة الواحدة (قمم الموجات R هي الأفضل للحساب).

.....



مربع كبير واحد = 0.2 s.

الشكل ٧–٥: تخطيط كهربائية القلب لشخص سليم.

ج. احسب زمن الدورة القلبيّة الواحدة من خلال إيجاد حاصل ضرب الإجابتَين في الجزأَين (أ) و (ب).

.....

د. لكي تحسب معدل ضربات القلب احسب عدد الدورات القلبيّة التي يمكن أن تحدث في 60 ثانية.

معدل ضربات القلب = 60 ÷ زمن الدورة القلبيّة الواحدة.

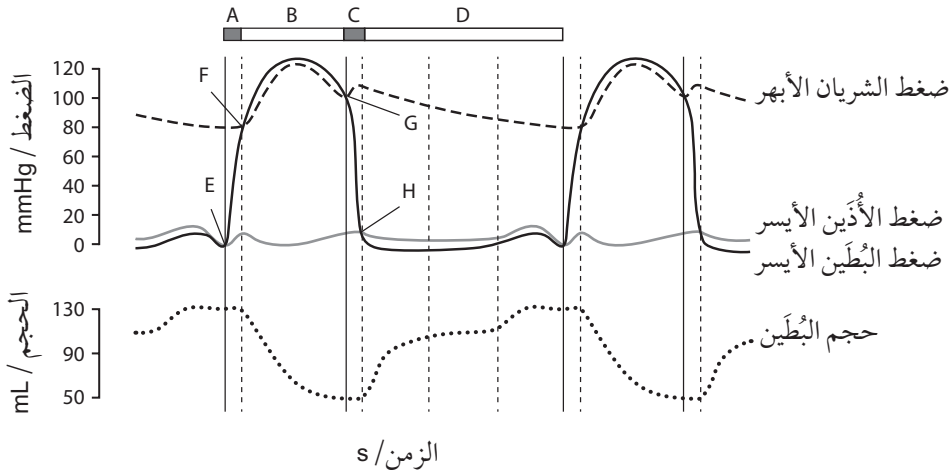
هـ. احسب الآن معدل ضربات القلب في مخططَين لكهربائية القلب (أ) و (ب) المبينَين في الشكل ٧–٦.

.....

.....

الشكل ٧–٦: رسمان ECG. (أ) ضربات قلب سريعة (ب) ضربات قلب بطيئة.

٢. ينتقل الدم عن طريق تدفق الكتلة. وهذا يعني تدفق الدم من الضغط المرتفع إلى الضغط المنخفض. ويمكن من خلال رصد تغيّر الضغط في حجرات القلب المختلفة أثناء الدورة القلبيّة توقع زمن دخول الدم إلى القلب وزمن خروجه منه. ويمكن أيضًا توقّع زمن فتح الصمامات وزمن غلقها. يبيّن الشكل ٧–٧ تغيّرات الضغط والحجم في البُطَين الأيسر أثناء دورتَين قلبيّتَين.



الشكل ٧–٧: تغيّرات الضغط في الشريان الأبهر والبُطَين الأيسر والأُذَين الأيسر.

أ. حدّد على التمثيل البياني الفترة التي يمتلئ فيها البُطَين بالدم. ابحث عن المنطقة التي يكون فيها الضغط في الأُذَين أعلى من الضغط في البُطَين.

ب. حدّد على التمثيل البياني الفترة التي يُفرغ فيها البُطَين الدم. ابحث عن المنطقة التي يكون فيها الضغط في البُطَين أعلى من الضغط في الشريان الأبهر.

ج. حدّد على التمثيل البياني الفترة التي يكون فيها البُطَين في حالة انقباض من دون أن يتغير حجمه. استخدم التمثيل البياني لشرح سبب عدم إفراغ البطين للدم.

د. حدّد الحرف الذي يدل على أن الصمام ثنائي الشرفات مغلق، واشرح إجابتك.

.....

.....

هـ. حدّد الحرف الذي يدل على أن الصمام ثنائي الشرفات مفتوح، واشرح إجابتك.

.....

.....

و. حدّد الحرف الذي يدل على أن الصمام الهلالي مغلق، واشرح إجابتك.

.....

.....

ز. حدّد الحرف الذي يدل على أن الصمام الهلالي مفتوح، واشرح إجابتك.

.....

.....

ح. صف كيف سيختلف الضغط المتولد من البُطين الأيمن عن الضغط المتولد من البُطين الأيسر. اشرح سبب توليد البُطينَين ضغوطًا مختلفة.

.....

.....

.....

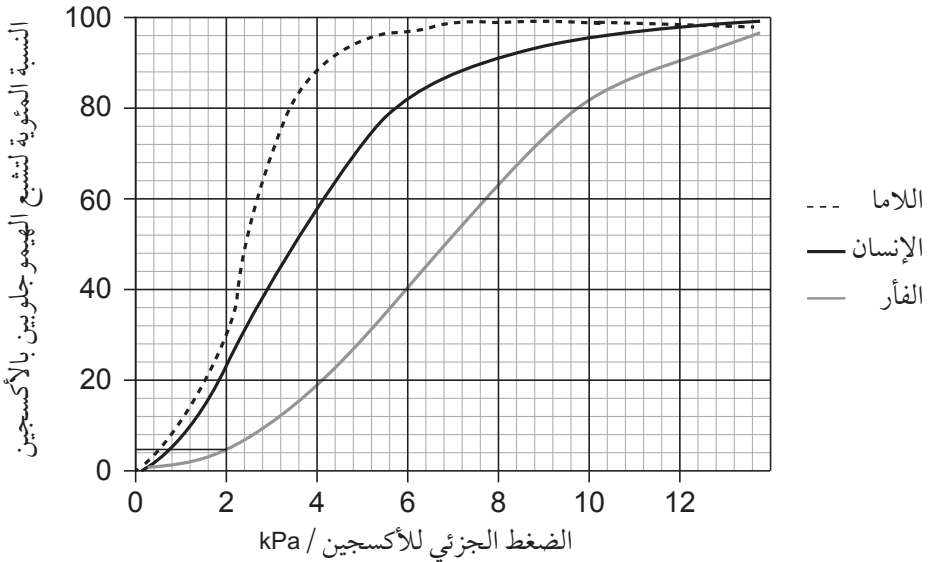
.....

مهم

تذكّر عند تفسير هذه التمثيلات البيانيّة، أن تلتزم بالتفاصيل. تذكّر القاعدتَين الآتيتَين:

- يحاول الدم التدفق من الضغط المرتفع إلى الضغط المنخفض.
- تمنع الصمامات الدم المتدفق من الرجوع بانغلاقها.

٣. من المهم أن تفهم منحنيات انفكاك الأكسجين من الهيموجلوبين من الناحيتَين الكميّة والنوعيّة وأن تستخدمها. لا تحاول أن تعرف كل مواقع المنحنيات المحتملة، لأنه من الأسهل عليك العمل على ما يحدث في كل حالة.
يبيّن الشكل ٧–٨ منحنيات انفكاك الأكسجين للإنسان ونوعَين من الثدييات.



الشكل ٧–٨: منحنيات انفكاك الأكسجين لكل من اللاما، والإنسان، والفأر.

أ. في الانسان، يبلغ الضغط الجزئي للأكسجين في الرئتَين عند مستوى سطح البحر 12 kPa. اتبع الخطوات الآتية لتحدّد مدى تشبّع الأكسجين في هيموجلوبين الإنسان في الشعيرات الدموية للحويصلات الهوائيّة عند هذه القيمة.

باستخدام الشكل ٧–٨:

الخطوة ١: ضع مسطرة على المحور (س) عند 12 kPa وارسم خطًّا يصل إلى منحنى الإنسان.

الخطوة ٢: ارسم باستخدام المسطرة خطًّا من هذه النقطة على المنحنى صعودًا إلى المحور (ص). هذه هي قيمة تشبّع الأكسجين عند 12 kPa.

الخطوة ٣: أكمل الجدول ٧–٣ الآتي:

النوع	تشبّع الهيموجلوبين بالأكسجين (%)			حجم الأكسجين المرتبط بـ 1 g هيموجلوبين/mL			حجم الأكسجين المنطلق إلى الأنسجة /mL	
	عند 12 kPa	عند 2 kPa	عند 6 kPa	عند 12 kPa	عند 2 kPa	عند 6 kPa	عند الضغط الجوي (12 kPa)	عند علو مرتفع (6 kPa)
الإنسان								
اللاما								
الفأر								

الجدول ٧–٣: جدول النتائج.

ب. كرّر ما عملته لتحدّد تشبّع الأكسجين عند الإنسان في الشُّعيرات الدموية في أنسجة التنفس (2 kPa) والحويصلات الهوائيّة عند علو مرتفع (6 kPa). اكتب البيانات في الجدول.

ج. إذا ارتبط 1 g من الهيموجلوبين المشبع بالكامل مع 1.3 mL من الأكسجين. احسب حجم الأكسجين المرتبط مع هيموجلوبين الإنسان عند 12 kPa و 2 kPa و 6 kPa.
اكتب القيم في الجدول.

د. قارن بين كميّة الأكسجين التي يتم توصيلها إلى الأنسجة عند ارتفاعات طبيعيّة وعالية.
عند الارتفاع الطبيعي:
حجم الأكسجين المنطلق في الأنسجة = حجم الأكسجين المرتبط عند 12 kPa – حجم الأكسجين المرتبط عند 2 kPa.
عند الارتفاع العالي:
حجم الأكسجين المنطلق في الأنسجة = حجم الأكسجين المرتبط عند 6 kPa – حجم الأكسجين المرتبط عند 2 kPa.
اكتب النتائج في الجدول.

هـ. كرر الخطوات من (أ) إلى (د) لكل من هيموجلوبين اللاما والفأر.

و. يعيش اللاما على علو مرتفع. والفأر ثديي صغير يحافظ على درجة حرارة جسم ثابتة. اشرح مزايا منحنيات انفكاك الأكسجين لكل من هذَين الحيوانَين.

.....

.....

نشاط ٧-٤ التخطيط لتجربة استقصاء تأثير الكافيين على معدل نبضات (ضربات) القلب في براغيث الماء

التخطيط لتجارب جيدة تحدّد بوضوح المتغيّرات المستقلة والمتغيّرات التابعة والمتغيّرات القياسيّة هي مهارة أساسية.

برغوث الماء (الدافنيا *Daphnia*) حيوان لافقاري يعيش في المياه العذبة. يمكنك مشاهدة ضربات قلب هذا الحيوان باستخدام عدسة المجهر الصغرى عن طريق وضعه مع قليل من الماء على شريحة مجوّفة. يمكنك استقصاء تأثير الكافيين على برغوث الماء بإضافة محاليل الكافيين بتراكيز مختلفة (حتى 0.5 M) إلى وسط الماء الموجود فيه برغوث الماء.

في هذا النشاط سوف:

- تخطط لطريقة استقصاء تأثير الكافيين على ضربات القلب.
- تطوّر فهمك لكيفيّة التخطيط لتجارب جيدة.
- تطوّر فهمك للمتغيّرات المستقلة والمتغيّرات التابعة والمتغيّرات القياسيّة.

١. المتغيّر المستقل Independent variable

هو المتغيّر الذي تغيّره وتستقصيه في التجربة.

أ. ما هو المتغير المستقل في هذا النشاط؟

.....

ب. كيف ستغيّر المتغيّر المستقل؟

.....

ج. اذكر نطاق وعدد القيم المختلفة التي ستستخدمها.

.....

.....

د. اذكر كيف ستضمن توحيدها بين التكرارات.

.....

.....

٢. المتغيّر التابع Dependent variable

المتغيّر التابع هو المتغيّر الذي تقيسه في التجربة.

أ. ما هو المتغير التابع في هذا النشاط؟

.....

ب. اذكر كيف تقيسه بدقة.

.....

ج. اذكر كيف ستقرر ما إذا كان لديك عدد كاف من التكرارات لزيادة عامل الدقة.

.....

٣. المتغيّرات القياسيّة Standardised variable

المتغيّرات القياسيّة هي جميع المتغيّرات التي يمكن أن تؤثر على التجربة. يجب أن تبقى ثابتة لضمان صحة النتائج.

أ. اكتب قائمة بجميع المتغيّرات التي يمكن أن تؤثر على المتغيّر التابع في هذا النشاط.

.....

ب. اذكر كيف ستضمن عدم تغيّرها.

.....

٤. الخطة التجريبيّة Experimental plan

بعد الانتهاء من الإجابة عن الأسئلة ١-٣، استخدم إجاباتك لكتابة طريقة تجريبيّة مفصّلة لاستقصاء تأثير الكافيين على ضربات القلب. اكتب جميع التفاصيل المرتبطة بالاستقصاء، آخذًا في الحسبان الاحتياطات والاعتبارات الأخلاقيّة لاستخدام كائنات حيّة في التجربة.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي ٧-١ ملاحظة ورسم التراكيب المختلفة في الشرايين والأوردة والشعيرات الدموية

للشرايين والأوردة والشعيرات الدموّية وظائف مختلفة، ناتجة من الاختلافات في تركيبها. فوظيفة الشرايين نقل الدم تحت ضغط مرتفع من القلب، في حين أن الأوردة تعمل على إعادة الدم الذي يكون تحت ضغط منخفض إلى القلب. بالمقابل ليس ضروريًّا أن يكون للشرايين والأوردة جدران منفذة، فالشعيرات الدموية تؤدي وظيفة تبادل المواد بين الدم والأنسجة، الأمر الذي يتطلب أن تكون جدرانها رقيقة ومنفذة.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- مجهر ضوئي
- شرائح جاهزة لمقاطع عرضيّة في الشرايين والأوردة والشعيرات الدموية
- قلم جرافيت من النوع (HB) أو 2H الحاد
- ممحاة
- مبراة
- مسطرة
- مقياس شبكة العدسة العينيّة
- مقياس المنضدة

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.

الطريقة

١. جهّز المجهر.

٢. ضع الشريحة (الشرائح) الجاهزة، واستخدم العدسة الشيئيّة المتوسطة لجعل الأوعية الدموية في موضع التركيز.

٣. حدّد الشريان– له تركيب دائري أكثر انتظامًا، وجدار سميك وتجويف صغير.

٤. حدّد الوريد– له تركيب أقل انتظامًا وغالبًا ما يكون مسطّحًا، رقيق الجدار، لكن تجويفه قد يكون واسعًا.

مهم

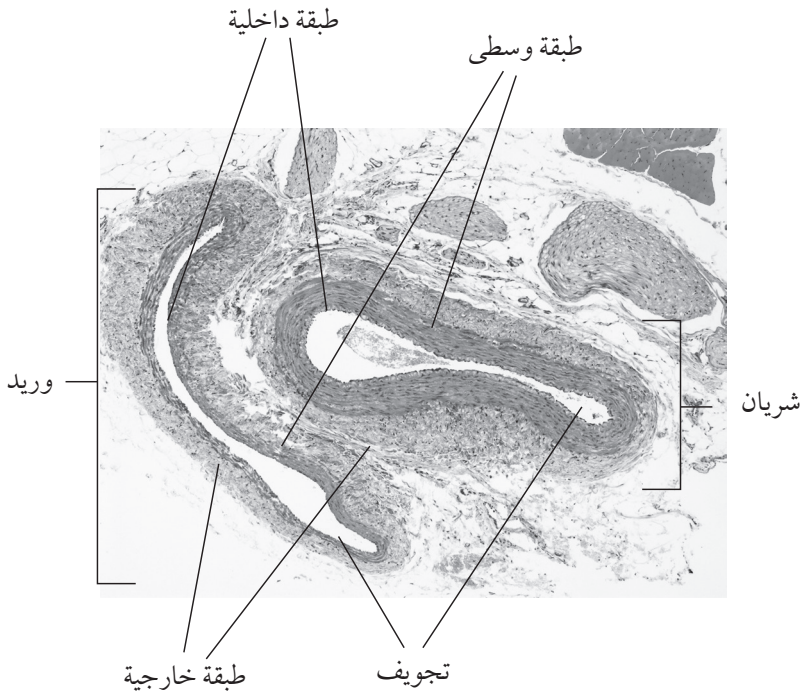
يجب أن تكون الطبيعة الليفيّة للطبقتَين الخارجية والداخلية واضحة على الرغم من صعوبة رؤية حدودهما بدقة.

٥. حاول تحديد شعيرة دمويّة- ربما لا يكون الأمر سهلًا لأنها صغيرة جدًّا وتعتمد رؤيتها على جودة القطاع (يظهر في الصورة ٧-١ شريان ووريد).

٦. انتقل إلى العدسة الشيئيّة الكبرى لمشاهدة الأوعية الدموية الثلاثة بتفصيل أكبر.

٧. ركّز على الشريان وارسم مقطعًا عرضيًّا له في قسم النتائج وحدّد عليه الأنسجة الآتية:

- الطبقة الداخليّة (البطانة الرقيقة في الداخل).
- الطبقة الوسطى (طبقة سميكة تحتوي على ألياف مرنة وكولاجين وعضلات ملساء).
- الطبقة الخارجيّة (طبقة سميكة تحتوي على بعض ألياف الكولاجين وألياف مرنة).
- تجويف (الحيز في المركز).



الصورة ٧-١: صورة مجهرية ضوئية لمقطع عرضي في شريان ووريد.

٨. استخدم مقياس شبكة العدسة العينيّة ومقياس المنضدة لقياس سمك جدار الشريان وقطر تجويفه. سجّل القياسات في قسم النتائج، وضع مقياس شريط على الرسم التخطيطي للشريان.

مهم

جدار الوريد أرق بكثير من جدار الشريان ويفترض أن يكون شكله أقل انتظامًا.

٩. ركّز على الوريد وارسم مقطعًا عرضيًّا له في قسم النتائج. حدّد على الرسم الأنسجة الآتية:
- الطبقة الداخليّة (البطانة الرقيقة في الداخل).
- الطبقة الوسطى (طبقة رقيقة تحتوي على ألياف مرنة وعضلات ملساء).
- الطبقة الخارجيّة (طبقة رقيقة تحتوي في الغالب على بعض ألياف الكولاجين).
- تجويف (الحيز في المركز).

١٠. استخدم مقياس شبكة العدسة العينيّة ومقياس المنضدة لقياس سمك جدار الوريد وطول أقصى قطر له. سجل القياسات في قسم النتائج، وضع مقياس شريط على الرسم التخطيطي للوريد.

النتائج

مقطع عرضي في الشريان	مقطع عرضي في الوريد

الوعاء الدموي	سمك الجدار / µm	أقصى قطر للتجويف / µm
الشريان		
الوريد		
الشعيرة الدمويّة*	(طبقة واحدة من البطانة بسمك خليّة (1 µm) تقريبًا)	10 تقريبًا

الجدول ٧–١: مقارنة الخصائص.

*ذكرت الشعيرات الدموية للمقارنة.

التحليل والاستنتاج والتقويم

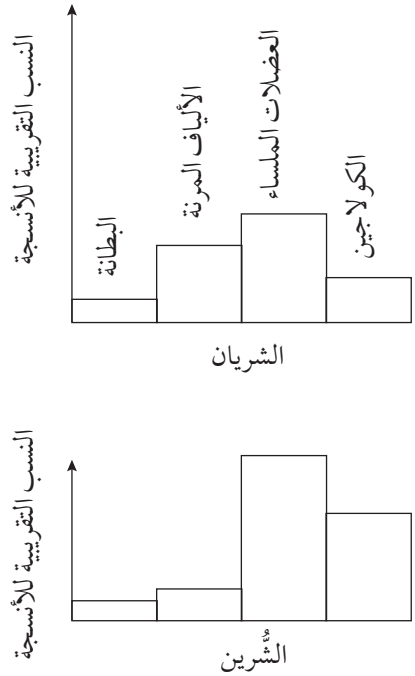
١. صف الاختلاف في تركيب الشريان والوريد والشعيرة الدموية.

.....

.....

.....

٢. تتفرّع الشرايين إلى أوعية دمويّة أصغر هي الشُّرينات. تتحكم الشُّرينات في تدفق الدم إلى الأعضاء والأنسجة عن طريق التوسّع والتضيّق. يبيّن الشكل ٧-١ نسب الأنسجة في جدران الشريان والشُّرين.



الشكل ٧-١: نسبة الأنسجة المختلفة في جدران الشرايين والشُّرينات.

صف كيف يختلف تركيب جدار الشُّرين عن جدار الشريان، واشرح كيف يمكنه ذلك من أداء وظيفته.

.....

.....

.....

.....

٣. استخدم النتائج ومعرفتك لشرح تناسب تركيب الشريان والوريد والشعيرة الدموية مع وظائفها.

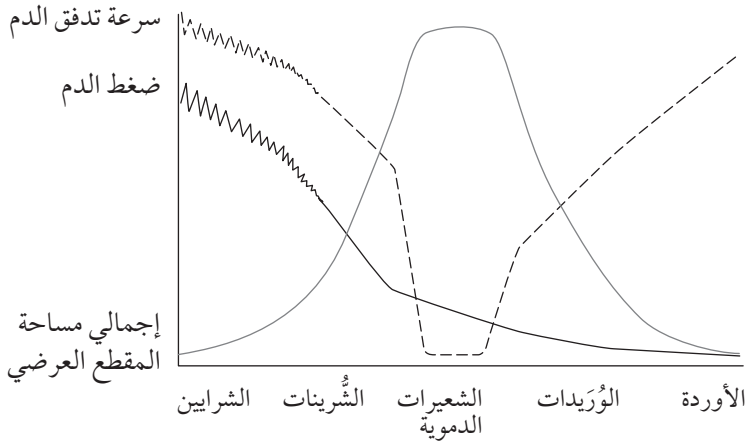
.....

.....

.....

.....

٤. يبيّن الشكل ٧–٢ سرعة تدفّق الدم وضغطه في أوعية دمويّة مختلفة، وإجمالي مساحة المقطع العرضي للأوعية الدموية.



الشكل ٧–٢: سرعة تدفق الدم وضغط الدم وإجمالي مساحة المقطع العرضي للأوعية الدموية.

أ. صف التغيّرات في سرعة تدفق الدم وضغط الدم وإجمالي مساحة المقطع العرضي للأوعية الدموية مع انتقال الدم من الشرايين إلى الأوردة.

.....

.....

.....

.....

٣. استخدم النتائج ومعرفتك لشرح تناسب تركيب الشريان والوريد والشعيرة الدموية مع وظائفها.

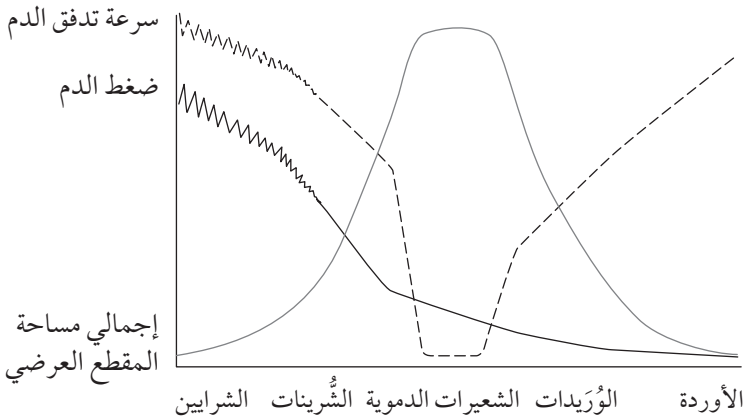
.....

.....

.....

.....

٤. يبيّن الشكل ٧–٢ سرعة تدفّق الدم وضغطه في أوعية دمويّة مختلفة، وإجمالي مساحة المقطع العرضي للأوعية الدموية.



الشكل ٧–٢: سرعة تدفق الدم وضغط الدم وإجمالي مساحة المقطع العرضي للأوعية الدموية.

أ. صف التغيّرات في سرعة تدفق الدم وضغط الدم وإجمالي مساحة المقطع العرضي للأوعية الدموية مع انتقال الدم من الشرايين إلى الأوردة.

.....

.....

.....

.....

ب. اشرح التغيّرات في مساحة المقطع العرضي.

.....

.....

.....

.....

ج. اشرح سبب حدوث التغيّرات في ضغط الدم. استعن بمعادلة الضغط الآتية:

$$\text{الضغط} = \frac{\text{القوة (الناتجة من انقباض القلب)}}{\text{المساحة}}$$

.....

.....

.....

.....

د. اشرح سبب تغيّر سرعة تدفق الدم (عليك التفكير أيضًا في كيفيّة انتقال الدم عبر الأوردة).

.....

.....

.....

.....

استقصاء عملي ٧-٢ تحديد ورسم خلايا الدم

يحتوي الدم على أربعة مكوّنات رئيسيّة: البلازما، خلايا الدم الحمراء، خلايا الدم البيضاء، والصفائح الدموية. وهناك أنواع مختلفة من خلايا الدم البيضاء، بما فيها الخلايا وحيدة النواة والخلايا المتعادلة والخلايا اللمفاويّة؛ ويجب أن تكون قادرًا على تحديد هذه الأنواع المختلفة.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- مجهر ضوئي
- شرائح جاهزة للدم
- قلم جرافيت من النوع (HB) أو 2H الحاد
- ممحاة
- مبراة
- مسطرة

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.

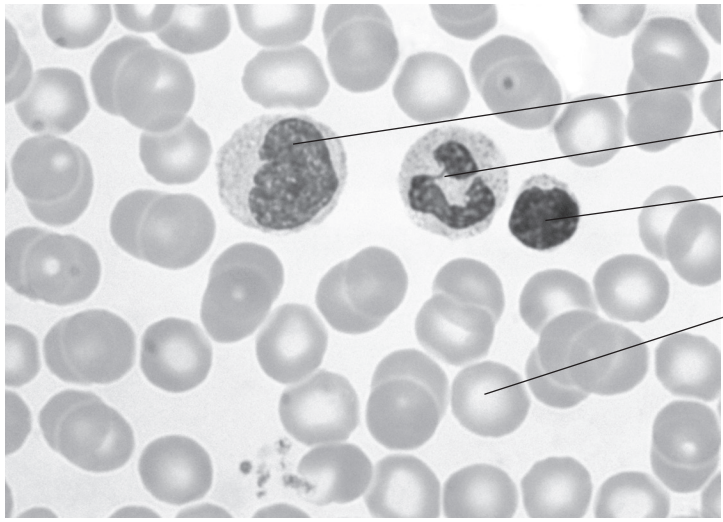
الطريقة

١. جهّز المجهر.

٢. ضع شريحة الدم على المنضدة، واستخدم العدسة الشيئيّة المتوسطة لوضع بعض الخلايا في موضع التركيز.

٣. انتقل إلى العدسة الكبرى واستخدم الضابط الصغير لوضع الخلايا المفردة في موضع التركيز.

٤. حرّك الشريحة بعناية وخذ الوقت الكافي لمحاولة التعرّف على أنواع خلايا الدم المختلفة. استفد من الصورة ٧–٢، صورة مجهرية ضوئية لخلايا دم الإنسان، لتساعدك في التعرّف على:
   - خلايا الدم الحمراء.
   - الخلايا وحيدة النواة.
   - الخلايا اللمفاوية.
   - الخلايا المتعادلة.



الصورة ٧-٢: صورة مجهرية ضوئية لخلايا دم الإنسان.

٥. استفد من قواعد الرسم الموضحة في المهارات العملية في بداية الكتاب. ارسم في قسم النتائج خليّتَين إلى ثلاث خلايا من كل نوع. أضف ملاحظات تساعدك في وصفها.

النتائج

خلايا دم حمراء	خلايا وحيدة النواة
خلايا لمفاوية	خلايا متعادلة

مصطلحات علمية

خلايا الدم الحمراء Red blood cells: الخلايا الأكثر عددًا، تبدو كرويّة مع مركز باهت اللون.

الخلية وحيدة النواة Monocyte: إحدى أنواع خلايا الدم البيضاء، الأكبر حجمًا، نواتها على شكل كلية.

الخلية اللمفاوية Lymphocyte: أصغر الخلايا، كروية الشكل، بها نواة دائرية تحتل مساحة كبيرة من الخلية.

الخليّة المتعادلة Neutrophil: خلية كبيرة ولها نواة ذات فصوص.

مهم

لا تنسَ إضافة المسميات وقوة التكبير وتسجيلها. تذكّر أنه عليك تحديد أنواع الخلايا المختلفة.

التحليل والاستنتاج والتقويم

١. أكمل الجدول ٧-٢ لتقارن بين تركيب أنواع خلايا الدم الأربعة:

نوع الخليّة	وجود النواة (نعم/لا)	شكل النواة	اللون	سمات مميّزة أخرى
خلية دم حمراء				
خلية وحيدة النواة				
خلية لمفاوية				
خلية متعادلة				

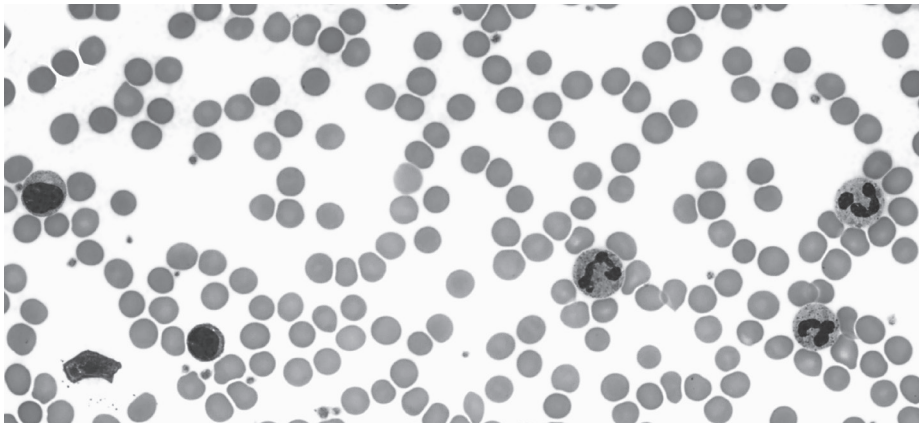
الجدول ٧-٢: مقارنة التركيب.

٢. أكمل الجدول ٧-٣ للمطابقة بين اسم كل نوع من خلايا الدم ووظيفته.

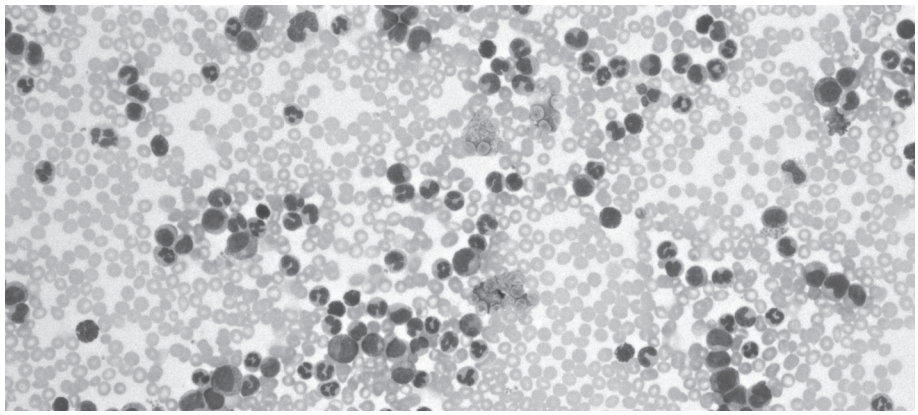
اسم خلية الدم	الوظيفة
	• الانتقال في الدم إلى أجزاء الجسم وابتلاع مسببات الأمراض بعملية البلعمة.
	• تشارك في الاستجابة المناعيّة بما فيها إنتاج الأجسام المضادة.
	• تحتوي على الهيموجلوبين وتنقل الأكسجين في أجزاء الجسم.
	• الانتقال في أجزاء الجسم، والاستقرار في النهاية في أعضاء لتنضج كخلايا بلعمية كبيرة تبتلع مسببات الأمراض بعمليّة البلعمة.

الجدول ٧-٢: وظائف خلايا الدم.

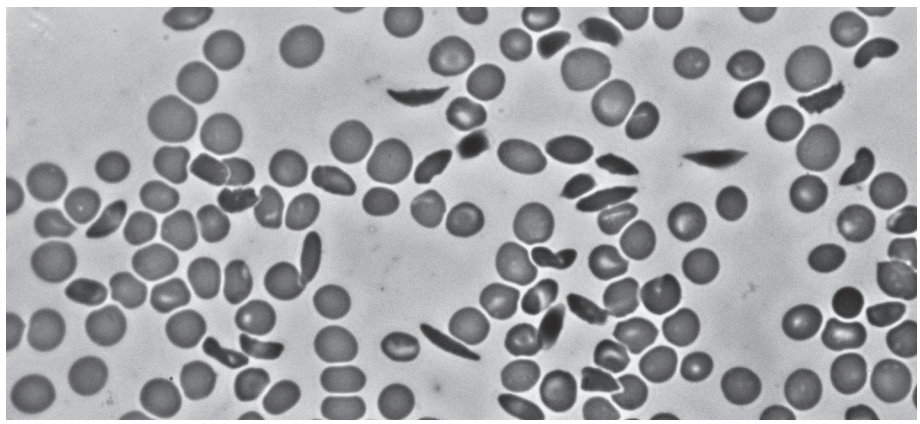
٣. الصور من ٧-٣ إلى ٧-٥ صور مجهرية ضوئية لخلايا دم أخذت من: شخص دمه سليم (الصورة ٧-٣)، ومريض باللوكيميا Leukaemia، (الصورة ٧-٤)، ومريض بفقر الدم المنجلي Sickle cell anaemia (الصورة ٧-٥).



الصورة ٧-٣: صورة مجهرية ضوئية لخلايا دم سليمة.



الصورة ٧-٤: صورة مجهرية ضوئية لخلايا دم أخذت من مريض باللوكيميا.



الصورة ٧-٥: صورة مجهرية ضوئية لخلايا دم أخذت من مريض بفقر الدم المنجلي.

صف كيف يختلف دم مرضى اللوكيميا وفقر الدم المنجلي عن الدم السليم. اقترح بعض الأعراض التي قد يعانيها هؤلاء المرضى (قد ترغب في إجراء بحث حول ذلك).

أ. مريض باللوكيميا

الاختلافات:

.....

.....

أعراض وتأثيرات محتملة:

.....

.....

ب. مريض فقر الدم المنجلي

الاختلافات:

.....

.....

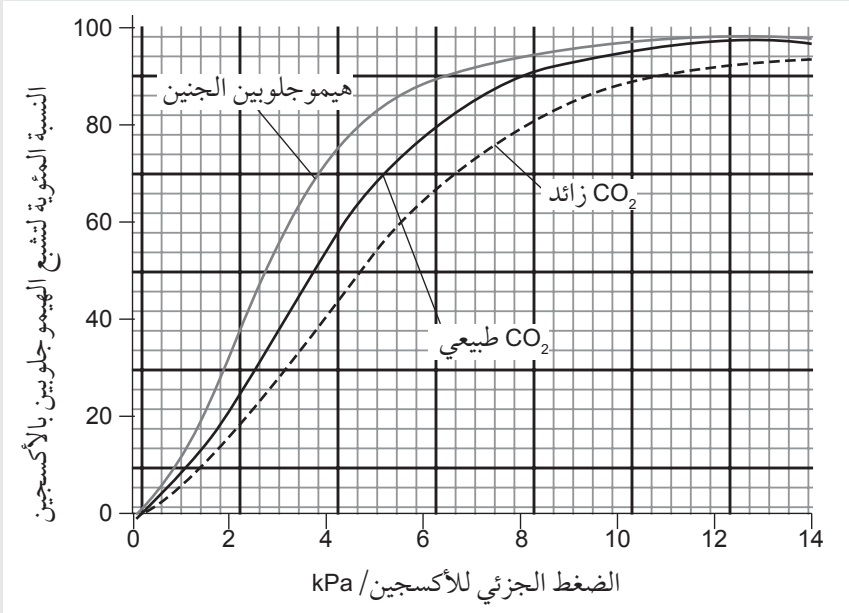
أعراض وتأثيرات محتملة:

.....

.....

أسئلة نهاية الوحدة

١. يبيّن الشكل أدناه منحنيات انفكاك الأكسجين من هيموجلوبين الإنسان في وجود نطاق من تراكيز ثاني أكسيد الكربون.



أ. **اشرح** كيف يكوّن تركيب جزيء الهيموجلوبين منحنى انفكاك الأكسجين على شكل- S.

ب. ١- يبلغ الضغط الجزئي للأكسجين في الحويصلات الهوائيّة 12 kPa. استخدم الشكل السابق لتحديد النسبة المئويّة لتشبّع الهيموجلوبين الطبيعي في الحويصلات الهوائية.

٢- يرتبط 1 g من الهيموجلوبين المشبع بالكامل مع 1.3 mL من الأكسجين. **احسب** حجم الأكسجين الذي يرتبط مع 1 g من الهيموجلوبين عند ضغط جزئي يبلغ 12 kPa.

٣- استخدم الشكل نفسه وإجابتك عن السؤال (٢) لتحديد حجم الأكسجين المنطلق إلى عضلة سريعة التنفس بضغط جزئي من الأكسجين يبلغ 2 kPa.

٤- اشرح إيجابية تأثير ثاني أكسيد الكربون على منحنى انفكاك الأكسجين.

ج. اشرح سبب اختلاف منحنى انفكاك الأكسجين عند جنين الإنسان عن البالغ السليم.

أفعال إجرائية

اشرح Explain: اعرض الأهداف أو الأسباب / اجعل العلاقات بين الأشياء واضحة / توقّع لماذا و/ أو كيف وادعم إجابتك بأدلّة ذات صلة.

احسب Calculate: استخلص، من الحقائق المعطاة، المعلومات أو الأرقام.

تابع

٢. يبيّن الجدول أدناه الضغوط داخل البُطَين الأيسر والأُذَين الأيسر للقلب أثناء دورة قلبيّة واحدة.

الزمن/s	الضغط الأُذَيني kPa/	الضغط البُطَيني kPa/	ضغط الشريان الأبهر kPa/
0.0	1.4	1.2	11.7
0.1	1.8	3.9	11.6
0.2	1.4	11.9	11.5
0.3	1.5	16.0	15.8
0.4	1.5	6.7	14.7
0.5	1.4	1.2	14,5
0.6	1.5	1.3	12.5
0.7	1.4	1.3	12.1
0.8	1.4	1.3	11.7

أ. ١- تستغرق الدورة القلبيّة الكاملة s 0.8. احسب معدل النبض في الدقيقة.

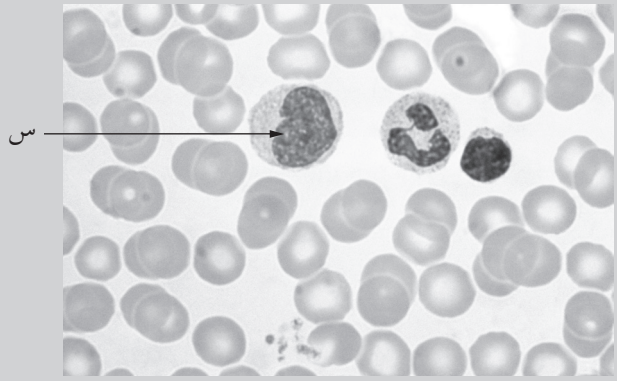
٢- **حدّد** الفترة الزمنية التي يفرغ فيه البُطَين الدم.

٣- حدّد الزمن الذي يكون فيه الصمام ثنائي الشرفات مغلقًا.

٤- حدّد الزمن الذي يكون فيه البُطين منبسطًا لكن لا تتم إعادة ملئه.

ب. **صف** كيف يتم التحكم بنبضات القلب، أثناء الراحة، بالإشارات الكهربائيّة.

٣. الصورة الآتية هي صورة مجهرية ضوئية لخلايا دم إنسان.



مقدار التكبير x1100.

أفعال إجرائية

حدّد Determine: أجب استنادًا إلى المعلومات المتاحة.

صف Describe: قدّم الخصائص والميزات الرئيسية.

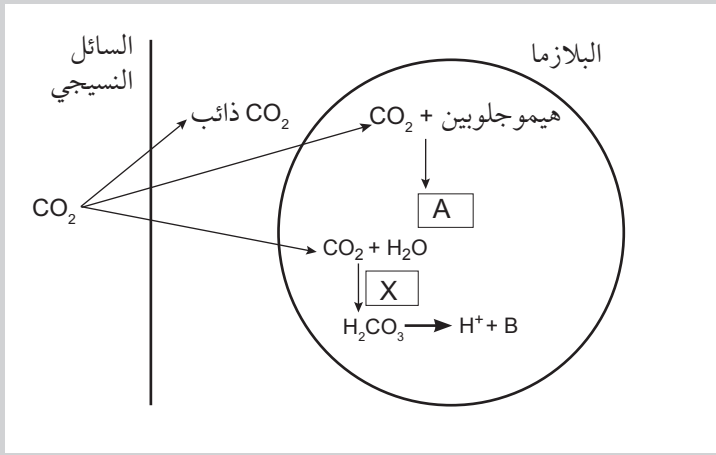
تابع

أ. ١- ارسم رسمًا دقيقًا لأربع خلايا دم حمراء وجميع أنواع خلايا الدم البيضاء. اكتب بوضوح المسميات الآتية: خلايا دم حمراء، خلية وحيدة النواة، خلايا متعادلة، خلية لمفاوية.

٢- احسب قطر الخليّة المشار إليها بالرمز (س).

ب. اشرح كيف أن تركيب خلايا الدم الحمراء يزيد من نقل الأكسجين إلى الأنسجة.

٤. يبيّن الشكل آليات نقل ثاني أكسيد الكربون في الدم.

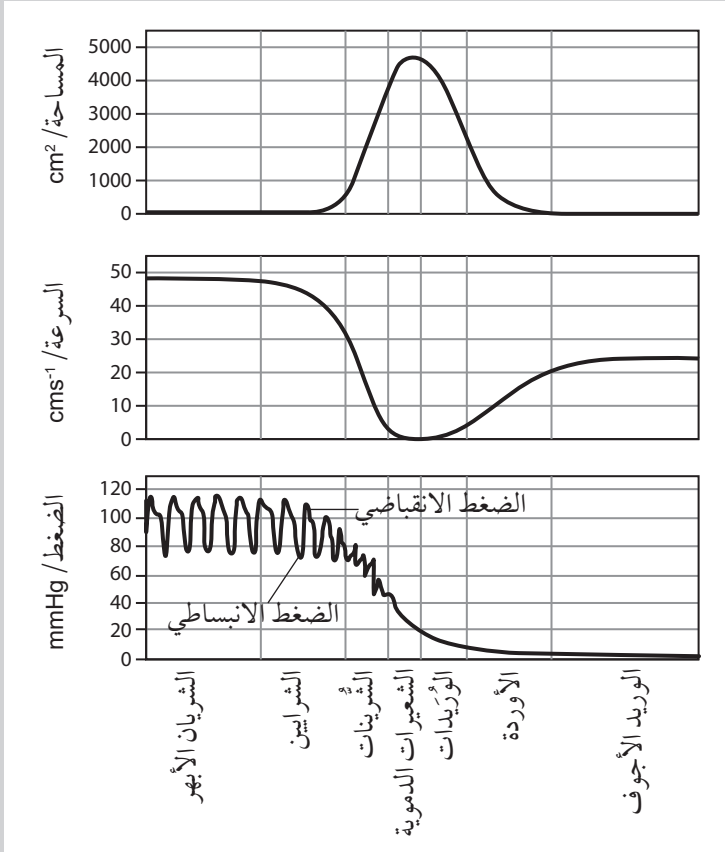


أ. اذكر أسماء المادتَين A، B.

ب. اذكر اسم الإنزيم الذي يحفز التفاعل X على الرسم التخطيطي.

تابع

٥. يبيّن الشكل الآتي تغيّر ضغط الدم ومساحة المقطع العرضي وسرعة الدم في الأوعية الدموية.



أ. ١- صف كيف يتغيّر ضغط الدم عند انتقال الدم من الشريان الأبهر إلى الوريد الأجوف، واشرح إجابتك.

٢- صف كيف تتغيّر سرعة الدم عند انتقال الدم من الشريان الأبهر إلى الوريد الأجوف، واشرح إجابتك.

ب. دوالي الساقين هي أوردة تبدو منتفخة وممتلئة بالدم، وغالبًا ما تحدث بسبب تلف الصمامات في الأوردة. **اقترح** كيف يمكن أن يؤدي تلف الصمامات إلى ظهور الدوالي الوريديّة.

أفعال إجرائية

اقترح Suggest: طبّق المعرفة والفهم على المواقف التي تتضمّن مجموعة من الإجابات الصحيحة من أجل تقديم المقترحات.

تبادل الغازات
Gas Exchange

أهداف التعلُّم

٨-١ يتعرّف على القصبة الهوائية والشعب الهوائية والشعيبات الهوائية والحويصلات الهوائية في الشرائح المجهرية والصور المجهرية الضوئية والصور المجهرية الإلكترونيّة، ويرسم رسومًا تخطيطيّة سطحية لمقاطع عرضيّة في جدران القصبة الهوائية والشعبة الهوائية.

٨-٢ يصف وظيفة وتوزيع الغضاريف والعضلات الملساء في جهاز تبادل الغازات.

٨-٣ يلخص توزيع الخلايا الطلائيّة المهدبة والخلايا الكأسيّة والمخاط، ويصف وظائفها في الحفاظ على صحة جهاز تبادل الغازات.

٨-٤ يصف تكيف الحويصلة الهوائية الذي يعزز تبادل الغازات، بالإشارة إلى الألياف المرنة والنسيج الطلائي الحرشفي وشبكة الشعيرات الدمويّة المحيطة.

٨-٥ يتعرّف على الغضاريف والنسيج الطلائي المهدب والخلايا الكأسيّة والنسيج الطلائي الحرشفي في الحويصلة الهوائيّة، والعضلات الملساء والشعيرات الدمويّة في الشرائح المجهريّة والصور المجهريّة الضوئية والصور المجهريّة الإلكترونيّة.

٨-٦ يصف تبادل الغازات بين الهواء في الحويصلات الهوائيّة والدم في الشعيرات الدمويّة، متضمنًا الحفاظ على منحدرات التركيز.

الأنشطة

نشاط ٨-١ تحليل مقارن للتنفس

جهاز قياس التنفس (سبيرومتر Spirometer) جهاز يستخدم لاستقصاء حجوم الهواء المتبادل أثناء التنفس. يمكن إجراء مجموعة من التجارب بواسطته، مثل مقارنة معدلات امتصاص الأشخاص للأكسجين في ظروف مختلفة.

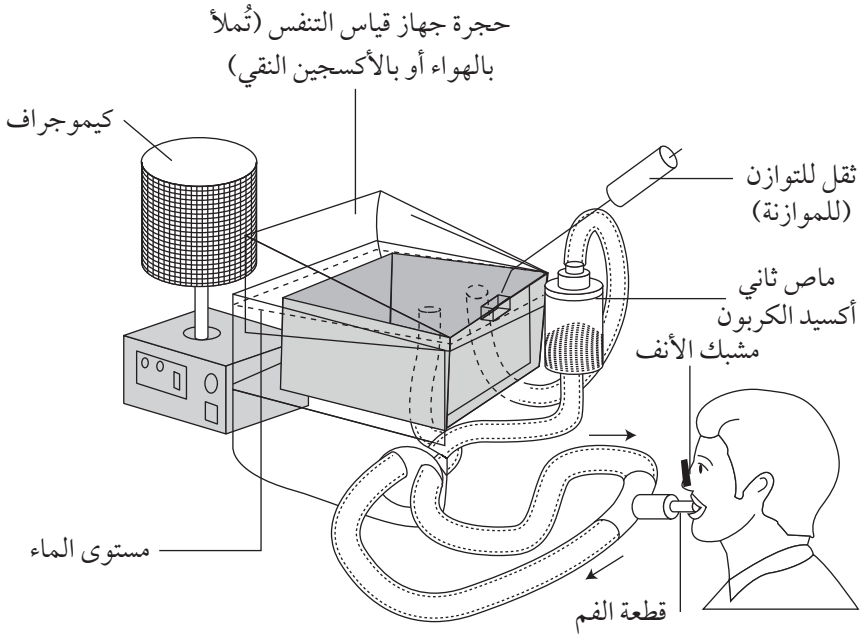
في هذا النشاط سوف:

- تطوّر فهمك لتبادل الغازات عند الإنسان.
- تطوّر قدرتك على تحليل البيانات وتفسير التمثيلات البيانيّة.

١. شرع فريق من الطلبة لاستقصاء حجم الرئة ومعدلات التنفس ومعدل استهلاك الأكسجين.

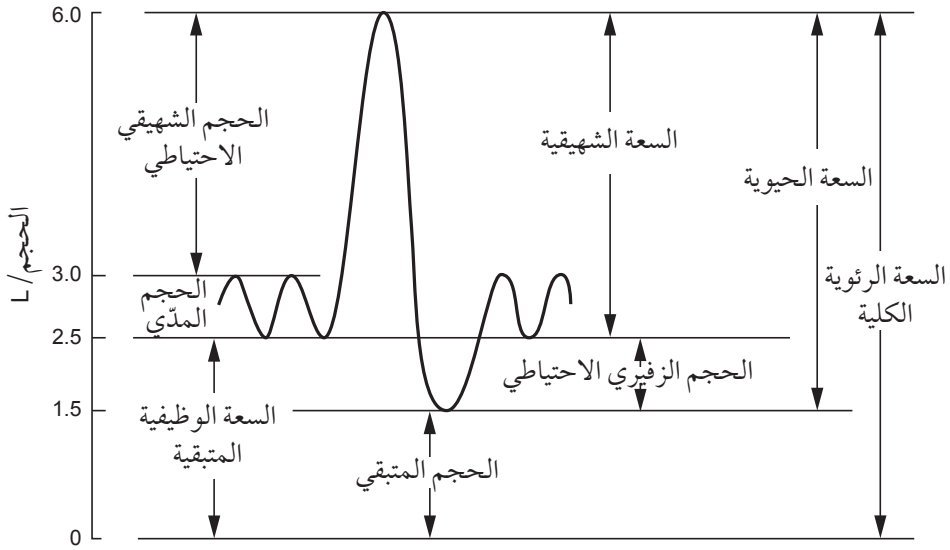
استخدم الطلبة جهاز قياس التنفس المبيّن في الشكل ٨-١. يمكن ملء جهاز قياس التنفس بالهواء من الغلاف الجوي أو الأكسجين النقي. ويجب توخي الحذر الشديد عند استخدام ماص ثاني أكسيد الكربون، لأنه من الصعب جدًّا معرفة ما إذا كان الأكسجين قد نفد. يمكن استخدام جهاز قياس التنفس مع أو بدون ماص ثاني أكسيد الكربون.

لقد ملأ الطلبة الجهاز بالهواء، وأعدوا جهاز قياس التنفس في التجربة الأولى بدون ماص ثاني أكسيد الكربون. وضعوا مشبك الأنف واقتربوا من قطعة الفم، وأخذوا هواء الشهيق والزفير بشكل طبيعي. ثم أخذوا نفسًا عميقًا وأخرجوا كل الهواء بالزفير. ليعودوا مرة أخرى إلى التنفس بشكل طبيعي.



الشكل ٨-١: جهاز قياس التنفس الذي تم إعداده لقياس حجوم التنفس ومعدلاته.

يوضح التمثيل البياني في الشكل ٨-٢ مخطط التغيّرات في حجم الرئة التي سجلها الكيموجراف.



الشكل ٨-٢: تمثيل بياني يوضح التغيّرات في حجم الرئة.

أ. الحجم المدّي (Tidal volume TV) هو كميّة الهواء المتبادلة أثناء التنفس الطبيعي. احسب الحجم المدّي.

.....

.....

ب. الحجم الشهيقي الاحتياطي (Insiratory reserve volume IRV) هو الحجم الإضافي من الهواء الذي يمكن إدخاله بالشهيق، والحجم الزفيري الاحتياطي (Expiratory reserve volume ERV) هو الحجم الإضافي من الهواء الذي يمكن إخراجه. احسب الحجم الزفيري والحجم الشهيقي.

.....

.....

ج. السعة الحيويّة (Vital capacity VC) هي أقصى كميّة من الهواء يمكن تبادلها في نفس واحد. وهي تساوي الحجم الشهيقي الاحتياطي (IRV) + الحجم الزفيري الاحتياطي (ERV) + الحجم المدّي (TV). احسب السعة الحيويّة.

.....

.....

د. الحجم المتبقي Residual volume هو حجم الهواء المتبقي في الجهاز التنفسي بعد أقصى شهيق. احسب الحجم المتبقي.

.....

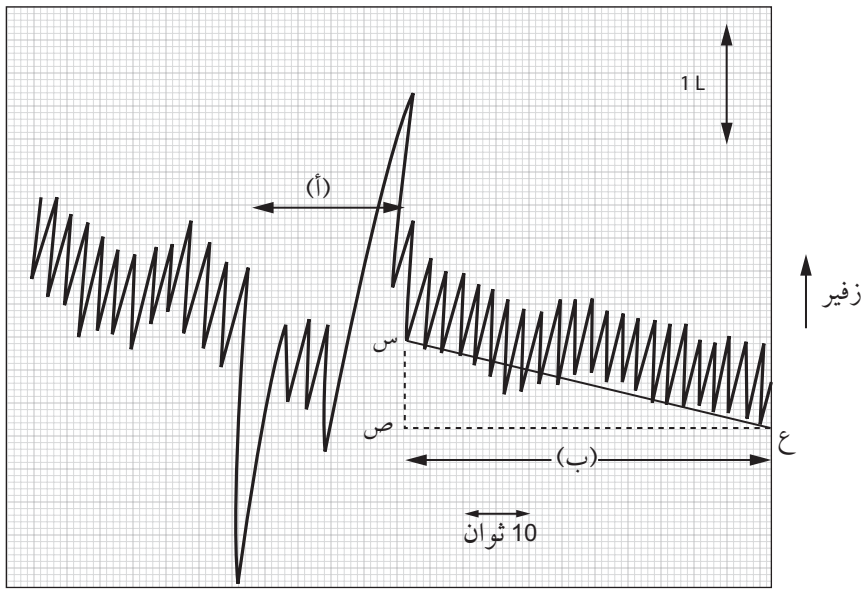
.....

هـ. حدّد كميّة الهواء التي جرى تبادلها خلال دقيقة واحدة إذا كان الطالب يؤدي التنفس المدّي بمعدل 17 نفَسًا في الدقيقة.

.....

.....

٢. أضاف الطلبة إلى الجهاز ماص ثاني أكسيد الكربون ممتلئًا ببلورات هيدروكسيد البوتاسيوم وتنفسوا شهيقًا وزفيرًا من جهاز قياس التنفس لمدة دقيقتَين. يبيّن الشكل ٨–٣ المخطط الناتج.



الشكل ٨–٣: مخطط جهاز قياس التنفس الناتج عند إضافة هيدروكسيد البوتاسيوم إلى ماص ثاني أكسيد الكربون.

أ. تتبّع الخطوات الآتية لتحديد السعة الحيويّة التقريبيّة للقسم (أ) من التمثيل البياني:

الخطوة ١: قِس طول 1 L من شريط المقياس بالمليمتر mm.

الخطوة ٢: حدّد مقدار الحجم بـ 1 L الذي يمثله 1 mm (الطول بـ mm ÷ 1).

مهم

كن حذرًا في التحويل من ثوان إلى دقائق. تذكر أن 30 ثانية = 0.5 دقيقة.

الخطوة ٣: قِس بالمسطرة الطول التقريبي:
للحجم الزفيري الاحتياطي + السعة الحيويّة + الحجم الشهيقي الاحتياطي.

الخطوة ٤: اضرب الطول بالمليمتر في المقدار الذي يمثله 1 mm.

ب. احسب معدل التنفس في القسم (ب) في التمثيل البياني:

الخطوة ١: احسب عدد الأنفاس بين النقطتَين ص و ع.

الخطوة ٢: حدّد المدة التي تستغرقها (ب) بالدقائق باستخدام شريط المقياس 10 ثوان.

الخطوة ٣: احسب معدل التنفس لكل دقيقة (عدد الأنفاس ÷ الزمن المستغرق).

ج. استفد من التمثيل البياني لحساب متوسط حجم الهواء المتبادل في الدقيقة أثناء التنفس المدّي:

الخطوة ١: حدّد في القسم (ب) حجم خمسة أنفاس مختلفة، واحسب متوسط الحجم المدّي عن طريق جمعها معًا والقسمة على خمسة.

الخطوة ٢: اضرب متوسط الحجم المدّي في معدل النفس.

د. جرى إعداد جهاز قياس التنفس باستخدام هيدروكسيد البوتاسيوم الماص لثاني أكسيد الكربون. سيزيل ذلك ثاني أكسيد الكربون الناتج من الزفير فيتجه المخطط إلى الأسفل. مقدار انخفاض المخطط يمثل حجم الأكسجين المستخدم.
يمكن بالتالي حساب حجم الأكسجين المستخدم في القسم (ب) برسم الخط المنحدر (س- ع).

الخطوة ١: احسب حجم الأكسجين المستخدم بـ (L) بقياس الخط (س- ص).

الخطوة ٢: احسب معدل الأكسجين المستخدم وهو الخط (س-ص). يحسب الميل (الانحدار) في التمثيلات البيانيّة بقسمة الارتفاع (المحور ص) على الطول (المحور س).

٣. تؤثر حالات طبيّة عديدة في القدرة على تبادل الهواء. إذ يُستخدم عدّاد سرعة التدفق لقياس السعة الحيويّة القسريّة (Forced vital capacity FVC)، وهي أقصى كميّة من الهواء يمكن إخراجها بالزفير، حيث إن الحجم الزفيري القسري في الثانية الواحدة (Forced expiratory volume FEV_1) هو أقصى كميّة من الهواء يمكن إخراجها بالزفير في ثانية واحدة.

الجدول ٨–١ قيم السعة الحيويّة القسريّة والحجم الزفيري القسري في ثانية واحدة لشخص بالغ غير مصاب، ومرضى مصابين بالربو والتليّف الرئوي والانسداد الرئوي المزمن.

المريض	حجم هواء الزفير/L								
	التنفس 1		التنفس 2		التنفس 3		المتوسط		
	السعة الحيويّة القسريّة	الحجم الزفيري القسري في ثانية واحدة	السعة الحيويّة القسريّة	الحجم الزفيري القسري في ثانية واحدة	السعة الحيويّة القسريّة	الحجم الزفيري القسري في ثانية واحدة	السعة الحيويّة القسريّة	الحجم الزفيري القسري في ثانية واحدة	نسبة معدل الحجم الزفيري القسري في ثانية واحدة/ السعة الحيويّة القسريّة
غير مصاب	4.80	3.85	4.75	3.78	4.78	8.82			
مصاب بالانسداد الرئوي المزمن	4.32	2.25	4.51	2.45	4.28	2.16			
مصاب بالتليّف الرئوي	3.78	3.01	3.67	3.02	3.75	3.10			
مصاب بالربو	4.75	3.09	3.45	3.01	4.73	2.95			

الجدول ٨–١: قيم السعة الحيويّة القسريّة والحجم الزفيري القسري في ثانية واحدة لشخص بالغ غير مصاب، ومرضى مصابين بالربو والتليّف الرئوي والانسداد الرئوي المزمن.

أكمل الجدول ٨–١.

أ. احسب متوسط قيم السعة الحيويّة القسريّة والحجم الزفيري القسري في ثانية واحدة لكل حالة. اكتب إجاباتك في الجدول مع استثناء أيّة قيم غير معقولة.

.....

.....

ب. احسب نسبة الحجم الزفيري القسري في ثانية واحدة/ السعة الحيويّة القسريّة، واكتب إجاباتك في الجدول.

.....

.....

ج. تم اقتراح أنه يمكن استخدام نسبة الحجم الزفيري القسري في ثانية واحدة/السعة الحيويّة القسريّة، لتشخيص مشكلات الجهاز التنفسي. قيّم هذا الاقتراح.

.....

.....

.....

.....

د. الربو حالة تضيق فيها الشعب الهوائية والقصبة الهوائية، والتليف الرئوي حالة تتطوّر فيها **الحويصلات** إلى نسيج ندبي (scar tissue) سميك، والانسداد الرئوي المزمن (chronic obstructive pulmonary disease- COPD) حالة يحدث فيها تراجع شديد في مرونة الحويصلات وتضيّق في الممرات الهوائية.
استخدم هذه المعلومات لاقتراح أسباب اختلاف نسبة معدل الحجم الزفيري القسري في ثانية واحدة/السعة الحيويّة القسريّة لكل حالة.

.....

.....

.....

.....

مصطلحات علمية

حويصلة هوائية Alveolus (جمعها حويصلات هوائيّة Alveoli): أحد الأكياس الصغيرة في الرئتَين تسمح بتبادل الغازات بسرعة.

نشاط ٨-٢ مقارنة تركيب أجزاء مختلفة من الممرات الهوائية

من المهم فهم تركيب الأجزاء المختلفة للممرات الهوائية والأدوار الوظيفيّة لأنواع الخلايا والأنسجة المختلفة. في هذا النشاط سوف:

- تطوّر فهمك لتراكيب الممرات الهوائية.
- تطوّر فهمك لتبادل الغازات بمقارنة هواء الشهيق وهواء الزفير والهواء في الحويصلات الهوائية.

١. أكمل الجدول ٨-٢ الآتي، مستفيدًا من معرفتك وذلك بكتابة كلمة «نعم» أو «لا» لتبيّن وجود أو عدم وجود كلّ من التراكيب.

المنطقة من الممر الهوائي	الغضاريف	العضلات الملساء	الخلايا الطلائيّة المهدبة	الخلايا الكأسيّة
القصبة الهوائية				
الشعبة الهوائية				
الشعيبة الهوائية النهائية				
الشعيبة الهوائية التنفسية				
قناة الحويصلة الهوائية				
الحويصلات الهوائية				

الجدول ٨-٢: جدول النتائج.

٢. أكمل الجدول ٨-٣ الآتي واكتب فيه وظائف أنواع الخلايا والأنسجة المختلفة.

نوع الخلية/ النسيج	الوظيفة
الغضاريف	
العضلات الملساء	
النسيج الطلائي المهدب	
الخلايا الكأسيّة	

الجدول ٨-٣: جدول النتائج.

مصطلحات علمية

العضلة الملساء Smooth muscle: نوع من العضلات يوجد في جدران الأوعية الدموية (ما عدا الشعيرات الدموية) وتوجد كذلك في القصبة الهوائيّة والشعب الهوائيّة والشعيبات الهوائيّة والقناة الهضميّة والحالب. وخلاياها العضليّة ليست مخططة.

٣. يمكنك مقارنة مكوّنات الغازات في مواضع مختلفة في الممرات الهوائية (انظر الجدول ٨-٤).

قيمة الضغط الجوي عند سطح البحر تساوي 100 kPa. وهذا الضغط ناتج من الضغوط الجزئيّة (p) لجميع الغازات في الهواء.

إجمالي الضغط الجوي = p (ضغط الغازات الأخرى) + $pN_2 + pO_2 + pCO_2$

100 kPa = 78 kPa + 21 kPa + 0.03 kPa + 0.97 kPa

(100% = 78% + 21% + 0.03% + 0.97%)

المكان	pN_2/kPa	pO_2/kPa	pCO_2/kPa	pH_2O/kPa	p (أخرى) /kPa
هواء الشهيق	78.60	20.90	0.04	0.06	0.40
هواء الحويصلة الهوائيّة	74.90	13.60	5.30	6.00	0.20
هواء الزفير	74.50	15.70	3.60	6.00	0.20
الشريان الرئوي	76.39	5.33	6.00	لا ينطبق (N/A)	لا ينطبق (N/A)
الوريد الرئوي	76.39	12.67	5.33	لا ينطبق (N/A)	لا ينطبق (N/A)

الجدول ٨–٤: مقارنة الغازات في مواضع مختلفة من الممرات الهوائية.

أ. قارن مكوّنات هواء الشهيق وهواء الحويصلة الهوائية وهواء الزفير.

ب. استفد من معلوماتك عن تبادل الغازات لشرح الاختلافات في الضغوط الجزئيّة للأكسجين وثاني أكسيد الكربون في مواضع مختلفة من الممرات الهوائية.

ج. اشرح الاختلافات في الضغط الجزئي لغاز النيتروجين في مناطق الممرات الهوائية المختلفة. لاحظ أنه عند الضغط الجوي يذوب القليل فقط من غاز النيتروجين في الدم.

.....

.....

نشاط ٨-٣ تحليل البيانات الصحية

من المهم أن تدرك أن تدخين التبغ هو أحد الأسباب الرئيسيّة لأمراض الجهاز التنفسي، من دون أن يكون هناك حاجة إلى فهم كيفيّة تأثير تدخين التبغ على الجهاز التنفسي بالتفصيل. من المهم أيضًا أن تتمكن من مقارنة أي بيانات بطريقة صحيحة للتوصل إلى استنتاجات مناسبة. في هذا النشاط سوف:

- تطوّر مهارتك في تحليل البيانات باستقصاء البيانات المرتبطة بتدخين التبغ.
- تطوّر مهارتك في رسم التمثيلات البيانيّة.

يبيّن الجدول ٨–٥ عدد المدخنين في بلدان مختلفة. يبدو بوضوح أن عدد المدخنين في الصين أكثر من البلدان الأخرى. هذه المقارنة ليست صحيحة، إذ إن عدد سكان الصين كبير، لذا من المتوقع وجود المزيد من المدخنين فيها.

البلد	المجموع الكلي للسكان	عدد المدخنين بالتقريب	عدد المدخنين لكل 1000
روسيا	142 467 651	78 357 208	
الصين	1 393 783 836	599 327 049	
أوكرانيا	44 941 303	19 774 173	
فيتنام	92 547 959	29 615 347	
مصر	83 386 739	25 849 889	
بنغلادش	158 512 570	39 628 143	
المكسيك	123 799 215	14 855 906	
الهند	1 267 401 849	101 392 148	

الجدول ٨–٥: عدد المدخنين في بعض البلدان.

يمكن إجراء الحسابات الآتية لحساب عدد الأشخاص لكل 1000 من السكان الذين يدخنون في الصين:

- احسب نسبة المدخنين (599 327 049 ÷ 1 393 783 836).

.....

.....

- احسب عدد المدخنين في كل 1000 شخص بضرب إجابتك في 1000.

.....

.....

١. أ. انقل الجدول على دفترك وأكمل العمود الأخير بكتابة عدد المدخنين لكل 1000 في كل بلد.

من الأسهل غالبًا النظر إلى التمثيل البياني لتصور البيانات. في هذه الحالة المتغيّر المستقل هو متغيّر نوعي – أسماء البلدان – لذا، توجد ضرورة لتمثيل بياني بالأعمدة.

ب. ارسم تمثيلًا بيانيًّا بالأعمدة للبيانات (تأكّد من وضع المتغيّر المستقل على المحور السيني، وترك مسافة بين الأعمدة).

غالبًا ما يكون ضروريًّا في حالة البيانات الوبائيّة مقارنة أكثر من مجموعة واحدة من البيانات، والتي قد تكون بوحدات مختلفة أو مقادير مختلفة.

يبيّن الجدول ٨-٦ بعض البيانات التاريخيّة عن عدد حدوث الوفيات بسبب الإصابة بسرطان الرئة، وعدد السجائر التي دخنها الفرد سنويًّا أثناء القرن العشرين. للمتغيرَين مقادير مختلفة، لذا يصعب تمثيل بيانات دقيقة باستخدام محور واحد.

السنة	عدد السجائر التي دخنها الفرد في السنة	عدد الوفيات بسرطان الرئة لكل 100 ألف من السكان
1900	900	N/A
1910	1100	N/A
1920	2300	20
1930	2700	25
1940	4000	40
1950	4300	100
1960	4200	175
1970	3900	185
1980	3100	175
1990	3000	150
2000	2900	135

الجدول ٨-٦: بيانات تاريخيّة عن عدد الوفيات بسبب الإصابة بسرطان الرئة وعدد السجائر التي دخنها الفرد في السنة خلال القرن العشرين.

٢. **الخطوة ١:** ارسم على ورقة تمثيل بياني المحور السيني وسمّه «السنة»، وارسم تدريج مقياس مستمر.

الخطوة ٢: ارسم المحور الصادي عل الجانب الأيسر، وسمّه «عدد السجائر التي دخنها الفرد في السنة»، ضع مقياسًا مستمرًا يغطي معظم ورقة التمثيل البياني.

الخطوة ٣: انتقل إلى الجانب الأيمن من التمثيل البياني، وارسم عند السنة 2000 محورًا صاديًا ثانيًا وسمّه «عدد الوفيات بسرطان الرئة لكل 000 100 من السكان»، ثم ضع مقياسًا مختلفًا يغطي أيضًا معظم ورقة التمثيل البياني.

الخطوة ٤: ارسم بدقة نقاط عدد السجائر التي دخنها الفرد في السنة باستخدام المحور الصادي الأيسر.

استخدم المسطرة وقلم الجرافيت الحاد لوصل النقاط. كوّن مفتاحًا للخط المسمى «عدد السجائر التي دخنها الفرد في السنة».

الخطوة ٥: ارسم بدقة نقاط حدوث سرطان الرئة مستخدمًا المحور الصادي الأيمن. صل النقاط بمسطرة وقلم جرافيت حاد. كوّن مفتاحًا للخط المسمى «الوفيات بسرطان الرئة لكل 000 100 من السكان».

نشاط ٨-٤ الارتباطات والعوامل السببية

يقصد بالارتباط Correlation وجود علاقة ربط بين متغيّرَين، من دون إمكانيّة القول إن أحد المتغيّرَين يسبب تغيّرًا في الآخر. قد يكون الارتباط إيجابيًّا عندما يزداد المتغيّران معًا، وقد يكون سلبيًا عندما ينخفض أحد المتغيّرَين في حين يزداد الآخر. لا يعني الارتباط تسبّب أحد المتغيّرَين بحدوث تغيّر في الآخر. على سبيل المثال، تحدث 90% من الوفيات عندما يكون الناس في الفراش. هذا الارتباط إيجابي، لكنه بالتأكيد ليس سببيًّا – فالفراش بشكل عام ليس مكانًا خطرًا يسبّب الموت.

يتطلب إظهار **العلاقة السببية** إجراء تجربة كاملة يتغيّر فيها أحد المتغيّرَين مقارنة مع **مجموعة ضابطة** (مجموعة مرجعيّة). تميل معظم البيانات حول الآثار الصحيّة للتدخين إلى إظهار الارتباطات.

في هذا النشاط سوف:

- تطوّر فهمك للارتباطات.
- تطوّر فهمك للمنحنيات البيانية المبعثرة.

مصطلحات علمية

علاقة سببية Causal link: يسبّب أحد العوامل تأثيرًا مباشرًا في العامل الآخر.

مجموعة ضابطة Control group: المجموعة في التجربة أو الدراسة التي لا تخضع للمعالجة من الباحثين وتستخدم بالتالي كمعيار لقياس تأثير العوامل الأخرى الجاري اختبارها، ويشار إليها غالبًا بمجموعة الدواء الوهمي Placebo group.

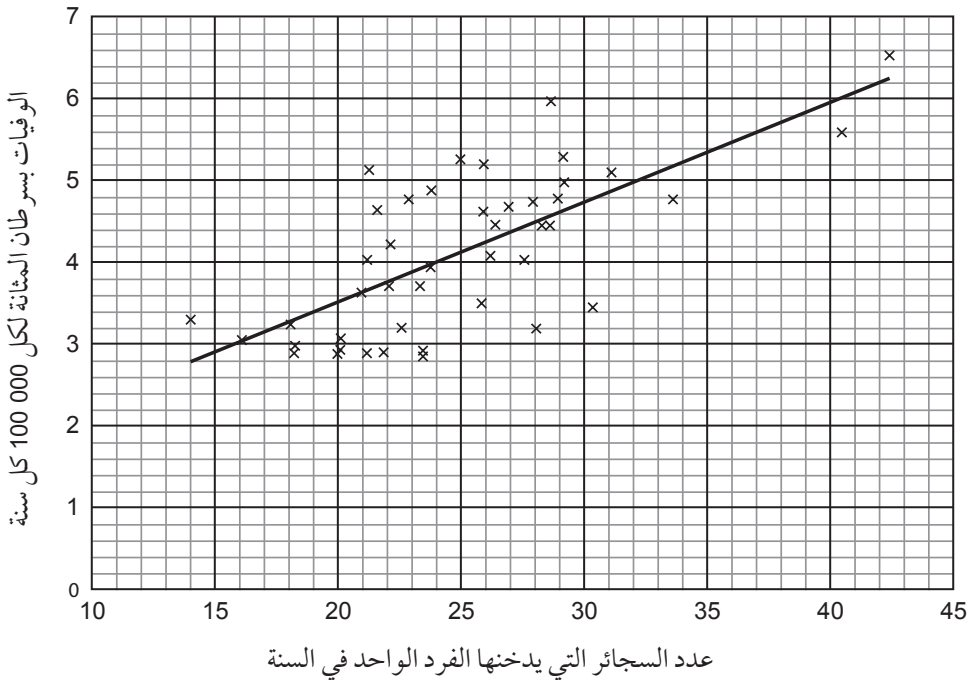
١. انظر إلى الرسم البياني في النشاط ٨-٣، السؤال ٢. غالبًا ما يتم البحث عن الارتباطات في التمثيلات البيانية التي تحتوي على أكثر من مجموعة واحدة من البيانات.

أ. هل توجد علاقة إيجابيّة أو علاقة سلبيّة بين التدخين والوفيات بسرطان الرئة؟ أجب بأكبر قدر ممكن من التفصيل.

ب. هل يثبت البحث أن التدخين سبب لسرطان الرئة؟ وما التجربة الممكن إجراؤها لإثبات أن التدخين هو السبب الفعلي لسرطان الرئة؟

٢. يمكن أيضًا بالإضافة إلى رسم رسمَين بيانيَّين خطيَّين على المحور نفسه لإظهار الارتباطات، إنشاء تمثيل بياني مبعثر برسم المتغيرَين أحدهما مقابل الآخر.

يبيّن الشكل ٨-٤ تمثيلًا بيانيًّا مبعثرًا يتضمّن عدد السجائر التي يستهلكها الفرد خلال سنة في ولاية من الولايات المتحدة الأمريكيّة مقابل معدل الوفيات بسرطان المثانة في هذه الولاية. وقد رسم الخط الأكثر ملاءمة عبر النقاط.



الشكل ٨-٤: تمثيل بياني مبعثر يظهر عدد السجائر التي يدخنها الفرد الواحد مقارنة بالوفيات بسرطان المثانة لكل 100 000 من السكان في الولايات الأمريكيّة.

تمثل كل نقطة استهلاك السجائر مرسومة مقابل الإصابة بسرطان المثانة لإحدى الولايات.

أ. هل يبيّن التمثيل البياني علاقة إيجابيّة أو علاقة سلبيّة بين التدخين والإصابة بسرطان المثانة؟

.....

.....

.....

ب. قيّم مدى قوة الارتباط، عن طريق تحديد مقدار زيادة زاوية (استمرارية) الخط الأكثر ملاءمة ومدى قرب جميع النقاط منه.

.....

.....

.....

ج. هل يثبت التمثيل البياني المبعثر أن التدخين يسبب سرطان المثانة؟ ما الأدلة الأخرى التي يمكن للباحثين دراستها ليتأكدوا من العلاقة بين التدخين والإصابة بسرطان المثانة؟

.....

.....

.....

٣. يبيّن الجدول ٨–٧ بيانات أوليّة للإصابة بسرطان الدم وسرطان الكلية في الولايات الأمريكيّة المختلفة. استخدم التمثيلات البيانية المبعثرة لتحدّد ما إذا كان هناك ارتباط قوي بين استهلاك السجائر وسرطان الكلية وسرطان الدم. حدّد الأسباب التي تجعل البيانات مناسبة لاستنتاجاتك.

الولاية	عدد السجائر التي يدخنها الفرد	الوفيات لكل 000 100 بسرطان الكلية	الوفيات لكل 000 100 بسرطان الدم
ألاسكا	30.34	4.32	4.90
الاباما	18.20	1.59	6.15
أريزونا	25.82	2.75	6.61
آركنساس	18.24	2.02	6.61
كاليفورنيا	28.60	2.66	7.06
كونيتيكت	31.10	3.35	7.20
واشنطن العاصمة	40.46	3.13	7.08
ديلاوير	33.60	3.36	6.45
فلوريدا	28.27	2.41	6.07
أيداهو	20.10	2.46	6.62
إلينوي	27.91	2.95	7.27
إنديانا	26.18	2.81	7.00
آيوا	22.12	2.90	7.69
كانساس	21.84	2.88	7.42
كنتاكي	23.44	2.13	6.41
لويزيانا	21.58	2.30	6.71
ماساتشوستس	26.92	3.03	6.89
مين	28.92	3.22	6.24
ماريلاند	25.91	2.85	6.81
ميشيغان	24.96	2.97	6.91
مينيسوتا	22.06	3.54	8.28
ميزوري	27.56	2.55	6.82
مسيسيبي	16.08	3.54	8.28
مونتانا	23.75	3.43	6.90
نيفادا	23.32	2.92	7.80
داكوتا الشماليّة	19.96	3.62	6.99
نبراسكا	42.40	2.85	6.67
نيوجيرسي	28.64	3.12	7.12
نيومكسيكو	21.16	2.52	5.95

الولاية	عدد السجائر التي يدخنها الفرد	الوفيات لكل 100 000 بسرطان الكلية	الوفيات لكل 100 000 بسرطان الدم
نيويورك	29.14	3.10	7.23
أوهايو	26.38	2.95	7.38
أوكلاهوما	23.44	2.45	7.46
بنسيلفانيا	23.78	2.75	6.83
رود آيلاند	29.18	2.84	6.35
كارولينا الجنوبيّة	18.06	2.05	5.82
داكوتا الجنوبيّة	20.94	3.11	8.15
تينيسي	20.08	2.18	6.59
تكساس	22.57	2.69	7.02
يوتا	14.00	2.20	6.71
فيرمونت	25.89	3.17	6.56
واشنطن	21.17	2.78	7.48
ويسكونسن	21.25	2.34	6.73
فيرجينيا الغربيّة	22.86	3.28	7.38
وايومنغ	28.04	2.66	5.78

الجدول ٨–٧: الإصابات بسرطان الدم وسرطان الكلية في الولايات الأمريكيّة.

الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي ٨-١ ملاحظة ورسم تركيب الجهاز التنفسي وأنسجته

سيعرفك معلمك في هذا الاستقصاء على تشريح الجهاز التنفسي في الخروف. وستلاحظ مقاطع في القصبة الهوائية والشعبة الهوائية والشعيبات الهوائية النهائية والحويصلات الهوائية وترسمها، الأمر الذي يساعد في تطوير فهمك للتركيب التشريحي لهذه الأجزاء وتكيفها مع وظائفها.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- مجهر ضوئي
- شرائح جاهزة لمقاطع عرضيّة في القصبة الهوائيّة والشعب الهوائيّة والشعيبات الهوائيّة النهائية والحويصلات الهوائيّة
- قلم جرافيت حاد من النوع (HB) أو 2H
- ممحاة
- مبراة
- مسطرة
- مقياس شبكة العدسة العينيّة
- مقياس المنضدة

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- يجب اتّباع قواعد السلامة القياسيّة في المختبر عند مشاهدة المقاطع.

الطريقة

الجزء ١: ملاحظة تشريح الجهاز التنفسي

سيعرض المعلم التشريح العام للجهاز التنفسي، وعليك أن ترسم أثناء العرض رسومًا تخطيطيّة وتدوّن ملاحظاتك عن خصائص محددة وتراكيب يشير إليها، وعليك تسجيل ذلك في المساحة المخصصة في الصفحة التالية، ولا تنسَ تضمين جوانب مثل:

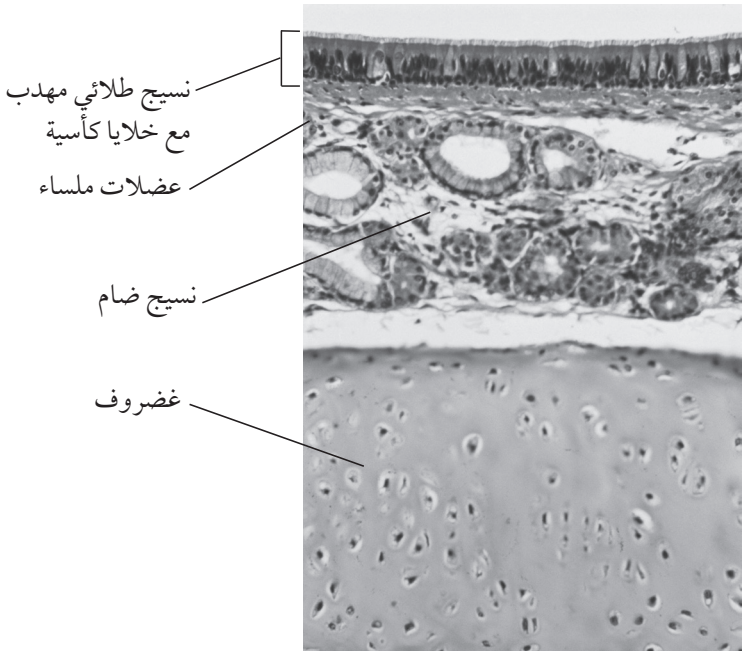
- المظهر العام للرئتَين: اللون، الملمس، المرونة، أغشية البلورا.
- القصبة الهوائية: شكل الغضاريف ووظيفتها، قياس القطر.
- الشعبتان الهوائيتان: شكل الغضاريف ووظيفتها، قياس القطر.
- الشعيبات الهوائية النهائيّة: الشكل والوظيفة، عدم وجود غضاريف، قياس القطر.

الجزء ٢: ملاحظة وتنفيذ رسم تخطيطي سطحي لتركيب القصبة الهوائية والشعبة الهوائية والشعيبات الهوائية والحويصلات الهوائية.

١. جهّز المجهر.

٢. ضع الشريحة الجاهزة لمقطع عرضي من القصبة الهوائية في موضع التركيز، مستخدمًا العدسة الشيئية الصغرى.

٣. انقل إلى العدسة الشيئيّة الكبرى واجعل جزءًا واحدًا من الجدار في موضع التركيز. استفد من الصورة ٨–١ في تحديد الأنسجة في المقطع. تبيّن الصورة بالمجهر الضوئي مقطعًا في جدار القصبة الهوائية. يبدو بوضوح النسيج الطلائي المهدب والخلايا الكأسيّة؛ ويبدو أسفل النسيج الطلائي المهدب طبقات من العضلات الملساء ونسيج ضام رخو؛ كما يظهر أسفل طبقة العضلات الملساء كتلة سميكة من الغضاريف.



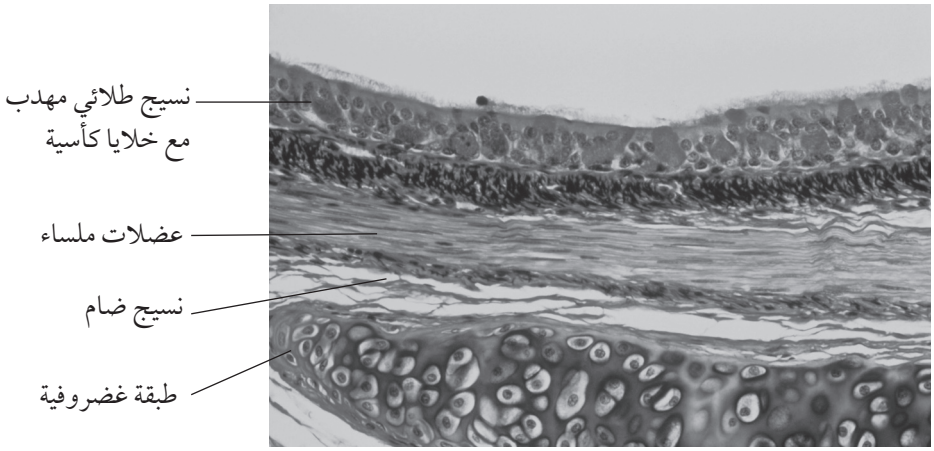
الصورة ٨-١: صورة مجهرية ضوئية لمقطع عرضي في القصبة الهوائية.

عليك أن تتمكّن من رؤية:

- طبقة النسيج الطلائي المهدب (ربما لا تكون الأهداب واضحة جيدًا).
- الخلايا الكأسيّة بين الخلايا الطلائيّة، والتي قد تكون مصبوغة بلون مختلف.
- طبقة من العضلات الملساء أسفل النسيج الطلائي.
- منطقة من النسيج الرخو يحتوي على أوعية دمويّة وغدد مخاطيّة.
- جزء سميك من النسيج الغضروفي.

٤. ارسم رسمًا تخطيطيًّا سطحيًّا لجزء من جدار القصبة الهوائية في المساحة الآتية. اكتب مسميات التراكيب المذكورة، وتذكر ألّا تحاول رسم خلايا مفردة. واذا استطعت مشاهدة هذه التراكيب، ارسم جزءًا صغيرًا من النسيج بجوار الرسم التخطيطي لتبين عددًا قليلًا من الخلايا الطلائيّة المهدبة والخلايا الكأسيّة.

٥. ضع شريحة لمقطع عرضي من شعبة هوائيّة في موضع التركيز، ولاحظ جزءًا من الجدار باستخدام العدسة الشيئيّة الكبرى. تبيّن الصورة ٨–٢ صورة مجهرية ضوئية لمقطع في جدار الشعبة الهوائية. يمثل السطح العلوي نسيجًا طلائيًّا مهدبًا مع عدد قليل من الخلايا الكأسية، وتحته طبقة من نسيج ضام وعضلات ملساء، تحتها طبقة غضروفيّة.



الصورة ٨–٢: صورة مجهرية ضوئية لمقطع عرضي في جدار شعبة هوائية.

مهم

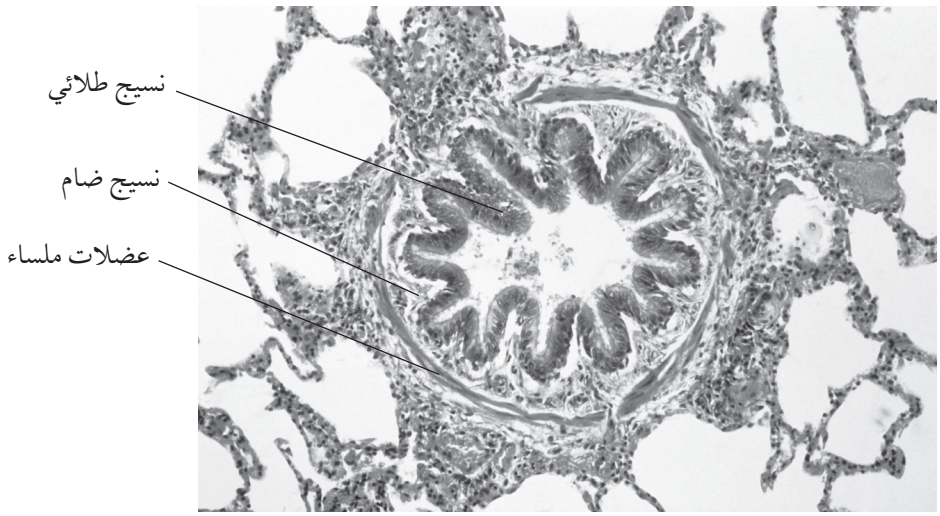
تذكّر أن ترسم ما تراه وليس ما تودّ أن تراه.

٦. ارسم في المساحة الآتية، رسمًا تخطيطيًّا سطحيًّا لمقطع في جدار الشعبة الهوائية مستفيدًا من الشكل ٨–٢. اكتب المسميات:

- النسيج الطلائي المهدب– يكون هنا أرق منه في القصبة الهوائية.
- الخلايا الكأسيّة– تكون هنا أقل منها في القصبة الهوائية.
- طبقة من العضلات الملساء أسفل النسيج الطلائي.
- طبقة رقيقة من النسيج الرخو يحتوي على أوعية دمويّة وغدد مخاطيّة أقل منها في القصبة الهوائية.
- مقطع في النسيج الغضروفي– قد يكون هنا على شكل كتلة وليس حلقة.

٧. غيّر الشريحة إلى شريحة المقطع العرضي في الشعيبة الهوائية. ثم ضعها في موضع التركيز، ثم لاحظ جزءًا من الجدار باستخدام العدسة الشيئيّة الكبرى.

٨. ستلاحظ أن الشعيبة الهوائية أرفع أو أضيق من الشعبة الهوائية، ولا توجد فيها غضاريف، وستكتشف أن لها تركيبًا مختلفًا قليلًا، وقد يكون النسيج الطلائي مطويًا. انظر الصورة ٨-٣ التي تبيّن مقطعًا عرضيًّا في نسيج الرئة تبدو فيه الشعيبة الهوائية، ولاحظ أن الطبقة المطويّة من النسيج الطلائي المهدب واضحة ويحيط بها طبقة دائريّة من العضلات الملساء، وأن الشعيبة الهوائية محاطة بالحويصلات.



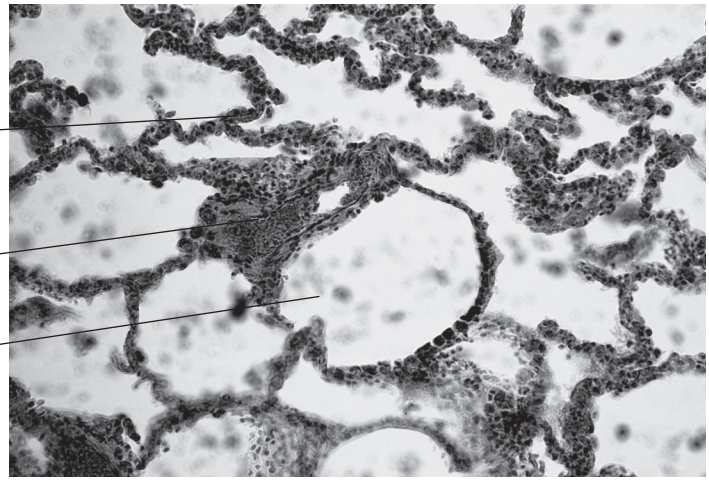
الصورة ٨-٣: صورة مجهرية ضوئية لمقطع عرضي في نسيج الرئة.

٩. ارسم في المساحة الآتية، رسمًا تخطيطيًّا سطحيًّا لمقطع في نسيج الرئة تبدو فيه الشعيبة الهوائية مستفيدًا من الصورة ٨-٣. اكتب المسميات:

- النسيج الطلائي - قد توجد بعض الخلايا المهدبة ولكن لا توجد خلايا كأسيّة.
- طبقة رقيقة من نسيج ضام تحيط بالنسيج الطلائي.
- طبقة من العضلات الملساء تحيط بالنسيج الضام.

١٠. غيّر الشريحة إلى شريحة المقطع العرضي في الحويصلة الهوائية، ثم لاحظ جزءًا من الجدار، باستخدام العدسة الشيئيّة الكبرى.

١١. ستشاهد الحويصلات الهوائية على شكل فجوات كبيرة يفصل بعضها عن بعض طبقات رقيقة من نسيج طلائي حرشفي. قد تلاحظ أيضًا وجود أوعية دمويّة وشعيبات هوائيّة. تبيّن الصورة ٨–٤ صورة مجهرية ضوئية لمقطع في نسيج الرئة، تبدو واضحة فيه طبقات من النسيج الطلائي من عدة حويصلات هوائيّة.



الصورة ٨–٤: صورة مجهرية ضوئية لمقطع في الحويصلة الهوائيّة.

١٢. ارسم، في المساحة الآتية، رسمًا تخطيطيًّا سطحيًّا لجزء من عدة حويصلات هوائيّة مستفيدًا من الصورة ٨–٤. اكتب المسميات:

- حويصلات هوائيّة.
- نسيج طلائي حرشفي.
- شعيرات دمويّة (وأوعية دمويّة أخرى).

التحليل والاستنتاج والتقويم

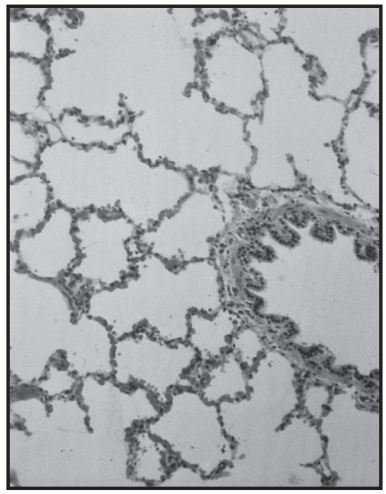
١. أكمل الجدول ٨-١ بإضافة كلمة «نعم» أو «لا» لتبيّن وجود أو عدم وجود أنواع الخلايا والأنسجة المختلفة.

الممر الهوائي	الغضاريف	النسيج الطلائي المهدب	الخلايا الكأسيّة	العضلات الملساء
القصبة الهوائيّة				
الشعبة الهوائيّة				
الشعيبة الهوائيّة				
الحويصلة الهوائيّة				

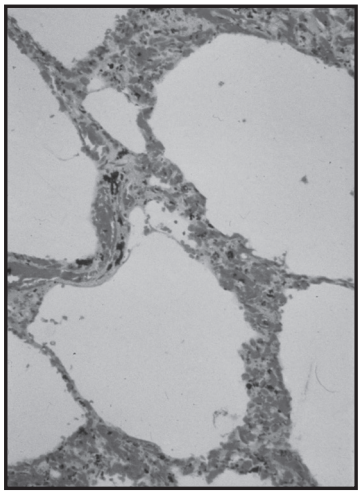
الجدول ٨-١: مقارنة الخصائص.

٢. تبيّن الصورة ٨-٥ (أ) حويصلات هوائيّة سليمة عند الإنسان، وتبيّن (ب) حويصلات هوائيّة من رئة مدخن. مقدار تكبير كلا الصورتَين (x75).

(أ)



(ب)



الصورة ٨-٥: صورة مجهرية ضوئية تبيّن (أ) حويصلة هوائيّة سليمة، و (ب) حويصلة من رئة شخص مدخن.

أ. صف الاختلافات في التراكيب المبيّنة في الصورتَين ٨-٥ (أ) و ٨-٥ (ب).

.....

.....

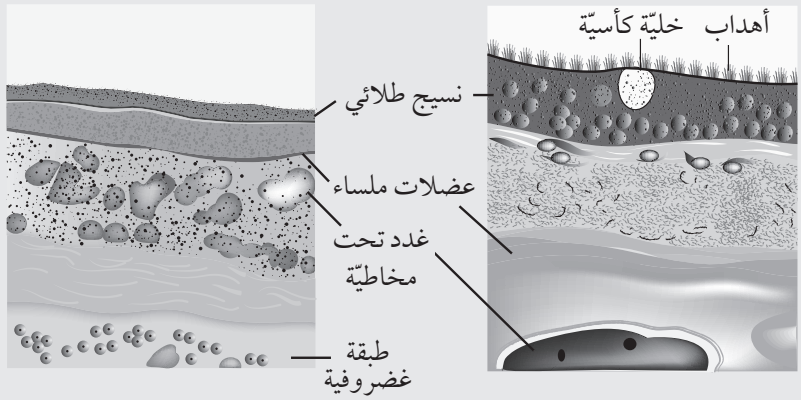
ب. اذكر اسم المرض المبيّن في الصورة ٨-٥ب واشرح تأثيراته على المريض.

.....

.....

أسئلة نهاية الوحدة

١. تبيّن الصورة مقدارَي تكبير لمقطع في جزء من أحد الممرات الهوائيّة.

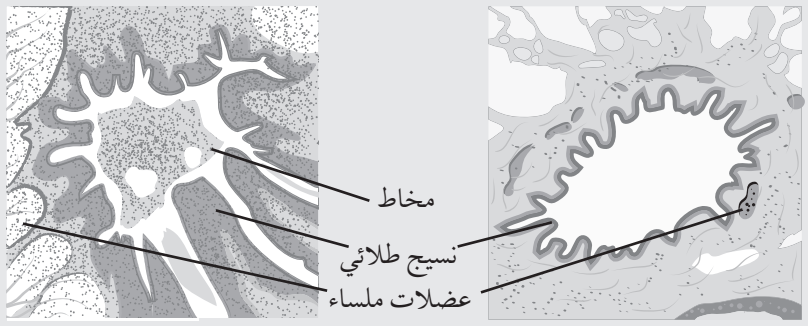


أ. جزء الممر الهوائي الذي أخذ منه المقطع هو:

(أ) شعبة هوائيّة
(ب) شعيبة هوائيّة نهائيّة
(ج) شعيبة هوائيّة تنفسيّة
(د) قناة حويصليّة هوائيّة

ب. **اشرح** وظائف الخلايا الكأسيّة والخلايا الطلائيّة المهدبة.

ج. غالبًا ما ينتج من الربو استجابات تحسسيّة تسبّب للمصابين به صعوبات في التنفس. تبيّن الصورة مقطعًا عرضيًّا في جزء من الممرات الهوائيّة من شخص سليم، وجزء من الممرات الهوائيّة من مريض ربو.



(ب) (أ)

١- ارسم جدولًا **تقارن** فيه الاختلافات في الممرات الهوائيّة للشخص السليم وللشخص المريض بالربو.

أفعال إجرائية

اشرح Explain: عرض الأهداف أو الأسباب / اجعل العلاقات بين الأشياء واضحة / توقّع لماذا و/ أو كيف وادعم إجابتك بأدلّة ذات صلة.

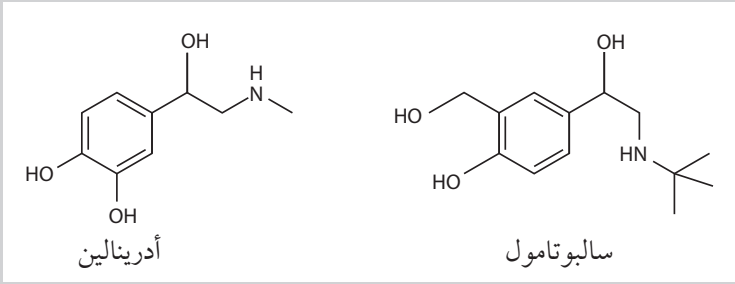
قارن Compare: حدّد أوجه التشابه و/ أو الاختلاف معلّقًا عليها.

تابع

٢- استفد من الصورة لشرح سبب انخفاض تراكيز الأكسجين غالبًا في دم المصابين بالربو.

٣- يستخدم دواء سالبوتامول لتحفيز العضلات الملساء في الممرات الهوائيّة للانبساط.

يبيّن الشكل أدناه تركيب هرمون أدرينالين adrenaline ودواء سالبوتامول salbutamo.

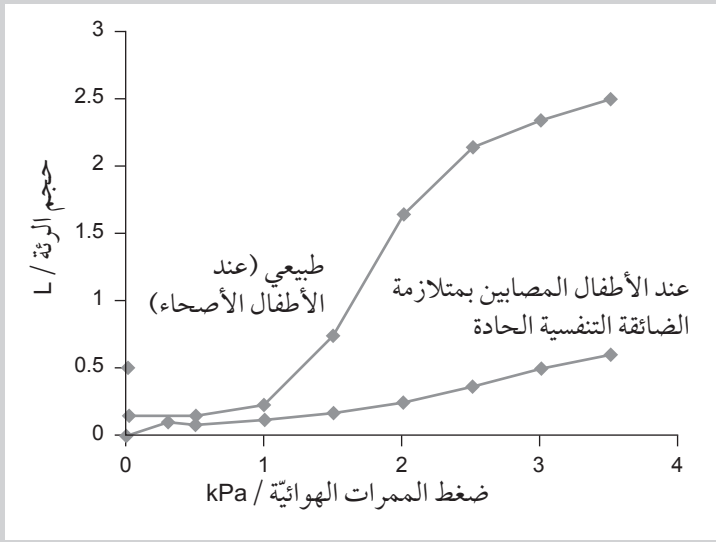


أفعال إجرائية

اقترح Suggest: طبّق المعرفة والفهم على المواقف التي تتضمّن مجموعة من الإجابات الصحيحة من أجل تقديم المقترحات.

اقترح كيف يجعل سالبوتامول التنفس أسهل أثناء نوبة الربو الحادة.

٢. تحدث متلازمة الضائقة التنفسية الحادة Respiratory distress syndrome عند الأطفال الصغار، وتتصف بمشكلات في التنفس وبانخفاض في مستويات الأكسجين في الدم. التمثيل البياني يبيّن مقدار الضغط الذي يجب توليده لزيادة حجم الرئتَين عند الأطفال الأصحاء والأطفال المصابين بمتلازمة الضائقة التنفسية الحادة.



تابع

أ. ١- **صف** تأثير زيادة ضغط الممرات الهوائيّة على حجم الرئة عند الأطفال الأصحّاء.

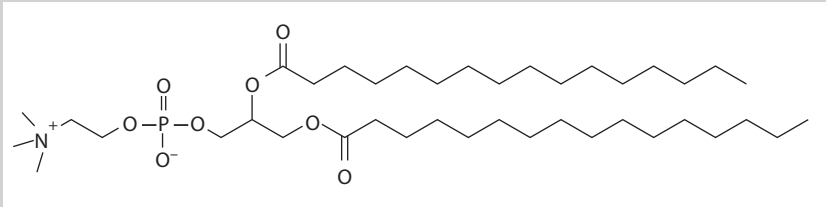
٢- قارن تأثير زيادة ضغط الممرات الهوائيّة على حجم الرئة عند الأطفال الأصحّاء والأطفال المصابين بمتلازمة الضائقة التنفسية الحادة.

أفعال إجرائية

صف Describe: قدّم الخصائص والميزات الرئيسية.

ب. عامل فعالية سطحية رئوية Pulmonary surfactant هو مادة تطلقها خلايا في الحويصلة الهوائيّة، وهو يحتوي على بروتينات وأحماض دهنيّة وتقلل من التوتر السطحي لسائل الحويصلة الهوائيّة.

يبيّن الشكل تركيب الجزيء Dipalmitoylphosphatidylcholine-DPPC، وهو أحد الجزيئات الموجودة في السائل الفاعل بالسطح الرئوي.



أفعال إجرائية

اذكر State: عبّر بكلمات واضحة.

١- **اذكر** الجزيئات الحيوية التي ينتمي إليها الجزيء DPPC.

٢- انقل تركيب الجزيء DPPC وحدد عليه بوضوح تسمية المجموعة الكارهة للماء والمجموعة المحبة للماء.

٣- اقترح كيف يقلل الجزيء DPPC من التوتر السطحي للمحاليل المائيّة.

ج. يلاحَظ غالبًا أن الأطفال المصابين بمتلازمة الضائقة التنفسية الحادة يكون لديهم نقص في الفاعل بالسطح الرئوي. اقترح واشرح سبب معاناة هؤلاء الأطفال من صعوبات في التنفس وانخفاض في تركيز الأكسجين في الدم.

تابع

٣. جرى حديثًا تجربة لقاح مضاد للتدخين على مجموعة مدخنين. فمادة النيكوتين الموجودة في دخان السجائر تسبب الإدمان، واللقاح يحفز الجسم على إنتاج **أجسام مضادة** لهذه المادة، بحيث عندما يمتص الدم مادة النيكوتين، تلتصق الأجسام المضادة بها وتمنعها من عبور الحاجز الدموي الدماغي باتجاه الدماغ.

في إحدى التجارب تمّ حقن 201 مدخن ليس لديهم أية مشكلات صحيّة أخرى بلقاح النيكوتين.

وتم توزيع المدخنين إلى مجموعتَين، تلقت إحداهما (المجموعة الضابطة) دواء (لقاحًا) وهميًّا Placebo، وأبلغ المدخنون عن عدد المرات التي دخنوا فيها طوال 26 أسبوعًا من التجربة.

لوحظ أن استجابة بعض المدخنين للقاح كانت عالية، وأنتجوا أجسامًا مضادة بتركيز عالٍ، في حين كانت استجابة بعضهم الآخر منخفضة.

يبيّن الجدول النسبة المئويّة للمرضى الذين توقفوا عن التدخين.

مستوى الاستجابة للقاح	النسبة المئوية للمرضى الذين تلقوا اللقاح ولم يدخنوا بين الأسابيع 19- 26 من التجربة
عالٍ	24.6
منخفض	12.6
مجموعة الدواء الوهمي	13.0

أ. اقترح واشرح سبب إمكانية أن يساعد اللقاح في إقلاع الناس عن التدخين.

ب. اقترح منتقدو اللقاح أن اللقاح يمكن أن يدفع بعض الناس إلى تدخين المزيد من السجائر. اشرح سبب إمكانية أن يؤدي اللقاح إلى استهلاك أعلى للسجائر.

ج. اشرح كيف ينبغي معالجة مجموعة الدواء الوهمي (المجموعة الضابطة).

د. قيّم الإدعاء بأن اللقاح ناجح ويساعد في تقليل التدخين.

مصطلحات علمية

جسم مضاد Antibody (جمعه أجسام مضادة) Antibodies): بروتين سكري (غلوبيولين مناعي) تكوّنه خلايا من البلازما مشتقة من الخلايا اللمفاويّة–B استجابة للأنتيجين، المنطقة المتغيّرة من جزيء الجسم المضاد تكمل في شكلها الأنتيجين الخاص بها.

تم بحمد الله